

### Summary

The article focuses on a specific deficiency in German auto emission policy: the regulation of nitrogen oxide emissions by the installation of catalytic converters. An analysis of the methodology and the results of American studies shows clearly that the installation of catalytic converters, its immediate and follow-up costs (fuel consumption, inspection and maintenance) can be seen within the light of interest group politics: it is very probable and plausible that the costs of catalytic converters will imply a regressive distribution in Germany as it did in the United States which means that those groups which strive for its introduction most are least hit by its costs. It is interesting to add that financial incentives (like exemptions from paying car tax) are designed in a manner to again favor these groups. If it is intended or not: the 'green-alternative' movement can be interpreted as a 'normal' interest group which tries to shape public policy in such a way to internalize the maximum of the benefits by bearing a minimum of the arising costs.



**ZEITSCHRIFT  
FÜR  
VERKEHRS-  
WISSENSCHAFT**



#### INHALT DES HEFTES:

- |   |           |
|---|-----------|
| Subventionen im öffentlichen Personennahverkehr der<br>Vereinigten Staaten und der Bundesrepublik Deutschland<br>Von John Pucher und Matthias Wiechers, Münster | Seite 143 |
| Poisson-Modelle in der Verkehrsnachfrageforschung<br>Von Heinz Hautzinger, Heilbronn  | Seite 181 |

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 vvfj  
Einzelheft DM 18,50, Jahresabonnement DM 67,—  
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 Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.*

## Subventionen im öffentlichen Personennahverkehr der Vereinigten Staaten und der Bundesrepublik Deutschland \*)

VON JOHN PUCHER UND MATTHIAS WIECHERS, MÜNSTER

v.rrb  
v.st.b  
v.zo.a

### I. Einleitung

Die Subventionen für den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) sind seit 1965 in fast allen westlichen Industrieländern stark gestiegen. Das Transport and Road Research Laboratory fand in einer Analyse der ÖPNV-Subventionen in 16 Ländern heraus, daß allein der Anteil der Betriebskosten, der durch Subventionen gedeckt wird, zwischen 1965 und 1982 im Durchschnitt von weniger als 10% auf mehr als 50% zunahm<sup>1)</sup>. Die Kosten sind in demselben Zeitraum erheblich stärker gestiegen als die Inflationsrate. Aufgrund beider Entwicklungen mußten die Subventionen drastisch erhöht werden. Dieses Wachstum belastet die öffentlichen Haushalte in den meisten Ländern, und diese Bürde ist besonders schwierig zu verkraften, weil die öffentlichen Mittel ohnehin knapper geworden sind. Infolgedessen hat es immer mehr Bedenken gegeben, inwiefern ÖPNV-Subventionen in der gegenwärtigen Form gerechtfertigt sind und ob sie nicht sogar die Effizienz der ÖPNV-Unternehmen beeinträchtigen. Zudem stellt sich die Frage nach den Verteilungseffekten. Mehrere Untersuchungen haben festgestellt, daß bestehende Subventionssysteme mit verschiedenen Problemen und Unzulänglichkeiten behaftet sind und dringend der Verbesserung bedürfen<sup>2)</sup>.

#### *Anschrift der Verfasser:*

Prof. Dr. John Pucher  
Dipl.-Volksw. Matthias Wiechers  
Institut für Verkehrswissenschaft an der  
Universität Münster  
Am Stadtgraben 9  
4400 Münster

\*) Die Verfasser sind Herrn Dr. Friedrich von Stackelberg und Herrn Dipl.-Kaufmann Hansjochen Ehmer, Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, für die kritische Durchsicht des Manuskripts zu besonderem Dank verpflichtet. Sowohl die Alexander von Humboldt-Stiftung, Bonn, als auch das Institut für Verkehrswissenschaft, Münster, unterstützten die Forschung, über deren Ergebnisse hier berichtet wird.

- 1) Vgl. Webster, F. V., Urban Transportation: Expenditure and Effectiveness, Figure 11, S. 65 und Bly, P. H., Oldfield, R. H., Where are Public Transport Subsidies Going? S. 807 ff., beide in: Financing Urban Transportation, Actes du Colloque International, Laboratoire d'Economie des Transports (Hrsg.), Lyon 1984.
- 2) Vgl. Altsbuler, A., The Urban Transportation System, Cambridge Mass. 1981, S. 42 ff.; Bonnell, J., Transit's Growing Fiscal Crisis, in: Traffic Quarterly, Vol. 35 (1981) Nr. 4, S. 541 ff.; Hilton, G. W., Federal Transit Subsidies, Washington, D. C., 1974; Pucher, J., Equity in Transit Finance, in: Journal of the American Planning Association, Vol. 47 (1981), Nr. 4, S. 387 ff.; Pucher, J., Markstedt, A., Hirschmann, I., Impacts of Subsidies on the Costs of Urban Public Transport, in: Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 17 (1983), Nr. 2, S. 155 ff.; Wachs, M., Pricing Urban Transportation: A Critique of Current Policy, in: Journal of the American Planning Association, Vol. 47 (1981), Nr. 3, S. 243 ff.

In diesem Zusammenhang ist es interessant, die entsprechenden Entwicklungen in der Bundesrepublik Deutschland und in den Vereinigten Staaten zu untersuchen. In beiden Ländern sind die Subventionen seit 1965 schnell gewachsen. Die Auswirkungen sind aber unterschiedlich gewesen, was wahrscheinlich auf Unterschiede in den städtischen Raumstrukturen, den allgemeinen Verkehrsverhältnissen, der Organisation und den Finanzierungsstrukturen des ÖPNV sowie in den Voraussetzungen und Zielen der Subventionierung zurückzuführen ist. Ein Vergleich zwischen der Bundesrepublik Deutschland und den USA kann helfen, Gründe für unterschiedliche Erfolge der ÖPNV-Subventionierung aufzudecken. Einen solchen Vergleich zu ziehen, ist der Zweck dieses Beitrages. Nach einer Beschreibung der Trends in der ÖPNV-Subventionierung in den beiden Ländern werden die Ziele und Hintergründe der Subventionierung dargelegt. Eine Erläuterung der Organisation und Finanzierung des ÖPNV folgt, in welcher die Zuständigkeit der verschiedenen Regierungsebenen, die Gestaltung des ÖPNV auf regionaler und lokaler Ebene, die Methoden der Subventionsvergabe und die Finanzierung der Subventionen beschrieben werden. Ein abschließender Blick auf Entwicklungen der Fahrpreise, des Passagieraufkommens, des Leistungsangebots und der Produktivität ermöglicht den Vergleich der Wirkungen von Subventionen in beiden Ländern.

## II. Entwicklungen in der Subventionspolitik

### 1. Trends in der ÖPNV-Subventionierung

Sowohl in der Bundesrepublik Deutschland als auch in den Vereinigten Staaten stiegen Subventionen für den ÖPNV in den 70er Jahren schnell an. Die absoluten Beträge der Subventionen sind in den Tabellen 1 und 2 dargestellt, die entsprechenden jährlichen Zuwachsraten erscheinen in Tabelle 3. Die Gesamtsubvention für den ÖPNV in der Bundesrepublik wuchs von 4.001 Mio. DM im Jahre 1970 auf 11.791 Mio. DM im Jahre 1980. In den USA erhöhte sie sich im selben Zeitraum von 518 Mio. \$ auf 7.812 Mio. \$. Seit der Jahrzehntwende aber sind die ÖPNV-Subventionen nur wenig gesteigert (um 197 Mio. DM in Deutschland) oder sogar herabgesetzt worden (um 446 Mio. \$ in den USA). Diese Trends werden aus Tabelle 3 deutlich.

Neben einer Analyse der nominalen Zuwachsraten ist eine Berücksichtigung der realen Veränderungen bei einem Vergleich notwendig, weil die Inflationsraten in den Ländern sowie zwischen den Zeiträumen unterschiedlich gewesen sind. Unverkennbar ist, daß die Subventionen bis 1980 im allgemeinen in den USA erheblich stärker gewachsen sind als in der Bundesrepublik. Preisbereinigt stiegen sie in den USA innerhalb des gesamten Zeitraums (1970 – 1982) mehr als dreimal so schnell wie in der Bundesrepublik (15,6% gegenüber 4,2% pro Jahr), obgleich sie seit 1980 in den USA etwas stärker geschrumpft sind (4,3% gegenüber 3,4% pro Jahr). In beiden Ländern wuchsen die Subventionen in den frühen 70er Jahren viel schneller als in den späten, und als Fortsetzung dieses Trends haben sie in den 80er Jahren real sogar abgenommen.

Die Bundesrepublik und die Vereinigten Staaten unterscheiden sich nicht nur im Zuwachs der Subventionen, sondern auch in ihrer Herkunft und in ihren Zielsetzungen. Mehr als drei Viertel der ÖPNV-Zuschüsse in Deutschland sind Betriebssubventionen, d. h. staatliche Beihilfen zur Deckung der laufenden Kosten für Personal, Treibstoffe, Material u. ä.

Tabelle 1: Subventionen für den ÖPNV in der Bundesrepublik Deutschland, 1970 bis 1982 (Millionen DM zu laufenden Preisen)

	1970	1974	1980	1982
<b>Betriebssubventionen</b>				
Bund	2.194	4.335	5.518	5.346
Länder und Gemeinden	—	—	3.482	3.880
Insgesamt	—	—	9.000	9.226
<b>Investitionssubventionen</b>				
Bund	486	1.015	1.344	1.449
Länder und Gemeinden	—	—	1.447	1.313
Insgesamt	—	—	2.791	2.762
<b>ÖPNV-Subventionen insgesamt</b>				
Bund	2.680	5.350	6.862	6.795
Länder und Gemeinden	1.321	2.656	4.929	5.193
Insgesamt	4.001	8.006	11.791	11.988

*Anmerkung:* Betriebssubventionen schließen den Ausgleich gemeinschaftlicher Leistungen sowie die Finanzierung der verbleibenden Kostenunterdeckung (d. h. der Verluste) mit ein.

*Quellen:* Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), *Finanzielle Leistungen für den ÖPNV, 1970 – 1982*, Bonn 1983; Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), *Öffentliche finanzielle Leistungen für den ÖPNV*, Bonn 1981 und 1983.

Weniger als ein Viertel der Zuschüsse sind für Investitionen bestimmt (vgl. Tabelle 4). Im Gegensatz dazu sind 55 % der ÖPNV-Zuschüsse in den USA Betriebssubventionen und 45 % für Investitionen. Außerdem werden die Subventionen in Deutschland in einem höheren Maße vom Bund finanziert als in den USA (57 % gegenüber 49 %), wo die Länder und Gemeinden einen verhältnismäßig größeren Teil der Last tragen.

Einige andere Trends und Unterschiede zwischen den beiden Staaten sind bemerkenswert. Der Kostendeckungsgrad im ÖPNV ist seit 1970 sowohl in der Bundesrepublik als auch in den USA gefallen (vgl. Tabelle 5). Diese Entwicklung ist besonders ausgeprägt in den USA, wo 1970 zum Beispiel Busse und Straßenbahnen 102 % der Betriebskosten durch Fahrgeldeinnahmen deckten, aber 1980 nur 39 %. Während sie am Anfang der 70er Jahre einen Gewinn aufzeigten, waren sie bis Ende desselben Jahrzehnts tief im Defizit. Gleichweise ist der Kostendeckungsgrad für U-Bahnen sowie für den Schienenpersonennahverkehr der Eisenbahnen (SPNV) von 63 % auf 49 % bzw. 45 % gefallen. Im Vergleich dazu sind die entsprechenden Veränderungen in der Bundesrepublik eher mäßig gewesen. Der Kostendeckungsgrad für den SPNV der Bundesbahn ist fast konstant geblieben, und für andere ÖPNV-Verkehrsmittelarten ist er von 77 % auf 63 % gefallen. In beiden Ländern also ist der ÖPNV insgesamt verlustreicher sowie zuschußbedürftiger geworden, aber diese Entwicklung war erheblich ausgeprägter in den USA.

Noch eine letzte Tabelle wird hier angeführt, um diese grobe Übersicht über die Subventionslage in den USA und der Bundesrepublik zu ergänzen. Die Subventionsbeträge



Tabelle 2: Subventionen für den ÖPNV in den Vereinigten Staaten, 1970 – 1982 (Millionen Dollar zu laufenden Preisen)

	1970	1975	1980	1982
<b>Betriebssubventionen</b>				
Bund	0	408	1.324	1.056
Länder und Gemeinden	318	1.493	3.054	3.006
Insgesamt	318	1.901	4.378	4.062
<b>Investitionssubventionen</b>				
Bund	133	1.287	2.787	2.544
Länder und Gemeinden	67	322	647	760
Insgesamt	200	1.609	3.434	3.304
<b>ÖPNV-Subventionen insgesamt</b>				
Bund	133	1.695	4.111	3.600
Länder und Gemeinden	385	1.815	3.701	3.766
Insgesamt	518	3.510	7.812	7.366

Anmerkung: Betriebssubventionen beziehen sich in den USA auf die Deckung laufender Kosten durch die öffentliche Hand.

Quellen: American Public Transit Association (Hrsg.), Transit Fact Book, Washington, D.C. 1981, Tabellen 5, 6 und 19; U.S. Department of Transportation (Hrsg.), National Urban Mass Transportation Statistics, Washington, D.C. November 1983, S. 2.17 – S. 2.25; U.S. Department of Transportation (Hrsg.), Capital Grants by Program, Urban Area, and Mode, Washington, D.C. 1984, Tabellen 1 und 6; Pucher, J., Impacts of Subsidies on the Costs of Urban Public Transport, in: Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 17 (1983), Tabelle 1, S. 156.

Tabelle 3: Zuwachs der ÖPNV-Subventionen in der Bundesrepublik Deutschland und in den Vereinigten Staaten (durchschnittliche jährliche Raten)

	Deutschland			
	1970–1974	1974–1980	1980–1982	1970–1982
Nominal	18,9 %	6,7 %	0,8 %	9,6 %
Real	11,6 %	2,2 %	– 3,4 %	4,2 %
	Vereinigte Staaten			
	1970–1975	1975–1980	1980–1982	1970–1982
Nominal	46,6 %	17,4 %	– 1,2 %	24,8 %
Real	37,3 %	7,8 %	– 4,3 %	15,6 %

Quellen: Vgl. Tabellen 1 und 2; und Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Statistisches Jahrbuch 1984 für die Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden 1984, S. 714, 720.

Tabelle 4: Quellen und Zwecke von ÖPNV-Subventionen in der Bundesrepublik Deutschland und den Vereinigten Staaten (als Prozentsatz der Gesamtsubventionen)

Deutschland	1970	1974	1980	1982
<b>Quellen</b>				
Bund	67 %	67 %	58 %	57 %
Länder und Gemeinden	33 %	33 %	42 %	43 %
<b>Zwecke</b>				
Betriebssubventionen	–	–	76 %	77 %
Investitionen	–	–	24 %	23 %
Vereinigte Staaten	1970	1975	1980	1982
<b>Quellen</b>				
Bund	26 %	48 %	53 %	49 %
Länder und Gemeinden	74 %	52 %	47 %	51 %
<b>Zwecke</b>				
Betriebssubventionen	61 %	54 %	56 %	55 %
Investitionen	39 %	46 %	44 %	45 %

Quelle: Aus Tabellen 1 und 2 errechnet.

Tabelle 5: Kostendeckungsgrad für verschiedene ÖPNV-Verkehrsmittelarten in der Bundesrepublik Deutschland und in den Vereinigten Staaten (Eigenerlöse als Prozentsatz der Betriebskosten)

	1970	1973	1975	1979	1980	1982	
<b>Deutschland</b>							
Bus	} 77 %	65 %	} 63 %	} 61 %	} 63 %	} 63 %	
Straßenbahn		66 %					
U-Bahn		64 %					
SPNV der Bundesbahn	–	29 %	–	28 %	29 %	30 %	
<b>Vereinigte Staaten</b>							
Bus	} 102 %	} 76 %	} 59 %	} 48 %	} 39 %	} 41 %	
Straßenbahn							61 %
U-Bahn							63 %
SPNV der Eisenbahnen	63 %	61 %	50 %	45 %	45 %	–	

Quellen: Vgl. WIBERA Aktiengesellschaft (Hrsg.), Folgekosten des ÖPNV, Bericht Nr. 24-1271-3, Düsseldorf 1975, S. 11, 18, 27; WIBERA Aktiengesellschaft (Hrsg.), Folgekosten des ÖPNV, Bericht Nr. 24-1443-0, Düsseldorf 1982, S. 8 – 13; Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe (Hrsg.), VÖV-Statistik '83, Köln 1984, S. 19; Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Wirtschaftliche Daten des Schienenpersonennahverkehrs der DB, Bonn 1984; Public Transit Association (Hrsg.), American Transit Fact Book, Washington, D.C. 1981, Tabellen 5, 6 und 21; U.S. Department of Transportation (Hrsg.), National Urban Mass Transportation Statistics, Washington, D.C. 1983, S. 2.17, 2.18, 2.26 – 2.40.

Tabelle 6: Kennziffern der ÖPNV-Subventionen in der Bundesrepublik Deutschland und den Vereinigten Staaten (in laufenden Preisen)

	1970		1982	
	BRD	USA	BRD	USA
Gesamtsubvention pro Kopf der Bevölkerung	66 DM (18 \$)	3 \$	194 DM (80 \$)	32 \$
Verhältnis $\frac{BRD}{USA}$	6 : 1		2,5 : 1	
Gesamtsubvention pro Fahrgast	0,57 DM (0,15 \$)	0,07 \$	1,61 DM (0,66 \$)	0,96 \$
Verhältnis $\frac{BRD}{USA}$	2 : 1		0,7 : 1	
Gesamtsubvention pro Passagierkilometer	0,066 DM (0,018 \$)	—	0,166 DM (0,076 \$)	0,214 \$
Verhältnis $\frac{BRD}{USA}$	—		0,4 : 1	

Quellen: Vgl. Tabellen 1 und 2; sowie Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Statistisches Jahrbuch 1983 für die Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden 1983, S. 636; Institut der Deutschen Wirtschaft (Hrsg.), Zahlen zur wirtschaftlichen Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland, Köln 1983, Tabelle 73; Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Verkehr in Zahlen, Bonn 1984, S. 78, 79, 164 – 167; American Public Transit Association (Hrsg.), Transit Fact Book, Washington, D.C. 1981, Tabellen 10, 11 und 21; U.S. Department of Transportation (Hrsg.), National Urban Mass Transportation Statistics, Washington, D.C. 1983, S. 2.61 – S. 2.65.

werden in Tabelle 6 in Beziehung zu verschiedenen einschlägigen Datenserien gebracht – zu der Gesamtbevölkerung der beiden Länder, zu der Zahl der ÖPNV-Fahrgäste und zu der Zahl der ÖPNV-Personenkilometer. Den ganzen Zeitraum hindurch wurde der ÖPNV im allgemeinen in Deutschland intensiver subventioniert als in den USA, auch wenn dieser Unterschied sich verringert hat. Pro Kopf der Bevölkerung war die Gesamtsubvention in der Bundesrepublik 1970 sechsmal so hoch wie in den USA und 1982 zweieinhalbmal so hoch. Die höheren Pro-Kopf-Subventionen in der Bundesrepublik sind vorwiegend auf den viel höheren Modal-Split-Anteil des ÖPNV in Deutschland gegenüber den USA zurückzuführen (16,0 % gegenüber 3,8 % aller Fahrten mit motorisierten Fahrzeugen<sup>3)</sup>). In dieser Hinsicht wird der ÖPNV in Deutschland seit langem mehr genutzt und stärker gefördert. Auf der anderen Seite machen dieselben Daten klar, daß die USA viel nachgeholt hat. Die Subvention pro Kopf stieg von nur 3 \$ im Jahre 1970 auf 32 \$ im Jahre

3) Vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Forschung Stadtverkehr, Reihe Auswertungen – Modal – Split, Heft A-1, Bonn 1984, S. 44; Pucher, J., Socioeconomic Characteristics of Transit Riders, in: Traffic Quarterly, Vol. 35 (1981), Nr. 3, S. 466. – Als Prozentsatz aller Wege und Fahrten – Fußwege und Radfahrten eingeschlossen – lauten die Modal-Split-Zahlen 3,4 % für die USA und 11,4 % für Deutschland.

1982. In der Tat werden jetzt die ÖPNV-Fahrgäste in den USA sogar stärker unterstützt als in der Bundesrepublik. Die Gesamtsubvention pro Fahrgast betrug 1982 0,96 \$ in den USA – wesentlich mehr als in der Bundesrepublik (0,66 \$). Außer im Schienenpersonennahverkehr der Eisenbahnen (SPNV) deckt der ÖPNV-Kunde in den USA einen erheblich geringeren Teil der Kosten durch den Fahrpreis (41 % gegenüber 63 %). Das Verhältnis war am Anfang der 70er Jahre umgekehrt, als deutsche Fahrgäste zweimal so hoch unterstützt wurden wie die der USA (0,15 \$ gegenüber 0,07 \$) und dieser Nahverkehrsbereich einen niedrigeren Kostendeckungsgrad aufwies (77 % gegenüber 85 %<sup>4)</sup>). Der Kostendeckungsgrad des SPNV in Deutschland ist während des gesamten Zeitraums niedriger gewesen als der in den USA, aber der Unterschied hat sich verringert – 29 % gegenüber 61 % im Jahre 1973, 29 % gegenüber 45 % im Jahre 1980 (vgl. Tabelle 5). Dieser Wandel der Verkehrspolitik in Amerika unterscheidet sich stark von der weniger dramatischen Entwicklung in der Bundesrepublik. Die Entfaltung der ÖPNV-Politik in den beiden Ländern wird in dem folgenden Teil dargestellt und analysiert.

## 2. Ziele und Hintergründe der Subventionierung

Die Verkehrspolitik in den USA hat sich wesentlich anders entwickelt als in der Bundesrepublik. Während die meisten ÖPNV-Unternehmen in Deutschland mindestens seit dem Zweiten Weltkrieg – und viele seit 1900 – öffentlich verwaltet, organisiert und subventioniert wurden, sind ÖPNV-Unternehmen in den USA bis zum Anfang der 70er Jahre überwiegend im privaten Besitz geblieben, zwar von öffentlichen Behörden reguliert, aber kaum subventioniert worden. Erst in den letzten 15 Jahren hat sich diese Lage verändert.

### 2.1 Entwicklungen in den USA

Im Jahre 1965 waren nur 8 % der ÖPNV-Unternehmen in den USA im öffentlichen Besitz, und alle ÖPNV-Betriebe insgesamt erhielten von allen Regierungsebenen zusammen weniger als 100 Mio. \$ Subvention – 76 Mio. \$ für Investitionen und 12 Mio. \$ für Betriebskosten<sup>5)</sup>. In den meisten Städten wurde verlangt, daß die Fahrgäste die Betriebskosten durch Fahrpreise völlig decken sollten, und in der Tat bezahlten sie 1965 im Durchschnitt 102 % der Betriebskosten, wodurch die Branche einen Gewinn ausweisen konnte<sup>6)</sup>. Dieser Überschuß und die geringfügigen Subventionen reichten aber bei weitem nicht aus, Investitionen für die Instandhaltung der vorhandenen Infrastruktur zu finanzieren – geschweige denn für den Ausbau des ÖPNV-Netzes. Im Gegenteil, die ÖPNV-Infrastruktur kam während der 50er und 60er Jahre immer mehr herunter, das Leistungsangebot wurde immer mehr eingeschränkt, unbequemer und unzuverlässiger und die Fahrpreise stiegen immer höher. Diese Entwicklungen sowie der rasche Zuwachs der privaten

4) Der amerikanische Durchschnittswert für alle ÖPNV-Verkehrsmittelarten außer SPNV erscheint zwar nicht in Tabelle 5. Er wurde anhand von Daten aus den Tabellen 5 und 6 im Transit Fact Book errechnet. Vgl. American Public Transit Association (Hrsg.), Transit . . . , a.a.O., S. 46 f.

5) Vgl. Pucher, J., Transit Financing Trends in Large U.S. Metropolitan Areas, in: Transportation Research Record, o. Jg. (1980), Nr. 759, S. 6 ff.; American Public Transit Association (Hrsg.), Transit . . . , a.a.O., S. 43.

6) Vgl. American Public Transit Association (Hrsg.), Transit . . . , a.a.O., S. 46 f.

Motorisierung, die von der Vernachlässigung der ÖPNV weiter begünstigt wurde, bewirkten, daß die ÖPNV-Betriebe in den USA mehr als die Hälfte ihrer Kunden zwischen 1950 und 1965 verloren<sup>7)</sup>.

Dieser Verfall des ÖPNV löste wenig Bedauern in Amerika aus. Im allgemeinen wurde der ÖPNV – zumindest bis 1965 – als altmodisch und überholt betrachtet. Weder seine direkten noch seine indirekten Vorteile wurden geschätzt, und wenig wurde getan, um seinen Verfall zu verhindern. ÖPNV wurde als eine private Branche angesehen, in der die Prinzipien der Marktwirtschaft herrschen sollten. Daß der ÖPNV zwischen 1950 und 1965 immer mehr Fahrgäste verlor, war für viele ein Beweis seiner Minderwertigkeit. In einem Land, in dem der Kunde wirklich König ist, hat er sich klar gegen den ÖPNV und für das Auto entschieden. Der öffentliche Sektor kümmerte sich hauptsächlich darum – wenn überhaupt –, den Niedergang des ÖPNV zu verwalten. Er regulierte weiterhin die Fahrpreise und das Leistungsangebot sowie die Gewährung von Konzessionen. Überwiegend handelte es sich um die Genehmigung von Tarifierhöhungen und Stilllegungen. Im selben Zeitraum wurde der Individualverkehr hingegen großzügig behandelt. 1960 zum Beispiel betrug die Subventionen für Straßenbau und -instandhaltung in den USA 9,6 Mrd. \$; bis 1970 kletterten sie sogar auf 16,7 Mrd. \$<sup>8)</sup>.

Erst Mitte der 60er Jahre wurden Maßnahmen ergriffen, um den ÖPNV in den USA auch nur einigermaßen zu retten. Mit der Verabschiedung des ÖPNV-Gesetzes von 1964 begann die Rolle des Bundes als Sachwalter des ÖPNV, welche sich zunächst jedoch ausschließlich auf Planung, Forschung und kleinere Investitionen beschränkte<sup>9)</sup>. Weiterhin blieben Bundessubventionen gering (etwa 20 Mio. \$ 1965, 133 Mio. \$ 1970) – weniger als 1 % der jeweiligen Zuschüsse für Straßen<sup>10)</sup>. Das ursprüngliche Ziel der Intervention des Bundes war, alte Innenstädte vor dem weiteren Verfall zu bewahren in der Annahme, daß ein regenerierter ÖPNV ihnen zugute käme. Zudem sollte er den armen und insbesondere schwarzen Einwohnern der Innenstädte zur Arbeit verhelfen, indem Sonderrouthen zwischen den Armenvierteln und den neuen Industrievierteln in den Vororten aufgestellt wurden. Obgleich mehrere Untersuchungen herausfanden, daß die Ziele auch nicht annähernd erreicht wurden, behielt der ÖPNV weiterhin den Ruf, die Probleme der alten Innenstädte und deren armer Einwohner lösen zu können<sup>11)</sup>. Da mehrere amerikanische Städte in den frühen 60er Jahren von Rassenkrawallen heimgesucht wurden, war dieser angebliche Vorteil des ÖPNV ein wichtiger Grund für Subventionen.

Mitte der 60er Jahre wurde die Rechtfertigung für staatliche Unterstützung vielfältiger und umfangreicher. Schlagartig lenkte Naders Buch „Unsafe at any Speed“<sup>12)</sup> die öffentliche Aufmerksamkeit auf die vom Auto ausgehende Gefahr für die Verkehrssicherheit. Jedes Jahr sind etwa 50.000 Todesfälle und 100.000 Schwerverletzte durch Autounfälle

7) Vgl. ebenda, S. 54.

8) Vgl. U. S. Department of Commerce (Hrsg.), Statistical Abstract of the U. S., Washington, D. C., 1983, S. 412.

9) Vgl. Pucher, J., Transit . . . , a.a.O., S. 6 ff.

10) Das Gesetz wurde 1964 verabschiedet, trat aber erst 1965 in Kraft. Die ersten ÖPNV-Subventionen des Bundes traten also erst im Jahre 1965 auf.

11) Vgl. U. S. Department of Transportation (Hrsg.), Abteilung Urban Mass Transportation Administration, Capital Grants by Fiscal Year and Program, 1965 through 9/30/83, Washington, D. C., 1984, Tabelle 1.

12) Vgl. Nader, R., Unsafe at any Speed, New York 1965.

zu beklagen<sup>13)</sup>. Überdies hatte der allgegenwärtige Straßenbau in den 60er Jahren viele Wohngebiete, Parks und Naturgebiete zerstört und das Leben in den Innenstädten erheblich beeinträchtigt, was wütenden und anhaltenden Widerstand gegen neuen Straßenbau auslöste und schließlich fast total verhinderte. In demselben Zeitraum wurde die Verstopfung der Straßen in den Städten ein immer größeres Problem, das dem auswachsenden Individualverkehr zugeschrieben wurde. Die 60er Jahre hindurch stieg das Umweltbewußtsein in den USA, das bis 1970 einen äußerst wichtigen Einfluß auf die Politik auf jeder Regierungsebene und in fast jedem Bereich hatte<sup>14)</sup>. All diese Entwicklungen verstärkten den Widerstand gegen das Auto und gegen den weiteren Ausbau des Straßennetzes. Es erwies sich aber als höchst schwierig, den Individualverkehr direkt einzuschränken und zu regeln, um diese Probleme zu lindern. Es war politisch leicht, das alternative Verkehrsmittel durch Subventionen zu unterstützen, in der Hoffnung, daß ein besseres und/oder billigeres ÖPNV-Angebot Autofahrer aus ihren Autos in öffentliche Verkehrsmittel locken würde. Es lag am Ende der 60er Jahre kein Beweis vor, daß die Subventionierung des ÖPNV den erwünschten Effekt haben würde, und mittlerweile haben mehrere Studien festgestellt, daß ÖPNV-Subventionen allein kaum imstande sind, die Probleme des Stadtverkehrs zu lösen<sup>15)</sup>. Das wichtigste ist aber, daß die meisten Amerikaner an die angeblich fast grenzenlos günstigen Auswirkungen des ÖPNV auf die Umwelt, die Verkehrssicherheit, die Straßentlastung, die Vitalität der Innenstädte, die Mobilität der Armen und Minderheiten usw. glaubten. Es genügte, eine mächtige Lobby für den ÖPNV zu schaffen und Dank derer wurde das ÖPNV-Gesetz von 1970 verabschiedet, das den Weg für eine viel stärkere Rolle des Bundes im ÖPNV bahnte – insbesondere eine stärkere finanzielle Rolle. So stiegen infolge des Gesetzes die Bundessubventionen an den ÖPNV von nur 133 Mio. \$ im Jahre 1970 auf 956 Mio. \$ im Jahre 1974<sup>16)</sup>.

Diese anwachsende Bedeutung des Bundes im ÖPNV setzte sich in den nächsten Jahren fort, diesmal vorwiegend von der Energie-Krise angetrieben. Nach dem arabischen Ölembargo von 1973 wurden zwei neue Bundesverkehrsgesetze verabschiedet. Sie erhöhten Bundessubventionen für den ÖPNV und stellten zum ersten Mal Betriebssubventionen vom Bund zur Verfügung. Sie erlaubten den Bundesstaaten, Bundessubventionen für den Straßenbau in ÖPNV-Investitions-subventionen umzuwidmen und steigerten den Bundesanteil an ÖPNV-Investitions-subventionen von 67 % auf 80 %<sup>17)</sup>.

In den späten 70er Jahren wurde das Programm noch weiter ausgebaut. Die früheren Rechtfertigungen für ÖPNV-Subventionen verloren nicht an Bedeutung, aber zusätzliche wurden ihnen hinzugefügt. Es wurde zum Beispiel behauptet – und weitgehend geglaubt –, daß der ÖPNV unentbehrlich für die Mobilität der Älteren und Behinderten sei. Sein Nutzen für Arme und diskriminierte Minderheiten wurde auch in dieses Argument einbezogen. Der ÖPNV sollte also gefördert werden, um jedem ein Mindestmaß an Mobilität zu sichern, auch denjenigen, die entweder aus finanziellen oder körperlichen Gründen kein Auto fahren können. Die wichtige soziale Rolle des Verkehrssystems wurde immer stärker

13) Vgl. Altsbuler, A., Urban . . . , a.a.O., S. 274 ff.

14) Vgl. ebenda, S. 210 ff.; Nader, R., Unsafe . . . , a.a.O.

15) Vgl. Altsbuler, A., Urban . . . , a.a.O., S. 34–42, 61–71.

16) Vgl. ebenda, S. 38–47, 430–441.

17) Vgl. U. S. Department of Transportation (Hrsg.), Abteilung Urban Mass Transportation Administration, Capital Grants, a.a.O., Tabelle 1.



betont. Das Bundesverkehrsgesetz von 1978 dehnte die Aufgaben des Bundes weiter aus, die sich nicht nur in immer steigenden Subventionen beschränkten, sondern auch in der Aufstellung von Zielen, Regelungen, Methoden, Organisations- und Finanzstrukturen bestanden<sup>18)</sup>. In fast jeder Hinsicht folgten die Bundesstaaten und Gemeinden dem Beispiel des Bundes, weil es entweder gesetzlich vorgeschrieben war oder weil die anderen Regierungsebenen nichts Besseres zu tun wußten. Als Voraussetzung für die verschiedenen Bundessubventionen zum Beispiel mußten die Bundesstaaten und die Gemeinden bestimmte Anteile der Gesamtsubventionen finanzieren und buchstäblich Hunderte von Verordnungen des Bundes einhalten. Auf diese Weise wurden sie gezwungen, ihre Verkehrspolitik der des Bundes anzupassen.

Die Gemeinden haben eigentlich den frühesten Einfluß auf den ÖPNV gehabt, aber ihre Rolle ist passiver als die des Bundes gewesen. Schon 1800 hatten sie die Zuständigkeit, Fahrpreise zu regulieren und Konzessionen zu gewähren. Als sich die finanzielle Krise des ÖPNV nach dem Zweiten Weltkrieg entwickelte, konnten die Gemeinden bestenfalls kurzfristig Nothilfe leisten. In den größten Städten, wo der ÖPNV am wichtigsten war, brachten sie geringfügige Summen für ihn auf, um Fehlbeträge vorübergehend zu decken. In den meisten Städten aber wurde der ÖPNV völlig vernachlässigt. Leistungsangebot und Verkehrsaufkommen sanken rapide. Bis 1970 ging die Zahl der ÖPNV-Fahrgäste auf weniger als ein Drittel des Jahres 1945 zurück<sup>19)</sup>. Der Anteil sämtlicher Arten des ÖPNV an der gesamten Nachfrage nach Personennahverkehrsleistungen fiel in diesem Zeitraum von 35,1 % auf nur 3,6 % aller Personenkilometer<sup>20)</sup>. Die Subventionen der Gemeinden – soweit überhaupt vorhanden – konnten der Entwicklung im ÖPNV nur verzweifelt folgen und vermochten nicht, die Lage grundsätzlich zu verbessern. Erst nach der Intervention des Bundes setzten sich die Kommunen tatkräftig für den ÖPNV ein.

Die Bundesstaaten haben sich höchst unterschiedlich um den ÖPNV gekümmert. Bei weitem die stärksten Interventionen auf der Länderebene gibt es in denjenigen Staaten im Nordosten und an der Westküste, in denen sich die größten Städte befinden, wo also der Verfall des ÖPNV die schwerwiegendsten Probleme ausgelöst hat. Den höchsten Anteil an ÖPNV-Subventionen wiesen diese Bundesstaaten in der ersten Hälfte der 70er Jahre auf. Mittlerweile haben die schneller wachsenden Subventionen des Bundes diejenigen der Staaten weitgehend in den Schatten gestellt.

Vielleicht liegt der wichtigste Beitrag der Gemeinden und Bundesstaaten zur Finanzierung des ÖPNV darin, daß sie es den ÖPNV-Unternehmen ermöglichten bzw. diese zwangen, öffentliche, regionale Verkehrsgesellschaften (regional transit authorities) in Ballungsgebieten und großen Kreisen zu gründen. Diese öffentlichen Verkehrsgesellschaften erhielten das Recht, Steuern und Straßengebühren entweder selbst zu erheben oder die Steuereinnahmen der zugehörigen Gemeinden fast automatisch in Anspruch zu nehmen. Einzelheiten dieses Systems werden später in diesem Aufsatz noch erläutert. An dieser Stelle sei nur betont, daß die Entwicklung der steuerberechtigten Verkehrs-

18) Vgl. U. S. Department of Transportation (Hrsg.), Abteilung Urban Mass Transportation Administration, Urban Mass Transportation Act of 1964 as Amended through May 1983, Washington, D. C., 1984.

19) Vgl. *Weiner, E.*, Urban Transportation Planning in the U. S., U. S. Department of Transportation (Hrsg.), Washington, D. C., 1983.

20) Vgl. American Public Transit Association (Hrsg.), Transit Fact Book, a.a.O., S. 54.

gesellschaften in den frühen 70er Jahren zum ersten Mal eine zuverlässige Quelle von Subventionsmitteln auf Gemeindeebene darstellte, was den Zuwachs der ÖPNV-Subventionen weiter beschleunigte.

In all diesen Entwicklungen der ÖPNV-Politik in den USA spielte die direkte Unterstützung von ÖPNV-Kunden, die unmittelbar den Vorteil von Subventionen haben, eine erstaunlich geringe Rolle. Ihr Anteil an der Bevölkerung in den Städten beträgt weniger als 4 %, und sie sind geographisch sehr im Nordosten konzentriert. Überdies bestehen sie überproportional aus Armen und sozialen Minderheiten, die wenig politische und noch weniger wirtschaftliche Macht haben. Die Unterstützung durch die Subventionierung beruht vielmehr auf allerlei indirekten Vorteilen, die dem ÖPNV zugeschrieben werden. Subventionen wurden erhöht, um Arbeitsplätze zu schaffen, um die Umwelt zu schonen, um Innenstädte zu regenerieren, um die Wirtschaft anzukurbeln, um Energie zu sparen, um Verkehrssicherheit zu fördern, um Armen, Alten, Behinderten und Minderheiten zu helfen. Viele Untersuchungen in den letzten 10 Jahren haben herausgefunden, daß diese angeblichen indirekten Vorteile des ÖPNV überwiegend illusorisch waren oder sehr überschätzt wurden<sup>21)</sup>. Trotzdem hat der ÖPNV in den USA weiterhin ein gutes soziales, umweltfreundliches Image und wird auf Grund dessen großzügig unterstützt.

Drei zusätzliche Aspekte der Entwicklung der Verkehrspolitik in den USA sind besonders bemerkenswert. Erstens stellt sie eine wahrhaftig umwälzende Revolution dar – von einer Politik der Vernachlässigung des ÖPNV und der starken Förderung des Straßenbaus in den 50er und 60er Jahren zu einer Politik der intensiven Subventionierung des ÖPNV, der Einschränkung und Regulierung des Individualverkehrs und des Stillstands des Straßenbaus in den 70er und 80er Jahren<sup>22)</sup>. Zweitens spielte der Bund in fast jeder Hinsicht die leitende Rolle – in Zielsetzung, Organisation und Finanzierung des ÖPNV. Drittens hat der große Wandel in der Verkehrspolitik keinen auch nur annähernd bedeutenden Wandel in dem Verkehrsverhalten der Bevölkerung ausgelöst; nach wie vor entfallen auf den ÖPNV weniger als 4 % aller Fahrten mit motorisierten Fahrzeugen und etwa 3 % aller Fahrten und Wege insgesamt.

Die konservative *Reagan*-Regierung hat zwar versucht, zu einer Verkehrspolitik der 50er und 60er Jahre zurückzukehren. Sie behauptet, daß Subventionen ohnehin ineffizient und ungerechtfertigt seien und daß sie insbesondere im ÖPNV eine schockierende Kosteninflation und fast keinen tatsächlichen Nutzen hervorgebracht hätten. Deshalb will die *Reagan*-Regierung jegliche Betriebssubventionen des Bundes streichen und sogar Investitionssubventionen stark kürzen. Außerdem sind die öffentlichen Mittel auf allen Regierungsebenen knapper geworden, so daß der Druck besteht, auch auf der Länder- und Gemeindeebene weniger Geld für den ÖPNV auszugeben. Die enttäuschenden Ergebnisse der bisherigen Subventionierung rechtfertigen zwar derartige Maßnahmen, bis jetzt aber hat sich das ÖPNV-Subventionierungsprogramm als weitgehend unverwundlich erwiesen und wenig unter den allgemeinen Haushaltskürzungen gelitten. Die Zuschüsse vom Bund fielen zwar von 1980 bis 1982 um 511 Mio. \$, aber sie stiegen im Jahre 1983

21) Vgl. *Altsbuler, A.*, Urban . . . , a.a.O. S. 22.

22) Vgl. *ebenda*, S. 430 ff.

wieder um 450 Mio. \$ an<sup>23)</sup>, so daß sie nominal nur 61 Mio. \$ weniger betragen als vor *Reagans* Amtsantritt. Daß der ÖPNV weitgehend unversehrt blieb, ist wahrscheinlich auf die Stärke der Demokratischen Partei im Kongreß zurückzuführen, die den ÖPNV nach Kräften unterstützt. Die Basis der Partei besteht nämlich aus denjenigen Gruppen, denen der ÖPNV am meisten zugute kommt – den Armen, den Minderheiten, den Einwohnern der großen, alten Innenstädte und den Gewerkschaften.

## 2.2 Entwicklungen in der Bundesrepublik Deutschland

Im Gegensatz zu den USA sind ÖPNV-Unternehmen in Deutschland seit langem im öffentlichen Besitz. Das Engagement der verschiedenen Gebietskörperschaften im Personenverkehr im allgemeinen ist keine neue Entwicklung, sondern eine alte Tradition. Schon 1878 wurde die Preußische Eisenbahn unter *Bismarck* verstaatlicht<sup>24)</sup>. Die wichtige Rolle des Staates im Eisenbahnverkehr entwickelte sich weiter in den folgenden Jahrzehnten, und seit der Gründung der Bundesrepublik im Jahre 1949 ist der Bund Eigentümer der Deutschen Bundesbahn und hat auf die Unternehmenspolitik starken Einfluß<sup>25)</sup>. Der Bund finanziert den Ausgleich gemeinwirtschaftlicher Leistungen im SPNV der Bundesbahn<sup>26)</sup> sowie alle übrigen Betriebssubventionen, indem er als Eigentümer die Verluste tragen muß. Der bei weitem größte Teil der Investitionsbeihilfen im SPNV wird auch vom Bund getragen. Diese Zuständigkeit des Bundes für die Bundesbahn und dadurch für den SPNV stellt wohl die wichtigste Rolle des Bundes im ÖPNV dar. Sie zwang den Bund von Anfang an, sich mit dem ÖPNV zu befassen. Zudem trägt der Bund seit mehreren Jahrzehnten zum öffentlichen Nahverkehr in der Fläche bei, indem die Bundesbahn und die Post Omnibusdienste betreiben, deren Gesamtleistung etwa ein Achtel aller Personenkilometer des deutschen öffentlichen Verkehrs beträgt, die aber nur geringfügiger Subventionen bedurft haben, da ihre Kosten erheblich niedriger gewesen sind als die der kommunalen Unternehmen<sup>27)</sup>.

Auch andere Arten des ÖPNV – zum Beispiel Pferdeomnibusse, Pferdebahnen und Straßenbahnen – wurden früh unter die Kontrolle der öffentlichen Hand gebracht. Seit Beginn des 19. Jahrhunderts unterlag die Errichtung von Nahverkehrslinien der Genehmigung der Kommunen<sup>28)</sup>. Der Einfluß der Kommunen wuchs erheblich in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts auf Grund ihrer Aufkäufe der ÖPNV-Unternehmen. Schon 1900 waren 15 % der Straßenbahnunternehmen in Deutschland in kommunalem Besitz, bis 1910 stieg diese Zahl auf 45 %, bis 1920 auf mehr als 50 %. 1936 gehörten 60 % der Straßenbahnunternehmen ausschließlich den Gemeinden, und bei 28 % hatten die Gemeinden einen erheblichen Einfluß durch ihre Kapitalbeteiligung. Nur 12 % waren aus-

23) Subventionen für Straßenbau in den USA (von allen Regierungsebenen insgesamt) fielen real um 5 % zwischen 1970 und 1980, während sie real um 33 % zwischen 1960 und 1970 stiegen. Vgl. U. S. Department of Commerce (Hrsg.), *Statistical Abstract of the U. S.*, a.a.O., S. 320.

24) Vgl. *Voigt, F.*, *Verkehr*, Bd. 2, Berlin 1965, S. 670.

25) Vgl. *Dunn, J.*, *Urban Transportation Policy in West Germany and the United States*, in: *Comparative Social Research*, Vol. 3 (1980).

26) Vgl. Europäische Gemeinschaft, *Amtsblatt: Rechtsvorschriften*, 12. Jg. (1969), Nr. L-156, G 1203B, 28. Juni.

27) Vgl. *Bundestagsdrucksache 9/1658* vom 17. 05. 82.

28) Vgl. *Voigt, F.*, *Verkehr*, Bd. 2, a.a.O., S. 667 ff.

schließlich in privatem Besitz<sup>29)</sup>. Heute gibt es kaum ein großes privates ÖPNV-Unternehmen in der Bundesrepublik. Der Grund für die frühe Übernahme durch die öffentliche Hand liegt nicht darin, daß die ÖPNV-Unternehmen schon am Anfang des 20. Jahrhunderts verlustreich wurden, sondern eher im Gegenteil. Die Kommunen wollten an den beträchtlichen Gewinnen des ÖPNV teilhaben. Zudem wollten sie mehr Einfluß auf die Tarifstruktur und das Leistungsangebot nehmen<sup>30)</sup>.

Infolge ihrer frühen Rollen im ÖPNV konnten die Kommunen sowie der Bund im bedeutenden Maße die Organisation und Finanzierung des ÖPNV bestimmen. Von Anfang an, als der ÖPNV noch eine Monopolstellung im Stadtverkehr hatte, war die öffentliche Hand imstande, den ÖPNV zu gestalten und dadurch auch die Raumstruktur der Städte zu beeinflussen. Überdies wurde die Subventionierung im ÖPNV zu einer fast selbstverständlichen Sache, als sich die wirtschaftliche Lage des ÖPNV verschlechterte. Im Gegensatz zu den USA gab es keine großen politischen oder psychologischen Barrieren zu überwinden. Da sich der Bund und die Kommunen früher an den Gewinnen des ÖPNV beteiligt hatten, wurde von ihnen erwartet, daß sie sich auch an den später auftretenden Verlusten beteiligen sollten. Schon in den 50er Jahren machte der SPNV der Bundesbahn (DB) Verluste, die zuerst von den Gewinnen des Güterverkehrs der DB und dann später von den Bundeszuschüssen an die gesamte DB gedeckt wurden. Erst ab 1961 gab es eine getrennte Buchführung für den SPNV. Allein die Betriebssubvention betrug in diesem Jahr 150 Mio. DM und stieg bis 1965 auf 962 Mio. DM, bis 1970 auf 1.800 Mio. DM und bis 1980 auf 4.322 Mio. DM<sup>31)</sup>. Dazu kamen entsprechend hohe Investitionsbeihilfen, so daß der finanzielle Einsatz des Bundes für den SPNV in der Tat massiv gewesen ist.

Durch ihre frühe Beteiligung an den ÖPNV-Unternehmen entwickelte sich ebenso automatisch die Verantwortung der Kommunen, Verluste zu decken, entweder direkt – durch Subventionen aus dem allgemeinen Haushalt – oder indirekt – durch die Gewinne anderer Betriebszweige in Versorgungsquerverbänden. Die ersten direkten Beihilfen dienten dem Bau bzw. Ausbau von U-Bahn- und Straßenbahnlinien. Auch ohne gesetzliche Vorschriften leisteten die Kommunen schon seit 1908 Investitionszuschüsse, um die verkehrliche Erschließung neuer Gebiete zu ermöglichen<sup>32)</sup>. Die Kommunen tragen weiterhin die größte Verantwortung für den ÖPNV (ausgenommen den SPNV). Letztendlich müssen sie fast alle entstehenden Verluste finanzieren und auch für einen Teil der Investitionskosten aufkommen. Im Jahre 1982 zum Beispiel leisteten die Kommunen Subventionen in Höhe von etwa 3,1 Mrd. DM<sup>33)</sup>.

Die finanzielle Rolle der Länder im ÖPNV entstand erheblich später als die der Kommunen und des Bundes. Zwar gab es früher und gibt es noch eine Beteiligung von Ländern an regionalen Eisenbahnen, die aber heute mit nur 3 % der gesamten Verkehrsleistung im öffentlichen Personenverkehr eher unbedeutend sind<sup>34)</sup>. Gegenwärtig besteht die Ver-

29) Vgl. *Peters, W.*, *Die Finanzierung in den Wirtschaftsunternehmen des ÖPNV (= Schriftenreihe Verkehr und Technik, Heft 68)*, Bielefeld 1978, S. 13.

30) Vgl. *ebenda*, S. 12.

31) Vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), *Ergebnisse der DB-Kostenrechnung für Personennahverkehr*, Bonn 1983 und derselbe (Hrsg.), *Finanzielle Leistungen für den ÖPNV*, Bonn 1983.

32) Vgl. *Peters, W.*, *Finanzierung . . .*, a.a.O., S. 16 ff.

33) Vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), *Finanzielle Leistungen . . .*, a.a.O.

34) Vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), *Verkehr in Zahlen*, Bonn 1984, S. 56, 57, 166, 167.



antwortung der Länder hauptsächlich darin, den Ausgleich gemeinwirtschaftlicher Leistungen nichtbundeseigener Unternehmen zu bezahlen. Diese Verantwortung entstand aus der von den Ländern geförderten Zentralisierung der Schulen, die einen wesentlichen Zuwachs im Schülerverkehr nach sich zog. Zudem tragen die Länder erheblich zu der Finanzierung der ÖPNV-Investitionen bei.

Wegen der seit langem wichtigen öffentlichen Beteiligung an ÖPNV-Betrieben haben in Deutschland andere Ziele gegolten als in den USA. Während amerikanische ÖPNV-Unternehmen mindestens bis in die 70er Jahre versuchten, entweder Gewinne zu maximieren oder Verluste zu minimieren, wurde dieses traditionell betriebswirtschaftliche Ziel schon in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts in Deutschland weitgehend aufgegeben. Statt dessen strebten die deutschen Unternehmen nach der Optimierung ihrer Leistung im Interesse des Allgemeinwohls. Diese soziale gemeinwirtschaftliche Verpflichtung wurde im Personenbeförderungsgesetz von 1934 den ÖPNV-Unternehmen verbindlich auferlegt, aber auch vor dem Erlaß dieser Vorschrift verhielten sich das Reich und die kommunalen Besitzer dementsprechend<sup>35</sup>). Als Eigentümer konnten sie sich ihrer finanziellen Verantwortung kaum entziehen. Überdies versuchten sie nicht, durch drastische Fahrpreiserhöhungen und Angebotskürzungen – wie in den USA – die Verluste des ÖPNV zu verringern. Die deswegen erforderlichen Subventionen bedurften in der Bundesrepublik keiner besonderen politischen Rechtfertigung – wie erst später in den USA –, da die Unterstützung des ÖPNV schon seit langem in dem Verantwortungsbereich der öffentlichen Hand lag. Die wachsenden Defizite des ÖPNV in den 50er und 60er Jahren stellten zwar eine immer größere Last dar, aber die erforderlichen Subventionen wurden zuerst ohne besondere Gesetze geleistet.

Wegen des wachsenden Bedarfs an großen ÖPNV-Investitionen in den Ballungsgebieten, welche die Kommunen allein nicht finanzieren konnten, übernahm der Bund Mitte der 60er Jahre eine größere Rolle im ÖPNV. Seit 1967 gewährt er Investitionszuschüsse über seine eigenen Unternehmen hinaus. Dazu erhöhte er die Mineralölsteuer mittels des Steueränderungsgesetzes von 1966 um drei Pfennig pro Liter und widmete das zusätzliche Steueraufkommen der Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden<sup>36</sup>). 60% der Mittel waren ursprünglich für Straßenbau und 40% für ÖPNV-Investitionen eingesetzt – hauptsächlich für den aufwendigen Ausbau von Straßenbahnen, U-Bahnen und S-Bahnen.

Das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) von 1971, das Verkehrsfinanzgesetz von 1972, das Steueränderungsgesetz von 1973 und das Haushaltsstrukturgesetz von 1975 entwickelten die Finanzierungsrolle des Bundes weiter. Gegenwärtig sind sechs Pfennige der Steuern pro Liter Mineralöl für die Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden zweckgebunden, und diese Mittel werden je zur Hälfte auf Straßenbau und ÖPNV-Investitionen aufgeteilt. Überdies dürfen die Länder bis zu 15% der Mittel für den Straßenbau zugunsten des ÖPNV umschichten, was bewirkt hat, daß etwa 56% der gesamten Mittel dem ÖPNV tatsächlich zugute kommen<sup>37</sup>).

35) Vgl. Peters, W., Finanzierung . . . , a.a.O., S. 13 ff.

36) Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), Bericht über die Verwendung der Finanzhilfen des Bundes zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Gemeinden für das Jahr 1982, Bonn 1984, S. 5 ff.

37) Vgl. ebenda.

Der stärkere Einsatz des Bundes für den ÖPNV seit 1965 ist wohl auf die sich verschlechternden Verkehrsverhältnisse in den Städten zurückzuführen. Zwischen 1950 und 1970 stieg der Individualverkehr in der Bundesrepublik um das Vierzehnfache von 28 Mrd. auf 384 Mrd. Personenkilometer<sup>38</sup>). Dieser markante Zuwachs des Individualverkehrs überlastete die Straßen enorm und beeinträchtigte die Lebensqualität in den Städten. Das ursprüngliche Ziel der erhöhten Bundessubventionen für den Stadtverkehr war die Bewältigung des rasch gestiegenen Verkehrsaufkommens in den Ballungsgebieten einerseits durch eine höhere Straßenkapazität (also durch Straßenbau) und andererseits durch einen höheren Modal-Split-Anteil des ÖPNV (indem das ÖPNV-Angebot verbessert wurde). Die Attraktivität der Stadtzentren sollte auf diese Weise erhalten bleiben.

Der Schwerpunkt des Engagements des Bundes im ÖPNV hat immer im Schienenverkehr gelegen. Bezüglich seiner langjährigen Unterstützung der Bundesbahn ist das offensichtlich, aber auch in der Förderung anderer ÖPNV-Arten hat der Bund den Schienenverkehr bevorzugt. Etwa 95% der Bundessubventionen mittels des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG) kamen S-Bahnen, U-Bahnen und Straßenbahnen zugute<sup>39</sup>). Anscheinend versuchte der Bund, auch Busse von den Straßen der Ballungsgebiete zu entfernen, indem der ÖPNV möglichst auf die Schiene verlagert werden sollte. Dies hatte den zusätzlichen Vorteil, den ÖPNV zu beschleunigen und dadurch seine Attraktivität zu steigern.

Andere Gesetze auf Bundesebene haben auch einen erheblichen Einfluß auf die Entwicklung der ÖPNV-Politik der Bundesrepublik gehabt. 1968 wurde die Gemeinnützigkeit des ÖPNV innerhalb des Steuerrechts anerkannt, indem dem ÖPNV bei der Einführung der Umsatzsteuer ein um 50% ermäßigter Satz eingeräumt wurde<sup>40</sup>). 1969 wurden Kraftomnibusse im Linienverkehr von der Kraftfahrzeugsteuer befreit<sup>41</sup>). Im selben Jahr wurde die EG-Verordnung Nr. 1191/69 verabschiedet, kraft derer der Ausgleich gemeinwirtschaftlicher Leistungen der europäischen Eisenbahnen festgeschrieben wurde<sup>42</sup>). Seitdem hat die Deutsche Bundesbahn einen gesetzlichen Anspruch auf Erstattung zumindest eines Teiles der Kosten, die im Dienst des Allgemeinwohls entstehen. Dies betrifft hauptsächlich den SPNV. 1971 wurde der ÖPNV von der Mineralölsteuer befreit, eine Begünstigung, die 1983 auslief<sup>43</sup>).

Eine Änderung des Personenbeförderungsgesetzes im Jahre 1976 sicherte den ÖPNV-Unternehmen einen Teilausgleich der Mindereinnahmen im Schülerverkehr, ebenso wie das Schwerbehindertengesetz von 1979 den ÖPNV-Unternehmen eine Vergütung für die gesetzlich vorgeschriebene unentgeltliche Beförderung Schwerbehinderter zuerkennt<sup>44</sup>). Die Länder und die Kommunen mußten zwar auch zu den Subventionen, die diese Gesetze festschrieben, beitragen, aber der Bund spielte die leitende Rolle in der Entwicklung der intensiveren ÖPNV-Subventionierung in Deutschland seit 1965.

38) Vgl. Dunn, J., Urban . . . , a.a.O., S. 128.

39) Vgl. Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), Bericht über die Verwendung der Finanzhilfen des Bundes . . . , a.a.O., S. 16 ff.

40) Vgl. Peters, W., Finanzierung . . . , a.a.O., S. 26.

41) Vgl. Flieger, H., Subventionierung des ÖPNV – ja oder nein?, in: Der Nahverkehr (1982), S. 16 ff.

42) Vgl. Europäische Gemeinschaft, Amtsblatt: Rechtsvorschriften, 12. Jg. (1969), Nr. L-156, G 1203B, 28. Juni.

43) Vgl. Flieger, H., Subventionierung . . . , a.a.O., S. 16 ff.

44) Vgl. ebenda.

### 2.3 Vergleich der Entwicklung in den USA und der Bundesrepublik Deutschland

Die unterschiedlichen Ergebnisse der verschiedenen Einstellungen zum ÖPNV in der Bundesrepublik und den USA sind auffallend. Während zum Beispiel 52 % der ÖPNV-Passagiere in den USA zwischen 1950 und 1980 verloren gingen, wuchs das ÖPNV-Aufkommen in der Bundesrepublik um 22 % (vgl. Tabelle 7). In demselben Zeitraum fiel der Anteil des ÖPNV am Stadtverkehr in den USA von 17 % auf nur 3 %, so daß für die meisten Amerikaner der ÖPNV kaum existiert. Schon seit 1960 wurde der ÖPNV nur von einer kleinen Minderheit (7 %) der Bevölkerung benutzt. Der Modal-Split-Anteil des ÖPNV fiel auch in der Bundesrepublik (von 67 % auf 21 %) <sup>45)</sup>, aber immerhin bietet der ÖPNV eine Alternative zum Individualverkehr, die von einem wesentlich höheren Anteil der Stadtbewohner benutzt wird. Nie ist der ÖPNV in einen so schlechten Ruf geraten wie in den USA, wo der ÖPNV jahrzehntlang herunterkam und überwiegend von den Armen benutzt wurde. Da ein größerer Teil der Deutschen den ÖPNV genutzt hat, sind sie eher bereit gewesen, den ÖPNV zu subventionieren, und zwar lange bevor die positiven Nebeneffekte des ÖPNV als Argumente für eine Subventionierung so sehr an Gewicht gewannen. Die Deutschen warteten nicht auf die Umweltbewegung oder die Energiekrise, bevor sie sich für den ÖPNV einsetzten. Auf diese Weise vermieden sie den Verfall des ÖPNV und die daraus resultierende Ausdehnung und Zersiedlung der Städte, wie sie in den USA eintraten. In den USA bedurfte der dahinsiechende ÖPNV eines Wiederauflebens, was sich als äußerst schwierig und teuer erwiesen hat, zumal die mittlerweile entstandene Stadtstruktur so ÖPNV-feindlich ist. In der Bundesrepublik handelte es sich um eine Instandhaltung, einen Ausbau und eine Verfeinerung des ÖPNV. Dies hat zwar auch, wie in den USA, viel Geld von der öffentlichen Hand verlangt, aber der Erfolg in Deutschland ist erheblich größer gewesen.

Angesichts der grundsätzlich verschiedenen Lage in den zwei Ländern ist es merkwürdig, daß sich die wachsende Rolle des Bundes im ÖPNV sowie die erhebliche Steigerung der ÖPNV-Subventionen aller staatlichen Ebenen fast gleichzeitig in der Bundesrepublik und den USA entwickelten. In beiden Ländern sind die Subventionen am meisten während der 70er Jahre gestiegen, und in beiden gab es seit Mitte der 60er Jahre eine Reihe von Bundesgesetzen, die den ÖPNV förderten und regelten.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß der Zuwachs der Subventionen für den ÖPNV in den USA überwiegend aufgrund seiner Nebenvorteile gerechtfertigt wurde. Dies war in Deutschland nicht der Fall. Die Politik der möglichst großen Unabhängigkeit vom Mineralöl, die besonders seit den Ölkrisen 1973 und 1979 an Gewicht gewannen, ebenso wie die Umweltbewegung, die Ende der 70er Jahre stark zunahm, haben auf das bereits bestehende, breit gefächerte Subventionssystem im ÖPNV keine besonderen Impulse ausgeübt. Beide Argumente haben allenfalls die Rechtfertigung für Subventionen gestützt. Die direkten Vorteile für die Verkehrsteilnehmer spielten aber eine bei weitem wichtigere Rolle.

Wie in den USA hat die allgemeine Knappheit der öffentlichen Mittel besonders seit 1980 den starken Zuwachs der ÖPNV-Subventionen gebremst. Zwischen 1980 und 1982

45) Diese Modal-Split-Zahlen weichen von den früher zitierten Zahlen für Deutschland ab, weil diese als Prozentsatz der gesamten Personenkilometer mit motorisierten Verkehrsmitteln (also ohne Fußgänger und Radfahrer) gemessen werden.

Tabelle 7: Passagieraufkommen und Modal-Split-Anteil des öffentlichen Personenverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland und den Vereinigten Staaten

	1950	1960	1970	1980
<i>Deutschland</i>				
Fahrgäste (Mrd.)	5,47	7,36	7,02	7,65
Modal-Split-Anteil des ÖPV	65 %	36 %	22 %	21 %
<i>Vereinigte Staaten</i>				
Fahrgäste (Mrd.)	17,25	9,40	7,33	8,23
Modal-Split-Anteil des ÖPNV	17 %	7 %	3 %	3 %

*Anmerkung:* Die Modal-Split-Zahlen werden hier als Prozentsatz der gesamten Personenkilometer mit motorisierten Verkehrsmitteln kalkuliert; Fußwege und Radfahrten sind ausgeschlossen. Für die USA beziehen sich die Modal-Split-Zahlen nur auf Nahverkehr, für Deutschland hingegen auf Nah- und Fernverkehr insgesamt, weil entsprechende Zahlen für den (Gesamt)Nahverkehr nicht erhältlich sind. Die Fahrgastzahlen sowohl für Deutschland als auch die USA schließen nur den Nahverkehr ein.

*Quellen:* Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Verkehr in Zahlen, Bonn 1972, S. 126 – 129 und ders., Verkehr in Zahlen 1984, S. 164 – 167; American Public Transit Association (Hrsg.), Transit Fact Book, Washington, D.C. 1981, S. 54; *Altsbuler, A.*, Urban Transportation System, Cambridge Mass. 1981, S. 22.

stiegen die gesamten Subventionen für den ÖPNV in Deutschland um nur 0,8 % nominal und fielen real um 3,4 % (vgl. Tabelle 3). Die gegenwärtige ÖPNV-Politik ist vorwiegend an möglichen Kostenentwicklungen orientiert und zielt auf einen Abbau oder zumindest eine Begrenzung der Betriebssubventionen <sup>46)</sup>. Weiterhin aber gilt in der Bundesrepublik das soziale, gemeinwirtschaftliche Prinzip für den ÖPNV, das Unterstützung der öffentlichen Hand gewährleistet. Mit drastischen Senkungen der Subventionen ist daher nicht zu rechnen.

### III. Organisation und Finanzierung

Die vorangegangene Beschreibung der historischen Entwicklung der Subventionspolitik dient als Grundlage der folgenden Darlegung der gegenwärtigen Organisation und Finanzierung des ÖPNV.

#### 1. Zuständigkeit der Gebietskörperschaften

Die Prozentsätze in Tabelle 4 deuten an, daß der Bund eine größere Rolle im ÖPNV in Deutschland spielt als in den USA. Dies ist vorwiegend auf die Verantwortung des Bundes

46) Deutscher Bundestag (Hrsg.), Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Kostenunterdeckung im öffentlichen Personennahverkehr, Drucksache 9/1658, Bonn 1982.



für die Bundesbahn zurückzuführen. Abgesehen von diesem Engagement hat der Bund in Deutschland eigentlich weniger Einfluß auf den ÖPNV als die Bundesregierung in Washington.

### 1.1 ÖPNV-Zuständigkeiten in den USA

Ogleich sich der Bund in den USA bis 1965 fast gar nicht mit dem ÖPNV befaßt hatte, ist seine Rolle mittlerweile bei weitem die wichtigste unter allen Gebietskörperschaften geworden. Er finanziert etwa die Hälfte aller ÖPNV-Subventionen (53 % 1980, 49 % 1982), also soviel wie alle Länder und Kommunen zusammen. Der Bund trägt 75 % bis 85 % der Investitionskosten im ÖPNV, je nachdem um welches spezifische Subventionsprogramm es sich handelt<sup>47)</sup>. Anders als in der Bundesrepublik dürfen diese Mittel grundsätzlich für jegliche Art von ÖPNV-Investitionen verwendet werden, und es besteht weder eine Mindest- noch eine Höchstausgabe, die gesetzlich festgelegt wäre. Zudem bezahlt der Bund bis zu 50 % der Betriebssubventionen (d. h. der Verluste der ÖPNV-Unternehmen) – etwa 10 % bis 25 % in den Städten mit einem verhältnismäßig hohen Modal-Split-Anteil des ÖPNV und etwa 30 % bis 50 % in den Städten mit einem niedrigen Modal-Split-Anteil<sup>48)</sup>. Der Bund stellt auch erhebliche Mittel für Forschung, Planung und Modellversuche zur Verfügung und bietet Sonderzuschüsse zur Beförderung behinderter Fahrgäste.

Der Einfluß des Bundes auf die Gestaltung des ÖPNV der USA seit 1965 ist wesentlich größer, als sein Anteil an der Gesamtsubvention im ÖPNV andeutet. Erstens ist der Zuwachs an ÖPNV-Subventionen auch auf Länder und kommunaler Ebene hauptsächlich auf den Bund zurückzuführen, da er eine Mitleistung voraussetzte, um Bundessubventionen zu gewähren. Zweitens müssen die Länder, die Kommunen, die regionalen Behörden, die ÖPNV-Unternehmen, die Hersteller von ÖPNV-Fahrzeugen, die U-Bahn- und S-Bahnbaufirmen, u. a. zahllose Bundesverordnungen und -vorschriften erfüllen, die jeden Aspekt des ÖPNV beeinflussen. Diese Bedingungen der Bundessubventionen sind in der Tat so weitgehend, so ausführlich, so allumfassend, daß fast alle Entwicklungen im ÖPNV in den letzten 20 Jahren entweder direkt oder indirekt dem Bund zuzuschreiben sind.

Im Gegensatz zu Deutschland spielt der Bund keine besondere Rolle im SPNV der Eisenbahnen. Der Personenverkehr der Eisenbahnen erbringt ohnehin weniger als 5 % der gesamten Verkehrsleistung im ÖPNV und ist nur in New York, Chicago, Philadelphia, Boston und San Francisco anzutreffen<sup>49)</sup>. Der SPNV wird vom Bund als Teil der regionalen Verkehrsgesellschaften durch die normalen Bundessubventionen unterstützt und wird nicht vor anderen ÖPNV-Verkehrsmittelarten begünstigt.

Die Rolle der Länder im ÖPNV in den USA ist sehr unterschiedlich. In allen Bundesstaaten ist die Landesregierung der Vermittler zwischen dem Bund und den Kommunen. Für Kleinstädte und ländliche Regionen leiten die Länder die Bundessubventionen an die Kommunen weiter und bieten ihnen ihre Hilfe an bei der Planung des ÖPNV und der Antragstellung für Bundeszuschüsse. Ballungsgebiete dagegen sind weniger von den

47) Vgl. U. S. Department of Transportation (Hrsg.), *Urban Mass Transportation Act of 1964, as Amended through May 1983*, Washington, D. C., 1984, S. 2–39.

48) Vgl. U. S. Department of Transportation (Hrsg.), *National Urban Mass Transportation Statistics*, Washington, D. C., 1983, S. 2.18–2.19, 3.15–3.22.

49) Vgl. *American Public Transit Association* (Hrsg.), *Transit . . .*, a. a. O., S. 54, 55, 69.

Ländern abhängig, sie erhalten die Mittel direkt vom Bund, und jedes hat seinen eigenen Planungsausschuß. Zudem spielen die Länder eine wichtige Rolle, in dem die Form, die Organisation und die kommunale Finanzierung der ÖPNV-Unternehmen von Landesgesetzen beeinflusst werden. Insbesondere brauchen Kommunen sowie alle lokalen Behörden die Genehmigung der Landesregierung, um Steuern erheben zu können; sogar die spezifische Art der erlaubten Steuern wird vorgeschrieben. Viele der Bundesstaaten haben Gesetze verabschiedet, welche die regionalen ÖPNV-Unternehmen ermächtigen, Steuern selbst zu erheben, um Geld für Subventionen aufzubringen<sup>50)</sup>. Eine zusätzliche finanzielle Funktion ergibt sich aus den direkten ÖPNV-Beihilfen von den Ländern. In einigen Bundesstaaten, hauptsächlich im Nordosten, wo der ÖPNV am bedeutendsten ist, betragen diese Länderzuschüsse 50 % – 70 % der gesamten Betriebssubventionen und den größten Teil derjenigen Investitionskosten, die nicht vom Bund getragen werden. In den meisten Bundesstaaten aber gibt es fast keine direkte Unterstützung. Im Bundesdurchschnitt finanzieren die Länderregierungen 31 % der gesamten Betriebssubventionen und 12 % der Investitionssubventionen<sup>51)</sup>.

Die Rolle der Kommunen im ÖPNV war verhältnismäßig passiv, indem sie vorwiegend auf Maßnahmen des Bundes und der Länder reagiert haben. Es gibt zwar Ausnahmen von dieser Verallgemeinerung, aber auf keinen Fall könnte die Rolle der Kommunen als bahnbrechend bezeichnet werden. In fast allen Ballungsgebieten bestehen regionale Verkehrsgesellschaften (regional transit authorities), die in unterschiedlichem Maße von den Regierungen der Kommunen zwar abhängig, aber auch nicht annähernd mit ihnen identisch sind. Sie werden von einem Verwaltungsrat geleitet, in dem die Kommunen der einbezogenen Region zusammen mit der Landesregierung, der Öffentlichkeit im allgemeinen sowie verschiedenen Interessengruppen vertreten sind. Weder als Unternehmer noch als Alleinbesitzer der ÖPNV-Betriebe können die meisten Kommunen bezeichnet werden, zumal fast alle Ballungsgebiete in den USA aus vielen unabhängigen Kommunen bestehen und keine regionale Regierung zur Koordinierung haben. Trotzdem haben sie durch ihre Vertreter im Verwaltungsrat Einfluß auf die Tarifstruktur und die Leistungsangebote. Außerdem beeinflussen sie die ÖPNV-Investitionsvorschläge, die gemeinsam von den regionalen Verkehrsgesellschaften und den regionalen Planungsausschüssen (metropolitan planning organizations), in denen die Kommunen stark vertreten sind, aufgestellt werden.

Im Grunde kommen die spezifischen Vorschläge und Initiativen für Projekte von unten in der Regierungshierarchie, während die Richtlinien, Vorschriften, Verordnungen, Gesetze sowie das Geld überwiegend von oben kommen. Weder dem Bund noch den Ländern kommt eine Unternehmerrolle zu, und sogar die Kommunen haben einen unterschiedlich indirekten und beschränkten Einfluß auf den Betrieb des ÖPNV.

### 1.2 Zuständigkeiten der Gebietskörperschaften in Deutschland

Die Verantwortung der Bundesregierung im ÖPNV besteht hauptsächlich darin, daß sie seit langem Eigentümer und Unternehmer der Bundesbahn ist und deswegen die erheb-

50) Vgl. *Pucher, J.*, *Transit Financing Trends . . .*, a. a. O., S. 6 ff.

51) Vgl. U. S. Department of Transportation (Hrsg.), *National Urban Mass Transportation Statistics*, a. a. O., S. 2.19, 3.15–3.20.

liche Last der erforderlichen Subventionen für den SPNV tragen muß. 1982 betragen allein die Betriebssubventionen des Bundes für den SPNV 4.387 Mio. DM<sup>52)</sup>. Diese Summe schließt den Ausgleich gemeinwirtschaftlicher Leistungen sowie der Kostendeckung ein. Zudem finanziert der Bund die Verluste der Bahn- und Postbusse, die mittlerweile miteinander fusioniert sind, sowie 50 % der auf ermäßigte Fahrpreise im Ausbildungsverkehr beruhenden Mindereinnahmen. Zusammen betragen diese Betriebssubventionen an Busdienste des Bundes 228 Mio. DM im Jahre 1982<sup>53)</sup>. Der Bund trägt auch zwei Drittel der Last des verlorenen Steueraufkommens, die wegen der 50 %-Ermäßigung der Umsatzsteuer für alle Nahverkehrsunternehmen im Linienverkehr entsteht. Da die Mineralölsteuerrückerstattung 1983 auslief, bleibt die Umsatzsteuerermäßigung (etwa 400 Mio. DM pro Jahr) die einzige Betriebssubvention des Bundes an den ÖPNV außerhalb seiner eigenen Unternehmen<sup>54)</sup>. Im Gegensatz zu den USA trägt der Bund in Deutschland gar nichts zur Deckung der verbleibenden Verluste der kommunalen ÖPNV-Unternehmen bei.

Nur im Investitionsbereich unterstützt der Bund die ÖPNV-Unternehmen der Kommunen. Nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) bezahlt der Bund bis zu 60 % der Kosten großer Investitionsprojekte (75 % im Zonenrandgebiet). Vorwiegend handelt es sich um den Bau oder Ausbau von U-Bahnen, Stadtbahnen und Straßenbahnen, da weder Fahrzeuge noch Vorhaben, die weniger als 200.000 DM kosten, vom Bund finanziert werden<sup>55)</sup>. Zusätzlich werden S-Bahnvorhaben im SPNV der Bundesbahn kraft dieses Gesetzes gefördert, und zwar mit dem gleichen Bundesanteil an den Subventionen. 1982 betragen die Bundeszuschüsse nach dem GVFG 1.461 Mio. DM, davon 430 Mio. DM für den SPNV der Bundesbahn<sup>56)</sup>.

Der Bund stellt weitere Investitionsbeihilfen dem SPNV zur Verfügung, indem er als Eigentümer der Bundesbahn die Anschaffung von Bahnwagen sowie andere Investitionen, die nicht aus den GVFG-Mitteln finanziert werden, unterstützt. Die genaue Summe solcher zusätzlichen Investitionszuschüsse läßt sich nicht ermitteln, da eine völlig getrennte Buchführung für SPNV-Investitionen von der Bundesbahn nicht vollzogen wird. GVFG-Mittel ausgenommen, betragen 1983 die gesamten Investitionszuschüsse des Bundes an die DB etwa drei Mrd. DM<sup>57)</sup>.

Die Länder tragen zur Finanzierung des ÖPNV hauptsächlich bei, indem sie einen Anteil der GVFG-Mittel aufbringen (669 Mio. DM) und verschiedene gemeinwirtschaftliche Leistungen unterstützen (1982 insgesamt 1.214 Mio. DM)<sup>58)</sup>. Im Zusammenhang mit dem GVFG spielen die Länder eine besonders wichtige Rolle: Ihnen kommt die Ver-

52) Vgl. Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), Öffentliche finanzielle Leistungen für den ÖPNV, a.a.O.; Deutsche Bundesbahn (Hrsg.), Geschäftsbericht 1983, Frankfurt am Main 1984, S. 34.

53) Vgl. ebenda.

54) Vgl. ebenda.

55) Der Grund liegt in der verfassungsmäßig festgelegten Kompetenzverteilung zwischen dem Bund und den Ländern. Nach Artikel 104 a des Grundgesetzes darf der Bund nur „besonders bedeutende Investitionen der Länder und Gemeinden“ unterstützen.

56) Vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Bericht über die Verwendung der Finanzhilfen des Bundes . . . , a.a.O.

57) Vgl. Deutsche Bundesbahn (Hrsg.), Geschäftsbericht 1983, a.a.O., S. 25.

58) Zum Finanzierungsanteil der Länder vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Öffentliche finanzielle Leistungen . . . , a.a.O.

antwortung zu, das Gesetz durchzuführen. Damit wird der Kompetenzverteilung im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland entsprochen. Die Länder entwerfen zusammen mit dem Bundesminister für Verkehr ein einheitliches Investitionsprogramm und wickeln die GVFG-Zuschußgewährung ab. Einige Länder gewähren zusätzliche ÖPNV-Investitionszuschüsse zum Fahrzeugkauf, zur Einrichtung von Haltestellen, zum Bau von Wartehallen, zur Aufstellung von Fahrscheinautomaten, zur Erweiterung der Betriebsfunkanlagen, zur Verbesserung der Fahrgastinformation usw. Zudem unterstützen sie in unterschiedlichem Maße Investitionen der nichtbundeseigenen Eisenbahnen – zum großen Teil im Rahmen einer Miteigentümerschaft. Insgesamt betragen diese zusätzlichen Zuschüsse im Jahre 1982 197 Mio. DM, so daß die Investitionszuschüsse der Länder insgesamt 866 Mio. DM betragen.

Über diese Investitionsbeihilfen hinaus besteht die wichtigste Rolle der Länder im Ausgleich gemeinwirtschaftlicher Leistungen für alle nichtbundeseigenen ÖPNV-Unternehmen. Die Länder müssen die ermäßigten Fahrpreise im Ausbildungsverkehr sowie für Schwerbehinderte unterstützen. Außerdem verzichten sie auf die Kfz-Steuer für Linienverkehrsfahrzeuge. Einige Länder tragen auch zu der Finanzierung der Nahverkehrsplanung und der Förderung der Zusammenarbeit in Verbänden bei.

Diese mannigfaltigen Aufgaben werden von den verschiedenen Ländern unterschiedlich wahrgenommen. Einige Länder unterstützen den ÖPNV erheblich großzügiger als andere. Nordrhein-Westfalen zum Beispiel bezahlt 84 % aller Investitionskosten der ÖPNV-Unternehmen, die vom Bund nicht getragen werden. Dagegen bezahlt Bayern nur 29 %. Gleichfalls ist Nordrhein-Westfalen bei weitem das großzügigste Land in der Förderung der regionalen Verkehrsverbände und -gemeinschaften (65 % der gesamten Zuschüsse aller Länder zusammen).

Als Eigentümer der meisten ÖPNV-Unternehmen sind die Kommunen letztendlich für die verbleibenden Verluste und Investitionskosten ihrer Unternehmen verantwortlich, die der Bund und die Länder nicht decken. Sie müssen für ihren Anteil an den GVFG-Mitteln aufkommen (je nach Bundesland zwischen 6 % und 27 %)<sup>59)</sup>, sowie Zuschüsse für Fahrzeuginvestitionen, Modernisierungen und Rationalisierungsmaßnahmen gewähren, da die defizitäre Leistungserstellung der Unternehmen nur unzureichende Mittel für solche Neuinvestitionen erwirtschaften kann. Das laufende Defizit der kommunalen ÖPNV-Unternehmen wird ausschließlich von den Kommunen selbst finanziert (1.581 Mio. DM im Jahre 1982)<sup>60)</sup>.

Als Unternehmer ihrer ÖPNV-Betriebe bestimmen die Kommunen Höhe und Struktur der Tarife, das Leistungsangebot und die spezifische Gestaltung des ÖPNV-Netzes, welche aber alle von den Genehmigungsbehörden auf Länderebene kontrolliert werden. Auf diese Weise haben die Kommunen einen erheblichen Einfluß nicht nur auf Kosten- und Ertragslage, sondern auch auf die Entwicklung des ÖPNV im allgemeinen in Deutschland<sup>61)</sup>.

59) Vgl. ebenda.

60) Vgl. ebenda.

61) Diese Verallgemeinerung der Rolle der Kommunen trifft nicht für Kommunen in ländlichen Gebieten zu. Manche von ihnen haben sich bis heute einer Verantwortung im ÖPNV entziehen können, wo allein die Bundesunternehmen als öffentliche Verkehrsanbieter auftreten.



## 2. Organisation des ÖPNV auf lokaler und regionaler Ebene

Wesentliche Unterschiede bestehen zwischen den USA und der Bundesrepublik auch in der Organisation der ÖPNV-Unternehmen auf lokaler und regionaler Ebene. Diese Unterschiede haben bedeutende Folgen.

### 2.1 Organisation des ÖPNV in den USA

Die gegenwärtige Organisation des ÖPNV in den USA hat sich erst in den letzten zwei Jahrzehnten entwickelt. Vorher waren die meisten ÖPNV-Unternehmen privat, die wenigen anderen in kommunalem Besitz. Außerdem gab es viele ÖPNV-Unternehmen in jedem Ballungsgebiet, und weder Fahrpreise noch Fahrpläne waren zwischen ihnen abgestimmt. Dieser Mangel an Koordination wurde von der ähnlich zersplitterten lokalen Regierungsstruktur gefördert. Auch heute bestehen die Ballungsgebiete in den USA aus vielen unabhängigen Kommunen, die nicht immer zusammenarbeiten und in mehreren Bereichen miteinander konkurrieren.

Die Entwicklung der heute allgegenwärtigen regionalen Verkehrsgesellschaften (regional transit authorities) ist hauptsächlich dem Bund zu verdanken. Als Voraussetzung für Bundessubventionen mußten die Ballungsgebiete von 1965 an beweisen, daß sie die Verkehrsplanung auf einer umfangreichen (comprehensive), anhaltenden (continuing) und kooperativen (cooperative) Basis unternehmen. Dies ist die berühmte „3-C“ Bedingung<sup>62)</sup>. Sie wurden gezwungen, die Beziehungen zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln sowie den verschiedenen Kommunen innerhalb eines Ballungsgebietes zu berücksichtigen. Zudem gewährte der Bund Planungszuschüsse, um diesem Zweck zu dienen. Regionale Verkehrsplanung offenbarte die Logik einer Koordinierung des ÖPNV. Außerdem haben die einheitlichen Verkehrsgesellschaften größere Verhandlungsstärke gegenüber dem Bund sowie der Landesregierung als einzelne Betriebe. Sie können Zuschüsse leichter und wirkungsvoller beantragen. Da der ÖPNV ohnehin Ende der 60er und Anfang der 70er Jahre immer verlustreicher wurde, boten die regionalen Verkehrsgesellschaften den privaten Unternehmen eine Gelegenheit, sich der finanziellen Last des ÖPNV zu entledigen. Überdies ermöglichten sie den Kommunen, die Verantwortung für den ÖPNV abzuwälzen oder zumindest indirekter und weniger lästig zu machen. Schließlich dürfen öffentliche regionale Verkehrsgesellschaften Steuern selbst erheben, um Geld für ÖPNV-Subventionen aufzubringen. Wegen all dieser Vorteile ist die regionale Verkehrsgesellschaft die mit Abstand wichtigste Form des ÖPNV-Unternehmens und befördert etwa 90 % aller ÖPNV-Fahrgäste<sup>63)</sup>.

Gesetzlich ist die regionale Verkehrsgesellschaft eine Schöpfung des Bundesstaates. In der Regel bestimmt die Landesregierung ihre genaue Form, Zuständigkeiten und Steuerrechte. Die Leitung der Verkehrsgesellschaft besteht aus einem Geschäftsführer und einem Verwaltungsrat. Der Verwaltungsrat – wie früher erwähnt – setzt sich aus Vertretern der Kommunen, des Bundesstaates, der Öffentlichkeit im allgemeinen und verschiedener Interessengruppen zusammen, die nicht gewählt, sondern von den Ländern und Kommunen ernannt werden. Generell haften die Kommunen nur indirekt für die Ver-

luste der ÖPNV-Unternehmen, und es kommt gelegentlich vor, daß die Länder zusätzliche Mittel zur Verfügung stellen, wenn unerwartete Defizite entstehen.

Unter betriebswirtschaftlichen Aspekten ist das wichtigste Ergebnis der regionalen Gesellschaften, daß Fahrpläne und Fahrpreise innerhalb eines Ballungsgebietes weitgehend koordiniert sind, da es nur einen wichtigen Anbieter des ÖPNV in den meisten Gebieten gibt. Aus demselben Grund werden die Leistungsangebote der verschiedenen ÖPNV-Verkehrsmittelarten besser koordiniert als früher.

Vom finanziellen Gesichtspunkt aus ist das wichtigste Ergebnis, daß die Finanzierung der kommunalen ÖPNV-Subventionen regelmäßig und zuverlässig geworden ist. Entweder haben die regionalen Verkehrsgesellschaften selbst das Recht, Steuern zu erheben, oder sie haben automatisch Anspruch auf die Steuereinnahmen, welche von Ländern oder Kommunen erhoben werden und für den ÖPNV zweckgebunden sind, oder es besteht eine Formel, anhand derer verbleibende Verluste von den verschiedenen Kommunen getragen werden.

### 2.2 Organisation des ÖPNV in der Bundesrepublik Deutschland

Es bestehen in Deutschland fünf Arten von ÖPNV-Unternehmen: die Deutsche Bundesbahn im SPNV, die regionalen Bundesbusdienste<sup>64)</sup>, die kommunalen Unternehmen, die nichtbundeseigenen Eisenbahnen und die privaten Unternehmen. Tabelle 8 enthält Zahlen des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung der fünf Unternehmensarten im öffentlichen Personennahverkehr für das Jahr 1983. Auf Grund dieser Zahlen wird klar, daß die Bundesbahn und die kommunalen und gemischtwirtschaftlichen Unternehmen die bei weitem wichtigsten ÖPNV-Verkehrsträger sind. Zusammen befördern sie 91 % der Fahrgäste und erbringen 89 % der Personenkilometer im allgemeinen Linienverkehr. Die privaten Unternehmen befördern einen erheblich größeren Anteil des freigestellten Schülerverkehrs und der Sonderformen des Linienverkehrs, aber beide Verkehrsarten spielen eine untergeordnete Rolle und erschweren einen Vergleich mit den USA, wo Schülerverkehr von den Schulen selbst getragen wird und in den ÖPNV-Statistiken gar nicht erscheint.

Das Personenbeförderungsgesetz und das Allgemeine Eisenbahngesetz gewährleistet einen Besitzstandsschutz für alle vorhandenen Unternehmen, indem sie eine Wiedererteilung der Linienkonzession nach dem Ablauf der alten Betriebsgenehmigung unter normalen Umständen sichern. Zusätzlich hat die Bundesbahn im Schienenparallelverkehr ein Vorrecht zur Verkehrsdurchführung<sup>65)</sup>. Im allgemeinen liegt die Initiative für die Einrichtung oder den Ausbau des ÖPNV-Netzes, den Betrieb und die Linienführung, die Fahrplan- und Tarifstrukturgestaltung bei den Unternehmen selbst, aber solche Änderungen bedürfen der Billigung von Genehmigungsbehörden auf Länderebene<sup>66)</sup>.

64) Die regionalen Bundesbusdienste, in denen Bahn- und Postbusse zusammengefaßt wurden, werden zur Zeit in zwei Organisationsformen geführt: in einer privatrechtlichen (regionale Omnibusverkehrsgesellschaften) und in einer öffentlich-rechtlichen als Abteilung der Deutschen Bundesbahn (Geschäftsbereich Bahnbus). Die endgültige Organisationsform dieses Zusammenschlusses soll in nächster Zeit entschieden werden. Vgl. *Sterkamp, W.*, Die Zusammenführung der Busdienste des Bundes, in: Die Bundesbahn, Heft 9, (1981), S. 703.

65) Vgl. Personenbeförderungsgesetz, § 13.

66) Vgl. Personenbeförderungsgesetz, § 2 und § 9.

62) Vgl. *Weiner, E.*, Urban . . . , a.a.O.

63) Vgl. U. S. Department of Transportation, National Urban . . .

Tabelle 8: *Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung von fünf Unternehmensgruppen im öffentlichen Personennahverkehr der Bundesrepublik Deutschland*

	Beförderte Personen (Mio.)	Personenkilometer (Mrd.)
<i>Unternehmen</i>		
<i>Deutsche Bundesbahn</i>		
Schienenpersonennahverkehr	934 ( 14 %)	15,0 ( 28 %)
Bahn- und Postbusse	732 ( 11 %)	8,0 ( 15 %)
<i>Nichtbundeseigene Eisenbahnen</i>		
Schienenpersonennahverkehr	58 ( 1 %)	0,5 ( 1 %)
Busse	169 ( 3 %)	1,5 ( 3 %)
<i>Private Unternehmen</i>	361 ( 5 %)	3,5 ( 7 %)
<i>Kommunale und gemischt- wirtschaftliche Unternehmen</i>	4.394 ( 66 %)	24,2 ( 46 %)
<i>Öffentlicher Personennahverkehr insgesamt</i>	6.648 (100 %)	52,7 (100 %)

*Anmerkung:* Nur allgemeiner Linienverkehr wird in diesen Zahlen berücksichtigt.

*Quellen:* Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Personenverkehr der Straßenverkehrsunternehmen 1983, Fachserie B, Reihe 3.2, Wiesbaden 1985, S. 50; Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Verkehr in Zahlen, Bonn 1984, S. 52 – 53, 56 – 57, 78 – 79.

Außer dieser Kontrolle werden die Entscheidungen der kommunalen Unternehmen von den kommunalen Eigentümern selbst bestimmt. 60 % solcher Unternehmen sind in Querverbände mit anderen Versorgungsbetrieben der Kommunen (z. B. Strom, Gas, Wasser) eingegliedert, die einheitlich geführt werden<sup>67)</sup>. Die Bundesbahn dagegen wird vorwiegend auf Bundesebene betrieben, aber auch sie unterliegt der Kontrolle der Länder, indem letztere im Verwaltungsrat der Bundesbahn sitzen und zum Beispiel die Stilllegung von unwirtschaftlichen Schienenstrecken verhindern können, ohne die Folgekosten selbst tragen zu müssen.

Das Personenbeförderungsgesetz befürwortet ausdrücklich die Zusammenarbeit der verschiedenen ÖPNV-Unternehmen, aber nur auf freiwilliger Basis. Einige Länder stellen zudem Zuschüsse zur Verfügung, um solche Kooperationen zu fördern. Infolgedessen ist die Kooperation zwischen ÖPNV-Unternehmen in der Bundesrepublik weit verbreitet. Sie äußert sich in mehreren Formen: Tarifliche Zusammenarbeit, Tarifgemeinschaft-

67) Vgl. Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe (Hrsg.), VÖV-Statistik 1983, a.a.O., S. 30.

ten, Verkehrsgemeinschaften und Verkehrsverbände<sup>68)</sup>. Die Unterschiede ergeben sich aus der unterschiedlichen Intensität der Zusammenarbeit. Tarifliche Zusammenarbeit zwischen Unternehmen berücksichtigt in besonderem Maße umsteigende Fahrgäste durch Anwendung besonderer Tarife und/oder durchgehend gültiger Fahrausweise. In Tarifgemeinschaften sprechen die Mitgliedunternehmen die Tarifstruktur ab und treffen ein Einnahmearbeitungsverabreden. In Verkehrsgemeinschaften werden die Tarifstruktur, der Fahrplan, das Liniennetz sowie die Einnahmearbeitung abgesprochen, ohne aber die Zuständigkeit für den Betrieb oder für die Finanzierung auf die Gemeinschaft zu übertragen. Die weitgehendste Form der Kooperation ist der Verkehrsverbund, in dem die einzelnen beteiligten Unternehmen wesentliche Zuständigkeiten auf eine besondere Organisation (Verbundgesellschaft) übertragen. Diese Gesellschaft übernimmt die Koordination des Liniennetzes und des Fahrplans, die Gestaltung des Tarifes, die Einnahmearbeitung, die Werbung um Kunden usw. In all diesen Organisationsformen bleiben die einzelnen Verkehrsunternehmen rechtlich selbständig und müssen die vereinbarten Verkehrsleistungen selbst produzieren. Der Linienbesitzstandsschutz für die einzelnen Unternehmen gilt weiterhin, und ihre Finanzverantwortung bleibt grundsätzlich erhalten. Überdies bleiben die Kompetenzen der Genehmigungsbehörden der Länder unberührt.

### 2.3 Vergleich zwischen den USA und der Bundesrepublik Deutschland

In mehrerer Hinsicht unterscheiden sich die regionalen Kooperationsformen im ÖPNV in Deutschland von denen in den USA. In der Regel verloren die einzelnen amerikanischen ÖPNV-Unternehmen ihre Identität und Selbständigkeit, als die regionalen Verkehrsgesellschaften (regional transit authorities) entstanden. Diese Verkehrsgesellschaften sind weniger Kooperationsgemeinschaften als regionale ÖPNV-Unternehmen, in denen alle Funktionen des Unternehmens zentralisiert und alle Entscheidungen von einem einzigen Verwaltungsrat und einem einzigen Geschäftsführer getroffen werden. In den Ausnahmefällen (z. B. Detroit) erbringt die regionale Verkehrsgesellschaft nur einen Teil der gesamten Verkehrsleistung in ihrem Ballungsgebiet, ist aber immerhin dafür zuständig, die Finanzen aller ÖPNV-Unternehmen zu koordinieren, indem sie die ÖPNV-Subventionen vom Bund und den Bundesstaaten aufteilt und weiterleitet, sowie die regionalen ÖPNV-Steuern erhebt, um Geld für den lokalen Anteil an Subventionen aufzubringen. Daß die meisten regionalen Verkehrsgesellschaften in den USA entweder Steuern selbst erheben dürfen oder einen direkten Anspruch auf das Steuerertrag der bedienten Kommunen haben, ist auch ein wichtiger Unterschied. Die Rahmenbedingungen für die finanzielle sowie die betriebliche Koordination im ÖPNV sind mindestens so günstig in den USA wie in der Bundesrepublik. Es mag sein, daß in der Praxis die Koordination des Fahrplans, der Tarifstruktur und des Liniennetzes zwischen verschiedenen Verkehrsmittelarten in der Bundesrepublik besser ist als in den USA<sup>69)</sup>, aber dies ist wahrscheinlich nicht auf die Organisationsform des ÖPNV zurückzuführen.

68) Vgl. Brockhoff, E. u. a., Kooperation im öffentlichen Personennahverkehr, in: Handbuch der Verkehrswirtschaft öffentlicher Personen-Nahverkehrs-Unternehmen, hrsg. von Gutknecht, R., Lehner, F., Mroß, M., Düsseldorf 1973, S. 11 ff.

69) Goldsack, P., Transit in Germany, in: Mass Transit, Vol. 8 (1983), Nr. 4, S. 12 ff.



Ein zusätzlicher organisatorischer Unterschied ist bemerkenswert. Wie oben erwähnt, sind 60 % der kommunalen ÖPNV-Unternehmen in der Bundesrepublik in Querverbünde mit Strom-, Wasser- und/oder Gasversorgungsbetrieben der Stadtwerke integriert. Die Gewinne der anderen Versorgungszweige können benutzt werden, um die Verluste des ÖPNV zu decken. Solche Querverbünde waren in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts auch in den USA weit verbreitet und trugen erheblich zur Finanzierung des ÖPNV bei. Mittlerweile aber sind diese Querverbünde fast völlig abgeschafft worden – hauptsächlich wegen eines Bundesgesetzes, das sie grundsätzlich verbietet<sup>70)</sup>.

### 3. Methoden der Subventionsvergabe

Die Auswirkungen von ÖPNV-Subventionen sind sicherlich nicht nur von deren Höhe bestimmt, sondern auch von der Art des Verfahrens, das angewendet wird, sie zu verteilen, und von den Bedingungen, die vorausgesetzt werden, um sie zu erhalten. Die unterschiedlichen Ergebnisse der ÖPNV-Subventionierung in den USA und der Bundesrepublik könnten zum Teil auf die unterschiedlichen Methoden der Subventionsvergabe in den zwei Ländern zurückgeführt werden.

#### 3.1 Methoden in den USA

Die Methoden der ÖPNV-Subventionsvergabe in den USA haben sich in den vergangenen 20 Jahren mehrmals geändert, und zwar auf jeder Regierungsebene<sup>71)</sup>. Die Verteilungsverfahren des Bundes haben die bei weitem wichtigsten Folgen für den ÖPNV, weil die Verteilung der Bundesmittel einen erheblichen Einfluß auch auf die Höhe und Art der Subventionen auf Länder- und kommunaler Ebene haben. Gegenwärtig werden 62 % der gesamten Bundessubventionen für den ÖPNV nach einer genauen Formel verteilt, 38 % dagegen nach Gutdünken des Bundesministers für Verkehr. Es gibt vier Kategorien von Bundeszuschüssen, in jeder wird die Verteilung der Mittel anders gehandhabt. Der sogenannte Section-3-Fonds, der 1984 etwa 1,3 Mrd. \$ betrug, wird ausschließlich für Investitionen nach Gutdünken des Ministers für Verkehr ausgegeben. Als Mitleistung müssen die Kommunen und Länder zusammen einen Dollar Subvention für je 3 Dollar Bundessubvention aus diesem Fonds erbringen, so daß der Bundesanteil 75 % beträgt. Die Mittel des Section-9-Blockgrant-Fonds (1984 etwa 2,8 Mrd. \$) werden nach einer komplizierten Formel verteilt, welche die Größe und Bevölkerungsdichte der jeweiligen Stadt sowie die Verkehrsmittelarten, die Streckenlängen, die Betriebsleistungen (Wagenkm), die Verkehrsleistungen (Personenkm) und die durchschnittlichen Kosten der betroffenen ÖPNV-Unternehmen berücksichtigt. Diese Section-9-Mittel dürfen entweder für Investitionen oder zur Verlustdeckung verwendet werden, aber der Bundesanteil an der Investitionssumme ist erheblich höher (80 % gegenüber höchstens 50 %). Wenn die Mittel für Investitionen benutzt werden, brauchen die Länder und Kommunen nur einen Dollar Mitleistung für je 4 Dollar Bundessubvention aus dem Section-9-Fonds zu erbringen. Hingegen bedarf es einer Mitleistung von mindestens einem Dollar für jeden Bundesdollar bei Betriebssubventionen. Es gibt auch den Interstate-Transfer-Fonds (1984 etwa 400 Mio. \$), der vom Straßenbau umgeschichtet und nach Gutdünken des Verkehrs-

70) Ortner, J. and Wachs, M., The Cost-Revenue Squeeze in American Public Transit, in: Journal of the American Planning Association, Vol. 45 (1979), No. 1, S. 10 ff.

71) Vgl. zum folgenden Pucher, J., Distribution of Federal Transit Subsidies, Urban Affairs Quarterly, Vol. 19 (1983), Nr. 2, S. 191 ff.

ministers verteilt wird. Der Bundesanteil der Gesamtsubvention, die dieser Fonds finanziert, beträgt 85 %. Schließlich gibt es den Urban-Systems-Fonds, der nach Bevölkerung, Fläche und Straßenstreckenlängen verteilt wird und der entweder für den Straßenbau oder für ÖPNV-Investitionen verwendet werden darf. Der Bundesanteil ist in beiden Fällen 75 %. Etwa 20 Mio. \$ werden hieraus pro Jahr für den ÖPNV ausgegeben.

In allen Fällen müssen die Kommunen in Zusammenarbeit mit den Ländern die Vorschläge für die ÖPNV-Ausgaben entwerfen und die Bundessubventionen beantragen. Wenn es sich um Formeln handelt, erfolgt die Vergabe fast automatisch. Sonst kann es buchstäblich Jahre dauern, die Subventionen zu erhalten, da die Nachfrage nach Subventionen vielfach größer ist als das Angebot. Besonders in Fällen, wo der Bundesminister für Verkehr die Verteilung bestimmt, ist die Vergabe von Subventionen äußerst politisch und oft sehr unvernünftig. Sie wird von Überlegungen beeinflusst, die für den ÖPNV völlig irrelevant sind. Hunderte Millionen Dollar werden zum Beispiel vor wichtigen Wahlen plötzlich an Ballungsgebiete vergeben, wo Kandidaten der Regierungspartei Bürgermeister oder Gouverneur sind. Deren Wiederwahlchancen werden erhöht, indem ihre Gebiete bzw. Länder von dem Bundesverkehrsminister begünstigt werden.

Die Gewichtungsfaktoren in den Verteilungsformeln sind auch völlig unwissenschaftlich festgelegt, auch wenn das Verteilungsverfahren nicht so offensichtlich politisch ist wie die willkürliche Verteilung durch den Minister. Die Abgeordneten und Senatoren des Kongresses trafen 1982 einen Kompromiß über eine Verteilung, die sie als gerecht betrachteten. Dann wurde eine komplizierte Formel nachträglich erfunden, die eine solche Verteilung ermöglicht. Wie immer wurden die größten Städte im Nordosten vom Bund diskriminiert, da sie im Kongreß unterrepräsentiert sind. Im allgemeinen werden ÖPNV-Fahrgäste in den anderen Teilen der USA erheblich intensiver vom Bund subventioniert als im Nordosten.

Ein letzter wichtiger Aspekt der Verteilung der Bundessubventionen ist die Bedingung, daß hunderte Vorschriften, Richtlinien, Verordnungen und Gesetze des Bundes eingehalten werden müssen, als Voraussetzung, daß Bundeszuschüsse überhaupt gewährt werden. Diese Vorschriften usw. betreffen fast jeden einzelnen Aspekt des Betriebs und der Finanzierung eines ÖPNV-Unternehmens: Umweltschutz, Verkehrssicherheit, Energieeffizienz, Nichtdiskriminierung von sozialen Minderheiten, Bürgerbeteiligung, Arbeitsbedingungen und Gewerkschaftsrechte, Lohnniveau, Fahrpreisstruktur, Sonderdienste für Behinderte, Buchführung, Datenberichterstattung, die Bauart der Fahrzeuge und Fahrwege, das Herkunftsland des Baumaterials und der Fahrzeuge, die Planungsmethode usw. Die Unternehmen müssen ausführlich beweisen, daß sie diese Vorschriften einhalten. Zum Beispiel erstellen sie jedes Jahr einen Bericht, in dem sie auf detaillierte, vorgeschriebene Weise zeigen, daß sie soziale Minderheiten weder absichtlich noch unabsichtlich benachteiligen. Solche Berichte sind oft über hundert Seiten lang. Der schriftliche Beweis der Einhaltung der vielen Vorschriften ist so zeitraubend und schwierig, daß die großen ÖPNV-Unternehmen ganze Abteilungen diesem Zweck widmen. Wichtiger als diese Last des Beweises aber sind die Auswirkungen der Vorschriften selbst. Ohne Zweifel beschränken sie die Freiheit der einzelnen ÖPNV-Unternehmen erheblich, und mehrere Untersuchungen haben ermittelt, daß sie zu der Kosteninflation im ÖPNV wesentlich beitragen<sup>72)</sup>.

72) Vgl. Altshuler, A., Urban Transportation System, a.a.O., S. 19–85, 430–441.



Die Methoden der Subventionsvergabe auf Länder- und kommunaler Ebene sind unterschiedlich. In einigen Bundesstaaten finanziert die Landesregierung gesetzlich festgelegte Prozentsätze der Investitionssubventionen und der Betriebssubventionen. Einige Bundesstaaten benutzen Verteilungsformeln, die einen Teil der gesamten Betriebssubventionen nach Bevölkerung, Betriebsleistung, Passagieraufkommen, Kostendeckungsgrad oder Effizienzindikatoren vergeben, aber solche Formeln sind eine Ausnahme auf der Länderebene. Zuzüglich der Methode des konstanten Prozentsatzes und der Formeln besteht auch die Methode des politischen Handelns. In den meisten Bundesstaaten werden sowohl die Gesamtsumme der Landeszuschüsse für den ÖPNV sowie ihre Aufteilung jedes Jahr in den Länderparlamenten als Teil des allgemeinen Haushalts vereinbart.

Im Vergleich zum Bund setzen die Länder viel weniger Bedingungen für Subventionen voraus. Da die ÖPNV-Unternehmen ohnehin die strengen Vorschriften des Bundes erfüllen müssen, wären in den meisten Fällen zusätzliche Ländervorschriften überflüssig. Eine Ausnahme ist die Bedingung in einigen Bundesstaaten (z. B. Kalifornien und Pennsylvania), daß Fahrkarteneinnahmen einen Mindestprozentsatz der Betriebskosten decken müssen, was regelmäßige Erhöhungen der Fahrpreise ausgelöst hat.

Auf kommunaler Ebene gibt es nur selten eine vorgeschriebene Methode für die Vergabe von Subventionen. Da die meisten Ballungsgebiete ein regional umfassendes ÖPNV-Unternehmen haben, das alle Kommunen bedient, werden die Subventionen nur indirekt verteilt, indem die Tarifstruktur, das Liniennetz und der Fahrpreis festgelegt werden, so daß verschiedene Teile des Bedienungsgebietes zwangsläufig unterschiedlich begünstigt werden. In einigen Ballungsgebieten, wo es nur eine regionale Verkehrsbehörde, aber kein umfassendes ÖPNV-Unternehmen gibt, werden die Subventionen nach früheren Subventionsanteilen, nach Verlusten und mittels alljährlichen Verhandeln verteilt.

### 3.2 Methoden in der Bundesrepublik Deutschland

Der größte Teil der Bundessubventionen an den ÖPNV in Deutschland kommt der Bundesbahn zugute und bedarf keiner besonderen Aufteilungsmethode. Gleichermassen besteht keine genaue Formel für die Verteilung der ÖPNV-Mittel des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG) auf die Länder. Die GVFG-Mittel für den Straßenbau werden zwar nach der Zahl der zugelassenen Kraftfahrzeuge in jedem Land aufgeteilt, aber die Verteilung der ÖPNV-Mittel erfolgt ausschließlich auf Einzelprojekte, ohne zunächst deren Regionslage zu berücksichtigen<sup>73)</sup>. Die Aufteilung der vorhandenen Mittel wird zwischen den Ländern und dem Bundesverkehrsministerium ausgehandelt, was zu einer Konkurrenz zwischen den Ländern um Förderprojekte führt. Der Bund setzt eine Mitbeteiligung der Länder und der Kommunen voraus, wobei der Bundesanteil 60 % beträgt (75 % in Zonenrandgebieten).

In jedem Fall handelt es sich um Investitionen, und zwar um spezifische Projekte, welche die Kommunen oder die Unternehmen selbst vorschlagen. Zunächst werden diese Vorhaben von den zuständigen Länderbehörden geprüft und beurteilt. Zusammen mit dem Bundesminister für Verkehr stellen dann die Länder Programme für Investitionsvorhaben auf, deren Gesamtkosten den verfügbaren Mitteln in dem jeweiligen Jahr entsprechen sollen.

73) Vgl. Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz, § 7.

Im Gegensatz zu den USA setzt der Bund in Deutschland keine strengen Bedingungen voraus, um Subventionen zu bewilligen. Die übrige Finanzierung (also die Mitbeteiligung) muß gewährleistet sein, und Vorhaben, die weniger als 200.000 DM kosten, sowie Fahrzeuganschaffungen werden ausgeschlossen. Umfangreiche Vorschriften über Umweltverträglichkeit, soziale Auswirkungen usw. werden den ÖPNV-Unternehmen nicht auferlegt<sup>74)</sup>.

Die Länder haben keine Formeln, um die GVFG-Mittel zwischen den Kommunen zu verteilen, aber sie gewähren gesetzlich festgelegte Anteile an GVFG-Projekten. Das Land Nordrhein-Westfalen zum Beispiel finanziert 30 % der Investitionskosten und stellt zudem 7 % der Gesamtkosten als Planungszuschuß zur Verfügung<sup>75)</sup>. Das Land Bayern dagegen finanziert nur 10 % der Investitionskosten bis fünf Mio. DM und 20 % bei Großvorhaben mit Kosten, die fünf Mio. DM übersteigen<sup>76)</sup>.

Der größte finanzielle Beitrag der Länder zum ÖPNV besteht in ihren Ausgleichszahlungen im Ausbildungs- und Schwerbehindertenverkehr sowie in den steuerlichen Erleichterungen, die sie gewähren. Für alle ÖPNV-Unternehmen, die dem Bund nicht gehören, müssen die Länder 50 % des Unterschiedes zwischen den tatsächlichen Fahrkosteneinnahmen im Ausbildungsverkehr und den geschätzten Durchschnittskosten zurückerstatten<sup>77)</sup>. Die Durchschnittskosten, die für dieses Verfahren verwendet werden – die Sollkostensätze –, beziehen sich auf Unternehmensgruppen, die sich auf Grund ihrer Verkehrsmittelarten und der Einwohnerzahl ihres Bedienungsgebietes voneinander unterscheiden. Anhand von Daten repräsentativer Unternehmen wird ein Durchschnittswert für jede Gruppe ermittelt. Nicht nach den eigentlichen Kosten jedes Unternehmens, sondern nach den durchschnittlichen Sollkosten werden die Vergütungszahlungen errechnet. Die Sollkosten sind von der durchschnittlichen Reiseweite und der durchschnittlichen täglichen Nutzungshäufigkeit beeinflusst. Je nach Unternehmensgruppe ist die Reiseweite auf fünf oder acht km festgelegt, die Nutzungshäufigkeit wird als 2,3 Fahrten pro Tag angenommen. Wenn einem Unternehmen der Nachweis gelingt, daß einer dieser Faktoren in seinem Bedienungsgebiet um mehr als 25 % überschritten wird, so kann es den nachgewiesenen Wert in Ansatz bringen und damit einen höheren Ausgleich erzielen.

Die Länder vergüten den nichtbundeseigenen ÖPNV-Unternehmen auch die unentgeltliche Beförderung von bestimmten Schwerbehinderten, welche an der Vergütung mit einer jährlichen Pauschale in Höhe von 120,- DM beteiligt sind. Der Vergütungssatz richtet sich nach dem Anteil der Schwerbehinderten, die einen Berechtigungsausweis zur Freifahrt haben, im Vergleich zur Gesamtbevölkerung einer Region. Dieser Satz wird auf die Einnahmen jedes Unternehmens übertragen, wobei ein Zuschlag von 20 % auf Grund einer angenommenen Mehrnutzung erfolgt<sup>78)</sup>.

Die Kfz-Steuerbefreiung für Omnibusse im Linienverkehr sowie die Umsatzsteuerermäßigung stellen indirekte Subventionen dar, die zum einen den ÖPNV-Unternehmen

74) Vgl. Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz, § 3.

75) Vgl. *Nebbling, H.*, Wer finanziert den Verkehr? – aus der Sicht Nordrhein-Westfalens, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 46. Jg. (1975), S. 212 ff.

76) Vgl. Bayerischer Staatsminister für Wirtschaft und Verkehr (Hrsg.), Richtlinien über die finanzielle Förderung von Verkehrskooperationen, Verkehrslinien und verkehrswirtschaftliche Investitionen von Unternehmen des ÖPNV, Amtsblatt B 1236 A, 23. Jahrgang (1979), Nr. 8.

77) Vgl. Personenbeförderungsgesetz, § 45.

78) Vgl. Schwerbehindertengesetz, § 60.



in Form einer Aufwandsminderung im Verhältnis zu der Zahl der Fahrzeuge und zum anderen den Nachfragern in Form eines Preisnachlasses zugute kommen.

Kommunale Subventionen an den ÖPNV werden in vielfältiger Form auf Grund der verschiedenen Rechtsformen der Verkehrsunternehmen bewilligt. Im allgemeinen bedarf es keiner besonderen Verteilungsmethode auf der kommunalen Ebene, da die meisten Kommunen selbst Eigentümer der ÖPNV-Unternehmen sind.

Im Vergleich zu den USA ist die Subventionsvergabe in der Bundesrepublik bei weitem weniger politisch beeinflusst. Eine gezielte Gewährung von Subventionen, um Wahlergebnisse zugunsten der Regierungspartei zu erreichen, wäre zum Beispiel kaum vorstellbar. Im allgemeinen ist die Methode der Subventionsvergabe in der Bundesrepublik vernünftiger.

#### 4. Finanzierung der Subventionen

Wie das Geld für ÖPNV-Subventionsmittel aufgebracht wird, hat einen bedeutenden Einfluß sowohl auf die Verteilungseffekte als auch auf die Effizienz der ÖPNV-Subventionierung. Zudem wird die Höhe der Subventionen beeinflusst, indem verschiedene Steuern unterschiedlich ergiebig sowie unterschiedlich schwierig einzusetzen sind.

##### 4.1 Finanzierung der Subventionen in den USA

Seit 1970 werden ÖPNV-Subventionen in den USA immer mehr durch zweckgebundene Steuern finanziert. Dieser Trend ist am deutlichsten auf der kommunalen und der Länderebene<sup>79)</sup>. Die meisten Ballungsgebiete haben jetzt verschiedene Steuern oder Gebühren, deren Einnahmen ausdrücklich dem ÖPNV gewidmet sind. Hauptsächlich handelt es sich um zusätzliche Prozentsätze zu einer Steuer, die im ganzen Bedienungsgebiet erhoben wird. Diese Finanzierungsart darf aber nur verwendet werden, wenn der Bundesstaat sie gesetzlich genehmigt hat und wenn die Mehrheit der Einwohner des Bedienungsgebietes in einer Sonderwahl für sie gestimmt hat. Die Räume Portland (Oregon) und Cincinnati (Ohio) zum Beispiel erheben kommunale Einkommensteuern, um Mittel für den ÖPNV aufzubringen. Höhere Umsatzsteuersätze (general sales tax) werden in den Räumen Chicago, Atlanta, Cleveland, Denver, Houston, Dallas, Los Angeles, St. Louis, Kansas City, San Diego, San Francisco, Seattle und vielen anderen Ballungsgebieten für den ÖPNV erhoben. Höhere Sätze der Grund-, Vermögen- und Hypothekensteuern werden in Los Angeles, Minneapolis, New York und San Francisco ausdrücklich für den ÖPNV erhoben. In New York, Philadelphia und San Francisco werden die Einnahmen von Straßengebühren dem ÖPNV gewidmet. Die regionalen zweckgebundenen ÖPNV-Steuern haben sich als ausgesprochen ergiebig erwiesen, in mehreren Gebieten haben sie sogar zu erheblichen Überschüssen geführt. Auf der Länderebene gibt es auch zweckgebundene Steuern. In den Bundesstaaten Maryland, Illinois, Michigan und Washington zum Beispiel werden höhere PKW-Steuersätze und Mineralölsteuersätze erhoben, um ÖPNV-Subventionen zu finanzieren. Sogar die Gewinne einiger Länderlotterien werden ausschließlich für ÖPNV-Subventionen verwendet. Auf der Bundesebene besteht erst seit 1983 eine zweckgebundene Steuer zugunsten des ÖPNV<sup>80)</sup>. Ein Cent der Bundes-

79) Vgl. zum folgenden Pucher, J., Transit Financing Trends . . . , a.a.O.

80) Vgl. U.S. Department of Transportation (Hrsg.), Urban Mass Transportation Act, a.a.O., § 3 und § 4.

mineralölsteuer, die insgesamt 7 Cent pro Gallone (etwa 5 Pfennig pro Liter) beträgt, wird erhoben, um die Section-3-Investitionsbeihilfen des Bundes zu finanzieren.

Auf jeder Regierungsebene werden ÖPNV-Subventionen auch aus den Mitteln des allgemeinen Haushalts finanziert. Der bei weitem größte Teil der Bundesmittel wird von der Einkommensteuer aufgebracht. Auf der Länderebene dagegen sind Umsatzsteuern am wichtigsten, und auf kommunaler Ebene überwiegen Grund- und Vermögensteuern. Alles in allem – zweckgebundene Steuern eingeschlossen – werden ÖPNV-Subventionen zu 38 % durch Einkommensteuern finanziert, 24 % durch Umsatzsteuer, 20 % durch Kfz- und Mineralölsteuern, 13 % durch Grund- und Vermögensteuern und 5 % durch Straßengebühren<sup>81)</sup>.

##### 4.2 Finanzierung in der Bundesrepublik Deutschland

Auch in der Bundesrepublik Deutschland sind einige Steuern für den ÖPNV zweckgebunden. Etwa 6 Pfennige pro Liter der Mineralölsteuer werden vom Bund erhoben, um die Mittel für den Bundesanteil der Finanzierung der GVFG-Projekte aufzubringen. Drei Pfennige sind ausdrücklich dem ÖPNV gewidmet, und die Länder dürfen bis zu 15 % der Einnahmen von den anderen drei Pfennigen, die für den kommunalen Straßenbau vorgesehen sind, zugunsten des ÖPNV umschichten. 1983 zum Beispiel wurden insgesamt 56 % der GVFG-Mittel für den ÖPNV verwendet, so daß etwa 3,4 Pf Steuer pro Liter dem ÖPNV zugute kamen<sup>82)</sup>. Die Steuerermäßigungen für ÖPNV-Unternehmen bei der Umsatzsteuer stellen auch eine Art zweckgebundene Steuer dar. Etwa zwei Drittel des Einnahmeverzichts wird vom Bund und ein Drittel von den Ländern getragen. Dagegen tragen die Länder allein den Einnahmeverzicht bei der Kfz-Steuerbefreiung für ÖPNV-Unternehmen. Zusammen betragen diese drei zweckgebundenen Mittel nur 17 % der Gesamtsubvention für den ÖPNV in der Bundesrepublik<sup>83)</sup>. Im Vergleich dazu bringen zweckgebundene Steuern und Gebühren in den USA etwa 40 % der Gesamtsubvention für ÖPNV auf<sup>84)</sup>.

Deshalb spielen allgemeine Haushaltsmittel in der Bundesrepublik eine verhältnismäßig größere Rolle. Anders als in den USA sind die Zuständigkeiten der jeweiligen Gebietskörperschaften für verschiedene Steuern nicht so eindeutig getrennt. Für den öffentlichen Sektor insgesamt sind die Einkommen- und Umsatzsteuern die bei weitem wichtigsten Einnahmequellen. Die verschiedenen Formen der Lohn- und Einkommensteuern zusammen betragen ungefähr 50 % des Gesamtsteueraufkommens. Die Umsatz- und

81) Vgl. Pucher, J., Distribution of the Tax Burden of Transit Subsidies in the U.S., in: Public Policy, Vol. 29 (1981), Nr. 3, S. 344. Die Zahlen in diesem Artikel wurden modifiziert, um den Effekt der neuen zweckgebundenen Bundesmineralölsteuer einzubeziehen.

82) Vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Bericht über die Verwendung der Finanzhilfen des Bundes . . . , a.a.O.

83) Vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Öffentliche finanzielle Leistungen für den ÖPNV, a.a.O.

84) Vgl. Weiner, E., Federal Public Transportation Act of 1982, U.S. Department of Transportation (Hrsg.), Washington, D. C. 1983; U.S. Department of Transportation (Hrsg.), National Urban Mass Transportation Statistics, 1984, S. 2.22 ff.; Pucher, J., Transit Financing in Large U.S. Metropolitan Areas, in: Transportation Research Record (1979), Nr. 759, S. 6 ff.

Verbrauchssteuern machen ca. 40 % des Gesamtaufkommens aus. Grund- und Vermögensteuern dagegen bilden nur ungefähr 4 % der gesamten öffentlichen Einnahmen<sup>85)</sup>.

Es besteht in der Bundesrepublik noch ein Finanzierungsmittel, daß dem ÖPNV in den USA nicht zur Verfügung steht. Etwa 60 % der kommunalen ÖPNV-Unternehmen sind in Querverbänden mit anderen Betriebszweigen desselben Stadtwerkes integriert<sup>86)</sup>. Einnahmen aus diesen anderen Versorgungsbereichen, z. B. Strom, Wasser und Gas, können umgeschichtet werden, um die Verluste des ÖPNV-Unternehmens abzudecken. In dieser Hinsicht müssen die Strom-, Wasser- und Gasverbraucher indirekt zu der Subventionierung des ÖPNV beitragen. 1981 betrug diese Verrechnung mit Gewinnen anderer Versorgungsbereiche 25,1 % des gesamten Verlustes der kommunalen Unternehmen (gegenüber 36,4 % des Defizits, das durch direkte Zahlungen der Kommunen abgedeckt wurde)<sup>87)</sup>.

#### IV. Auswirkungen von Subventionen

Welche Ergebnisse hatte der starke Zuwachs an ÖPNV-Subventionen in der Bundesrepublik und den USA? Es ist unmöglich, alle Auswirkungen zu messen. Die positiven Nebeneffekte des ÖPNV – z. B. sein Beitrag zur Minderung der Luftverschmutzung – sind besonders schwierig zu erfassen. Sogar der direkte Nutzen, der den Fahrgästen zugute kommt, läßt sich nur teilweise und indirekt messen. In diesem Teil wird versucht, einige Indizien anzuführen, welche die unterschiedlichen Folgen der Subventionierung des ÖPNV in Deutschland und den USA andeuten.

##### 1. Subventionen und Fahrpreispolitik

Sowohl in Deutschland als auch in den USA ist die Fahrpreispolitik mit der Subventionspolitik eng verbunden. Die Ausgleichszahlungen der Länder und des Bundes in Deutschland zum Beispiel sind ausdrücklich dafür vorgesehen, die ermäßigten Fahrpreise für Schüler, Studenten, Auszubildende und Schwerbehinderte zu ermöglichen. In den USA setzt der Bund als Bedingung für Subventionen voraus, daß ÖPNV-Unternehmen die Fahrpreise für Alte und Schwerbehinderte außerhalb der Hauptverkehrszeiten um mindestens 50 % ermäßigen. Zudem stellen einige Bundesstaaten und Kommunen zusätzliche Mittel zur Verfügung, um die Tarife für diese Gruppen noch weiter zu ermäßigen. Gewöhnlich wird der Schülerverkehr in den USA völlig getrennt behandelt, indem die Schulen ihre eigenen Busflotten haben. Wo Schüler den allgemeinen Linienverkehr benutzen, fahren sie auch zu ermäßigten Preisen, die entweder von den Kommunen oder den Ländern unterstützt werden. Offenkundig also haben Subventionen niedrige Fahrpreise für die jeweiligen begünstigten Gruppen ermöglicht.

Zudem haben Subventionen die Fahrpreise im allgemeinen auf einem niedrigen Niveau gehalten. Wie in Tabelle 5 gezeigt, decken die Fahrpreise in Deutschland im Durchschnitt 63 % der Betriebskosten, in den USA nur 41 %. Der Einfluß der Subventionen auf die

85) Vgl. *Musgrave, R., Musgrave, P., Kullmer, L.*, Die öffentlichen Finanzen in Theorie und Praxis, Tübingen 1975, S. 27 ff.

86) Vgl. VÖV-Statistik, 1983, a.a.O., S. 30.

87) Vgl. *Müller-zur-Horst, N.*, Die wirtschaftliche Lage der öffentlichen Verkehrsunternehmen, in: Der Nahverkehr, 1. Jg. (1983), Heft 2, S. 22.

Tarife ist besonders auffallend in den USA gewesen. Der durchschnittliche reale Fahrpreis stieg von 1960 bis 1970 – vor dem starken Zuwachs an Subventionen – um 18 %, aber er fiel um 32 % von 1970 bis 1980, als die Subventionen um das Vierzehnfache zunahmen (vgl. Tabelle 9). Seitdem sind die Tarife nur geringfügig gestiegen, indem Subventionen leicht gekürzt worden sind. In der Bundesrepublik dagegen sind die Fahrpreise fast ununterbrochen gestiegen. Nur zwischen 1970 und 1975 – als die ÖPNV-Subventionen am schnellsten zunahmen – fiel der durchschnittliche Preis (vgl. Tabellen 1, 3 und 9).

##### 2. Subventionen und Leistungen

Die Subventionen haben auch in den unterschiedlichen Entwicklungen in Betriebsleistung und Passagieraufkommen ihren Ausdruck gefunden. Von 1960 bis 1970 zum Beispiel fiel die Zahl der Wagenkilometer im ÖPNV in den USA um 12 %, stieg aber um 11 % zwischen 1970 und 1980 und fiel dann wieder – um 10 % – seit 1980. Diese Veränderungen entsprechen den Trends bei den Subventionen (vgl. Tabelle 3 und 9). Die Ent-

Tabelle 9: Entwicklung der Fahrpreise, Betriebsleistungen, Produktivität und Passagieraufkommen im ÖPNV

	1960	1965	1970	1975	1980	1982	1983
Realer Fahrpreis <sup>1)</sup> (Fahrkarteneinnahmen/Passagieraufkommen)							
USA (\$)	0,61	0,65	0,72	0,64	0,49	0,51	0,51
BRD (DM)	0,71	0,80	0,87	0,83	0,96	1,05	1,08
Betriebsleistung (Wagenkm in Milliarden)							
USA	3,42	3,21	3,01	3,18	3,35	2,90	3,00
BRD	1,06	1,02	1,06	1,15	1,25	1,27	1,28
Wagenkm pro Beschäftigtem (in Tausend)							
USA	21,9	22,1	21,8	20,0	17,9	16,9	17,4
BRD	12,4	11,7	12,6	13,0	13,9	13,9	14,2
Fahrgäste (Milliarden)							
USA	7,5	6,8	5,9	5,6	6,4	5,7	6,1
BRD	5,0	4,7	4,4	4,7	4,8	4,6	4,5

1) in konstanten 1982 Dollar bzw. DM.

Anmerkung: Schienenpersonennahverkehr wird in dieser Tabelle nicht einbezogen. Die Zahlen für die Bundesrepublik beziehen sich nur auf kommunale und gemischtwirtschaftliche Unternehmen.

Quellen: Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Verkehr in Zahlen, Bonn 1984, S. 78 – 79; Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe (Hrsg.), VÖV-Statistik, Köln 1983, S. 14 – 18; American Public Transit Association (Hrsg.), Transit Fact Book, Washington 1981, S. 46 – 66; U.S. Department of Transportation (Hrsg.), National Urban Mass Transportation Statistics, Washington 1983, S. 2.1 – 2.14, und ders., 1984, S. 2.2 – 2.13.



wicklungen in der Bundesrepublik sind vergleichsweise eher gleichmäßig gewesen. Nur in den 70er Jahren – als die Subventionen stark erhöht wurden – findet man einen bemerkenswerten Zuwachs der Betriebsleistungen.

Ähnliche Trends gelten für das Passagieraufkommen mit einem auffallenden Zuwachs in den 70er Jahren. Für die USA stellt dieses Jahrzehnt einen Gegensatz zu der seit 1945 rapide sinkenden Zahl der Fahrgäste dar. In Deutschland war es auch der einzige Zeitraum, in dem das Passagieraufkommen zunahm, aber die Abnahmen in den anderen Perioden sind nicht so stark gewesen wie in den USA.

### 3. Subventionen, Produktivität und Kosten

Das einzige für den ganzen Zeitraum sowie für beide Länder vorhandene Indiz der Produktivität im ÖPNV ist die Betriebsleistung pro Beschäftigtem, die nur die Arbeitsproduktivität mißt (vgl. Tabelle 9). Merkwürdig ist, daß dieser Maßstab den USA eine höhere Produktivität als der Bundesrepublik zuschreibt. Auch auffallend ist der immer kleiner werdende Unterschied zwischen beiden Ländern: 9.500 Wagenkilometer pro Jahr pro Beschäftigtem 1960 gegenüber 3.200 im Jahre 1983. Die Arbeitsproduktivität im ÖPNV in den USA ist seit 1960 um 21 % gefallen, aber in der Bundesrepublik um 15 % gestiegen.

Der Vergleich zwischen beiden Ländern ist vielleicht etwas irreführend. Es könnte sein, daß die Durchschnittsgeschwindigkeit in Amerika höher gewesen ist als in der Bundesrepublik – wegen mehr Expreßlinien, wegen weniger verstopfter Straßen oder wegen eines weitgehend gradlinig ausgelegten Straßennetzes. Daß die Busse unter diesen Bedingungen schneller fahren können – was die Zahl der Wagenkilometer pro Beschäftigtem sicherlich steigert –, bedeutet nicht unbedingt, daß die im ÖPNV Beschäftigten in den USA effizienter sind. Auf der anderen Seite stellt es sich heraus, daß die Verschlechterung der Produktivität in den USA seit 1960 wahrscheinlich stärker gewesen ist, als die Zahlen in Tabelle 9 andeuten. Mehrere Studien zeigen zum Beispiel, daß die Durchschnittsgeschwindigkeit des ÖPNV in den USA in den vorigen Jahrzehnten erheblich gestiegen ist, weil die Betriebsleistung immer mehr von den Stadtzentren in die Vororte umgeschichtet worden ist. Zudem haben die ÖPNV-Unternehmen immer mehr Expreßlinien zwischen der Stadtmitte und den Vororten aufgestellt<sup>88)</sup>. Diese beiden Trends erhöhten die Durchschnittsgeschwindigkeit, und dadurch hätten sich – ceteris paribus – die Wagenkilometer pro Beschäftigtem auch von allein erheblich erhöht. Daß der beobachtete Trend eigentlich in die Gegenrichtung lief, weist darauf hin, daß die Verschlechterung der Arbeitsproduktivität in den USA noch ausgeprägter gewesen ist, als es Tabelle 9 zeigt.

Ein umfassender Indikator für die Effizienz wären die Kosten pro Leistungseinheit. Leider sind die erforderlichen Daten für die Bundesrepublik entweder gar nicht vorhanden oder höchst vertraulich – und deshalb nicht zugänglich – oder sehr lückenhaft oder schwer vergleichbar. Erst seit 1981 zum Beispiel sammelt der Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe detaillierte Kostendaten für einzelne ÖPNV-Unternehmen. Weil diese Daten vertraulich sind, stehen sie leider für eine Analyse nicht zur Verfügung. Erst seit

88) Vgl. Sale, J., Grenn, B., Operating Costs and Performance of American Public Transit Systems, in: Journal of the American Planning Association, Vol. 45 (1979), No. 1, S. 22 ff.

1977 berichtet der Verband überhaupt über Kostendaten, allerdings nur in aggregierter Form. Die einzige andere Quelle für umfangreiche und repräsentative Kostendaten ist die WIBERA Beratungsfirma, welche die Sollkosten im Ausbildungsverkehr für verschiedene Gruppierungen von ÖPNV-Unternehmen im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums errechnet<sup>89)</sup>. Die Daten für einzelne Unternehmen, die als Grundlage für die Schätzung der Sollkosten dienen, sind aber auch höchst vertraulich. Im Gegensatz zu dieser Geheimniskrämerei in der Bundesrepublik sind die ÖPNV-Unternehmen in den USA seit 1979 gesetzlich gezwungen, über alle Finanzierungs- und Betriebsdaten ausführlich zu berichten, welche dann vom Bundesverkehrsministerium selbst veröffentlicht und zudem auf Computerband zur Verfügung gestellt werden. Überdies stellt die American Public Transit Association ausführliche Daten für einzelne ÖPNV-Unternehmen seit 1965 zur Verfügung. Aggregierte Kostendaten sind sogar seit 1940 erhältlich.

Die Daten für die USA zeigen, daß die Kosten pro Leistungseinheit erheblich stärker in den Zeiträumen gestiegen sind, in denen die Subventionen am schnellsten gestiegen sind<sup>90)</sup>. Zwischen 1965 und 1980 – seit dem Anfang der Bundessubventionen – wuchsen die durchschnittlichen Betriebskosten pro Wagenkilometer nominal um 10,3 % pro Jahr (real um 4,1 %). Von 1950 bis 1965 hingegen wuchsen die Durchschnittskosten um nur 3,0 % pro Jahr (real um 1,4 %). Mehrere Regressionsanalysen haben auf Grund ausführlicher Daten für einzelne ÖPNV-Unternehmen herausgefunden, daß in der Tat ein wichtiges Verhältnis zwischen Subventionen und Kosten besteht, und daß Subventionen zur Kosteninflation höchstwahrscheinlich beigetragen haben<sup>91)</sup>.

Direkte Vergleiche zwischen den Kosten in den USA und der Bundesrepublik wären irreführend, weil die erforderliche Umrechnung zwischen Dollar und DM von dem labilen und etwas willkürlichen Wechselkurs abhängig ist. Bestenfalls kann man die Zuwachsraten vergleichen, und auch dieser Vergleich ist nur sehr begrenzt möglich, weil die aggregierten Kostendaten für die Bundesrepublik so lückenhaft sind. Zwischen 1977 und 1982 stiegen die durchschnittlichen Betriebskosten für kommunale und gemischtwirtschaftliche Unternehmen von 4,1 Pf auf 5,5 Pf pro Platzkilometer<sup>92)</sup>. Dies entspricht einer Zuwachsrate von 1,7 % real. Im Vergleich wuchsen die Betriebskosten pro Wagenkilometer in den USA real um 3,4 % pro Jahr zwischen 1975 und 1980 und um 2,9 % pro Jahr zwischen 1980 und 1982<sup>93)</sup>. Daß die Kosten in der Bundesrepublik erheblich langsamer gestiegen sind als in den USA, wird auch von einer Untersuchung der WIBERA bestätigt<sup>94)</sup>. Auf Grund einer repräsentativen Stichprobe fand sie heraus, daß die Kosten pro Personenkilometer der kommunalen und gemischtwirtschaftlichen Unternehmen von 1973 bis 1979 um nominal 41,0 % gestiegen sind, was einer jährlichen realen Zuwachsrate von nur 1,2 % entspricht.

Wenn man den schnellen Kostenzuwachs und Produktivitätsverfall in den USA betrachtet, wird es verständlich, warum die starke Steigerung der ÖPNV-Subventionen so be-

89) Vgl. WIBERA, Untersuchung über die Veränderung verkehrspolitischer Kostensätze, Düsseldorf 1981 und 1984.

90) Vgl. Pucher, J., Markstedt, A., Hirschmann, I., Impacts of Subsidies . . . , a.a.O., S. 155 ff.

91) Vgl. ebenda.

92) Vgl. VÖV-Statistik 1983, a.a.O., S. 16 und S. 20.

93) Vgl. Pucher, J., Markstedt, A., Hirschmann, I., Impacts of Subsidies . . . , a.a.O., S. 158; U. S. Department of Transportation (Hrsg.), National . . . , a.a.O., S. 2.32–2.33 und 2.61–2.64.

94) Vgl. Bundestagsdrucksache 9/1658, a.a.O., S. 15.

scheidene Auswirkungen auf die Betriebsleistung und das Fahrgastaufkommen gehabt hat. Es gibt mehrere mögliche Gründe für die besonders rapide Kosteninflation in den USA: die immer größere Kluft zwischen Geldgeber und Unternehmer, die zweitrangige Rolle des Fahrgastes und des direkten Nutzens des ÖPNV, die leicht zu erhebenden und ergebnisreichen zweckgebundenen Steuern, die sehr großen Subventionen des Bundes sowie dessen viele einschränkende Verordnungen und Voraussetzungen, die Politisierung fast jeden Aspekts des ÖPNV, die Monopolstellung sowohl der Unternehmen als auch der ÖPNV-Gewerkschaften, der explosionsartige Zuwachs an Subventionen, der so plötzlich auftrat, daß eine allmähliche Umstellung kaum möglich war.

Diese Faktoren haben in Deutschland eine bei weitem weniger wichtige Rolle gespielt. Es ist den deutschen Unternehmen gelungen, weitgehend zu rationalisieren und auf diese Weise insbesondere den Zuwachs der Personalkosten zu dämpfen. Durch die Anschaffung von Großraumfahrzeugen, die Übertragung der Schaffnerfunktionen auf den Fahrer und die Einführung der Selbstbedienung in der Fahrgastabfertigung haben die Betriebe den Anteil der Personalkosten an den Gesamtkosten von 64,4% im Jahre 1977 auf 57,0% im Jahre 1982 herabgesetzt<sup>95)</sup>. Dagegen betragen die Personalkosten in den USA mehr als 70% der Gesamtkosten sowohl 1975 als auch 1983<sup>96)</sup>.

Diese Bemerkungen dienen nur dazu, einige mögliche Erklärungen für die unterschiedlichen Ergebnisse der Subventionierung des ÖPNV anzudeuten. Selbstverständlich bedarf dieses wichtige Thema einer viel gründlicheren Untersuchung, als dies im Rahmen dieses Beitrags möglich war.

## V. Folgerungen

Der Schlüssel zu den unterschiedlichen Ergebnissen der ÖPNV-Subventionen in den USA und der Bundesrepublik Deutschland liegt wahrscheinlich in dem unterschiedlichen Grad der finanziellen Verantwortlichkeit der ÖPNV-Unternehmen. Je weniger sie die Folgekosten ihrer Entscheidungen selbst tragen müssen, desto höher sind die Kosten gestiegen. In den USA ist der Zusammenhang zwischen den Nutzen und den Kosten des ÖPNV besonders schwach. Die Fahrgäste selbst bezahlen nur einen geringen Teil der Gesamtkosten – 28% im Jahre 1983<sup>97)</sup> – und haben deshalb wenig Anlaß, die Unternehmen zur Rationalisierung und erhöhter Effizienz zu drängen. Die Kommunen, welche den größten Einfluß auf die Unternehmen haben sollten, bezahlten 1983 nur 11% der Gesamtkosten durch ihre allgemeinen Haushalte<sup>98)</sup>, weswegen sie ebenfalls nur einen beschränkten Anreiz haben, den ÖPNV zu Sparmaßnahmen zu zwingen. 61% der Gesamtkosten des ÖPNV sind weder für die Kommunen noch für die Unternehmen noch für die Fahrgäste fühlbar. Kein Wunder also, daß so viele Projekte in den vergangenen

95) Vgl. *Flieger, H.*, Subventionierung des ÖPNV – ja oder nein?, a.a.O., S. 15.

96) Vgl. American Public Transit Association (Hrsg.), *Transit Fact Book*, a.a.O., S. 47 und S. 66; U.S. Department of Transportation (Hrsg.), *National Urban Mass Transportation Statistics*, a.a.O., S. 2.40.

97) Investitions- sowie Betriebskosten eingeschlossen. Vgl. U.S. Department of Transportation (Hrsg.), *National Urban Mass Transportation Statistics*, a.a.O., S. 2.2–2.3.

98) Vgl. ebenda. Zweckgebundene Steuern, die von der Verkehrsgesellschaft selbst bzw. der regionalen Verkehrsbehörde erhoben werden, sind in dieser Zahl nicht einbezogen.

Jahren unternommen worden sind, deren Kosten nach wissenschaftlichen Analysen um ein Mehrfaches die Nutzen übertrafen<sup>99)</sup>. Diejenigen, denen die Vorteile solcher Projekte zugute kamen, brauchten wenig dafür zu bezahlen.

Die Effizienzeffekte der Finanzierung von ÖPNV-Subventionen in den USA sind schon gründlich untersucht worden<sup>100)</sup>. Die wichtigsten Ergebnisse sind, daß zweckgebundene Steuern sowie alle Subventionen von höheren Regierungsebenen erheblich zur Kosteninflation im ÖPNV beigetragen haben. Zweckgebundene Steuern verschaffen den Unternehmen verlässlich wachsende Einnahmen, auch ohne höhere Sätze erheben zu müssen. Diese Finanzierung hat also keinen Druck auf die Branche ausgeübt, ihre Betriebe zu sanieren und ihre Kosten unter Kontrolle zu bringen. Im Gegenteil, die vorübergehenden Überschüsse sind eine Versuchung, die Gesamtkosten steigen zu lassen, damit die vorhandenen Subventionen nicht unnötig hoch erscheinen. Gleichermaßen beeinträchtigen ÖPNV-Subventionen vom Bund und von den Ländern die Effizienz. Je größer der Prozentsatz ihrer Beteiligung ist, desto kleiner ist die Last der Finanzierung des ÖPNV, die von den Kommunen selbst getragen wird. Zuschüsse von höheren Regierungsebenen ermöglichen den Kommunen, einen wesentlichen Teil der Subventionslast auf den Rest des jeweiligen Bundesstaates bzw. der Nation abzuwälzen. Die immer größere Kluft zwischen dem Geldgeber und dem ÖPNV-Unternehmer hat die finanzielle Verantwortung für den ÖPNV weitgehend untergraben.

In der Bundesrepublik müssen die Fahrgäste und die Kommunen zusammen 68% der Gesamtkosten der kommunalen ÖPNV-Unternehmen tragen<sup>101)</sup>. Nur im SPNV der Bundesbahn vermögen die Fahrgäste sowie die Kommunen und die Länder die Kosten auf den Bund abzuwälzen – bis zu mindestens 74%<sup>102)</sup>. Es ist einleuchtend, daß ausgerechnet der SPNV in Deutschland die bei weitem ungünstigste Verlustentwicklung im ÖPNV aufzuweisen hat. Obgleich die Bundesbahn doch ein Bundesunternehmen ist – so daß der Unternehmer auch der Hauptträger der Kostenlast ist –, wird sie von den Ländern erheblich gehindert, ihren Betrieb zum Beispiel durch Streckenstilllegungen und Fahrpreiserhöhungen zu rationalisieren und weniger verlustreich zu gestalten. Die Länder beeinflussen solche Entscheidungen, entziehen sich aber der finanziellen Last. Gleichermaßen wird der erforderliche Personalabbau gebremst, um die Gewerkschaften zu befriedigen und die allgemeine Lage auf dem Arbeitsmarkt zu berücksichtigen.

In Deutschland sowie in den USA sind die Auswüchse in der ÖPNV-Politik weitgehend auf den Mangel an finanzieller Verantwortung zurückzuführen. Die Verbesserung der wirtschaftlichen Lage hängt also von einer Wiederherstellung bzw. Schaffung solcher Verantwortung ab. Diejenigen, die Kosten verursachen, sollten den größten Teil der Kosten tragen. Diesem Grundsatz gemäß müßten die Kommunen in den USA eine viel

99) Vgl. *Altsbuler, A.*, *Urban . . .*, a.a.O., S. 42 ff.

100) Investitions- sowie Betriebskosten eingeschlossen. Vgl. *Pucher, J., Markstedt, A., Hirschman, I.*, *Impacts of Subsidies . . .*, a.a.O., S. 155 ff.

101) Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), *Öffentliche finanzielle Leistungen . . .*, a.a.O., und *VÖV-Statistik*, 1983, a.a.O., S. 17 und S. 20.

102) Nur ein Teil der Investitionskosten der Bundesbahn im SPNV wurde in den Gesamtkosten dieser Rechnung einbezogen, so daß der gesamte Anteil des Bundes wohl höher als 74% ist. Vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), *Wirtschaftliche Daten des SPNV der Bundesbahn*, Bonn 1982; Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), *Öffentliche finanzielle Leistungen für den ÖPNV*, a.a.O.



stärkere finanzielle Rolle spielen als gegenwärtig, und die Fahrgäste sollten auch einen höheren Beitrag zur Finanzierung des ÖPNV leisten. Ein Ausscheiden des Bundes aus der ÖPNV-Verantwortung – oder zumindest eine erhebliche Verringerung seiner Rolle – würde die Unternehmen von vielen der aufwendigen, ineffizienten Bundesverordnungen und -gesetze entlasten und ihnen dabei eine größere Entscheidungsfreiheit ermöglichen, während ihre finanzielle Verantwortlichkeit erheblich stiege. Zwangsläufig müßten sie dann die Kosten und die Nutzen von vorgeschlagenen Projekten sorgfältiger gegeneinander abwägen.

Die finanzielle Verantwortlichkeit im ÖPNV in der Bundesrepublik könnte auch erhöht werden, wenn die Kommunen und Länder einen erheblich größeren Anteil der Subventionslast im SPNV tragen. Es besteht kein überzeugender wirtschaftlicher Grund, diesen ausschließlich lokalen Verkehr überwiegend vom Bund finanzieren zu lassen. Gleichmaßen fragt es sich, warum SPNV-Fahrgäste so intensiv subventioniert werden, während andere ÖPNV-Fahrgäste in denselben Gebieten den größten Anteil der Kosten durch Fahrpreise decken müssen. Schließlich würde es die Effizienz des SPNV fördern, entweder der Bundesbahn mehr Entscheidungsfreiheit im SPNV zu gewähren oder die Länder und Kommunen zu zwingen, eine größere Unternehmerrolle und die damit verbundene finanzielle Verantwortung zu übernehmen.

Es ist nicht zu erwarten, daß die hier vorgeschlagenen Maßnahmen ohne politischen Widerstand durchgeführt werden könnten. Sie weisen aber in die Richtung, wie die zukünftige ÖPNV-Politik gestaltet werden sollte, um die offenkundigen Unzulänglichkeiten der gegenwärtigen Finanzierung zu lindern.

### Summary

Although subsidies to urban public transport (transit) have reached high levels in both the United States and West Germany, the impacts of subsidies have been quite different in the two countries. In general, transit subsidies have produced far greater benefits in West Germany – as reflected by service levels and ridership. Most of the subsidy growth in the U. S. has been dissipated by rapid cost escalation and deteriorating productivity in the transit industry. By contrast, productivity has increased in Germany, and real per-unit costs have risen only half as rapidly as those in the U. S.

This article presents a detailed description of urban transit finance in both countries, with particular emphasis on those factors that help explain the differential success of transit. The authors analyze differences in the organization and financing of mass transit, in the roles played by various levels of government, in the methods of subsidy distribution, and in the goals and prerequisites for subsidies. Transportation policy in general as well as urban land-use patterns, lifestyle, and economic conditions are also considered.

The key to the failure or success of subsidies is found to be the degree to which local transit decisionmakers are held accountable for the financial consequences of their decisions. The improvement of transit finance depends, therefore, on increased fiscal responsibility at the local level and a tighter match between the costs and benefits of proposed expenditures of subsidy funds.

## Poisson-Modelle in der Verkehrsnachfrageforschung

VON HEINZ HAUTZINGER, HEILBRONN

### 1. Einführung

#### 1.1 Vorbemerkungen

In der Verkehrswissenschaft wurde die Nützlichkeit von Poisson-Modellen als statistische Analyse- und Prognoseinstrumente schon früh erkannt. So finden sich in der Literatur auch vielfältige Beispiele für erfolgreiche Anwendungen von Poisson-Modellen in solchen Gebieten wie Verkehrsflußanalyse, Analyse von Stau- und Wartezeitproblemen sowie nicht zuletzt im Bereich der Verkehrsunfallanalyse<sup>1)</sup>.

Im Gegensatz hierzu gibt es bisher nur vergleichsweise wenige Ansätze, welche Poisson-Modelle zur Beschreibung, Analyse und Prognose von Aktivitäten- und Verkehrsverhaltensmustern benutzen. Es ist das Ziel dieses Beitrags, auf das breite Spektrum der Anwendungsmöglichkeiten von Poisson-Modellen in der Verkehrsnachfrageforschung aufmerksam zu machen.

#### 1.2 Die Poisson-Verteilung als Verteilungsmodell für Deskriptoren und Bestimmungsfaktoren der Verkehrsnachfrage

Das Modell der Poisson-Verteilung ist in der Verkehrsnachfrageforschung in vielen verschiedenen Zusammenhängen anwendbar. Dies resultiert aus dem Umstand, daß viele Merkmale, welche die Verkehrsnachfrage von Individuen, Haushalten, Unternehmen und sonstigen Institutionen beschreiben, Variable sind, welche nur die Werte 0, 1, . . . annehmen können. Dies gilt zum Beispiel für folgende Deskriptoren der Verkehrsnachfrage:

- Zahl der täglichen außerhäuslichen Aktivitäten einer Person,
- Zahl der jährlichen Fernreisen einer Person,
- Zahl der täglichen Fahrten und Fußwege aller Mitglieder eines Haushalts,
- Zahl der in einem Betrieb ankommenden Transporte pro Tag.

Auch die gestutzte Poisson-Verteilung (Wertebereich 1, 2, . . .) hat eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten. Als Beispiel sind die Nachfragemerkmale

- Zahl der Insassen eines Pkw,

#### *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

1) Vgl. z. B. *Leutzbach, W.*, Einführung in die Theorie des Verkehrsflusses, Berlin-Heidelberg-New York 1972 sowie *Greenshields, B. D., Weida, F. M.*, Statistics with Applications to Highway Traffic Analyses, Westport 1978.

– Zahl der Teilladungen pro Auslieferungsfahrt zu nennen.

Schließlich sind auch einige wichtige Bestimmungsfaktoren der Verkehrsnachfrage zumindest näherungsweise als poissonverteilt anzusehen, z. B.

- Zahl der Pkw im Haushalt,
- Zahl der Mitglieder eines Haushalts (gestutzte Poisson-Verteilung),
- Zahl der eigenen Transportfahrzeuge eines Unternehmens.

Schon diese ersten Beispiele zeigen das breite Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten der Poisson-Verteilung in der Verkehrsnachfrageforschung.

### 1.3 Vorzüge von Verkehrsnachfrageanalysen auf der Basis von Poisson-Modellen

Die Vorteile einer expliziten Berücksichtigung der Tatsache, daß viele wichtige Deskriptoren der Verkehrsnachfrage zumindest näherungsweise poissonverteilte Variable sind, liegen auf der Hand:

1. Die Schätzung wichtiger Kenngrößen der Verkehrsnachfrage wird genauer, wenn der Verteilungstyp der betrachteten Variablen berücksichtigt wird. Dies gilt insbesondere für die Schätzung von Mittelwerten und Streuungen bei interessierenden Nachfragevariablen und hier wiederum besonders im Hinblick auf die Zuverlässigkeit von Konfidenzintervallen.
2. In der empirischen Verkehrsnachfrageforschung laufen viele Abhängigkeitsanalysen darauf hinaus, die Gesamtstichprobe nach den einzelnen Kategorien des untersuchten Einflußfaktors in Teilstichproben aufzugliedern und zu prüfen, ob sich die Verteilung der betrachteten Nachfragevariablen zwischen den einzelnen Teilstichproben unterscheidet (z. B. Aktivitätenhäufigkeit in Abhängigkeit von der Berufstätigkeit der Person). Derartige Tests lassen sich effizienter gestalten, wenn man berücksichtigt, daß die abhängige Variable poissonverteilt ist.
3. Vielfach bedient man sich bei der Untersuchung von Abhängigkeiten vorteilhafterweise eines Regressionsmodells. Falls die abhängige Variable poissonverteilt ist, sind die Voraussetzungen des klassischen linearen Regressionsmodells nicht erfüllt und damit insbesondere die berechneten Signifikanzniveaus unzuverlässig. Diese Problematik wird vermieden, wenn man ein adäquates Poisson-Regressionsmodell verwendet.
4. Häufig interessiert nicht nur der Mittelwert oder die Streuung einer Nachfragevariablen, sondern ihre Verteilung als solche. Beispielsweise möchte man wissen, welcher Anteil der Personen 0, 1, ... Fernreisen pro Jahr unternommen hat. Auch hier ist es vorteilhaft, von einer expliziten Verteilungsannahme auszugehen.
5. Bei der immer wieder geforderten Verwendung disaggregierter Verkehrsnachfragemodelle, welche als Mikromodelle von der einzelnen Entscheidungseinheit (Person, Haushalt, Unternehmen o. ä.) ausgehen, ist die Berücksichtigung der Verteilung der verschiedenen Modellvariablen wesentlich. Da viele Variable, vor allem diejenigen, welche mit dem Komplex der Verkehrserzeugung im Zusammenhang stehen, zumindest näherungsweise poissonverteilt sind, sollte dies auch bei der Modellformulierung berücksichtigt werden. Zu dem Aspekt der empirischen Relevanz, die außer Zweifel steht, kommt noch hinzu, daß die Poisson-Verteilung vom rein mathematischen

Standpunkt zu den analytisch eher leicht handhabbaren Wahrscheinlichkeitsverteilungen gehört.

6. Obwohl die Verkehrsnachfrage ein dynamisches Phänomen ist, gibt es nur wenige dynamische Verkehrsnachfragemodelle. Angesichts der Tatsache, daß kaum ein anderes Teilgebiet der stochastischen Prozesse so intensiv untersucht wurde wie der Poisson-Prozeß, liegt es nahe, zur Beschreibung und Erklärung der Verkehrsnachfrage diese Klasse von stochastischen Prozessen zu verwenden.
7. Generell gilt, daß mit den Poisson-Modellen ein vielgestaltiges und in einer Vielzahl von praktischen Anwendungen innerhalb und außerhalb des Verkehrswesens erprobtes statistisches Instrumentarium zur Verfügung steht. Dieses Instrumentarium sollte auch für die empirische Verkehrsnachfrageforschung flexibel genutzt werden.

## 2. Poisson-Modelle: Ein Überblick

### 2.1 Allgemeines

Poisson-Modelle der Verkehrsnachfrage stellen entweder Anwendungen der Poisson-Verteilung oder der Poisson-Prozesse dar. Im ersten Fall wird angenommen, daß eine bestimmte, die Verkehrsnachfrage von Individuen oder Haushalten beschreibende Variable – wie z. B. die Zahl der täglichen Wege und Fahrten der Mitglieder eines Haushalts – eine Zufallsvariable ist, welche eine Poisson-Verteilung besitzt. Man kann dann der Frage nachgehen, von welchen systematischen Bestimmungsfaktoren die Verteilung des interessierenden Deskriptors der Verkehrsnachfrage abhängt, Hypothesen über die Abhängigkeit des Verkehrsverhaltens von bestimmten Einflußgrößen testen und schließlich mit Hilfe des Poisson-Modells auch statistische Prognosen für die Verkehrsnachfrage erstellen.

Im Fall der Anwendung der Poisson-Prozesse wird demgegenüber angenommen, daß einem bestimmten beobachtbaren Verhaltensphänomen (z. B. der Zahl der wöchentlichen Einkaufsfahrten eines Haushalts) ein stochastischer Prozeß vom Poisson-Typ zugrunde liegt (z. B. ein Prozeß der Bedürfnisakkumulation). Hier geht man also von der Vorstellung aus, daß ein bestimmter Poisson-Prozeß die beobachtbare Verteilung der interessierenden Kenngröße der Verkehrsnachfrage „erzeugt“. Man kann dann untersuchen, welche systematischen Faktoren auf den verhaltenserzeugenden Poisson-Prozeß einwirken und nach geeigneter Spezifikation und Test des Modells stochastische Vorhersagen des Verkehrsnachfrageverhaltens ableiten.

Während im ersten Fall die Beschreibung und Analyse der Verkehrsnachfrage im Vordergrund steht, liegt im zweiten Fall der Schwerpunkt auf der Erklärung des Zustandekommens der beobachtbaren Nachfragephänomene. Im folgenden wird eine kurze mathematische Darstellung der Poisson-Verteilung und der Poisson-Prozesse gegeben. Für detailliertere Behandlungen kann auf eine Vielzahl vorliegender Monographien verwiesen werden<sup>2)</sup>.

2) Vgl. *Haight, F. A.*, Handbook of the Poisson Distribution, London 1967; *Johnson, N. L., Kotz, A.*, Distributions in Statistics: Discrete Distributions, Boston 1969; *Shapiro, S. S., Gross, A. J.*, Statistical Modelling Techniques, New York-Basel 1981.



2.2 Poisson-Verteilung

Eine diskrete Zufallsvariable  $X$ , welche die Werte  $x = 0, 1, 2, \dots$  annehmen kann und deren Wahrscheinlichkeitsfunktion durch

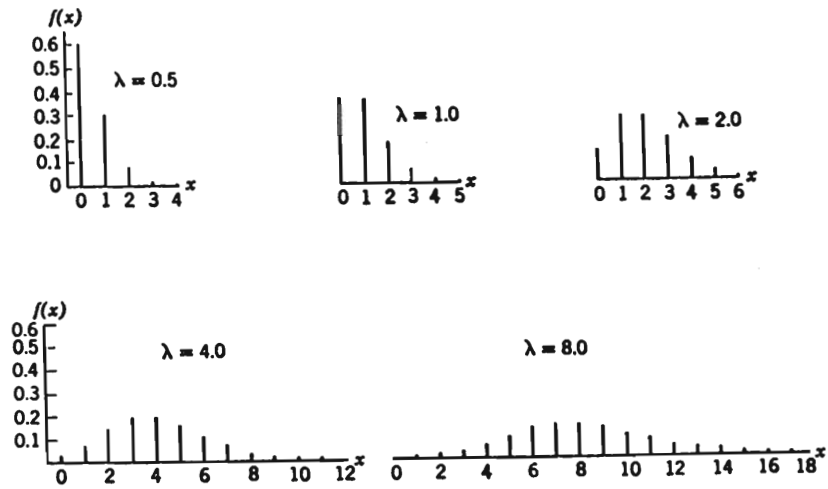
$$(2.2.1) \quad P(X=x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda} \quad (\lambda > 0)$$

gegeben ist, wird poissonverteilt genannt. Für den Erwartungswert und die Varianz von  $X$  ergibt sich

$$(2.2.2) \quad E(X) = \lambda \quad \text{und} \quad \text{var}(X) = \lambda.$$

Die nachfolgende Abbildung 2.2.1 zeigt den Einfluß des Parameters  $\lambda$  auf die Wahrscheinlichkeitsfunktion  $f(x) = P(X = x)$ .

Abbildung 2.2.1: Poisson-Verteilungen mit unterschiedlichen Werten des Parameters  $\lambda$ .



Die Poisson-Verteilung ist stets rechtsschief und ihr Modalwert ist gleich  $[\lambda]$ , wobei  $[\lambda]$  die größte ganze Zahl kleiner gleich  $\lambda$  ist; ist  $\lambda$  ganzzahlig, so ist sowohl  $\lambda$  als auch  $\lambda-1$  Modalwert (vgl. Abbildung 2.2.1). Für  $\lambda \geq 5$  kann die Poisson-Verteilung durch eine Normalverteilung mit Erwartungswert und Varianz jeweils gleich  $\lambda$  approximiert werden.

Ist  $X_1, \dots, X_n$  eine Zufallsstichprobe aus einer poissonverteilten Grundgesamtheit ( $n$  unabhängige Zufallsvariable, alle mit derselben Poisson-Verteilung), so ist der Stichprobenmittelwert  $\bar{X} = (X_1 + \dots + X_n)/n$  die Maximum-Likelihood-Schätzfunktion für den unbekannt Parameter  $\lambda$ . Sofern  $n \geq 30$  ist, unterliegt  $\bar{X}$  näherungsweise einer Normalverteilung mit Erwartungswert  $\lambda$  und Varianz  $\lambda/n$ . Da die Zufallsvariable  $(\bar{X} - \lambda)/\sqrt{(\lambda/n)}$  näherungsweise standardnormalverteilt ist, können Hypothesen über  $\lambda$  auf ein-

fache Weise mit dem üblichen Einstichproben-Gaußtest geprüft werden. Die Grenzen  $\lambda_u$  und  $\lambda_o$  eines Konfidenzintervalls für  $\lambda$  zum Sicherheitsgrad  $1 - \alpha$  erhält man näherungsweise wie folgt

$$(2.2.3) \quad \lambda_u = \frac{1}{2n} \chi_{2n\bar{x}; \alpha/2}^2$$

und

$$(2.2.4) \quad \lambda_o = \frac{1}{2n} \chi_{2n(\bar{x} + 1); 1 - \alpha/2}^2.$$

wobei  $\chi_k^2$ ;  $\gamma$  das  $\gamma$ -Quantil einer Chi-Quadrat-Verteilung mit  $k$  Freiheitsgraden ist.

Gelegentlich ist es angebracht, die an der Stelle  $X = 0$  gestutzte Poisson-Verteilung zu verwenden, deren Wahrscheinlichkeitsfunktion durch

$$(2.2.5) \quad f^*(x) = P(X=x | X > 0) = \frac{\lambda^x}{x!} (e^\lambda - 1)^{-1} \quad (x=1, 2, \dots)$$

gegeben ist. Es gilt

$$(2.2.6) \quad E(X|X > 0) = \lambda / (1 - e^{-\lambda})$$

sowie

$$(2.2.7) \quad \text{var}(X|X > 0) = \frac{\lambda(1 - (\lambda+1)e^{-\lambda})}{(1 - e^{-\lambda})^2}$$

Liegt eine Zufallsstichprobe vom Umfang  $n$  aus einer Poisson-Verteilung vor und ist  $\bar{x}$  der Mittelwert dieser Stichprobe, so erhält man den Maximum-Likelihood-Schätzwert für den Parameter  $\lambda$  der gestutzten Poisson-Verteilung durch Auflösung der Gleichung

$$(2.2.8) \quad \lambda / (1 - e^{-\lambda}) - \bar{x} = 0.$$

Sind  $X_1$  und  $X_2$  unabhängige poissonverteilte Zufallsvariable mit den Parametern  $\lambda_1$  bzw.  $\lambda_2$ , so unterliegt die Summe  $Y = X_1 + X_2$  wieder einer Poisson-Verteilung mit dem Parameter  $\lambda_1 + \lambda_2$ . Dieses Ergebnis kann auf die Summe von  $m$  unabhängigen poissonverteilten Zufallsvariablen direkt übertragen werden.

Schließlich kann man auch mehrdimensionale Zufallsvariable betrachten, deren gemeinsame Verteilung so beschaffen ist, daß die Randverteilung jeder einzelnen Zufallsvariablen eine Poisson-Verteilung ist. Solange es sich hierbei um unabhängige Zufallsvariable handelt, ergeben sich keinerlei theoretische Probleme; interessante neue Gesichtspunkte kommen jedoch ins Spiel, wenn man von einer Korrelation zwischen den einzelnen jeweils poissonverteilten Variablen ausgeht. Von *Holgate* wurde gezeigt: Sind  $X_1$  und  $X_2$  jeweils poissonverteilt mit den Parametern  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  und gilt ferner  $\text{cov}(X_1, X_2) = \zeta$  ( $\zeta > 0$ ), so hat die gemeinsame Verteilung von  $X_1$  und  $X_2$  folgende Form

$$(2.2.9) \quad P(X_1=x_1, X_2=x_2) = e^{-(\zeta + \lambda_1 + \lambda_2)} \times \prod_{j=0}^{\min(x_1, x_2)} \frac{\lambda_1^{x_1-j} \lambda_2^{x_2-j}}{j! (x_1-j)! (x_2-j)!}$$

für  $x_1, x_2 = 0, 1, 2, \dots$ . Für den Korrelationskoeffizienten gilt

$$(2.2.10) \quad \text{corr}(x_1, x_2) = \zeta(\lambda_1)^{-\frac{1}{2}} (\lambda_2)^{-\frac{1}{2}}.$$

Der Korrelationskoeffizient kann den Wert  $\min\{(\lambda_1/\lambda_2)^{1/2}, (\lambda_2/\lambda_1)^{1/2}\}$  nicht übersteigen, was zumindest im Fall  $\lambda_1 \neq \lambda_2$  eine Einschränkung der praktischen Anwendbarkeit der Verteilung (2.2.9) darstellt. Zur Schätzung der Parameter  $\lambda_1, \lambda_2$  und  $\zeta$  stehen mehrere Methoden zur Verfügung<sup>3)</sup>.

### 2.3 Mischung von Poisson-Verteilungen

Manchmal ist es plausibel anzunehmen, daß der Parameter  $\lambda$  einer Poisson-Verteilung keine Konstante ist, sondern selbst einer bestimmten Wahrscheinlichkeitsverteilung unterliegt. So wird bei Unfallanalysen oft davon ausgegangen, daß die erwartete Unfallhäufigkeit („Unfallneigung“) nicht für alle Personen einer Grundgesamtheit gleich ist, sondern vielmehr selbst eine Zufallsvariable darstellt. In diesem Fall ist also die bedingte Verteilung von  $X$  eine Poisson-Verteilung mit Parameter  $\lambda$ . Schreibt man  $f(\lambda)$  für die Dichtefunktion der Zufallsvariablen  $\lambda$ , so erhält man die interessierende Randverteilung von  $X$  aus der Beziehung

$$(2.3.1) \quad P(X=x) = \int_0^{\infty} \{e^{-\lambda} \lambda^x / x!\} f(\lambda) d\lambda \quad (x=0, 1, 2, \dots)$$

Die durch (2.3.1) gegebene Verteilung nennt man Mischung von Poisson-Verteilungen und  $f$  die Mischungsverteilung von  $\lambda$ . Unabhängig von der speziellen Form der Mischungsverteilung gilt

$$(2.3.2) \quad E(X) = E(\lambda) \quad \text{und} \quad \text{var}(X) = \text{var}(\lambda) + E(\lambda).$$

Außerdem kann gezeigt werden: Ist  $\phi(t)$  die charakteristische Funktion von  $\lambda$ , so ist die charakteristische Funktion von  $X$  durch  $\phi([e^{it} - 1]/i)$  gegeben<sup>4)</sup>.

Häufig wird angenommen, daß der Parameter  $\lambda$  einer Gammaverteilung unterliegt, daß also

$$(2.3.3) \quad f(\lambda) = \frac{\alpha^\nu}{\Gamma(\nu)} \lambda^{\nu-1} e^{-\alpha\lambda} \quad (\alpha, \nu, \lambda > 0)$$

gilt. Unter dieser Voraussetzung besitzt  $X$  eine negative Binomialverteilung der Form

$$(2.3.4) \quad P(X=x) = \left[ \frac{\alpha}{1+\alpha} \right]^\nu \frac{\nu(\nu+1) \dots (\nu+x-1)}{(1+\alpha)^x x!} \quad (x=0, 1, \dots)$$

mit  $E(X) = \nu/\alpha$  und  $\text{var}(X) = (\nu/\alpha) (1+1/\alpha)$ . Ein einfaches Verfahren zur Schätzung der Parameter  $\alpha$  und  $\nu$  besteht darin, den Erwartungswert und die Varianz von  $X$  gleich dem Stichprobenmittelwert bzw. der mittleren quadratischen Abweichung der Stich-

probenwerte zu setzen; man erhält so zwei Gleichungen, aus denen  $\alpha$  und  $\nu$  bestimmt werden können.

### 2.4 Poisson-Verteilung als Mischungsverteilung

Es sei  $X = X_1 + \dots + X_N$ , wobei die  $X_i$  unabhängige identisch verteilte Zufallsvariable sind. Die Zahl  $N$  der Summanden sei ebenfalls eine Zufallsvariable, welche einer Poisson-Verteilung mit Parameter  $\lambda$  unterliegen möge. Hier spielt also die Poisson-Verteilung die Rolle einer Mischungsverteilung für  $N$ . Die Verteilung der Summe  $X$  hängt naturgemäß außer von  $\lambda$  auch noch von der Verteilung der einzelnen Summanden  $X_i$  ab. Allgemein gilt  $E(X) = \xi\lambda$ , wobei  $\xi = E(X_i)$ .

Sind die  $X_i$  selbst auch poissonverteilt mit Parameter  $\mu$ , so besitzt  $X$  eine Neyman-Typ-A Verteilung, d. h.

$$(2.4.1) \quad P(X=x) = \frac{\mu^x}{x!} e^{-\lambda} \sum_{j=0}^{\infty} \frac{j^x}{j!} \{\lambda e^{-\mu}\}^j \quad (\lambda, \mu > 0)$$

für  $x = 0, 1, 2, \dots$ . Handelt es sich bei den  $X_i$  um Bernoullivariable mit der Erfolgswahrscheinlichkeit  $\theta$ , so folgt  $X$  einer Poisson-Verteilung mit dem Parameter  $\lambda\theta$ . Schließlich kann noch gezeigt werden, daß bei geometrisch verteilten  $X_i$  die Summe  $X$  eine Polya-Aeppli-Verteilung besitzt und daß man bei logarithmisch verteilten Summanden für die Summe eine negative Binomialverteilung erhält<sup>5)</sup>.

### 2.5 Poisson-Regressionsmodelle

In Abschnitt 2.3 war angenommen worden, daß der Parameter  $\lambda$  eine Zufallsvariable mit einer bestimmten Verteilung ist. Wenn man nicht nur weiß, wie der Parameter  $\lambda$  in der Grundgesamtheit variiert, sondern Faktoren kennt, welche den Erwartungswert der poissonverteilten Variablen systematisch beeinflussen, so kann man  $\lambda$  explizit als Funktion dieser Einflußfaktoren betrachten. Man kommt so zu den Poisson-Regressionsmodellen.

Es sei  $x_{ij}$  der Wert des  $j$ -ten Einflußfaktors bei der  $i$ -ten Meßstelle und  $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{im})$ . An der Stelle  $x_i$  werden  $n_i$  Beobachtungen der poissonverteilten abhängigen Variablen durchgeführt und es wird  $Y_{ik}$  für den  $k$ -ten Beobachtungswert an der  $i$ -ten Meßstelle geschrieben ( $i = 1, \dots, K; k = 1, \dots, n_i$ ). Die  $Y_{ik}$  seien unabhängige (poissonverteilte) Zufallsvariable, für deren Erwartungswert gilt

$$(2.5.1) \quad E(Y_{ik}) = g(x_i, \underline{\theta}) \quad (i=1, \dots, K; k=1, \dots, n_i)$$

wobei  $\underline{\theta} = (\theta_1, \dots, \theta_p)'$  ein  $p$ -dimensionaler Vektor von Parametern ist. Diese Parameter sind unbekannt und sollen geschätzt werden. Hierzu müssen die Realisationen  $y_{ik}$  der poissonverteilten Kriteriumsvariablen vorliegen, und es muß ferner gewährleistet sein, daß  $g(x_i, \underline{\theta})$  eine differenzierbare Funktion von  $\underline{\theta}$  ist, daß die  $K$  Vektoren  $x_i$  der erklärenden Variablen fest vorgegeben oder durch die Situation eindeutig bestimmt sind und daß die Zahl  $K$  der Meßstellen die Zahl  $p$  der unbekannt Parameter übersteigt.

3) Vgl. Holgate, P., Estimation for the Bivariate Poisson Distribution, in: Biometrika, Band 51, 1964, S. 241–249.

4) Vgl. Kendall, M. G., Stuart, A., The Advanced Theory of Statistics, Band 1, London 1969.

5) Vgl. Kendall, M. G., Stuart, A., The Advanced Theory . . . , a.a.O.



In der Arbeit von *Frome, Kutner* und *Beauchamp*<sup>6)</sup> wird gezeigt, wie unter den genannten Voraussetzungen die Parameter  $\theta_1, \dots, \theta_p$  geschätzt werden können, und es werden Chi-Quadrat-Tests zur Prüfung der Modellvoraussetzungen und der Anpassungsgüte des Modells behandelt. Ein wesentlicher Punkt ist natürlich die geeignete Spezifikation der Funktion  $g(x_i, \theta)$ ; wünschenswert ist es, die funktionale Form von  $g$  nicht unter rein deskriptiven Gesichtspunkten festzulegen, sondern vielmehr aus sachlogischen bzw. theoretischen Überlegungen abzuleiten.

2.6 Poisson-Modelle für Kontingenztafeln

Klassifiziert man die Untersuchungseinheiten in einer Stichprobe nach zwei oder mehreren kategoriellen Merkmalen gleichzeitig, so erhält man eine zwei- oder mehrdimensionale Kontingenztafel. In bestimmten Fällen kann man die Besetzungshäufigkeiten der Zellen der Kontingenztafel als poissonverteilte Zufallsgrößen betrachten. Ein Beispiel hierfür wäre etwa eine Kontingenztafel, welche die insgesamt  $n$  Transporte, die während einer Woche bei einem Betrieb angekommen sind, aufgegliedert nach dem Wochentag und dem beteiligten Spediteur zeigt. In einer solchen Kontingenztafel sind die beobachteten Besetzungshäufigkeiten  $n_{ij}$  der Zellen  $(i, j)$  Realisationen von (unabhängigen) poissonverteilten Zufallsvariablen  $N_{ij}$ , und auch die Summe  $n$  der Besetzungshäufigkeiten ist Realisation einer Zufallsvariablen  $N$ . Sofern die  $N_{ij}$  unabhängig sind, ist auch  $N$  poissonverteilt (vgl. Abschnitt 2.2).

Dieses Poisson-Modell für Kontingenztafeln kann immer dann zur Anwendung kommen, wenn durch den Stichprobenplan keine Randverteilungen und auch nicht die Gesamtzahl der Beobachtungen vorgegeben ist. Dies ist häufig der Fall, wenn es sich bei den Untersuchungseinheiten um Ereignisse (z. B. Ankünfte von Fahrzeugen) handelt. Bezeichnet man den Erwartungswert von  $N_{ij}$  mit  $\lambda_{ij}$ , so kann man die meist interessierende Hypothese der Multiplikativität in der Form

$$H_0: \lambda_{ij} = \lambda_{i.} \cdot \lambda_{.j} / \lambda_{..} \quad \text{wobei} \quad \lambda_{i.} = \sum_j \lambda_{ij} \quad \text{usw.}$$

schreiben. Ob dieses multiplikative Poisson-Modell für die Kontingenztafel gilt, kann statistisch mit Hilfe eines Chi-Quadrat-Tests (likelihood-ratio test) geprüft werden.

Zur Analyse von Kontingenztafeln bedient man sich vorteilhafterweise des Konzepts der log-linearen Modelle. Dieses Analysekonzept hat den Vorzug der Anwendbarkeit auf höherdimensionale Kontingenztafeln und erlaubt die Prüfung einer Vielzahl von interessierenden statistischen Hypothesen über den Zusammenhang zwischen den betrachteten Untersuchungsmerkmalen<sup>7)</sup>.

2.7 Poisson-Prozesse

Es sei  $N_t$  die Anzahl zufälliger Ereignisse eines bestimmten Typs, welche sich im festen Zeitintervall  $[0, t]$  ereignen (z. B. Unfälle an einer bestimmten Kreuzung während eines

6) Vgl. *Frome, E. L., Kutner, M. H., Beauchamp, J. J., Regression Analysis of Poisson-Distributed Data*, in: *Journal of the American Statistical Association*, Band 68, Nr. 344, 1973, S. 935-940.

7) Eine leicht verständliche Darstellung findet man z. B. bei *Hartung, J., Elpelt, B., Klösener, K. H., Statistik - Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik*, München-Wien 1984.

Monats). Für jedes feste  $t$  ist  $N_t$  eine Zufallsvariable, welche die Werte  $k = 0, 1, 2, \dots$  annehmen kann. Durch

$$(2.7.1) \quad \{N_t | 0 \leq t < \infty\}$$

ist dann ein stochastischer Prozeß gegeben, welcher zur Klasse der Signalprozesse gehört. Als „Signal“ wird hierbei das Eintreten des interessierenden Ereignisses betrachtet.

Bei vielen Anwendungen ist es plausibel, von folgenden Annahmen über den Prozeß (2.7.1) auszugehen:

1. Die Zahl der Ereignisse, die sich während nicht überlappender Zeitintervalle ereignen, sind voneinander unabhängige Zufallsvariable.
2. Die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer ganz bestimmten Anzahl von Ereignissen in Zeitintervallen gleicher Länge ist konstant, d. h. unabhängig von der Lage dieser Intervalle auf der Zeitachse.
3. Die Wahrscheinlichkeit, daß in einem kurzen Zeitintervall der Länge  $h$  genau ein Ereignis eintritt, ist näherungsweise gleich  $\lambda h$ , d. h. proportional zur Länge dieses Intervalls; der Proportionalitätsfaktor  $\lambda > 0$  wird als „Intensität“ des Prozesses bezeichnet.
4. Die Wahrscheinlichkeit, daß in einem hinreichend kleinen Zeitintervall zwei oder mehr Ereignisse eintreten, ist praktisch gleich Null.

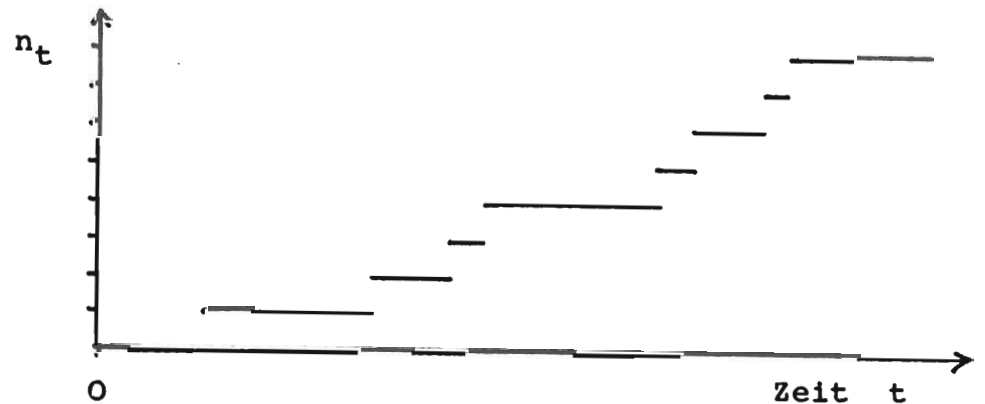
Man kann zeigen, daß unter diesen Voraussetzungen für die Zahl  $N_t$  der Ereignisse bis zum Zeitpunkt  $t$  ( $0 \leq t < \infty$ ) gilt

$$(2.7.2) \quad P(N_t = k) = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!} \quad (k=0, 1, 2, \dots)$$

d. h.  $N_t$  ist eine poissonverteilte Zufallsvariable mit  $E(N_t) = \lambda t$ . Der Prozeß (2.7.1) in Verbindung mit (2.7.2) wird homogener Poisson-Prozeß genannt.

Die Realisierungen eines homogenen Poisson-Prozesses können graphisch durch nicht-abnehmende Treppenfunktionen dargestellt werden (Abbildung 2.7.1). Dem Eintreten eines Ereignisses in einem Zeitpunkt  $t$  entspricht ein Sprung der Treppenfunktion um eine Einheit.

Abbildung 2.7.1: Realisierung eines homogenen Poisson-Prozesses



Der Poisson-Prozeß ist wie kaum ein anderer stochastischer Prozeß Gegenstand eingehender theoretischer und anwendungsorientierter Untersuchungen gewesen und wurde in verschiedener Hinsicht verallgemeinert. Er kann sowohl zur Beschreibung und Prognose von Phänomenen dienen, deren zeitlicher Verlauf durch Treppenfunktionen des oben beschriebenen Typs darstellbar ist, als auch zur Erklärung des Zustandekommens bestimmter empirischer Verteilungen vom Poissonschen Typ herangezogen werden.

### 3. Bisherige Anwendungen von Poisson-Modellen in der Verkehrsnachfrageforschung

#### 3.1 Statistische Analyse der Aktivitätenhäufigkeit von Personen

##### 3.1.1 Aktivitätenhäufigkeit als poissonverteilte Variable

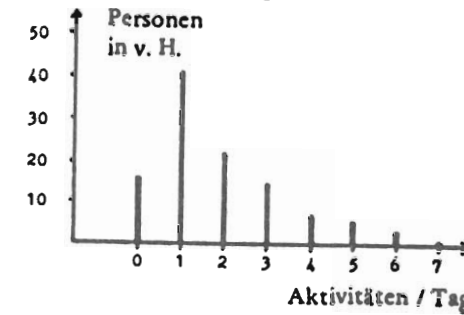
In der vorliegenden verkehrswissenschaftlichen Literatur finden sich einzelne Arbeiten, welche von der Poisson-Verteilung im Zusammenhang mit Nachfrageanalysen Gebrauch machen. So weist *Wermuth*<sup>8)</sup> darauf hin, daß die Verteilung der täglichen Aktivitätenhäufigkeit von Personen der Poisson-Verteilung ähnelt. Aus diesem Grund wird in der genannten Arbeit die Kriteriumsvariable „Aktivitätenhäufigkeit“ vor Anwendung varianzanalytischer Verfahren einer Quadratwurzeltransformation der Form  $y = \sqrt{x + 3/8}$  unterworfen, um Normalität und vor allem Varianzstabilität zumindest näherungsweise zu erreichen.

*Wermuth* untersuchte auch die Frage, ob bei Unterscheidung einzelner Aktivitätskategorien (Arbeit, Dienst, Ausbildung, Einkauf, Erholung, Sonstiges) von poissonverteilten Aktivitätenhäufigkeiten ausgegangen werden kann. Zu diesem Zweck wurde geprüft, ob bei Zerlegung der Gesamtstichprobe in eine größere Zahl von Gruppen die gruppenspezifischen Mittelwerte und Standardabweichungen der Aktivitätenhäufigkeit ( $\bar{x}_i$  bzw.  $s_i$ ) um eine Funktion des Typs  $S = \alpha \bar{x}^\beta$  ( $\alpha > 0$ ;  $0 < \beta \leq 1$ ) streuen. Sofern die Aktivitätenhäufigkeit tatsächlich poissonverteilt ist, darf sich der ermittelte Schätzwert für  $\beta$  nur zufällig vom Wert  $\beta = 0,5$  unterscheiden. Die von *Wermuth* gefundenen Werte für  $\beta$  liegen für die „Zwangsaktivitäten“ Arbeit und Ausbildung bei 0,35 bzw. 0,39, was auf eine Variabilität hindeutet, welche kleiner als diejenige einer poissonverteilten Variablen ist. Leider sind keine entsprechenden Testergebnisse in der zitierten Arbeit wiedergegeben. Die  $\beta$ -Werte der übrigen Aktivitätskategorien liegen zwischen 0,49 und 0,58 und unterscheiden sich damit nur schwach von dem für die Poisson-Verteilung charakteristischen Wert von 0,5.

Für die Gesamtzahl der täglichen Aktivitäten wird bei *Wermuth* ein  $\beta$ -Wert von 0,68 angegeben, was darauf hindeutet, daß die Variabilität der Gesamtaktivitätenhäufigkeit größer als die Variabilität ist, die aufgrund einer Poisson-Verteilung zu erwarten wäre. Diese Inhomogenität – genauer, die mangelnde Stabilität der erwarteten Gesamtaktivitätenhäufigkeit je Person – wird auf die Überlagerung der Teilaktivitäten zurückgeführt. Hierzu kann folgendes angemerkt werden: Bei poissonverteilten Teilaktivitätenhäufigkeiten wäre auch die Gesamtaktivitätenhäufigkeit poissonverteilt, sofern die Teilaktivitätenhäufigkeiten voneinander unabhängige Variable wären. Diese Unabhängig-

8) Vgl. *Wermuth, M.*, Struktur und Effekte von Faktoren der individuellen Aktivitätennachfrage als Determination des Personenverkehrs, Bad Honnef 1978.

Abbildung 3.1.1: Empirische Verteilung der täglichen Aktivitätenhäufigkeit von Personen



keit zwischen den verschiedenen Aktivitätsarten ist in reiner Form empirisch sicher nicht gegeben, so daß für die Summe der Teilaktivitätenhäufigkeiten die Poisson-Verteilung eine schlechtere Approximation darstellt als dies für die einzelnen Teilaktivitäten der Fall ist.

Die zuletzt angesprochenen Ergebnisse werden auch durch eine Untersuchung von *Hautzinger* und *Kessel*<sup>9)</sup> gestützt, wo für die Gesamtaktivitätenhäufigkeit ein Stichprobenmittelwert von  $\bar{x} = 1,81$  (Aktivitäten/Tag) und eine Stichprobenvarianz von  $s^2 = 2,37$  gefunden wurde. Auch hier streuen also die individuellen Werte der Aktivitätenhäufigkeit stärker als es dem Poisson-Modell entspricht. Durch geeignete Segmentierung der Personen in der Stichprobe läßt sich jedoch zweifellos eine größere Homogenität der beobachteten Aktivitätsmuster und damit eine bessere Anpassungsgüte des Poisson-Modells erreichen. Wie die nachfolgenden Zahlenwerte belegen, ist aber selbst für die nicht segmentierte Stichprobe die Übereinstimmung zwischen empirischer und theoretischer Aktivitätenhäufigkeitsverteilung bereits erstaunlich gut (vgl. Tabelle 3.1.1).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß empirische Aktivitätenhäufigkeitsverteilungen in vielen Fällen durch entsprechende Poisson-Verteilungen beschrieben werden können.

Tabelle 3.1.1: Empirische und theoretische Aktivitätenhäufigkeitsverteilung

Aktivitäten pro Tag	0	1	2	3	4	5	6	7	Summe
Empirische Häufigkeit (%)	18	35	21	13	7	4	2	1	100
Poisson-Verteilung ( $\lambda = 1,8$ )	17	30	27	16	7	3	1	0	100

Das Poisson-Modell ist insbesondere bei Betrachtung einzelner Aktivitätsarten geeignet. Wegen der Abhängigkeit der Teilaktivitätenhäufigkeiten untereinander sind große Werte der Gesamtaktivitätenhäufigkeit empirisch häufiger zu beobachten, als dies im Fall der Unabhängigkeit zu erwarten ist.

9) Vgl. *Hautzinger, H., Kessel, P.*, Entwicklung eines Individualverhaltensmodells zur Erklärung und Prognose werktäglicher Aktivitätsmuster im städtischen Bereich – Stufe 2, Untersuchung der Prognos AG, Basel, im Auftrag des Bundesministers für Verkehr (FA 70 002/79), Basel 1980.



### 3.1.2 Ein Poisson-Regressionsmodell der täglichen Aktivitätenhäufigkeit

Ein zentrales Problem der Verkehrsnachfrageforschung ist die Erklärung der interpersonellen Unterschiede in der Aktivitätenhäufigkeit. Soweit es um die Zwangsaktivitäten Arbeit und Ausbildung geht, ist im allgemeinen eine Segmentierung nach der Berufstätigkeit ausreichend. Zur Erklärung der Unterschiede im Bereich der „Gelegenheitsaktivitäten“ müssen weitere Faktoren herangezogen werden.

Nach der vorausgegangenen Diskussion kann es als gesichert gelten, daß insbesondere die Häufigkeit von Gelegenheitsaktivitäten wie Freizeit oder Versorgung in guter Näherung poissonverteilt ist. Bezeichnet man die Aktivitätenhäufigkeit mit  $Y$  und ihren Erwartungswert mit  $\lambda$ , so liegt es nahe, die individuelle „Aktivitätsneigung“  $\lambda$  als Funktion bestimmter Einflußgrößen wie Haushaltsstruktur, Sozialstatus, Lebensphase, Aktivitätenangebot und anderes mehr (zusammengefaßt in einem Vektor  $\underline{x}$ ) zu betrachten. Man kommt so zu einem Poisson-Regressionsmodell der täglichen (Gelegenheits-)Aktivitätenhäufigkeit:

$$E(Y | \underline{x}) = g(\underline{x}, \underline{\theta}) \quad (\underline{\theta} \text{ Parametervektor})$$

Ein solches Poisson-Regressionsmodell der täglichen Aktivitätenhäufigkeit findet sich in der Arbeit von *Hautzinger* und *Kessel*<sup>10)</sup>, wobei  $g$  als Exponentialfunktion spezifiziert wird. Dort wird die Gesamtaktivitätenhäufigkeit von Personen in Abhängigkeit von den Faktoren Berufstätigkeit, Geschlecht, Alter, Bildungsgrad und Pkw-Verfügbarkeit untersucht. Dabei wird festgestellt, daß neben der Berufstätigkeit vor allem der Bildungsgrad die Aktivitätenhäufigkeit am stärksten beeinflusst. Besonders ausgeprägt erweist sich der Effekt des Bildungsgrades bei weiblichen Personen, die Wechselwirkungen zwischen den Einflußfaktoren sind beträchtlich. Als wenig bedeutsam für die Aktivitätenhäufigkeit stellt sich die Pkw-Verfügbarkeit heraus; dieser Faktor ist vielmehr mit der Verkehrsmittelwahl und der Reiseweite assoziiert.

## 3.2 Statistische Analyse der Wegehäufigkeit von Haushalten

### 3.2.1 Eine Anwendung des Modells der gemischten Poisson-Verteilung

Das Modell der gemischten Poisson-Verteilung wurde von *Kanafani*<sup>11)</sup> zur Analyse der täglichen Wegehäufigkeit von Haushalten vorgeschlagen. Hierbei wird die Gesamtzahl der Wege aller Haushaltsmitglieder als poissonverteilte Zufallsvariable betrachtet. Die erwartete Wegehäufigkeit  $\lambda$  ist bei *Kanafani* eine lineare Funktion  $\lambda = \theta X$  des Haushaltseinkommens  $X$ , welches als gammaverteilte Zufallsvariable angesehen wird. Damit ist  $\lambda$  selbst eine Zufallsvariable, deren Verteilung nach der Transformationsregel für Dichtefunktionen durch  $\frac{1}{\theta} f(x/\theta)$  gegeben ist, wobei  $f(x)$  die Dichtefunktion (Gamma-Verteilung) des Haushaltseinkommens  $X$  bezeichnet; man erhält die explizite Form der Dichtefunktion  $f(x)$ , wenn man in Gleichung (2.3.3) die Variable  $\lambda$  durch  $x$  und den Ausdruck  $\Gamma(\nu)$  durch  $(\nu-1)!$  ersetzt. Die (unbedingte) Verteilung der Wegehäufigkeit  $Y$  läßt sich unter diesen Voraussetzungen wie folgt darstellen

10) Vgl. *Hautzinger, H., Kessel, P., Entwicklung . . .*, a.a.O.

11) Vgl. *Kanafani, A. K., An Aggregative Model of Trip Making*, in: *Transportation Research*, Band 6, 1972, S. 119–124.

$$(3.2.1) \quad P(Y=y) = \left( \frac{\alpha}{\theta+\alpha} \right)^\nu \theta^\nu \frac{\nu(\nu+1)\dots(\nu+x-1)}{(\theta+\alpha)^\nu y!} \quad (y=0,1,\dots)$$

Für die erwartete Wegehäufigkeit erhält man entsprechend

$$(3.2.2) \quad E(Y) = \theta \frac{\nu}{\alpha} = \theta E(X)$$

und für die Varianz

$$(3.2.3) \quad \text{var}(Y) = \theta \frac{\nu}{\alpha} \left( 1 + \frac{\theta}{\alpha} \right)$$

Der Parameter  $\theta$  kann interpretiert werden als Zunahme der erwarteten Wegehäufigkeit bei einer Steigerung des Einkommens um eine Einheit. Für  $\theta = 1$  ist die Verteilung (3.2.1) identisch mit der negativen Binomialverteilung (2.3.4).

Wie das eben skizzierte Nachfragemodell anzuwenden ist, liegt auf der Hand: Hat man auf der Grundlage empirisch beobachteter Wegehäufigkeiten von Haushalten den Parameter  $\theta$  geschätzt, so lassen sich für verschiedene Szenarien der Einkommensverteilung – quantitativ beschrieben durch die Parameter  $\alpha$  und  $\nu$  der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Einkommens – die daraus resultierenden Wegehäufigkeitsverteilungen bestimmen. Der Vorteil gegenüber einem konventionellen Regressionsmodell der Wegehäufigkeit liegt darin, daß man als Kenngröße der zukünftigen Verkehrsnachfrage nicht nur Erwartungswert und Varianz der Wegehäufigkeit erhält, sondern darüber hinaus noch eine Prognose für die Verteilung der Haushalte nach der Zahl der durchgeführten Wege pro Tag gewinnt, wodurch beispielsweise eine zur Prognose des Fahrten- und Fußwegaufkommens konsistente Prognose des Anteils der immobilen Haushalte möglich wird. Schließlich sind auch Verbesserungen der Genauigkeit im Zusammenhang mit Konfidenzintervallen für die erwartete Wegehäufigkeit und Prognoseintervallen für die Wegehäufigkeit als solche möglich.

### 3.2.2 Ein Poisson-Regressionsmodell der Wegehäufigkeit von Haushalten

In einer empirischen Untersuchung über die zeitliche Stabilität von mittleren Wegehäufigkeiten wurde von *Copley* und *Lowe*<sup>12)</sup> als statistisches Analyseinstrument ein Poisson-Regressionsmodell verwendet. Als abhängige Variablen erscheinen die Häufigkeit von Busfahrten bzw. von Pkw-Fahrten als Fahrer, wobei der Haushalt die Untersuchungseinheit ist. Erklärende Variablen des Modells sind Einwohnerdichte und siedlungsstruktureller Typ des Gebiets, ferner Pkw-Besitz, Führerscheinbesitz und Erwerbstätigkeit der Haushaltsmitglieder sowie Haushaltseinkommen. Sämtliche Erklärungsvariablen wurden als kategoriale Merkmale („Faktoren“) definiert, formal handelt es sich also um Null-Eins-Variablen des Typs

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{falls Haushalt } i \text{ beim } j\text{-ten Faktor die } k\text{-te Ausprägung besitzt} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Sofern Faktor  $j$  insgesamt  $m_j$  Ausprägungen (Kategorien) besitzt, sind mit diesem Faktor  $m_j - 1$  derartige Null-Eins-Variablen verbunden.

12) Vgl. *Copley, C., Lowe, S., The Temporal Stability of Trip Rates: Some Findings and Implications*, Beitrag zum PTRC Summer Annual Meeting 1981, Warwick 1981.

Die Einflußfaktoren erscheinen im Modell zunächst als „Haupteffekte“; der bedingte Erwartungswert der Wegehäufigkeit des Haushalts  $i$  besitzt in diesem Fall die Darstellung

$$E(Y_i | \underline{x}_i) = \theta_0 + \sum_j \sum_k \theta_{jk} x_{ijk}$$

Wechselwirkungen („Interaktionseffekte“) zwischen den Faktoren können berücksichtigt werden, indem das additive Modell um Terme der Form  $x_{ijk} \cdot x_{ij'k}$ , (multipliziert mit einem Parameter) erweitert wird. Bereits in Abschnitt 3.1.2 war auf die Wichtigkeit der Berücksichtigung von Wechselwirkungen hingewiesen worden: Die Art des Einflusses eines Faktors  $j$  auf die Wegehäufigkeit kann unterschiedlich sein je nachdem, welche Ausprägung eines anderen Faktors  $j'$  vorliegt.

Bei der statistischen Datenanalyse gehen *Copley* und *Lowe* so vor, daß zunächst ein Modell geschätzt wird, welches nur die Konstante  $\theta_0$  enthält und als Basismodell dient. Danach werden die Einflußfaktoren der Reihe nach einzeln, in Paaren, in Paaren mit Berücksichtigung von Wechselwirkungen usw. in das Modell eingeführt, und es wird die Verbesserung der Erklärungsgüte im Vergleich zum Basismodell bzw. zum erweiterten Basismodell getestet. Bezüglich der Interaktionseffekte wird hierarchisch vorgegangen, d.h. ein Interaktionseffekt höherer Ordnung wird nur in das Modell aufgenommen, wenn die zugehörigen Interaktionen niedrigerer Ordnung sowie die entsprechenden Haupteffekte bereits im Modell enthalten sind. Mit Hilfe von Chi-Quadrat-Tests kann so das optimale Erklärungsmodell gefunden werden.

### 3.3 Ein kombiniertes Aktivitäten- und Wegehäufigkeitsmodell

Bei quantitativen Analysen der Verkehrsnachfrage können Poisson-Modelle auch als Teilmodelle umfassenderer Modellsysteme auftreten. Ein Beispiel hierfür ist ein kombiniertes Aktivitäten- und Wegehäufigkeitsmodell<sup>13)</sup>.

Zur Beschreibung des Zusammenhangs zwischen dem Aktivitätenmuster und dem Wegemuster von Personen – einem der Grundtatbestände der Verkehrsverhaltensforschung – führt man zweckmäßigerweise den Begriff der „Wegekette“ ein. Eine Wegekette ist hierbei definiert als eine Folge von Wegen mit der Eigenschaft, daß der erste Weg dieser Folge in der Wohnung beginnt und der letzte Weg in der Wohnung endet (alle dazwischenliegenden Wege haben wohnungsfremde Ziele). Bei gegebener Aktivitätenhäufigkeit ist die Zahl der Wegekette einer Person also gleich der Zahl der Rückwege zur Wohnung.

Zwischen der täglichen Wegehäufigkeit  $Y$  einerseits und der Aktivitätenhäufigkeit  $N$  sowie der Zahl der Wegekette  $K$  besteht die Beziehung

$$(3.3.1) \quad Y = N + K.$$

Die Größen  $N$  und  $K$  sind voneinander abhängige diskrete Zufallsvariable. Der Wertebereich von  $K$  ist von  $N$  abhängig: Für  $N$  gleich Null bzw. Eins ist stets auch  $K$  gleich Null bzw. Eins; ist  $N=n$  mit  $n \geq 2$ , so ist der Wertebereich von  $K$  durch  $\{1, 2, \dots, n\}$  gegeben.

13) Vgl. *Hautzinger, H.*, Aktivitätsbezogene Verkehrserzeugungsmodelle – Ein neues Konzept zur Personenverkehrsprognose, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 53. Jg. (1982), S. 92–115.

Zur Analyse und Prognose der Verkehrserzeugung benötigt man die Verteilung der Wegehäufigkeit  $Y$ , d.h. die Wahrscheinlichkeiten  $P(Y = y)$ . Diese lassen sich in der Form

$$(3.3.2) \quad P(Y=y) = \sum_{n=0}^{\infty} P(K=y-n | N=n) P(N=n) \quad (y=0, 1, 2, \dots)$$

darstellen. Gemäß (3.3.2) hängt die Verteilung der Wegehäufigkeit von der Verteilung der Aktivitätenhäufigkeit und der bedingten Verteilung der Zahl der Wegekette ab. Ein statistisches Modell der Wegehäufigkeit gliedert sich also in zwei Submodelle, nämlich ein „Aktivitätenmodell“ und ein „Verkettungsmodell“. Für das Aktivitätenmodell bietet sich hierbei naturgemäß die Spezifikation als Poisson-Regressionsmodell an. Überlegungen zur Spezifikation des Verkettungsmodells findet man in der zuletzt zitierten Arbeit.

### 3.4 Ein Aktivitätenhäufigkeitsmodell auf der Basis eines Poisson-Prozesses der Bedürfnisakkumulation

Von *Westelius*<sup>14)</sup> wurde ein Modell der Aktivitätenhäufigkeit entwickelt, welches auf der Hypothese beruht, daß die während eines bestimmten Zeitintervalls beobachtete Zahl der wohnungsfremden Aktivitäten eines Individuums durch einen Prozeß der „Bedürfnisakkumulation“ hervorgebracht wird. Ausgangspunkt ist die Unterscheidung von Zwangs- und Gelegenheitsaktivitäten, wobei angenommen wird, daß Gelegenheitsaktivitäten dann ausgeübt werden, wenn das Bedürfnis hierfür einen bestimmten Schwellenwert übersteigt. Das Modell beruht also auf der Vorstellung, daß ausgehend von einem Nullzustand das Bedürfnis nach Ausübung der Gelegenheitsaktivität (z.B. Verwandtenbesuch) wächst, bis das Bedürfnisniveau den Schwellenwert erreicht. Danach wird die betreffende Aktivität ausgeübt, das Bedürfnis sinkt auf Null ab, und der Prozeß der Bedürfnisakkumulation beginnt von neuem. Der Bedürfnisakkumulationsprozeß wird dabei als Poisson-Prozeß angenommen, d.h. die Bedürfnisvariable wächst sprunghaft an mit exponentiell verteilten Zeitabständen zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Sprüngen.

Das eben skizzierte Grundmodell wurde von *Westelius* in verschiedener Hinsicht verallgemeinert. So werden beispielsweise verschiedene Arten von Gelegenheitsaktivitäten unterschieden, und es wird angenommen, daß mit der  $i$ -ten Aktivitätsart  $k_i \geq 1$  Bedürfnisakkumulationsprozesse verbunden sind. Die Größen  $k_i$  sind Gewichte, welche die relative Bedeutung der einzelnen Aktivitätsarten widerspiegeln. Eine andere Richtung der Verallgemeinerung besteht darin, daß der Bedürfnisschwellenwert nicht als konstant, sondern als (monoton wachsende) Funktion der Distanz zwischen dem jeweiligen Standort des Individuums und dem Aktivitätsort betrachtet wird. Der Standort des Individuums ist dabei entweder die Wohnung oder ein wohnungsfremder Ort, an welchem eine Zwangs- oder Gelegenheitsaktivität ausgeübt wird.

*Westelius* führt eine ganze Reihe von Kenngrößen des Verkehrsverhaltens ein, deren Werte natürlich von den Parametern abhängen, welche den bzw. die Bedürfnisakkumulationsprozesse charakterisieren. Zu diesen Kenngrößen gehört beispielsweise die Wahr-

14) Vgl. *Westelius, O.*, The Individual's Way of Choosing Between Alternative Outlets, National Swedish Building Research, Document D17, Stockholm 1973.



scheinlichkeit  $q_i$ , mit welcher während eines bestimmten Zeitraums eine Nachfrage nach der  $i$ -ten Aktivitätsart auftritt und die (bedingte) Wahrscheinlichkeit  $p_{ij}$ , mit welcher in einem Aktivitätsmuster, welches die  $i$ -te Aktivitätsart enthält, auch die  $j$ -te Aktivitätsart vorkommt. Weitere Kenngrößen sind etwa der Erwartungswert der Zahl der Aktivitäten pro Wegekette oder der erwartete Zeitabstand zwischen zwei Wegekettens. Im allgemeinen werden die interessierenden Wahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte nicht in analytischer Form dargestellt, sondern mit Hilfe geeigneter Simulationsmethoden numerisch bestimmt.

#### 4. Empfehlungen zur Weiterentwicklung von Poisson-Modellen für die Verkehrsnachfrageforschung

##### 4.1 Statistische Analyse der Verkehrsnachfrage:

Orientierung der Analysemethoden am Typ der auszuwertenden Daten

Das Ziel statistischer Analysen von Verkehrsnachfragedaten ist in der Regel entweder

- die Punkt- und Intervallschätzung von bestimmten Maßzahlen (z. B. Mittelwert und Streuung) der Verteilung eines Nachfragemerkmals oder
- das Testen von Hypothesen über die Abhängigkeit gewisser Merkmale, welche die Verkehrsnachfrage beschreiben, von anderen Merkmalen der interessierenden Untersuchungseinheiten (Personen, Haushalte, Betriebe u. ä.).

Die entsprechenden Schätz- und Testverfahren können wesentlich effizienter gestaltet werden, wenn man dem Typ der zu analysierenden Daten explizit Rechnung trägt. In Abschnitt 1.2 war ausgeführt worden, daß viele wichtige Nachfragemerkmale in guter Näherung als poissonverteilt angesehen werden können. Bisher werden diese Nachfragemerkmale jedoch meist mit Hilfe klassischer statistischer Methoden, welche auf der Normalverteilung aufbauen, untersucht; von der wünschenswerten Orientierung der Analysemethoden an der Natur der auszuwertenden Daten kann derzeit also im allgemeinen keine Rede sein.

Es kommt also zunächst einmal darauf an, daß bei der Analyse von poissonverteilten Merkmalen der Verkehrsnachfrage nicht irgendwelche statistischen „Allerweltsmethoden“, sondern Methoden, welche den Verteilungstyp (Poisson-Verteilung) explizit berücksichtigen, verwendet werden. Hier ist generell eine Umorientierung in der empirischen Verkehrsnachfrageforschung dringend notwendig.

An drei Beispielen wird gezeigt, in welche Richtung die angesprochenen methodischen Entwicklungen gehen sollten.

##### *Beispiel 1:* Aktivitätenhäufigkeit von Personen

In Abschnitt 3.1.1 war angesprochen worden, daß die tägliche Aktivitätenhäufigkeit – wenn man alle wohnungsfremden Aktivitäten betrachtet – in einer Personengesamtheit u. U. stärker variiert als es dem Poisson-Modell entspricht ( $s^2 > \bar{x}$ ). Diese Feststellung legt den Gedanken an folgende Modifikation des Modells nahe:

Annahme 1: Die Zahl der Aktivitäten eines Individuums in aufeinanderfolgenden Zeitperioden gleicher Länge (z. B. Werktagen) unterliegt jeweils einer Poisson-Verteilung mit konstantem Erwartungswert  $\lambda$ .

Annahme 2: Die durchschnittliche Aktivitätenrate  $\lambda$  variiert von Person zu Person und unterliegt in der Personengrundgesamtheit einer Gamma-Verteilung.

Gemäß Abschnitt 2.3 unterliegt dann die Aktivitätenhäufigkeit in der Personengrundgesamtheit einer negativen Binomialverteilung, deren Wahrscheinlichkeitsmassefunktion durch (2.3.4) gegeben ist. Dementsprechend ist im modifizierten Modell die Varianz der Aktivitätenhäufigkeit größer als ihr Erwartungswert.

Die Annahme einer in der Grundgesamtheit variierenden durchschnittlichen Aktivitätenrate führt also möglicherweise zu einem realistischeren Modell der Aktivitätenhäufigkeit von Personen. Beim Schätzen der erwarteten Aktivitätenhäufigkeit von Personen, welche zu bestimmten Bevölkerungsgruppen gehören und beim Testen von Hypothesen über die Aktivitätenhäufigkeit sollte gegebenenfalls also vom Modell der Mischung von Poisson-Verteilungen ausgegangen werden.

##### *Beispiel 2:* Pkw-Besetzungsgrad

Der mittlere Pkw-Besetzungsgrad ist eine für die Verkehrsplanung überaus bedeutsame Kenngröße der Nachfrage im Individualverkehr. So interessiert beispielsweise die Abhängigkeit dieser Größe von bestimmten Faktoren ebenso wie die Frage ihrer Veränderung im Zeitverlauf. Diesbezügliche statistische Tests sollten unbedingt dem Umstand Rechnung tragen, daß das Merkmal „Zahl der Pkw-Insassen“, welches die Ausprägungen 1, 2, ... besitzt, ausgeprägt rechtsschief verteilt ist. Tests, welche dies nicht berücksichtigen und die Normalverteilung als Näherungsverteilung für den Stichprobenmittelwert benutzen, laufen Gefahr, höchst ungenaue Signifikanzniveaus zu liefern.

Es empfiehlt sich, den Vergleich von zwei oder mehreren mittleren Pkw-Besetzungsgraden als Vergleich der Erwartungswerte von zwei oder mehreren gestutzten Poisson-Verteilungen durchzuführen, da dieses Verteilungsmodell für das Untersuchungsmerkmal adäquat erscheint.

##### *Beispiel 3:* Verkehrserzeugung im städtischen Lieferverkehr

Der städtische Wirtschaftsverkehr ist trotz seiner großen Bedeutung bisher nur relativ selten empirisch untersucht worden. Bei einer Analyse der Verkehrserzeugung und -anziehung von Betrieben (Produktions-, Handels- und Dienstleistungsbetriebe) wäre davon auszugehen, daß die Zahl der pro Zeiteinheit vom Betrieb abgehenden bzw. beim Betrieb ankommenden Fahrten von Lieferfahrzeugen einer Poisson-Verteilung unterliegt. Betrachtet man – was sinnvoll ist – den Betrieb als Untersuchungseinheit, so sollten Verkehrserzeugungsmodelle für den städtischen Lieferverkehr also in Form von Poisson-Regressionsmodellen formuliert werden. Verwendet man statt dessen das übliche klassische lineare Regressionsmodell, so besteht wegen der Nichterfüllung der Modellannahmen (Normalverteilung der Fehler und konstante Fehlervarianz) die Gefahr falscher Schlußfolgerungen über die Bestimmungsfaktoren des Volumens der Nachfrage.

##### 4.2 Kausale Modelle der Verkehrsnachfrage:

Poisson-Modelle als Grundbausteine formalisierter Theorien der Verkehrsnachfrage

Wenn man die empirisch beobachtete Verteilung eines oder mehrerer Verkehrsnachfragemerkmale nicht als gegeben hinnimmt, sondern vielmehr das Zustandekommen dieser Verteilung aus gewissen empirisch überprüfbareren Verhaltensannahmen ableitet, kann

man von kausaler Modellierung der Verkehrsnachfrage sprechen. Da eine direkte Überprüfung der Verhaltenshypothesen u. U. schwierig sein kann, muß man sich manchmal allerdings damit begnügen, zu prüfen, ob die Folgerungen aus den Verhaltensannahmen (hier: die Verteilung der Nachfragevariablen) mit den entsprechenden empirischen Beobachtungen verträglich sind.

An nachfolgendem Beispiel soll gezeigt werden, welche Rolle statistische Poisson-Modelle bei der kausalen Modellierung von Verkehrsnachfragephänomenen spielen können.

#### Beispiel 4: Erklärung der Häufigkeit und Art von Freizeitaktivitäten

Wir gehen aus von einer Unterscheidung einzelner Freizeitaktivitätsarten und bezeichnen mit  $Y_i$  ( $i = 1, \dots, m$ ) die Zahl der Freizeitaktivitäten des Typs  $i$  im Verlauf eines bestimmten Zeitintervalls (z. B. Wochenende) und mit  $Y = \sum Y_i$  die entsprechende Gesamtzahl der Freizeitaktivitäten. Die Häufigkeiten  $Y_i$  sind diskrete Zufallsvariable mit den Realisationen  $0, 1, 2, \dots$ , und es interessiert die gemeinsame Verteilung dieser Zufallsgrößen. Ein Modell hierfür läßt sich auf folgenden Verhaltenshypothesen aufbauen:

Annahme 1: Ein Individuum führt im Zeitverlauf zu gewissen Zeitpunkten Freizeitaktivitäten durch. Die Zeitabstände zwischen zwei aufeinanderfolgenden Freizeitaktivitäten sind als Zufallsgrößen aufzufassen und zwar ist die Wahrscheinlichkeit, daß im Intervall  $(t, t + \Delta t)$  eine Aktivität durchgeführt wird, wenn die letzte Aktivität bereits  $\Delta t$  Zeiteinheiten zurückliegt, im wesentlichen proportional zur Intervalllänge  $\Delta t$ , d. h. ungefähr gleich  $\lambda \cdot \Delta t$ . Der Proportionalitätsfaktor  $\lambda > 0$  wird „Aktivitätenrate“ genannt, er ist ein personenspezifischer Parameter und von den Eigenschaften des Individuums abhängig; die Aktivitätenrate ist ein Maß für die „Aktivitätenneigung“ des Individuums.

Annahme 2: Das Individuum ordnet jeder Freizeitaktivitätsart  $i$  einen bestimmten „Nutzen“  $U_i$  zu. Dieser Nutzen ist keine Konstante, sondern unterliegt gewissen zufälligen Schwankungen (z. B. verursacht von subjektiven „Stimmungen“), was dazu führt, daß – obwohl sich das Individuum stets für die nutzenmaximale Freizeitaktivitätsart entscheidet – doch nicht stets dieselbe Freizeitaktivitätsart ausgeübt wird. Der Nutzen  $U_i$  jeder Aktivitätsart ist als Summe einer festen (systematischen) Nutzenkomponente  $\mu_i$  und einer zufälligen Störvariablen  $\epsilon_i$  darstellbar. Die systematische Komponente, welche natürlich wesentlich die Wahrscheinlichkeit bestimmt, mit welcher die  $i$ -te Aktivitätsart gewählt wird, ist von den Merkmalen der Aktivitätsarten und von Merkmalen der Person abhängig. Die aufeinanderfolgenden Entscheidungen für eine bestimmte Freizeitaktivitätsart sind voneinander unabhängig.

Das aus diesen Annahmen resultierende Mikromodell der Häufigkeit und Art von Freizeitaktivitäten ist eine Verallgemeinerung des Modells der zusammengesetzten Binomialverteilung, man könnte es „zusammengesetztes Multinomialmodell“ der individuellen Freizeitaktivitätenhäufigkeit nennen. Aus Annahme 1 folgt nämlich, daß die Gesamtzahl der Freizeitaktivitäten des betrachteten Individuums eine poissonverteilte Zufallsvariable ist; bezeichnet man mit  $T$  die Länge des Beobachtungszeitraums, so ist  $E(Y) = \lambda T$  die erwartete Zahl der Freizeitaktivitäten insgesamt. Gemäß Annahme 2 ist bei gegebener Gesamthäufigkeit  $Y = n$  der Vektor  $(Y_1, \dots, Y_m)$  der Häufigkeiten der einzelnen Aktivitätsarten multinomialverteilt mit den Parametern  $n$  und  $\theta_1, \dots, \theta_m$ , wobei  $\sum \theta_i = 1$ . Die Wahrscheinlichkeiten  $\theta_i$  ergeben sich, sobald man das in Annahme 2 beschriebene diskrete Wahlmodell (Zufallsmodell des Nutzens) näher spezifiziert; eine besonders praktikable Spezifikation wäre etwa das multinomiale Logit-Modell.

Aus den obigen Modellannahmen kann man weiterhin folgern, daß die Häufigkeiten  $Y_i$  jeweils poissonverteilt sind mit dem Erwartungswert  $E(Y_i) = \lambda \theta_i T$ . Für die vor allem interessierende gemeinsame (unbedingte) Verteilung von  $Y_1, \dots, Y_m$  erhält man die Darstellung

$$P(Y_1=y_1, \dots, Y_m=y_m) = \frac{(\lambda T)^n e^{-\lambda T}}{\prod_{i=1}^m y_i!} \prod_{i=1}^m \theta_i^{y_i}$$

wobei  $y_i = 0, 1, 2, \dots$  und  $n = y_1 + \dots + y_m$ . Näheres findet man in der bereits zitierten Arbeit von *Hautzinger* und *Kessel*.

In der obigen Form ist das Modell ein Mikromodell des Verhaltens eines einzelnen Individuums. Zu einem Modell, welches nicht nur die intra-, sondern auch die interindividuelle Verhaltensvariabilität erklärt, kommt man, wenn man die Freizeitaktivitätsrate  $\lambda$  und die Auswahlwahrscheinlichkeiten  $\theta_1, \dots, \theta_m$  für die verschiedenen Freizeitaktivitätsarten explizit in Abhängigkeit von gewissen Bestimmungsgrößen betrachtet. Dies läuft aber – wie man sich leicht überlegt – auf die Kombination eines Poisson-Regressionsmodells für die Gesamtzahl der Freizeitaktivitäten mit einem diskreten Wahlmodell (z. B. multinomiales Logit- oder Probit-Modell) für die verschiedenen Aktivitätsarten hinaus.

Eine andere Möglichkeit vom Mikromodell des Verhaltens einzelner Individuen zu einem Modell zu kommen, welches das aggregierte Nachfrageverhalten einer ganzen Personengruppe erklärt, wäre die Annahme, daß die Aktivitätenrate  $\lambda$  in der Population (etwa gemäß einer Gamma-Verteilung) variiert und daß die Auswahlwahrscheinlichkeiten  $\theta_i$  für die einzelnen Aktivitätsarten ebenfalls einer bestimmten Verteilung unterliegen. Das Verteilungsmodell für die Parameter  $\theta_1, \dots, \theta_m$  müßte natürlich berücksichtigen, daß  $\theta_i \in (0, 1)$  und  $\sum \theta_i = 1$ . In Betracht käme also z. B. eine Verallgemeinerung des Binomial-Beta-Modells<sup>15)</sup>.

Das eben skizzierte Beispiel zeigt, daß Poisson-Modellen bei der Entwicklung formalisierter Theorien der Verkehrsnachfrage eine erhebliche Bedeutung zukommt, die daraus resultiert, daß die Poisson-Verteilung das geeignete Verteilungsmodell für die der Verkehrsnachfrage zugrunde liegenden Aktivitätennachfrage ist. Im übrigen sei noch daran erinnert, daß Anregungen hinsichtlich der Anwendung von Poisson-Modellen in der Verkehrsnachfrageforschung auch aus anderen Zweigen der Verhaltenswissenschaft, insbesondere der Theorie des Konsumentenverhaltens, gewonnen werden können. Ein typisches Beispiel hierfür wäre etwa ein Poisson-Modell für die Kaufhäufigkeit von Konsumartikeln<sup>16)</sup>.

15) Vgl. *Shapiro, S. S., Gross, A. J.*, Statistical Modelling Techniques, New York-Basel 1981.

16) Vgl. *Chatfield, C., Goodhardt, G. J.*, A Consumer Purchasing Model with Erlang Inter-Purchase Times, in: Journal of the American Statistical Association, Band 68, Nr. 344, 1973, S. 828–835.



## Summary

It has long been recognized that the statistical Poisson model is one of the most powerful analytical tools for traffic flow and accident investigations. In studies of passenger and goods transport demand, however, only a few examples can be found, where Poisson models have been applied. The present paper shows that the Poisson distribution is the appropriate model for many transport demand phenomena, especially those related to the aspect of transport demand generation. It is demonstrated that statistical analyses of transport demand data can be made significantly more efficient if the empirical distributions under consideration are approximated by a Poisson model instead of using the normal distribution theory. A variety of actual and potential applications of the Poisson distribution and Poisson process model are discussed.



**ZEITSCHRIFT  
FÜR  
VERKEHRS-  
WISSENSCHAFT**



## INHALT DES HEFTES:

Nachfrageelastizitäten im Güterverkehr — Ergebnisse einer empirischen Untersuchung Von Herbert Baum, Essen	Seite 203
Gestaltung und Kostenbedeutung der Abgabensysteme für Lastkraftfahrzeuge in ausgewählten ECMT-Ländern Von Stefan Rommerskirchen, Basel	Seite 216
Zur Wirkungsbeurteilung im Rettungswesen Von Bernd Pugell, Köln	Seite 237
Buchbesprechungen	Seite 252

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  
Universität Essen-Gesamthochschule  
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften  
Universitätsstraße 12, 4300 Essen 1

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

Einzelheft DM 18,50, Jahresabonnement DM 67,—  
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 Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.*