

Die Bewertung der Anlage aus der ex ante Sicht erfolgte mit einer Kosten-Nutzen-Analyse, wobei Kapitalwertmethode und Methode des internen Zinsfußes als Investitionskriterien Verwendung fanden. Die Bewertung der Anlage im Rahmen einer ex post Untersuchung erfolgte sowohl durch eine Kosten-Nutzen-Analyse als auch durch eine Kosten-Wirksamkeits- und Nutzwertanalyse.

Aus der Gegenüberstellung der Ergebnisse der drei Verfahren bei der ex post-Untersuchung wurden die Unterschiede in der Betrachtungsweise – ökonomisch und/oder fahrkomfortbezogen – durch Umschlagen des Bewertungsergebnisses sichtbar. Für Beurteilungen speziell von Verkehrslenkungsmaßnahmen sollten daher Kosten-Nutzen-Analyse und Nutzwertanalyse einander ergänzend verwandt werden.

Ganz allgemein zeigte sich bei dieser Untersuchung eine starke Abhängigkeit der Ergebnisse von den jeweils zur Anwendung gekommenen Ansätzen und Modellen, so daß es für die Entscheidungsvorbereitung zweckmäßig ist, die Sensitivitätsprüfung mit auf unterschiedlichen Grundlagen aufgebauten Analysen durchzuführen.

Die Untersuchung hat im weiteren die Größenordnung für mögliche Erträge bei Durchführung verkehrsbeeinflussender Maßnahmen aufgezeigt. Trotz des hier sehr ungünstigen Umweltfaktors von 1,65 konnten für die Wechselwegweisungsanlage Rhein/Main Gewinne im Bereich der Zeitkosten nachgewiesen werden. Größere Gewinne bei den Betriebskosten werden sich insbesondere mit steigenden Fz-Betriebsstoffpreisen einstellen, so daß die Wirtschaftlichkeit solcher Verkehrssysteme – insbesondere in Verkehrskorridoren – gegeben ist.

Summary

The application of cost-benefit-analysis for area wide traffic control systems is shown in a case study for the changeable message sign system Rhein/Main. Specific problems related to this application, in particular in the quantification of the effects of traffic control are reported and ways for their overcoming are given for an ex ante and ex post analysis. All three methods cost-benefit-analysis, cost-effectiveness-analysis and utility analysis were performed and their relative qualification for the evaluation of the advantages of control systems as basis for the political decision process are discussed.

Résumé

L'exemple de la banalisation automatique d'une voie d'une partie du réseau d'autoroutes de la région Rhin-Main montre l'essai d'une analyse avantages-coûts pour les installations de signalisation sur portique plus grandes et de plus grande efficacité. Les difficultés résultant des caractéristiques qui présentent les installations de mise en circulation alternée pour une telle analyse, en particulier lors de l'établissement de la quantité, sont mises en évidence pour une analyse ex ante et une analyse ex post, ainsi que les possibilités de les éliminer. Les trois procédés d'analyses avantages-coûts sont traités: analyse avantages-coûts, analyse coûts-efficacité et analyse multi-critères. Il est ensuite discuté lequel des trois procédés d'analyse des installations de signalisation sur portiques est plus adéquate dans le cadre d'une décision politique.

ZEITSCHRIFT FÜR VERKEHRS- WISSENSCHAFT

INHALT DES HEFTES:

- | | |
|--|-----------|
| Die Abwrackaktion der deutschen Binnenschifffahrt
Von Dieter Wulf, Bonn | Seite 75 |
| Aktivitätenbezogene Verkehrserzeugungsmodelle
– Ein neues Konzept zur Personenverkehrsprognose –
Von Heinz Hautzinger, Heilbronn | Seite 92 |
| Richtlinien für ökonomische Systemanalysen?
Von Erhard Moosmayer, Bonn | Seite 115 |
| Die Illusion vom freiwilligen Verzicht auf den PKW
Von Gottfried Ilgmann, Hamburg | Seite 124 |

Zuschriften für die Redaktion sind zu richten an
Prof. Dr. Rainer Willeke
Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln
Universitätsstraße 22, 5000 Köln 41

Schriftleitung:
Prof. Dr. Herbert Baum
Institut für Wirtschaftspolitik
Hochschule der Bundeswehr Hamburg
Holstenhofweg 85, 2000 Hamburg 70

Herstellung - Vertrieb - Anzeigen:
Verkehrs-Verlag J. Fischer, Paulusstraße 1, 4000 Düsseldorf 14
Telefon: (02 11) 67 30 56, Telex: 8 58 633 vvf

Einzelheft DM 16,-, Jahresabonnement DM 58,-,
zuzüglich MWS^t und Versandkosten.

Für Anzeigen gilt Preisliste Nr. 7 vom 1. 1. 1978.

Erscheinungsweise: vierteljährlich.

Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophotos u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Die Abwrackaktion der deutschen Binnenschifffahrt

VON DIETER WULF, BONN

Als in der Mitte der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts, ausgelöst durch Konjunktur-einbrüche und erst recht durch die große Weltwirtschaftskrise, die Binnenschifffahrt unter extremen Beschäftigungsmangel mit einem bis dahin nicht gekannten Preisverfall und bedrohlicher Existenzgefährdung litt, wurden erstmalig Überlegungen angestellt, durch Eingriffe in den bis dahin völlig freien Markt den Krisenerscheinungen und ihren Folgen zu begegnen. Es war der Beginn eines bis in die Gegenwart hineinreichenden unaufhörlichen Bemühens, adäquate Lösungen für die seither immer wieder auftretenden Gleichgewichtsstörungen zu finden. Zahllose Denkschriften, Gutachten, Ideen, Konzeptionen und Gesetzesinitiativen kennzeichnen den Weg dieses Suchens nach einer Therapie, deren Kern darin bestehen mußte, destruktive Entwicklungen zu verhindern, aber die normalen Steuerungsfunktionen des Marktes nicht zu beeinträchtigen¹⁾.

Unter den zur Herstellung des Gleichgewichts von Angebot und Nachfrage zu ergreifenden Maßnahmen stand von Anfang an die Beschränkung der Angebotskapazität. Auch war man schon bei den ersten Überlegungen zu der Erkenntnis gelangt, daß man dieses Ziel auf verschiedene Weise erreichen könnte:

- Durch Beschränkung des Einsatzes der Kapazität;
- durch Abbau der Kapazität mittels Abwracken;
- durch Zulassungsbeschränkungen von neuen Einheiten;
- durch Bauverbot.

Bemerkenswert ist, daß die unmittelbar wirkende Angebotsverringering in Form des Abwrackens von Schiffsraum anfangs zwar als Möglichkeit in Erwägung gezogen wurde. Doch bestand offensichtlich eine gewisse Scheu, diese harte, die Unternehmensexistenz berührende Maßnahme als Therapie zu empfehlen. Da man Ende der zwanziger Jahre Marktstörungen ausschließlich als Konjunkturerscheinung deutete, als Auswirkung einer Depression, die früher oder später überwunden würde, war dieses Verhalten durchaus logisch. Die Erkenntnis, daß strukturelle Veränderungen auf der Nachfrageseite entsprechende strukturelle Anpassungen beim Angebot erfordern, wurde erst in der späteren Nachkriegszeit gewonnen.

Zum Verständnis der in unserer Zeit organisierten Schiffsraumabwrackungen sei ein Überblick über die früheren Überlegungen, Vorstellungen und Pläne vorangestellt, aus denen sich schließlich die zur Zeit in Kraft befindlichen Aktionen entwickelten.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Dieter Wulf
Petrusstraße 18
5300 Bonn 3

¹⁾ Eine Gesamtdarstellung dieser Entwicklung enthält: *Wulf, D.*, Das Kapazitätsproblem der Binnenschifffahrt, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 50. Jg. (1979), S. 139 ff.

1. Entwicklung der Überlegungen zur Verringerung des Schiffsraumangebots

1.1. Rheinschiffahrtsgutachten von 1930

Die erste umfassende Analyse der durch die Weltwirtschaftskrise aus dem Gleichgewicht geratenen Binnenschiffahrtsmärkte, insbesondere des Rheinschiffahrtsmarktes, enthält das Gutachten der Professoren *Harms, Kuske* und *Most* „Die deutsche Rheinschiffahrt“. Im Hinblick auf die hier in Rede stehende Thematik sind folgende Passagen beachtenswert: „So sehr eine Revision der Tarifpolitik die Lage der Rheinschiffahrt entlasten würde, und mit so verhältnismäßig geringen Opfern diese Entlastung bei unparteiischer Würdigung der beteiligten Interessen auch erreichbar ist: die Ansatzpunkte für die letzten, entscheidenden Maßnahmen liegen auf der Seite des Angebots von Tonnage und Schleppkraft. Die Maßnahmen müssen darauf gerichtet sein, durch Verknappung des Angebots ein die Rentabilität der Rheinschiffahrt gewährleistendes Gleichgewicht herbeizuführen...“ (S. 474).

Diese Feststellung ist insoweit besonders bemerkenswert, als hier der Kapazitätsbeeinflussung schon sehr früh die entscheidende Rolle bei der Herstellung des Marktgleichgewichts zuerkannt wird und nicht Eingriffen in die Preisbildung, etwa in Form staatlicher Preisfestsetzung. Unerklärlich bleibt nur, daß in der Praxis im damaligen Deutschen Reich die Preisregelungen den Kapazitätsregelungen vorgezogen wurden und daß auch die Wirtschaftskonferenzen der Rheinschiffahrt in der Nachkriegszeit erst auf dem Umweg über schlechte Erfahrungen mit Kartellpreisen zu der Einsicht gelangten, daß nur Kapazitätsregelungen zum Marktgleichgewicht führen können.

Aber das Gutachten der Rhein-Kommission kam noch zu weiteren, aus heutiger Sicht erstaunlichen Einsichten: „Verknappung des Angebots von Tonnage und Schleppkraft kann auf zwei Wegen erreicht werden, durch Verringerung der Kapazität der Flotte und Kontrolle ihres künftigen Ausbaus einerseits, durch Zurückhaltung des Angebots andererseits... In Betracht käme ein Bauverbot für Kahnraum und Schleppkraft, das eine allmähliche Anpassung des Angebots an die Nachfrage bewirken würde“ (S. 475). Der Begriff des Abwrackens erscheint noch nicht, wird aber gedanklich vorbereitet.

Aber dann folgt eine überraschende Erkenntnis, die bis heute nichts von ihrer Aktualität eingebüßt hat: „Ein Bauverbot für die Rheinschiffahrt würde die Übereinstimmung von fünf Nationen mit durchaus unterschiedlichen Interessen erforderlich machen... Es genügt, auf das Problem einer solchen Angebotsbeschränkung hinzuweisen; ihre praktische Durchführbarkeit ist mehr als zweifelhaft... Nicht minder problematisch ist die Beeinflussung der Kapazität der Rheinflotte durch eine zu diesem Zweck zu schaffende Organisation. Angesichts der divergierenden Interessen ist es aussichtslos, eine Einigung über den Abbau zu erzielen“ (S. 475/476).

Mit welcher prophetischer Sehergabe scheinen die Verfasser dieses Gutachtens ausgestattet gewesen zu sein! Die spätere Entwicklung hat ihre Skepsis voll bestätigt.

Eine mögliche Lösung wird nur im Rahmen einer auf Marktbeherrschung eingestellten Organisation gesehen. Doch auch in diesem Falle werden Zweifel an der Durchführbarkeit geäußert.

Die staatlichen Bemühungen zur Behebung der Notlage in der Binnenschiffahrt mündeten

schließlich in der Zusammenfassung der Partikuliere in Schifferbetriebsverbänden, soweit sie nicht anderweitig organisiert waren und damit die Ladungsbeschaffung gesichert war, und in Preisregelungen. Kapazitätsregelnde Maßnahmen, erst recht Abwrackaktionen, wurden nicht ergriffen. Doch war die Idee keineswegs endgültig vom Tisch.

1.2. Wirtschaftskonferenzen der Rheinschiffahrt

Ein neuer Anlauf zur Wiederherstellung und zur Sicherung des zu Beginn der 50er Jahre aufs neue entstandenen Mißverhältnisses zwischen Angebot und Nachfrage auf dem Rheinschiffahrtsmarkt wurde in den drei großen Wirtschaftskonferenzen der Rheinschiffahrt unternommen, die die Zentralkommission der Rheinschiffahrt nach Straßburg einberief. Ohne auf den Verlauf dieser Konferenzen und deren Ergebnisse noch einmal im einzelnen einzugehen²⁾, sei hier nur wiederholt, daß das Abwracken als eine mögliche Maßnahme der Kapazitätsregelung angesehen wurde. Es wurde auch ein Unterschied gemacht zwischen Maßnahmen, welche eine starre Wirkung besitzen und solchen, die ihrer Eigenart nach beweglich sind³⁾. Als „starre“ Maßnahme, die, einmal getroffen, nicht oder nur schwer rückgängig gemacht werden kann, galt das Abwracken. Es bestand insoweit Klarheit darüber, daß das Abwracken nur eine zur Behebung struktureller Verwerfungen geeignete Maßnahme ist, nicht aber zur Therapie der Folgen vorübergehender Konjunkturreinbrüche.

Auch wurde bereits erkannt, daß zum Abwracken von Schiffsraum ein finanzieller Anreiz erforderlich ist und daß dieser Aufwand aus irgendeiner Finanzquelle zu decken ist. Gedacht wurde dabei an eine Umlage. Eine Berechnung hierzu wurde von den deutschen Vertretern vorgelegt. Der Gedanke an eine Finanzierung aus öffentlichen Mitteln spielte noch keine Rolle.

Doch wurde letztlich die Idee der endgültigen Beseitigung von Schiffsraum nicht weiter verfolgt. Die Überlegungen konzentrierten sich ganz auf die kurzfristige Stilllegung von Binnenschiffen.

1.3. Überlegungen der EG-Kommission

Die in den Rheinwirtschaftskonferenzen entwickelten Initiativen zur Lösung des Kapazitätsproblems veranlaßten die EG-Kommission, sich ebenfalls mit dieser Problematik zu befassen. In ihrem Verordnungsvorschlag vom 29. 11. 1967 über den Zugang zum Markt im Binnenschiffahrtsgüterverkehr⁴⁾ waren ebenfalls Abwrackmaßnahmen vorgesehen. „Vergütungen für die Abwrackung von fahrtüchtigen Wasserfahrzeugen“ (Abwrackprämien) sollten aber nach diesem Vorschlag, Kapitel 4, nur dann gezahlt werden, wenn die Kommission die Bildung oder das Bestehen eines strukturellen Kapazitätsüberhangs feststellt. Die Mittel für die Zahlung von Abwrackvergütungen sollten aus Gebühren gewonnen werden, die in Zeiten sich bildender Kapazitätsüberhänge für die Erteilung von Genehmigungen zur Inbetriebnahme von Schiffen entrichtet werden sollten.

Nach diesem Vorschlag sollte die Abwrackaktion nicht ständig laufen, sondern nur in

²⁾ Vgl. hierzu *Wulf, D.*, Das Kapazitätsproblem der Binnenschiffahrt, a.a.O., S. 153.

³⁾ Bericht über die zweite Session der Wirtschaftskonferenz der Rheinschiffahrt 1959/60, S. 89.

⁴⁾ Amtsblatt Nr. C 95/1 vom 21. 9. 1968.

Zeiten sich bildender oder existierender Marktstörungen. Diese Beschränkung war aus der liberalen Grundeinstellung der EG-Kommission geboren, daß Eingriffe in den Markt in Zeiten mit ausgeglichenem Angebots-/Nachfrageverhältnis unnötig sind und dementsprechend zu unterbleiben haben.

Ob allerdings bei einer solchen nur zeitweisen Aktion die Finanzierung funktioniert hätte, muß bezweifelt werden. Die Unternehmen hätten in Zeiten drohender Marktstörungen darauf verzichtet, neue Schiffe in Betrieb zu nehmen, so daß die für die Abwrackprämien notwendigen Mittel nicht zusammengekommen wären. Da dieser Vorschlag nie in Kraft getreten ist, hat sich diese Frage in der Praxis auch nicht gestellt.

Ein Problem wäre auch die Unterscheidung zwischen „normalen“ und „gestörten“ Märkten gewesen, die ja Voraussetzung für das Ingangsetzen der Abwrackmaßnahmen hätte sein müssen. Zwar hat die EG-Kommission versucht, einen strukturellen Kapazitätsüberhang zu definieren. Doch hätte die Praxis mit Sicherheit erhebliche Meinungsverschiedenheiten in der Schifffahrt offenbart, ob und wann eine Marktstörung vorliegt bzw. auftritt. Zu dieser Erkenntnis scheint auch inzwischen die Kommission gelangt zu sein; denn sie ist jetzt bemüht, überhaupt erst einmal eine funktionierende Marktbeobachtung zu realisieren.

1.4. Die strukturelle Sanierung des Marktes im Binnenschiffsgüterverkehr

Einen weiteren Vorstoß unternahm die EG-Kommission mit ihrer Empfehlung vom 31. Juli 1968 über die strukturelle Sanierung des Marktes im Binnenschiffsgüterverkehr (KOM (68) 634). In dieser Empfehlung geht es ausschließlich um das Abwracken von Schiffsraum. Allerdings sollte sich die Zahlung von Abwrackprämien nur auf Schiffseigner mit *einem* Schiff beschränken, so daß gleichzeitig mit dem Schiff auch das Unternehmen vom Markt verschwunden wäre. Die erforderlichen Mittel zur Zahlung der Abwrackvergütungen sollten als Beihilfen aus öffentlichen Mitteln der einzelnen EG-Mitgliedstaaten bereitgestellt werden und nicht aus Beiträgen der Schifffahrt.

Diese Empfehlung hatte einen starken sozialen Charakter. Die Abwrackprämien sollten so bemessen werden, daß nicht nur ein ausreichender Anreiz zum Abwracken geboten, sondern den Schiffseignern auch ermöglicht wird, in andere wirtschaftliche Tätigkeiten überzugehen. Außerdem sollten den Arbeitnehmern angemessene Übergangsgelöhne bis zur Aufnahme anderer Tätigkeiten gezahlt werden.

1.5. Sonstige Initiativen der EG-Kommission

Da ab 1969 in der Bundesrepublik und später auch in den Niederlanden und in Belgien Abwrackaktionen durchgeführt werden, gehen die Bemühungen der EG-Kommission in den letzten Jahren dahin, diese Maßnahmen zu harmonisieren, d. h. vor allem die Höhe der Abwrackprämien und die Finanzierung dieser Prämien anzugleichen, um Wettbewerbsverzerrungen zwischen den einzelnen nationalen Flotten auszuschließen.

In ihrer Aufzeichnung über „Die künftige Marktordnung für den Güterverkehr innerhalb der Gemeinschaft“ von 1975 (VII/149/75) wiederholt die Kommission lediglich ihren Vorschlag von 1968, in Zeiten anhaltender Marktstörungen eine Sanierung der Binnen-

schiffsmärkte durch Abwrackung überalterter Schiffe durchzuführen, ohne konkret zu werden.

Eine bislang letzte Initiative hat die EG-Kommission mit einem Arbeitspapier vom 31. Oktober 1980 ergriffen, in dem sie Vorschläge zum Abwracken und zur Modernisierung des Schiffsraums macht. Auch in diesem Falle sollen nur Kleinunternehmer mit maximal drei Schiffen in eine Abwrackaktion einbezogen werden. Dieses Arbeitspapier geht nicht von dem Bestehen einer Überkapazität aus oder von Marktstörungen. Das Ziel ist in diesem Vorschlag die „Modernisierung der Binnenwasserfahrzeuge“. Deshalb ist vorgesehen, daß Beihilfen aus öffentlichen Mitteln gewährt werden sollen und die zu zahlenden Abwrackvergütungen wieder in neue Schiffe investiert werden dürfen.

Auch in diesem Vorschlag wird wieder auf die verschiedenen Marktzustände Rücksicht genommen. Bei Kapazitätsüberhängen sollen die Abwrackprämien nicht reinvestiert werden dürfen, während bei Mangel an Schiffsraum vorübergehend keine Abwrackprämien gezahlt werden sollen.

1.6. Viele Pläne – keine Realisierung

Alle in der Vor- und unmittelbaren Nachkriegszeit entwickelten Ideen und Vorschläge zur Wiederherstellung und Erhaltung des Marktgleichgewichts durch organisierte Verschrottung von Schiffsraum blieben papierene Pläne. Zur Verwirklichung dieser Konzeption kam es bis Mitte der 60er Jahre nicht.

Auf nationaler Ebene war eher die Tendenz festzustellen, den Markt wieder stärker als in der unmittelbaren Nachkriegszeit für Herstellung des Gleichgewichts sorgen zu lassen. Diese Tendenz war das Ergebnis der Erfolge der sozialen Marktwirtschaft. Man wollte auch die Verkehrswirtschaft von staatlichen marktordnenden Eingriffen befreien und in die Ordnung der sozialen Marktwirtschaft einbauen. Die Änderung der Verkehrsgesetze am 1. August 1961 war der allerdings ziemlich schwache Ausdruck dieses Bestrebens.

Auf internationaler Ebene, d. h. in der internationalen Rheinschifffahrt und im Rahmen der gemeinsamen Verkehrspolitik der EG, fanden sich die Unterzeichnerstaaten der Mannheimer Akte wie auch die Mitgliedstaaten der EG nicht zur Durchführung einer organisierten Aktion zur Verschrottung von überschüssigem Schiffsraum bereit. Außer grundsätzlichen Meinungsunterschieden über die Zweckmäßigkeit, den Umfang und die Art der Durchführung einer solchen Maßnahme spielte die Frage der Finanzierung eine wesentliche Rolle. Sollte die Schifffahrt eine Abwrackaktion selbst bezahlen, oder sollten die Staaten eine solche Aktion aus öffentlichen Mitteln finanzieren, oder sollte eine öffentliche Beihilfe zu einer Grundfinanzierung durch die Schifffahrt gewährt werden? Der EG-Kommission schwebte letztere Lösung vor. Doch hätte sie auch andere Lösungen akzeptiert. Nur sollte in den einzelnen Mitgliedstaaten einheitlich vorgegangen werden, um Wettbewerbsverzerrungen zu vermeiden. Eine solche einheitliche Regelung kam jedoch nie zustande. Der Ministerrat klammerte 1970 die Abwrackaktion aus dem 1967 vorgelegten Vorschlag über den Zugang zum Markt im Binnenschiffsgüterverkehr ausdrücklich aus und befürwortete nur die Stilllegungsregelung.

2. Das verkehrspolitische Programm der Bundesregierung für die Jahre 1968 bis 1972

2.1. Strukturkrise

In der Mitte der 60er Jahre verschlechterte sich die Situation der Binnenschifffahrt in Europa in einem in der Nachkriegszeit nicht gekannten Maße. Ausgelöst wurde diese Entwicklung durch Stagnation der Nachfrage zwischen 1960 und 1964 bei gleichzeitigem weiteren Ausbau der Flotte, der sich an dem bis 1960 ununterbrochenen Wachstum der Nachfrage orientierte. Außerdem zeichnete sich die neue Generation von Schiffen, insbesondere die Schubschifffahrt, durch größere Leistungskraft aus. Diese Expansion wurde nicht durch eine entsprechende Desinvestition von Schiffsraum kompensiert, so daß eine erhebliche Überkapazität entstand. Diese wurde international auf 2 Mill. t geschätzt. In der Bundesrepublik erreichte sie bis zu 30 % der vorhandenen Kapazität. Die Folgen waren Frachtenverfall auf den freien Märkten, Umgehungen der Festfrachten, Betriebszusammenbrüche.

Diese Krise der Binnenschifffahrt ließ sich nicht allein durch den Konjunkturbruch erklären. Die allgemeine wirtschaftliche Schwäche hatte sie nur verschärft und deutlich sichtbar gemacht. Als entscheidende Ursache zeigten sich Strukturprobleme, die sich mit einer Konjunkturverbesserung nicht lösen würden und deshalb spezielle Maßnahmen erforderten.

Diese Strukturkrise beruhte im wesentlichen auf einer unzulänglichen Anpassung des Angebots an Nachfrageveränderungen. Das Angebot erwies sich insbesondere beim Nachfragerückgang als äußerst unelastisch. Vor allem waren bei der Partikulierschifffahrt die Bereitschaft und die Fähigkeit, sich solchen Veränderungen anzupassen, nur schwach entwickelt. Aber nicht zuletzt hatte auch der Staat durch steuerliche Schiffsbauförderung und Schutzmaßnahmen insbesondere zugunsten der Partikulierschifffahrt zum Entstehen einer Überkapazität beigetragen⁵⁾.

Diese Ausuferung der Kapazität mit all ihren ökonomischen und sozialen Konsequenzen war für den damaligen Bundesverkehrsminister *Leber* Anlaß, mit verkehrspolitischen Maßnahmen für eine Wiederherstellung des Marktgleichgewichts zu sorgen. Er stellte fest, daß „die Binnenschifffahrt sich allein durch eigene Maßnahmen aus dieser Situation nicht befreien kann“. Diese Initiative fand im „Verkehrspolitischen Programm der Bundesregierung für die Jahre 1968 bis 1972“, dem sog. „*Leber-Plan*“, ihren Ausdruck. In diesem Programm bildete das Ingangsetzen einer Abwrackaktion neben Änderungen auf dem Gebiet der Frachtenbildung und Frachtenüberwachung sowie die Gestattung der bis dahin verbotenen Ladungsakquisition durch die Schifferbetriebsverbände die für die Binnenschifffahrt wichtigste Maßnahme.

2.2. Die deutsche Abwrackaktion

Der Realisierung der Abwrackaktion waren lange und intensive Vorbereitungen vorausgegangen. Um den Bundesverkehrsminister und die gesetzgebenden Institutionen von der

5) Zu einer eingehenden Analyse der Situation in der Mitte der 60er Jahre und ihre Ursachen vgl. *Wulf, D.*, Das Kapazitätsproblem der Binnenschifffahrt, a.a.O., S. 139 ff. und *Wulf, D.*, Strukturberreinigung durch Abwracken, in: Zeitschrift für Binnenschifffahrt, 10/1967, S. 283 ff.

Bereitschaft der Binnenschifffahrt zum Abwracken und von der Notwendigkeit einer solchen Aktion zu überzeugen, unternahm der Bundesverband der deutschen Binnenschifffahrt 1967 eine Befragung bei seinen Mitgliedsunternehmen. Das Ergebnis dieser Enquête zeigte klar, daß eine Abwrackaktion als sinnvolle – und notwendige – Maßnahme zur Wiedererlangung des Marktgleichgewichts und damit der Behebung der Krise angesehen wurde und große Bereitschaft vorhanden war, von einer solchen Möglichkeit Gebrauch zu machen. Insgesamt wurden 1.731 Güterschiffe mit einer Tragfähigkeit von über 600.000 Tonnen und 274 Schlepper angemeldet. Bei der in der Enquête angenommenen Höhe der Abwrackprämien hätte dies einen Finanzaufwand von rd. 60 Mio. DM erfordert⁶⁾.

Wesentlich für die spätere Zustimmung der gesetzgebenden Institutionen zur Durchführung einer Abwrackaktion war auch die Bereitschaft der Binnenschifffahrt, die Kosten der Abwrackaktion selbst zu tragen und nicht öffentliche Mittel in Anspruch zu nehmen. Die Hilfe des Staates sollte nur darin bestehen, die Beiträge der Schiffahrtsunternehmen zum Abwrackfonds einzuziehen, um eine gleichmäßige Belastung der Unternehmen sicherzustellen und Abwrackprämien an die Berechtigten auszuzahlen.

Die Einzelheiten des Verfahrens wurden in den neuen §§ 32 a und 32 b des Gesetzes über den gewerblichen Binnenschiffsverkehr sowie in einer Rechtsverordnung geregelt, die am 1. Januar 1969 in Kraft traten.

Bei der damaligen Wasser- und Schifffahrsdirektion Duisburg – heute „West“ in Münster – wurde ein Abwrackfonds gebildet, in den die Schiffahrtsunternehmen 2 % der im innerdeutschen Verkehr erzielten Frachterlöse einzuzahlen hatten. Aus diesem Fonds werden Abwrackprämien in einer nach Schiffsgrößen gestaffelten Höhe gezahlt, zu denen Motorschiffe und Tankschiffe noch spezielle Zuschläge erhalten. Bedingungen und Verfahren der Aktion sowie deren Änderungen sind im einzelnen im Gesetz über den gewerblichen Binnenschiffsverkehr sowie in den verschiedenen Verordnungen über die Gewährung von Abwrackprämien enthalten⁷⁾.

Eine wesentliche Änderung ist mit Wirkung vom 1. März 1982 vorgenommen worden. Die Abwrackprämien für Tankschiffe wurden verdoppelt, und zwar sowohl die gestaffelten Prämiensätze als auch der seit 1975 bestehende Zuschlag von 90,- DM je Tonne Tragfähigkeit. Außerdem wurde erstmalig der seit 1969 bestehende Beitrag zum Abwrackfonds in Höhe von 2 % der im innerdeutschen Verkehr erzielten Frachterlöse für „trockene“ Güterschiffe und Schlepper auf 1 % gesenkt. Nur die Tankschifffahrt muß nach wie vor 2 % zahlen⁸⁾.

Mit dieser Änderung ist eine neue Entwicklung der Abwrackaktion eingeleitet worden: Forcierung des Abwrackens einerseits, Entlastung von Beitragsverpflichtungen andererseits. Die seit 1969 bestehende Solidarität in Bezug auf Beitragszahlung und Inanspruchnahme von Abwrackprämien wurde damit eingeschränkt. Die Gruppe, die Anspruch auf erhöhte Vergütung hat, muß weiterhin den hohen Beitrag entrichten, die Gruppe, die von der Abwrackaktion in letzter Zeit weniger Gebrauch gemacht hat und in Zukunft voraus-

6) Vgl. *Wulf, D.*, Strukturberreinigung durch Abwracken, a.a.O., S. 283.

7) Vgl. auch *Wulf, D.*, Das Kapazitätsproblem der Binnenschifffahrt, a.a.O., S. 161/162.

8) Verordnung zur Änderung der Vorschriften im gewerblichen Binnenschiffsverkehr vom 15. 2. 1982, BGBl. I, S. 181.

sichtlich machen wird, wurde entlastet. Dieser Vorgang stellt eine wesentliche Wende in der Abwrackaktion dar. Bei der Beantwortung der Frage, ob die Abwrackaktion noch aktuell ist, wird darauf zurückzukommen sein. Doch zunächst ein Blick auf das letzte Ergebnis der Abwrackaktion (Stand: 31. 12. 1981):

1. Abgewrackte Fahrzeuge	Anzahl	Tragf. t
Schleppkähne (trocken)	940	817.848
Tankkähne	91	78.859
Motorschiffe (trocken)	2.027	821.838
Tankmotorschiffe	223	219.690
Schuten	890	127.347
	<hr/>	<hr/>
	4.171	2.065.382
Schlepper	382	137.546
2. Beitragsaufkommen und Prämienbetrag		
Beitragsaufkommen (Soll)	162.261.499,- DM	
Erteilte Prämienendbescheide (Soll)	147.167.600,- DM	

Da aus den Beiträgen noch Verwaltungskosten, Zinsen u. a. m. gezahlt werden müssen, betrug der Überschuß des Beitragsaufkommens über die Prämienzahlung nur rd. 4,0 Mio. DM.

3. Wegen Abwrackung ihrer Fahrzeuge sind 1.279 Betriebe aus dem Markt ausgeschieden.

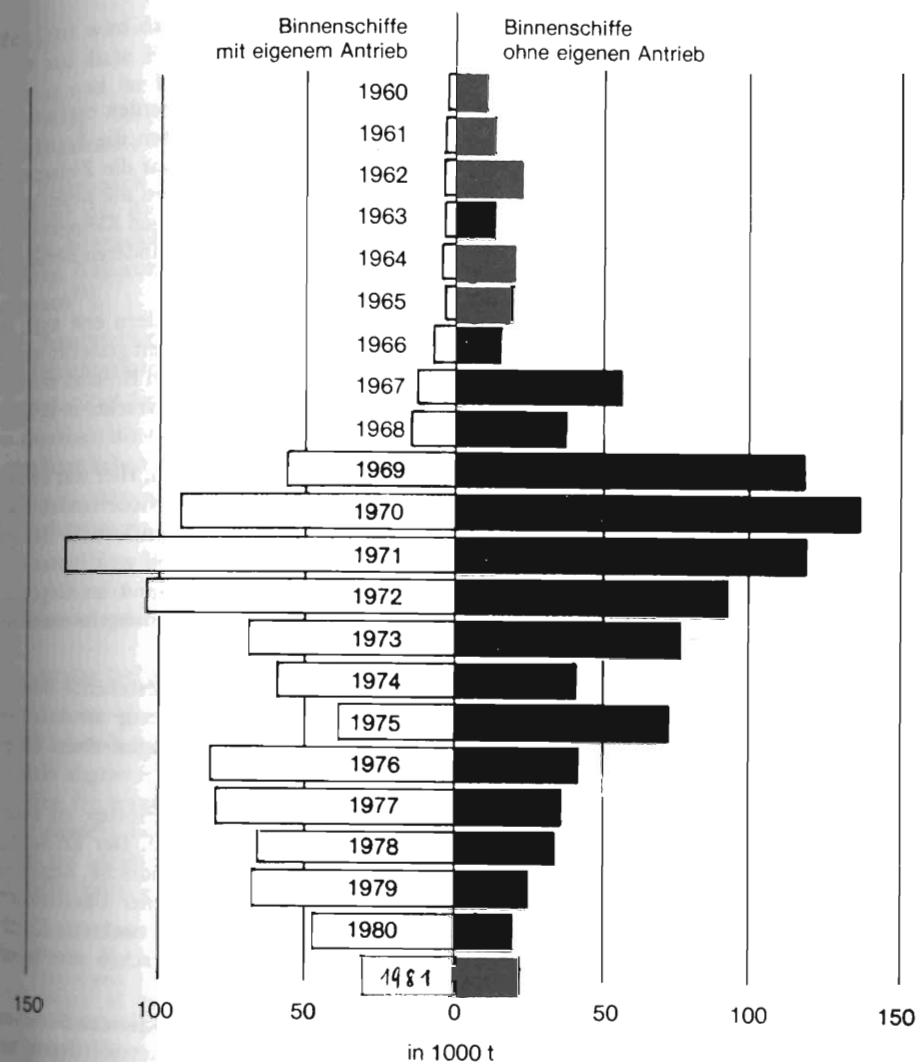
Allerdings wurde das Ziel der Beseitigung der Überkapazität nicht schnell erreicht, weil die bereits 1967 einsetzende Besserung der Konjunktur die Abwrackbereitschaft zunächst dämpfte, im Gegenteil sogar eine lebhafte Investitionstätigkeit auslöste, so daß der abgewrackte Schiffsraum zunächst durch neue Schiffe, insbesondere Schubverbände, ersetzt wurde. Nominal verminderte sich deshalb die Tragfähigkeit der deutschen Binnenflotte ab 1969 nur sehr zögernd. Durch die modernen Schiffe und durch verkürzte Umlaufzeiten wurde die Leistungsfähigkeit der Flotte sogar noch gesteigert. Erst ab Mitte der 70er Jahre nahmen Zahl der Schiffe und Tonnage deutlich ab. Am 1. Januar 1981 verfügte die deutsche Binnenflotte nur noch über eine Tragfähigkeit von knapp 3,7 Mio. t. Damit betrug der Nettorückgang seit 1969 rd. 1 Mio. t, d. h. 21 %. Bei den „trockenen“ Schiffen wurde 1979/1980 das angestrebte Marktgleichgewicht erreicht. Nur in der Tank-schiffahrt ist als Auswirkung der rückläufigen Mineralöltransporte noch eine verhältnismäßig hohe strukturelle Überkapazität vorhanden. Insoweit kann von einem endgültigen Erfolg der Abwrackaktion noch keine Rede sein.

Der Verlauf des Abwrackens in den einzelnen Jahren seit 1969 wird aus der nachstehenden Graphik ersichtlich.

Dagegen konnte ein weiteres Ziel der Abwrackaktion voll erreicht werden: die Strukturverbesserung der deutschen Flotte. Durch Ausscheiden von kleinem, altem und unwirtschaftlichem Schiffsraum und durch teilweises Auffüllen der infolge des Abwrackens entstandenen Lücken durch moderne Einheiten sowie durch Modernisierung der nicht abgewrackten Schiffe wurde die deutsche Flotte entscheidend verjüngt und in ihrer Leistungskraft erheblich gestärkt. Die deutsche Binnenflotte dürfte zur Zeit die modern-

Abwracken von Binnenschiffen

Abwrackaktion ab 1. 1. 1969



ste und leistungsfähigste Flotte in Europa sein. Auch dies kann als überzeugender Beweis für die Zweckmäßigkeit und Richtigkeit der Abwrackaktion angesehen werden. Zwar ist dieser Effekt nicht in der Begründung zur Einführung der §§ 32 a und 32 b BSchVG erwähnt worden. Doch hat die deutsche Binnenschifffahrt diese Strukturverbesserung von Anfang an als ein wesentliches Ziel der Abwrackaktion angesehen.

3. Ausländische Abwrackaktionen

Auch in unseren Nachbarländern Holland, Belgien und Frankreich wurden organisierte Abwrackungen von Binnenschiffen vorgenommen. Aber hier erreichten die Ergebnisse bei weitem nicht das Resultat der deutschen Abwrackaktion. Auch war die Zielsetzung zumindest am Anfang dieser Aktionen eine andere. Es ging weniger um die Beseitigung einer Überkapazität an Schiffsraum als darum, nicht mehr existenzfähigen Kleingewerbetreibenden das Ausscheiden aus dem Beruf oder den Wechsel in einen anderen Beruf mit besseren Existenzbedingungen zu erleichtern.

Verkehrspolitisch motivierte Abwrackaktionen wurden in diesen Ländern erst spät, in Holland 1977, in Gang gesetzt. Die Ziele waren aber längst nicht so weit gesteckt wie in der Bundesrepublik. Die Ergebnisse waren deshalb auch bescheidener. In Holland wurden bis Ende 1980 2.604 Schiffe mit 865.922 Tonnen Tragfähigkeit abgewrackt, in Belgien 952 Schiffe mit 173.000 Tonnen⁹⁾.

In Belgien war eine gesteuerte Marktberreinigung auch weniger dringlich. Hier war bereits von sich aus ein Schrumpfungsprozeß in Gang gekommen. In den Niederlanden aber war die Abwrackaktion unzureichend. Als Land mit der größten Binnenflotte in Europa hätte das Ergebnis über dem deutschen Resultat liegen müssen. Es blieb weit hinter ihm zurück. Die holländische Flotte hat sich daher kaum reduziert. Es muß im Gegenteil befürchtet werden, daß sie sich seit 1980 auf Grund der konsequenten Investitionsförderung durch den Staat wieder ausweitet.

Hinzu kommt, daß das in Belgien, Frankreich und den Niederlanden bestehende Börsenbefrachtungssystem mit Ladungszuteilung nach dem Tour-de-rôle-Prinzip strukturkonservierend wirkt und damit grundsätzlich den mit Abwrackaktionen angestrebten Zielen zuwiderläuft.

Im internationalen Rheinschiffahrtsmarkt, wo sich die nationalen Flotten im freien Wettbewerb treffen, ist daher die Situation weiterhin unbefriedigend. Der Effekt der deutschen Abwrackaktionen verpufft hier weitgehend. Die niederländische Regierung kommt in diesem Punkt nicht der Verpflichtung nach, die sie in einer Übereinkunft zwischen Bundesverkehrsminister *Leber* und dem niederländischen Staatssekretär *Keyzer* 1969 eingegangen ist und die ein gleichmäßiges Vorgehen beim Abwracken zum Inhalt hatte.

Nicht unerwähnt bleiben darf auch, daß die niederländische Abwrackaktion zu 50 % und die belgische Aktion zu 100 % vom Staat finanziert wurden. Diese Staatsbeteiligung bedeutet eine erhebliche Wettbewerbsverzerrung zu Lasten der deutschen Flotte, die ihre

9) Quelle: Zentralkommission für die Rheinschifffahrt.

Aktion selbst bezahlen muß. Die Bestrebungen der EG-Kommission, die nationalen Abwrackaktionen zu harmonisieren und in Bezug auf Finanzierung und Effekt anzugleichen, sind daher nur zu sehr begründet.

4. Ist die Abwrackaktion noch aktuell?

Erst jetzt wird das eigentliche Thema angeschnitten. Doch ist zum Verständnis der Antwort auf diese Frage ein Blick auf das Zustandekommen der Abwrackaktion, ihre Zielsetzung und ihr Ergebnis sowie auf die parallel laufenden Aktionen in anderen Ländern notwendig. Losgelöst von diesen Bedingungen und Fakten, unter denen die Abwrackaktion zustande kam und durchgeführt wurde, läßt sich kein zutreffendes Urteil bilden.

Die Frage nach der Aktualität ist sicher berechtigt. Die Zeit ist fortgeschritten. Die Situation der Binnenschifffahrt hat sich seit 1967/68 gewandelt, nicht zuletzt als Ergebnis der Abwrackaktion. Deshalb hat Prof. *W. Hamm* die gleiche Frage gestellt¹⁰⁾. Und in anderen Äußerungen wird kritisch zu den Ergebnissen der Abwrackaktion Stellung genommen¹¹⁾.

Die Beantwortung der Frage nach der Aktualität der Abwrackaktion ist unter folgenden Gesichtspunkten vorzunehmen:

- Ist das Ziel der Abwrackaktion erreicht?
- Bestehen die Gründe, die zum Entstehen von Überkapazitäten in der Binnenschifffahrt geführt haben und führen, weiter?
- Hat die Abwrackaktion negative, d. h. für die Binnenschifffahrt, für die Verkehrs- und Volkswirtschaft ungünstige Auswirkungen?
- Ist das Unterlassen oder die unterschiedliche Durchführung gleichgerichteter Abwrackaktionen in anderen Ländern, deren Schifffahrt mit der deutschen konkurriert, von Bedeutung für die Beurteilung der deutschen Abwrackaktion?

4.1. Ist das Ziel der Abwrackaktion erreicht?

Das Ziel war laut Begründung der §§ 32 a und 32 b BSchVG die Aussonderung unwirtschaftlichen Schiffsraumes. „Dieser Raum darf nicht auf dem Markt verbleiben und muß deshalb abgewrackt werden“¹²⁾. Wie vorstehend ausgeführt wurde, konnte bei den Güterschiffen für trockene Ladung etwa ab 1978 ein Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage erreicht werden. Auch deutet das Nachlassen der Inanspruchnahme des Abwrackfonds auf abnehmendes Bedürfnis hin. Schließlich ist die Zahl der als „unwirtschaftlich“ zu bezeichnenden Schiffe als Ergebnis der Abwrackaktion stark zusammengeschmolzen.

10) *Hamm, W.*, Ist der Abwrackfonds für Binnenschiffe noch zeitgemäß? in: Internationales Verkehrswesen, 33. Jg. (1981), S. 109 ff.

11) *Dünner, H. W.*, Die Wettbewerbssituation mittelständischer Binnenschifffahrtsunternehmen in der Bundesrepublik Deutschland (= Schriften des Bundesverbandes der Selbständigen), Münster/Bonn 1980 und *Bögenhold, D.*, Der Strukturwandel der westdeutschen Binnenschifffahrt (= Heft 8 der Diskussions- und Forschungsbeiträge zum sozialen Wandel an der Universität Oldenburg), (bisher nicht veröffentlicht).

12) Gesetz zur Änderung des Gesetzes über den gewerblichen Binnenschiffsverkehr vom 28. 12. 1968, BGBl. I, S. 1466.

Zwar führte der Nachfragerückgang ab Ende 1980 wieder zur Bildung eines Kapazitätsüberhangs mit entsprechend schwächerer Beschäftigung der Flotte. Aber obwohl der Verkehrsverlust von 1981 gegenüber 1980 fast ebenso stark war wie der Einbruch 1971 gegenüber 1970, kann von einer vergleichbaren schweren Marktstörung nicht die Rede sein. Es liegt daher nahe, dieses Ergebnis als Konsolidierungserfolg der Abwrackaktion zu werten. Durch die Verbesserung des Angebots-/Nachfrageverhältnisses und die Strukturverbesserung ist die Binnenschifffahrt offenbar weniger störanfällig geworden.

Bevor jedoch ein endgültiges Urteil möglich ist, muß abgewartet werden, wie sich Kapazität und Verkehrsaufkommen der Binnenschifffahrt nach Überwindung der gegenwärtigen wirtschaftlichen Rezession und als Ergebnis der weltwirtschaftlichen Strukturveränderungen entwickelt.

Nicht erreicht wurde bisher das Marktgleichgewicht bei der Tankschifffahrt, die die rückläufige Nachfrage nach Mineralölen zu verkraften hat. Die Anpassung soll hier durch die vorübergehende Verdoppelung der Abwrackprämien erreicht werden. Auch hier bleiben zunächst das Ergebnis und, wenn die Abwrackprämie wieder auf ihre Höhe vor dem 1. März 1982 zurückgeführt worden ist, die weitere Entwicklung abzuwarten.

4.2. Bestehen die Gründe, die zum Entstehen von Überkapazitäten in der Binnenschifffahrt geführt haben und führen, weiter?

Eine systematische Darstellung dieser Gründe enthält die Arbeit des Verfassers über das Kapazitätsproblem der Binnenschifffahrt¹³⁾. Es war in der Mitte der 60er Jahre ein ganzes Bündel verschiedener Ursachen; und sicher war diese Kumulierung außergewöhnlich, so daß sich daraus eine besondere Situation ergab. Es ist deshalb zu prüfen, ob und in welchem Maße 1982 eine Änderung eingetreten ist.

Einige Gründe sind entfallen. So gibt es in der Bundesrepublik zur Zeit keine steuerlich begünstigte Förderung des Schiffsbaues mehr. Auch bestehen gegenwärtig keine so umwälzenden Rationalisierungsmöglichkeiten, wie dies der Übergang zur Motorschifffahrt und die Einführung der Schubschifffahrt in den fünfziger und sechziger Jahren waren. Gerade diese Innovationen haben einen kräftigen Investitionsschub mit entsprechender Kapazitätserweiterung ausgelöst. Schließlich sind die Prognosen über das künftige Wachstum der Verkehrsleistungen nach unten korrigiert worden, so daß von dieser Seite her keine Hoffnungen auf Wachstum und damit auch kein Investitionsanreiz mehr gegeben ist. Offen ist noch die Frage, ob es wegen einiger Besonderheiten der Binnenschifffahrt – schwankende Wasserstände, Langlebigkeit der Schiffe, mangelnde Desinvestitionsbereitschaft der Partikulierschifffahrt – weiterhin eine strukturimmanente Tendenz zum Entstehen von Überkapazitäten gibt, oder ob auch hier Änderungen eingetreten sind. Sicher ist nur, daß das unzureichende Desinvestitionsvermögen der Partikulierschifffahrt sich weniger gravierend auswirkt, weil deren Kapazität erheblich geschrumpft ist. Keine wesentliche Verhaltensänderung scheint jedoch bei den Unternehmen bezüglich des Zusammenhangs zwischen Ertragssteigerungen und Investitionsbereitschaft erkennbar zu sein. Immer noch lösen gute Jahre, wie zuletzt 1979/80, Investitionsschübe aus, bei denen man fragen muß, ob sie marktgerecht sind.

13) Wulf, D., Das Kapazitätsproblem der Binnenschifffahrt, a.a.O., S. 140 ff.

Die in Holland zu verzeichnenden starken, noch dazu vom Staat geförderten Zuwächse an neuer Kapazität sind mit Sicherheit am Markt vorbeiproduziert.

In der Beurteilung der Ursachen, die zu Überkapazitäten führen können, liegen somit trotz des Fortfalls wesentlicher Ursachen noch Unsicherheitsmomente, die es geraten erscheinen lassen, keine voreilige Entscheidung über Fortführung oder Einstellung der Abwrackaktion zu fällen. Man sollte noch einen gewissen Erfahrungszeitraum konzipieren.

4.3. Hat die Abwrackaktion sonstige negative Auswirkungen, die einen Abbruch erforderlich machen?

Hier sei zunächst auf Prof. W. Hamm verwiesen, der sich kritisch zur Abwrackaktion äußert und deren Beendigung verlangt, weil der Zweck dieser verkehrspolitischen Maßnahme erreicht sei. „Die weitere Fortsetzung der Abwrackaktion ist daher weder aus Gründen des Tonnageüberhangs noch aus sozialen Erwägungen begründbar“¹⁴⁾. Eine Fortsetzung der Aktion würde auch gesamtwirtschaftlich nachteilige Folgen haben, weil sie das Investitionsrisiko vermindert und das Entstehen von Überkapazitäten begünstigt.

Der Argumentation von Hamm, die zu diesem Schluß führt, kann nicht gefolgt werden. Hamm behauptet, daß der natürliche Ausleseprozeß, der eine Abwrackaktion überflüssig machen würde, in der Binnenschifffahrt deshalb nicht zustande käme, weil die Marktpreise auf einem der Marktlage nicht entsprechenden überhöhten Stand staatlich festgelegt werden. „Zu den . . . staatlich vorgeschriebenen Preisen sind . . . auch die veralteten Schiffe noch kostendeckend einzusetzen. Infolgedessen kann „unwirtschaftlicher“ Schiffsraum noch zu Preisen oberhalb des Schrottwertes veräußert werden und wird deshalb nicht abgewrackt“¹⁵⁾.

Hamm bezieht sich hierbei auf das im innerdeutschen Verkehr bestehende verbindliche Frachtensystem. Diesem System ist aber nur der bei weitem kleinere Teil des Binnenschiffsverkehrs auf deutschen Wasserstraßen unterworfen. Im grenzüberschreitenden Verkehr existiert ein völlig freier Markt, wie ihn sich Hamm als Idealzustand vorstellt. Darüber hinaus gibt es im Rahmen des innerstaatlichen verbindlichen Frachtensystems Margenfrachten von plus 7 bis minus 35 % und mannigfache Rabatte. Praktisch handelt es sich auch hierbei um nahezu freie Märkte. Deshalb stellte Bundesverkehrsminister Hauff in seiner Rede anlässlich des Internationalen Binnenschifffahrtstages am 10. September 1981 in Mannheim fest, daß „bis zu etwa 4/5 des gesamten Beförderungsvolumens der Binnenschifffahrt zu freien oder zu Margenfrachten transportiert werden“. Von einem „staatlich überhöhten“ Preissystem kann unter diesen Umständen keine Rede sein. Die Argumentation von Hamm geht daher von einer Voraussetzung aus, die zur Wirklichkeit in Widerspruch steht. Nach der Logik von Hamm hätte es Mitte der 60er Jahre gar nicht zu Überkapazitäten kommen dürfen, weil der Markt größtenteils frei war und deshalb die Marktpreissbildung von sich aus für die Beseitigung von Überkapazitäten hätte führen müssen. Es

14) Hamm, W., Ist der Abwrackfonds für Binnenschiffe noch zeitgemäß?, a.a.O., S. 110.

15) Ebenda, S. 111.

gab aber eine strukturelle Überkapazität, wie Hamm selbst feststellt, und diese ist nicht durch das Festfrachtsystem verursacht worden, sondern ist auf das bereits erwähnte Bündel völlig anderer Ursachen zurückzuführen, unter denen die „geringe Austrittsmobilität“ von Partikulieren eine wesentliche Rolle spielte¹⁶⁾.

Es trifft auch nicht zu, daß das Investitionsrisiko vermindert ist, weil die Unternehmen damit rechnen können, daß für veraltete Schiffe durch die Abwrackprämien Preise oberhalb des Schrottwertes gesichert sind. Zu keiner Zeit sind Schrottwerte plus Abwrackprämien höher gewesen als die Marktpreise für gebrauchte Schiffe. Sie liegen heute weit darunter.

Infolgedessen wird durch die Abwrackaktion auch das Entstehen von Überkapazitäten nicht begünstigt, wie Prof. Hamm behauptet. Wäre dies zutreffend, hätte doch keine Kapazitätsverminderung erreicht werden können. Das Investitionsverhalten der Unternehmen wird nicht durch die Abwrackaktion beeinflusst, wie die Investitionspolitik seit Beginn der Abwrackaktion zeigt. Der Neubauboom der Jahre 1971 bis 1973 ist ausschließlich eine Auswirkung der guten Konjunktur gewesen. Hätte die Abwrackaktion Einfluß auf die Investitionspolitik der Unternehmen gehabt, hätte sich der Neubauboom fortsetzen müssen. Die parallel, allenfalls mit einer Zeitverzögerung, zur Konjunkturentwicklung verlaufenden Investitionen zeigen aber deutlich, daß die Marktlage und die bei guter Beschäftigung bessere finanzielle Situation der Unternehmen maßgebend sind und nicht ein Vertrauen auf die Beseitigung von Überkapazitäten durch die Abwrackaktion und darauf, daß „individuelle Fehler bei Investitionsentscheidungen letztlich von allen Konkurrenten und Kunden . . . mitgetragen werden müssen“¹⁷⁾. Daher können der Abwrackaktion auch keine gesamtwirtschaftlich nachteiligen Folgen angelastet werden.

In den Schriften von Dünner und Bögenhold über die Wettbewerbssituation und den Strukturwandel in der deutschen Binnenschifffahrt werden der Abwrackaktion ebenfalls negative Auswirkungen angelastet. Sie sollen Ursache für Unternehmenskonzentration und für das Entstehen neuer Überkapazitäten sein. Von „existenzvernichtendem Charakter der Abwrackaktion“ ist die Rede¹⁸⁾. Und es wird darüber geklagt, daß durch die Abwrackaktion hauptsächlich Partikulierschiffe vom Markt entfernt worden sind¹⁹⁾.

Beide Darstellungen sind von Ressentiments gegenüber „Großreedereien“ geprägt. Die Abwrackaktion wird als Maßnahme beschrieben, die die Reedereien begünstigt und die mittelständische Schifffahrt geschädigt hat. Richtig ist allerdings, daß die Partikulierschifffahrt von der Abwrackaktion stärker Gebrauch gemacht hat als die Reedereien, so daß sich die Partikulierflotte stark reduziert hat. Offensichtlich gab es hier mehr unwirtschaftliche und abwrackbedürftige Fahrzeuge, so daß hier die Existenznot größer war. Aus dieser stärkeren Beteiligung der Partikulierschifffahrt an der Abwrackaktion kann man aber nicht auf eine Benachteiligung dieser Gruppe oder gar auf eine Schädigung schließen. Es ist ja auch kein Druck oder Zwang zum Abwracken ausgeübt worden. Jedem Schifffahrtsunternehmen stand und steht frei, von der Abwrackmöglichkeit und dem damit verbundenen Prämienempfang Gebrauch zu machen. Auch waren die Ab-

16) Wulf, D., Das Kapazitätsproblem der Binnenschifffahrt, a.a.O., S. 140 ff.

17) Hamm, W., Ist der Abwrackfonds für Binnenschiffe noch zeitgemäß? a.a.O., S. 111.

18) Dünner, H. W., Die Wettbewerbssituation . . . , a.a.O., S. 52.

19) Bögenhold, D., Der Strukturwandel . . . , a.a.O., S. 68.

wrackprämien, abgesehen von den ersten Jahren bis Ende 1973, als den mittelständischen Betrieben noch eine 50 %ige Zusatzprämie gezahlt wurde, nie so hoch, daß sie einen quasi wirtschaftlichen Zwang zum Abwracken bedeuteten. Deshalb geht die Charakterisierung der Abwrackaktion als „existenzvernichtende Maßnahme“ fehl.

Wenn diese Kritik weiter behauptet, daß die Abwrackaktion die Partikulierschifffahrt durch die zahlenmäßige Verringerung ihrer Betriebe in ihrer Marktstellung geschwächt habe, dann ist hier die Gegenfrage zu stellen, ob die Situation der Partikulierschifffahrt ohne Kapazitätsreduzierung und Strukturbereinigung heute nicht noch schlechter, ihre Marktposition nicht noch schwächer wäre. Bei einem unvoreingenommenen Vergleich der Situation der Partikulierschifffahrt von 1968 und von 1982 wird man nicht bestreiten können, daß die wirtschaftliche Potenz der Betriebe gestärkt werden konnte. Die Krisenanfälligkeit hat sich vermindert, die Modernisierung der Schiffe hat einen hohen Stand erreicht, wenngleich die Ertragskraft noch immer keine Beschaffung von Neubauten zuläßt. Wesentlich ist auch, daß entgegen der Behauptung von der zunehmenden Marktmacht der „Großreedereien“ in Wirklichkeit eine Entspannung der Marktsituation eingetreten ist; denn die Entlastung des Marktes hat auch eine Entschärfung des Wettbewerbs zwischen den Unternehmen bewirkt, zwischen Reedereien und Partikulieren als auch zwischen den Partikulieren selbst. Als Folge ist es zwischen Reedereien und Partikulieren auf vielen Märkten zu einer sinnvollen Arbeitsteilung gekommen.

4.4. Haben die unzureichenden Abwrackaktionen im Ausland Auswirkungen auf die Entscheidung über Fortgang oder Beendigung der deutschen Abwrackaktion?

Der Erfolg der deutschen Abwrackaktion, dies konnte bereits festgestellt werden, ist durch die schwächeren Abwrackaktionen im Ausland, vor allem in den Niederlanden, stark beeinträchtigt worden. Auf den internationalen Märkten wäre das Gleichgewicht mit Sicherheit früher erreicht worden, wenn die nationalen Abwrackaktionen von Anfang an harmonisiert gewesen wären. Dann hätte man das organisierte Verschrotten von unwirtschaftlichem Schiffsraum längst beenden können und brauchte heute nicht über Fortgang oder Beendigung der deutschen Aktion zu diskutieren. Jetzt hat die deutsche Schifffahrt durch die lange Dauer ihrer Aktion einen hohen Preis zahlen müssen. Deshalb ist an die niederländische Binnenschifffahrtspolitik nach wie vor die Forderung zu richten, ihrerseits endlich für die Beseitigung des dort noch vorhandenen Kapazitätsüberhangs zu sorgen. Die deutsche Abwrackaktion kann keinesfalls als Ersatz für in den Niederlanden unterlassene Maßnahmen dienen. Trotzdem sollte die Entscheidung über ihren Fortgang oder ihre Beendigung unabhängig von ausländischen Abwrackregelungen getroffen werden. Soweit dann noch ein internationales Kapazitätsproblem besteht, muß nach anderen Lösungen gesucht werden.

5. Ergebnis

Die Analyse hat gezeigt, daß die Gründe, die für das Weiterführen der Abwrackaktion sprechen, die Argumente für das Einstellen überwiegen. Wenn auch bei den Schiffen für trockene Ladung eine Notwendigkeit zur weiteren Reduzierung der Kapazität nicht mehr

vorzuliegen scheint, so muß hier bedacht werden, daß in der letzten Zeit mehr Schiffe ins Ausland verkauft anstatt abgewrackt worden sind. Der Grund ist in der erheblichen Differenz zwischen Verkaufserlös und Abwrackprämie plus Schrottpreis zu suchen. Schließlich sind die Abwrackprämien für „trockene“ Schiffe trotz steigendem Preisniveau nie erhöht worden. Hier müßte geprüft werden, ob eine Korrektur angebracht ist.

Für Tankschiffe läuft die Abwrackaktion ohnehin weiter. Hier kann erst nach Beendigung der Sonderaktion mit verdoppelten Prämien geprüft werden, ob eine Weiterführung erforderlich ist.

Die Gründe für das Entstehen von Überkapazität sind heute zweifellos weniger wirksam. Es bleibt nur eine gewisse Unsicherheit darüber, ob sich das Marktverhalten der Unternehmen gewandelt hat und Investitionen weniger von der Ertragslage abhängig sind als von der Einschätzung der Marktentwicklung.

Die kritischen Hinweise auf die negativen Auswirkungen der Abwrackaktion sind zu wenig überzeugend, um die Entscheidung über Weiterführen oder Beendigung der Abwrackaktion zu beeinflussen.

Die mangelhafte Harmonisierung der nationalen Abwrackaktionen ist ein Problem, das auf internationaler Ebene gelöst werden muß. Die Entscheidung über die deutsche Abwrackaktion sollte unabhängig von diesem Problem getroffen werden, so sehr auch der Effekt der deutschen Abwrackaktion durch diese Tatsache beeinträchtigt wird.

Die Abwrackaktion sollte unter diesen Umständen vorerst ohne Befristung weitergeführt werden.

Auch der Bundesverkehrsminister sieht die Strukturverbesserung der Binnenflotte durch Beseitigung von unwirtschaftlichem Schiffsraum noch nicht als abgeschlossen an. Er hat am 10. September 1981 in Mannheim erklärt, daß die Abwrackaktion weiter fortgesetzt wird. Dies entbindet jedoch nicht von der Notwendigkeit, die weitere Entwicklung zu beobachten und zu prüfen, ob die Gründe für eine Weiterführung der Abwrackaktion nicht entfallen sind, ob Beitragshöhe und Prämienhöhe nicht geändert, letztere insbesondere nicht der allgemeinen Preisentwicklung angepaßt werden müssen. Daß auf die bisherigen Entwicklungen und Ergebnisse mit Änderungen der Beitragshöhe und der Prämienhöhe reagiert wurde, deutet bereits darauf hin, daß ein Nachdenken eingesetzt hat.

Summary

The ship-breaking campaigns launched for some time are regarded as an appropriate means to reduce structural surplus capacities or uneconomic shipping space in inland waterway transport. For that reason, many a suggestion was made by the EEC commission for ship-breaking campaigns of this nature. However, the ship-breaking actions were carried out at the national level only, in particular in the Federal Republic of Germany. In this country, more than two million tons of uneconomic shipping space were broken since 1969. There is now the question whether the aim of the campaigns is attained and the measure can be finished with or not. An increasing number of objections against these campaigns has also been raised and necessitates careful investigation. However, the study in this paper arrives at the conclusion that the ship-breaking campaigns should be continued for the time being, especially considering the fact that a special campaign with twice the amount of bonuses paid is still in operation for the tanker fleet. Efforts should however be made to carefully watch the supply and demand situation in the future to see if and when the reasons for continuing the ship-breaking campaigns have ceased to exist.

Résumé

Depuis un certain temps, des actions de démontage organisées sont considérées comme un moyen adéquat pour réduire la surcapacité structurelle dans le secteur de la navigation fluviale. La commission de la Communauté Européenne a proposé de nombreuses de ces actions. Ces actions de démontage n'ont été réalisées qu'à l'échelle nationale, notamment en R.F.A.. Depuis 1969, plus de 2 millions de tonnes de jauge non rentables ont été démontées pour la ferraille. Il s'agit de savoir si l'objectif de l'action est atteint et si, pour cette raison, cette mesure ne devrait pas être stoppée. Des objections critiques vont en accroissant et rendent un tel contrôle nécessaire. L'enquête arrive à la conclusion que les actions de démontage doivent être poursuivies pour l'instant, d'autant plus qu'il existe une action spéciale pour la navigation pétrolière associée à de doubles primes. A l'avenir, cependant, l'évolution de l'offre et de la demande devrait continuellement être observée afin de contrôler si les raisons pour la poursuite de ces actions de démontage existent toujours.

Aktivitätenbezogene Verkehrserzeugungsmodelle – Ein neues Konzept zur Personenverkehrsprognose –

VON HEINZ HAUTZINGER, HEILBRONN

1. Einleitung

Das Analyse- und Prognoseinstrumentarium der Verkehrsforschung ist gerade in den letzten Jahren ganz wesentlich verfeinert worden. Ermöglicht wurde dies durch eine zunehmende Umsetzung neuer empirischer und theoretischer Forschungsergebnisse zum Verkehrsverhalten von Individuen, Haushalten und sozioökonomischen Gruppen in operationale mathematische Modelle der Personenverkehrsnachfrage. Allerdings sind diese Fortschritte nicht gleichermaßen bezüglich aller Aspekte der Verkehrsnachfrage erzielt worden. Zu den in dieser Hinsicht vernachlässigten Gebieten gehört zweifellos die Modellierung und Prognose der täglichen Wegehäufigkeit von Individuen, d. h. der Bereich der sogenannten Verkehrserzeugungsmodelle.

Die Zuverlässigkeit von Prognosen des gesamten Fahrten- und Fußwegeaufkommens von räumlich und/oder soziodemographisch abgegrenzten Bevölkerungsgruppen ist für die Brauchbarkeit von Verkehrsprognosen von fundamentaler Bedeutung. Fehler bei der Prognose des Verkehrsaufkommens sind häufig wesentlich folgenschwerer als z. B. Fehler bei der Prognose der Verkehrsmittel- oder Routenwahl, da mit Hilfe von Verkehrserzeugungsmodellen das Gesamtniveau des Nachfragevolumens zum Prognosezeitpunkt festgelegt wird. In dieser Situation ist es nur natürlich, weitere methodische Verbesserungen gerade im Verkehrserzeugungsbereich zu fordern.

Im folgenden wird nun ein neuartiger „aktivitätenbezogener“ Ansatz zur Prognose des Personenverkehrsaufkommens vorgestellt, der davon ausgeht, daß die individuelle Nachfrage nach Ortsveränderungen sekundären Charakter hat und aus der primären Nachfrage nach Aktivitäten außerhalb der eigenen Wohnung abgeleitet werden kann. Nach einem kurzen Überblick über bisherige Modellansätze und vorliegende empirische Erkenntnisse wird zunächst die allgemeine Struktur von aktivitätenbezogenen Verkehrserzeugungsmodellen dargestellt. Im Anschluß daran wird gezeigt, wie im Rahmen dieser neuen Konzeption operationale Teilmodelle formuliert und zu einem leicht handhabbaren Gesamtmodell zur Prognose des Verkehrsaufkommens zusammengefügt werden können. Der

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Heinz Hautzinger
Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e. V.
an der Fachhochschule Heilbronn
Max-Planck-Straße 39
7100 Heilbronn

vorliegende Beitrag stellt eine Weiterentwicklung von Ansätzen dar, die erstmals im Rahmen eines kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekts erarbeitet worden waren¹⁾.

2. Bisherige Modellansätze und vorliegende empirische Erkenntnisse

2.1 Ein Überblick über bisherige Verkehrserzeugungsmodelle

Betrachtet man eine Gesamtheit von Personen und bezeichnet man die Gesamtzahl der von diesen Personen im Verlauf eines Tages zurückgelegten Fußwege und Fahrten mit T , so ist klar, daß T von einer Vielzahl von Faktoren abhängig ist, wie z. B. der Größe und der soziodemographischen Struktur des betrachteten Personenkreises, der Verfügbarkeit privater und öffentlicher Verkehrsmittel bei den einzelnen Personen sowie den raumstrukturellen Gegebenheiten. Da sich alle diese Faktoren im konkreten Fall weder vollständig erfassen noch präzise quantifizieren lassen, muß das Verkehrsnachfragevolumen T im Rahmen einer modellmäßigen Behandlung als eine Zufallsvariable betrachtet werden, deren Verteilung von den genannten Einflußfaktoren abhängt. Für die praktische Verkehrsplanung ist es in dieser Situation von Bedeutung, zumindest den Erwartungswert $E(T)$ der Verkehrsnachfrage und nach Möglichkeit auch die Varianz $\text{var}(T)$ dieser Größe als Funktion der Einflußfaktoren darzustellen. Hat man nämlich einmal einen solchen funktionalen Zusammenhang gefunden, so lassen sich auf der Basis von Prognosen bzw. Szenarios für die Bestimmungsfaktoren bedingte Prognosen für das Verkehrsnachfragevolumen erstellen.

Dieser eben skizzierte Grundansatz ist allen bisherigen Verkehrserzeugungsmodellen, die praktische Bedeutung erlangt haben, gemein. Man kann hierbei jedoch verschiedene Klassen von Modellen unterscheiden. Zu den am weitesten verbreiteten Ansätzen gehören sicherlich die Regressionsmodelle der Verkehrserzeugung, welche als aggregierte Modelle auf zentraler Basis und als disaggregierte Modelle auf der Basis von Individuen oder Haushalten formuliert werden können. Modelle dieser Art sind in der Vergangenheit bereits häufig Gegenstand kritischer Beurteilung gewesen²⁾. Daneben spielen vor allem im anglo-amerikanischen Raum noch die kategorienanalytischen Verkehrserzeugungsmodelle (category analysis models) eine Rolle, bei welchen die Bestimmungsfaktoren der Verkehrsnachfrage als Gruppierungsvariable zur Bildung von Haushaltskategorien verwendet und kategorienpezifische Mittelwerte der Wegehäufigkeit berechnet werden³⁾. Erwäh-

1) Vgl. *Hautzinger, H. und Kessel, P.*, Entwicklung eines Individual-Verhaltensmodells zur Erklärung und Prognose werktäglicher Aktivitätsmuster im städtischen Bereich – Mathematisch-statistischer Ansatz, Untersuchung der Prognos AG (Basel) im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Basel 1980; *Hautzinger, H.*, Combined Modelling of Activity and Trip Patterns. A New Approach to the Trip Generation Problem, Proceedings of the PTRC Summer Annual Meeting, 1981.

2) Vgl. z. B. *McCarthy, G. M.*, Multiple Regression Analysis of Household Trip Generation – A Critique, Highway Research Record No. 297, 1969, S. 31 – 43; *White, M. T.*, An Examination of Residual Distributions in Ordinary Least Squares (OLS) Household-based Trip Generation Models, in: Transportation Research, Vol. 10 (1976), S. 249 – 254; *Hautzinger, H. und Kessel, P.*, The State of Mobility Research, in: *Visser, E. J.* (Hrsg.), Transport Decisions in an Age of Uncertainty, The Hague-Boston 1977, S. 551 – 558.

3) Vgl. *Wootton, H. J. und Pick, G. W.*, Trips Generated by Households, in: Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 1 (1967), S. 137 – 153.

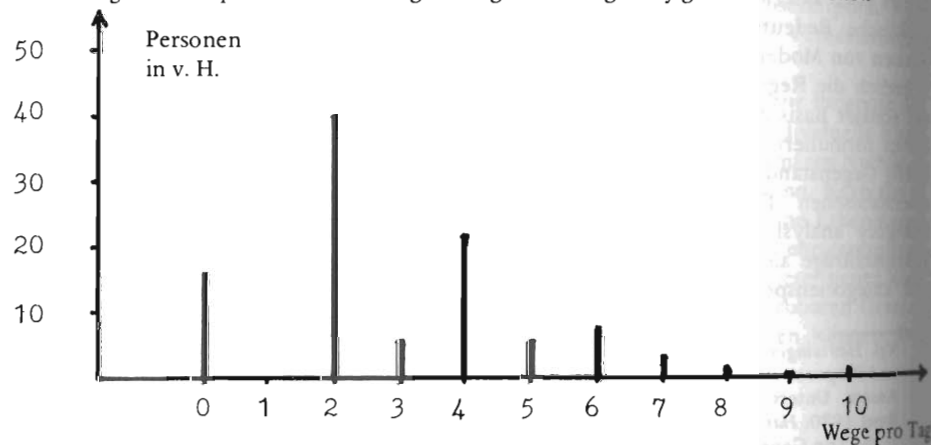
nung verdient schließlich noch ein haushaltsbezogenes Verkehrserzeugungsmodell, welches von Kanafani⁴⁾ vorgeschlagen wurde. Hierbei wird das Haushaltseinkommen als Bestimmungsfaktor der Wegehäufigkeit betrachtet und das statistische Modell der gemischten Poisson-Verteilung verwendet.

Ausnahmslos alle bisherigen Verkehrserzeugungsmodelle sind dadurch gekennzeichnet, daß die tägliche Wegehäufigkeit von Personen, Haushalten oder zonal abgegrenzten Personengruppen in direkter Abhängigkeit von gewissen Personen-, Haushalts- oder Zonenmerkmalen betrachtet wird. Diese Betrachtungsweise berücksichtigt nicht die grundlegende Erkenntnis, daß das individuelle Verkehrsverhalten in befriedigender Weise nur im Kontext des gesamten täglichen Aktivitätenmusters von Personen bzw. Haushalten erklärt werden kann. Der im folgenden dargestellte aktivitätenbezogene Modellansatz versucht, diesen Umstand weitestgehend Rechnung zu tragen. Das vorgeschlagene neue Konzept zur Personenverkehrsprognose genügt insofern der Forderung, wonach die Prognose der individuellen Aktivitätennachfrage als fundamentaler Schritt der eigentlichen Verkehrsnachfrageprognose voranzustellen sei⁵⁾.

2.2 Vorliegende empirische Erkenntnisse zur Wegehäufigkeit von Individuen

Empirische Häufigkeitsverteilungen der individuellen täglichen Anzahl von Wegen zeigen stets das bekannte Phänomen, wonach gerade Wegezahlen relativ häufig, ungerade Wegezahlen dagegen nur relativ selten auftreten. Abbildung 2.1 stellt ein typisches Beispiel hierfür dar⁶⁾. Wenn empirische Verteilungen solchermaßen irreguläre Formen aufweisen,

Abbildung 2.1: Empirische Verteilung der täglichen Wegehäufigkeit von Personen



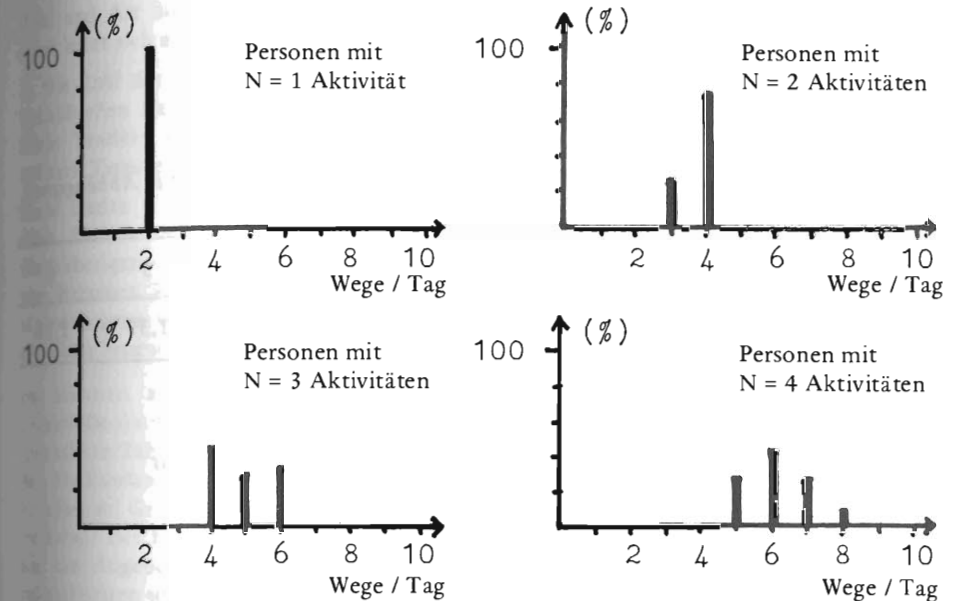
4) Kanafani, A. K., An Aggregative Model of Trip Making, in: Transportation Research, Vol. 6 (1972), S. 119 – 124.

5) Vgl. hierzu Wermuth, M. J., Struktur und Effekte von Faktoren der individuellen Aktivitätennachfrage als Determinanten des Personenverkehrs, Bad Honnef, 1978 sowie Jones, P. M., New Approaches to Understanding Travel Behaviour, in: Hensher, D. A. und Stopher, P. R. (Hrsg.), Behavioural Travel Modelling, London 1979, S. 55 – 80.

6) Quelle der Daten: Hautzinger, H. und Kessel, P., Mobilität im Personenverkehr (= Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 231), Bonn-Bad Godesberg 1977.

so liegt dies meist daran, daß das betrachtete Untersuchungsmerkmal in verschiedenen Teilgesamtheiten der Population unterschiedlich verteilt ist (Nichthomogenität der Verteilung). Daß dies auch hier der Fall ist, wird deutlich, wenn man die bedingte Verteilung der täglichen Wegehäufigkeit in Abhängigkeit von der Anzahl außerhäuslicher Aktivitäten der Person betrachtet. Wie Abbildung 2.2 zeigt⁷⁾, stellt die tägliche Aktivitätenhäufigkeit einen zentralen Bestimmungsfaktor der täglichen Wegezähl von Individuen dar. Dies steht völlig im Einklang mit der bereits erwähnten Hypothese von der „abgeleiteten“ Natur der individuellen Verkehrsnachfrage.

Abbildung 2.2: Empirische Verteilung der täglichen Wegehäufigkeit von Personen in Abhängigkeit von der Anzahl der außerhäuslichen Aktivitäten



Gemäß Abbildung 2.3 wächst die mittlere tägliche Wegehäufigkeit von Personen degressiv mit der Anzahl außerhäuslicher Aktivitäten⁸⁾, die Wegehäufigkeit ist also der Aktivitätenhäufigkeit nicht einfach direkt proportional. Diese empirische Beobachtung, die im übrigen nicht neu ist⁹⁾, legt die weitere Hypothese nahe, daß es eine Tendenz des Individuums zur „Verkettung“ von außerhäuslichen Aktivitäten gibt: Indem die Person sich bei wachsender Aktivitätenzahl verstärkt von einer Aktivität direkt zur nächsten begibt – ohne eine dazwischengeschaltete Rückkehr zur Wohnung – sinkt die Zahl der pro Aktivität durchgeführten Wege kontinuierlich ab (vgl. Tabelle 2.1).

7) Quelle der Daten: Hautzinger, H. und Kessel, P., Entwicklung . . . , a.a.O.

8) Quelle der Daten: wie bei Abbildung 2.2.

9) Vgl. Vidakovic, V. S., A Harmonic Series Model of the Trip Chains, in: Buckley, D. J. (Hrsg.), Transportation and Traffic Theory, New York 1974, S. 375 – 386.

Abbildung 2.3: Empirischer Mittelwert der täglichen Wegehäufigkeit von Personen in Abhängigkeit von der Anzahl außerhäuslicher Aktivitäten

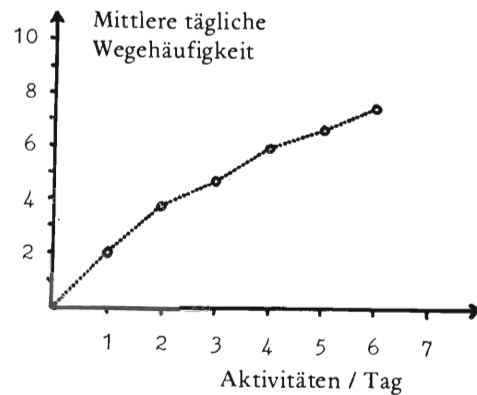
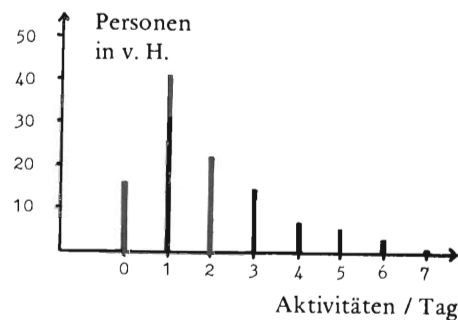


Tabelle 2.1: Mittlere Anzahl von Wegen pro außerhäuslicher Aktivität in Abhängigkeit von der Aktivitätenhäufigkeit

Aktivitäten / Tag	1	2	3	4	5	6
Wege / Aktivität	2,00	1,89	1,59	1,54	1,35	1,28

Quelle der Daten: wie bei Abb. 2.2.

Abbildung 2.4: Empirische Verteilung der täglichen Aktivitätenhäufigkeit



Eine weitere empirische Erkenntnis muß in diesem Zusammenhang noch erwähnt werden. Es ist dies die Tatsache, daß beobachtete empirische Verteilungen der täglichen Aktivitätenhäufigkeit von Personen jeweils in starkem Maße einer Poisson-Verteilung ähneln¹⁰⁾.

10) Vgl. Wermuth, M. J., Struktur . . . , a.a.O., S. 111.

Abbildung 2.4 zeigt eine typische empirische Aktivitätenhäufigkeitsverteilung¹¹⁾. Wie später gezeigt wird, kann die Poisson-Eigenschaft in vorteilhafter Weise bei der Modellbildung ausgenutzt werden.

3. Allgemeine Struktur aktivitätenbezogener Verkehrserzeugungsmodelle

3.1 Grundprinzipien

Aktivitätenbezogene Verkehrserzeugungsmodelle stellen eine Klasse von Verkehrsprognosemodellen dar, welche auf folgenden Annahmen basieren:

1. Die Zahl der Fahrten und Fußwege einer Person ist in erster Linie abhängig von der Zahl und Art ihrer Aktivitäten außerhalb der Wohnung. Die individuelle Verkehrsnachfrage leitet sich aus der individuellen Aktivitätennachfrage ab.
2. Die Zahl der Fahrten und Fußwege einer Person ist darüber hinaus abhängig von der individuellen Neigung zur Verkettung aufeinanderfolgender außerhäuslicher Aktivitäten. Diese Tendenz zur Verkettung von Aktivitäten ist um so stärker, je mehr Aktivitäten auf dem Tagesprogramm des Individuums stehen.

Diese beiden Grundannahmen haben den Vorzug der Einfachheit und empirischen Validität. Sie erlauben die Entwicklung von Verkehrserzeugungsmodellen, welche anders als die bisherigen – im Grunde rein deskriptiven – Modelle die beobachtbaren Wegemuster von Personen kausal aus den individuellen Aktivitätsmustern erklären. Indem aktivitätenbezogene Verkehrserzeugungsmodelle also kausaler Natur sind, darf man von damit erstellten Prognosen eine höhere Plausibilität und Treffsicherheit erwarten.

Im Rahmen aktivitätenbezogener Verkehrserzeugungsmodelle müssen also zunächst einmal alle die Größen berücksichtigt werden, welche das Aktivitätsmuster einer Person, speziell die Zahl und Art der außerhäuslichen Aktivitäten, wesentlich beeinflussen. Neben den Merkmalen, welche die Lebensphase einer Person und deren „Rolle“ in Haushalt, Familie und Gesellschaft kennzeichnen, sind in diesem Zusammenhang noch die Strukturmerkmale des Haushalts, die Verfügbarkeit privater und öffentlicher Verkehrsmittel sowie das Angebot an Aktivitätsgelegenheiten (Arbeitsplätze, Einkaufs- und Erholungsmöglichkeiten usw.) und dessen räumliche Verteilung von Bedeutung¹²⁾. Diese Faktoren beeinflussen auch die individuelle Neigung zur Verkettung von Aktivitäten, doch muß diese auch in unmittelbarer Abhängigkeit von der Struktur des Aktivitätsmusters selbst gesehen werden.

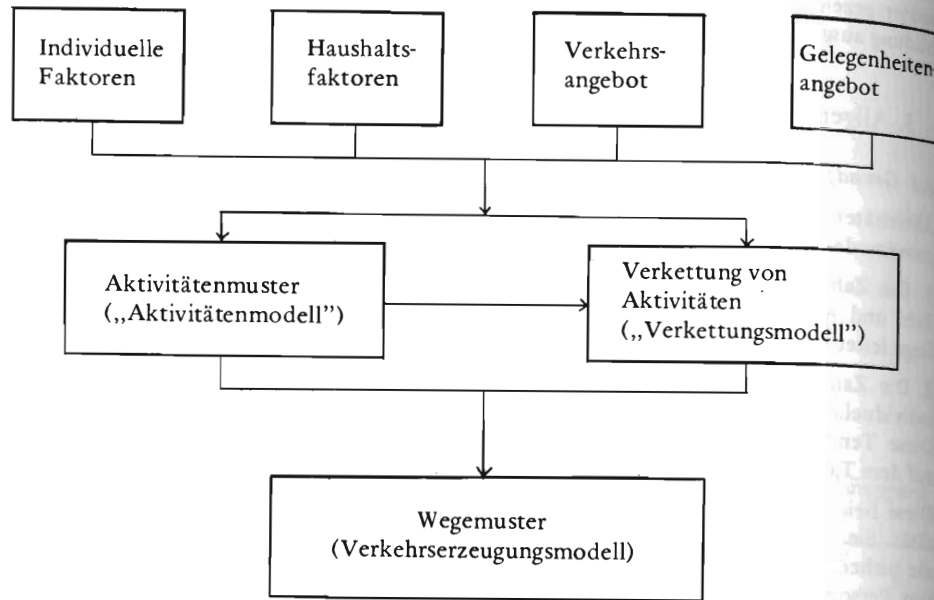
Dieser Erklärungsansatz impliziert, daß ein aktivitätenbezogenes Verkehrserzeugungsmodell stets zwei Submodelle umfassen muß:

1. Ein **Aktivitätenmodell**, welches Zahl und Art der außerhäuslichen Aktivitäten einer Person in einen funktionalen Zusammenhang zu den Bestimmungsgrößen des individuellen Aktivitätsmusters stellt.

11) Quelle der Daten: wie bei Abbildung 2.2.

12) Vgl. hierzu Hautzinger, H., Kessel, P. und Baur, R., Mobilitätschancen unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen im Personenverkehr (= Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 310), Bonn-Bad Godesberg 1980.

Abbildung 3.1: Struktur aktivitätenbezogener Verkehrserzeugungsmodelle



2. Ein *Verkettungsmodell*, welches den Prozeß der Realisierung des täglichen Aktivitätenprogramms und das daraus resultierende Ortsveränderungsmuster abbildet.

In Abbildung 3.1 ist die Struktur aktivitätenbezogener Verkehrserzeugungsmodelle schematisch dargestellt.

Grundlegend für jedes aktivitätenbezogene Verkehrserzeugungsmodell ist eine formalisierte Beschreibung des Aktivitäten- und Wegemusters von Personen. Eine Darstellung der wichtigsten Zusammenhänge findet sich im nachfolgenden Abschnitt.

3.2 Beschreibung des Zusammenhangs zwischen dem Aktivitäten- und Wegemuster von Personen

Das tägliche *Aktivitätenmuster* einer Person kann als eine endliche Folge a_1, a_2, \dots, a_n von Aktivitäten betrachtet werden, wobei a_i die i -te außerhäusliche Aktivität der Person bezeichnet. Unterscheidet man m einzelne Aktivitätskategorien A_1, \dots, A_m (z. B. Arbeiten, Einkaufen, Sich-Erholen usw.), so gilt

$$a_i \in \{A_1, \dots, A_m\} \quad \text{für alle } i=1, \dots, n.$$

Bei m Aktivitätskategorien gibt es für eine Person mit n Aktivitäten insgesamt m^n mögliche Aktivitätenmuster. Für $m = 5$ und $n = 3$ wären dies also bereits $5^3 = 125$ mögliche Aktivitätenmuster. Wie man weiß, ist aber nur eine relativ kleine Zahl von Aktivitätenmustern empirisch relevant¹³⁾.

13) Vgl. Hautzinger, H. und Kessel, P., Mobilität . . . , a.a.O.

Um ein bestimmtes Aktivitätenmuster a_1, \dots, a_n zu realisieren, muß das Individuum eine gewisse Anzahl von Wegen durchführen. Bei gegebener Aktivitätenhäufigkeit n hängt die Zahl y der Wege davon ab, wie häufig die Person von einer außerhäuslichen Aktivität a_j zur Wohnung zurückkehrt, bevor die nachfolgende Aktivität a_{j+1} ausgeübt wird. Es wird angenommen, daß die Person von der n -ten Aktivität stets nach Hause zurückkehrt. Um den Zusammenhang zwischen dem Aktivitäten- und dem Wegemuster einer Person zu beschreiben, kann man den Begriff *Wegekette* einführen. Hierunter wird eine Folge von Wegen verstanden mit folgenden Eigenschaften: der erste Weg dieser Folge beginnt in der Wohnung und die Folge wird als abgeschlossen betrachtet, wenn die Wohnung erstmals wieder erreicht wird. Wir führen nun folgende Symbolik ein:

- n_j Anzahl Aktivitäten, welche im Rahmen der j -ten Wegekette ausgeübt werden ($j = 1, \dots, k$)
- y_j Anzahl Wege, aus welchen sich die j -te Wegekette zusammensetzt
- k Anzahl der Wegeketten (= Anzahl der Rückwege zur Wohnung)

Die *Aktivitätenhäufigkeit* n und *Wegehäufigkeit* y ist somit durch

$$(3.1) \quad n = \sum_{j=1}^k n_j \quad \text{bzw.} \quad y = \sum_{j=1}^k y_j$$

gegeben. Da offenkundig gilt

$$(3.2) \quad y_j = n_j + 1 \quad \text{für alle } j=1, \dots, k$$

erhält man nach Summation über j die folgende Darstellung, welche von grundsätzlicher Bedeutung für die Modellbildung ist:

$$(3.3) \quad y = n + k.$$

Die Wegehäufigkeit ist also stets gleich der Summe aus Aktivitätenhäufigkeit und Zahl der Wegeketten. Wegen

$$(3.4) \quad 1 \leq k \leq n$$

erfüllt die Wegehäufigkeit stets die Ungleichung

$$(3.5) \quad n+1 \leq y \leq 2n.$$

Wege, welche in der Wohnung beginnen oder enden, werden üblicherweise *wohnungsbezogen* genannt. *Nicht wohnungsbezogen* sind demgegenüber solche Wege, welche direkt von einer Aktivität a_i zur nachfolgenden Aktivität a_{i+1} gerichtet sind. Da jede Wegekette genau 2 wohnungsbezogene Wege enthält, gilt für die Zahl y^* der wohnungsbezogenen Wege einer Person

$$(3.6) \quad y^* = 2k.$$

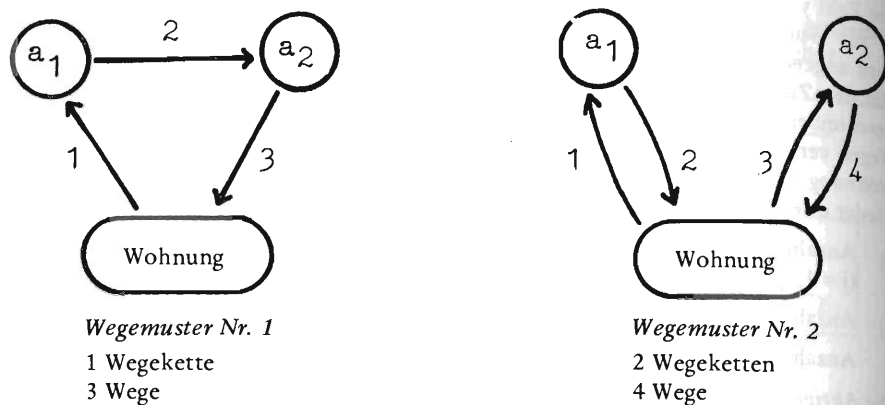
Die Zahl y^{**} der nicht wohnungsbezogenen Wege ist somit gemäß (3.3) und (3.6) gleich

$$(3.7) \quad y^{**} = y - y^* = n - k.$$

Das *Wegemuster* einer Person wird eindeutig beschrieben durch Angabe der Zahl der Wegeketten und Benennung der Aktivitäten, welche im Rahmen jeder einzelnen Wegekette ausgeübt werden. Da bei den ersten $n-1$ Aktivitäten jeweils eine binäre Entscheidung



Abbildung 3.2: Schematische Darstellung der möglichen Wegemuster einer Person mit zwei außerhäuslichen Aktivitäten a_1, a_2



zwischen direktem Weitergehen zur nächsten Aktivität und Rückkehr zur Wohnung getroffen wird, gibt es bei n Aktivitäten 2^{n-1} mögliche Wegemuster. Diese Zusammenhänge zwischen Aktivitätsmuster und Wegemuster sind in Abbildung 3.2 schematisch dargestellt.

Ausgehend von den eben beschriebenen Grundzusammenhängen wird im nachfolgenden Abschnitt eine allgemeine Darstellung der Struktur von Modellen gegeben, welche zur Klasse der aktivitätenbezogenen Verkehrserzeugungsmodelle gehören.

3.3 Allgemeine Charakterisierung von aktivitätenbezogenen Verkehrserzeugungsmodellen

Für eine aus einer bestimmten Bevölkerungsgruppe zufällig ausgewählte Person kann man die Aktivitätshäufigkeit und die Zahl der Wegekette als diskrete Zufallsvariable betrachten und mit N bzw. K bezeichnen. An die Verteilung von N bzw. die bedingte Verteilung von K müssen folgende Anforderungen gestellt werden:

$$(3.8a) \quad P\{N=n\} \begin{cases} \geq 0 & \text{für } n=0, 1, 2, \dots \\ = 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

$$(3.8b) \quad P\{K=k | N=0\} = \begin{cases} 1 & \text{für } k=0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

$$(3.8c) \quad P\{1 \leq K \leq N | N \geq 1\} = 1.$$

Die Wegehäufigkeit der zufällig ausgewählten Person ist ebenfalls eine Zufallsvariable Y , welche als Funktion von N und K darstellbar ist:

$$(3.9) \quad Y = N + K.$$

Da wir die Verkehrsnachfrage als abgeleitete Nachfrage betrachten, interessieren wir uns zunächst für die bedingte Verteilung von Y bei gegebener Aktivitätshäufigkeit $N = n$. Falls $n = 0$, so gilt

$$(3.10) \quad P\{Y=y | N=0\} = \begin{cases} 1 & \text{falls } y=0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

da Personen ohne außerhäusliche Aktivitäten auch keine Wege durchführen. Falls $n \geq 1$, so ist wegen (3.9)

$$(3.11) \quad P\{Y=y | N=n\} = \begin{cases} P\{K=y-n | N=n\} & \text{für } y=n+1, \dots, 2n \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Die bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilung der Wegehäufigkeit Y ist also durch die bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zahl K der Wegekette darstellbar. Insbesondere gilt:

$$(3.12a) \quad E(Y | N=n) = n + E(K | N=n)$$

für den bedingten Erwartungswert und

$$(3.12b) \quad \text{var}(Y | N=n) = \text{var}(K | N=n)$$

für die bedingte Varianz der Wegehäufigkeit.

Im Rahmen von Verkehrsprognosen interessiert man sich naturgemäß weniger für die bedingte als vielmehr für die unbedingte Verteilung der Wegehäufigkeit. Insbesondere möchte man den Erwartungswert der Wegehäufigkeit als solchen bestimmen. Hier gilt ganz allgemein für die Verteilung der Wegehäufigkeit

$$(3.13) \quad P\{Y=y\} = \sum_{n=0}^{\infty} P\{K=y-n | N=n\} P\{N=n\}$$

für $y = 0, 1, 2, \dots$. Für die erwartete Wegehäufigkeit erhält man die allgemeine Darstellung

$$(3.14a) \quad \begin{aligned} E(Y) &= \sum_{n=0}^{\infty} E(Y | N=n) P\{N=n\} \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} (n + E(K | N=n)) P\{N=n\} \\ &= E(N) + E(K) \end{aligned}$$

Die Varianz der Wegehäufigkeit ist in allgemeiner Form durch

$$(3.14b) \quad \begin{aligned} \text{var}(Y) &= E(\text{var}(K | N)) + \text{var}(N) + \text{var}(E(K | N)) \\ &\quad + 2 \text{cov}(N, E(K | N)) \end{aligned}$$

gegeben. Im folgenden wird unter einem *aktivitätenbezogenen Verkehrserzeugungsmodell* stets ein Modell verstanden, bei welchem die Verteilung der Wegehäufigkeit in der durch (3.13) bis (3.14b) beschriebenen Form dargestellt wird.

Bei Prognosen des Verkehrsaufkommens spielt häufig die Zahl nicht wohnungsbezogener Wege eine bedeutende Rolle. Analog zu (3.7) kann man diese Größe durch die Zufallsvariable

$$(3.15) \quad Y^{**} = N - K$$

repräsentieren, für deren bedingten bzw. unbedingten Erwartungswert gilt

$$(3.16) \quad E(Y^{**}|N=n) = n - E(K|N=n) \quad (n=0, 1, 2, \dots)$$

$$(3.17) \quad E(Y^{**}) = E(N) - E(K).$$

Wie die Gleichungen (3.13) bis (3.14b) zeigen, sind (a) die Wahrscheinlichkeitsverteilung $P\{N = n\}$ der täglichen Aktivitätenhäufigkeit und (b) die bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilung $P\{K = k | N = n\}$ der Zahl der Wegeketten die beiden wesentlichen Elemente eines jeden aktivitätenbezogenen Verkehrserzeugungsmodells, da hierdurch die Wahrscheinlichkeitsverteilung $P\{Y = y\}$ der Wegehäufigkeit eindeutig bestimmt wird. Um zu einem operationalen aktivitätenbezogenen Verkehrserzeugungsmodell zu kommen, müssen also die Verteilungen $P\{N = n\}$ und $P\{K = k | N = n\}$ dem Typ nach festgelegt und die Art ihrer Abhängigkeit von gewissen verhaltensbeeinflussenden Bestimmungsfaktoren genau spezifiziert werden.

3.4 Submodelle eines aktivitätenbezogenen Verkehrserzeugungsmodells

Ein aktivitätenbezogenes Verkehrserzeugungsmodell besteht immer aus zwei Submodellen, die zu einem Gesamtmodell zusammengefaßt werden.

Submodell 1: Aktivitätenmodell

In diesem Submodell wird die Wahrscheinlichkeit $P\{N = n\}$, daß eine Person $n = 0, 1, 2, \dots$ Aktivitäten pro Tag ausübt, als Funktion gewisser, in einem Vektor \underline{x} zusammengefaßter, Bestimmungsfaktoren des Aktivitätsmusters dargestellt:

$$(3.18) \quad P\{N=n\} = f(n; \underline{x}, \underline{\lambda}) \quad (n=0, 1, 2, \dots)$$

Hierbei ist $\underline{\lambda}$ ein Parametervektor, dessen Komponenten die relativen Gewichte der Bestimmungsfaktoren sind. Hat man die funktionale Form von f spezifiziert, so kann man auch $E(N)$ und $\text{var}(N)$ als Funktion der in \underline{x} zusammengefaßten Bestimmungsfaktoren angeben:

$$(3.19) \quad E(N) = f_1(\underline{x}, \underline{\lambda}) \quad \text{var}(N) = f_2(\underline{x}, \underline{\lambda}).$$

Submodell 2: Verkettungsmodell

In diesem Submodell wird die bedingte Verteilung $P\{K = k | N = n\}$ der Zahl der Wegeketten als Funktion der Aktivitätenhäufigkeit n und gewisser weiterer Bestimmungsfaktoren, welche als Komponenten eines Vektors \underline{z} betrachtet werden, dargestellt:

$$(3.20) \quad P\{K=k|N=n\} = g(k, n; \underline{z}, \underline{\theta})$$

für $k = 1, \dots, n$ und $n = 0, 1, 2, \dots$. In (3.20) ist $\underline{\theta}$ ein Vektor von Variablen gewichten. Hat man die Form der Funktion g geeignet festgelegt, so läßt sich der bedingte Erwartungswert und die bedingte Varianz der Zahl K der Wegeketten als Funktion von n, \underline{z} und $\underline{\theta}$ schreiben:

$$(3.21a) \quad E(K|N=n) = g_1(n; \underline{z}, \underline{\theta})$$

$$(3.21b) \quad \text{var}(K|N=n) = g_2(n; \underline{z}, \underline{\theta}).$$

Gesamtmodell: Aktivitätenbezogenes Verkehrserzeugungsmodell

Setzt man (3.18) und (3.20) in Gleichung (3.13) ein, so resultiert hieraus das angestrebte aktivitätenbezogene Verkehrserzeugungsmodell, welches symbolisch wie folgt dargestellt werden kann:

$$(3.22) \quad P\{Y=y\} = h(y; \underline{x}, \underline{z}, \underline{\lambda}, \underline{\theta})$$

für $y = 0, 1, 2, \dots$. Die Wahrscheinlichkeit, mit welcher ein Individuum eine gewisse Anzahl von Wegen (y) durchführt, hängt gemäß (3.22) also von den Bestimmungsfaktoren des Aktivitätsmusters (\underline{x}) und den Bestimmungsfaktoren des Verkettungsverhaltens (\underline{z}) sowie von den relativen Gewichten dieser Faktoren ($\underline{\lambda}$ bzw. $\underline{\theta}$) ab. Ganz analog sind damit auch der Erwartungswert und die Varianz der Wegehäufigkeit letztlich Funktion der verschiedenen Bestimmungsfaktoren und ihrer Gewichte:

$$(3.23) \quad E(Y) = h_1(\underline{x}, \underline{z}, \underline{\lambda}, \underline{\theta})$$

$$(3.24) \quad \text{var}(Y) = h_2(\underline{x}, \underline{z}, \underline{\lambda}, \underline{\theta}).$$

Die Gleichungen (3.18) bis (3.24) beschreiben ein stochastisches aktivitätenbezogenes Verkehrserzeugungsmodell in allgemeiner Form. Diese formelmäßige Darstellung entspricht dem Strukturschema in Abbildung 3.1.

3.5 Operationalisierung des Modells

Damit ein aktivitätenbezogenes Verkehrserzeugungsmodell praktisch angewandt werden kann, müssen über die Funktionen f und g gewisse Annahmen getroffen werden. Anders ausgedrückt, es müssen *Hypothesen* formuliert werden über

- die Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Aktivitätenhäufigkeit von ihren Bestimmungsfaktoren, und über
- die Abhängigkeit der bedingten Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zahl der Wegeketten von ihren Bestimmungsfaktoren.

Diese Hypothesen sind dann in geeigneter Weise zu formalisieren.

Man muß an diese Hypothesen und ihre Formalisierung naturgemäß einige Anforderungen theoretischer, empirischer und praktischer Art stellen. Zum einen müssen die Funktionen f und g aus theoretischen Gründen so gewählt werden, daß die Grundeigenschaften (3.8a) bis (3.8c) erfüllt sind. Aus empirischen Gründen muß verlangt werden, daß die durch die Funktionen f und g spezifizierten Wahrscheinlichkeitsverteilungen die realen Gegebenheiten möglichst gut approximieren. Aus Gründen der Praktikabilität ist schließlich zu fordern, daß die Funktionen f und g so gestaltet sind, daß die Wegehäufigkeitsverteilung (3.22), sowie insbesondere der Erwartungswert und die Varianz der Wegehäufigkeit eine möglichst einfache analytische Form annimmt. Speziell die empirischen und die praktischen Anforderungen stehen vielfach in gewissem Widerspruch zueinander.

Zu einer unter Umständen beträchtlichen Vereinfachung kommt man, wenn man nicht über die bedingte Verteilung, sondern vielmehr über den bedingten Erwartungswert und

die bedingte Varianz der Zahl der Wegeketten eine Annahme macht. Die Hypothese über die Funktion g wird dann ersetzt durch Hypothesen über die Funktionen g_1 und g_2 . Bei einem solchen Ansatz kann natürlich nur noch der Erwartungswert $E(Y)$ und die Varianz $\text{var}(Y)$ der Wegehäufigkeit, nicht aber die Wahrscheinlichkeitsverteilung $P\{Y = y\}$ der Wegehäufigkeit selbst als Funktionen der verschiedenen Bestimmungsgrößen dargestellt werden. Für praktische Zwecke wird dies im allgemeinen aber vollkommen ausreichend sein.

3.6 Aggregierte Prognosen mit Hilfe aktivitätenbezogener Verkehrserzeugungsmodelle

In der eben beschriebenen Form stellt das Modell ein „Individualverhaltensmodell“ dar. Im Rahmen von Verkehrsprognosen interessiert man sich jedoch für das tägliche Fahrten- und Fußwegewolumen T von gewissen räumlich und soziodemographisch abgegrenzten Bevölkerungsgruppen, speziell für den Erwartungswert und die Varianz von T . Handelt es sich um M Personen und schreibt man Y_k für die tägliche Wegehäufigkeit der k -ten Person, so ist

$$(3.25) \quad T = \sum_{k=1}^M Y_k$$

und somit

$$(3.26) \quad E(T) = \sum_{k=1}^M E(Y_k).$$

Nimmt man, was nicht besonders restriktiv erscheint, Unabhängigkeit der Zufallsvariablen Y_k an, so gilt ferner

$$(3.27) \quad \text{var}(T) = \sum_{k=1}^M \text{var}(Y_k).$$

Die Erwartungswerte $E(Y_k)$ und Varianzen $\text{var}(Y_k)$ sind nicht identisch, sondern vielmehr von den Werten der verschiedenen Bestimmungsfaktoren für die Personen $k = 1, \dots, M$ abhängig. Es gilt also wegen (3.23)

$$(3.28) \quad E(T) = \sum_{k=1}^M h_1(\underline{x}_k, \underline{z}_k, \underline{\lambda}, \underline{\theta})$$

wobei \underline{x}_k und \underline{z}_k die Werte von \underline{x} bzw. \underline{z} für die k -te Person bezeichnen. Eine analoge Formel erhält man für die Varianz von T . Gleichung (3.28) bildet die Basis für eine aggregierte Prognose des Fahrten- und Fußwegaufkommens von Personengesamtheiten.

Es wäre unrealistisch anzunehmen, daß für den Prognosezeitpunkt die Vektoren $\underline{x}_k, \underline{z}_k$ für alle Personen $k = 1, \dots, M$ bekannt sind. Man kann allenfalls erwarten, daß es eine Segmentierung der M Personen in R ($R < M$) Teilgruppen gibt, welche bezüglich der x - und z -Variablen homogen sind. Schreibt man $\underline{x}_{(r)}$ und $\underline{z}_{(r)}$ für die Vektoren der Mittelwerte der verschiedenen Bestimmungsfaktoren in der r -ten Teilgruppe ($r = 1, \dots, R$) von Personen, so gilt die folgende näherungsweise Darstellung des erwarteten Fahrten- und Fußwegaufkommens:

$$(3.29) \quad E(T) \cong M \sum_{r=1}^R p_{(r)} h_1(\underline{x}_{(r)}, \underline{z}_{(r)}, \underline{\lambda}, \underline{\theta}).$$

Hierbei bezeichnet $p_{(r)}$ den Anteil der Personen in der r -ten Teilgruppe an der Gesamtzahl M aller Personen. In dem wichtigen Spezialfall, wo alle x - und z -Variablen qualitativer (kategoriieller) Natur sind, ist mit (3.29) sogar eine exakte Darstellung von $E(T)$ möglich.

Zur Erstellung einer aggregierten Verkehrsaufkommensprognose benötigt man also

- ein vollständig spezifiziertes Individualverhaltensmodell der täglichen Wegehäufigkeit gemäß (3.23), dessen Parametervektoren $\underline{\lambda}$ und $\underline{\theta}$ mit Hilfe geeigneter Kalibrierungsverfahren numerisch bestimmt wurden,
- eine Segmentierung der Bevölkerung in Teilgruppen, welche bezüglich der betrachteten Einflußfaktoren homogen sind, und
- eine Prognose der gruppenspezifischen Bevölkerungsanteile und Variablenmittelwerte.

Wie man sieht, geht dieser Informationsbedarf für den Prognosezeitpunkt nicht über den Informationsbedarf herkömmlicher Verkehrserzeugungsmodelle hinaus.

4. Anwendungsbeispiel:

Ein doppelt exponentielles aktivitätenbezogenes Verkehrserzeugungsmodell

4.1 Vorbemerkungen

Während im vorausgegangenen Kapitel 3 aktivitätenbezogene Verkehrserzeugungsmodelle in ganz allgemeiner Form unter vorwiegend strukturellen Gesichtspunkten betrachtet wurden, soll nunmehr ein operationales Verkehrsprognosemodell dieses Typs vorgestellt werden. Das Gesamtmodell setzt sich hierbei aus einem Poisson-Modell der Aktivitätenhäufigkeit und einem negativ exponentiellen Verkettungsmodell zusammen¹⁴⁾. Soweit empirische Ergebnisse der Modellanwendung wiedergegeben werden, basieren diese auf Daten der KONTIV-Stichprobe der Monate September und Oktober 1976.

4.2 Ein Poisson-Modell der Aktivitätenhäufigkeit

Die Analyse empirischer Verteilungen der Aktivitätenhäufigkeit (vgl. Abbildung 2.4) legt die Annahme nahe, N als eine Poisson-verteilte Zufallsvariable zu betrachten. Unsere Hypothese über $P\{N = n\}$ lautet somit:

$$(4.1) \quad P\{N = n\} = \frac{\mu^n \exp^{-\mu}}{n!} \quad (\mu > 0)$$

für $n = 0, 1, 2, \dots$. Der Parameter μ , der ja bekanntermaßen gleich dem Erwartungswert von N ist, kann als ein Maß für die „Aktivitätsneigung“ einer Person aufgefaßt werden: Je größer μ , desto größer ist wegen $E(N) = \mu$ die im Mittel zu erwartende tägliche Aktivitätszahl der Person. Da die individuelle Neigung zur Ausübung außerhäuslicher Aktivitäten von einer ganzen Reihe von Einflußfaktoren x_1, \dots, x_s abhängt, wird die weitere Hypothese

¹⁴⁾ Die Ausführungen hierzu sind bewußt knapp gehalten. Eine detaillierte Darstellung findet sich in: Hautzinger, H. und Kessel, P., Entwicklung . . . , a.a.O.

$$(4.2) \quad \mu = \phi(x_1, \dots, x_s)$$

formuliert, wobei ϕ eine nichtnegative Funktion ist. Es bietet sich hier an, einen exponentiellen Zusammenhang zu unterstellen:

$$(4.2a) \quad \mu = \exp(\lambda_0 + \lambda_1 x_1 + \dots + \lambda_s x_s)$$

Durch (4.1) in Verbindung mit (4.2a) ist ein operationales Aktivitätenhäufigkeitsmodell auf Individualbasis gegeben. Damit dieses Modell zu Prognosezwecken verwendet werden kann, müssen in einer Kalibrierungsphase zunächst die wesentlichen Einflußfaktoren ermittelt und die Modellparameter statistisch geschätzt, d. h. numerisch bestimmt werden. Eine Parameterschätzung ist mit Hilfe eines Maximum-Likelihood-Verfahrens auf einfache Weise möglich. Hierfür erforderliche Computer-Software läßt sich problemlos vom Anwender selbst erstellen. Es stehen aber auch bereits komplette Statistik-Programmpakete zur Verfügung – z. B. das Programmsystem GLIM (Generalized Linear Interactive Modelling) –, welche entsprechende Unterprogramme enthalten.

Bei einer Anwendung des Modells wird man den Einfluß einiger besonders wichtiger Faktoren dadurch berücksichtigen, daß die Gesamtbevölkerung in geeigneter Weise segmentiert wird. Innerhalb jedes Segments lassen sich dann die Effekte weiterer Faktoren differenziert untersuchen. Eine Anwendung des Modells auf die genannten KONTIV-Daten ging von einer Segmentierung nach den Merkmalen Berufstätigkeit (Hausfrau, Rentner, Voll- und Teilzeitbeschäftigte) und Geschlecht, als wesentlichen Bestimmungsfaktoren des täglichen Aktivitätenmusters aus. Insgesamt wurden sieben Segmente gebildet. Die Stichprobe umfaßte insgesamt 3.450 Personen, die Besetzungshäufigkeit der einzelnen Segmente lag zwischen 218 und 1.369 Personen. Innerhalb jedes Segments wurden drei binäre Erklärungsvariablen x_1 , x_2 und x_3 verwendet, und zwar je eine Indikatorvariable für den Sozialstatus (Schulabschluß hoch/niedrig), die Lebensphase (Altersgruppe alt/jung) und die Mobilitätschancen (PKW-Verfügbarkeit ja/nein).

Die in Tabelle 4.1 wiedergegebenen Kalibrierungsergebnisse erlauben zum einen die Berechnung von Schätzwerten für die erwartete Aktivitätenhäufigkeit einer Person in Abhängigkeit von den verschiedenen Bestimmungsfaktoren der Aktivitätsneigung. Für voll erwerbstätige männliche Personen (Segment 5) mit hohem Sozialstatus ($x_1 = 1$), die relativ jung sind ($x_2 = 0$) und über einen PKW verfügen ($x_3 = 1$) erhält man beispielsweise den Schätzwert

$$\hat{\mu} = \exp(0,763 + 0,135 \cdot 1) - 0,092 \cdot 0 + 0,039 \cdot 1 \\ = 2,55 \text{ (Aktivitäten/Tag)}$$

Für eine ältere Person aus Segment 5 mit niedrigem Sozialstatus und ohne PKW-Verfügbarkeit ergibt sich entsprechend der Schätzwert $\hat{\mu} = 1,96$ (Aktivitäten/Tag). Analog können solche Schätzwerte für alle $(5 \times 8) + (2 \times 4) = 48$ Untergruppen berechnet werden.

Darüber hinaus liefern die Kalibrierungsergebnisse wichtige Einsichten in strukturelle Zusammenhänge, da die Beträge der Parameterschätzwerte direkt als Maßzahlen für die relative Wichtigkeit der einzelnen Bestimmungsfaktoren interpretiert werden können. Ein Vergleich der stark unterschiedlichen Absolutglieder λ_0 zeigt, wie überaus groß der Einfluß der Segmentierungsvariablen Berufstätigkeit und Geschlecht auf das Aktivitäten-

Tabelle 4.1: Kalibrierungsergebnisse für das Poisson-Modell der Aktivitätenhäufigkeit: Schätzwerte für die Modellparameter

Lfd. Nr.	Bevölkerungssegment	Absolutglied λ_0	Status λ_1	Alter ¹⁾ λ_2	PKW-Verf. λ_3
1	Hausfrau mit Kleinkind	0,405	0,302	- 0,127	0,084
2	Übrige Hausfrauen	0,072	0,788	- 0,606	0,041
3	Rentner männlich	0,135	0,366	- 0,197	2)
4	Rentner weiblich	0,068	0,682	- 0,612	2)
5	Erwerbstätige männlich	0,763	0,135	- 0,092	0,039
6	Erwerbstätige weiblich	0,654	0,178	- 0,109	0,089
7	Teilzeitbesch. weiblich	0,579	0,167	- 0,165	0,097

1) Die Abgrenzung „alt/jung“ ist segmentspezifisch.
Segment 1: 30 Jahre; Segmente 3 und 4: 70 Jahre;
übrige Segmente: 45 Jahre.

2) Nicht signifikant auf dem 1-Prozent-Niveau.

muster von Personen ist. Ein Vergleich innerhalb und zwischen den Segmenten macht deutlich, daß die drei Bestimmungsfaktoren „Status“, „Lebensphase“ und „Mobilitätschancen“ je nach Bevölkerungsgruppe von ganz unterschiedlicher Bedeutung für die Zahl der ausgeübten außerhäuslichen Aktivitäten sind. So spielt bei Betrachtung der Gesamtaktivitätenhäufigkeit beispielsweise der Faktor „Status“ bei erwerbstätigen Personen eine wesentlich geringere Rolle als bei Nichterwerbstätigen, was auf die „erzwungene“ Aktivität „Arbeiten“ zurückgeht. Betrachtet man nur Gelegenheitsaktivitäten, so ist auch bei Erwerbstätigen der Einfluß des Sozialstatus stärker ausgeprägt.

Die Kalibrierungsergebnisse offenbaren auch das Vorhandensein beträchtlicher Interaktionseffekte zwischen den verschiedenen Erklärungsvariablen. So erkennt man beispielsweise, daß bei weiblichen Personen der Einfluß des Alters und der PKW-Verfügbarkeit auf die Aktivitätennachfrage deutlich stärker als bei Männern ist.

Das Poisson-Modell der Aktivitätenhäufigkeit läßt sich dahingehend erweitern, daß unterschiedliche Aktivitätskategorien betrachtet und die Gesamtaktivitätenhäufigkeit in „partielle“ Aktivitätenhäufigkeiten zerlegt wird. Näheres zu einem solchen „zusammengesetzten Multinomialmodell“ der Aktivitätenhäufigkeit findet man in den in Fußnote 1 angegebenen Arbeiten.

4.3 Ein negativ-exponentielles Verkettungsmodell

Im Rahmen eines Verkettungsmodells ist eine Hypothese über die bedingte Verteilung (bzw. den bedingten Erwartungswert und die bedingte Varianz) der Zahl der Wegeketten einer Person zu formulieren. Hierfür ist es zweckmäßig, zunächst die Zahl K der Wegeketten als Summe von binären Zufallsvariablen darzustellen. Bei gegebener Aktivitätenhäufigkeit $N = n$ gilt offenkundig

$$(4.3) \quad K = \sum_{j=1}^{n-1} R_j + 1$$

wobei

$$(4.4) \quad R_j = \begin{cases} 1 & \text{falls Rückkehr zur Wohnung nach der } j\text{-ten Aktivität} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Würde man den allgemeinen Fall annehmen, daß bei gegebenem $N = n$ die Zufallsvariablen R_1, \dots, R_{n-1} voneinander abhängig sind, so bestünde das große Problem, die gemeinsame Verteilung dieser $n-1$ Zufallsvariablen zu spezifizieren. Falls dies in befriedigender Form gelänge, ließe sich die bedingte Verteilung von K in expliziter Form – wenn auch durch relativ komplizierte Formeln – angeben¹⁵⁾. Das Problem vereinfacht sich wesentlich, wenn man unterstellt, daß die Zufallsvariablen R_1, \dots, R_{n-1} unabhängig voneinander sind. Dies ist gleichbedeutend mit der Annahme, daß die Wahrscheinlichkeit für eine Rückkehr zur Wohnung nach Ausübung der Aktivität a_j nicht davon abhängt, ob die Person von den Aktivitäten a_1, \dots, a_{j-1} direkt zur Wohnung zurückkehrte und auch nicht davon, ob sie von den Aktivitäten a_{j+1}, \dots, a_{n-1} direkt den Rückweg zur Wohnung antreten wird. Als näherungsweise Beschreibung der Realität erscheint die Unabhängigkeitshypothese ohne weiteres vertretbar.

Geht man also von der Unabhängigkeit der Variablen R_1, \dots, R_{n-1} aus, so kann die Wahrscheinlichkeit

$$(4.5) \quad p(j|n) = P\{R_j=1|N=n\}$$

wobei $j = 1, \dots, n-1$ und $n = 1, 2, \dots$, *bedingte Rückkehrwahrscheinlichkeit j -ter Ordnung* genannt werden. Nach Voraussetzung ist $0 \leq p(j|n) \leq 1$ für $j=1, \dots, n-1$. Wir setzen $p(j|n) = 1$ für $j = n$, d. h. nach der n -ten Aktivität kehrt die Person nach Hause zurück. Da allgemein gilt

$$E(R_j|N=n) = p(j|n) \quad (j=1, \dots, n)$$

erhält man für $E(K|N=n)$ die Darstellung

$$(4.6) \quad E(K|N=n) = \sum_{j=1}^n p(j|n)$$

d. h. bei gegebener Aktivitätenhäufigkeit ist die erwartete Zahl der Wegeketten einer Person gleich der Summe der bedingten Rückkehrwahrscheinlichkeiten. Wegen

$$\text{var}(R_j|N=n) = p(j|n)(1 - p(j|n)) \quad (j=1, \dots, n)$$

ergibt sich ferner

15) Vgl. Parzen, E., Modern Probability Theory and Its Applications, New York 1960, S. 76 ff.

$$(4.7) \quad \text{var}(K|N=n) = \sum_{j=1}^n p(j|n)(1 - p(j|n)).$$

Bei gegebener Aktivitätenhäufigkeit $N = n$ folgt die Zahl K der Wegeketten einer verallgemeinerten Binomialverteilung (*Bernoulli-Versuche mit variablen Erfolgswahrscheinlichkeiten*), wobei bedingter Erwartungswert und bedingte Varianz von K gemäß (4.6) bzw. (4.7) als Funktionen der bedingten Rückkehrwahrscheinlichkeiten ($p(j|n)$) dargestellt werden können¹⁶⁾.

Zu einem Verkettungsmodell kommt man unter der hier getroffenen Unabhängigkeitsannahme also durch eine Hypothese über die bedingte Rückkehrwahrscheinlichkeit $p(j|n)$. Hat man $p(j|n)$ als Funktion gewisser Einflußgrößen formelmäßig dargestellt, so hat man gemäß (4.6) und (4.7) auch die gewünschten Darstellungen von $E(K|N = n)$ und $\text{var}(K|N = n)$ als Funktionen der Bestimmungsgrößen des „Verkettungsverhaltens“.

Empirisch läßt sich zeigen, daß $p(j|n)$ um so kleiner ist, je kleiner j im Verhältnis zu n ist. Anders ausgedrückt: die direkte Rückkehr zur Wohnung von der Aktivität a_j ist um so weniger wahrscheinlich, je größer die Zahl $n - j$ der noch nicht durchgeführten Aktivitäten ist. Nimmt man an, daß $p(j|n)$ von der Zahl n der Aktivitäten insgesamt und von der Stellung der gerade durchgeführten Aktivität innerhalb des gesamten Aktivitätenmusters – ausgedrückt durch den Index j – abhängt, so sind Modellvarianten¹⁷⁾ wie z. B.

$$(4.8) \quad p(j|n) = \frac{1}{n - j - 1} \quad (j=1, \dots, n)$$

oder

$$(4.9) \quad p(j|n) = \frac{2}{1 + \exp(\alpha(n-j))} \quad (j=1, \dots, n)$$

wobei $\alpha > 0$, denkbar¹⁸⁾.

Eine beträchtliche Vereinfachung des Gesamtmodells ist dadurch möglich, daß man anstelle einer Hypothese über die bedingte Rückkehrwahrscheinlichkeit $p(j|n)$ eine Annahme über die *mittlere bedingte Rückkehrwahrscheinlichkeit*

$$(4.10) \quad \bar{p}_n = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n p(j|n) \quad (n=1, 2, \dots)$$

macht. Für \bar{p}_n gilt $(1/n) \leq \bar{p}_n \leq 1$. Man kann, wie man direkt sieht, den bedingten Erwartungswert $E(K|N=n)$ in Abhängigkeit von \bar{p}_n darstellen:

$$(4.11) \quad E(K|N=n) = n \bar{p}_n \quad (n=1, 2, \dots).$$

16) Man kann auch die bedingte Verteilung $P\{K=k | N=n\}$ als Funktion der bedingten Rückkehrwahrscheinlichkeiten darstellen. Vgl. Parzen, E., Modern . . . , a.a.O.

17) Die Variante (4.8) geht zurück auf Vidakovich, V. S., A Harmonic . . . , a.a.O.

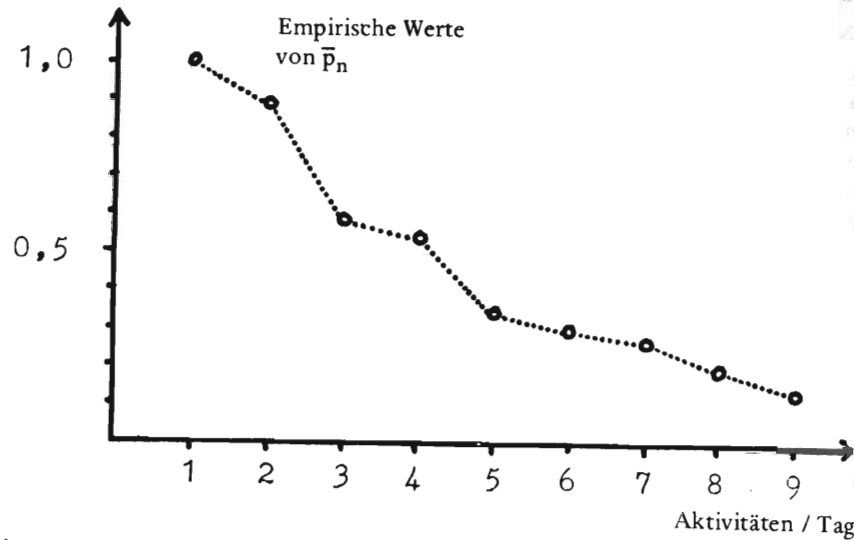
18) Näheres siehe Hautzinger, H. und Kessel, P., Entwicklung . . . , a.a.O.

Die bedingte Verteilung $P\{K=k|N=n\}$ lässt sich natürlich nicht als Funktion von \bar{p}_n darstellen, dasselbe gilt für die bedingte Varianz von K . Man kann jedoch den Maximalwert von $\text{var}(K|N=n)$ in Abhängigkeit von \bar{p}_n darstellen¹⁹⁾. Es gilt nämlich

$$(4.12) \quad \text{var}(K|N=n) \begin{cases} = 0 & \text{für } n=1 \\ \leq \frac{n(1-\bar{p}_n)(n\bar{p}_n-1)}{n-1} & \text{für } n \geq 2 \end{cases}$$

Verwendet man diese Abschätzung für $\text{var}(K|N=n)$, so ist man bei der Beurteilung der Aussagekraft von Punktschätzungen für $E(K|N=n)$ stets auf der sicheren Seite.

Abbildung 4.1: Empirische Werte der mittleren bedingten Rückkehrwahrscheinlichkeit \bar{p}_n



Wählt man der Einfachheit halber einen Modellansatz, bei welchem \bar{p}_n lediglich als Funktion

$$\bar{p}_n = g(n)$$

der Aktivitätshäufigkeit n betrachtet wird, so ist zu beachten, daß die Doppelgleichung

$$(4.13) \quad \frac{1}{n} \leq g(n) \leq 1$$

für alle $n = 1, 2, \dots$ erfüllt sein muß. Neben diesem theoretischen Erfordernis muß aus empirischen Gründen verlangt werden, daß die Funktion g in n monoton fallend ist (vgl. Abbildung 4.1). Es sind eine ganze Reihe von Funktionstypen denkbar, welche die eben genannten Eigenschaften besitzen, z. B.

$$(4.14) \quad g(n) = n^{-\theta} \quad (0 < \theta < 1; n=1, 2, \dots)$$

19) Der Beweis basiert auf Überlegungen, wie sie sich bei Feller, W., An Introduction to Probability Theory and Its Applications, Volume I, 1965, S. 217, finden.

Bei der Entscheidung über den Typ der Funktion $g(n)$ sollte man solche Funktionstypen bevorzugen, welche gewährleisten, daß der letztendlich interessierende Erwartungswert $E(Y)$ der täglichen Wegehäufigkeit, der ja gemäß (3.14a) und (4.11) die Darstellung

$$(4.15) \quad \begin{aligned} E(Y) &= \sum_{n=0}^{\infty} (n + E(K|N=n)) P\{N=n\} \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} (n + ng(n)) P\{N=n\} \quad (g(0) \equiv 0) \end{aligned}$$

besitzt, eine möglichst einfache analytische Form aufweist, wenn man N als *Poisson*-verteilt annimmt. Eine in dieser Hinsicht gut geeignete Funktion ist die negative Exponentialfunktion

$$(4.16) \quad g(n) = e^{-\theta(n-1)} \quad (n=1, 2, \dots)$$

Ein kleiner theoretischer „Schönheitsfehler“ der Funktion (4.16) liegt darin, daß die notwendige Bedingung (4.13) nicht mehr erfüllt ist, wenn n einen gewissen kritischen Wert n_0 , der von θ abhängt, übersteigt. Es läßt sich jedoch zeigen²⁰⁾, daß $n_0 \cong 11$, d. h. im gesamten empirisch relevanten Teil des Definitionsbereichs besitzt (4.16) die gewünschte Eigenschaft (4.13).

Im Fall des negativ exponentiellen Verkettungsmodells hat $E(K|N=n)$ die Form

$$(4.17) \quad E(K|N=n) = n e^{-\theta(n-1)} \quad (n=0, 1, 2, \dots)$$

Der bedingte Erwartungswert der Wegehäufigkeit ist somit durch

$$(4.18) \quad E(Y|N=n) = n(1 + e^{-\theta(n-1)})$$

für $n=0, 1, 2, \dots$ gegeben. Wegen der Gleichheit der bedingten Varianzen von Y und K (vgl. (3.12b)) stellt (4.12) auch eine Abschätzung von $\text{var}(Y|N=n)$ nach oben dar.

Für die statistische Schätzung des Parameters θ des Verkettungsmodells (4.17) stehen mehrere Verfahren zur Verfügung²¹⁾. Besonders einfach für praktische Kalibrierungsarbeiten ist der Kleinste-Quadrate-Schätzwert

$$(4.19) \quad \hat{\theta} = - \frac{\sum ((n_i - 1) \ln(k_i/n_i))}{\sum (n_i - 1)^2}$$

wobei n_i und k_i die Aktivitätshäufigkeit bzw. die Zahl der Wegeketten der i -ten Person in der Stichprobe bezeichnet (nur Personen mit $n_i \geq 1$).

Tabelle 4.2 zeigt, daß das Verkettungsmodell (4.18) eine ausgezeichnete Abbildungsgenauigkeit besitzt und daß selbst der Maximalwert der bedingten Varianz von Y im Verhältnis zum bedingten Erwartungswert von Y sehr klein ist. Dies bedeutet, daß mit Hilfe des Modells eine sehr zuverlässige Prognose der Wegehäufigkeit bei gegebener Aktivitätshäufigkeit möglich ist.

20) Vgl. Hautzinger, H., Combined Modelling . . . , a.a.O.

21) Näheres siehe Hautzinger, H. und Kessel, P., Entwicklung . . . , a.a.O.

Tabelle 4.2: Empirische und theoretische Werte der mittleren täglichen Wegehäufigkeit als Funktion der Aktivitätenhäufigkeit

Aktivitätenhäufigkeit (n)	E(Y N = n)		var (Y N = n) (Maximalwert)	$\frac{\sqrt{\text{var}(Y N = n)}}{E(Y N = n)}$ (Maximalwert)
	empir.	theor. ¹⁾		
1	2,00	2,00	0	0
2	3,77	3,56	0,25	0,14
3	4,77	4,82	0,49	0,14
4	6,14	5,93	0,64	0,13
5	6,77	6,98	0,75	0,12
6	7,70	8,00	0,80	0,11

1) Theoretische Werte für $\theta = 0,236$.

4.4 Ein doppelt exponentielles Gesamtmodell der Wegehäufigkeit

Durch Einsetzen von (4.1) und (4.16) in (4.15) erhält man nach einigen Umformungen den gesuchten Erwartungswert der Wegehäufigkeit als Funktion der Bestimmungsfaktoren x_1, \dots, x_s des Aktivitätsmusters und deren Gewichte sowie des „Verkettungsparameters“ θ :

$$(4.20) \quad E(Y) = \mu [1 + e^{\mu(e^{-\theta} - 1)}]$$

wobei $\theta > 0$ und

$$(4.21) \quad \mu = \exp(\lambda_0 + \lambda_1 x_1 + \dots + \lambda_s x_s)$$

Wegen der funktionalen Form von (4.20) kann man von einem „doppelt exponentiellen“ Gesamtmodell der Wegehäufigkeit sprechen. Bei diesem Modell ist die erwartete Wegehäufigkeit $E(Y)$ ceteris paribus eine monoton wachsende Funktion der durch μ gemessenen „Aktivitätenneigung“ und eine monoton fallende Funktion des Parameters θ , der ein Maß für die Neigung zur Verkettung von Aktivitäten darstellt. Beide Eigenschaften entsprechen den a-priori-Erwartungen. Vgl. hierzu Tabelle 4.3.

Tabelle 4.3: Erwartungswert der Wegehäufigkeit für ausgewählte Werte von μ und θ

$\theta \backslash \mu$	1,80	1,90	2,00
0,20	3,10	3,25	3,39
0,25	3,01	3,15	3,28
0,30	2,93	3,06	3,19

Bei den hier verwendeten Stichprobendaten ergab sich als Schätzwert für μ der Wert $\hat{\mu} = 1,85$ (Aktivitäten / Tag). Setzt man diesen Wert zusammen mit $\hat{\theta} = 0,236$ in (4.20) ein, so erhält man als Schätzwert für $E(Y)$ den Wert 3.10 Wege/Tag. Der empirische Mittelwert betrug 3,08 Wege, d. h. auch das Gesamtmodell weist eine überaus gute Anpassungsqualität auf.

Der Grad der Abhängigkeit der erwarteten Verkehrsnachfrage von der individuellen Aktivitätsneigung μ läßt sich durch die Elastizität η von $E(Y)$ in Bezug auf μ quantifizieren:

$$(4.22) \quad \eta = 1 + \frac{c \mu e^{-c\mu}}{1 + e^{-c\mu}}$$

wobei $c = \exp(-\theta) - 1$. Man kann zeigen, daß gilt

$$(4.23) \quad 0 < \eta < 1$$

falls $\theta > 0$. Die erwartete Verkehrsnachfrage ist also relativ unelastisch in bezug auf die Aktivitätsneigung. Für die verwendeten Stichprobendaten ergab sich $\eta = 0,84$, d. h. unter den gegebenen Bedingungen ($\mu = 1,85$ und $\theta = 0,236$) führt eine 1-prozentige Steigerung der mittleren Aktivitätsneigung nur zu einer 0,8-prozentigen Zunahme der mittleren Wegehäufigkeit. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bei steigender Aktivitätenhäufigkeit die Tendenz zur Verkettung von Aktivitäten wächst und somit die mittlere bedingte Rückkehrwahrscheinlichkeit sinkt.

Gemäß (4.2) ist die erwartete Aktivitätenhäufigkeit μ selbst eine Funktion $\mu = \phi(x_1, \dots, x_s)$ von gewissen Einflußfaktoren x_k ($k=1, \dots, s$). Man überlegt sich leicht, daß die Elastizität η_k der erwarteten Wegehäufigkeit $E(Y)$ in Bezug auf den Einflußfaktor x_k durch

$$(4.24) \quad \eta_k = \eta x_k \frac{\delta \phi}{\delta x_k} / \phi(x_1, \dots, x_s)$$

gegeben ist. Im Fall einer exponentiellen Form von ϕ gemäß (4.2a) vereinfacht sich (4.24) zu

$$(4.24a) \quad \eta_k = \eta \lambda_k x_k \quad (k=1, \dots, s)$$

Durch (4.20) und (4.21) ist eine einfache Darstellung der erwarteten Wegehäufigkeit als Funktion ihrer Bestimmungsfaktoren gegeben, die als Basis für Modellprognosen des Verkehrsaufkommens dienen kann. Man muß hierfür in einem ersten Schritt die Gesamtbevölkerung eines Planungsraums analog zur hier beschriebenen Segmentierung in homogene Gruppen zerlegen und innerhalb jeder Gruppe die wesentlichen Einflußfaktoren der Aktivitätenhäufigkeit ermitteln und deren Gewichte sowie den Verkettungsparameter θ statistisch schätzen. In einem zweiten Schritt kann dann die aggregierte Prognose des Verkehrsaufkommens nach dem beschriebenen Verfahren getrennt nach Bevölkerungsgruppen und Verkehrszonen erfolgen, sobald Prognosen oder Szenarien für die erklärenden Variablen des Modells vorliegen. Neben dem Verkehrsaufkommen insgesamt kann auf der Grundlage der Gleichungen (3.14a) und (3.17) auch das Aufkommen an wohnungsbezogenen und nicht wohnungsbezogenen Fahrten und Fußwegen im Rahmen eines konsistenten Modellansatzes prognostiziert werden.

5. Ausblick

Die vorausgegangenen Ausführungen haben gezeigt, daß aktivitätenbezogene Verkehrserzeugungsmodelle, obwohl sie eine ganz neue Entwicklung darstellen, bereits jetzt als vollwertige Alternativen zu herkömmlichen Modellen der Verkehrserzeugung angesehen werden können. Ihre wesentlichen Vorzüge gegenüber den bisherigen Ansätzen sind

- eine umfassende theoretische Fundierung, die von dem Grundsatz ausgeht, daß Verkehrsnachfrage nur im Kontext der Aktivitätennachfrage befriedigend erklärt werden kann,
- die empirische Validität dieses Modelltyps,
- die Möglichkeit einer weitgehend unverfälschten Quantifizierung des Einflusses der verschiedenen Bestimmungsfaktoren der Aktivitäten- und Verkehrsnachfrage,
- die Einfachheit der Modellkalibrierung und der Modellanwendung zu Prognosezwecken,
- die Prognose des Verkehrsaufkommens getrennt nach wohnungsbezogenen und nicht wohnungsbezogenen Fahrten und Fußwegen im Rahmen eines konsistenten Modells,
- die Möglichkeit weiterer Verfeinerungen und Verallgemeinerungen des Modells.

Der vorliegende Beitrag hätte dann sein Ziel erreicht, wenn er das Interesse an aktivitätenbezogenen Verkehrserzeugungsmodellen als einem neuartigen Instrument der Verkehrsplanung wecken und Weiterentwicklungen dieses Verkehrsprognosekonzepts stimulieren würde.

Summary

In the field of empirical traffic research, there is nearly general agreement on the fact that the traffic behavior of individuals can only be reasonably well explained by means of individual patterns of activities. For the first time, an attempt is made on this paper to work out a model of the individual demand for a change of place which is explicitly based on a model of the demand for activities. Based on a survey of the available empirical knowledge of the frequency of activities and the frequency of moving from one place to the next, at first a general description of activity-related traffic generation models is given. In this connection, it is also demonstrated how a model of the frequency of individual activities can be combined with a model illustrating the process of linking activities outside the home in order that an instrument to forecast trip frequency and the frequency of making trips on foot may be obtained. After that, a special activity-related traffic generation model is presented which is the result from a Poisson model of the frequency of activities and a negatively exponential correlation model. First application examples illustrate the various advantages of this novel concept of forecasting the traffic of people in comparison to conventional model concepts.

Résumé

Dans le domaine de la recherche empirique concernant la circulation, on trouve entretemps l'avis en majorité unanime que le comportement des individus ne s'explique d'une manière logique que par un modèle d'activités individuel. Dans le cadre de cet exposé, il est essayé pour la première fois de baser un modèle de besoin de changement de lieu individuel sur un modèle d'activités. Se basant sur un résumé des résultats empiriques disponibles concernant la fréquence d'activités et le nombre de trajets parcourus, une caractérisation générale des modèles de circulation se référant aux activités est donnée. Il est ainsi montré comment un modèle de fréquence d'activités individuelle est combiné avec un modèle qui représente le processus d'enchaînement d'activités en dehors de la maison dans le but d'obtenir un instrument de prévision pour la fréquence de trajets parcourus avec un véhicule et à pied. Est ensuite présenté un modèle créant une circulation reliée aux activités qui résulte d'un modèle Poisson de fréquence d'activités et un modèle d'enchaînement exponentiel négatif. De premiers exemples d'application illustrent les avantages multiples de ce nouveau concept de prévision de trafic par rapport aux modèles conventionnels.

Richtlinien für ökonomische Systemanalysen?

VON ERHARD MOOSMAYER, BONN

Solange Knappheit an Sach- und Dienstleistungen zur Befriedigung elementarer Bedürfnisse herrscht, fällt es nicht schwer, den erforderlichen Umfang und die erforderliche Art der Produktion zu erkennen. Mit steigendem Wohlstand erfährt aber der Bedarf eine erhebliche Differenzierung. Hohe Einkommen erweitern jedoch nicht nur den Spielraum für Käufe, sondern auch jene für die Wahl des Wohn-, Erwerbs- und Erholungsorts. Deshalb beschleunigt sich der Wandel sektoraler Wirtschaftsstrukturen ebenso wie die Änderung von Besiedlungsformen. Verlangsamt sich zugleich das gesamtwirtschaftliche Wachstum auch unabhängig von konjunkturellen Schwankungen, etwa weil die Sparquote sinkt und/oder sich die marginale Kapitalproduktivität verringert und/oder sich technische Innovationen verzögern und/oder Roh- und Hilfsstoffquellen versiegen und/oder die Belastbarkeit der Umwelt abnimmt, verschärft sich die Gefahr von Fehlinvestitionen weiter. Davon bleibt sogar die öffentliche Hand nicht verschont, obwohl sich die private Nachfrage immer stärker auf solche Leistungen richtet, die der Staat anbieten muß, weil sie jenseits einer Bereitschaft zu Vergütungen zur Verfügung stehen.

So nimmt es nicht wunder, daß sich gegen Ende der sechziger Jahre in den Gebietskörperschaften Bemühungen verstärkten, politische Entscheidungen wissenschaftlich vorzubereiten. Dazu gehören nicht zuletzt neue Maßstäbe für die Planung von Straßen¹⁾.

Erschien es früher als ausreichend, den Bedarf an Netzergänzungen und -verdichtungen im wesentlichen an Vergleichen zwischen Kapazitäten und prognostizierten Belastungen zu messen, so kam es nunmehr darauf an, Methoden der klassischen Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Investitionen weiterzuentwickeln und auf außerverkehrliche Wirkungsarten auszudehnen²⁾.

Die für die Ermittlung des Bedarfs an verkehrlicher Infrastruktur gewonnenen Erkenntnisse dürfen nicht auf die Planung überregionaler Verkehrswege beschränkt bleiben. Vielmehr erscheint es als erwünscht, sie so aufzubereiten, daß sie sich auch auf die Durchführung von Projekten, also auf die Bestimmung der Linien, auf die Überprüfung der Vereinbarkeit mit raumordnungspolitischen Anforderungen und auf die Genehmigung der erwogenen Maßnahmen, sowie auf die Verkehrswegeplanung anderer Gebietskörperschaften anwenden lassen.

Anschrift des Verfassers:

Regierungsdirektor Dr. Erhard Moosmayer
Bundesministerium für Verkehr
Kennedyallee 72
5300 Bonn 2

- 1) Huber, H. J. und Keller, H. J., Rechtfertigung von Straßenplanungen, in: Straße und Autobahn, Heft 11/1980, S. 491 – 498.
- 2) Schussmann, K., Die Paretianische Kosten-Nutzen-Analyse (= Münchener Universitäts-Schriften, Reihe der Staatswirtschaftlichen Fakultät, Band 3), Kallmünz 1973.

Seit mehreren Jahren befaßt sich ein Ausschuß aus Experten der Gebietskörperschaften sowie aus Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaftlern damit, entsprechende Richtlinien für Wirtschaftlichkeitsberechnungen zur Anlage von Straßen (RAS-W) zu entwickeln. Inzwischen liegt ein erster Entwurf vor. Er liefert Quantifizierungs- und Bewertungsregeln für die Ziele der Beförderungsverbilligung, der Reisezeitverkürzung, der Sicherheitsverbesserung sowie der Umweltentlastung von Lärm und Schmutz³⁾.

Grundsätzliche Zweifel an der aktuellen und künftigen Bedeutung der neuen RAS-W lassen sich unschwer zerstreuen: Das gesamtwirtschaftliche Wachstum verlangsamt sich zwar, bewahrt sich aber genügend Schwung, der nur als bedroht gelten muß, wenn die unselige Verwechslung zwischen nachfragebedingter Konjunktur und angebotsbedingtem Wachstumspotential nicht endlich aufhört; selbst bei verlangsamttem Wirtschaftswachstum schwillt der Personenverkehr deutlich und der Güterverkehr schwach überproportional an; sogar bei stagnierender oder gar rückläufiger Belastung der Verkehrswege eröffnen sich noch viele Möglichkeiten, der Volkswirtschaft mit verkehrsinfrastrukturellen Ausbauten Nettovorteilen zu beschern; die den Kraftwagen und das Flugzeug begünstigende Entwicklung der Siedlungs- und der Produktionsstruktur überkompensiert die Folgen einer sich möglicherweise fortsetzenden Realverteuerung von Energie für die Aufteilung der Verkehrsnachfrage; ökonomischer Systemanalysen bedürfen nicht nur Projekte zur Deckung des Erweiterungsbedarfs, sondern außerdem Varianten der praktischen Trassierung und darüber hinaus erwogene Maßnahmen zur Erneuerung von Verkehrswegen (Ersatzinvestitionen).

Schwerer wiegt schon ein Bedauern darüber, daß in dem vorliegenden RAS-W-Entwurf neben nichtautomatisierten Verfahren zur Erzeugung, Verflechtung, Aufteilung, Umlegung und Vorausschätzung der Verkehrsnachfrage wichtige Zielbereiche wie die Überwindung von konjunkturneutraler Unterbeschäftigung, die gerechte Wohlstandsverteilung auf Personengruppen und Regionen sowie die Schonung von Natur und Landschaft fehlen. Das Erfordernis, solche Lücken so bald wie möglich zu schließen, schmälert indessen den Rang der bereits angebotenen Anleitungen keineswegs.

Beachtung verdient allerdings, daß sich deren Geltungsbereich zunächst auf außerörtliche Verkehrsverhältnisse beschränkt. Gleichwohl bleibt zu prüfen, inwieweit sie auch dazu beizutragen vermögen, innerörtliche Verkehrsaufgaben zu beurteilen.

Ein dafür geeignetes Beispiel bildet die Beseitigung niveaugleicher Bahnübergänge. Methodisch spielt dabei keine Rolle, ob dies durch Untertunnelung oder durch Überbrückung geschieht. Realistischerweise bietet es sich jedoch an, den Fall durch die Annahme abzurufen, daß eine bestimmte Zeit nach der Inbetriebnahme des Projekts für den Kraftfahrzeugdurchgangsverkehr eine Ortsumgehung zur Verfügung steht. Unterbrechungen des Verkehrsflusses durch Schließungen von Eisenbahnschranken (S) steigern den Bedarf an gewerblicher Fahrzeugkapazität und an gewerblichem Fahrpersonal, verteuern den ge-

3) Vgl. auch Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH (IABG), PROGNOSE AG, KOCKS KG, Heusch-Boesefeldt GmbH und PLANCO Consulting GmbH, Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Verkehrsweginvestitionen - Bewertungsverfahren im Rahmen der Aufstellung des Bundesverkehrsweegeplanes '80 - (= Schriftenreihe des Bundesministers für Verkehr, Heft 59), Bonn 1980.

schwindigkeitsabhängigen Fahrzeugbetrieb und verlangsamen Personenfahrten. Außerdem ereignen sich auf niveaugleichen Bahnübergängen Unfälle mit Personen- und Sachschäden. Schließlich bedürfen niveaugleiche Bahnübergänge einer periodischen Instandhaltung und einer personalintensiven Aufsicht. Sofern Anlagen zur Beseitigung niveaugleicher Bahnkreuzungen gleichartige, aber ungleich hohe Aufwendungen verursachen, eignen sie sich dazu, positive oder negative Nutzen zu stiften. Dies kann also in den Bereichen der Fahrzeugvorhaltung (NV), des betrieblichen Fahrpersonaleinsatzes (NBP), des materialen Fahrzeugbetriebs (NBM), der Erreichbarkeit von Fahrtzielen (NE), der Verkehrssicherheit (NS), der Wartung von Wegen (NW) und der personalen Kreuzungswartung (NP) geschehen. Bezeichnet ferner I die aktualisierten Investitionsausgaben, B den Barwert- und D den Diskontierungsfaktor sowie n die Betriebsdauer des Projekts, a die projektrelevante Betriebsdauer der entlastenden Ortsumgehung und u den Anteil des umgeleiteten Kraftfahrzeugverkehrs, lautet das Entscheidungskriterium $R = S \times (((NV + NBP + NBM + NE) + NS) \times (Bn - a + (1 - u) \times Dn - a \times Ba) + NW \times Bn + NP \times n) / I$.

Für die Ermittlung der einzelnen Terme möge q den dezimalen Anteil der schließungs-betroffenen Kraftfahrzeuge, ts die Dauer der Schließung in Minuten, ld die Länge der Durchfahrt in Metern, vV die Fahrgeschwindigkeit im Vergleichs- und vP jene im Planungsfall, e die schließungsbedingte Zeiteinbuße pro Kraftfahrzeug, Q die stündliche Verkehrsstärke auf der gesamten Fahrbahn, T die Zahl der jährlichen Betriebstage, Ap den Anteil der Personenkraftwagen, Al jenen der Lastkraftwagen und Az jenen der Lastzüge am Strom der Kraftfahrzeuge, khp die stündlichen Personalkosten des Personenverkehrs, kmp die leistungsbezogenen Materialkosten des Personenkraftwagens, kml jene des Lastkraftwagens und kmz jene des Lastzugs, kpl die zeitabhängigen Personalkosten des Lastkraftwagens und kpz jene des Lastzugs, kmL die zeitabhängigen Materialkosten des Lastkraftwagens mit kmz jene des Lastzugs, g die Zahl der jährlich unfallbedingt an einer Schranke getöteten und b jene der blessierten Personen, kg und kb die entsprechenden Kosten, Zm einen Zuschlag zur Berücksichtigung der unfallbedingten Sachschäden, UkRj die Unfallkostenrate des Straßentyps j, kW periodische Wegekosten und Ai den Anteil der Instandhaltungskosten an den Investitionsausgaben sowie E die Zahl der Erwerbstätigen pro Bahnkreuzung und kE das durchschnittliche Einkommen pro Jahr bedeuten.

Dann gilt

$$NV = q \times Q \times T \times e \times (Al \times kml + Az \times kmz) \times (1:3) \times (1:1 + 2:3 + 1:3)$$

$$NBP = q \times Q \times T \times e \times (Al \times kpl + Az \times kpz) \times (1:3) \times (1:1 + 2:3 + 1:3)$$

$$NBM = q \times Q \times T \times 10^{-5} \times (((ld : y) \times \sum_c^y k_{c,mp} - ld \times kvP) \times Ap$$

$$+ 10^{-5} \times ((ld : y) \times \sum_c^y k_{c,ml} - ld \times kvP) \times Al$$

$$+ 10^{-5} \times (ld : y) \times \sum_c^y k_{c,mz} - ld \times kvP) \times Az$$

$$\begin{aligned} NE &= q \times Q \times T \times A_p \times e \times k_{hp} \times (1:3) \times (1:1 + 2:3 + 1:3) \\ NS &= (g \times k_g + b \times k_b) \times (1 + Z_m) + U_k R_j \times Q \times A_p \times 24 \times T \times l_d \\ &\quad \times 10^{-3} - U_k R_j \times Q \times A_p \times 24 \times T \times l_d \times 10^{-3} \\ NW &= k_{WV} - A_i \times I \\ NP &= (24 : 8) \times 1,5 \times E \times k_E \\ q &= ((ts + (ld \times 10^{-3}) : vV) \times 60) : 60 \\ e &= (ts : 60 + (ld \times 10^{-3}) : (vV - vP)) \text{ Stunden.} \end{aligned}$$

Es dürfte sich empfehlen, diesen Vorschlag für ökonomische Systemanalysen von Projekten zur Beseitigung niveaugleicher Bahnkreuzungen an einem fiktiven Beispiel zu veranschaulichen.

Abkürzungen

a_1	=	Parameter
a_2	=	Parameter
a_3	=	Parameter
a_4	=	Parameter
a_5	=	Parameter
a_6	=	Parameter
a_7	=	Parameter
a_8	=	Parameter
DTV	=	durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge
exp	=	Exponent der Basis von natürlichen Logarithmen
Fz	=	Fahrzeuge
Fzkm	=	Fahrzeugkilometer
w	=	Konstante
h	=	Stunde
K	=	Betriebskosten je 100 km
KNA	=	Kosten-Nutzen-Analyse
Lkw	=	Lastkraftwagen
Lz	=	Lastzüge
m	=	Meter
min	=	Minute
NE	=	Verbesserung der Erreichbarkeit
NV	=	Fahrzeughaltekosten
NBP, NBM	=	Betriebsführungskosten
NS	=	Beiträge zur Verkehrssicherheit
Pkw	=	Personenkraftwagen
Q	=	tägliche Verkehrsbelastung auf der querenden Straße
R_1	=	Rentabilität bei einer Betriebsdauer von 45 Jahren
R_2	=	Rentabilität bei einer Betriebsdauer von 25 Jahren
S	=	Zahl der täglichen Schließungen
KW	=	Instandhaltungskosten der Wege
s	=	Streckenlänge

T	=	Tage
UP	=	Unfall mit Personenschaden
V	=	oder („Vereinigungsmenge“)
v	=	Geschwindigkeit
Z	=	Lastzug
Zs	=	Zuschlag zur Berücksichtigung von Sachschäden

1. Typ

Zweispurig, plangleich, innerorts, ohne Seitenstreifen, allgemeiner Verkehr: 12

2. Verkehrsstärke (pro Stunde und Fahrbahn bei einer DTV von 12 000 Fz unter Nivellierung der Belastungsverteilung auf mehrere Stundengruppen an normalen und an urlaubsbeeinflussten Werktagen sowie an Wochenenden) werktags 500 Fahrzeuge, sonntags 495 Fahrzeuge

3. Werk tägliche Fahrzeugmischung

a) Personenkraftwagen	=	78,6 %
b) Lastkraftwagen	=	9,9 %
c) Lastzüge	=	1,5 %
d) Kraft- und Fahrräder	=	9,1 %
e) Omnibusse	=	0,9 %

4. Tägliche Schließungen

135 Züge pro Tag und Richtung
auf zweigleisigen Strecken also 270 Züge pro Tag
Schließungen zur Hälfte bei Begegnungen, sonst bei Einzelfahrten
daher: $135 + 135/2$ Schließungen = 203 Schließungen pro Tag,
oder 8 Schließungen pro Stunde
durchschnittliche Dauer der Schließung: 3 Minuten

5. Länge des Übergangs (mit Brems- und Anfahrtstrecke): 150 m

6. Geschwindigkeiten

a) ohne Schließung 40 km/h
b) mit Schließung $(40:2) \times (1+40) : 40 = 20,5$ km/h
durchschnittlicher Zeitverlust
 $((150:1000):20,5 - (150:1000):40) \times 60 \text{ min} + 3 \text{ min} = 3,2140 \text{ min}$

7. Dauer der Durchfahrt

$3 \text{ min} + (150 : 1000 \text{ km}) \times 60 \text{ min} : 20,5 \text{ km} = 3,439 \text{ min}$

8. Besetzung

$(1,4 \text{ Personen/Pkw}) \times \frac{1}{3} + (1,7 \text{ Personen/Pkw}) \times \frac{2}{3} = 1,6 \text{ Personen Pkw}$

9. jährliche Ersparnisse (pro täglicher Sperrung)

9.1 Fahrzeugvorhaltung NV

$500 \text{ F} \times 3,439 \text{ min} : 60 \text{ min} \times (365 - 52) \text{ T} \times 3,2140 \text{ min} : 60 \text{ min}$
 $\times (0,099 \times 2,83 \text{ DM} + 0,015 \times 7,71 \text{ DM}) \times ((1:3) \times (1,0 + 2:3 + 1:3))$
 $= 127 \text{ DM}$

9.2 Fahrzeugbetrieb

9.2.1 personal NBP

500 F x 3,439 min : 60 min x (365 - 52) T x 3,2140 min: 60 min x
 x ((0,099 + 0,009) x 12,30 DM + 0,015 x 19,00 DM) x
 x ((1:3) x (1,0 + 2:3 + 1:3)) = 517 DM

9.2.2 sächlich NBM

$(10^{-5} \times 18,75 \text{ m} \times (K_{5}^{\text{Pkw}} + K_{10}^{\text{Pkw}} + K_{15}^{\text{Pkw}} + K_{20}^{\text{Pkw}} + K_{25}^{\text{Pkw}} + K_{30}^{\text{Pkw}} + K_{35}^{\text{Pkw}} + K_{40}^{\text{Pkw}}) - 10^{-5} \times 150 \text{ m} \times K_{40}^{\text{Pkw}}) \times (500 \text{ F} \times (365 - 52) \text{ T} \times 0,786 + 495 \text{ Pkw} \times 52 \text{ T}) \times 3,439 \text{ min} : 60 \text{ min}$
 $+ (10^{-5} \times 18,75 \text{ m} \times (K_{5}^{\text{Lkw}} + K_{10}^{\text{Lkw}} + K_{15}^{\text{Lkw}} + K_{20}^{\text{Lkw}} + K_{25}^{\text{Lkw}} + K_{30}^{\text{Lkw}} + K_{35}^{\text{Lkw}} + K_{40}^{\text{Lkw}}) - 10^{-5} \times 150 \text{ m} \times K_{40}^{\text{Lkw}}) \times 500 \text{ F} \times 3,439 \text{ min} : 60 \text{ min} \times (365 - 52) \text{ T} \times 0,099$
 $+ (10^{-5} \times 18,75 \text{ m} \times (K_{5}^{\text{Lz}} + K_{10}^{\text{Lz}} + K_{15}^{\text{Lz}} + K_{20}^{\text{Lz}} + K_{25}^{\text{Lz}} + K_{30}^{\text{Lz}} + K_{35}^{\text{Lz}} + K_{40}^{\text{Lz}}) - 10^{-5} \times 150 \text{ m} \times K_{40}^{\text{Lz}}) \times 500 \text{ Fz} \times 3,439 \text{ min} : 60 \text{ min} \times (365 - 52) \text{ T} \times 0,015$
 $= (10^{-5} \times 18,75 \text{ m} \times (22,12 + 18,55 + 17,16 + 16,40 + 15,92 + 15,59 + 15,35 + 15,18) \text{ DM}$
 $- 10^{-5} \times 150 \text{ m} \times 15,18 \text{ DM}) \times 8.526 \text{ Pkw}$
 $+ (10^{-5} \times 18,75 \text{ m} \times (44,48 + 31,58 + 27,30 + 25,18 + 23,94 + 23,14 + 22,58 + 22,23) \text{ DM} - 10^{-5} \times 150 \text{ m} \times 22,23 \text{ DM})$
 $\times 888 \text{ Lkw}$
 $+ (10^{-5} \times 18,75 \text{ m} \times (89,82 + 65,25 + 57,09 + 53,04 + 50,65 + 49,11 + 48,06 + 47,33) \text{ DM} - 10^{-5} \times 150 \text{ m} \times 47,33 \text{ DM})$
 $\times 135 \text{ Lz} = 24 \text{ DM} + 7 \text{ DM} + 2 \text{ DM} = 33 \text{ DM}$
 mit K (pro 100 km) = $w + ((a_1 : v^{a_2}) - a_3 + a_4 \times \exp a_5 \times v) \times \exp (a_6 - (v - a_7)^2 : a_8) \times ((1,5 + s) : 100)$

und $w^{\text{Pkw}} = 12,48$; $w^{\text{Lkw}} = 17,71$; $w^{\text{Lz}} = 37,70$

$$\begin{array}{lll} a_1^{\text{Pkw}} = 32,3; & a_1^{\text{Lkw}} = 165; & a_1^{\text{Lz}} = 440 \\ a_2^{\text{Pkw}} = 0,7; & a_2^{\text{Lkw}} = 1; & a_2^{\text{Lz}} = 1 \\ a_3^{\text{Pkw}} = 0; & a_3^{\text{Lkw}} = 0; & a_3^{\text{Lz}} = 2,569 \\ a_4^{\text{Pkw}} = 0,177; & a_4^{\text{Lkw}} = 0,152; & a_4^{\text{Lz}} = 0,946 \end{array}$$

$$a_5^{\text{Pkw}} = 0,0198; \quad a_5^{\text{Lkw}} = 0,0374; \quad a_5^{\text{Lz}} = 0,0243$$

$$a_6^{\text{Pkw}} = 9,7; \quad a_6^{\text{Lkw}} = 16,3; \quad a_6^{\text{Lz}} = 34,5$$

$$a_7^{\text{Pkw}} = 120; \quad a_7^{\text{Lkw}} = 80; \quad a_7^{\text{Lz}} = 75$$

$$a_8^{\text{Pkw}} = 1.950; \quad a_8^{\text{Lkw}} = 392; \quad a_8^{\text{Lz}} = 145$$

$$s = 0 \text{ V } 1 \text{ V } 2,5 \text{ V } 4$$

9.3 Erreichbarkeitsverhältnisse NE

500 F : 60 min x 3,439 min x 365 T (0,786 x 1,6 P + 0,091 + 0,009 x 30 P) x 3,214 min : 60 min x 10 DM x ((1:3) x (1,0 + 2:3 + 1:3)) = 6.046 DM.
 (Zum Schwellenwert verdient Beachtung, daß der Zeitgewinn pro Fzkm 3,214 min x 60 sec. : (150 : 1.000) km = 1.285,6 sec. beträgt).

9.4 Verkehrssicherheit NS

monetäre Unfallrate je Fzkm bei leicht überdurchschnittlicher Qualität des Straßentyps Nr. 11:0,1778 DM

jährliche Fahrleistungen auf dem Bahnübergang 500 Fz x 24 h x 365 T x 150 x 10⁻³ km = 657.000 Fzkm

Unfallkosten im Planungsfall 657.000 Fzkm x 0,1778 DM = 116.815 DM

Unfälle mit Kraftfahrzeugen je Bahnübergang:

- a) Getötete pro UP = 0,385
 b) Verletzte pro UP = 1,337
 c) Zahl der Getöteten = 118 : 27.454 = 0,0043
 d) Zahl der Verletzten = 340 : 27.454 = 0,0155

Annahme: nur Schwerverletzte

Unfallkostenzahlen im Vergleichsfall

116.815 DM + (7 x 10⁵ DM x 0,0043 + 75 x 10³ DM x 0,0155)

x (1 + 2,02 Z_c) = 129.415 DM

Jährliche Nutzen 129.415 DM - 116.815 DM = 12.600 DM

9.5 Bedienungspersonal: 5 Beschäftigte a 35.000 DM = 175.000 DM

9.6 Instandhaltungskosten der Wege NW

Vergleichsfall = 10.207 DM

Planungsfall = 0,0016 x 5 x 10⁶ DM x 1,0175 = 8.140 DM

10. Aktualisierungsfaktoren

10.1 Barwert der Nutzen

10.1.1 Fünfundvierzigjährige Betriebsdauer

10.1.1.1 Belastungsabhängigkeit

$(1,035^5 - 1) : (0,035 \times 1,035^5) + ((1:3) \times (1,035^{40} - 1) : (0,035 \times 1,035^{40})) \times 1,035^{-5} = 10,5085$

10.1.1.2 Belastungsunabhängigkeit

$(1,035^{45} - 1) : (0,035 \times 1,035^{45}) = 22,4955$

10.1.2 Fünfundzwanzigjährige Betriebsdauer

10.1.2.1 Belastungsabhängigkeit

$$(1,035^5 - 1) : (0,035 \times 1,035^5) + ((1:3) \times (1,035^{20} - 1) : (0,035 \times 1,035^{20})) \times 1,035^{-5} = 8,50385$$

10.1.2.2 Belastungsunabhängigkeit

$$(1,035^{25} - 1) : (0,035 \times 1,035^{25}) = 16,4815$$

10.2 Endwert der Kosten

$$(1:2) \times (1,035^2 - 1) : 0,035 = 1,0175$$

11. Entscheidungskriterium (bei 20 täglichen Schließungen)

$$R_1 = \frac{(20 \times (127 + 517 + 33 + 6.046) + 12.600) \times 10,51 + (10.207 - 8.140) \times 22,496 + 175.000 \times 45}{1,0175 \times 5 \times 10^6} = 1,861$$

$$R_2 = \frac{(20 \times (127 + 517 + 33 + 6.046) + 12.600) \times 8,50 + (10.207 - 8.140) \times 16,48 + 175.000 \times 25}{1,0175 \times 5 \times 10^6} = 1,112$$

12. Abhängigkeit des Entscheidungskriteriums von der Zahl der täglichen Schließungen S mit der täglichen Verkehrsbelastung auf der querenden Straße Q

$$R_1 = Q \times (2,7778 \times 10^{-5} \times S + 5,2059 \times 10^{-5}) + 1,5571$$

$$R_2 = Q \times (2,2465 \times 10^{-5} \times S + 4,2103 \times 10^{-5}) + 0,8666$$

Dieses Ergebnis aus einer überschlägigen Bewertung eines fiktiven Falls zeigt, daß es sich gesamtwirtschaftlich durchaus lohnen kann, höhengleiche Bahnübergänge zu beseitigen, selbst wenn nach fünf Jahren eine Ortsumgehung zur Verfügung stehen soll, die die innerörtliche Straßenbelastung vermindert. Die gesamtwirtschaftliche Rentabilität hängt außer von den Baukosten vor allem von der Betriebsdauer der Investition, der Stärke des Straßenverkehrs und der Häufigkeit der Schrankenschließungen ab. Beachtung verdient darüber hinaus, daß die gesamtwirtschaftliche Rentabilität um so höher (niedriger) ausfällt, je später (früher) die Verwirklichung der Ortsumgehung im Vergleich zur Beseitigung des höhengleichen Bahnübergangs erfolgt.

Wie das Beispiel eines fiktiven Falles erkennen läßt, eignet sich bereits die vorliegende Fassung der RAS-W durchaus dazu, auch zur Bewertung solcher Projekte beizutragen, die innerörtliche Verkehrsverhältnisse verbessern sollen. Allerdings setzt dies sowohl methodische als auch informationsspezifische Ergänzungen voraus. So kommt die durchgeführte Systemanalyse nicht ohne ein wenigstens rudimentäres Warteschlangenmodell⁴⁾ aus. Darüber hinaus mögen Zweifel daran entstehen, ob nicht ein Teil des von Schrankenschließung betroffenen Kraftfahrzeugstroms Umwegen vor dem Zwang zur Fahrtunterbrechung den Vorzug gibt. Dazu aber bedarf es einer wirklichkeitsnahen Routensuche, die innerörtlichen Besonderheiten gebührende Beachtung schenkt. Ferner spielt offenbar der Einsatz von Arbeitskräften für den Betrieb niveaugleicher Bahnkreuzungen eine

4) Zimmermann, W., Planungsrechnung und Entscheidungstechnik – Operations Research Verfahren –, Braunschweig 1977, S. 136 – 155; Richter, K. J., Fischer, P. und Schneider, H., Statistische Methoden für Verkehrsuntersuchungen, Berlin (Ost) 1974, S. 318 – 322.

größere Rolle als bei anderen Verkehrswegeanlagen. Schließlich muß als anfechtbar gelten, daß Daten über das durchschnittliche Unfallgeschehen an Bahnübergängen und straßentypspezifische Unfallkostenraten genügen, um den projektbedingten Sicherheitsnutzen zu ermitteln.

Die Existenz eines RAS-W-Entwurfs darf also schon aus derartigen Gründen nicht dazu verführen, in den Bemühungen um Fortschritte in der wissenschaftlichen Vorbereitung von politischen Investitionsentscheidungen zu erlahmen.

Summary

The author explains the circumstances which led to the integrated planning of projects in order to improve the road network for supra-regional traffic. He points out that the forecast and evaluation methods need to be applied from now on not only to the determination of the demand for traffic infrastructure but also to the determination of traffic routes, the checking whether routes fit in with regional policy requirements, and the approval of the investment measures planned. For that reason, a group of experts has been engaged for several years in the working out of regulations according to which the economy of projects can be assessed for all types of roads. In the meantime, regulations of this nature have become available for rural projects. This raises the question of the extent to which they can also be applied to assessing urban road projects. In the paper, an attempt is made at applying these regulations to the assessment of projects to remove level crossings. In general, it was found that the economy of the required overpass and underpass structures depends predominantly on the volume of car traffic profiting from such projects and on the frequency of closing level crossing barriers if the projects were not to be carried out.

Résumé

L'auteur explique les circonstances qui ont entraîné une planification intégrée de projets afin d'améliorer le réseau de routes pour le trafic suprarégional. Il souligne qu'il importe de ne pas seulement employer les méthodes de prévision et d'évaluation pour la détermination du besoin en infrastructure relative au trafic, mais également pour la recherche des lignes, le contrôle de la compatibilité des demandes de la part de l'aménagement du territoire et l'autorisation des mesures d'investissements en vue. C'est pourquoi, un group d'experts s'occupe depuis plusieurs années de formuler des règles adéquates pour calculer la rentabilité des projets pour tous les types de routes. Entretemps, de telles règles sont disponibles pour des projets ruraux. La question se pose, à savoir dans quelle mesure elles sont valables pour l'appréciation de projets de trafic urbain. Cet exposé montre l'essai d'appréciation de la suppression de passages à niveaux égaux à l'aide des règles mentionnées. En général, la rentabilité de passages supraterrrestres et souterrains dépend avant tout de l'importance du trafic de véhicules en profitant et de la fréquence dans laquelle les barrières du passage à niveau seraient fermées dans le cas de la réalisation de ces projets.

Die Illusion vom freiwilligen Verzicht auf den PKW

VON GOTTFRIED ILGMANN, HAMBURG

1. Überblick

Ende 1978 hat der Hamburger Verkehrsverbund (HVV) eine Repräsentativbefragung zum Verkehrsverhalten Hamburger Bürger durchgeführt. Interviewt wurde etwa 1 % der 800 000 Haushalte – ausgewählt nach dem gleichen Verfahren, das auch dem amtlichen Mikrozensus zugrundeliegt¹⁾. Die Befragung wurde von geschulten Interviewern durchgeführt, die auch für die regelmäßigen Erhebungen des Statistischen Landesamtes eingesetzt werden.

Das Verfahren des Mikrozensus mit erfahrenen Interviewern gilt unter Statistikern als besonders brauchbar²⁾. Für alle, die sich um den Verkehrsmarkt in Ballungsräumen bemühen, dürfte die HVV-Befragung deshalb von hohem Wert sein.

In einem Buch hat jetzt der für die Erhebung zuständige Leiter der Abteilung Marktforschung im HVV, *Manfred Morgben*, die Ergebnisse veröffentlicht³⁾.

Sie werden im folgenden Beitrag herangezogen, um einen Überblick über die Verkehrsleistungen im Stadtgebiet Hamburgs zu geben (Kapitel 2) und die Hintergründe für Mobilität und Verkehrsmittelwahl zu erklären (Kapitel 3). Verkehrspolitische Schlußfolgerungen aus der nunmehr verbesserten Kenntnis über das Verkehrsgeschehen in Hamburg werden in Kapitel 4 gezogen. Die wesentlichste: Der freiwillige Verzicht auf den PKW zugunsten des ÖPNV kann als Illusion abgetan werden.

Eingeweihten mag diese Schlußfolgerung bislang gehegte „begründeten Vermutungen“ oder eigene Untersuchungsergebnisse bestätigen. Verblüffend dürfte jedoch die Härte der Bestätigung sein: In Deutschlands größtem und ältestem Verkehrsverbund – gepriesen wegen seines angeblich attraktiven ÖPNV-Angebots und viele Jahre Vorbild für Zusammenschlüsse in anderen Ballungsräumen – fährt nur eine verschwindend kleine Minderheit freiwillig Bus und Bahn.

Anschrift des Verfassers:

Dr.-Ing. Gottfried Ilgmann
c/o Mummert + Partner Unternehmensberatung
Oehleckerring 28 – 30
2000 Hamburg 62

- 1) Vgl. *Nourney, M.*, Stichprobenplan des Mikrozensus ab 1972, in: *Wirtschaft und Statistik*, Heft 11, Wiesbaden 1973, Seite 631 ff.
- 2) Vgl. hierzu z. B. *von der Lippe, P. M.*, *Wirtschaftsstatistik*, 2. Aufl., Stuttgart/New York 1977, S. 42 sowie *Anderson, O., Popp, W. u. a.*, *Grundlagen der Statistik*, Berlin/Heidelberg/New York 1978, S. 30.
- 3) *Morgben, M.*, *Mobilität und Verkehrsmittelwahl der Hamburger* (= Schriften zur Betriebswirtschaftslehre des Verkehrs), Berlin 1982.

2. Verkehrsleistungen

Der Verkehr im Hamburger Stadtgebiet kann wie folgt zergliedert werden:

1. Personenfahrten der Hamburger Bevölkerung (Binnenverkehr innerhalb des Stadtgebietes und grenzüberschreitender Quellverkehr aus dem Stadtgebiet ins Umland).
2. Personenfahrten der Umlandbevölkerung (Zielverkehr von Umlandbewohnern in das Stadtgebiet zuzüglich einiger Binnenverkehrsfahrten innerhalb der Stadt).
3. Personenfahrten durch das Hamburger Stadtgebiet (Durchgangsverkehr, in aller Regel verursacht durch Fernverkehr, in einigen Fällen auch durch Fahrtbeziehungen zwischen nichtbenachbarten Umlandgemeinden, wie z. B. zwischen Norderstedt und Maschen).
4. Wirtschaftsverkehr⁴⁾ (Binnen-, Ziel- und Quellverkehr).

Gegenstand der HVV-Haushaltsbefragung ist der unter Punkt 1 genannte Personenverkehr der Hamburger Bevölkerung. Zu 97 % besteht er aus Fahrten mit Quelle und Ziel im Stadtgebiet. Nur in 3 % aller Fälle wird die Stadtgrenze in Richtung Umland überschritten. Bild 1 zeigt die Verkehrsmittelwahl der Hamburger Wohnbevölkerung. Bezogen auf die Fahrten überwiegt geringfügig der PKW-Verkehr vor dem ÖPNV. Der Fahrradverkehr fällt mit rd. 8 % stark ab und der Taxiverkehr ist quantitativ unbedeutend.

Bezogen auf die Verkehrsleistung – gemessen in Pers.-km – verstärkt sich das Übergewicht des PKW vor dem ÖPNV wegen der etwas größeren mittleren Reiseweiten von 7,5 km Luftlinie im PKW gegenüber 7,0 km im ÖPNV. Der Fahrradverkehr sinkt zur Bedeutungslosigkeit von rd. 2 % ab (mittlere Reiseweite knapp 2 km).

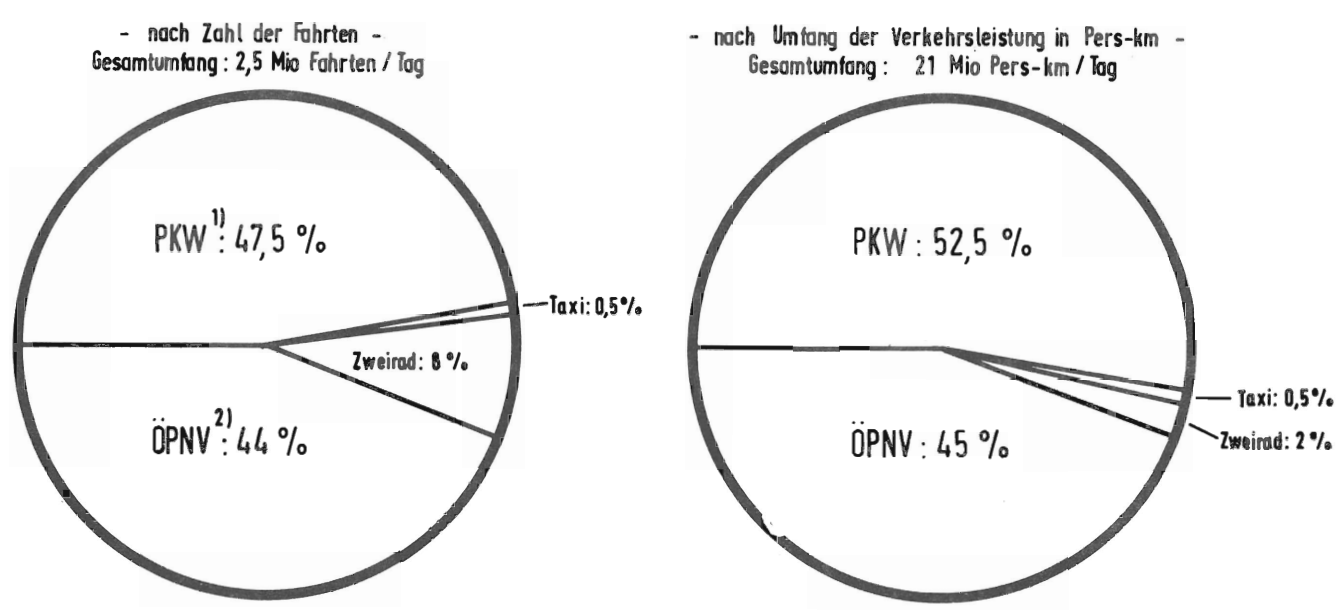
In Bild 2 werden die Angaben aus Bild 1 ergänzt um die Personenfahrten der Umlandbevölkerung in das Hamburger Stadtgebiet und wieder zurück⁵⁾. Bezogen auf die Verkehrsleistung zeigt sich das deutliche Übergewicht des PKW gegenüber dem ÖPNV (Verhältnis etwa 3 : 2).

Der Personenverkehr durch das Stadtgebiet hindurch ist für das Verkehrsgeschehen in Hamburg von untergeordneter Bedeutung. Er konzentriert sich im Schienen- und Straßenverkehr auf wenige Magistralen. Die Umgebung wird durch diese Hauptverkehrsbänder zwar stark beeinflusst, das Stadtgebiet insgesamt wird jedoch durch diesen Verkehr vergleichsweise wenig berührt.

Der Wirtschaftsverkehr im engeren Sinne beträgt nach Schätzungen der Hamburger Baubehörde zwischen 15 und 20 % des werktäglichen PKW-Verkehrs. Genaueres über seine lokale Verteilung (Konzentration auf wenige Hauptverkehrsstraßen und Gewerbegebiete) und die von ihm ausgehende Belastung (Umrechnung von Schwerlastern auf PKW-Einheiten) ist nicht bekannt.

- 4) Wirtschaftsverkehr im engeren Sinne, d. h. Gütertransport sowie Fahrten von Personen, die ihren PKW permanent beruflich nutzen, z. B. Vertreter, Wartungs- und Instandhaltungspersonal etc. Der Rechtsanwalt, der tagsüber zwischen Kanzlei und Gericht pendelt oder der Beamte, der zu einer Besprechung eine entfernte Dienststelle aufsucht, unternimmt Personenfahrten mit dem Fahrtzweck „Dienstliche Erledigung“.
- 5) Eigene Berechnungen auf der Basis von Angaben über Einpendler aus Schleswig-Holstein und Niedersachsen, vgl. dazu *Rühle, J.*, *Berufspendler 1978*, in: *Statistische Monatshefte Schleswig-Holstein*, Heft 2, 1980, S. 32 sowie Hamburg in Zahlen, Heft 3, 1980, S. 65.

Bild 1: Personenverkehr der Hamburger Bevölkerung im Stadtgebiet an einem mittleren Werktag im November 1978*

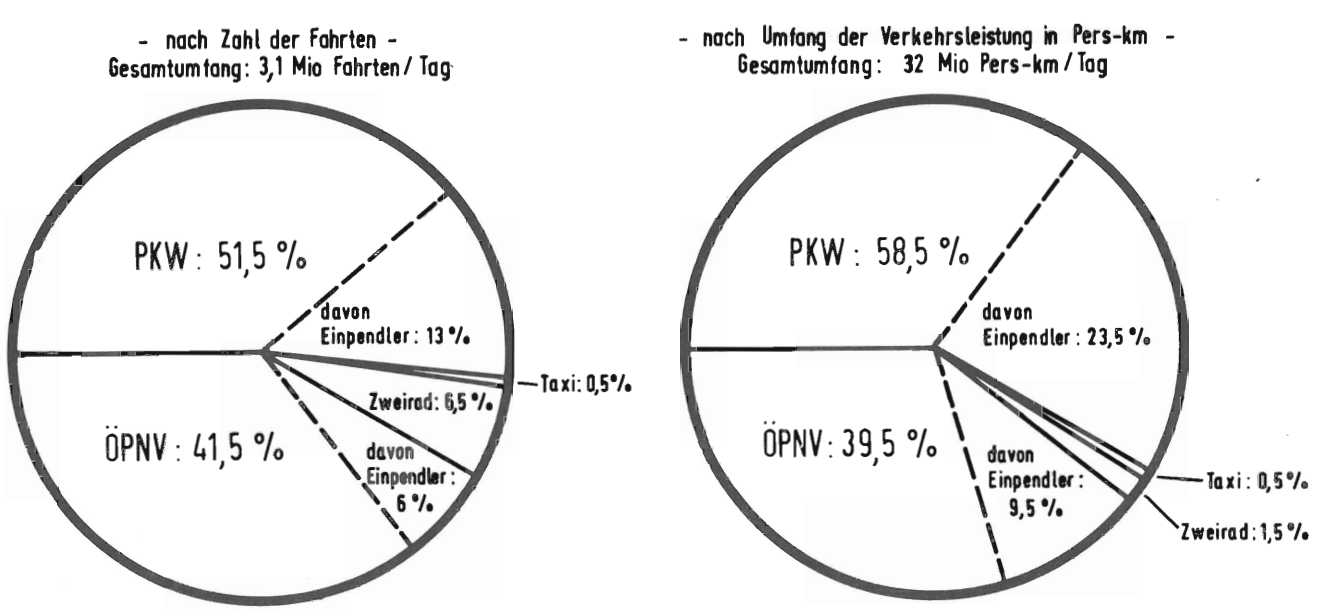


1) Davon 39,5% als Selbstfahrer, 8 % als Mitfahrer
 2) 12,4 % Omnibus/Schnellbahn; 15,1% nur Schnellbahn;
 15,5 % nur Omnibus

* Durchschnittswert von Montag bis Freitag Anfang November 1978; das Verkehrsaufkommen Anfang November liegt in aller Regel 3 bis 4% über dem Jahresmittel

Quelle: *Morghen, M., Mobilität . . . , a.a.O., S. 24.*

Bild 2: Personenverkehr der Bevölkerung Hamburgs und der Umlandgemeinden im Hamburger Stadtgebiet an einem mittleren Werktag im November 1978*



* Durchschnittswert von Montag bis Freitag Anfang November 1978; das Verkehrsaufkommen Anfang November liegt in aller Regel 3 bis 4% über dem Jahresmittel

Quelle: *Morghen, M., Mobilität . . . , a.a.O., S. 24* sowie eigene Berechnungen aus Angaben von *Rüble, J., Berufspendler . . . , a.a.O., S. 32* sowie *Hamburg in Zahlen . . . , a.a.O., S. 65.*

Die Leistung im Personenverkehr an einem mittleren Werktag (Durchschnitt von Mo – Fr) Anfang November entspricht nicht genau dem „Mittel aller mittleren Werktage“ eines Jahres. Gleichwohl kommen die Tage Ende Oktober/Anfang November dem rein statistischen Jahresmittel noch am nächsten. Insbesondere Sondereinflüsse entfallen: Keine Feiertage, Schulferien oder typische Urlaubszeit, in aller Regel noch kein morgendliches Glatteis, kein besonderer Einkaufsverkehr etc. Im ÖPNV wird um die Monatswende Oktober/November mit 3 bis 4 % mehr Verkehrsleistung als im Jahresmittel gerechnet. Ähnlich sind die Verhältnisse beim PKW-Verkehr einzuschätzen.

Das Wetter an den Stichtagen der HVV-Haushaltsbefragung war für Zweiradfahrer mäßig bis gut. Eine Abweichung des erfaßten Zweiradaufkommens vom werktäglichen Jahresmittel dürfte deshalb nicht sehr erheblich sein.

3. Mobilität und Verkehrsmittelwahl

Das Stadtgebiet Hamburgs wird – unter Vernachlässigung des Durchgangsverkehrs – mit einer Personenverkehrsleistung von fast 32 Mio Pers.-km belastet, mehr als zwei Drittel davon verursacht durch die Hamburger Bevölkerung.

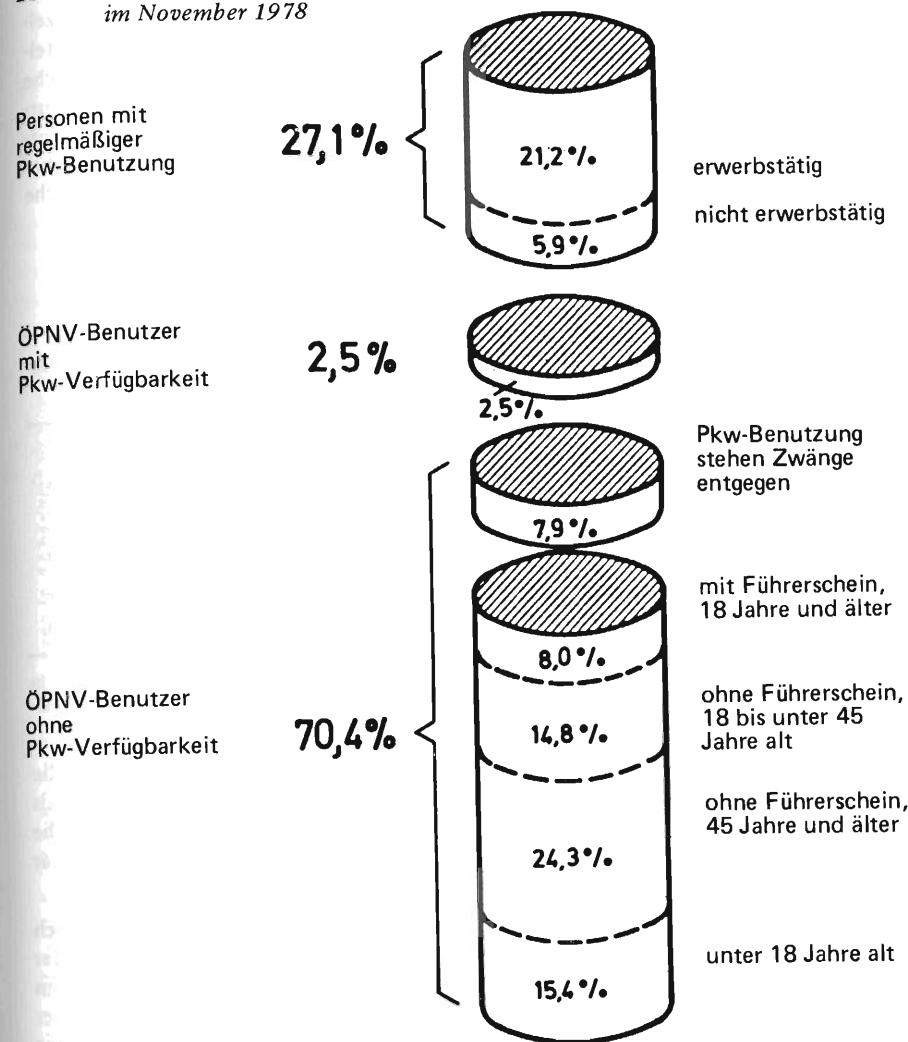
Die HVV-Haushaltsbefragung offenbart den Zusammenhang zwischen Mobilität und Verkehrsmittelwahl der Hamburger einerseits und den Determinanten andererseits. Alter, Geschlecht, wirtschaftliche Stellung, Staatsangehörigkeit, Führerscheinbesitz und Motorisierung, Fahrtzweck, Reiseweite, Arbeitszeitregelung und die Nähe des Wohnortes zur nächsten Schnellbahnhaltestelle sind in die Befragung als Bestimmungsgrößen des Verkehrsverhaltens einbezogen worden. Die wohl aufschlußreichste aggregierte Information, über die Verkehrsmittelwahl der Hamburger gibt Bild 3: Der gesamte PKW-Verkehr in Hamburg – soweit nicht auf Umlandbewohner zurückzuführen – wird nur durch ein gutes Viertel der Hamburger Bürger verursacht, die an einem mittleren Werktag überhaupt Fahrten unternehmen.

Im Hinblick auf den Umweltschutz wäre zu formulieren: Einer fährt im PKW und drei Unbeteiligte haben die Nachteile davon. Sie reichen vom erheblichen Verbrauch an Energie und Rohstoffen über den Flächenverbrauch für Fahrspuren und Parkplätze zu Lasten anderer lebenswichtiger Nutzungen bis hin zur Abgas- und Lärmbelastung und zu den Unfallfolgen

Nachteile haben auch die beteiligten Autofahrer selbst. Die Annehmlichkeit der PKW-Benutzung läßt sie jedoch die Folgen leichter tragen. Im Mittel ist ihre wirtschaftliche Situation besser als die der captive riders des ÖPNV. Überspitzt ausgedrückt siedelt der typische PKW-Benutzer dort, wo er selbst durch Kfz-Lärm und -Abgas am wenigsten beeinträchtigt wird und wo seine Kinder noch mit zumutbarem Risiko die Straße vor der eigenen Haustür überqueren können: In den grünen Villenvierteln abseits stark befahrener Magistralen – zunehmend zur Peripherie der Städte.

Auf dem Weg zur Arbeit oder zum Einkauf in die City „begast“ und „beschallt“ der PKW-Benutzer Tausende von Anliegern an den Hauptverkehrsstraßen, die in aller Regel von dichter Wohnbebauung gesäumt werden. Indem der Autofahrer der Unwirtlichkeit der Stadt entflieht, verstärkt er das Ausmaß der Unwirtlichkeit. Für den zurückbleibenden

Bild 3: Verkehrsmittelwahl der Hamburger Bevölkerung an einem mittleren Werktag im November 1978



Quelle: Morghen, M., Mobilität . . . , a.a.O., S. 71.

innerstädtischen Bewohner ergibt sich der Zwang, sich ebenso zu verhalten, soweit es die wirtschaftliche Situation erlaubt.

Tabelle 1 zeigt die Wanderungsbewegungen der Wohnbevölkerung in der Region Hamburg von 1970 bis 1979. Bei faktisch gleicher Einwohnerzahl (Zuwachs: 0,36 %) gab es einen erheblichen Exodus aus Kern- und Kernrandzone an die Peripherie der Region.

Die Bestandszahlen sind jeweils nur Salden aus vielerlei Bewegungen auch in umgekehrter Richtung sowie von Zu- und Abgängen in bzw. aus der Region Hamburg. Im Einzelfall kann z. B. der Fortgang deutscher Wohnbevölkerung durch Zugang weniger bemittelter ausländischer Bevölkerung kompensiert worden sein: Kinderreiche ausländische Familien finden häufig gerade in den Quartieren Wohnraum, wo die Konkurrenz deutscher Wohnungssuchender aus Umweltgründen weniger drückend ist. Damit wäre die Entleerung der inneren Stadt gleichzeitig mit einer Bevölkerungsentmischung (deutsche/ausländische Wohnbevölkerung) einhergegangen – ein Effekt, der dem Ziel, ausländische Bürger zu integrieren, zuwiderliefe.

Tabelle 1: Entwicklung der Wohnbevölkerung in der Hamburger Region nach Entfernungszonen

Entfernungszonen um die Innenstadt	Wohnbevölkerung in Tsd. am					Veränd. 1979/1970	
	27.5.70	30.6.74	31.12.75	30.6.77	30.6.79	absolut	%
bis 5 km	564	517	502	488	471	- 93	- 17
5 bis 10 km	735	726	716	703	692	- 43	- 6
10 bis 20 km	767	808	812	815	817	+ 50	+ 7
20 bis 30 km	297	329	338	345	358	+ 61	+ 20
30 bis 40 km	241	263	266	270	276	+ 34	+ 14
Summe 0 bis 40 km	2.604	2.643	2.634	2.621	2.614	+ 9	0

Quelle: Statistisches Landesamt Hamburg, Bevölkerung 30. 6. 1979 und Wohnungen 31. 12. 1978 in der Region Hamburg sowie im Umkreis Hamburg (= Statistische Berichte, Reihe Z, Regionalstatistik Nr. 1), Hamburg 1980.

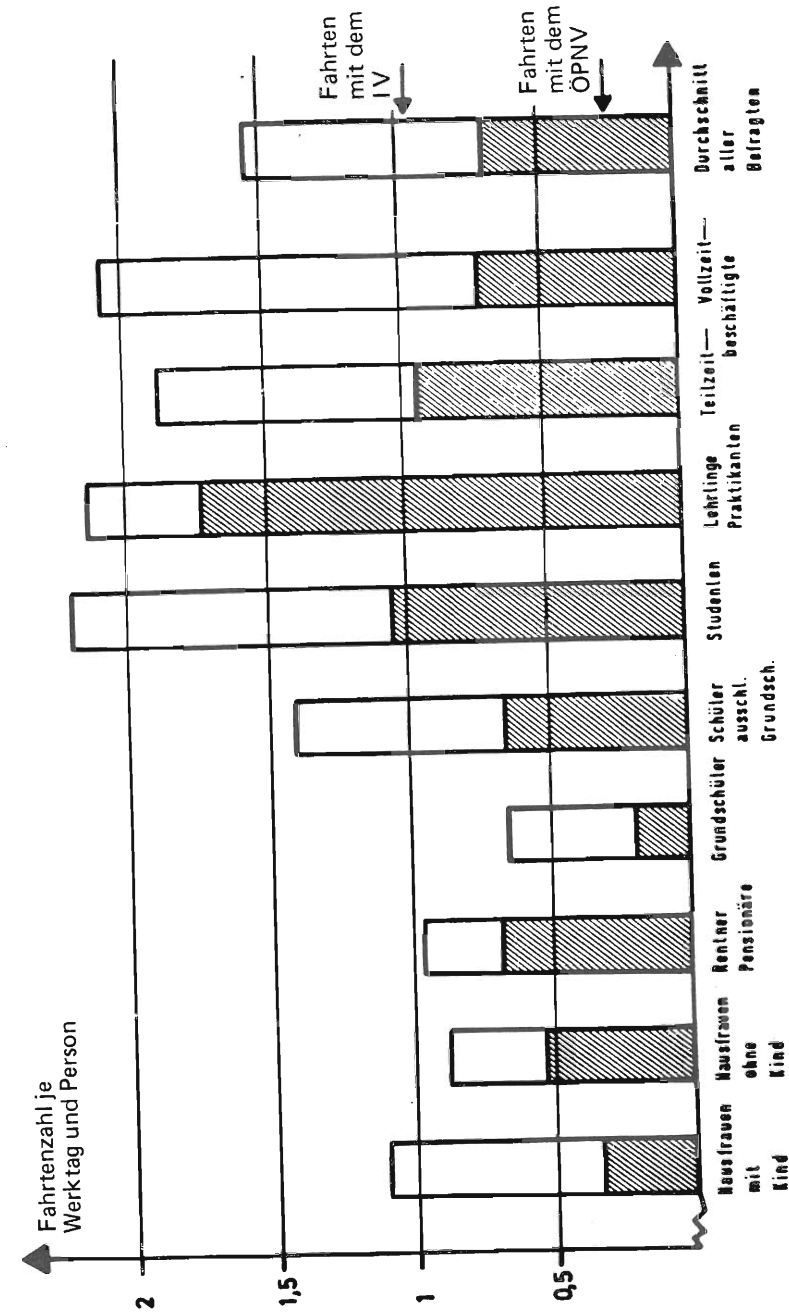
Kombiniert man die Information aus Bild 1 und Bild 3, so zeigt sich, daß Personen, die regelmäßig den PKW benutzen, im Mittel dreimal mehr Verkehrsleistungen erbringen als die regelmäßigen ÖPNV-Benutzer⁶⁾. Es könnte argumentiert werden, daß diejenigen, die über Führerschein und PKW verfügen, weitgehend identisch sind mit denen, die aus ihrer individuellen Situation heraus einen hohen Bedarf oder gar Zwang zur Mobilität haben.

Die Ergebnisse der HVV-Haushaltsbefragung lassen eine solche Schlußfolgerung jedoch kaum zu. Bild 4 zeigt, daß z. B. die Lehrlinge und Praktikanten Hamburgs mit an der Spitze der Mobilität stehen (mehr als 2 Fahrten pro Werktag). Für sie sind Fahrten im ÖPNV die Regel und im PKW die Ausnahme. Vollzeitbeschäftigte mit etwa gleichhoher Mobilität benutzen dagegen den PKW doppelt so häufig wie den ÖPNV. Gäbe es keine Parkplatzrestriktionen in der Innenstadt, wo ein Sechstel aller Arbeitsplätze Hamburgs liegen, so wäre die Benutzung des ÖPNV durch Vollzeitbeschäftigte genauso eine Ausnahme wie für Lehrlinge die PKW-Benutzung. Die völlige Verkehrung in der Verkehrsmittelwahl zweier soziodemografischer Gruppen (Lehrlinge/Praktikanten und Vollzeitbeschäftigte) mit fast gleichgroßer Mobilität läßt nur zwei Schlußfolgerungen zu:

1. Lehrlinge und Praktikanten haben extrem günstige und Vollzeitbeschäftigte extrem ungünstige ÖPNV-Verbindungen für die von ihnen nachgefragten Fahrtbeziehungen.

6) Noch nicht schulpflichtige Kinder sind in der HVV-Haushaltsbefragung nicht berücksichtigt.

Bild 4: Mobilität und Modal-Split der Hamburger Bevölkerung in Abhängigkeit von der soziodemografischen Zugehörigkeit



Quelle: Morgben, M., Mobilität... a.a.O., S. 30.

2. Lehrlinge und Praktikanten verfügen aus wirtschaftlichen und/oder Altersgründen in der Regel nicht über PKW und/oder Führerschein, während bei Vollzeitbeschäftigten das Gegenteil die Regel ist.

Ganz offensichtlich ist die erste Schlußfolgerung höchst unwahrscheinlich, die zweite hingegen sehr wahrscheinlich. Die Zusammenhänge können auch profaner umschrieben werden: Wer nur in der Lage ist, sich in Besitz von Führerschein und PKW zu bringen, fährt auch PKW (Ausnahmen bestätigen nur die Regel). Der ÖPNV ist nur die zweitbeste Lösung, falls die Benutzung des PKW verwehrt ist.

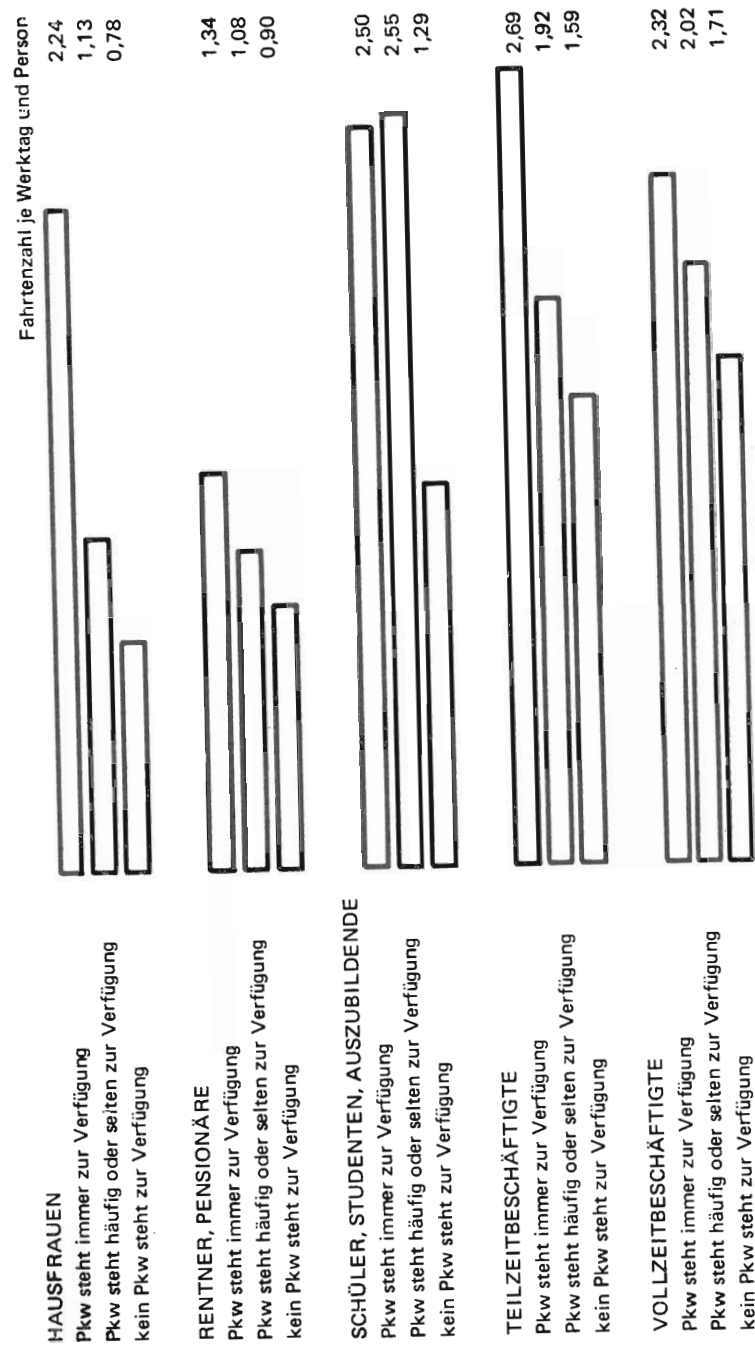
Einen weiteren Hinweis, wie extrem dieser Zusammenhang zutrifft, geben Bild 5 sowie Tabelle 2. Sie zeigen, daß die Mobilität und der Modal-Split bei den Befragten, denen ständig ein PKW zur Verfügung steht, anscheinend kaum von der Zugehörigkeit zu einer der soziodemografischen Gruppen beeinflusst wird⁷⁾. Bild 6 zeigt zusätzlich die Unabhängigkeit des Modal-Splits vom Alter. Entscheidend auch hier: die PKW-Verfügbarkeit.

Tabelle 3 zeigt, wie weit die Lagegunst des Haushalts zur nächsten Schnellbahnhaltstelle die Verkehrsmittelwahl beeinflusst. Die Ergebnisse lassen vordergründig den Schluß zu, die Attraktivität des ÖPNV (in diesem Falle eines von mehreren Attraktivitätsmerkmalen: „Erreichbarkeit der nächsten Haltestelle“) sei doch eine Einflußgröße der Verkehrsmittelwahl. Der Schein trügt, denn wie besonders klar im Verkehr des ländlichen Raumes erkannt wurde, erhöht zwar die Steigerung der Attraktivität von Bus und Bahn die Nachfrage nach ÖPNV-Leistungen, jedoch nur dadurch, daß die Mobilitätschancen der ohnehin auf den ÖPNV angewiesenen Bevölkerung erhöht wird⁸⁾. Verbesserungen im ÖPNV-Angebot dienen nur dem Abbau von Disparitäten zwischen den mobilen PKW-Verfürgern und den captive riders des ÖPNV⁹⁾. Weiterhin führt das Vorhandensein einer Schnellbahnhaltstelle im Laufe der Zeit zu einer Bevölkerungsentmischung: Der captive rider des ÖPNV legt bei der Wohnungssuche auf die Nähe zur Schnellbahn mehr Gewicht als der Inhaber von PKW und Führerschein. Beide Effekte, die erhöhte Mobilität des captive riders des ÖPNV sowie die Bevölkerungsentmischung zwischen PKW- und Führerscheininhaber und captive riders des ÖPNV verführen fast zur Fehlinterpretation, daß bei Attraktivität des ÖPNV (an dieser Stelle die Teilattraktivität: „Erreichbarkeit der nächsten Schnellbahnhaltstelle“) der PKW-Fahrer freiwillig auf den ÖPNV umsteigt.

Der Effekt der Bevölkerungsentmischung ist für Kenner der Stadt Hamburg einfach zu begreifen. Die meisten feinen Villen, deren Bewohner häufig sogar über mehr als nur einen PKW pro Haushalt verfügen, liegen insbesondere zwischen den weiten Gebieten der Schnellbahnachsen. Dies ist nach dem sogenannten Dichtemodell Hamburgs auch beabsichtigt: die Abnahme der Geschoßflächenzahl mit zunehmender Entfernung von

7) Vgl. *Morghen, M.*, *Mobilität . . .*, a.a.O., S. 39.
 8) Vgl. *Kutter, E.*, *Simulation der verkehrlichen Auswirkungen bei Einführung eines Anrufbusses im Bodenseeraum Friedrichshafen*, Manuskript für das 1. DVWG-Workshop, Gießen, September 1976, S. 10 sowie *Heinze, W. G., Herbst, D., Schüble, U.*, *Verkehrsnachfrage und Verkehrsversorgung im dünn besiedelten ländlichen Raum*, in: *Raumforschung und Raumordnung*, Heft 2, Hannover 1979, S. 112.
 9) Vgl. *Ilgmann, G.*, *Zielkongruente Gestaltung des Leistungsangebotes im öffentlichen Personenverkehr (= Schriften zur Betriebswirtschaftslehre des Verkehrs)*, Berlin 1980, S. 53.

Bild 5: Mobilität der Hamburger Bevölkerung in Abhängigkeit von soziodemografischer Zugehörigkeit und PKW-Verfügbarkeit



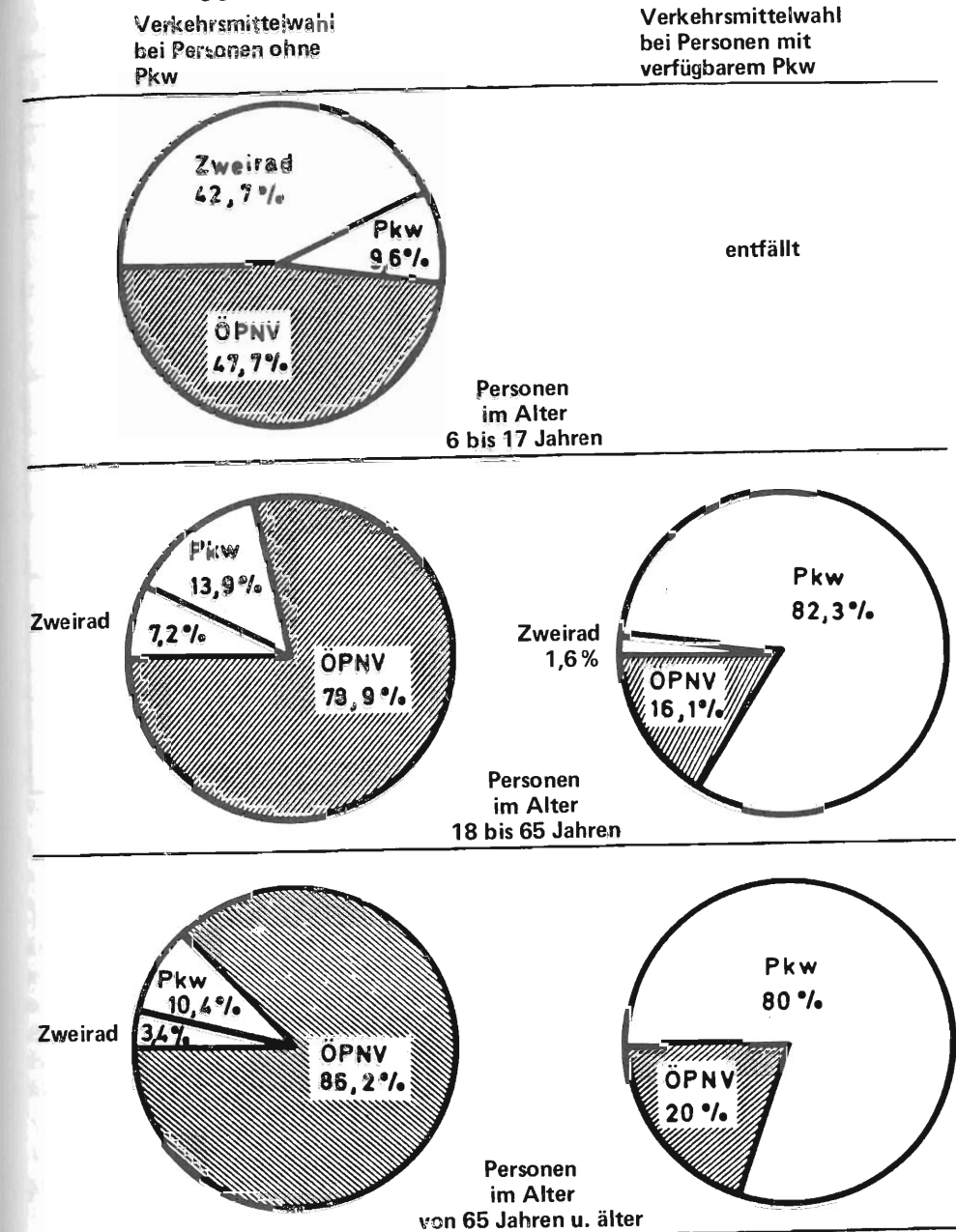
Quelle: *Morghen, M.*, *Mobilität . . .*, a.a.O., S. 37.

Tabelle 2: Modal Split der Hamburger Bevölkerung in Abhängigkeit von soziodemografischer Zugehörigkeit und PKW-Verfügbarkeit

Wirtschaftliche Stellung	Pkw-Verfügbarkeit	Verkehrsmittelanteile in Prozent		
		Zweirad	Pkw	ÖPNV
Hausfrauen	immer	2,5	88,4	9,1
	häufig oder selten	12,0	60,2	27,8
	nie	7,8	26,6	65,6
Rentner, Pensionäre	immer	--	83,3	16,7
	häufig oder selten	--	80,7	19,3
	nie	4,2	9,7	86,1
Schüler, Studenten, Auszubildende	immer	1,5	82,4	16,1
	häufig oder selten	6,8	48,9	44,3
	nie	35,6	8,9	55,5
Teilzeitbeschäftigte	immer	0,5	83,9	15,6
	häufig oder selten	7,2	55,9	36,9
	nie	10,6	14,3	75,1
Vollzeitbeschäftigte	immer	0,6	89,7	9,7
	häufig oder selten	1,6	50,6	47,8
	nie	5,0	11,9	83,1

Quelle: Morghen, M., Mobilität . . . , a.a.O., S. 38.

Bild 6: Modal Split einzelner Altersgruppen der Hamburger Bevölkerung in Abhängigkeit von der Pkw-Verfügbarkeit



Quelle: Morghen, M., Mobilität . . . , a.a.O., S. 36.

Tabelle 3: *Mobilität, Modal Split und Motorisierungsgrad in Abhängigkeit von der Entfernung zur nächsten Schnellbahnhaltestelle des Hamburger Verkehrsverbundes*

Kennzahlen	Gesamtwert FHH	Entfernung zur nächsten Schnellbahnhaltestelle (Luftlinie)			
		bis unter 300 m	300 m bis unter 600 m	600 bis unter 1000 m	1000 m und mehr
Fahrtzahl je Person und Tag					
insgesamt	1,55	1,65	1,48	1,45	1,62
darunter ÖPNV	0,68	0,87	0,72	0,66	0,59
Modal Split (Verkehrsmittel- benutzung in %)					
Pkw	48	41	45	47	53
ÖPNV	44	53	49	46	36
Zweirad	8	6	6	7	11
Motorisierungs- grad					
Von 100 Haus- halten haben einen Pkw (Durchschnitts- wert)	60	54	51	57	74

Quelle: *Morghen, M.*, *Mobilität . . .*, a.a.O., S. 40.

den Schnellbahnachsen¹⁰⁾. Inzwischen scheint die im Dichtemodell geforderte Siedlungsstruktur zu einem Dilemma zu geraten: Die Entwicklung der Stadt entlang von Schnellbahnachsen ist einerseits Voraussetzung für einen kostengünstigen und attraktiven ÖPNV, weil die hohen Aufwendungen, insbesondere für Fahrwege, sich nur bei starker Kanalisierung der Verkehrsströme lohnen. Andererseits verlaufen die Magistralen des Kfz-Verkehrs deckungsgleich oder nahezu parallel mit den Schnellbahnachsen. Der Kraftfahrzeugverkehr kanalisiert sich gleichfalls dort, wo Menschen besonders dicht siedeln. Der ÖPNV-freundliche Siedler wird durch ÖPNV-feindliche Siedler belastet.

10) Vgl. *Krüger, T., Rathmann, P., Utech, J.*, *Das Hamburger Dichtemodell*, in: *Stadtbauwelt*, Heft 36, Berlin 1972, S. 293 – 298.

4. Schlußfolgerung

Das Hamburger Dichtemodell führt nur dann nicht zum Dilemma, wenn Bus und Bahn die weit überwiegenden Träger des Personenverkehrs sind und der PKW nur dann benutzt wird, wenn die Alternative der ÖPNV-Benutzung fehlt. Jeder Autofahrer müßte sich in der Weise vernünftig verhalten, daß für ihn die Rücksicht auf die Gesamtheit der Stadtbevölkerung Vorrang vor der Bequemlichkeit der PKW-Benutzung hat. Die Realität der Verkehrsmittelwahl in Hamburg beweist jedoch nahezu eindeutig den absoluten Vorrang der Bequemlichkeit vor der Rücksicht auf Dritte.

Die fortwährenden Appelle des HVV und der Hamburger Behörden an die Vernunft der Autofahrer verraten zwar gute Absicht, sind jedoch gleichwohl realitätsfremd. Auch die erheblichen Anstrengungen des HVV in der Öffentlichkeitsarbeit und mit Angeboten von Sondertarifen für PKW-Benutzer (z. B. sogenannte City-Cards) haben zu keinem nennenswerten Erfolg geführt: Nur 2,5 % der Hamburger Bürger fahren freiwillig Bus und Bahn, obwohl ihnen die Benutzung eines PKW freisteht. Es sind die „wirklich Wahlfreien“, die sich ohne Einschränkung im PKW bewegen können, die jedoch im ÖPNV fahren, weil sie z. B. zufälligerweise so günstige Quelle-Ziel-Relationen nachfragen, daß es ihnen ermöglicht wird, quasi aus der Haustür in den U-Bahn-Schacht zu fallen und am Ziel wiederum aus dem Schacht an den Schreibtisch (et vice versa). Weitere, nur mit Schwierigkeiten nachvollziehbare Gründe der tatsächlich freiwilligen ÖPNV-Benutzung können auch Umweltidealismus oder der Wunsch sein, als Büroarbeiter wenigstens einmal am Tag die Gelegenheit zum Fußmarsch zu (von) einer Haltestelle wahrzunehmen.

Zur „Manövriermasse der Argumentation“, wie attraktiv das ÖPNV-Angebot des HVV sei, haben vielfach die acht Prozent der Bus- und Bahn-Benutzer beigetragen, die trotz Verfügbarkeit über einen PKW darauf verzichtet haben, sich selbst ans Steuer zu setzen. Die HVV-Haushaltsbefragung weist nach, daß es sich ausschließlich um solche Personen handelt, die deshalb Gefangene (captives) des ÖPNV sind, weil ihnen am Ziel ihrer Fahrt mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit kein Parkplatz zur Verfügung steht, weil der Ehepartner den PKW ausnahmsweise benötigt oder das Fahrzeug gerade in der Werkstatt steht.

Die globale Schlußfolgerung lautet: Nicht die Attraktivität des ÖPNV zieht den Bürger auf Bus und Bahn, sondern ausschließlich die Restriktion der PKW-Benutzung. Ein attraktiver ÖPNV erleichtert ihm nur den zwangsweisen Abschied vom Auto.

Die Ergebnisse der HVV-Haushaltsbefragung müßten zu konsequenterem verkehrspolitischen Handeln führen. Wie nachgewiesen, ist der freiwillige Verzicht des Individuums auf den PKW eine Illusion aufgrund der – bis auf Ausnahmen – bestehenden großen Attraktivitätslücke zwischen PKW- und ÖPNV-Benutzung. Diese Lücke ist nur in einigen Fällen, wie z. B. in sehr schwachen Nachfragebereichen im Tangentialverkehr, durch die Eigenarten des ÖPNV selbst bedingt.

Versucht ein eingefleischter Hamburger Autofahrer, etwa aus einer Anwendung von Umweltbewußtsein heraus, sich gelegentlich mit dem ÖPNV zu bewegen, so wird er feststellen: Für die im ÖPNV und PKW mittleren Reiseweiten von etwa 7 km bezahlt er rd. 30 DPF pro km (Einzelfahrtschein), weit mehr als die Grenzbetriebskosten seines

PKW¹¹⁾. Über das Mittel aller wahrgenommenen Quelle-Ziel-Relationen verbraucht er bei spontanem Fahrtantritt in der Regel eine doppelt so große Reisezeit. Verständlich, wenn sein Idealismus schnell dahin ist. Kostengleichheit erzielt der Umsteiger vom PKW auf den ÖPNV in aller Regel nur im Berufsverkehr, wenn er einen Zeitfahrausweis löst und diesen von montags bis freitags durchgehend benutzt. Kostenvorteile erreicht er sogar, wenn die Strecke sehr weit ist und er die Zeitkarte im Jahresabonnement bezieht. Für die Relation Hamburg Bergedorf – Innenstadt von 17 km Länge zahlt er rd. DM 70,- (Preisstand: Winter 81/82). Bei 20 Arbeitstagen legt er 680 km/Monat zurück und entrichtet somit rd. 10 Dpf. pro Pers.-km.

Zeitgleichheit erzielt der Umsteiger annähernd nur dann, wenn er unmittelbar neben einer Schnellbahnhaltestelle wohnt (relativ geringe Wahrscheinlichkeit) und seinen Arbeitsplatz hat (relativ größere Wahrscheinlichkeit). Dem Mangel, nicht im Umkreis von wenigen Gehminuten von der Schnellbahnhaltestelle zu wohnen, kann er fast ohne Abstriche bei Zeitverbrauch und -disposition durch Park and Ride (P + R) abhelfen.

Bei einer Befragung im Jahr 1977 nach den Motiven für P + R nannten fast zwei Drittel der Teilnehmer Zeitvorteile – jedoch zum großen Teil dadurch bedingt, daß am Zielort die zeitaufwendige Parkplatzsuche aufgrund von Stellplatzrestriktionen entfällt¹²⁾.

Die Schließung der Attraktivitätslücke zwischen P + R und ausschließlicher PKW-Benutzung erscheint vordergründig ein gangbarer Weg zu sein, den PKW-Benutzer überzeugend zur Benutzung des ÖPNV zu bewegen. Tatsächlich ist dieser Weg aus finanzieller Sicht jedoch kaum haltbar. Die Kapital- und Bewirtschaftungskosten pro P + R-Stellplatz erreichen die gleiche Größenordnung wie die Erträge aus einem Jahresabonnement: Die Schließung der Attraktivitätslücke zwischen Individualverkehr und ÖPNV wird durch immense Aufwendungen erkauft, die in Hamburg zu 40 % aus den Ablösezahlungen der Betriebe für nicht vorgehaltene Stellplätze und zu 60 % aus Mitteln des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG) bestritten werden. Begünstigt ist eine wirtschaftlich an sich recht gut gestellte Klientel: Berufstätige mit PKW. Es sollte eingehend darüber nachgedacht werden, ob das Angebot von z. Zt. über 7.000 Stellplätzen an etwa 50 Schnellbahnhaltestellen ausgebaut werden soll. Quantitativ steht es noch am Anfang. Nur knapp 1 % aller ÖPNV-Fahrten sind dem P + R-Verkehr zuzuordnen.

Genauso wie die Weiterverfolgung des Hamburger P + R-Konzeptes vom Mittelbedarf nicht haltbar ist, wird es auch aus Kostengründen nicht möglich sein, das Attraktivitätsniveau des ÖPNV so erheblich zu erhöhen, daß die Lücke zum Individualverkehr auch nur annähernd geschlossen wird. •

Zweifelhaft bleibt auch der Erfolg, die Lücke dadurch zu schließen, daß nur das Attraktivitätsniveau des ÖPNV beträchtlich angehoben wird: Jeder Autofahrer, der zum attraktiver gewordenen ÖPNV wechselt, beseitigt auch Restriktionen im PKW-Verkehr. Er ermöglicht den verbleibenden Autofahrern, dem Risiko von Stau und Parkplatzsuche zu entgehen. Das Attraktivitätsniveau im Straßenverkehr steigt an und zieht wiederum Fahrgäste des ÖPNV in den Individualverkehr zurück. Ergebnis: Auf höherem Attraktivitäts-

11) Rd. 15 – 20 Dpf/km für Treibstoff und etwa 5 Dpf für laufeleistungsabhängige Zusatzkosten.

12) Vgl. Köbler, U., P + R-Verkehr in der Region Hamburg, in: Verkehr und Technik, Heft 1, Bielefeld 1978, S. 9.

niveau für ÖPNV- und PKW-Benutzung hat sich die Verkehrsteilung geringfügig zugunsten des ÖPNV verändert, jedoch bei erheblichen zusätzlichen Kosten für den Attraktivitätsprung im ÖPNV.

In dieser Situation können Bus und Bahn nur zur Vorrangstellung kommen, wenn die Attraktivitätslücke zwischen PKW und ÖPNV von beiden Seiten geschlossen wird. Angesichts der Knappheit der Finanzmittel der Öffentlichen Hand wird zunächst der PKW-Fahrer in Vorlage treten müssen: durch Entzug von Verkehrsfläche zum Fahren und Parken.

In einer Doppelstrategie ist die aus dem motorisierten Individualverkehr verdrängte Nachfrage durch eine Vergrößerung des ÖPNV-Angebots aufzufangen. Das erhöhte Leistungsangebot kann durch die verdrängten Autofahrer in Bus und Bahn bezahlt werden. Die Öffentliche Hand würde nur für eine kurze Frist vorfinanzieren.

Der Umfang des PKW-Verkehrs in Hamburg ist bereits heute im Gleichgewicht zwischen Verkehrsnachfrage und Restriktion (Stau und Parkplatznot). Durch die beschriebene Doppelstrategie wird Gleichgewicht auf einem niedrigeren Niveau erzielt.

Dem verdrängten PKW-Benutzer wie auch dem bisherigen HVV-Fahrgast winken Vorteile: Durch die vermehrte Nachfrage, insbesondere von nicht sozialrabattierten Fahrgastgruppen, entsteht den Verkehrsbetrieben – unter der Annahme gleich großer Zuschüsse der Öffentlichen Hand – ein Spielraum zur Verbesserung insbesondere des Fahrplanangebotes und/oder der Tarifpreisgestaltung.

Ansätze zur hier beschriebenen Doppelstrategie waren ursprünglich in Hamburg vorhanden. An Konsequenz hat es jedoch in den letzten Jahren gefehlt. Langsam werden sogar ursprünglich richtige Ansätze wieder konterkariert: Das Parkplatzangebot in der Innenstadt wird wieder erhöht. Langzeitparkplätze werden in Kurzzeitparkplätze umgewandelt. Das bedeutet, daß statt eines Langzeitparkers etwa 3 bis 4 Kurzzeitparker die Innenstadt anfahren können. Der massivste Verstoß gegen den derzeitigen Kenntnisstand dürfte jedoch das „Sowohl-als-auch-Handeln“ sein: In Hamburg wird ernsthaft über die Entlastung großer Einfallstraßen durch Aus- oder Neubau diskutiert. Damit wird das Verkehrsgleichgewicht zuungunsten des ÖPNV verschoben. Für schon verlorene potentielle Fahrgäste des ÖPNV werden neue, sehr teure Schnellbahnen – vorwiegend in der extrem teuren Tunnellage geplant. Mit dem Sowohl-als-auch wird deswegen nicht mehr Freiheit der Verkehrsmittelwahl geschaffen, sondern es werden Mobilität und Umweltqualität für Mehrheiten zugunsten kleiner Minderheiten eingeschränkt.

Etwas Naheliegenderes wäre zu tun: einen Teil der vom PKW-Fahrer fast selbstverständlich beanspruchten Verkehrsfläche dem ÖPNV, dem Fußgänger und Radfahrer zurückzugeben. Der Oberflächenverkehr dürfte durch planerischen Freiraum sehr beschleunigt werden, durch die verdrängte Nachfrage aus dem PKW-Verkehr auch attraktiver und preiswerter. Schwarzmalerei der Autolobby ist angesichts der drohenden Restriktionen für den PKW gleichwohl nicht angebracht: Die Möglichkeiten der Verkehrsbetriebe, einen attraktiven und preiswerten ÖPNV anzubieten, sind ohnehin begrenzt, nämlich dort, wo die Verkehrsströme sich zu wenig bündeln lassen.

Die Notwendigkeit, konzeptionell das Gleichgewicht zwischen PKW-Verkehr und ÖPNV neu zu überdenken, sollte nicht dadurch unterlaufen werden, daß man den Verkehrs-

betrieben vorwirft, die derzeit gegebenen Möglichkeiten zur Attraktivitätssteigerung noch gar nicht ausgeschöpft zu haben. Dazu gehören verschiedene Optimierungen, wie z. B. die Abstimmung der Fahrpläne zur Minimierung von Wartezeiten beim Umsteigen im ÖPNV, die Anpassung der Linienführung und der Lage der Haltestellen an die Verkehrsnachfrage. Dazu gehören weiterhin eine Fülle weiterer teilweise banaler Verbesserungen, wie z. B. die Verpflichtung der Konzessionsnehmer von Bahnhofskiosken, Geld zu wechseln, wenn der Fahrscheinverkäufer durch einen Automaten ersetzt worden ist.

Sorgsame Optimierungen und Detailverbesserungen zum Wohle des Verkehrskunden tragen sicher zur Schließung der beschriebenen Attraktivitätslücke bei und sollten eigentlich eine Selbstverständlichkeit sein. Die Verkehrspolitiker sind deshalb jedoch nicht von der Verantwortung entbunden, konzeptionelle Änderungen im Verkehrsgleichgewicht anzugehen. Der Spielraum der Verkehrsbetriebe reicht auch bei größerer Anstrengung für eine durchgreifende Änderung der derzeitigen und absehbaren Verkehrsteilung nicht aus.

Summary

At the end of 1978, the Integrated Metropolitan Public Transport System of Hamburg (HVV) launched a survey based on a representative sample to evaluate the traffic behavior of the citizens of Hamburg. Household interviews were conducted at about 1 per cent of the 800,000 homes in Hamburg. The results of the interviews revealed that slightly more than one-fourth of all citizens commuting on working days accounts for the total of private car traffic in Hamburg. The choice of the means of transport is almost exclusively determined by car or driver licence ownership. An infinitely small minority of the citizens of Hamburg only elect to do without their car and ride on a public transport vehicle. The reason for this choice of means of transport, based on the availability of a private car alone, is to be found in the wide gap existing between the attraction of using a private car and that of a public transport vehicle. For reasons of economy, this gap can hardly be closed by massive one-sided improvements in the public transport offer; it can only be attempted by consequent restrictions on private car traffic, accompanied by widening the offer of public transport.

Résumé

A la fin de l'année 1978, le HVV (groupement de sociétés de transport publics de la ville de Hambourg) a lancé une enquête représentative relative au comportement dans la circulation des habitants de Hambourg. 1 % des 800.000 familles hambourgeoises ont été questionnées. Les résultats de l'enquête montrent que le trafic total de véhicules privés à Hambourg est seulement dû à un peu plus d'un quart des habitants de Hambourg mobiles travaillant un jour ouvrable. Le choix du moyen de transport est presque exclusivement dû à la possession d'un véhicule et d'un permis de conduire. Seule, une infime minorité des citoyens de Hambourg renoncent volontairement à un véhicule et se servent de moyens de transport publics. La raison pour le choix du moyen de transport uniquement due à la disponibilité d'un véhicule est le manque d'attractivité qu'ont les moyens de transport publics par rapport aux véhicules. Pour des raisons d'économie, cette brèche ne peut à peine être comblée par une amélioration massive unilatérale de l'offre de moyens de transport publics, mais par des restrictions conséquentes du trafic de véhicules privés accompagnées par un agrandissement de l'offre de moyens de transport publics.

ZEITSCHRIFT FÜR VERKEHRS- WISSENSCHAFT

INHALT DES HEFTES:

Energieeinsparung durch Straßenbau
Von Rainer Willeke, Köln

Seite 143

Die wirtschaftlichen und rechtlichen Bedingungen
für den Wettbewerb zwischen der Rheinschiffahrt
und der Donauschiffahrt
Von Heinz-Richard Watermann, Straßburg

Seite 179

Zuschriften für die Redaktion sind zu richten an
Prof. Dr. Rainer Willeke
Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln
Universitätsstraße 22, 5000 Köln 41

Schriftleitung:
Prof. Dr. Herbert Baum
Seminar für Wirtschafts- und Finanzpolitik
Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstraße 150, 4630 Bochum

Herstellung - Vertrieb - Anzeigen:
Verkehrs-Verlag J. Fischer, Paulusstraße 1, 4000 Düsseldorf 14
Telefon: (02 11) 67 30 56, Telex: 8 58 633 vvf

Einzelheft DM 16,-, Jahresabonnement DM 58,-,
zuzüglich MWSt und Versandkosten.

Für Anzeigen gilt Preisliste Nr. 7 vom 1. 1. 1978.

Erscheinungsweise: vierteljährlich.

Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophotos u. ä. von den Zeitschriftenbesten, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.