

**ZEITSCHRIFT  
FÜR  
VERKEHRS-  
WISSENSCHAFT**

**INHALT DES HEFTES:**

- |   |           |
|---|-----------|
| Abgabenbilanzen im internationalen Straßengüterverkehr<br>der E.C.M.T.-Mitgliedsländer<br>Von Dr. Peter Cerwenka, Basel                     | Seite 301 |
| Direkte Nutzenmessung:<br>Ein Ansatz zur Schätzung von Entscheidungsmodellen<br>- Zwei Anwendungen -<br>Von Dr. Kay Axhausen, Oxford        | Seite 323 |
| Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ:<br>Hochrechnung - Gewichtung -<br>Genauigkeitsbeurteilung<br>Von Prof. Dr. Heinz Hautzinger, Heilbronn | Seite 345 |

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  
Verlag - Herstellung - Vertrieb - Anzeigen:  
Verkehrs-Verlag J. Fischer, Paulusstraße 1, 4000 Düsseldorf 1  
Telefon: (02 11) 67 30 56, Telefax: (02 11) 6 80 15 44  
Telex 8 58 633 vvfj  
Einzelheft DM 19,80, Jahresabonnement DM 72,25  
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 Zeitschriftenbänden, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.*



# Abgabenbilanzen im internationalen Straßengüterverkehr der E.C.M.T.-Mitgliedsländer

VON PETER CERWENKA

## 0. Vorbemerkung

Im Jahre 1986 war von der Europäischen Verkehrsministerkonferenz (European Conference of Ministers of Transport, nachfolgend mit „E.C.M.T.“ abgekürzt) eine Technische Gruppe „Liberalisierung/Harmonisierung“ eingerichtet worden, welcher unter anderem die Aufgabe übertragen worden war, Abgabenbilanzen für den internationalen (d. h. grenzüberschreitenden) Straßengüterverkehr zwischen den E.C.M.T.-Mitgliedsländern zu ermitteln. Es war also zu eruieren, welche Abgaben Güterkraftfahrzeuge eines bestimmten Landes bei Befahren eines anderen Landes in diesem anderen Land zu entrichten haben.

Hierzu war eine Fülle von Vorarbeiten erforderlich (unter anderem einige Fragebogenaktionen unter den E.C.M.T.-Mitgliedsländern). Außerdem mußten Zwischenergebnisse laufend erarbeitet und in mehreren Sitzungen bei der E.C.M.T. in Paris präsentiert und dabei von den Ländervertretern der E.C.M.T. geprüft und gegebenenfalls korrigiert werden. Seitens des E.C.M.T.-Sekretariats, Paris, war *Dr. Gerhard Aurbach* mit allen Organisationsaufgaben betraut. Als Präsident der Technischen Gruppe „Liberalisierung/Harmonisierung“ war *Dr.-Ing. Hans-Jürgen Huber* vom deutschen Bundesverkehrsministerium, Bonn, Motor und Moderator dieser herausfordernden, erstmals zu leistenden Arbeit. Die verantwortliche Durchführung innerhalb der mit der inhaltlichen Bearbeitung betrauten PROGNOSE AG lag beim Autor. Die Ergebnisse, die nunmehr vorliegen und am 23./24. Mai 1989 in Edinburgh offiziell von der E.C.M.T. vorgestellt wurden, werden hiermit raschestmöglich dem deutschsprachigen Fachpublikum präsentiert und zur kritischen Diskussion gestellt.

## 1. Einleitung und Zielsetzung

Um im grenzüberschreitenden Straßengüterverkehr der E.C.M.T.-Mitgliedsländer eine empirisch gesicherte Ausgangsposition für die Beurteilung von Varianten einer zukünftigen Marktordnungspolitik zu schaffen, ist es erforderlich, zusätzlich zu den bereits im Rahmen früherer Arbeiten ermittelten Verkehrsleistungsbilanzen im grenzüberschreitenden Straßengüterverkehr dieser Länder<sup>1)</sup> auch eine *Datenbasis für die territorialen Abgaben* aufzubauen. Auf diese Aufgabenstellung bezieht sich die vorliegende Untersuchung.

---

*Anschrift des Verfassers:*

Dr. Peter Cerwenka  
Prognos AG  
Steinengraben 42  
CH-4011 Basel

1) *Cerwenka, P.*, Leistungsbilanzen im internationalen Straßengüterverkehr der E.C.M.T.-Mitgliedsländer 1984. Untersuchung im Auftrage des Bundesministers für Verkehr, Bonn. Basel, 1987.

Zum Zwecke einer korrekten und fairen Argumentation in internationalen Gremien und Organisationen im Hinblick auf die tatsächliche Inanspruchnahme fremder Infrastruktur und ihre Abgeltung durch ausländische Fahrzeuge ist eine klare Beschränkung auf (einigermaßen) leistungsbezogene, nach dem Territorialitätsprinzip erhobene Abgaben (territoriale Abgaben) unbedingt erforderlich. Das heißt, alle Abgaben, die nur im Beheimatungsland durch *Fahrzeughaltung* (also nach dem Nationalitätsprinzip) anfallen (vor allem die Kfz-Steuer), werden *nicht* einbezogen. Hierzu zählen auch Abgaben, die im befahrenen Ausland nur deswegen erhoben werden, weil es kein bilaterales Abkommen zur gegenseitigen Anrechnung der Kfz-Steuer zwischen dem Beheimatungsland und dem befahrenen Land gibt, Abgaben also, die ihrer Charakteristik nach eigentlich ein Äquivalent zu einer nationalen Kfz-Steuer des Beheimatungslandes darstellen. Derartige Kfz-Steuer-ähnliche Abgaben werden ebenfalls nicht betrachtet.<sup>2)</sup>

Der vorliegende Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Auswertung der zu diesem Zwecke durchgeführten Fragebogenaktionen unter den E.C.M.T.-Mitgliedsländern zusammengestellt. Da einige Länder aber keinen ausgefüllten Fragebogen retourniert haben bzw. da einige Antworten offenkundig nicht zutreffen können, mußten hin und wieder nach eigener Erfahrung und eigenem Ermessen gewisse Annahmen getroffen werden (die jeweils auch dokumentiert sind). Dabei galt der Grundsatz, kein Land zu benachteiligen oder zu bevorzugen.

## 2. Definitionen und Abgrenzungen

Nach Sichtung der Vielfalt von Abgaben, die im Zusammenhang mit der Benutzung von Straßen der E.C.M.T.-Mitgliedsländer durch den grenzüberschreitenden Straßengüterverkehr territorial (d. h. im befahrenen Ausland) zu entrichten sind, lassen sich grob zwei Gruppen bilden, nämlich:

- *Semi-territoriale Abgaben*: Das sind Mineralölsteuern, wobei man sich im grenzüberschreitenden Straßengüterverkehr auf die Mineralölsteuer auf Dieselkraftstoff beschränken kann. Als „semi-territorial“ wird diese Abgabe deswegen bezeichnet, weil hier zwar ursprünglich eine direkte territoriale Koppelung von Abgabentrichtung und Infrastrukturbenutzung vorgesehen war, es aber wegen nationaler Kraftstoffpreisunterschiede und wegen der zollfreien Einfuhr von bestimmten Kraftstoffmengen de facto zu einer mehr oder weniger starken Entkoppelung von Abgeltung und Inanspruchnahme gekommen ist. (Am Rande sei angemerkt, daß gerade die Modellierung dieser Entkoppelung und die Ermittlung von deren finanziellen Auswirkungen auf die einzelnen Länder die größten methodischen Schwierigkeiten bereiteten und die Hauptarbeit an der vorliegenden Untersuchung ausmachten.)
- *Voll-territoriale Abgaben*: Diese zerfallen wiederum in zwei Gruppen, nämlich
  - \* in generell staatsterritoriale Abgaben (in A, CH, N, S und YU sowie teilweise auch in D, F, I und SF; siehe Abschnitt 4) und

2) Die Schweizer Schwerverkehrsabgabe zählen wir in ihrer Wirkung für Ausländer nicht zur nationalen Kfz-Steuer. Sie wird hier also einbezogen.

\* in Abgaben bei Benützung bestimmter Routen (Mauten in F, I, GR, E, P, A und YU; siehe Abschnitt 4).

Für diese „voll-territorialen“ Abgaben besteht eine eindeutige Zuordnung zwischen dem Land der Infrastrukturbenutzung und dem Land der Gebührenerichtung.

In dieser Untersuchung werden zuerst die semi-territorialen Abgaben für alle E.C.M.T.-Mitgliedsländer<sup>3)</sup> in einem strategischen Modell behandelt, danach werden die beiden voll-territorialen Abgaben in der bereits bisher gewählten Reihenfolge der Länder ermittelt. Schließlich werden alle drei Abgabengruppen addiert, und zwar sowohl als Absolutwerte in ECU als auch als leistungsspezifische Werte in ECU/1000 tkm. Letztere Dimension ist für einen internationalen Vergleich wesentlich wichtiger als die Absolutwerte, da sie die zentrale Argumentationsbasis bildet.

Die Reihenfolge der betrachteten Länder ist identisch mit der bereits bei der Verkehrsleistungsermittlung gewählten, nämlich:

- ( 1) Bundesrepublik Deutschland (D)
- ( 2) Frankreich (F)
- ( 3) Italien (I)
- ( 4) Niederlande (NL)
- ( 5) Belgisch-Luxemburgische Wirtschaftsunion (BLU)
- ( 6) Vereinigtes Königreich (UK)
- ( 7) Irland (IRL)
- ( 8) Dänemark (DK)
- ( 9) Griechenland (GR)
- (10) Spanien (E)
- (11) Portugal (P)
- (12) Österreich (A)
- (13) Schweiz (CH)
- (14) Norwegen (N)
- (15) Schweden (S)
- (16) Finnland (SF)
- (17) Jugoslawien (YU)

Eine *wesentliche Vereinbarung* ist hier noch festzuhalten: Alle Angaben zum *Mengengerüst* der Verkehrsleistungen beziehen sich auf das Jahr 1984; alle Angaben zum monetären und rechtlichen *Wertgerüst* (z. B. Abgabensätze, Wechselkurse, Kraftstoffpreise) beziehen sich auf die Mitte des Jahres 1986. Diese Diskrepanz ist aufgrund der gewählten Vorgehensweise unter Einbeziehung von drei Befragungsrunden im internationalen Bereich und der aufwendigen Vorarbeiten der Leistungsermittlung unvermeidlich. Das heißt, alle Aussagen beziehen sich auf einen fiktiven Zustand, den man sich so vorstellen kann, als hätten im Jahre 1984 die monetären Werte und abgabenrechtlichen Zustände<sup>4)</sup> der Jahresmitte 1986 gegolten

3) Ohne die Türkei, die mangels jeglicher Datengrundlage schon bei der notwendigen vorangegangenen Verkehrsleistungsermittlung nicht berücksichtigt werden konnte. Belgien und Luxemburg werden wie in der Verkehrsleistungsermittlung als *ein* Land behandelt.

4) So wird etwa für die Schweiz die mit 1985 erstmals voll wirksam gewordene Schwerverkehrsabgabe einbezogen, und Spanien und Portugal werden als EG-Mitgliedsländer betrachtet.

oder als wären 1986 die Straßengüterverkehrsleistungen des Jahres 1984 erbracht worden. De facto bewirkt diese Diskrepanz aber bei der vorliegenden Aufgabenstellung keine nennenswerten Verzerrungen, da festgestellt werden konnte, daß sich (abgesehen von Nuancen) die nationalen *Strukturen* (nicht jedoch die Absolutbeträge) der Straßengüterverkehrsleistungen nicht so rasch ändern.

### 3. Ermittlung von Bilanzen der Einnahmen aus semi-territorialen Abgaben (Mineralölsteuer auf Dieselkraftstoff)

Grundlage zur Ermittlung dieser Einnahmenbilanzen sind die *Verkehrsleistungsbilanzen*, die bereits vorgelegt wurden.<sup>5)</sup> Da seit deren Erstellung (Juli 1987) bis August 1988 noch einige neue Informationen zur Distanzmatrix verfügbar wurden, die kleine Korrekturen erforderten, wurden diese Leistungsbilanzen noch einmal (nach der von Finnland beantragten Revision vom 4. Dezember 1987) neu berechnet. Sie sind nachfolgend in Tabelle 1 wiedergegeben.<sup>6)</sup> Tabelle 1 ist wie folgt zu interpretieren: Das Ordnungskriterium der Zeilen ist das Land, in dem ein Güterkraftfahrzeug zugelassen ist („REG.CTRY“ = registration country), während das Ordnungskriterium der Spalten das befahrene Land („TRANSPORT COUNTRY“) ist. So bedeutet zum Beispiel die Zahl 2473 in der dritten Zeile der ersten Spalte, daß im Jahre 1984 auf dem Territorium der Bundesrepublik Deutschland 2473 Mio Tonnenkilometer mit italienischen Güterkraftfahrzeugen erbracht wurden. Umgekehrt bedeutet die Zahl 2665 in der ersten Zeile der dritten Spalte, daß 1984 auf italienischem Territorium 2665 Mio Tonnenkilometer mit bundesdeutschen Güterkraftfahrzeugen erbracht wurden.

Bei der Zurechnung einer Ladung zur Beheimatung des zugehörigen Fahrzeuges gilt folgende Regelung: Bei unterschiedlichem Nationalitätenkennzeichen von Zugfahrzeug und Anhänger ist das Kennzeichen des Zugfahrzeuges maßgebend. Gelangen Anhänger oder Sattelanhänger ohne Zugfahrzeug mittels Fähre grenzüberschreitend in einen Hafen, so muß die Ladung der Nationalität des Anhängers bzw. Sattelanhängers zugeordnet werden, da in der Regel nicht bekannt ist, welche Nationalität das danach angekoppelte Zugfahrzeug für den Weitertransport hat.<sup>7)</sup>

An *weiteren Angaben* zur Ermittlung der Einnahmen aus Mineralölsteuer sind erforderlich:

- (a) Menge des zollfrei einführbaren Dieselkraftstoffes („Freimenge“) [l]
- (b) Netto-Dieselmotorkraftstoffpreis [ECU/l]
- (c) Mineralölsteuerbetrag für Dieselkraftstoff [ECU/l]
- (d) Durchschnittlicher spezifischer Dieselmotorkraftstoffverbrauch [l/100 FZkm]
- (e) Durchschnittliche entfernungsgewichtete Beladung [tkm/FZkm]

5) Cerwenka, a.a.O.

6) Die Methodik der Verkehrsleistungsbilanzermittlung ist dargelegt in: Cerwenka, P., Greuter, B.: Internationale Straßengüterverkehrsleistungsbilanzen, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 57. Jg. (1986), Nr. 1, S. 39–56.

7) Die spezielle Regelung für unbegleitete Anhänger, die nach langwierigen Recherchen aufgrund von Einwendungen des finnischen Delegierten eruiert werden konnte, gilt nicht nur für finnische Transporte, sondern generell.

Tabelle 1: International Road Transport Volume Balances 1984 (Mio tkm)  
(Exchange and Third Country Traffic)

REG. CTRY	T R A N S P O R T C O U N T R Y																	SUM
	D	F	I	NL	BLU	UK	IRL	DK	GR	E	P	A	CH	N	S	SF	YU	
D	10614	5119	2665	1402	1325	188	2	418	33	472	15	1133	183	38	388	18	287	24300
F	1276	10417	2782	822	899	715	1	44	34	558	62	35	146	0	66	5	130	17392
I	2473	3801	8716	115	239	436	3	17	192	308	15	863	417	0	25	7	716	18342
NL	6690	2086	983	5764	2254	564	4	293	9	119	7	244	59	38	492	35	127	19768
BLU	2435	4668	682	745	3219	108	2	23	2	195	11	87	27	0	3	2	28	12231
UK	305	1039	425	142	192	1636	10	6	8	61	1	29	15	0	9	0	31	3906
IRL	20	87	22	12	8	343	75	0	0	6	0	1	0	0	0	0	1	575
DK	2495	266	829	144	47	225	2	1229	13	29	1	78	13	144	1320	70	51	6356
GR	492	31	115	25	18	10	0	2	573	1	0	278	1	0	1	0	1192	2738
E	187	2508	194	51	81	165	2	12	1	1861	30	5	15	1	24	1	7	5145
P	32	366	50	3	7	13	0	1	0	411	145	2	2	0	2	0	0	1033
A	4007	116	1826	64	100	59	1	24	48	2	0	1950	129	3	41	13	535	8917
CH	954	1079	542	14	47	46	0	24	2	64	4	111	654	5	42	2	54	3648
N	301	43	29	22	5	2	0	143	1	10	0	9	2	435	560	20	4	1589
S	503	66	56	27	8	6	0	283	0	14	2	12	4	396	1534	198	1	3111
SF	223	24	34	10	4	3	0	103	1	8	0	10	2	69	580	621	6	1698
YU	265	22	311	14	15	6	0	0	37	0	0	217	2	0	0	0	1168	2058
SUM	33272	31738	19661	8776	8467	4526	102	2621	955	4120	294	5064	1669	1129	5085	991	4340	132811
ALIEN	22658	21321	10945	3013	5248	2890	27	1392	382	2259	149	3114	1016	694	3551	370	3172	82201
OWN																		
PARTX	31.9	32.8	44.3	65.7	38.0	36.1	73.8	46.9	60.0	45.2	49.4	38.5	39.2	38.5	30.2	62.6	26.9	38.1

Die Angaben zu (a) bis (c) wurden im wesentlichen dem E.C.M.T.-Papier CM(87)12 vom 12. Mai 1987 mit Anhang vom 23. April 1987<sup>8)</sup> entnommen, mußten jedoch zum Teil modifiziert und ergänzt werden.<sup>9)</sup> (Alle Wertangaben beziehen sich - wie bereits erwähnt - auf die Mitte des Jahres 1986.)

Die Angaben zu (d) und (e) wurden der zu diesem Zwecke gesondert durchgeführten E.C.M.T.-Fragebogenaktion entnommen (versandt am 27.1.1988). Von L, DK, A und YU lagen bis Redaktionsschluß (7.11.1988) überhaupt keine Angaben vor; von anderen Ländern fehlten einzelne Angaben, einige waren offenkundig falsch. Das ganze Erhebungsmaterial mußte kritisch geprüft, ergänzt und korrigiert werden. Außerdem mußte bei den Angaben zu (d) und (e) zunächst entschieden werden, ob sie als territoriale oder nationale Angaben interpretiert werden sollen, das heißt, ob das berichterstattende Land für sein *Territorium* oder für seine *Fahrzeugflotte* Aussagen trifft. Wir haben uns für die territoriale Interpretation entschieden, und zwar aus folgenden Gründen:

- Es wird davon ausgegangen, daß ein berichterstattendes Land eher Angaben darüber liefern kann, was auf seinem Territorium passiert, als darüber, wie seine Fahrzeuge im Ausland beladen sind oder wieviel Kraftstoff sie im Ausland brauchen.
- Gesetzliche Bestimmungen (etwa über zulässige Gesamtgewichte) wirken unabhängig von der Beheimatung der Fahrzeuge immer territorial und beeinflussen damit die durchschnittliche territoriale Beladung.
- Der durchschnittliche spezifische Kraftstoffverbrauch ist stark von Topografie, Straßennetz und Klima abhängig, und diese Einflüsse sind eindeutig territorialitätsgebunden.

In Tabelle 2 sind die Angaben zu (a) bis (e) für alle 17 Länder zusammengestellt.

Für Jugoslawien mußten dabei sämtliche Angaben rekonstruiert werden, und zwar wie folgt: Die Angabe über die „Freimenge“ stammt vom Bundesverband des Deutschen Güterfernverkehrs (BDF), Frankfurt.<sup>10)</sup> Der Dieselpreis in Dinar für Mitte 1986 wurde der Deutschen Verkehrs-Zeitung (DVZ) vom 23.9.1986, S. 10, entnommen und mit dem damaligen Wechselkurs in ECU<sup>11)</sup> umgerechnet. Da es in Jugoslawien keine Mehrwertsteuer gibt, ist der Nettopreis identisch mit dem Tankstellenabgabepreis. Auch Mineralölsteuer gibt es in Jugoslawien nicht. Um für YU eine äquivalente infrastrukturbezogene Staatseinnahme ermitteln zu können, wurde daher ein fiktiver Mineralölsteuerbetrag ermittelt, indem aus den Differenzen von Nettopreis und Mineralölsteuerbetrag der übrigen 16 Länder ein Mittelwert gebildet wurde, der die Herstellungskosten (inklusive Gewinn) widerspiegeln möge. Diese „Durchschnittskosten“ wurden vom jugoslawischen Tankstellenabgabepreis abgezogen, und diese Differenz wurde als Mineralölsteuerbetrag interpretiert. Der durchschnittliche spezifische Kraftstoffverbrauch wurde zwischen jenem von Öster-

8) E.C.M.T., Council of Ministers: Report on fiscal charges on transports of goods by road. Paris, 1987.

9) Vor allem mit Hilfe der Zusammenstellung von Tankstellenabgabepreisen für Juli 1986 in der Deutschen Verkehrs-Zeitung (DVZ) vom 23.9.1986, S. 10, nach Angaben der International Road Transport Union (IRU), Genf.

10) Danach ist in YU (so wie in I, NL, BLU, UK, DK, E und SF) eine volle Tankfüllung zollfrei einführbar. Rückfragen haben ergeben, daß die im internationalen Verkehr eingesetzten Güterkraftfahrzeuge ein durchschnittliches Tank-Fassungsvermögen von etwa 600 l haben.

11) Siehe E.C.M.T., a.a.O., Annex 2.



Tabelle 2: Angaben zur Ermittlung der Mineralölsteuer-Abgabenbilanzen

Land	„Freimenge“ (l Dieselöl)	Netto- Dieselkraft- stoffpreis 1986 (ECU/l)	Mineralöl- steuerbetrag 1986 (ECU/l)	Durchschnittl. spezifischer Verbrauch (auf l gerundet) (l/100 FZkm)	Durchschnittl. entfernungs- gewichtete Beladung (tkm/FZkm)
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
D	200	0,40	0,207	37	13,5 <sup>1)</sup>
F	300	0,46	0,234	39	13,0
I	600	0,37	0,144 <sup>2)</sup>	46	16,3
NL	600	0,27	0,089	36	11,3
BLU	600	0,36 <sup>3)</sup>	0,118 <sup>3)</sup>	37 <sup>4)</sup>	10,8 <sup>4)</sup>
UK	600	0,47	0,250	51	11,5 <sup>5)</sup>
IRL	200	0,59	0,296	45	11,5
DK	600	0,26 <sup>6)</sup>	— <sup>6)</sup>	37 <sup>7)</sup>	14,5 <sup>8)</sup>
GR	200	0,23	0,118	46 <sup>9)</sup>	16,0
E	600	0,39	0,191	40	16,6
P	200	0,39	0,206	40 <sup>10)</sup>	16,0 <sup>11)</sup>
A	200	0,47	0,233	40 <sup>12)</sup>	15,0 <sup>13)</sup>
CH	400	0,57	0,366	32	8,0
N	200	0,26	0,011	48	15,0
S	400	0,28	0,075	40	15,0 <sup>14)</sup>
SF	600	0,28 <sup>15)</sup>	0,093 <sup>16)</sup>	38	14,3
YU <sup>17)</sup>	600	0,32	0,103	42	15,0

## Quellen:

- 1) 12,24 t/FZ zuzüglich einer 10%igen Entfernungsgewichtung.
- 2) Abweichend gegenüber E.C.M.T., a.a.O., S. 43 (dort: 0,181 ECU/l), da sich mit E.C.M.T., a.a.O., S. 46 (dort: 0,307 DM/l) und dem Umrechnungskurs (E.C.M.T., a.a.O., Annex 2: 1 DM = 0,4690 ECU) der oben genannte Wert ergibt und dieser Wert auch anderweitig kursiert.
- 3) Mittelwerte aus B (90%) und L (10%).
- 4) Wert von B aus Fragebogenaktion.

- 5) Wert aus Fragebogenaktion (14 tkm/FZkm) reduziert, da er nicht die Leerfahrzeuge enthielt.
- 6) Mineralölsteuer wird vollständig rückerstattet.
- 7) Keine Angabe vorhanden, daher Wert von D genommen.
- 8) Keine Angabe vorhanden, daher Mittelwert zwischen D und N genommen.
- 9) Wert aus Fragebogenaktion unbrauchbar (4,4 bis 6,4 l/100 FZkm), daher Wert von I genommen.
- 10) Keine Angabe vorhanden, daher Wert von E genommen.
- 11) Für 1985 sind im portugiesischen Fragebogen 15,96 tkm/FZkm angegeben, für 1986 23,09 tkm/FZkm. Letzterer Wert erscheint unplausibel hoch, so daß der Wert von 1985 gewählt wurde.
- 12) Keine Angabe vorhanden, daher gegenüber D etwas höherer Wert genommen (mehr Berge); der aus topografischen Gründen geeigneter erscheinende Wert von CH wegen Gewichtslimits in CH (28 t) nicht übernehmbar.
- 13) Keine Angabe vorhanden, daher Wert aus dem Verkehr zwischen D und I rekonstruiert aus den Statistischen Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes und der Bundesanstalt für den Güterfernverkehr, 33 (1987), Nr. 5, Tabelle Gj 9A mit 14,75 t/FZ zuzüglich eines kleinen Zuschlages für Entfernungsgewichtung.
- 14) Keine Angabe vorhanden, daher Wert von N übernommen.
- 15) Ausländer dürfen in SF neben dem Dieselmotorkraftstoff (0,38 ECU/l) auch das billigere Heizöl (0,17 ECU/l) tanken. Es wird angenommen, daß 50 % der Verkehrsleistung der Ausländer davon betroffen sind.
- 16) Nach Auskunft der National Oil Company, Helsinki, vom 17. 11. 1988 betrug der Mineralölsteuerbetrag im Juli 1986 92,87 mKF je 100l Dieselmotorkraftstoff, was 0,185 ECU/l entspricht. Davon werden 50 % in Ansatz gebracht, da für den Rest ein Tanken von Heizöl unterstellt wird (siehe oben).
- 17) Alle Angaben rekonstruiert (siehe Text).

reich und jenem von Italien angenommen. Als durchschnittliche Beladung wurde der Schätzwert für Österreich in Rechnung gestellt.

Zur Ermittlung einer „Betankungsmatrix“<sup>12)</sup>, d. h. der Dieselmotorkraftstoffmengen, die für jede Quelland-Zielland-Relation unter Einhaltung der gesetzlichen „Freimengen“ je dabei befahrenem Land getankt werden, wurde das Ziel möglichst geringer Kraftstoffkosten postuliert. Dabei ist zunächst noch eine Vereinbarung zu den über das Untersuchungsgebiet hinausgehenden Fahrten in den Ostblock zu treffen: Für diese Fahrten wird unterstellt, daß bei Ausfahrt/Einfahrt nach/von dem Ostblock die Fahrzeuge „streng territorial“ tanken, also jene Mengen, die sie auch auf dem Territorium verbrauchen, auf dem sie fahren. (Für diese Fahrten wird also die Koppelung zwischen Infrastrukturbenutzung und ihrer Abgeltung als vollständig unterstellt, da jegliche Informationen darüber fehlen.) Dieselbe Vereinbarung gilt auch für den Fall, daß in benachbarten Ländern der Nettodieselmotorkraftstoffpreis gleich hoch ist: Auch in diesem Fall wird „streng territoriale“ Betankung unterstellt.

Wegen fehlender relationspezifischer Fahrtweitenverteilungen mußte für jede Quelland-Zielland-Relation eine feste Fahrtweite mit routenweise konstanten Länderanteilen unterstellt werden, wie sie bei der Ermittlung der Verkehrsleistungsbilanzen verwendet worden. Das Ziel möglichst geringer Kraftstoffkosten unter Einhaltung der Freimengenregelung wird in folgender Strategie konkretisiert:

- (a) Für Fahrten zwischen nicht benachbarten Ländern wird auf jeden Fall beim Start im Quellland getankt. Ist der Kraftstoff im benachbarten Transitland billiger, dann wird im Quellland nur so viel Kraftstoff getankt, als bis zur Grenze benötigt wird. Dabei werden grundsätzlich Hin- und Rückfahrt getrennt betrachtet. Anschließend wird aus Hin- und Rückfahrt das arithmetische Mittel gebildet.

12) Vgl. hierzu: Rommerskirchen, S. et al.: Ursachen, Ausmaß und Auswirkungen unterschiedlicher Wettbewerbsbedingungen im europäischen Binnengüterverkehr. Untersuchung der PROGNOSE AG im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bonn, Basel, 1987, S. 21–35.

(b) Für Fahrten zwischen benachbarten Ländern wird vereinbart, daß sowohl bei Hin- als auch bei Rückfahrt (allerdings wieder unter Einhaltung der Freimengenregelung) im Land mit dem billigeren Kraftstoff getankt wird. Hier wird also eine längerfristige Planung der Betankung unter vorausschauender Einbeziehung von Hin- und Rückfahrt angenommen, und es wird dabei unterstellt, daß Grenzübertritte zwischen Nachbarländern so häufig stattfinden, daß immer noch genug Kraftstoff für den Start im (teureren) Quellland von der letzten Rückfahrt aus dem (billigeren) Zielland im Tank ist.

Die quantitativen Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt. Sie sind wie folgt zu interpretieren (gezeigt am Beispiel CH - D): Der Wert in Spalte 1 (D) und Zeile 13 (CH) von 5390 bedeutet, daß Schweizer Güterkraftfahrzeuge auf bundesdeutschem Territorium 1986 (mit Verkehrsleistungen des Jahres 1984) 5,390 Mio ECU an Mineralölsteuer entrichtet haben. Der Wert in Spalte 13 (CH) und Zeile 1 (D) von 62 bedeutet, daß bundesdeutsche Güterkraftfahrzeuge auf Schweizer Territorium analog 0,062 Mio ECU an Mineralölsteuer entrichtet haben. Der Wert in der Hauptdiagonale (z. B. bei D: 62181) bedeutet, daß bundesdeutsche Güterkraftfahrzeuge auf heimischem Territorium bei Durchführung grenzüberschreitender Transporte (also ohne Binnenverkehr) 62,181 Mio ECU an Mineralölsteuer gezahlt haben. Die Summe in der Randspalte (z. B. für D: 108180) bedeutet, daß bundesdeutsche Güterkraftfahrzeuge bei Durchführung grenzüberschreitender Transporte im gesamten Untersuchungsgebiet 108,180 Mio ECU ausgegeben haben. Die Summe in der Randzeile (z. B. für D: 154213) bedeutet, daß die Bundesrepublik Deutschland infolge grenzüberschreitender Transporte der im Untersuchungsgebiet zugelassenen Güterkraftfahrzeuge auf ihrem Territorium 154,213 Mio ECU eingenommen hat. Will man nur die Einnahmen aus fremden Fahrzeugen einbeziehen, so ist jeweils das Hauptdiagonalelement noch von der Summenzeile abzuziehen; dieser Wert ist unterhalb der Summenzeile unter „ALIEN“ ausgewiesen (bei D: 92,032 Mio ECU).

Die eigentlich interessante Ergebnisgröße ist jedoch der auf die zugehörige Fremdleistung bezogene spezifische Wert mit der Dimension [ECU/1000 tkm]. Diese Werte sind als letzte Zeile in Tabelle 3 wiedergegeben.

Eine Interpretation der Ergebnisse soll sich hier sinnvollerweise nur auf die leistungsspezifischen Werte der Schlußzeile beziehen (wobei natürlich jeder Benutzer der Tabelle je nach Aufgabenstellung auch andere Interpretationen durchführen kann):

- Der über das gesamte Untersuchungsgebiet gemittelte Durchschnittswert von 3,69 ECU/1000 tkm wird nur von UK, IRL und D gut erreicht. Alle anderen Länder zeigen mehr oder weniger starke Abweichungen.
- Ganz offenkundig stark benachteiligt sind (in der Reihenfolge der Benachteiligung) DK, S, A, N, CH, SF und F (wobei DK allerdings infolge der Rückerstattung der Mineralölsteuer diese eigene Benachteiligung selbst verursacht). Auch YU kann zu den Benachteiligten gezählt werden, wenngleich hier natürlich die behelfsmäßige Rekonstruktion des Mineralölsteuersatzes (siehe Tabelle 4) zu beachten ist.
- Ganz offenkundig stark begünstigt sind (in der Reihenfolge der Begünstigung) GR, BLU, E, NL, I und P.

Es dürfte kein Zufall sein, daß gerade stark benachteiligte Länder wie A, N, CH, SF und F (und auch YU) auf diese Benachteiligung mit der Einführung von zusätzlichen, voll-

Tabelle 3:  
 International Road Transport Mineral-Oil-Tax Revenue Balances 1984 (1000 ECU)  
 Monetary Values 1986 (Exchange and Third Country Traffic)

REC. CTRY	I	T	R	A	N	S	P	O	R	T	C	O	U	N	T	R	Y	I	SUM
	D	F	I	NL	BLU	UK	IRL	DK	GR	E	P	A	CH	N	S	SF	YU	I	
D	62181	1520	15684	9389	12695	938	13	0	279	3657	75	350	62	20	343	22	950	I	108180
F	28098	20750	18716	2125	11573	68	3	0	303	4443	317	55	0	0	66	6	360	I	86885
I	7775	6290	49262	1344	2508	2424	14	0	1313	1678	77	50	0	0	24	8	3238	I	76006
NL	5855	5808	5650	39189	5075	1687	20	0	79	924	37	139	183	20	381	43	451	I	65542
BLU	2636	773	3860	3970	36372	415	12	0	21	1507	57	120	110	0	2	2	99	I	49957
UK	1114	10750	2812	1703	2834	4323	6	0	71	468	5	25	107	0	8	0	81	I	24309
IRL	64	952	166	133	109	3473	134	0	4	47	0	0	0	0	0	0	2	I	5084
DK	5564	803	1296	926	320	503	12	0	118	226	7	53	71	64	273	97	119	I	10451
GR	2642	107	95	197	191	57	0	0	4575	6	0	33	7	0	0	0	1962	I	9873
E	2745	4417	1204	543	767	923	13	0	7	14547	157	17	109	0	23	1	36	I	25509
P	499	795	318	37	86	70	0	0	0	2525	800	6	12	0	2	0	0	I	5151
A	25041	431	10321	525	1162	327	4	0	407	12	0	3095	33	1	54	16	1681	I	43111
CH	5390	8296	2818	156	498	259	2	0	21	430	55	1036	597	3	36	3	198	I	19799
N	901	112	166	111	37	7	0	0	7	81	2	4	15	283	27	20	12	I	1784
S	1569	177	316	208	51	31	2	0	4	88	35	2	23	314	830	486	2	I	4136
SF	674	53	191	55	27	11	1	0	11	64	2	4	7	54	789	1200	18	I	3163
YU	1465	78	23	116	168	35	0	0	308	0	0	25	13	0	0	0	4676	I	6908
SUM	1154213	621111	112900	60730	74473	15552	237	0	7529	30704	1626	5014	1348	760	2861	1905	13886	I	545848
ALIEN	92032	41361	63637	21541	38101	11228	103	0	2953	16157	827	1919	750	477	2031	705	9210	I	303033
ECU/TTKM	4.06	1.94	5.81	7.15	7.26	3.89	3.85	.00	7.73	7.15	5.55	.62	.74	.69	.57	1.90	2.90	I	3.69

Tabelle 4: Zusammenstellung der territorialen Abgaben des ausländischen Straßengüterverkehrs auf dem Territorium von 17 E.C.M.T.-Mitgliedsländern für 1986 (mit den Verkehrsleistungen von 1984)

Befahrenes Land	Territoriale Fremdverkehrsleistung 1984  (Mio tkm)	Einnahmen aus Mineralölsteuern		Einnahmen aus staatsterritorialen Sonderabgaben (1984/1986)		Mauten		Summe aller territorialen Einnahmen	
		(1984/1986)		(1984/1986)		(1984/1986)		(1984/1986)	
		absolut (Mio ECU)	spezifisch (ECU/1000tkm)	absolut (Mio ECU)	spezifisch (ECU/1000tkm)	absolut (Mio ECU)	spezifisch (ECU/1000tkm)	absolut (Mio ECU)	spezifisch (ECU/1000tkm)
D	22 658	92,032	4,06	2,345	0,10	—	—	94,377	4,16
F	21 321	41,361	1,94	1,195	0,06	90,259	4,23	132,815	6,23
I	10 945	63,637	5,81	3,576	0,33	40,370	3,69	107,583	9,83
NL	3 013	21,541	7,15	—	—	—	—	21,541	7,15
BLU	5 248	38,101	7,26	—	—	—	—	38,101	7,26
UK	2 890	11,228	3,89	—	—	—	—	11,228	3,89
IRL	27	0,103	3,85	—	—	—	—	0,103	3,85
DK	1 392	—	—	—	—	—	—	—	—
GR	382	2,953	7,73	—	—	0,915	2,40	3,868	10,13
E	2 259	16,157	7,15	—	—	4,990	2,21	21,147	9,36
P	149	0,827	5,55	—	—	0,170	1,14	0,997	6,69
A	3 114	1,919	0,62	70,626	22,68	16,494	5,30	89,039	28,59
CH	1 016	0,750	0,74	8,242	8,11	—	—	8,992	8,85
N	694	0,477	0,69	11,419	16,45	—	—	11,896	17,14
S	3 551	2,031	0,57	16,856	4,75	—	—	18,887	5,32
SF	370	0,705	1,90	1,753	4,74	—	—	2,458	6,64
YU	3 172	9,210	2,90	25,408	8,01	3,933	1,24	38,551	12,15
Σ	82 201	303,033	3,69	141,420	1,72	157,131	1,91	601,584	7,32

territorialen Abgaben reagiert haben (siehe Abschnitt 4). Schweden (das auch zu den benachteiligten Ländern zählt) hat allerdings in voller Absicht eine vormals gültige Mineralölsteuer (die wesentlich höher war als 1986) im Jahre 1974 in eine einnahmenneutrale Kilometersteuer umgewandelt (siehe Abschnitt 4, Absatz (15)).

#### 4. Ermittlung der Einnahmen aus voll-territorialen Abgaben (generell staatsterritoriale Abgaben und Mauten)

Nachfolgend werden alle Länder in der bisherigen Reihenfolge behandelt, wobei für jedes Land die beiden Komponenten

- generell staatsterritoriale Abgaben und
- Mauten

abgehandelt werden. Grundlagen hierfür sind das bereits erwähnte E.C.M.T.-Papier sowie die erwähnte E.C.M.T.-Fragebogenaktion, sofern nicht andere Quellen angegeben werden. Ferner wurden alle Hinweise verwertet, welche die anwesenden Ländervertreter der Technischen Gruppe „Liberalisierung/Harmonisierung“ der E.C.M.T.-Mitgliedsstaaten anlässlich deren Sitzung am 29. 9. 1988 in Paris vorgetragen haben. Die Analyse für Jugoslawien mußte behelfsweise aus anderen Quellen erfolgen, da hierfür keinerlei Informationen vorlagen. Bei den Mauten in Österreich und Spanien wird davon ausgegangen, daß die Mehrwertsteuer rückerstattet wird. In Jugoslawien ist dies definitiv nicht der Fall, weil es keine Mehrwertsteuer gibt. In den anderen Ländern mit Maut (F, I, GR, P) wird hier davon ausgegangen, daß die Maut entweder nicht mit Mehrwertsteuer belastet ist oder daß diese nicht rückerstattet wird, d. h., die angegebenen Mautsätze werden dort voll in Rechnung gestellt.

Maßgebend sind hier – falls Unterschiede in der Behandlung in- und ausländischer Güterkraftfahrzeuge bestehen – die für Ausländer gültigen Regelungen. Der die Inländer betreffende Leistungsanteil wird hier (ebenso wie bei den Mineralölsteuerbilanzen) nicht behandelt, weil er für international vergleichende Argumente irrelevant ist. In allen Fällen werden für 1986 (mit den Verkehrsleistungen von 1984) die Absolutbeträge in ECU *und* die (viel wichtigeren) leistungsspezifischen Bezugsgrößen in ECU/1000 tkm ausgewiesen.

##### (1) Bundesrepublik Deutschland (D)

###### (a) Staatsterritoriale Abgaben

Zwar gibt D an, keinerlei staatsterritoriale Abgaben zu erheben, doch muß die für Schweizer Fahrzeuge geltende Sonderabgabe als Retorsion für deren Schwerverkehrsabgabe in Rechnung gestellt werden. Diese wird völlig spiegelbildlich wie in der Schweiz erhoben. Laut Auskunft des Bundesministers für Verkehr, Bonn, betragen diese Einnahmen in D für 1986 etwa 5 Mio DM.<sup>13)</sup> Mit dem Umrechnungskurs zum ECU (1 DM = 0,4690 ECU)<sup>14)</sup> ergibt sich ein Betrag von 2,345 Mio ECU. Als über alle fremden Verkehrsleistungen gemittelten spezifischen Wert erhält man somit 0,10 ECU/1000 tkm.

###### (b) Mauten

Keine Mauten.

13) Telefonische Auskunft vom 24. 8. 1988.

14) E.C.M.T., a.a.O., Annex 2.

## (2) Frankreich (F)

## (a) Staatsterritoriale Abgaben

Frankreich erhebt von österreichischen und Schweizer Güterkraftfahrzeugen nach dem Gegenseitigkeitsprinzip eine sogenannte Achslaststeuer (taxe à l'essieu), nachdem diese beiden Länder ihrerseits von französischen Güterkraftfahrzeugen spezielle staatsterritoriale Abgaben erheben. Es ist wegen der komplizierten Staffelung dieser Abgabe in Abhängigkeit von Achsenanzahl und zulässigem Gesamtgewicht und wegen einiger Rabattierungen (Nahverkehr im französischen Grenzbereich, Werkverkehr, Vielfahrer-Mengenrabatt) außerordentlich schwierig, hierfür einen verkehrsleistungsspezifischen Wert zu ermitteln, da die Abgabe pro Tag oder Vierteljahr zu entrichten ist. Da aber die Gesamteinnahmen 1986 von F aus der Achslaststeuer auf österreichische und Schweizer Güterkraftfahrzeuge nicht eruierbar sind, muß dennoch eine „mikroskopische“ Schätzung versucht werden:

Geht man von einer durchschnittlichen Tagesgebühr von 70 FF (sie betrug 1986 je nach Achslast und -konstellation zwischen 4 und 144 FF)<sup>15)</sup> und von einer durchschnittlichen täglichen Fahrtstrecke in Frankreich von 500 km aus, so ergibt sich mit dem Umrechnungskurs zum ECU (1 FF = 0,1457 ECU)<sup>16)</sup> und einer durchschnittlichen Beladung von 13 tkm/FZkm (siehe Tabelle 2) ein verkehrsleistungsspezifischer Wert von  $70 \times 0,1457 / (13 \times 500) = 1,57 \text{ ECU}/1000 \text{ tkm}$ . Berücksichtigt man jedoch die genannten Rabattierungen, so dürfte ein Wert von 1 ECU/1000 tkm eine einigermaßen realistische Schätzung darstellen. Multipliziert man diesen Wert mit der Verkehrsleistung österreichischer und Schweizer Güterkraftfahrzeuge auf französischem Territorium in Höhe von 1,195 Mrd. tkm (siehe Tabelle 1), so ergeben sich ein Gesamtbetrag von 1,195 Mio ECU und ein über alle fremden Verkehrsleistungen gemittelter spezifischer Wert von 0,06 ECU/1000 tkm.

## (b) Mauten

Laut Angabe aus dem französischen Fragebogen ist bei Benützung der mautpflichtigen Autobahnen (Gesamtlänge: 4702 km) im Mittel eine Maut von 0,63 FF/FZkm zu entrichten, was unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Beladung von 13 tkm/FZkm (siehe Tabelle 2), des Umrechnungskurses zum ECU und einer durchschnittlichen Mengenrabattierung von 10 % zu einem verkehrsleistungsspezifischen Wert von 6,35 ECU/1000 tkm führt. Es gibt keinerlei gesicherte Anhaltspunkte darüber, welcher Leistungsanteil des internationalen Straßengüterverkehrs mautpflichtige Autobahnen benutzt. In Übereinstimmung mit *Rommerskirchen et al.*<sup>17)</sup> wird von einem Leistungsanteil von zwei Dritteln ausgegangen, so daß sich mit einer Verkehrsleistung fremder Güterkraftfahrzeuge in F in Höhe von 21,321 Mrd. tkm (siehe Tabelle 1) ein Betrag von 90,259 Mio ECU und ein spezifischer Gesamtdurchschnittswert von 4,23 ECU/1000 tkm ergeben.

## (3) Italien (I)

## (a) Staatsterritoriale Abgaben

In Italien existiert die „Diritto fisso“, eine Beförderungssteuer, die neben der Kraftfahrzeugsteuer erhoben wird. Jedoch sind sämtliche EG-Mitgliedsländer und die Schweiz von ihr

15) International Road Transport Union: Handbook of International Road Transport 1985/86. Genf, o.J., S. 155.

16) E.C.M.T., a.a.O., Annex 2.

17) *Rommerskirchen et al.*, a.a.O., S. 40.

befreit. Die übrigen Länder haben für jede Fahrt bei einer Fahrtlänge bis zu 100 km 1500 Lire pro Tonne der beförderten Güter zu entrichten, bei einer Fahrtlänge von über 100 km 1000 Lire pro Tonne der beförderten Güter. Wenn man der Einfachheit halber nur Fahrten von über 100 km in Betracht zieht (die durchschnittliche Transportweite beträgt in I im grenzüberschreitenden Verkehr mit nicht in der EG und der Schweiz zugelassenen Güterkraftfahrzeugen der E.C.M.T.-Mitgliedsländer ca. 431 km), so ergibt sich bei einer Verkehrsleistung der in den betroffenen Ländern<sup>18)</sup> zugelassenen Güterkraftfahrzeuge in I in Höhe von 2,256 Mrd. tkm (siehe Tabelle 1) und unter Berücksichtigung der Umrechnung zum ECU (1000 Lire = 0,6832 ECU)<sup>19)</sup> ein Gesamtbetrag von  $2256 \times 0,6832 / 431 = 3,576$  Mio ECU. Bezogen auf die gesamte Verkehrsleistung ausländischer Güterkraftfahrzeuge in I (10945 Mio tkm, siehe Tabelle 1) ergibt dies 0,33 ECU/1000 tkm.

(b) Mauten

*Rommerskirchen et al.*<sup>20)</sup> rechnen mit einem Durchschnittssatz von 132 Lire/FZkm für 1986 auf italienischen Autobahnen. Unter Berücksichtigung des oben genannten Umrechnungskurses und einer durchschnittlichen Beladung von 16,3 tkm/FZkm (siehe Tabelle 2) ergibt sich ein verkehrsleistungsspezifischer Wert von  $132 \times 0,6832 / 16,3 = 5,53$  ECU/1000 tkm. Nimmt man auch hier wie bei F wieder mit *Rommerskirchen et al.*<sup>21)</sup> an, daß von der Verkehrsleistung fremder Güterkraftfahrzeuge in I (10945 Mio tkm, siehe Tabelle 1) zwei Drittel auf Autobahnen erbracht werden, so ergibt sich damit eine Gesamteinnahme von 40,370 Mio ECU bzw. ein über die Gesamtverkehrsleistung ausländischer Fahrzeuge gemittelter spezifischer Wert von 3,69 ECU/1000 tkm.

(4) Niederlande (NL)

(a) Staatsterritoriale Abgaben

Keine staatsterritorialen Abgaben.

(b) Mauten

In den Niederlanden werden keine für den internationalen Straßengüterverkehr relevanten Mauten erhoben.

(5) Belgisch-Luxemburgische Wirtschaftsunion (BLU)

(a) Staatsterritoriale Abgaben

Keine staatsterritorialen Abgaben.

(b) Mauten

Keine Mauten.

(6) Vereinigtes Königreich (UK)

(a) Staatsterritoriale Abgaben

Keine staatsterritorialen Abgaben.

18) Innerhalb des Untersuchungsgebietes, also A, N, S, SF und YU. (E und P werden bereits zur EG gerechnet).

19) E.C.M.T., a.a.O., Annex 2.

20) *Rommerskirchen et al.*, a.a.O., S. 41.

21) Ebenda.



*(b) Mauten*

Mauten werden nur punktuell an einigen für den internationalen Straßengüterverkehr kaum relevanten Stellen erhoben. Sie werden daher nicht in Rechnung gestellt.

*(7) Irland (IRL)**(a) Staatsterritoriale Abgaben*

Keine staatsterritorialen Abgaben.

*(b) Mauten*

In Irland werden keine für den internationalen Straßengüterverkehr relevanten Mauten erhoben.

*(8) Dänemark (DK)**(a) Staatsterritoriale Abgaben*

Keine staatsterritorialen Abgaben.

*(b) Mauten*

Keine Mauten.

*(9) Griechenland (GR)**(a) Staatsterritoriale Abgaben*

Keine staatsterritorialen Abgaben.<sup>22)</sup>

*(b) Mauten*

In Griechenland werden laut Fragebogen auf 791 km Straßenlänge durchschnittlich (mit Stichtag 10.3.1988) 1,27 Dr/FZkm erhoben. Nimmt man eine jährliche Gebührensteigerung von 10% an, so läßt sich damit für 1986 ein Wert von 1,05 Dr/FZkm rückermitteln. Mit einer durchschnittlichen Beladung von 16 tkm/FZkm (siehe Tabelle 2) und dem Umrechnungskurs zum ECU (100 Dr = 0,7296 ECU)<sup>23)</sup> läßt sich ein verkehrsleistungsspezifischer Wert von 4,79 ECU/1000 tkm ermitteln. Nimmt man hier an, daß von der Verkehrsleistung ausländischer Fahrzeuge (382 Mio tkm, siehe Tabelle 1) etwa die Hälfte auf den mautpflichtigen Strecken anfällt (nicht so geschlossene Netze wie in F und I), so ergibt dies einen Gesamtbetrag von 0,915 Mio ECU und einen über die gesamte ausländische Verkehrsleistung gemittelten spezifischen Wert von 2,40 ECU/1000 tkm.

*(10) Spanien (E)**(a) Staatsterritoriale Abgaben*

Keine staatsterritorialen Abgaben.

22) Im Fragebogen gibt GR allerdings an, daß es etwa 15 ECU je Einfahrt + Ausfahrt von solchen ausländischen Fahrzeugen erhebt, mit denen keine bilateralen Doppelbesteuerungsabkommen bestehen. Es wird angenommen, daß diese Abkommen nur die Kraftfahrzeugsteuer betreffen und daß diese Abgaben hier somit nicht zu berücksichtigen sind.

23) E.C.M.T., a.a.O., Annex 2.

*(b) Mauten*

Spanien erhob 1986 laut Fragebogen auf einem Netz von 1317 km Streckenlänge Mautgebühren mit einem Durchschnittssatz von 0,12 ECU/FZkm für Schwerfahrzeuge. Darin sind noch 12% Mehrwertsteuer enthalten, die rückerstattet werden. Somit beträgt die durchschnittliche Nettogebühr 0,11 ECU/FZkm. Geht man hier von der Annahme aus, daß von der Verkehrsleistung ausländischer Güterkraftfahrzeuge in E (2259 Mio tkm, siehe Tabelle 1) ein Drittel auf mautpflichtige Strecken entfällt, so ergeben sich mit einer durchschnittlichen Beladung von 16,6 tkm/FZkm (siehe Tabelle 2) ein Gesamtbetrag von 4,990 Mio ECU und ein leistungsspezifischer Durchschnittswert von 2,21 ECU/1000 tkm.

*(11) Portugal (P)**(a) Staatsterritoriale Abgaben*

Keine staatsterritorialen Abgaben.<sup>24)</sup>

*(b) Mauten*

Portugal erhob 1986 laut Fragebogen auf einer Gesamtstreckenlänge von 141 km Mautgebühren mit einem Durchschnittssatz von 0,07285 ECU/FZkm. Da die Gesamtstreckenlänge vergleichsweise klein ist, wird hier davon ausgegangen, daß von der gesamten Verkehrsleistung ausländischer Güterkraftfahrzeuge in Portugal (149 Mio tkm, siehe Tabelle 1) nur ein Viertel auf diese mautpflichtigen Strecken entfällt. Mit einer durchschnittlichen Beladung von 16 tkm/FZkm (siehe Tabelle 2) ergeben sich ein Gesamtbetrag von 0,170 Mio ECU und ein leistungsspezifischer Durchschnittswert von 1,14 ECU/1000 tkm.

*(12) Österreich (A)**(a) Staatsterritoriale Abgaben*

In Österreich wurde 1978 der Straßenverkehrsbeitrag für Güterkraftfahrzeuge mit einer Nutzlastkapazität von mehr als 5 t eingeführt. Die Gebühr beträgt für Ausländer in der Regel 0,35 ÖS je „Nutzlast“-Tonnenkilometer. Dabei sind allerdings zwei wichtige Aspekte zu beachten:

- Unter „Nutzlast“-Tonnenkilometer ist nicht das Produkt aus tatsächlicher Nutzlast und Fahrtweite, sondern das Produkt aus Nutzlastkapazität (des Güterkraftfahrzeuges; im Zulassungsschein eingetragen) und Fahrtweite zu verstehen. Das heißt, daß ein teilbeladenes Fahrzeug je tatsächlich transportierter Menge mehr bezahlt, als dem angegebenen Betrag entspricht. Dieser Aspekt *erhöht* also die verkehrsleistungsspezifische Gebühr. (Gänzlich leere Fahrzeuge zahlen allerdings nichts.)
- Für vielfahrende Ausländer gibt es die Möglichkeit einer faktischen Mengenrabattierung, indem sie die Abgabe wie Inländer pauschaliert entrichten können; dieser Aspekt *senkt* also die verkehrsleistungsspezifische Gebühr.

Die Vermutung, daß sich beide Effekte gegenseitig etwa ausgleichen, wird durch eine „makroskopische“ Betrachtung bestätigt: Laut Angaben des österreichischen Bundesmini-

24) Zwar werden von Portugal derartige Abgaben berichtet, es handelt sich aber offensichtlich um einen Kraftfahrzeugsteuersatz für Fahrzeuge aus jenen Ländern, mit denen es keine bilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anrechnung der Kraftfahrzeugsteuer hat.

steriums für Finanzen betragen 1986 die Gesamteinnahmen aus dem Straßenverkehrsbeitrag ausländischer Güterkraftfahrzeuge 1,123 Mrd. ÖS. Die zugehörige Verkehrsleistung ausländischer Güterkraftfahrzeuge auf österreichischem Territorium betrug 1986 etwa 3,3 Mrd. tkm.<sup>25)</sup> Daraus läßt sich ein verkehrsleistungsspezifischer Wert von 0,34 ÖS/tkm ermitteln, der also fast identisch ist mit dem im Gesetz festgelegten Grundwert. Mit dem Umrechnungskurs zum ECU (100 ÖS = 6,6693 ECU)<sup>26)</sup> ergeben sich ein leistungsspezifischer Wert von 22,68 ECU/1000 tkm und ein Gesamtbetrag aus der Verkehrsleistung der in den 16 übrigen Ländern des Untersuchungsgebietes zugelassenen Güterkraftfahrzeuge (3,114 Mrd. tkm, siehe Tabelle 1) von 70,626 Mio ECU.

#### (b) Mauten

Mauten werden an verschiedenen (Teil-)Strecken international bedeutsamer Routen in Österreich erhoben. Da es sich hierbei nicht um einigermaßen geschlossene Netze (wie etwa in F oder I) oder um lange durchgehende Strecken (wie etwa in GR und E) handelt, ist es nicht angebracht, die bei den Mauten dieser Länder eingesetzte „mikroskopische“ Betrachtungsweise heranzuziehen, sondern eine „makroskopische“: Laut einer Studie des österreichischen Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten<sup>27)</sup> betragen 1986 die Brutto-Einnahmen<sup>28)</sup> aus Mauten ausländischer Fahrzeuge der Kategorie B und C<sup>29)</sup> 370 Mio ÖS. Rechnet man die Mehrwertsteuer (20%) heraus und nimmt man an, daß in dem Fahrzeugkollektiv B + C etwa 15% Omnibusse enthalten sind,<sup>30)</sup> so ergibt sich für 1986 ein Betrag von 262 Mio ÖS oder 17,479 Mio ECU. Legt man diesen Betrag wiederum auf die etwa 3,3 Mrd. tkm Gesamtverkehrsleistung ausländischer Fahrzeuge in Österreich von 1986 um (siehe oben), so erhält man einen leistungsspezifischen Wert von 5,30 ECU/1000 tkm und, mit der Verkehrsleistung der in den 16 übrigen Ländern des Untersuchungsgebietes zugelassenen Güterkraftfahrzeuge (3,114 Mrd. tkm, siehe Tabelle 1) multipliziert, einen Gesamtbetrag von 16,494 Mio ECU.

#### (13) Schweiz (CH)

##### (a) Staatsterritoriale Abgaben

In der Schweiz wurde zu Beginn des Jahres 1985 die Schwerverkehrsabgabe eingeführt, deren Höhe auf der Basis von Fahrleistungsschätzungen und von Ermittlungen der Kosten der Infrastrukturbenutzung einheitlich für In- und Ausländer festgelegt wurde. Allerdings erfolgt die Erhebung dieser Abgabe für In- und Ausländer in unterschiedlicher Weise. Inländer haben diese Abgabe in der Regel jährlich pauschal zu entrichten, während für Ausländer Tagessätze, Monatssätze oder 10-Fahrten-Abonnements gültig sind.

25) Österreichisches Statistisches Zentralamt: Verkehrsstatistik (Güterverkehr) 1986, Tabelle 0. Wien, 1988. Dort ist ein Wert von 3,077 Mrd. tkm angegeben. Dieser Wert muß allerdings als etwas zu niedrig angesehen werden, da unsere Modellrechnungen für das Jahr 1984 allein für die im Untersuchungsgebiet zugelassenen ausländischen Güterkraftfahrzeuge eine Verkehrsleistung von 3,114 Mrd. tkm ergaben (siehe Tabelle 1). Wir haben daher für 1986 einen Gesamtwert von etwa 3,3 Mrd. tkm unterstellt.

26) E.C.M.T., a.a.O., Annex 2.

27) Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten: Mautstudie. Wien, 1987, S. 18.

28) Inklusive Mehrwertsteuer.

29) Kategorie B: Lkw bis maximal 3 Achsen, Omnibusse bis maximal 30 Sitzplätze; Kategorie C: Lkw über 3 Achsen, Omnibusse über 30 Sitzplätze.

30) Auskunft der Brenner Autobahn AG, Innsbruck. vom 25.7.1988.

Die Schwerverkehrsabgabe war von der Schweiz von Anfang an als eine Abgabe zur Abdeckung der vom Schwerverkehr zusätzlich verursachten Infrastrukturkosten deklariert. Gleichwohl wurde diese Interpretation nicht von allen E.C.M.T.-Mitgliedsländern akzeptiert: D, F, S und SF betrachteten die Einführung dieser Abgabe als einseitige Kündigung ihrer bilateralen Abkommen über die gegenseitige Anrechnung der Kraftfahrzeugsteuer und sahen sich daher aufgrund der in ihren Ländern bestehenden Rechtslage veranlaßt, ihrerseits entsprechende Abgaben für Schweizer Güterkraftfahrzeuge bei Einfahrt in ihr Territorium einzuführen.

Da - wie erwähnt - die Art der Erhebung der Schwerverkehrsabgabe für Ausländer mannigfaltig ist und nicht unmittelbar in Abhängigkeit von der tatsächlich erbrachten individuellen Verkehrsleistung dargestellt werden kann, ist die Ermittlung eines fahr- oder verkehrsleistungsspezifischen Wertes mikroskopisch über die Art der Abgabenerhebung nicht möglich.

Es muß daher ein anderer Weg beschritten werden, und zwar wiederum (wie bei Österreich) der „makroskopische“: Laut Mitteilung des Eidgenössischen Stabes für Gesamtverkehrsfragen, Bern, vom 19.7.1988 betragen die Einnahmen aus der Schwerverkehrsabgabe von ausländischen Güterkraftfahrzeugen 1985 15,708 Mio FS, 1986 14,548 Mio FS und 1987 14,849 Mio FS. Nimmt man näherungsweise für 1984 eine Gesamtverkehrsleistung ausländischer Fahrzeuge in der Schweiz von 1016 Mio tkm (siehe Tabelle 1) zuzüglich 5% für Transporte mit Güterkraftfahrzeugen an, die nicht im Untersuchungsgebiet zugelassen sind, und unterstellt man, daß diese Gesamtverkehrsleistung sich für 1985 noch um weitere 5% gesteigert hat, so erhält man für 1985 einen spezifischen Wert von 15,708 Mio FS/(1,016 x 1,05<sup>2</sup>) Mrd tkm = 14,02 FS/1000 tkm. Nimmt man diesen spezifischen Wert auch für 1986 an, so erhält man mit dem Umrechnungskurs zum ECU (1 FS = 0,5786 ECU)<sup>31</sup> einen spezifischen Wert von 8,11 ECU/1000 tkm und, mit der zugehörigen Verkehrsleistung von 1016 Mio tkm multipliziert, einen Absolutbetrag von 8,242 Mio ECU.

#### (b) Mauten

Bis auf eine punktuelle Maut (im Großen St.-Bernhard-Tunnel) gibt es in der Schweiz keine Mautgebühren. Diese punktuelle Maut wird wegen ihrer geringen Bedeutung nicht in Rechnung gestellt.

#### (14) Norwegen (N)

##### (a) Staatsterritoriale Abgaben

In Norwegen wird eine Kilometersteuer auf alle Dieselfahrzeuge erhoben, wobei ausländische Güterkraftfahrzeuge bis zu einem zulässigen Gesamtgewicht von 3,5 t ausgenommen sind. Fahrzeuge aus D, E, I und YU sind von der Kilometersteuer befreit, Fahrzeuge aus DK erhalten einen Nachlaß von 0,3 KrN/FZkm. Der Steuerbetrag ist sehr differenziert nach den Bruttogewichten von Zugfahrzeug wie auch von Anhänger gestaffelt, doch kann nach Auskunft des norwegischen E.C.M.T.-Delegierten<sup>32</sup> für die in internationalen Transporten eingesetzte Fahrzeugflotte von einem Betrag von etwa 2 KrN/FZkm ausgegangen werden. Bei einer durchschnittlichen Beladung von 15 tkm/FZkm (siehe Tabelle 2) ergeben

31) E.C.M.T., a.a.O., Annex 2.

32) Paris, 29.9.1988.

sich mit der Umrechnung zum ECU (1 KrN = 0,1352 ECU)<sup>33)</sup> damit 18,03 ECU/1000 tkm. Nimmt man die genannten Länder aus und reduziert man den Wert auf 15,32 ECU/1000 tkm für dänische Güterkraftfahrzeuge, so ergeben sich ein Gesamtbetrag von 11,419 Mio ECU und ein über die Gesamtleistung ausländischer Güterkraftfahrzeuge gemittelter leistungsspezifischer Wert von 16,45 ECU/1000 tkm.

*(b) Mauten*

Auf international relevanten Routen existieren in Norwegen keine Mauten.

*(15) Schweden (S)*

*(a) Staatsterritoriale Abgaben*

Auch in Schweden wird eine Kilometersteuer erhoben. (Ausländische Anhänger mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis zu 10t sind von ihr ausgenommen.) Sie beträgt im Mittel etwa 7,1 ECU/100 FZkm bzw. - mit einer durchschnittlichen Beladung von 15 tkm/FZkm (siehe Tabelle 2) - 4,73 ECU/1000 tkm. Mit der Verkehrsleistung ausländischer Fahrzeuge des Untersuchungsgebietes (3,551 Mrd. tkm, siehe Tabelle 1) multipliziert, ergibt sich ein Betrag von 16,796 Mio ECU. Außerdem erhebt Schweden von Schweizer Güterkraftfahrzeugen eine Kraftfahrzeugsteuer, die hier in Rechnung zu stellen ist, da sie aufgrund des geltenden schwedischen Rechtes infolge Einführung der Schweizer Schwerkverkehrsabgabe nach dem Gegenseitigkeitsprinzip zu erheben ist. Schweden beziffert die Einnahmen für das Jahr 1986 auf etwa 60 000 ECU.<sup>34)</sup> Damit ergeben sich ein Gesamtbetrag von 16,856 Mio ECU und ein über alle von ausländischen Güterkraftfahrzeugen erbrachten Verkehrsleistungen gemittelter leistungsspezifischer Wert von 4,75 ECU/1000 tkm.

*(b) Mauten*

Keine Mauten.

*(16) Finnland (SF)*

*(a) Staatsterritoriale Abgaben*

Finnland erhebt eine Kilometersteuer für Güterkraftfahrzeuge aus Österreich, der Schweiz, Norwegen und Schweden nach dem Gegenseitigkeitsprinzip infolge der in diesen Ländern erhobenen staatsterritorialen Abgaben. Sie ist daher in Rechnung zu stellen. Sie beträgt (jeweils als Mittelwert aus Zugfahrzeug und Anhänger) für Österreich 0,39 ECU/FZkm, für die Schweiz 0,08 ECU/FZkm, für Norwegen 0,20 ECU/FZkm und für Schweden 0,08 ECU/FZkm. Unter Zugrundelegung einer durchschnittlichen Beladung von 14,3 tkm/FZkm (siehe Tabelle 2) und mit den zugehörigen Verkehrsleistungen dieser Länder in Finnland (siehe Tabelle 1) ergeben sich ein Gesamtbetrag von 1,753 Mio ECU und ein durchschnittlicher, auf die Verkehrsleistung ausländischer Fahrzeuge des Untersuchungsgebietes in Finnland (370 Mio tkm, siehe Tabelle 1) bezogener, spezifischer Wert von 4,74 ECU/1000 tkm.

*(b) Mauten*

Keine Mauten.

<sup>33)</sup> E.C.M.T., a.a.O., Annex 2.

<sup>34)</sup> Schreiben des schwedischen Finanzministeriums, Stockholm, vom 24. 10. 1988.

*(17) Jugoslawien (YU)*

Für Jugoslawien liegen weder aus der E.C.M.T.-Fragenbogenaktion noch aus dem erwähnten E.C.M.T.-Papier verwertbare Informationen vor. Sie mußten vollständig aus anderen Quellen rekonstruiert werden und sind mit den entsprechenden Vorbehalten zu versehen.

*(a) Staatsterritoriale Abgaben*

In Jugoslawien wird eine generelle Straßenbenutzungsgebühr für ausländische Güterkraftfahrzeuge erhoben. Sie wird Transitsteuer genannt. Diese Bezeichnung ist aber irreführend, weil offensichtlich alle ausländischen Verkehrsleistungen und nicht nur die des Transits davon betroffen sind. Für Fahrzeuge mit einem Gesamtgewicht von mehr als 15 t beträgt die Abgabe seit 14. 5. 1983 0,0041 US-\$ je Bruttotonnenkilometer.<sup>35)</sup> Unter „Bruttotonne“ ist das Leergewicht des Fahrzeuges plus beförderte Last zu verstehen. Nimmt man eine durchschnittliche Beladung von 15 tkm/FZkm (siehe Tabelle 2) sowie ein durchschnittliches Leergewicht von 15 t/FZ an und legt man den Wechselkurs des US-\$ zum ECU vom 30. 6. 1986 mit 1 US-\$ = 0,977 ECU<sup>36)</sup> zugrunde, so ergibt sich damit ein verkehrsleistungsspezifischer Wert von 8,01 ECU/1000 tkm (wobei es sich hier um die mit der tatsächlichen Verkehrsleistung übereinstimmenden Nettotonnenkilometer handelt). Multipliziert man diesen Wert mit der gesamten Verkehrsleistung ausländischer Fahrzeuge des Untersuchungsgebietes in YU (3,172 Mrd. tkm, siehe Tabelle 1), so erhält man als Gesamtbetrag einen Wert von 25,408 Mio ECU.

*(b) Mauten*

Jugoslawien erhob im Jahre 1986 auf Autobahnen mit einer Gesamtlänge von etwa 570 km bei vier- und mehrachsigen Fahrzeugen eine Gebühr von etwa 23 Din/FZkm.<sup>37)</sup> Mit einer durchschnittlichen Beladung von 15 tkm/FZkm (siehe Tabelle 2) und dem Umrechnungskurs von 100 Din = 0,2428 ECU<sup>38)</sup> (Juli 1986) ergibt sich ein leistungsspezifischer Wert von 3,72 ECU/1000 tkm. Da auch in Jugoslawien (wie in Spanien) nicht von einem geschlossenen Netz die Rede sein kann, wird hier angenommen, daß von der Verkehrsleistung ausländischer Güterkraftfahrzeuge in YU (3,172 Mrd. tkm, siehe Tabelle 1) etwa ein Drittel auf Mautstrecken erbracht wurde. Damit ergeben sich ein Gesamtbetrag von 3,933 Mio ECU und ein über alle ausländischen Verkehrsleistungen gemittelter spezifischer Wert von 1,24 ECU/1000 tkm.

35) Schreiben des Bundesverbandes des Deutschen Güterfernverkehrs, Frankfurt, vom 18. 5. 1983 an seine Mitgliedsverbände.

36) Auskunft des Schweizerischen Bankvereins, Basel, vom 15. 7. 1988.

37) Rekonstruiert aus: Deutsche Verkehrs-Zeitung vom 4. 2. 1986 („Autobahngebühren: Teilweise drastisch erhöht“). Die Gebühren wurden allerdings 1987 noch einmal stark (nominal in Dinar etwa auf das Dreifache von 1986) erhöht (siehe: Astag Straßentransport, Nr. 14–15/1987).

38) E.C.M.T., a.a.O., Annex 2.

## 5. Zusammenfassung aller territorialen Abgaben und Interpretation der Ergebnisse im internationalen Vergleich

Die Ergebnisse aus den semi-territorialen Abgaben (Abschnitt 3, Tabelle 3) und aus den voll-territorialen Abgaben (Abschnitt 4) sind in Tabelle 4 zusammengefaßt. Entscheidend für die Argumentation ist die letzte Spalte der Tabelle 4. Sie gibt an, wie hoch 1984/1986 die durchschnittlichen spezifischen Einnahmen eines Landes an territorialen Abgaben des Straßengüterverkehrs ausländischer E.C.M.T.-Fahrzeuge (ohne die Türkei) waren, bezogen auf die Verkehrsleistung, die von diesen ausländischen Güterkraftfahrzeugen auf dem Territorium des jeweils betrachteten Landes verursacht wurden.

Aus den einzelnen Ergebnissen, die hier nicht bewertet werden sollen, lassen sich folgende generelle *Orientierungen und Auffälligkeiten* ablesen:

- Im Durchschnitt aller Länder haben die spezifischen semi-territorialen Abgaben mit 3,69 ECU/1000 tkm nahezu dasselbe Niveau wie die spezifischen voll-territorialen Abgaben ( $1,72 + 1,91 = 3,63$  ECU/1000 tkm).
- Die Einnahmen aus der Mineralölsteuer machen in einigen Ländern (F, A, CH, N, S, SF, YU) weniger als die Hälfte der gesamten territorialen Einnahmen aus dem Straßengüterverkehr aus.
- Gerade bei diesen Ländern liegen die spezifischen Einnahmen aus der Mineralölsteuer deutlich unter deren Durchschnittswert aller Länder von 3,69 ECU/1000 tkm. Einige dieser Länder sahen sich veranlaßt, weitere Einnahmen durch zusätzliche, voll-territoriale Abgaben zu erzielen.
- Absoluter Spitzenreiter bei den spezifischen territorialen Gesamteinnahmen ist A (28,59 ECU/1000 tkm), mit deutlichem Abstand gefolgt von N (17,14 ECU/1000 tkm).
- Überhaupt keine Einnahmen erzielt DK.
- Im Mittelfeld bei den spezifischen territorialen Gesamteinnahmen (5 bis 10 ECU/1000 tkm) liegen F, I, NL, BLU, E, P, CH, S und SF, wobei die Länder CH, S und SF durch Einführung ihrer staatsterritorialen Abgaben gut ins Mittelfeld gerückt sind.
- Ganz besonders A, in abgeschwächtem Maße aber auch N und YU ragen durch ihre territorialen Zusatzabgaben deutlich über diesen Mittelwert hinaus.
- Die Länder D, UK, IRL erzielen (natürlich neben DK) besonders niedrige spezifische Einnahmen aus territorialen Abgaben auf den ausländischen Straßengüterverkehr (weniger als 5 ECU/1000 tkm).
- GR würde ohne Erhebung seiner Mauten ziemlich gut im Mittelfeld der spezifischen territorialen Gesamt- abgaben liegen, ebenso A ohne Erhebung seiner staatsterritorialen Sonderabgaben.

## Summary

Based on earlier established transport output balances for international road haulage, this paper presents the resulting revenue balances for international road haulage covering all E.C.M.T. member countries (except Turkey). Primary objective (and result) is to determine for each individual country the revenues from international (cross-border) transport by foreign haulage vehicles. Only territorial fees are considered. In order to allow international comparability, territorial revenues are expressed in a common currency (ECU) and related to the corresponding transport output. A noteworthy result is that the quantified values expressed in ECU per 1000 tkm vary, in part, widely from one country the other.



v. f. w. a.

# Direkte Nutzenmessung: Ein Ansatz zur Schätzung von Entscheidungsmodellen - Zwei Anwendungen -

VON KAY W. AXHAUSEN

## 1. Einführung

In den letzten Jahren sind in den USA neben Modelle, die mit wirklichen Entscheidungen geeicht werden, solche getreten, die mit hypothetischen, aus Fragebogen ermittelten Entscheidungen arbeiten. Nach einer Übersicht über eine der dafür verwendeten Methoden sollen zwei Anwendungsbeispiele ausführlicher vorgestellt werden<sup>1)</sup>.

Sowohl Daten über vollzogene Entscheidungen, als auch Daten über simulierte, hypothetische Entscheidungen können zur Formulierung von Entscheidungsmodellen herangezogen werden. Im Englischen werden diese Daten mit „revealed preference data“ und „stated preference data“ bezeichnet. Da „enthüllte und behauptete Vorliebedaten“ keine befriedigenden deutschen Übersetzungen sind, soll hier auf den Begriff der „direct utility assessment“ (Direkte Nutzenmessung), der im Englischen oft für das Konzept der Arbeit mit „stated preference“-Daten verwendet wird, als Grundlage für den deutschen Begriff zurückgegriffen werden.

Dieses Konzept hat im letzten Jahrzehnt aus dem Marketing und der Psychologie kommend Eingang in die Verkehrsplanung gefunden. Zu diesem Zeitpunkt wurden die Grenzen des traditionellen Ansatzes, der seine Modelle auf der Grundlage vollzogener Entscheidungen aufbaut, unter Berücksichtigung von noch nicht vorhandenen Ausprägungen der Einflußgrößen deutlich.

Darüber hinaus erkannte man, daß die Modellbildung oft unter den Problemen der Eingabedaten litt:

- die Einflußgrößen, wie zum Beispiel Reisezeit und Kosten, korrelieren stark miteinander;
- im Planungsraum noch nicht vorhandene Entscheidungsalternativen können nicht berücksichtigt werden;

---

*Anschrift des Verfassers:*

Dr. Kay W. Axhausen, M. S.  
Transport Studies Unit  
Oxford University  
11 Bevington Road  
Oxford OX2 6NB

---

1) Axhausen, K.W., Smith, R.L., Bicyclist Link Evaluation: A Stated Preference Approach, Referat gehalten am 65ten Annual Meeting des Transportation Research Boards, Washington, D.C. 1986; Leutzbach, W., Axhausen, K.W., Buck, A., Zoellmer, J., Verbesserung des Öffentlichen Personennahverkehrs in der Großen Kreisstadt Mühlacker, Gutachten, Karlsruhe 1987.

- die funktionale Form der Modelle ist oft uneinsichtig und teilweise schwer zu überprüfen;
- Einflußgrößen variieren kaum;
- ins Modell nicht einbezogene, aber wichtige unabhängige Variablen führen zu Fehlern im Modell.

## 2. Theorie

Die direkte Nutzenmessung unterstellt folgenden Entscheidungsprozeß<sup>2)</sup>:

$$X^{ij} \xrightarrow{F_i} x^{ij} \xrightarrow{f_j} U^i \rightarrow R^i \rightarrow C^i$$

Die beobachtbaren  $j$  Eigenschaften  $X^{ij}$  der Alternative  $i$  werden von den Entscheidenden in nicht beobachtbare Bewertungen  $x^{ij}$  umgesetzt und in der Nutzenfunktion  $U^i$  für jede Alternative zusammengefaßt. Die direkte Nutzenmessung ermittelt in ihren Befragungen die Antworten  $R^i$ , die entweder Entscheidungen zwischen verschiedenen Alternativen oder Bewertungen auf Intervall-Skalen sind. Die traditionellen Ansätze greifen nicht auf solche Antworten zurück, sondern beziehen sich auf die eine tatsächlich beobachtbare Entscheidung  $C^i$ . Die Theorie der direkten Nutzenmessung unterstellt nun:

1. der Nutzen  $U^i$  ist eine Funktion der beobachtbaren Eigenschaften  $X^{ij}$ :

$$U^i = F^i [f^j (X^{ij})],$$

2. Diese Nutzenfunktion kann unter den üblichen Annahmen für die Verteilung der Fehler zur Vorhersage der Entscheidung  $C^i$  verwendet werden:

$$C^i = F [U^i] = F [a + bR^i].$$

In Abbildungen 2 und 3 werden die beiden Ansätze in einem Schema von *Golob*<sup>3)</sup> verglichen, das in Abbildung 1 vorgestellt wird.

Die direkte Nutzenmessung unterstellt in der Regel, daß die Nutzenfunktion linear ist. Diese Annahme stellt in der Regel bei der Anwendung keine große Einschränkung dar. Die Varianzanalyse bietet die Möglichkeit, solche linearen Zusammenhänge statistisch zu testen. Die Varianzanalyse wird verwendet, weil die Zahl der verwendeten Ausprägungen der untersuchten Einflußgrößen beschränkt ist. Diese drei bis fünf Ausprägungen umfassen die zu untersuchende Spannweite der Einflußgrößen.

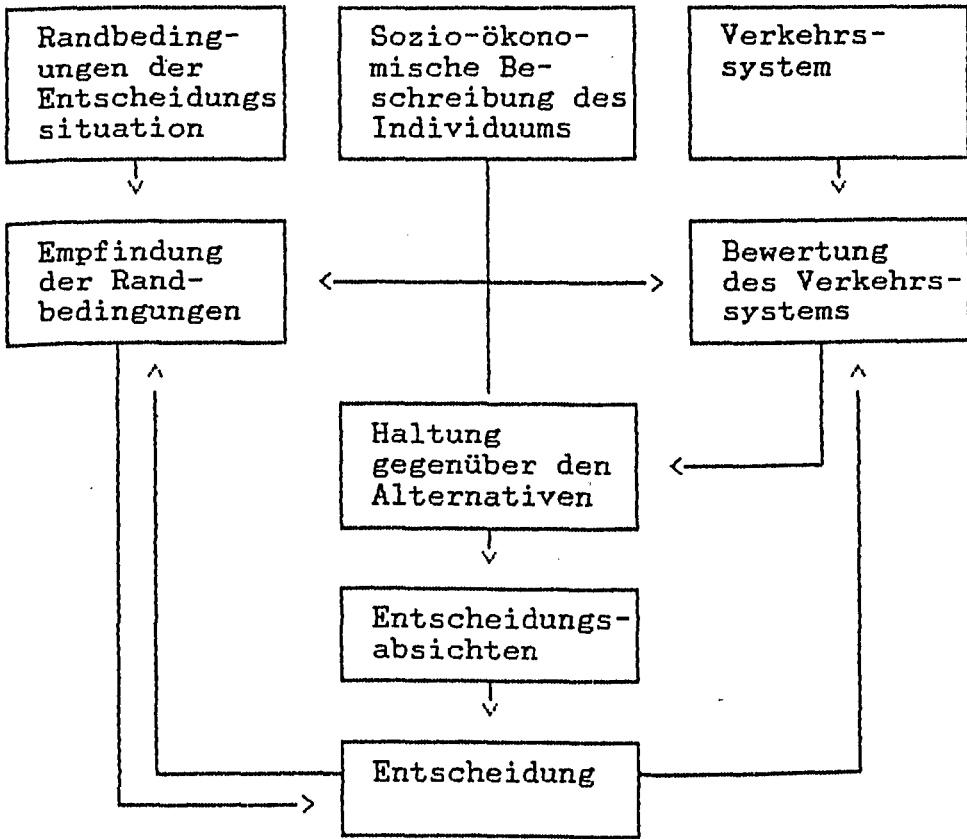
Zwar kann die direkte Nutzenmessung nur Entscheidungsabsichten erfassen, bietet dafür aber die Kontrolle über die untersuchten Einflußgrößen und deren Ausprägungen.

Die sozio-ökonomischen Charakteristika könnten auch bei der direkten Nutzenmessung in das Modell einbezogen werden. Es wird aber darauf zumeist zugunsten einer Marktsegmen-

2) *Louviere, J.J., Meyer, R.J.*, A Composite Attitude-Behavior Model of Traveler Decision Making, in: *Transportation Research*, 15B. Jg. (1981), S. 411.

3) Zitiert nach *Kroes, E., Sheldon, R.*, The Use of Attitude Models and Stated Preference Models in Practical Transport Analysis, in: *Rijkswaterstaat (Hrsg.)*, 1985 Noordwijk International Conference on Travel Behaviour, Den Haag 1985, S. 326.

Abbildung 1

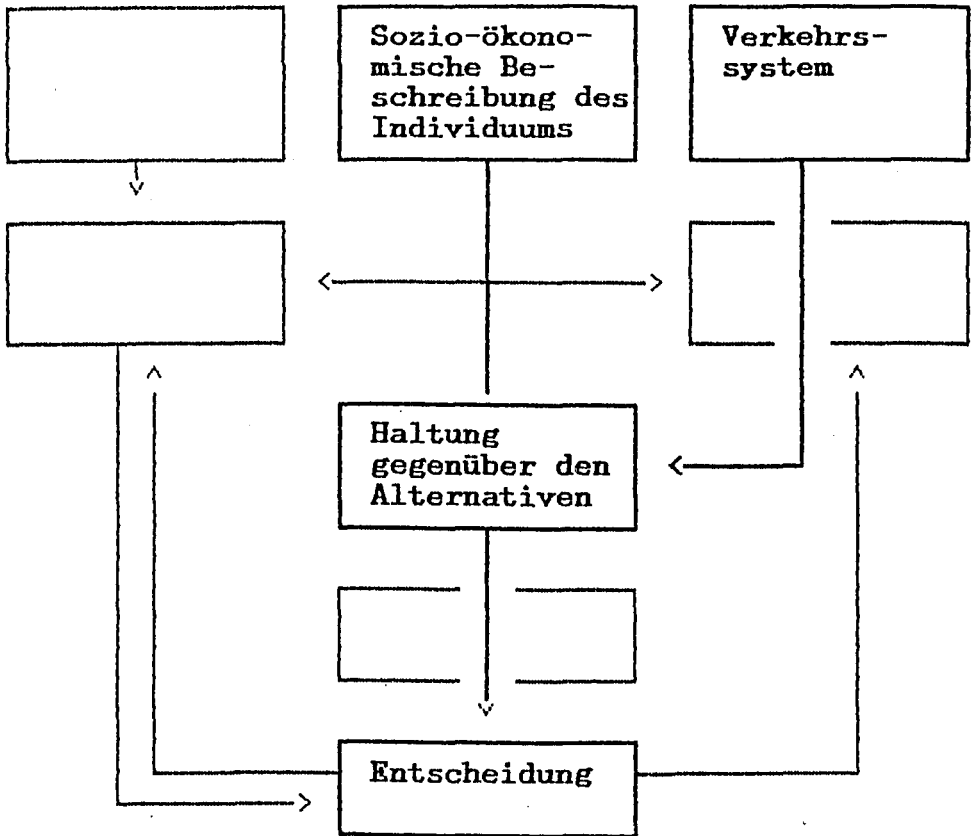
*Psychologischer Rahmen für Verkehrsentscheidungen*

terierung mit der Schätzung segmentspezifischer Modelle verzichtet, d. h. die Modellparameter spiegeln die sozio-ökonomischen Charakteristika wider. Es ist sogar möglich, für jeden einzelnen Befragten ein eigenes Entscheidungsmodell zu schätzen.

Das Verkehrssystem wird dem Befragten mit Hilfe eines vom Untersuchenden ausgewählten Satzes von Einflußgrößen beschrieben. Diese Einflußgrößen können qualitativer oder quantitativer Natur sein und Ausprägungen umfassen, die im Untersuchungsraum noch nicht vorhanden sind. Dieser Satz von Entscheidungsgrößen umfaßt in der Regel fünf bis sechs Elemente, kann aber auf über zehn Elemente erweitert werden. Ebenso können noch nicht vorhandene Entscheidungsalternativen, wie zum Beispiel ein neues Verkehrsmittel, einbezogen werden. Die Ausprägungen der Einflußgrößen werden in einem Versuchsplan

Abbildung 2

Modellbildung auf der Grundlage von vollzogenen Entscheidungen



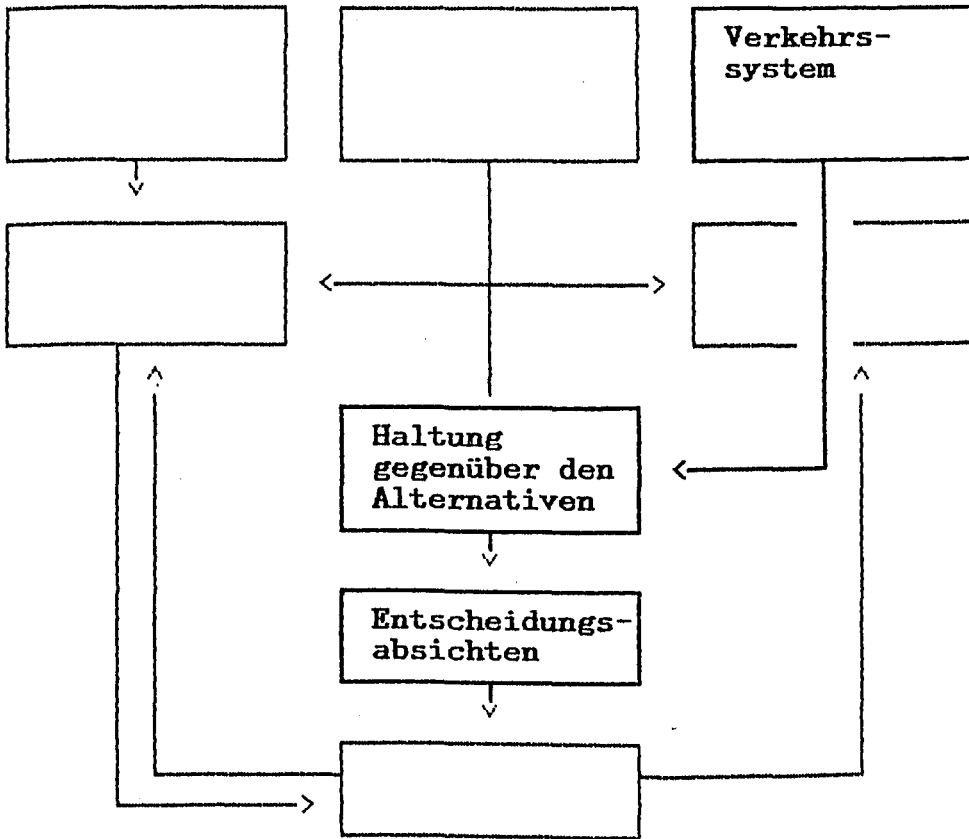
ßen trifft der Befragte seine Entscheidung oder führt seine Bewertung durch. Da jeder Befragte in der Regel mehrere Entscheidungen simuliert,<sup>5)</sup> ist das Verfahren sehr effizient, um Daten zu gewinnen.

Zusammenfassend kann man die direkte Nutzenmessung als ein Verfahren beschreiben, das mit unter statistischen Gesichtspunkten ausgesuchten Beschreibungen von Entscheidungssi-

4) Diese Versuchspläne sind das Ergebnis der jahrzehntelangen Bemühungen der Agronomen, Verfahrenstechniker und Statistiker um die Maximierung der Effizienz von Versuchsreihen. Eine große Auswahl von Versuchsplänen ist tabelliert in *McLean, R.A., Anderson, V.L., Applied Factorial and Fractional Designs*, Marcel Dekker, New York und Basel, 1984.

5) Je nach Befragungssituation und Schwierigkeit der Entscheidungssituation bis zu 30 bis 40 Entscheidungen.

Abbildung 3  
Modellbildung auf der Grundlage der direkten Nutzenmessung



situationen für jede befragte Person mehrere Entscheidungen simuliert. Die Nutzenfunktionen, die den Entscheidungen zugrunde liegen, werden mit den gewohnten Entscheidungsmodellen analysiert (Logit- und Probitmodell). Die Varianzanalyse kann zum Test der Signifikanz der einzelnen Einflussgrößen und ihrer gemischten Glieder verwendet werden (Wechselwirkung)<sup>6)</sup>.

Ein entscheidender Einwand gegen die direkte Nutzenmessung ist der fehlende Bezug zu echten Entscheidungen. Zwei von vielen Beispielen sollen hier kurz vorgestellt werden, um

6) Weitergehende Einführungen bieten Kocur, G., Adler, T., Hyman, W., Auhnet, B., Guide to Forecasting Travel Behaviour with Direct Utility Assessment, Bericht UMTA-NH-11-0001-82-1, US Department of Transportation, Urban Mass Transit Administration, Washington, D.C., 1982 und Louvière, J.J., Analyzing Decision Making - Metric Conjoint Analysis, Sage University Paper 67, Sage, Newbury Park, 1988.

zu zeigen, daß die Ergebnisse der direkten Nutzenmessung zur Bestimmung korrekter Entscheidungsmodelle verwendet werden können (weitere Beispiele sind in der Literatur zu finden)<sup>7)</sup>.

#### Abbildung 4

Beziehung zwischen Umfang der Kundschaft und der Bewertung dieser Läden

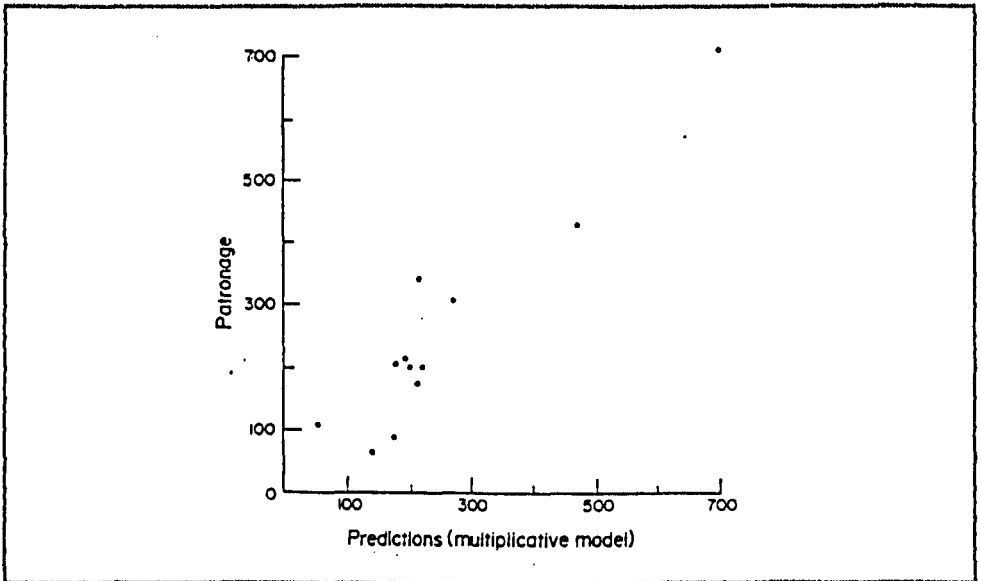


Abbildung 4, zum Beispiel, zeigt den Vergleich zwischen dem Umfang der Kundschaft von Lebensmittelläden in Tallahassee und dem Nutzen des Angebots dieser Läden. Der Nutzen umfaßt die Erreichbarkeit, das Angebot und das Preisniveau der Läden. Diese Nutzenfunktion ist auf der Grundlage von zehn Interviews mit Studenten aus derselben Stadt ermittelt worden. Die Korrelation zwischen beiden Variablen liegt über 0.94<sup>8)</sup>.

Wiederum auf der Grundlage von Interviews mit Studenten wurde ein Modell für die Wahl des Wohnorts in Montana entwickelt. Dieses Modell hatte eine größere Aussagekraft als alle Modelle, die mit Hilfe eines empirischen Datensatzes über die Ortswahl geschätzt worden waren<sup>9)</sup>.

7) Z. B. in Levin, I.P., Louviere, J.J., Norman, K.L., Schepanski, A., Validity Tests and Applications of Laboratory Studies of Information Integration (College of Business, University of Iowa, Working Paper Series 81-9), Iowa City, Iowa 1981.

8) Louviere, J.J., Meyer, R.J., Design and Analysis of Simulated Choice or Allocation Experiments in Travel Choice Modelling (Transportation Research Record, Heft 890), Washington, D.C. 1982, S. 11.

9) Lerman, S.R., Louviere, J.J., Using Functional Measurement to Identify the Form of Utility Functions in Travel Demand Models (Transportation Research Record, Heft 673), Washington, D.C. 1978, S. 78.

### 3. Anwendungsbeispiel: Bewertung von Radverkehrsanlagen durch Radfahrer

Die Entscheidungen über die Art und den Ort von Radverkehrsanlagen beruhen auf Annahmen über deren Akzeptanz durch die Radfahrer, insbesondere wenn Radverkehrsströme verlagert werden sollen. In der hier vorgestellten Arbeit wurde versucht<sup>10)</sup> die Bewertung von Strecken durch Radfahrer zu durchleuchten. Es wurde dabei angenommen, daß Radfahrer einen Weg an Hand seiner Länge, der durchfahrenen Knoten und Strecken bewerten, und daß diese Bewertungen einzeln vorgenommen werden. Die Möglichkeit, diese Bewertungen durch eine Bewertungsfunktion für Strecken in einem Umlegungsmodell zu ermitteln, schied aus Kostengründen aus. Die direkte Nutzenmessung bietet aber ebenso die Möglichkeit, diese Bewertungsfunktionen zu schätzen.

#### *Fragebogen und Befragte*

Nach einer ausführlichen Vorstudie wurden sechs Einflußgrößen als wesentlich ermittelt. Für jede Einflußgröße wurden drei Ausprägungen ausgesucht (siehe Tabelle 1). Aus den insgesamt 3<sup>6</sup> Möglichkeiten, diese Einflußgrößen zu kombinieren, wurden 81 ausgewählt, die die unabhängige Schätzung der Haupt- und aller einfachen Wechselwirkungen der Einflußgrößen voneinander erlauben.

Tabelle 1  
*Einflußgrößen und ihre Ausprägungen*

Einflußgröße	Ausprägung
Streckenlänge	2, 1, ½ Block
Verkehrsstärke	Stark, Mittel, Schwach
Steigung	6 %, 3 %, 0 %
Landnutzung	Industrie, Wohnen, Grün
Radverkehrsanlage	Ohne, Radstreifen, Radweg
Oberflächenbeschaffenheit	Schlecht, Mittel, Gut

Abbildung 5<sup>11)</sup> zeigt einen solchen Fragebogen und die dazugehörigen Erläuterungen<sup>12)</sup>. In diesem Fall sind keine Entscheidungen zu treffen, sondern Bewertungen abzugeben, die den Nutzen einer solchen Strecke für den Befragten darstellen.

Zwei Gruppen von Radfahrern wurden im Februar und März 1984 befragt: a) im Rahmen des Übungsbetriebs Studenten der University of Wisconsin in Madison, von denen 124 voll-

10) Axhausen, K.W., Smith, R.L., *Bicyclist ...*, a.a.O.

11) Axhausen, K.W., *Bicyclists Evaluate Their Environment: Some Results, Advanced Independent Study*, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Wisconsin, Madison 1984.

12) Mehr über die Probleme und Möglichkeiten, einen Fragebogen der direkten Nutzenmessung zu gestalten bei Bradley, M.A., Bovy, P.H.L., *A Stated Preference Analysis of Bicyclist Route Choice*, Vortrag bei der Sommerkonferenz der PTRC, Ltd., Brighton 1984.

### Abbildung 5 Fragebogen und Erläuterungen

12. Which temperature or weather conditions  
make you stop riding your bike :

- 30° - 45°
- 15° - 30°
- 0° - 15°
- snowy/icy roads
- not at all

For question 13 circle the number which best rates your response. If you have no opinion, circle NA.

not at all extremely

13. How experienced are you as a bicyclist : 1 2 3 4 5 6 7 NA

-----

Explanations for Question 14. Every link or section of a route which you travel with your bike has different characteristics, which make it more or less attractive, pleasant or desirable to ride on. Question 14 asks for your evaluation of various sections of roadway with different characteristics. The scale ranges from zero - a completely undesirable section - to twenty - the best possible section .

Consider the following examples :

- 1/4 block long, very low traffic volumes, no slope, thru a park, with separate bikepath, smooth surface. This link might have a value of 19 to you,
- 4 blocks long, high traffic volumes, 9% slope, thru an industrial area, mixed traffic, badly cracked surface . This section might have a value of 2 to you.

These two examples have values more extreme than the other situations, but the situations are similar.

Two terms have to be defined. A bikelane is a marked part of the normal street surface. A bikepath is a bikelane physically separated from the rest of the traffic by a median or other ways. If there are no special provisions for bikes, then the bicyclist has to share the right of way with the car traffic.

To give you an idea of the steepness of the slopes used in the next question, two examples are a) 3% = University Avenue between Park and Charter St., b) 6% = King Street between Wilson St and the Square.

Low surface quality corresponds to a badly cracked and patched surface with a number of potholes; medium quality to a somewhat cracked and patched surface; and high quality surface corresponds to a new blacktop or concrete surface.

Read every situation carefully and consider for your decision all, but only the given factors. It is essential that you complete all situations in order for us to understand your feeling about the various factors. Remember, that you are judging a piece of a longer trip, a link or section of an overall path.



Abbildung 5 (Fortsetzung)  
Fragebogen und Erläuterungen

14. Evaluate the following links on a scale from zero to twenty ( from least desirable to ride on to most desirable to ride on).

length (blocks)	traffic volumes	slope	abutting land use	bike provisions	surface quality	+ Evaluation ( 0 to 20 )
2	high	6%	industrial	none	low	+
1	medium	3%	residential	bikepath	low	+
1/2	low	0%	park	bikelane	low	+
1	medium	6%	park	bikelane	high	+
1/2	low	3%	industrial	none	high	+
2	high	0%	residential	bikepath	high	+
1/2	low	6%	residential	bikepath	medium	+
2	high	3%	park	bikelane	medium	+
1	medium	0%	industrial	none	medium	+
1/2	high	6%	industrial	bikepath	low	+
2	medium	3%	residential	bikelane	low	+
1	low	0%	park	none	low	+
2	medium	6%	park	none	high	+
1	low	3%	industrial	bikepath	high	+
1/2	high	0%	residential	bikelane	high	+
1	low	6%	residential	bikelane	medium	+
1/2	high	3%	park	none	medium	+
2	medium	0%	industrial	bikepath	medium	+
1	high	6%	industrial	bikelane	low	+
1/2	medium	3%	residential	none	low	+
2	low	0%	park	bikepath	low	+
1/2	medium	6%	park	bikepath	high	+
2	low	3%	industrial	bikelane	high	+
1	high	0%	residential	none	high	+
2	low	6%	residential	none	medium	+
1	high	3%	park	bikepath	medium	+
1/2	medium	0%	industrial	bikelane	medium	+

ständige Interviews abgegeben wurden; b) 130 Mitglieder des Bombay Bicycle Clubs in Madison, von denen 69 antworteten. Die Mitglieder des Fahrradklubs sind im Durchschnitt über 10 Jahre älter als die Studenten (34 Jahre), haben mehr weibliche Mitglieder in ihren Reihen (30% vs. 18%), verwenden das Fahrrad zu zwei Dritteln auf dem Weg zur Arbeit (65% vs. 33%) und haben eine höhere Meinung von ihrer Erfahrung als Radfahrer (5.3 vs. 4.6 auf einer Skala von 1 bis 7).

### Analyse

Da die Wirkung der Einflußgrößen auf die Bewertung im Mittelpunkt der Untersuchung stand und nicht die absolute Größe der Bewertung, wurden die Antworten für jede Person einzeln standardisiert. Diese nun vergleichbaren standardisierten Bewertungen wurden getrennt für die Studenten und die Mitglieder des Fahrradklubs analysiert. In der ersten Stufe wurde die Signifikanz der Einflußgrößen getestet, in der zweiten Stufe wurden mit Hilfe der linearen Regression die Nutzenfunktionen für die Gruppen geschätzt.

Der Signifikanztest zeigte, daß alle Einflußgrößen außer der Streckenlänge einen signifikanten Einfluß haben<sup>13)</sup>. Einige Wechselwirkungen waren signifikant, aber in ihrem Erklärungswert unbedeutend. In der weiteren Analyse wurden deshalb nur die Hauptwirkungen der Einflußgrößen berücksichtigt.

Die Wechselwirkungen können zwar in diesem Fall vernachlässigt werden, aber bei einigen Einflußgrößen wächst die Bewertung nicht linear an, wie die Abbildungen 6 und 7 für die beiden Gruppen zeigen. Die Ergebnisse der stückweise-linearen Regression sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Dabei wurde die mittlere Ausprägung der Einflußgrößen als Bezugspunkt gewählt.

Unterschiede zwischen den beiden Gruppen werden an Hand der Tabelle 2 deutlich. Die Mitglieder des Fahrradklubs legen deutlich mehr Gewicht auf die Qualität der Oberflächen und auf ein niedriges Verkehrsaufkommen, während bei den Studenten die Oberflächenqualität dominiert. Interessant ist auch die Reihenfolge der Einflußgrößen. Die Oberflächenqualität und die Verkehrsstärken dominieren bei den Mitgliedern des Fahrradklubs. Bei den Studenten folgt dagegen der Oberflächenqualität die Steigung. Der Qualitätssprung von keiner Anlage zu Radstreifen ist für beide Gruppen substantiell, während die Einführung eines Radweges kaum noch weitere Verbesserungen in der Bewertung bringt.

13) In der Varianzanalyse unterscheidet man zwischen festen und zufälligen Einflußgrößen. In diesem Fall liegen 6 feste Einflußgrößen und eine zufällige Einflußgröße, der Befragte, vor. Der F-Test berechnet sich dann zu:

$$F(\text{Einflußgröße}) = \frac{MS(\text{Einflußgröße})}{MS(\text{Einflußgröße} \cdot \text{Befragte})}$$

MS ( ) Fehlersumme der Einflußgröße oder Wechselwirkung geteilt durch die Anzahl der Freiheitsgrade. Bei einer großen Anzahl von Befragten ist dieser exakte Test aus Kostengründen nicht durchführbar. *Louviere, J.J., Woodworth, Design and Analysis of Simulated Consumer Choice or Allocation Experiments: An Approach on Aggregate Data*, in: *Journal of Marketing Research*, 20. Jg. (1983), S. 350, schlagen deshalb eine Korrektur der Freiheitsgrade bei der Regressionsanalyse vor. Bei der Berechnung des t-Werts werden nicht „Anzahl der Fragen \* Anzahl der Befragten“ Freiheitsgrade berücksichtigt, sondern nur „Anzahl der Befragten“ Freiheitsgrade. Dieser Test ist konservativ und unterschätzt eher die Signifikanz der Einflußgrößen.

Abbildung 6  
 Mittelwerte der Bewertungen für die Ausprägungen der Einflussgrößen  
 - Studenten -

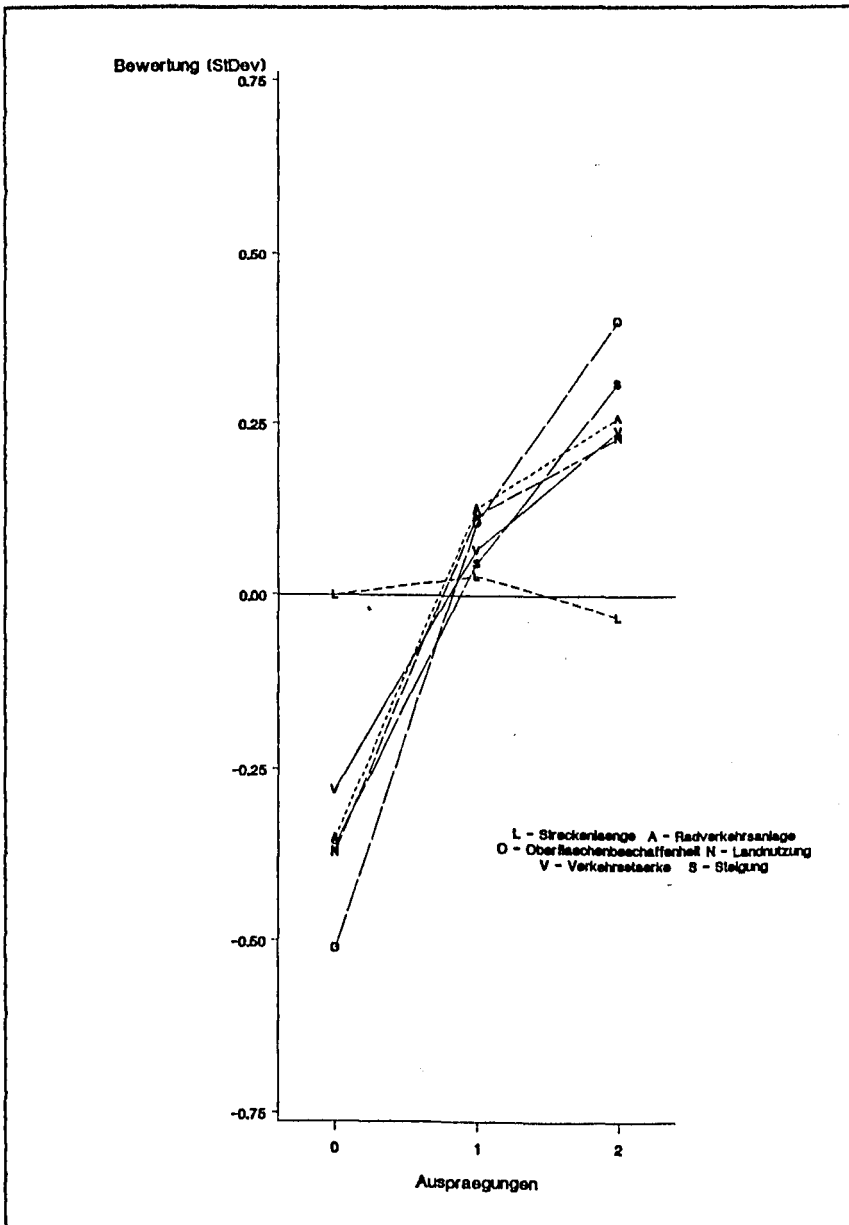


Abbildung 7  
 Mittelwerte der Bewertungen für die Ausprägungen der Einflussgrößen  
 - Mitglieder des Bombay Bicycle Clubs -

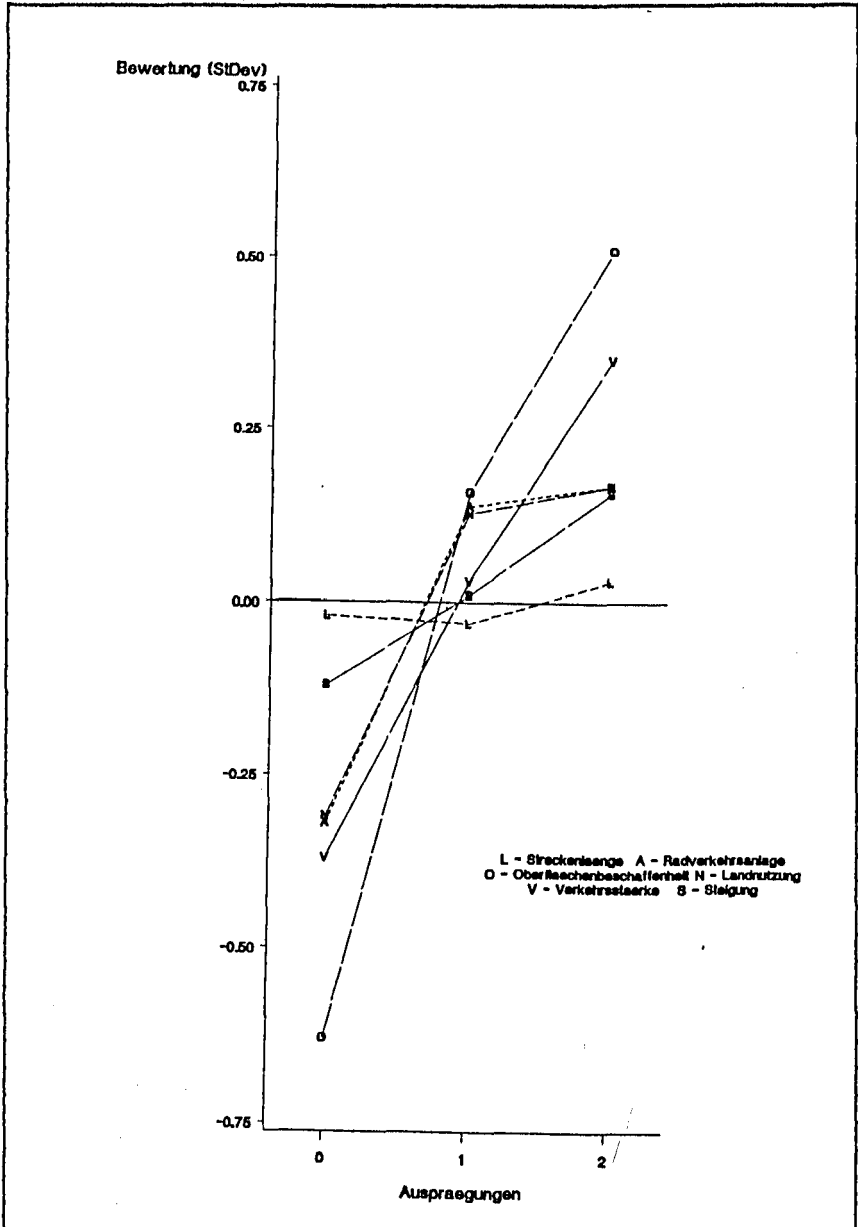


Tabelle 2  
Ergebnisse der Regression

Einflußgrößen	Studenten		Bombay Bicycle Club	
	Koeff.	t <sup>a</sup>	Koeff.	t <sup>a</sup>
Streckenlänge	--b	--	--b	--
Verkehrsstärke				
— stark	-.35	2.1**	-.40	1.9*
— mittel	.17	1.0	.32	1.5+
Steigung				
— 6 %	-.41	2.5**	-.19	.9
— 0 %	.27	1.6*	.15	.7
Landnutzung				
— Industrie	-.49	2.9**	-.47	2.6**
— Park	.14	.9	--b	--
Radverkehrsanlagen				
— Keine	-.48	2.9**	-.50	2.7**
— Radweg	.13	.9	--b	--
Oberflächenbeschaffenheit				
— Schlecht	-.62	3.8**	-.78	3.7**
— Gut	.29	1.8*	.35	1.7*
Konstante	-.45	2.0**	.50	2.1**
R <sup>2</sup>	.42**		.46**	

- <sup>a</sup> Korrigiertes t (Siehe Fußnote 5)  
<sup>b</sup> nicht signifikant für unkorrigiertes t ( $\alpha = .05$ )  
\*\* signifikant bei  $\alpha = .05$   
\* signifikant bei  $\alpha = .10$   
+ signifikant bei  $\alpha = .25$

Mit Hilfe weiterer Regressionsanalysen ließ sich zeigen, daß sich die erfahreneren von den unerfahreneren Studenten in ihrer Bewertung statistisch signifikant unterscheiden. Die erfahreneren Studenten legten, wie die Mitglieder des Fahrradklubs, mehr Gewicht auf die Oberflächenqualität, im Gegensatz zu diesen aber deutlich weniger Gewicht auf die Verkehrsstärken. Hierin zeigt sich vielleicht die höhere Risikobereitschaft der Jüngeren. Die weniger erfahrenen Studenten legten dagegen mehr Wert auf die Verkehrsmengen und die Steigungen.

### *Schlußfolgerungen*

Es konnten Unterschiede zwischen verschiedenen Gruppen von Radfahrern nachgewiesen werden. Die älteren und erfahrenen Mitglieder eines Fahrradklubs bewerten vor allem die Oberflächenqualität und die Verkehrsstärke einer Strecke, während die erfahreneren Studenten nur die Oberflächenqualität in den Vordergrund stellen. Die unerfahreneren Studenten nehmen vor allem die Verkehrsstärken wahr. Die relative Unwichtigkeit des Types der Radverkehrsanlage zeigt die Grenzen auf, auf die eine Politik der Verlagerung der Radverkehrsströme mit dem Bau von Radverkehrsanlagen treffen wird. Nur bei dem Zusammenwirken von niedrigen Verkehrsstärken, guter Oberflächenqualität und dem Bau von Radwegen können unter Umständen Verlagerungen realisiert werden, wobei die bekannte prinzipielle Umwegempfindlichkeit der Radfahrer berücksichtigt werden muß.

#### 4. Schätzung eines binären Verkehrsmittelwahlmodells

Im Rahmen eines abgeschlossenen Gutachtens zur Verbesserung des öffentlichen Personenverkehrs in der Stadt Mühlacker wurde eine Haushaltsbefragung durchgeführt, zu deren Aufgabe die Schätzung eines Verkehrsmittelwahlmodells zwischen MIV und ÖV gehört<sup>14)</sup>.

Da der öffentliche Nahverkehr in Mühlacker in der gesamten Stadt ein relativ einheitliches Angebot hat, schied die Schätzung eines Entscheidungsmodells auf Grundlage von vollzogenen Entscheidungen, die das Potential von Angebotsverbesserungen abgebildet hätten, aus. Es wurde deshalb die Methode der direkten Nutzenmessung angewendet, um dieses Potential abschätzen zu können.

#### *Fragebogen und Befragte*

In Absprache mit dem Auftraggeber wurden die in Tabelle 3 zusammengestellten sechs Einflußgrößen und ihre Ausprägungen ausgewählt. Die Ausprägungen umfassen den gegenwärtigen Zustand mit realisierbaren oberen und unteren Grenzen. Aus den  $2 \cdot 3^5$  möglichen Kombinationen der Ausprägungen wurden 18 in zwei Blocks zu neun Fragen ausgewählt, die die Schätzung der Hauptwirkungen erlauben. Jeder Befragte erhielt neun Fragen und eine Kontrollfrage. Um auch Aussagen über den Einkaufsverkehr machen zu können, wurde der Fragebogen in zwei Varianten verteilt. In der ersten Variante wurden die Befragten aufgefordert, ihre Entscheidung im Rahmen der Fahrt zur Arbeit zu treffen. In der zweiten Variante war der Rahmen die Fahrt zum Einkaufen. Abbildung 8 zeigt ein Beispiel des Fragebogens.

Da vermutet worden war, daß viele Befragte diesen Teil der Befragung nicht beantworten würden, war die Beantwortung freigestellt worden. Überraschenderweise beantworteten 771 der 978 Teilnehmer auch diesen Teil.

Die Befragten stellen nach Alters-, Geschlechts- und Berufsstruktur eine repräsentative Stichprobe der Bevölkerung Mühlackers dar.

14) Leutzbach, W., Axhausen, K.W., Buck, A., Zoellmer, J., Verbesserung ..., a.a.O.

Tabelle 3  
Einflußgrößen und ihre Ausprägungen

Einflußgröße	Ausprägung
Fahrplankontakt	15, 30, 60 min
Haltestellenentfernung	100, 300, 500 m
Fahrzeit des Busses	5, 15, 25 min
Umsteigenotwendigkeit	ja, nein
Preis	1, 2, 3 DM
Fahrzeit des Autos	5, 15, 25 min

### Analyse

Der erste Schritt der Analyse ist die graphische Darstellung der Antworten als Funktion der einzelnen Ausprägungen. In der Abbildung 9 ist der ÖV-Anteil als Funktion der Antwortgrößen aufgetragen. Es zeigt sich, daß die Einflußgrößen in der Regel linear wirken. Nur bei der Einflußgröße „Haltestellenentfernung“ hat der Schritt von 300 zu 500 m Entfernung eine überproportionale Wirkung. Dieses Ergebnis bestätigt die Erfahrung, daß Haltestellenabstände über 300 m auch für kleinere Städte inakzeptabel sind. Im Rahmen dieser hypothetischen Entscheidungssituation zeigt sich, daß der ÖV für den Weg zum Einkaufen weniger gern gewählt wird, als für den Weg zur Arbeit.

Die Wirkung der gegenläufigen Fahrzeitangaben läßt sich am besten in einer gemeinsamen Abbildung darstellen. Abbildung 10 zeigt den ÖV-Anteil als Funktion der Fahrzeitdifferenz zwischen Bus und Automobil. Es zeigt sich, daß der ÖV-Anteil erhöht werden kann, aber daß fast 50% der Befragten auf keinen Fall bereit ist, das Verkehrsmittel zu wechseln.

Die Nutzenfunktionen für das binäre Logit-Modell wurden mit der LOGIST-Prozedur des Statistikpakets SAS geschätzt<sup>15)</sup>. Tabelle 4 faßt die Ergebnisse zusammen. Auf eine Korrektur des Signifikanztests wurde aufgrund der bisherigen Erfahrungen verzichtet.

Alle Einflußgrößen haben einen Einfluß auf die Wahl des Verkehrsmittels. Das Bestimmtheitsmaß von über 0.4 kann als ausreichend für eine Befragung dieser Art angesehen werden. Der Vergleich der beiden Regressionen zeigt, daß die zeitlichen Elemente (Fahrplankontakt, Umsteigenotwendigkeit) bei der Fahrt zur Arbeit, die in der Regel schnell sein soll, eine größere Rolle spielen, als bei der Fahrt zum Einkaufen, während bei dieser der Preis und die Entfernung zur Haltestelle wichtiger sind.

15) SAS Inc., SUGI Supplemental Library User's Guide, 5. Aufl., Cary, N.C. 1986.

Abbildung 8  
Beispiel des Fragebogens

### Zusatzfragebogen

#### BEISPIEL:

Wir möchten Sie bitten, sich zwei mögliche Fahrten vorzustellen.

Gehen Sie dabei davon aus, daß Sie ein Auto zur Verfügung haben.

Sie wollen morgens zur Arbeit oder Schule, und Sie können wählen, ob Sie mit dem Bus oder mit dem Auto fahren. Ihre möglichen Fahrten sehen so aus:

Der Bus kommt alle	Die Haltestelle ist entfernt	Mit dem Bus brauchen Sie	Sie müssen umsteigen	Die Fahrt kostet	Mit dem Auto brauchen Sie	Sie fahren mit dem	
						Bus	Auto
10 min	100 m	5 min	nein	1 DM	25 min	x	
60 min	500 m	25 min	ja	3 DM	5 min		x

Im ersten Fall bietet sich die Benutzung des Busses an; im zweiten Fall die Benutzung des Autos.

Frage:

Stellen Sie sich vor, Sie wollen morgens zur Arbeit oder Schule. Welches Verkehrsmittel wählen Sie, wenn Sie jeweils die folgenden Möglichkeiten hätten:

Gehen Sie dabei davon aus, daß Sie ein Auto zur Verfügung haben.

Bitte beantworten Sie unbedingt alle zehn Fragen!

Der Bus kommt alle	Die Haltestelle ist entfernt	Mit dem Bus brauchen Sie	Sie müssen umsteigen	Die Fahrt kostet	Mit dem Auto brauchen Sie	Sie fahren mit dem	
						Bus	Auto
15 min	100 m	5 min	nein	1 DM	5 min		
15 min	300 m	15 min	ja	3 DM	15 min		
15 min	300 m	15 min	nein	2 DM	15 min		
15 min	500 m	25 min	nein	2 DM	25 min		
30 min	100 m	15 min	nein	2 DM	15 min		
30 min	300 m	25 min	ja	1 DM	25 min		
30 min	500 m	5 min	nein	3 DM	5 min		
60 min	100 m	25 min	nein	3 DM	15 min		
60 min	300 m	5 min	nein	2 DM	25 min		
60 min	500 m	15 min	ja	1 DM	5 min		



Abbildung 9  
 ÖV-Anteil als Funktion der einzelnen Einflußgrößen

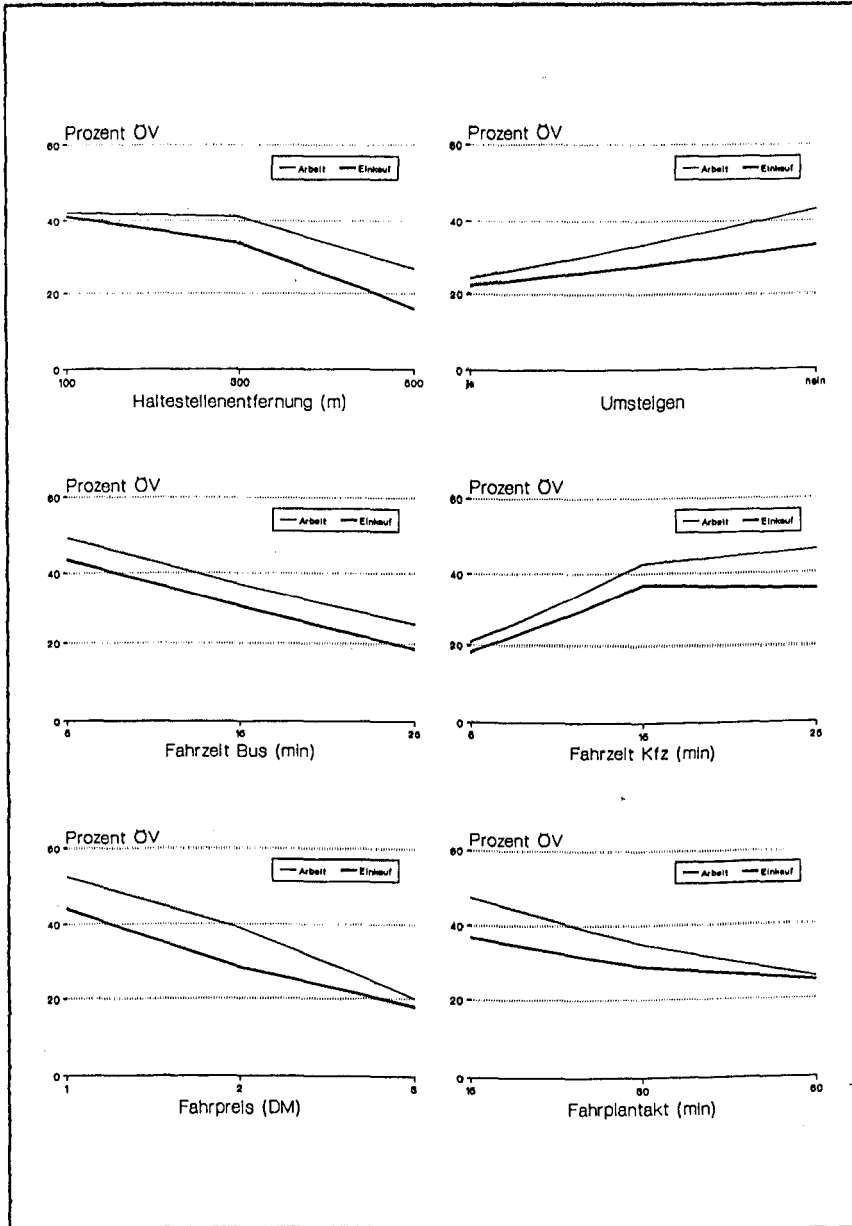


Abbildung 10

ÖV-Anteil als Funktion der Reisezeitdifferenz zwischen Bus und Automobil

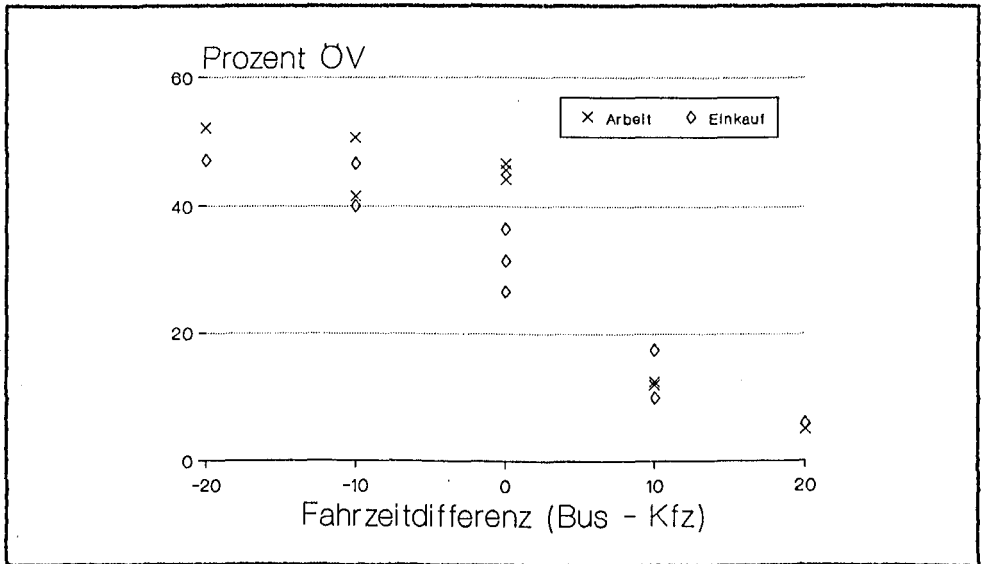


Tabelle 4

Ergebnisse der logistischen Regression

Einflußgröße	Wert für die Fahrt zur Arbeit/Schule ( $\chi^2$ -Wert <sup>a</sup> )	Wert für die Fahrt zum Einkaufen ( $\chi^2$ -Wert <sup>a</sup> )
Konstante	1.966 (112.0)	1.997 (123.0)
Fahrplankontakt	-.030 (140.3)	-.025 (123.8)
Entfernung zur Haltestelle	-.002 (58.9)	-.002 (82.0)
Fahrzeitdifferenz	-.075 (282.3)	-.088 (354.9)
Preis	-.795 (195.1)	-.992 (250.6)
Umsteigen nein	.637 (48.1)	.406 (19.7)
$\rho^2$	.423	.412 <sup>b</sup>
Befragte	348	423

<sup>a</sup>  $\chi^2$  ersetzt t-Statistik

<sup>b</sup>  $\rho^2$  ersetzt Bestimmtheitsmaß

Aus diesen Ergebnissen lassen sich noch keine realistischen Marktanteile berechnen, da die Ergebnisse noch nicht validiert sind (siehe unten). Es lassen sich aber schon Schlüsse über die impliziten Werte der einzelnen Einflußgrößen ziehen (value of time). In Tabelle 5 sind diese Werte für das Beispiel „Umsteigen“ zusammengefaßt. Der Wert von 8.5 min Reisezeitgewinn liegt nahe bei dem bekannten Anhaltswert von 10 min Fahrzeitgewinn für einen Umsteigevorgang.

Tabelle 5  
Vergleich der Einflußgröße Umsteigen

Ein zusätzliches Umsteigen ist so wichtig wie	Fahrt zur Arbeit	Fahrt zum Einkaufen
Min. Fahrzeitgewinn	8.5	4.6
Min. Taktverdichtung	21.2	16.0
Meter Verkürzung der Entfernung zur Haltestelle	318.5	203.0
DM Preissenkung	.80	.41

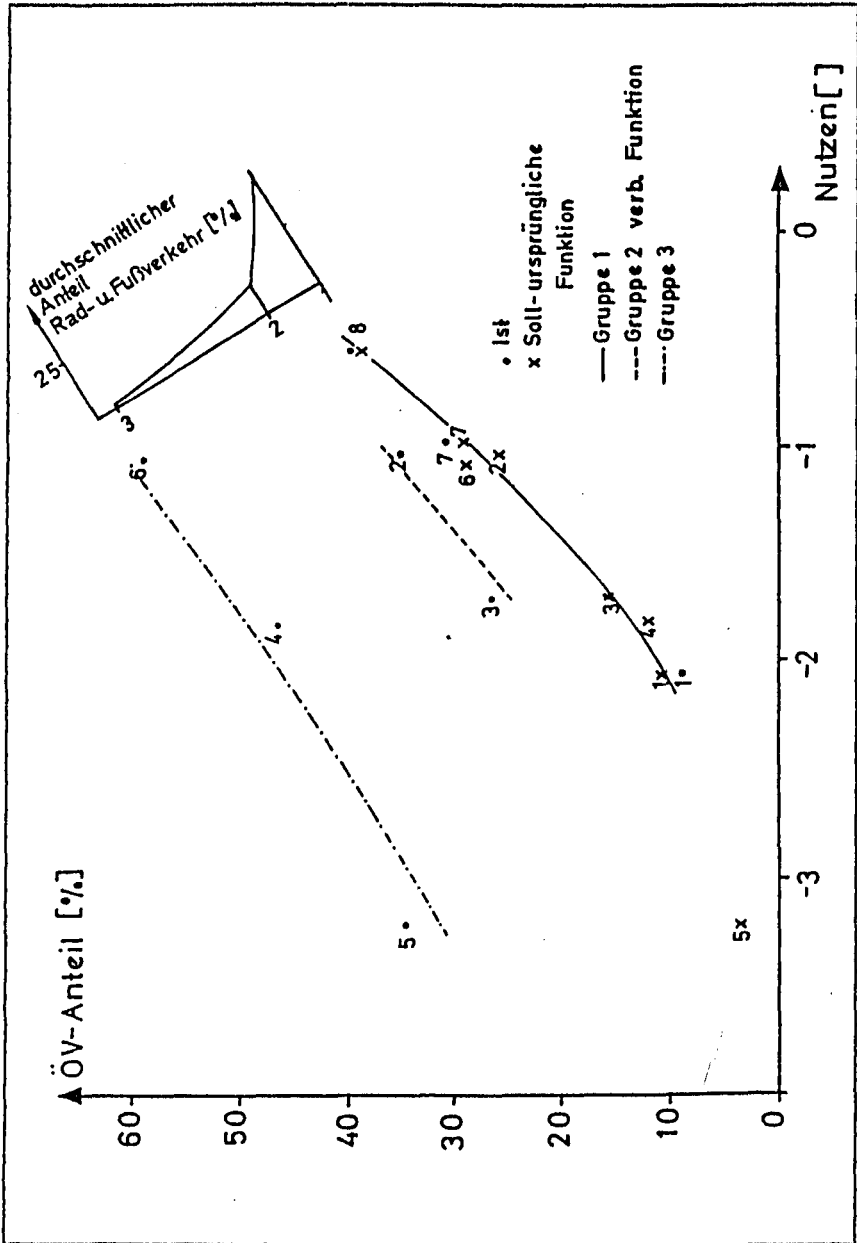
Tabelle 6  
Elemente der Nutzenfunktionen

Nutzenfunktion des Busses $U_b$	Nutzenfunktion des Autos $U_a$
Konstante	Fahrzeitdifferenz
Fahrplankontakt	
Entfernung zur Haltestelle	
Preis	
Umsteigen	

Zur Berechnung der Modal Split-Anteile und zur Validierung muß das Ergebnis der logistischen Regression in die Nutzenfunktionen für den Bus- und für den Automobilverkehr zerlegt werden.

Die Validierung der Ergebnisse verlangt den Vergleich der Nutzenfunktion mit den vollzogenen Entscheidungen. Für sieben Relationen innerhalb Mühlackers wurden unter Annah-

Abbildung 11  
Ergebnisse der Logit-Funktion



men für die realen Ausprägungen der Einflußgrößen die relativen Marktanteile des ÖV's am Gesamtwert von ÖV und MIV bei der Fahrt zur Arbeit/Einkäufen berechnet. Abbildung 11 zeigt die wirklichen und die berechneten Marktanteile des Busses als Punkte und Sterne. Man kann drei Gruppen unterscheiden: die Anteile für die Verkehrsbeziehungen innerhalb der Kernstadt und einem sehr nahe gelegenen Ortsteil werden von der Logit-Funktion sehr gut geschätzt (Punkte 1, 7, 8). Die Anteile zu den etwas weiter entfernten Zielen (Punkte 2, 3), für die die Fußwege und das Rad keine ganz gleichwertige Alternative mehr sind, werden weniger gut vorhergesagt. Für die dritte Gruppe, die weiter außenliegenden Ortsteile (Punkte 4, 5, 6), ist die Vorhersage schlecht. Aber man sieht auch, daß die Logit-Funktion die Tendenz der Veränderung auch für die zweite und dritte Gruppe gut vorhersagt. Die innere Logik der Funktion ist also richtig, nur die absoluten Werte müssen korrigiert werden.

Nach der Methode der „Kleinsten Quadrate“ können zwei Größen  $a$  und  $b$  so berechnet werden, daß die Abweichung der berechneten von den tatsächlichen Anteilen am geringsten wird:

$$U_b = \text{Konstante} + a + b * (\text{Einflußgrößen})$$

$$U_a = b * (\text{Fahrzeitdifferenz})$$

Die Ergebnisse der validierten Logit-Funktion sind ebenfalls in Abbildung 11 eingetragen.

### *Schlussfolgerungen*

Die Methode der direkten Nutzenmessung war in diesem Beispiel in der Lage, mit geringem Aufwand ein Verkehrsmittelwahlmodell für die Abschätzung des ÖV-Marktanteils nach Verbesserungen des Angebots zu schätzen. Ein solches Modell wäre für diese Untersuchung sonst nur durch die schwierige Übertragung von andersweitig geschätzten Parametern verfügbar gewesen.

Das zugegebene komplexe Instrument der direkten Nutzenmessung hat bei den Befragten Anklang gefunden und nicht zu einer auffälligen Reduktion der Rücklaufquote der gesamten Untersuchung geführt (etwa 40% der angeschriebenen Haushalte).

## 5. Zusammenfassung

Anhand von zwei Beispielen wurde das Verfahren der direkten Nutzenmessung erläutert, das im letzten Jahrzehnt Eingang in die Verkehrsplanung gefunden hat. Die direkte Nutzenmessung simuliert Entscheidungen mit Hilfe von Fragebogeninstrumenten, auf denen die interessierende Entscheidungssituation beschrieben wird. Der Untersuchende hat die volle Kontrolle über die Stimuli und kann sicher stellen, daß die Stimuli statistisch unabhängig voneinander sind. Mit der Varianzanalyse und den ökonomischen Entscheidungsmodellen verfügt der Untersuchende über ein sehr weit ausgearbeitetes Instrumentarium, um die Ergebnisse der direkten Nutzenmessung statistisch zu untersuchen.

Der Bezug zu vollzogenen Entscheidungen kann über lineare Korrekturen der Ergebnisse vollzogen werden.

Die direkte Nutzenmessung kann aber nur dort eingesetzt werden, wo der Untersuchende schon ein klares Bild über die bedeutenden Einflußgrößen hat, da er noch weniger als bei der Untersuchung vollzogener Entscheidungen Einflußgrößen nacherheben kann. Die lineare Korrektur kann auch nicht sicherstellen, daß die interne Logik der gefundenen Ergebnisse korrekt ist. Hier ist der Untersuchende auf die Grundannahme der direkten Nutzenmessung angewiesen, die für die simulierte und die reale Entscheidung dieselbe Logik unterstellt.

Die beiden Beispiele zeigten typische Anwendungsfälle für die direkte Nutzenmessung. Im ersten Beispiel, der Beurteilung von Radverkehrsanlagen, wurden mit ihrer Hilfe Nutzenfunktionen hergeleitet, die sonst nur über den extrem teuren Weg der Umlegung herleitbar wären. Die Ergebnisse unterstrichen die Wichtigkeit der Segmentierung der Fahrradfahrer bei der Planung von Radverkehrsanlagen. Die gefundene Bedeutung der Oberflächenqualität und des Verkehrsvolumens zeigt die Grenzen der Beeinflussung von Radfahrern durch Radverkehrsanlagen auf. Im zweiten Beispiel konnte kostengünstig ein Verkehrsmittelwahlmodell geschätzt werden, das in Bereichen gültig ist, die im Untersuchungsraum noch nicht vorhanden sind. Das Modell ist also „policy-sensitive“ und unterstützt damit das Vorhaben, den Nahverkehr des Untersuchungsraums effektiv und kostengünstig zu verbessern.

### Summary

In recent years Direct Utility Assessment has been used increasingly in the English-speaking countries.

A introduction into the theory of Direct Utility Assessment is complemented with two examples of the work of the autor.

The first study on the evaluation of bicycle facilities by cyclists demonstrated that the various groups of cyclists are statistically different in their evaluation. The importance of the surface quality of the facility in comparison with the other considered factors - length of link, volume, slope, land use, type of facility - was stressed.

A binary modal split model for the choice between car and bus was estimated in the second study. The model is based on the results of a recent household survey in Mühlacker (West Germany).

# Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ: Hochrechnung - Gewichtung - Genauigkeitsbeurteilung\*)

VON HEINZ HAUTZINGER

## Inhaltsübersicht

### Vorwort

1. Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ
  - 1.1 Grundlagen
  - 1.2 Charakterisierung der Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ
  - 1.3 Alternative Stichprobendesigns
  - 1.4 Grundprinzipien der Hochrechnung und Genauigkeitsbeurteilung
    - 1.4.1 Design „Unabhängige Teilstichproben“
    - 1.4.2 Design „Partielle Rotation“
2. Erhebungsfehler und ihre Berücksichtigung bei der Hochrechnung
  - 2.1 Fehlertypologie
    - 2.1.1 Stichprobenbedingte Fehler
    - 2.1.2 Verfahrensbedingte Fehler
  - 2.2 Verfahrensbedingte Fehler bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ
    - 2.2.1 Nichtübereinstimmung von Zielkollektiv und Auswahlgesamtheit
    - 2.2.2 Eingeschränkte Objektivität, Reliabilität und Validität des Meßverfahrens
    - 2.2.3 Nichterreichbarkeit eines Teils der Stichprobenhaushalte
    - 2.2.4 Nichtteilnahme (Antwortverweigerung) eines Teils der Stichprobenhaushalte
    - 2.2.5 Angabefehler der Befragten

---

#### *Anschrift des Verfassers:*

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

---

\*) Die vorliegende Arbeit wurde wesentlich gefördert durch die intensiven und fruchtbaren Diskussionen, die mit Unterstützung durch das Bundesverkehrsministerium im Rahmen von zwei speziellen Fachgesprächen geführt worden sind. Teilnehmer an diesen Fachgesprächen waren die Herren Dr. J. Grevsmühl (Bundesverkehrsministerium), Dr. R. Herz (Universität Karlsruhe), Dr. M. Herry (Innovaplan, München), U. Holz (Technische Universität Berlin), H. Kuhfeld (DIW, Berlin), Prof. Dr.-Ing. E. Kutter (Technische Universität Berlin) sowie Frau B. Tassaux (IVT Heilbronn) und der Verfasser.

Der Gedankenaustausch in dieser Diskussionsrunde hat entscheidend zur Vertiefung des Problemverständnisses und damit zur Ausgewogenheit der Darstellung beigetragen. Für den Inhalt der Arbeit zeichnet allerdings allein der Autor verantwortlich.

- 2.3 Gewichtung als Mittel zur Fehlerreduzierung bzw. Fehlerkorrektur
3. Maßnahmen zur Reduzierung des Stichprobenfehlers
  - 3.1 Gebundene Hochrechnung: Regressions- und Verhältnisschätzung
  - 3.2 Nachträgliche Schichtung (Gewichtung im engeren Sinne)
4. Korrektur von ausfallbedingten Verzerrungen
  - 4.1 Verzerrungskorrektur durch nachträgliche Schichtung
  - 4.2 Verzerrungskorrektur auf der Basis von Informationen über das Verhalten von Nichtantwortern
  - 4.3 Extrapolationsmethoden zur Verzerrungskorrektur: Darstellung und Kritik
5. Korrektur von Verzerrungen durch Angabefehler
  - 5.1 Antwortvariabilität ohne Antwortverzerrung
  - 5.2 Antwortverzerrung: Korrektur auf der Basis von Nacherhebungen
  - 5.3 Antwortverzerrung: Korrektur auf der Basis exogener Daten
  - 5.4 Verzerrungskorrektur bei Angabefehlern bezüglich der Zahl der Wege
  - 5.5 Verzerrungskorrektur bei Angabefehlern bezüglich Wegelänge und Wegedauer
  - 5.6 Verzerrungskorrektur bei der Schätzung von verkehrsmittelspezifischen Verkehrsleistungswerten
6. Genauigkeitsbeurteilung bei ungewichteten Daten
  - 6.1 Varianzschätzung unter dem Design „Unabhängige Teilstichproben“
  - 6.2 Praktische Beispiele für die Berechnung von Konfidenzintervallen
  - 6.3 Quantifizierung des Design-Effekts
7. Genauigkeitsbeurteilung bei gewichteten Daten
  - 7.1 Einfluß der Gewichtung auf die Unverzerrtheit der Schätzung
  - 7.2 Einfluß der Gewichtung auf den Standardfehler der Schätzung
  - 7.3 Vereinfachte Fehlerrechnung bei komplexen Stichprobendesigns
  - 7.4 Ein Anwendungsbeispiel
8. Resümee und Ausblick



## 1. Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ

### 1.1 Grundlagen

Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten haben sich im Verlauf der letzten Jahre zu dem vielleicht wichtigsten methodischen Instrument der empirischen Verkehrsforschung entwickelt. Auch für Verkehrsplanung und Verkehrspolitik sind Erhebungen dieser Art unverzichtbare Hilfsmittel zur Maßnahmenentwicklung und Erfolgskontrolle geworden. Soweit es um die Erfassung des tatsächlichen Verkehrsverhaltens von Individuen an einem bestimmten Stichtag geht, haben sich - insbesondere im Fall von Massenstichproben - schriftliche Haushaltsbefragungen in Tagebuchform eindeutig durchgesetzt.

Die meisten der in den letzten Jahren durchgeführten schriftlichen Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten orientieren sich am Design der „Kontinuierlichen Erhebung des Verkehrsverhaltens“ (KONTIV), die erstmals im Zeitraum 1975/76 stattfand und in den Jahren 1982 und 1989 wiederholt wurde (*Sozialforschung Brög*, 1975 und *Socialdata*, 1984). Die KONTIV hatte im In- und Ausland einen so nachhaltigen Einfluß auf die Methoden der empirischen Verkehrsforschung, daß die überwiegende Mehrzahl der seit Mitte der siebziger Jahre durchgeführten Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten als „Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ“ apostrophiert werden können.

Anfänglich wurden Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ ganz überwiegend aus dem Blickwinkel der empirischen Sozialforschung betrachtet, wobei Fragen der Genauigkeit der Merkmalerfassung, also die Validität und Reliabilität der Erfassung des Verkehrsverhaltens, im Vordergrund des Interesses standen. In dem Maße wie das Befragungsinstrument verfeinert und standardisiert wurde, trat dann die Beschäftigung mit Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ unter mehr statistischen Gesichtspunkten (Stichprobenplanung und Hochrechnung) hinzu. Inzwischen haben beide Aspekte, nämlich Meßmethodik und Stichprobenverfahren, eine so breite und tiefgehende Analyse erfahren, daß eine zusammenfassende Beurteilung des erreichten Stands der Wissenschaft notwendig und hilfreich ist.

Mit der vorliegenden Arbeit wird versucht, für die Bereiche

- Hochrechnung,
- Gewichtung und
- Genauigkeitsbeurteilung

bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ einen Überblick über die wichtigsten theoretischen Entwicklungen und praktischen Erfahrungen zu geben. Dabei wird es sich allerdings herausstellen, daß - auch in wichtigen Fragen - vorliegende methodische Ansätze, vor allem wegen mangelnder empirischer Erkenntnisse, noch nicht abschließend beurteilt werden können.

Die Arbeit konzentriert sich auf die Auswertung von Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ, Probleme der Stichprobenplanung werden allenfalls gestreift. Gänzlich ausgeklammert bleiben die Fragen der Meßmethodik. Letzteres bedeutet auch, daß Alternativen zum KONTIV-Design, z. B. kombinierte telefonisch-schriftliche Befragungen, nicht explizit behandelt werden.

### 1.2 Charakterisierung der Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ

Im folgenden wird zunächst eine kurze Charakterisierung der wesentlichen Elemente des KONTIV-Designs gegeben. Die Darstellung lehnt sich an *Socialdata* (1984) an.

Die Auswahleinheit der Befragung ist der (private) Haushalt; im Haushalt wird jede Person ab einem bestimmten Mindestalter befragt. Dabei wird die Altersgrenze in erster Linie durch den Anspruch, daß jede Person den Fragebogen selbst ausfüllen soll, bestimmt. Ziel des *Stichprobenplans* ist es eigentlich, Adressen von Haushalten so auszuwählen, daß jeder Haushalt die gleiche Auswahlchance besitzt. Praktisch ist dies allerdings meist nicht möglich, da es auf nationaler Ebene keine gültige Datei von Haushaltsadressen als Auswahlgrundlage gibt. Es wird deshalb in der Regel eine mehrstufige geschichtete Zufallsstichprobe gezogen, bei der zunächst Gemeinden ausgewählt und innerhalb dieser Gemeinden dann Adressen aus Adreßbüchern herausgegriffen oder per Random-Route ermittelt werden.

Jedem ausgewählten Haushalt wird dann nach einem Zufallsverfahren ein bestimmter *individueller Berichtszeitraum* (häufig ein Stichtag) innerhalb des gesamten Untersuchungszeitraumes (häufig ein Jahr) zugeordnet. Dieses Zuordnungsverfahren ist in der Regel so angelegt, daß die individuellen Berichtstage über den gesamten Untersuchungszeitraum verteilt sind. Die einzelnen Tage des Untersuchungszeitraums müssen dabei nicht unbedingt gleichmäßig mit individuellen Berichtstagen besetzt sein.

Ein Hauptanliegen des KONTIV-Designs ist die *Motivation der Zielpersonen*. Diese erfolgt durch ein ganzes Bündel von Maßnahmen, deren hauptsächlicher Zweck es ist, den Befragten anzusprechen und aufzuklären. Ergänzend hierzu wird vom durchführenden Institut ein Betreuungsservice eingerichtet, um dem Befragten Rückfragen zu ermöglichen.

Mit dem KONTIV-Fragebogen werden drei verschiedene Arten von Informationen erhoben:

- Merkmale des Haushalts,
- soziodemographische Merkmale der Zielpersonen,
- Merkmale des Verkehrsverhaltens der Zielpersonen am Befragungsstichtag (Berichtszeitraum).

Um eine hohe Antwortbereitschaft zu erzielen, wird der Fragebogen bewußt befragtenfreundlich gestaltet. Zur Erreichung einer hohen Antwortgenauigkeit wird versucht, den Fragebogen selbsterklärend zu gestalten. Üblicherweise werden Haushalts- und Personenfragebogen getrennt; die Personen- und die Wegemerkmale werden in Spalten (je Person bzw. je Weg) erhoben. Der individuelle Berichtszeitraum liegt beim KONTIV-Design in der Regel nicht in der Vergangenheit (recall-Technik), er wird dem zu befragenden Haushalt vielmehr im voraus mitgeteilt. Ausnahmen hiervon sind allerdings möglich, insbesondere dann, wenn es um die Erfassung seltener Ereignisse (z. B. Urlaubsreisen) geht.

Im Rahmen der *Feldorganisation* werden mehrere Versandaktionen festgelegt:

- Ankündigung der Erhebung per Postkarte
- Hauptversand der Erhebungsunterlagen
- Erste Erinnerung per Postkarte
- Zweite Erinnerung per Postkarte

- Neuversand der Erhebungsunterlagen
- Dritte Erinnerung per Postkarte.

Dieses Versandsystem hat zum Ziel, gleichzeitig hohe Ausschöpfungsraten und auf *aktuelle* Stichtage bezogene Angaben zum Verkehrsverhalten zu erhalten.

Vor Übernahme der Fragebogen auf Datenträger ist auch beim KONTIV-Design eine *Datenaufbereitung* (Signierung) erforderlich. Diese beinhaltet eine Sichtkontrolle, Verschlüsselung offener Eintragungen, Überprüfung der Wegeketten mit gegebenenfalls plausiblen Korrekturen sowie eine Komplettierung und Konfektionierung der Fragebogen für die Direkterfassung. Die *Datenerfassung* sollte eine formale Prüfung der vorkommenden Zeichen einschließen.

Die so erstellte Rohdaten-Datei wird schließlich durch Gewichtung in die Auswertungsdatei umgesetzt. Üblicherweise entsteht so eine Haushalts-, Personen- und Wegedatei. Jedem Datensatz wird hierbei der Wert einer Gewichtungsvariablen hinzugefügt. Bei der Auswertung von qualitativen Merkmalen werden dann nicht Fälle (Haushalte bzw. Personen bzw. Wege) gezählt, sondern Summen von Gewichten gebildet. Entsprechend werden bei quantitativen Merkmalen vor der Summation der Merkmalswerte diese mit dem Wert der Gewichtungsvariablen multipliziert. Diese Gewichtung ist erforderlich, da

- nicht alle Haushalte die gleiche Auswahlchance besitzen,
- die einzelnen Tage des Untersuchungszeitraums nicht unbedingt gleichmäßig stark besetzt sind,
- zufallsbedingt die Stichprobenverteilungen wichtiger soziodemographischer Merkmale von den entsprechenden Zensusverteilungen abweichen,
- durch Antwortausfälle Verzerrungen entstehen können und schließlich
- durch Angabefehler der Antwortenden Verfälschungen der Hochrechnungsergebnisse möglich sind.

Die Problematik der „richtigen“ Gewichtung ist der zentrale Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

### 1.3 Alternative Stichprobendesigns

Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ sind kontinuierliche Verkehrserhebungen. Die statistischen Designprinzipien für diese Klasse von Erhebungen wurden von *Hautzinger* (1987) näher untersucht. Die nachfolgenden Ausführungen basieren hierauf.

Die Untersuchungseinheiten einer Haushaltsbefragung vom KONTIV-Typ sind je nach Fragestellung meist Haushalte, Personen oder auch Wege. Als Untersuchungsmerkmale treten demgemäß Haushalts-, Personen- und Wegemerkmale auf. Zwischen den verschiedenen Typen von Untersuchungseinheiten besteht eine hierarchische Ordnung dergestalt, daß jede Person eindeutig einem bestimmten Haushalt und jeder Weg eindeutig einer bestimmten Person zugeordnet ist.

Während die soziodemographischen Merkmale eines einzelnen Haushalts oder einer bestimmten Person im Untersuchungszeitraum mehr oder weniger stabil sind, variieren die Ausprägungen der Verkehrsverhaltensmerkmale der Haushalte oder Personen von Tag zu Tag. Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ sollen – wie oben ausgeführt – Informatio-

nen über das „durchschnittliche“ Verhalten einer Population von Haushalten oder Personen während eines bestimmten Zeitraums (zumeist ein Jahr) liefern. Dies bedeutet, daß eine Durchschnittsbildung sowohl über die Haushalte bzw. Personen als auch über die Tage des Untersuchungszeitraums notwendig ist. Damit Schätzungen derartiger Durchschnittswerte möglich sind, wird eine Stichprobe aus der Grundgesamtheit aller „Haushaltstage“ bzw. „Personentage“ benötigt.

Eine Haushaltsbefragung vom KONTIV-Typ wird bei gegebener Grundgesamtheit in stichprobentheoretischer Hinsicht durch die folgenden Merkmale vollständig charakterisiert:

- (1) Zahl der auszuwählenden Haushalte
- (2) Zahl der Berichtstage pro Haushalt
- (3) Verfahren der Auswahl von Haushalten
- (4) Verfahren der Zuordnung von Berichtstagen zu den Haushalten

Nach dem Zuordnungsverfahren (Zuordnung von Berichtstagen zu Haushalten) und der Länge der individuellen Berichtsperiode (Zahl der Berichtstage pro Haushalt) kann man die folgenden Grunddesigns für Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ unterscheiden:

*Design I* Panel-Stichprobe - eine Stichprobe von Haushalten für den gesamten Untersuchungszeitraum

Bei diesem Design berichten die Mitglieder jedes ausgewählten Haushalts über ihr Verkehrsverhalten an jedem Tag des Untersuchungszeitraums. Ein Zuordnungsproblem der oben angesprochenen Art existiert hier nicht, es ist lediglich aus befragungstechnischer Sicht darüber zu entscheiden, ob der Haushalt mehrfach interviewt werden soll oder nur einmal am Ende des Untersuchungszeitraums,

*Design II* Unabhängige Teilstichproben - eine Stichprobe von Haushalten für jeden Abschnitt des Untersuchungszeitraums

Dieses Design besteht darin, daß zunächst die Zahl  $d$  der Berichtstage pro Haushalt festgelegt wird. Umfaßt der Untersuchungszeitraum  $T$  Tage ( $T$  sei ein ganzzahliges Vielfaches von  $d$ ), so werden  $m = T/d$  unabhängige Stichproben aus der Grundgesamtheit der Haushalte gezogen. Alle in die erste Stichprobe gelangten Haushalte berichten über die Tage 1 bis  $d$  des Untersuchungszeitraums. Die zur zweiten Stichprobe gehörenden Haushalte berichten über ihr Verkehrsverhalten an den Tagen  $d+1$  bis  $2d$  des Untersuchungszeitraums usw.

Eine für die Praxis wichtige Modifikation von Design II besteht darin, daß nicht  $m$  unabhängige Stichproben gezogen werden, sondern daß eine Gesamtstichprobe nach einem Zufallsverfahren in  $m$  Teilstichproben zerlegt wird („ineinandergreifende“ Unterstichproben). Unter diesem modifiziertem Design kann ein und derselbe Haushalt nicht gleichzeitig mehreren Teilstichproben zugeordnet sein. Bei kleinem Auswahlatz  $n/N$  kann das modifizierte Design dem Design II gleichgesetzt werden, was die analytische Behandlung ganz erheblich vereinfacht.

*Design III* Rotationsstichproben - teilweise Ersetzung der Haushalte im Verlauf des Untersuchungszeitraums

Dieses Design entsteht wie folgt: Eine Stichprobe von  $n$  Haushalten wird gezogen, und jeder ausgewählte Haushalt berichtet über das Verkehrsverhalten an den Tagen 1 bis  $d$ .

Dann wird eine unabhängige Stichprobe von  $n_2$  Haushalten gezogen, und jeder Haushalt dieser Stichprobe berichtet über die Tage 2 bis  $d+1$  usw. Bei diesem Design berichtet also von allen Haushalten, die über den Tag  $j$  Auskunft geben, ein Teil auch über den Tag  $j-1$ , ein Teil über den Tag  $j-2$  usw. Da von Tag zu Tag ein Teil der Befragten durch neue ersetzt wird, spricht man von einer „Rotationsstichprobe“ bzw. von „partieller Rotation“ der Einheiten.

Die drei bekanntesten Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ, die KONTIV 76, die KONTIFERN (Vorerhebung) und die KONTIV 82 lassen sich leicht in das oben vorgestellte Schema einordnen. Die KONTIV 76 (*Sozialforschung Brög*, 1975) ist eine Stichprobe mit partieller Rotation der Einheiten (Design III). Befragt wurden die Haushalte zu ihrem Verkehrsverhalten an  $d = 2$  bzw.  $d = 3$  aufeinanderfolgenden Tagen. Das Rotationschema geht aus Abbildung 1.1 hervor.

Abbildung 1.1 Rotationschema der Stichprobe KONTIV 76

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di
X	X							
	X	X						
		X	X					
			X	X				
				X	X	X		
					X	X	X	
							X	X

Die KONTIFERN (Vorerhebung) von 1979 wurde als kontinuierliche Verkehrserhebung in 4 Wellen im Abstand von jeweils 3 Monaten durchgeführt (*Socialdata*, 1981). Der Untersuchungszeitraum von einem Jahr war hier nicht in Tage, sondern in Monate gegliedert, und der individuelle Berichtszeitraum umfaßte 12 Monate für Urlaubsreisen und 3 Monate für sonstige Privatreisen. Wie Abbildung 1.2 zeigt, liegt damit bezüglich der Erfassung des Urlaubsreiseverkehrs das Design III (partielle Rotation) und bezüglich der Erfassung des sonstigen Privatreiseverkehrs das Design II (unabhängige Teilstichproben) vor.

Abbildung 1.2 Rotationsschema der Stichprobe KONTIFERN (Vorerhebung)

## - Erfassung Urlaubsreisen -

Welle	Berichtsmonat							
	1	3	6	9	12	15	18	21
1	X	X	X	X	X	X	X	X
2		X	X	X	X	X	X	X
3			X	X	X	X	X	X
4				X	X	X	X	X

## - Erfassung sonstige Privatreisen -

Welle	Berichtsmonat											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	X	X	X									
2				X	X	X						
3							X	X	X			
4										X	X	X

Der Stichprobenplan der KONTIV 82 schließlich ist als eine modifizierte Version von Design II anzusehen (nachträgliche Zuordnung der insgesamt ausgewählten Haushalte zu Berichtstagen). Jeder einzelne ausgewählte Haushalt berichtete über einen Tag des Jahres ( $d=1$ ). Die Umfänge der „Tagesstichproben“ waren dabei nicht gleich, sondern je nach Wochentagstyp unterschiedlich.

Über die relativen Vor- und Nachteile der verschiedenen Designs läßt sich aus stichprobentheoretischer Sicht ganz allgemein folgendes sagen:

1. Zur Schätzung der Veränderung eines Total- oder Mittelwerts von einer Periode zur nächsten ist Design I optimal.
2. Zur Schätzung des Total- oder Mittelwerts über alle Perioden des Untersuchungszeitraums hinweg ist Design II am besten geeignet.
3. Zur Schätzung des jeweils aktuellsten Total- oder Mittelwerts sollte man Design III verwenden.

Bei Verkehrserhebungen können alle drei eben genannten Aufgabenstellungen auftreten. Insofern kann man nicht generell einem bestimmten Design den Vorzug geben. Wichtig ist aber, daß bei der Datenauswertung - und hier insbesondere bei der Fehlerrechnung - das jeweilige Stichprobendesign explizit berücksichtigt wird.

#### 1.4 Grundprinzipien der Hochrechnung und Genauigkeitsbeurteilung

##### 1.4.1 Design „Unabhängige Teilstichproben“

Die Hochrechnung von der Stichprobe auf die Gesamtheit kann als Umkehrung aller „Verkleinerungsprozeduren“ durch die Auswahl betrachtet werden. Sie hat deshalb alle Besonderheiten der Auswahl wie Mehrstufigkeit, Anwendung verschiedener Auswahlsätze in den einzelnen Schichten, variierende Auswahlwahrscheinlichkeiten der Haushalte usw. genau - nur in umgekehrter Richtung - zu wiederholen (*Statistisches Bundesamt, 1960*).

Das Grundkonzept der Hochrechnung und Genauigkeitsbeurteilung bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ soll am Beispiel des Designs II (unabhängige Teilstichproben) dargestellt werden. Es wird dabei von einem Untersuchungszeitraum der Länge  $T = 365$  Tage ausgegangen, und es wird angenommen, daß jeder Haushalt über einen Stichtag ( $d=1$ ) berichtet. Die Zahl der insgesamt zu befragenden Haushalte wird mit  $n$  bezeichnet ( $n$  sei ein ganzzahliges Vielfaches von 365).

In diesem Fall sind  $T = 365$  voneinander unabhängige Stichproben von Haushalten zu ziehen. Der Stichprobenumfang  $n_j$  sei dabei für jeden Tag  $j$  des Jahres derselbe:

$$n_j = n/365 \quad (j=1, \dots, 365)$$

Die Auswahl der Haushalte erfolgt jeweils uneingeschränkt zufällig nach der Ziehungsvorschrift „ohne Zurücklegen“. In diesem Fall hat man es also mit 365 voneinander unabhängigen einfachen Klumpenstichproben zu tun, wobei die einem Haushalt zugeordneten Personen bzw. deren Wege jeweils einen Klumpen bilden.

Bezeichnet man mit  $X_{jk}$  die Ausprägung des Untersuchungsmerkmals bei dem an  $k$ -ter Stelle ausgewählten Haushalt in der Stichprobe für den  $j$ -ten Tag des Jahres, so ist

$$\hat{X}_j = \frac{N}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} X_{jk} = 365 \frac{N}{n} \sum_{k=1}^{n_j} X_{jk}$$

eine erwartungstreue Schätzung des Totals des Untersuchungsmerkmals für den  $j$ -ten Tag. Beispielsweise könnte man so die Gesamtlänge aller Pkw-Fahrten an einem bestimmten Tag  $j$

des Jahres schätzen;  $X_{jk}$  wäre in diesem Fall die Gesamtlänge aller Pkw-Fahrten, die am  $j$ -ten Tag des Jahres von den Mitgliedern des  $k$ -ten Stichprobenhaushalts durchgeführt wurden.

Das Jahrestotal des Untersuchungsmerkmals, also die aggregierte Verkehrsleistung der Pkw-Benutzer, wäre durch

$$(1.4.1) \quad \hat{X} = \sum_{j=1}^{365} \hat{X}_j = 365 \frac{N}{n} \sum_{j=1}^{365} \sum_{k=1}^{n_j} X_{jk}$$

erwartungstreu zu schätzen.

Ganz analog könnte man eine Schätzfunktion  $\hat{Y}$  für die Gesamtlänge aller Wege einschließlich der Pkw-Fahrten bilden. Der Quotient

$$(1.4.2) \quad \hat{R} = \hat{X} / \hat{Y}$$

wäre dann eine Schätzfunktion für die Maßzahl „Anteil der Pkw-Verkehrsleistung an der gesamten Verkehrsleistung“. Bei der ganz überwiegenden Zahl von Schätzproblemen in der Verkehrsforschung geht es um die Schätzung eines Totals gemäß (1.4.1) bzw. einer Verhältniszahl gemäß (1.4.2).

Die Varianzen

$$\text{var}(\hat{X}) \text{ und } \text{var}(\hat{R})$$

der Schätzfunktionen für das Total bzw. das Verhältnis können ebenfalls aus der Stichprobe geschätzt werden, so daß die Berechnung von Konfidenzintervallen möglich wird. Näheres hierzu findet man z. B. bei *Cochran* (1977).

Unter dem Design II ist die Hochrechnung (einschließlich Abschätzung des Stichprobenfehlers) von Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ auch dann mit Standardverfahren der Stichprobentheorie möglich, wenn

- die Auswahl der Haushalte mit ungleichen Wahrscheinlichkeiten erfolgt (z. B. Auswahl von Haushalten aus einer Personenkartei) oder wenn
- eine geschichtete Auswahl von Haushalten - mit gleichen oder variierenden Auswahlchancen - vorgenommen wird (z. B. Schichtung nach dem Haushaltstyp bei Auswahl aus einer Haushaltskartei).

Für die Varianzschätzung in den eben genannten Fällen liegt inzwischen auch schon spezielle Statistik-Software vor (*Hautzinger* und *Schorer*, 1985). Die Schätzungen  $\hat{X}$  und  $\hat{R}$  können mit Hilfe herkömmlicher Statistik-Programmpakete berechnet werden. Jedem Haushalt in der Stichprobe ist dabei ein Hochrechnungsfaktor zuzuordnen, in der Sprache der Statistik-Programmpakete also eine „Gewichtungsvariable“ (caseweight). Unter dem Design II und bei gleichem Stichprobenumfang pro Tag des Jahres hat - gleiche Auswahlchancen vorausgesetzt - jeder Haushalt denselben Hochrechnungsfaktor, nämlich

$$(1.4.3) \quad 365 N/n.$$



Wird der Stichprobenumfang  $n$  nicht gleichmäßig auf die 365 Tage des Jahres verteilt, so hängt der Hochrechnungsfaktor vom Tag innerhalb des Jahres ab. Alle Haushalte, die am  $j$ -ten Tag befragt werden, erhalten hierbei denselben Faktor, nämlich

$$(1.4.4) \quad N/n_j \quad (j=1, \dots, 365).$$

In jedem Fall ist aber die Summe aller  $n$  Hochrechnungsfaktoren gleich  $365N$ , d. h. gleich der Zahl der „Haushaltstage“ in der Grundgesamtheit ( $N$  Haushalte werden über 365 Tage hinweg betrachtet).

Wenn unter dem Design II die Auswahl der Haushalte nach der Ziehungsvorschrift „mit Zurücklegen“ mit variierenden Auswahlchancen erfolgt, etwa mit Auswahlchancen proportional zur Haushaltsgröße, so hängt der Hochrechnungsfaktor von der Haushaltsgröße ab (bei ungleichen Stichprobenumfängen  $n_j$  zusätzlich noch vom Befragungstag innerhalb des Jahres).

Der  $k$ -te Haushalt in der Stichprobe für den  $j$ -ten Tag des Jahres hat dann den Hochrechnungsfaktor

$$(1.4.5) \quad 365 \frac{N}{n} \frac{\bar{z}}{z_k} \quad \text{bzw.} \quad \frac{N}{n_j} \frac{\bar{z}}{z_k},$$

wobei  $z_k$  die Größe (Anzahl Personen) des  $k$ -ten Stichprobenhaushalts und  $\bar{z}$  die mittlere Haushaltsgröße in der Grundgesamtheit ist. Man beachte, daß

$$(1.4.6) \quad N\bar{z}/z_k$$

der Kehrwert der Wahrscheinlichkeit ist, mit welcher der  $k$ -te Haushalt bei einem beliebigen Zug gewählt wird. Die Einführung von Hochrechnungsfaktoren dieser Art wird in der Praxis der empirischen Sozialforschung auch „Gewichtung aus methodischen Gründen“ genannt. Eine Hochrechnung mit Varianzschätzung ist hierbei - wie bereits ausgeführt - problemlos möglich.

Wenn in einem Anwendungsfall unter dem Design II eine einstufige Auswahl von Haushalten nicht durchführbar ist und man mehrstufig vorgehen muß, wird das Hochrechnungsproblem komplizierter. Bei zweistufiger Auswahl beispielsweise, wenn in Stufe 1 Gemeinden und in Stufe 2 Haushalte (aus den ausgewählten Gemeinden) ausgewählt werden, ist eine Punkt- und Intervallschätzung von Totalwerten und Verhältniszahlen jedoch immer noch möglich, wenn

- die Gemeinden mit größenproportionalen Auswahlwahrscheinlichkeiten nach der Ziehungsvorschrift mit Zurücklegen und
- die Haushalte innerhalb der Stichprobengemeinden uneingeschränkt zufällig nach der Ziehungsvorschrift ohne Zurücklegen ausgewählt werden.

Das Schätzproblem bleibt schließlich auch dann handhabbar, wenn sowohl auf der ersten als auch auf der zweiten Stufe geschichtet wird (*Hansen u. a.*, 1953).

Insgesamt, so kann man zusammenfassend feststellen, bietet das Design II gute Voraussetzungen für eine Hochrechnung einschließlich Genauigkeitsbeurteilung, wenn man sich nur an die durch die Stichprobentheorie nahegelegten Vorgehensweisen bei der Auswahl der Haushalte hält.

### 1.4.2 Design „Partielle Rotation“

Wird eine Haushaltsbefragung vom KONTIV-Typ nach dem Design III („partielle Rotation“) durchgeführt, so gestaltet sich zwar nicht die Punkt- wohl aber die Intervallschätzung etwas komplizierter. Dies hängt damit zusammen, daß die Korrelation zwischen dem Verkehrsverhalten eines Haushalts bzw. einer Person in aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten (Tagen, Monaten) explizit berücksichtigt werden muß. Bei partieller Rotation der Stichprobenhaushalte sind die Schätzungen für die Tages- oder Monatstotalwerte nicht voneinander unabhängig. Der Grund hierfür ist, daß sich die Schätzungen für zwei verschiedene Tage bzw. Monate auf teilweise dieselben Befragten stützen. Als Folge hiervon ist die Varianz des Schätzers für ein Jahrestotal oder einen Jahresmittelwert nicht einfach gleich der Summe der Varianzen der entsprechenden Tages- oder Monatsschätzer, man muß vielmehr die Kovarianzen zwischen den Tages- oder Monatsschätzern mit einbeziehen. Dieses Grundprinzip der Schätzung gilt unabhängig vom Auswahlverfahren für die Haushalte.

Das Design „partielle Rotation“ bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ wurde von *Hautzinger* und *Stenger* (1986) näher untersucht. Dort werden Verfahren für die Punkt- und Intervallschätzung

- bei einstufiger geschichteter Zufallsauswahl von Einheiten sowie
- bei zweistufiger Zufallsauswahl von Einheiten mit Schichtung auf der ersten Stufe (Gemeinden)

behandelt.

Es gibt zwei Gründe, weshalb die Hochrechnung und Genauigkeitsbeurteilung in der Praxis meist nicht in reiner Form nach den eben vorgestellten Grundprinzipien durchgeführt werden kann bzw. durchgeführt werden sollte:

1. Die eben skizzierten Standardverfahren berücksichtigen nicht eventuell vorliegende Zusatzinformationen über die Grundgesamtheit.
2. Die Erhebung verläuft in der Regel nicht genau nach Plan, es treten vielmehr Fehler der verschiedensten Art auf, so daß die Voraussetzungen der Standardverfahren nicht erfüllt sind.

Im nachfolgenden Kapitel 2 wird auf die bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ vorkommenden Fehler eingegangen.

## 2. Erhebungsfehler und ihre Berücksichtigung bei der Hochrechnung

### 2.1 Fehlertypologie

#### 2.1.1 Stichprobenbedingte Fehler

Wie bei allen Erhebungen treten auch bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ Fehler auf, die dazu führen, daß die gewonnenen Ergebnisse nicht genau mit dem übereinstimmen, was die Befragung eigentlich hätte erbringen sollen. Eine übersichtliche Darstellung zum Thema „Fehler bei Erhebungen“ findet man z. B. bei *Krug* und *Nourney* (1982), auf die im folgenden Bezug genommen wird. Im Hinblick auf Fehler bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ kann auf die Arbeit von *Wermuth* (1983) verwiesen werden.

Im Idealfall sollte die Befragung die genauen Werte der interessierenden Kennziffern der Verkehrsnachfrage für die Grundgesamtheit aller Haushalte und den gesamten Untersuchungszeitraum (meist 1 Jahr) liefern. Daß dies nicht gelingt, liegt zum einen natürlich daran, daß nur ein sehr kleiner Teil der Haushalte befragt wird und dies auch nur zu einem (oder höchstens einigen wenigen) Tagen des Jahres. Bei 25 Millionen Haushalten und einem einjährigen Untersuchungszeitraum gibt es 9,1 Milliarden „Haushaltstage“ in der Grundgesamtheit. Wenn man 15.000 Haushalte auswählt und zum Verkehrsverhalten an zwei aufeinanderfolgenden Tagen befragt, hat man eine Stichprobe von 30.000 Haushaltstagen. Dies entspricht einem Auswahlsatz von 0,0000032: Von je einer Million Haushaltstagen in der Grundgesamtheit werden in der Stichprobe also nur rund drei Haushaltstage erfaßt.

Die stichprobenbedingte Nichtübereinstimmung zwischen Erhebungsergebnis und eigentlich interessierender Größe wird „Zufallsfehler“, „Auswahlfehler“ oder auch „Stichprobenfehler“ genannt. Präziser wäre es, von „Zufallsschwankung des Schätzwerts“ zu sprechen. Über die Bestimmung des Stichprobenfehlers bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ ist im vorausgegangenen Abschnitt bereits einiges gesagt worden.

Neben dem Zufalls- oder Auswahlfehler (random sampling error) gibt es weitere stichprobenbedingte Fehler, nämlich die Auswahlverzerrungen (sampling biases). Diese sind zurückzuführen auf

- Mängel hinsichtlich der Erhebungsgesamtheit
- Verzerrung durch die Auswahlmethode
- Verzerrung durch die Auswahltechnik
- Verzerrung durch das Schätzverfahren.

Die erstgenannten Mängel gehen vor allem darauf zurück, daß die Auswahlgrundlage (z. B. Personen- oder Haushaltsdatei) nicht ausreichend aktuell ist und so die inzwischen neu hinzugekommenen Erhebungseinheiten zumindest teilweise keine Erfassungschance haben.

Während Verzerrungen durch die Auswahlmethode als solche weniger zu befürchten sind (es wird ja stets nach einem Zufallsauswahlverfahren vorgegangen und nicht etwa nach einer bewußten Auswahl), sind Verzerrungen durch die Auswahltechnik zu erwarten. Dies liegt vor allem daran, daß vielfach – beispielsweise wegen Unzulänglichkeiten der als Auswahlgrundlage dienenden Adreßbücher – die tatsächliche Auswahlwahrscheinlichkeit der einzelnen Haushalte nicht angegeben werden kann.

Verzerrungen können auch vom verwendeten Schätzverfahren herrühren. So liefert bekanntermaßen z. B. das Verfahren der Verhältnisschätzung keine unverzerrten Schätzwerte; das Ausmaß der Verzerrung nimmt allerdings mit wachsendem Stichprobenumfang rasch ab. Wichtig erscheint hier der Hinweis, daß Verzerrungen der Ergebnisse auch durch Einführung von Gewichtungsfaktoren in das Hochrechnungsverfahren entstehen können und zwar auch dann, wenn die Zielsetzung der Gewichtung gerade der Ausgleich von Verzerrungen (z. B. durch Antwortausfälle) ist. Vgl. hierzu Abschnitt 7.1.

### 2.1.2 Verfahrensbedingte Fehler

Neben den stichprobenbedingten Fehlern gibt es eine nahezu unbegrenzte Zahl weiterer Fehlerquellen. Als besonders hilfreich erweist sich im vorliegenden Fall eine Typisierung der Fehler nach der Untersuchungsstufe, in welcher sie auftreten (Böltken, 1976):

1. Fehler bei der Planung und Vorbereitung
  - a) Fehler bei der Bestimmung des Forschungsproblems, des Forschungsobjekts und des Forschungsziels
  - b) Fehler bei der Definition einer dem Forschungsproblem, dem Forschungsobjekt und dem Forschungsziel sowohl räumlich und zeitlich als auch sachlich adäquaten Grundgesamtheit
  - c) Fehler bei der Abfassung des Fragebogens
  - d) Fehler bei der Zusammenstellung der Aufbereitungs- und Auswertungspläne
  - e) Fehler durch schlechte Auswahl sowie unzureichende Ausbildung und Information der Mitarbeiter
  - f) Fehler durch mangelhafte oder sorglose Organisation der Feldarbeit, der Aufbereitungs- und der Auswertungsarbeiten
2. Fehler bei der Auswahl der Erhebungseinheiten
  - a) Verzerrungen der Erhebungsauswahl durch bewußte oder unbeabsichtigte Abweichungen der Mitarbeiter vom festgelegten Auswahlplan
  - b) Verzerrungen der Erhebungsauswahl durch Ausfälle ausgewählter Erhebungseinheiten infolge Nichterreichbarkeit oder Verweigerung
3. Fehler bei der Befragung
  - a) Fehler durch bewußte oder unbeabsichtigte falsche Antworten und Angaben des Befragten
  - b) Fehler durch Mißverständnisse bei der Fragestellung und bei den Antworten sowie durch falsche Einordnung der Antworten und Angaben auf dem Fragebogen
  - c) Fehler durch Verweigerung der Antwort auf einzelne Fragen oder Teile von Fragen
4. Fehler bei der Aufbereitung und Auswertung
  - a) Fehler bei der Verschlüsselung und Übertragung der Angaben sowie der Erstellung von Dateien
  - b) Fehler bei der Datenauswertung, insbesondere durch falsche Anwendung von Statistik-Programmpaketen
  - c) Fehler durch Anwendung falscher oder fehlerhafter Formeln für die Berechnung der Schätzwerte und der Standardfehler
  - d) Fehler bei der Interpretation der Erhebungsergebnisse

Die wichtigsten dieser nicht stichproben-, sondern allgemein verfahrensbedingten Fehler (procedural biases) werden im folgenden Abschnitt näher behandelt.

## 2.2 *Verfahrensbedingte Fehler bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ*

### 2.2.1 Nichtübereinstimmung von Zielkollektiv und Auswahlgesamtheit

Fehler und Ungenauigkeiten resultieren zwangsläufig aus der praktischen Schwierigkeit der Identifizierung von Haushalten als Auswahlseinheiten in einer nicht klar abzugrenzenden Grundgesamtheit. Die Ergebnisse der Volkszählung von 1987 werden zeigen, in welcher Größenordnung die Abweichungen zwischen den registrierten und vorhandenen Einwohnern bzw. Haushalten liegen. Untererfassungen, teilweise aber auch Doppelerfassungen,

insbesondere durch Haushalte mit häufigem Wohnortwechsel, ergeben sich vor allem durch Personen, die sich in Ausbildung oder beim Militärdienst befinden, sowie durch Zweitwohnsitze, die nicht korrekt gemeldet werden.

Daß gerade bei Schülern, Auszubildenden und Studenten ab 18 Jahren Erfassungsprobleme zu befürchten sind, wird bei Verkehrserhebungen durch den in dieser Gruppe besonders hohen Anteil der Angabe „am Stichtag nicht am Wohnort“ unterstrichen. Die Auswahl wird weiterhin verkompliziert durch die steigende Anzahl von alten Menschen, die in Heimen untergebracht sind oder sich größere Teile des Jahres insbesondere im Winter im Ausland aufhalten.

Ungenauigkeiten sind stets auch mit der unscharfen Definition des Begriffs „Haushalt“, der z. B. bei der Haushaltsgründung im elterlichen Haus, beim Zusammenleben unverheirateter Paare oder bei Wohngemeinschaften nicht richtig zu erfassen bzw. auf dem jeweiligen Stand zu halten ist, verbunden. Personen wären so gesehen die besser geeigneten Auswahlmöglichkeiten.

### 2.2.2 Eingeschränkte Objektivität, Reliabilität und Validität des Meßverfahrens

Als wichtigste Gütekriterien für die Qualität eines wissenschaftlich fundierten Meßverfahrens werden üblicherweise

- Objektivität
- Reliabilität (Zuverlässigkeit) und
- Validität (Gültigkeit)

genannt (Roth, 1987). Objektivität wird dabei bestimmt als Grad, in welchem die Meßergebnisse hinsichtlich ihres Zustandekommens, ihrer Auswertung und ihrer Interpretation vom Wissenschaftler, der die Messung durchführt, sowie von der Meßsituation unabhängig sind. Unter der Reliabilität wird der Grad der Genauigkeit verstanden, mit der ein bestimmtes Persönlichkeits- oder Verhaltensmerkmal gemessen wird, gleichgültig, ob das Meßverfahren die Messung eben dieses Merkmals für sich beansprucht; es geht also um die formale Exaktheit der Merkmalerfassung. Die Validität schließlich gibt den Grad der Genauigkeit an, mit welchem ein Meßverfahren gerade dasjenige mißt, was es zu messen vorgibt; hierbei wird meist zwischen Inhaltsvalidität, Kriteriumsvalidität und Konstruktvalidität unterschieden.

Es kann an dieser Stelle nicht in allen Einzelheiten auf die eben angesprochenen Fehlerquellen eingegangen werden. Als wichtiges Problemfeld muß jedoch die „wegeorientierte“ Erfassung des individuellen Verkehrsverhaltens mit Hilfe des KONTIV-Fragebogens erwähnt werden. Zwar liefert der Bezug zum Tagesablauf (1. Weg, 2. Weg usw.) für den Befragten eine gute Orientierungshilfe beim Ausfüllen des Fragebogens, doch läßt der Begriff „Weg“ ohne präzisierende Hinweise auf dem Fragebogen beim Befragten zweifellos einen gewissen Interpretationsspielraum offen.

Grundsätzlich kann wohl davon ausgegangen werden, daß der Begriff „Weg“ von den Befragten durchaus unterschiedlich interpretiert wird, was eine Einschränkung der Validität des Erhebungsverfahrens darstellt. Die Einkaufs-„Rundtour“ mit 7 Wegen, von denen 5 Wege lediglich über kurze Distanzen von Geschäft zu Geschäft führten, wird wohl selten vollständig berichtet werden. Neben den Wegen beim Verbinden mehrerer Einkaufsaktivi-

täten - insbesondere zu Fuß und zu Läden, in denen dann doch kein Einkauf getätigt wurde, - dürften Wege im Zuge längerer dienstlich-geschäftlicher Wegeketten solche sein, die im Fragebogen häufig nicht angegeben werden.

Obwohl also mit der wegeorientierten Erfassung des Verkehrsverhaltens offenkundig bestimmte Probleme verbunden sind, ist derzeit für Befragungen vom KONTIV-Typ kein tragfähiges alternatives Erhebungskonzept in Sicht. Als Konsequenz hieraus bietet es sich an, bei der Datenauswertung anstelle von einzelnen Wegen nur noch ganze „Ausgänge“, also Folgen von Wegen mit der Eigenschaft, daß die Quelle des ersten Wegs der Folge mit dem Ziel des letzten Wegs der Folge identisch ist, zu betrachten. Die wichtigsten Merkmale wie Uhrzeit Beginn/Ende, Länge und Dauer dürften aus den Angaben im KONTIV-Fragebogen zuverlässiger für Ausgänge als für Wege zu ermitteln sein.

Wählt man Ausgänge anstelle von Wegen als Analyseeinheiten, so wird allerdings das Merkmal „Zweck“ ein Merkmal mit Mehrfachnennungen, was die Auswertungen komplizierter werden läßt. Beim Merkmal „Benutztes Verkehrsmittel“ verschärft sich die auch schon beim Wegekonzept bestehende Mehrfachnennungsproblematik. Patentlösungen gibt es hier also nicht. Welchem Konzept der Vorzug zu geben ist, muß vor dem Hintergrund der jeweiligen Fragestellung entschieden werden.

Außer durch die eingeschränkte Validität der Befragungsergebnisse - auf Reliabilitätsfragen wird im Zusammenhang mit den sogenannten Angabefehlern noch eingegangen - entstehen Komplikationen bei der Hochrechnung dadurch, daß bei einem Teil der in die Stichprobe gelangten Haushalte die Ausprägungen der Untersuchungsmerkmale überhaupt nicht festgestellt werden können, weil die betreffenden Haushalte entweder nicht erreichbar sind oder die Teilnahme an der Befragung verweigern. Diese beiden Fehlerquellen werden nachfolgend untersucht.

### 2.2.3 Nichterreichbarkeit eines Teils der Stichprobenhaushalte

Bei einem Teil der in die Stichprobe gelangten Haushalte ist eine Feststellung der Ausprägungen der Untersuchungsmerkmale nicht möglich, weil die betreffenden Haushalte nicht erreichbar sind. In der KONTIV 82 waren dies immerhin 14 Prozent aller Haushalte. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von „unechten“ oder „qualitätsneutralen“ Ausfällen, wohinter sich die Hoffnung verbirgt, daß die Wahrscheinlichkeit der Nichterreichbarkeit für alle Haushalte in der Grundgesamtheit dieselbe ist (unter der Bedingung, daß der Haushalt in die Stichprobe gelangt). Wie empirische Ergebnisse von *Wermuth* und *Maerschalk* (1983) zeigen, ist diese Wahrscheinlichkeit aber zumindest von der Haushaltsgröße abhängig: Als Folge einer mit abnehmender Haushaltsgröße steigenden Wohnstandortmobilität weisen insbesondere Einpersonenhaushalte eine überdurchschnittliche Nichterreichbarkeit auf.

Da es sich hier um ein allgemeines Problem jeder Befragung handelt, kann auf die entsprechende Literatur verwiesen werden. Soweit die Verteilungen bestimmter soziodemographischer Merkmale in der Grundgesamtheit (in guter Näherung) bekannt sind, können diese zur Bestimmung der wirklichen Auswahlätze für die Hochrechnung benutzt werden (vgl. Abschnitt 3.2).

Daß dem Problem der Nichterreichbarkeit Aufmerksamkeit zu schenken ist, zeigt folgendes Beispiel. In einer Berliner Befragung von 1986 wurde ein Test der Zuverlässigkeit der Post durchgeführt. Eine Reihe von bewußt falsch adressierten Schreiben (einschließlich Erinnerungsschreiben) wurden dabei von der Post *nicht* an den Absender zurückgesandt. Aus diesem und ähnlichen anderen „Versuchen“ folgt die Notwendigkeit von Kontrollmechanismen und Kontrollerhebungen. Derzeit scheint es wenig sinnvoll, in diesem Bereich mit speziellen Korrekturfaktoren zu arbeiten, da die empirische Basis hierfür völlig unzureichend ist (Kutter und Holz, 1987).

#### 2.2.4 Nichtteilnahme (Antwortverweigerung) eines Teils der Stichprobenhaushalte

Von einem weiteren Teil der in die Stichprobe gelangten Haushalte sind die Ausprägungen der Untersuchungsmerkmale wegen Verweigerung der Teilnahme an der Befragung nicht bekannt. Bei der KONTIV 82 hat letztlich rund ein Drittel aller erreichbaren Haushalte die Teilnahme an der Erhebung verweigert.

Geht man - unter Vernachlässigung des stochastischen Charakters der Antwortausfälle - vereinfachend von der Modellvorstellung aus, daß die Grundgesamtheit  $G$  der Haushalte in 3 Schichten gegliedert ist, nämlich

- nicht erreichbare Haushalte ( $G_1$ )
- erreichbare, aber nicht teilnahmebereite Haushalte ( $G_2$ )
- erreichbare und teilnahmebereite Haushalte ( $G_3$ )

so liefert eine Zufallsstichprobe mit fest vorgegebenem Umfang  $n$  insgesamt

- $n_1$  Haushalte aus Schicht  $G_1$
- $n_2$  Haushalte aus Schicht  $G_2$
- $n_3$  Haushalte aus Schicht  $G_3$

wobei  $n_1$ ,  $n_2$  und  $n_3$  zufallsabhängige Größen sind, die sich aber zu  $n$  aufsummieren (Cochran, 1977, S. 359 f).

Informationen zum Verkehrsverhalten liegen nach Durchführung der Erhebung nur für die  $n_3$  Haushalte aus Schicht  $G_3$  vor. Statistische Schlußfolgerungen sind also nur in bezug auf  $G_3$ , nicht aber in bezug auf die Grundgesamtheit  $G$  möglich. Diese Einschränkung wäre unproblematisch, wenn die Untersuchungsmerkmale - insbesondere natürlich die Verkehrsverhaltensmerkmale - in den Teilgesamtheiten  $G_1$ ,  $G_2$  und  $G_3$  jeweils dieselbe Verteilung besäßen. Dies kann aber nicht ohne weiteres angenommen werden.

In der bereits zitierten Arbeit von Wermuth und Maerschalk (1983) wird u. a. dargestellt, daß

- antwortende Haushalte eine überdurchschnittliche Haushaltsgröße aufweisen,
- Personen aus antwortenden Haushalten tendenziell älter sind als Personen aus nicht antwortenden Haushalten und
- Personen aus antwortenden Haushalten häufiger erwerbstätig sind als Personen aus nicht antwortenden Haushalten.

Solche Abhängigkeiten der Antwortwahrscheinlichkeit von soziodemographischen Strukturmerkmalen der Haushalte können durch Vergleich der Stichprobenverteilungen dieser Merkmale mit den entsprechenden Zensusverteilungen entdeckt werden. Wenn die Ant-

wortbereitschaft in dieser Weise zwischen verschiedenen Teilgruppen von Haushalten variiert, wird in der Regel die Stichprobe verzerrt sein: Haushaltsgruppen mit hoher Antwortbereitschaft sind überrepräsentiert, solche mit niedriger Antwortbereitschaft unterrepräsentiert. In dem Maße, wie die Merkmale, welche die Antwortbereitschaft beeinflussen, mit den Verkehrsverhaltensmerkmalen im Zusammenhang stehen, sind natürlich auch die Stichprobenergebnisse zum Verkehrsverhalten verzerrt. Wenn es zutrifft, daß die Antwortbereitschaft von Alter und Erwerbstätigkeit der Haushaltsmitglieder abhängt, wäre dies zweifellos eine Quelle von Verzerrungen der oben genannten Art.

Weitere Verzerrungen können entstehen, wenn die Antwortbereitschaft nicht nur von soziodemographischen Haushaltsmerkmalen, sondern zusätzlich noch von Verkehrsverhaltensmerkmalen der Haushaltsmitglieder abhängt. Ob es bei gegebenen soziodemographischen Merkmalen einen Zusammenhang zwischen Verkehrsverhalten und Antwortbereitschaft gibt, kann nur durch entsprechende Befragungen von Nichtantwortern geklärt werden. Solche Kontrollerhebungen liegen derzeit aber zumindest für die Bundesrepublik Deutschland noch nicht vor. Insofern haben gelegentlich geäußerte Vermutungen, wonach

- Haushalte mit extremen „Vielfahrern“ und andererseits
- Haushalte mit vorwiegend immobilen Personen

überdurchschnittlich häufig die Teilnahme verweigern (*Wermuth*, 1985) derzeit noch vorläufigen Charakter.

Das weitgehende Fehlen gesicherter empirischer Erkenntnisse über Verhaltensunterschiede zwischen Personen aus antwortenden und nicht antwortenden Haushalten macht die Berücksichtigung des Non-Response-Problems bei der Hochrechnung schwierig. Soweit es sich um Verzerrungen handelt, die durch Abhängigkeiten zwischen Antwortbereitschaft und soziodemographischen Haushaltsmerkmalen entstehen, kann - zumindest teilweise - durch nachträgliche Schichtung (vgl. Abschnitt 3.2) Abhilfe geschaffen werden. Gibt es zusätzlich noch direkte Zusammenhänge zwischen Verkehrsverhalten und Antwortbereitschaft, könnte man an die Einführung geeigneter, empirisch ermittelter Korrekturfaktoren denken (vgl. Abschnitt 4). In dieser durch erhebliche Unsicherheiten gekennzeichneten Situation wurde von *Wermuth* und *Maerschalk* (1983) eine Extrapolationsmethode vorgeschlagen, welche von einem Zusammenhang zwischen Verkehrsverhalten und Antwortgeschwindigkeit ausgeht. Von *Socialdata* wurde dieses Verfahren bei der Hochrechnung der KONTIV 82 (und nachträglich auch bei der KONTIV 76) in extensiver Form angewandt. Näheres hierzu findet sich in Abschnitt 4.3.

Die Vielschichtigkeit des Non-Response-Problems sei noch an folgendem Beispiel demonstriert. In der Schweiz fand im Zusammenhang mit dem nach KONTIV-Design durchgeführten Mikrozensus „Verkehr und Umwelt“ 1984 eine telefonische Befragung eines Teils der Haushalte, die die Teilnahme an der schriftlichen Befragung verweigert hatten, statt. Hierbei zeigte sich nach Angaben des Schweizerischen Bundesamts für Statistik, daß viele dieser „Antwortverweigerer“ die Teilnahme an der Befragung gar nicht prinzipiell ablehnten, sondern ganz einfach mit der schriftlichen Erhebungsform Schwierigkeiten hatten: Im Telefoninterview waren rund zwei Drittel der „Antwortverweigerer“ auskunftsbereit. Diese Beobachtung unterstreicht eindringlich die Notwendigkeit empirischer Studien zur Antwortbereitschaft bei Verkehrserhebungen vom KONTIV-Typ.



### 2.2.5 Angabefehler der Befragten

Idealerweise sollten die teilnahmebereiten (d. h. antwortenden) Haushalte zu allen Fragen im Fragebogen vollständige und korrekte Angaben machen. Dies ist, wie man weiß, nicht der Fall. Solche Nichtübereinstimmungen zwischen der angegebenen und der „wahren“ Merkmalsausprägung werden Angabefehler (response error) genannt. Auch das Fehlen oder die Unvollständigkeit von Angaben zu Untersuchungsmerkmalen wird man als Angabefehler betrachten.

Um zu einer Klassifikation der Angabefehler bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ zu kommen, ist es zweckmäßig, von den hierarchisch geordneten Untersuchungseinheiten

- Haushalt
- Person
- Ausgang
- Weg (Aktivität)

auszugehen: Zum Haushalt gehört mindestens eine Person, jede Person hat am Stichtag eine bestimmte Anzahl (einschließlich Null) Ausgänge durchgeführt und jeder Ausgang umfaßt eine bestimmte Anzahl von Wegen bzw. Aktivitäten. Da die Untersuchungseinheiten Träger bestimmter Merkmale sind, hat man es also mit Haushalts-, Personen-, Ausgangs- oder Wegemerkmalen zu tun. Bei den Haushalts- und Personenmerkmalen muß noch zwischen soziodemographischen Variablen und Verkehrsverhaltensmerkmalen unterschieden werden.

Angabefehler können nun auf zwei Arten entstehen: Von „einheitenbezogenen“ Angabefehlern wird man dann sprechen, wenn innerhalb eines Haushalts bestimmte Einheiten (Personen, Ausgänge, Wege) nicht angegeben werden, obwohl sie eigentlich angegeben werden müßten, bzw. wenn – was aber wohl nur selten vorkommt – bestimmte Einheiten angegeben werden, obwohl sie nicht angegeben werden dürften. Wenn innerhalb eines Haushalts eine Person fehlt, so fehlen automatisch auch deren Ausgänge und Wege; fehlt bei einer bestimmten Person ein Ausgang, so fehlen auch die diesem Ausgang zugeordneten Wege. Nach derzeitigem Kenntnisstand dürften

- das Fehlen von Ausgängen (und dazu gehörenden Wegen) sowie
- das Fehlen von Wegen

innerhalb eines Haushalts bzw. seiner Personen die häufigsten einheitenbezogenen Angabefehler sein.

Ein „merkmalsbezogener“ Angabefehler liegt demgegenüber vor, wenn bei einem Haushalts-, Personen-, Ausgangs- oder Wegemerkmal die Merkmalsausprägung gemäß Antwort im Fragebogen nicht mit der tatsächlich richtigen oder „wahren“ Merkmalsausprägung übereinstimmt. Das Fehlen einer eigentlich notwendigen Angabe zu einem Merkmal sowie die Unterlassung eigentlich erforderlicher Nennungen bei Merkmalen mit Mehrfachnennung wird, wie bereits ausgeführt, auch als Angabefehler betrachtet.

Merkmalsbezogene Angabefehler sind naturgemäß bei allen Merkmalen möglich. Von besonderer praktischer Bedeutung sind bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ aber — falsche bzw. fehlende Angaben zur Wegelänge sowie zur Wegedauer (*Wermuth und Maerschalk*, 1981) sowie das

– Unterlassen der Nennung „zu Fuß“ beim Wegemerkmals „Benutztes Verkehrsmittel“, bei welchem Mehrfachnennungen möglich sind (Hautzinger und Tassaux, 1989).

Im folgenden wird gezeigt, welche prinzipiellen Möglichkeiten der Fehlerreduzierung bzw. Fehlerkorrektur zur Verfügung stehen.

### 2.3 Gewichtung als Mittel zur Fehlerreduzierung bzw. Fehlerkorrektur

Nach diesen Ausführungen über Erhebungsfehler ist es naheliegend, das Hochrechnungsverfahren so zu gestalten, daß einerseits der stichprobenbedingte Zufallsfehler der Schätzung reduziert und andererseits Auswahlverzerrungen sowie Verzerrungen durch verfahrensbedingte Fehler nach Möglichkeit korrigiert werden. Beide Forderungen führen dazu, daß Hochrechnung und Genauigkeitsbeurteilung nicht nach den in Abschnitt 1.4 dargestellten Standardverfahren durchgeführt werden können.

Die Reduzierung des Zufallsfehlers bzw. die Korrektur von Verzerrungen setzt die Verfügbarkeit von Zusatzinformationen voraus. Hier kann zwischen

- Zusatzinformationen über die Grundgesamtheit und
- Zusatzinformationen über die Natur der Erhebungsfehler

unterschieden werden. Erstere stammen aus Totalerhebungen der amtlichen Statistik („Zensus-Zahlen“), letztere aus entsprechenden Zusatz- oder Kontrollerhebungen zur Haushaltsbefragung.

Geht man einmal vom Erhebungsdesign II (unabhängige Tagesstichproben) aus, so führt rechenstechnisch die Einbeziehung von Zusatzinformationen mit dem Ziel der Fehlerreduzierung bzw. Fehlerkorrektur dazu, daß in Formel (1.3.1) anstelle der Stichprobenwerte

$$X_{jk} \quad (k=1, \dots, n_j; j=1, \dots, 365)$$

( $X_{jk}$  bezeichnet die Ausprägung des Untersuchungsmerkmals - z. B. Zahl der Pkw-Fahrten - bei dem an  $k$ -ter Stelle ausgewählten Haushalt in der Stichprobe für den  $j$ -ten Tag des Jahres) modifizierte Werte

$$(2.3.1) \quad X_{jk}^* = w_{jk} X_{jk}$$

verwendet werden. Die Faktoren  $w_{jk}$  werden „Gewichte“ oder „Gewichtungsfaktoren“ genannt. Die Einbeziehung solcher Faktoren in das Hochrechnungsverfahren kann allgemein als „Gewichtung“ bezeichnet werden.

Sei  $x$  ein zu schätzender Totalwert, beispielsweise das Jahrestotal der Fußgänger-Verkehrsleistung. Indem man von der ungewichteten Schätzung  $\hat{X}$  zur gewichteten Schätzung  $\hat{X}^*$  übergeht, erhofft man einerseits eine Reduzierung des Zufallsfehlers: Man versucht die Gewichte  $w_{jk}$  so zu wählen, daß

$$(2.3.2) \quad \text{var}(\hat{X}^*) < \text{var}(\hat{X})$$

gilt. Andererseits soll eine eventuelle Verzerrung der Schätzung zumindest teilweise korrigiert werden: Die Gewichtung soll also dazu führen, daß

$$(2.3.3) \quad |E(\hat{X}^*) - x| < |E(\hat{X}) - x|.$$

Im Idealfall sollte die gewichtete Schätzung unverzerrt sein, d. h. es sollte  $E(\hat{X}^*) - x = 0$  gelten.

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, daß die Verzerrung

$$(2.3.4) \quad B = E(\hat{X}) - x$$

immer im Zusammenhang mit dem Standardfehler der Schätzung

$$(2.3.5) \quad \sigma_{\hat{X}} = \sqrt{\text{var}(\hat{X})}$$

gesehen werden muß. Generell gilt, daß bei normalverteiltem Schätzer der Einfluß der Verzerrung auf die Schätzung vernachlässigt werden kann, solange

$$(2.3.6) \quad |B| < 0.1 \sigma_{\hat{X}}$$

ist. Selbst wenn  $|B| < 0.2 \sigma_{\hat{X}}$  gilt, sind die Auswirkungen der Verzerrung noch vergleichsweise begrenzt (Cochran, 1977, S. 13-15).

Wird die Verzerrung durch das Schätzverfahren (Verhältnisschätzung) verursacht, so kann eine obere Schranke für  $B/\sigma_{\hat{X}}$  mathematisch bestimmt werden und bei hinreichend großem Stichprobenumfang ist sichergestellt, daß Bedingung (2.3.6) erfüllt ist. Bei ausfallbedingten Verzerrungen und Verzerrungen durch Angabefehler ist es dagegen meist nicht möglich zu entscheiden, ob Bedingung (2.3.6) eingehalten wird oder nicht.

Im folgenden wird nun gezeigt, durch welche Arten von Gewichtung Genauigkeitsgewinne bei der Hochrechnung von Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ möglich sind.

### 3. Maßnahmen zur Reduzierung des Stichprobenfehlers

#### 3.1 Gebundene Hochrechnung: Regressions- und Verhältnisschätzung

Eine gebundene Hochrechnung ist möglich, wenn bei den Untersuchungseinheiten zusätzlich zum Untersuchungsmerkmal noch ein weiteres Merkmal (Hilfs- oder Basismerkmal) erfaßt wurde, dessen Totalwert aus einer anderen Erhebung bekannt ist. Sofern Untersuchungs- und Basismerkmal miteinander korrelieren, liefert eine gebundene Hochrechnung Schätzwerte für das arithmetische Mittel bzw. das Total des Untersuchungsmerkmals, welche gegenüber den Schätzwerten bei freier Hochrechnung einen kleineren Zufallsfehler besitzen (Stenger, 1986, S. 61 ff).

Die gebundene Hochrechnung kann immer in Form einer *Regressionschätzung* durchgeführt werden. Neben dem Totalwert des Basismerkmals in der Grundgesamtheit wird hierfür noch die Steigung der Regressionsgeraden (Untersuchungsmerkmal in Abhängigkeit vom Basismerkmal) benötigt. Vielfach ist diese Steigung nicht genau bekannt, sondern muß vielmehr aus der Stichprobe selbst geschätzt werden.

Wenn der korrelative Zusammenhang zwischen Untersuchungs- und Basismerkmal positiv ist und außerdem die Regressionsgerade durch den Ursprung des Koordinatensystems geht, bringt eine *Verhältnisschätzung* bei geringerem technischen Aufwand dieselben Genauigkeitsvorteile wie die Regressionschätzung. Damit die Verhältnisschätzung gegenüber einer freien Hochrechnung vorteilhaft ist, darf allerdings die Variabilität des Basismerkmals

(gemessen durch den Variationskoeffizienten) nicht wesentlich größer sein als die Variabilität des Untersuchungsmerkmals (Barnett, 1984, S. 61 f). Wenn man im Rahmen des Erhebungsdesigns II die Ausprägungen des Untersuchungsmerkmals mit  $X_{j,k}$  und die Ausprägungen des Basismerkmals mit  $Y_{j,k}$  bezeichnet, so ist der Verhältnisschätzwert für das Total  $x$  des Untersuchungsmerkmals durch

$$(3.1.1) \quad \hat{X}_{\text{c r h}} = (\hat{X}/\hat{Y})y = \hat{R}y$$

gegeben, wobei  $y$  den als bekannt vorausgesetzten Grundgesamtheitstotalwert des Basismerkmals bezeichnet.

Durch gebundene Hochrechnung kann die Schätzgenauigkeit natürlich nur dann wirklich verbessert werden, wenn der Totalwert des Basismerkmals genau bekannt ist. Hier ergeben sich in der Praxis der Verkehrsstatistik aber nicht unerhebliche Probleme:

- a) Die Zahl der möglichen Basismerkmale ist nicht sehr groß, da nur für relativ wenige in Betracht kommende Merkmale der Totalwert mit hinreichender Genauigkeit aus der amtlichen oder halbamtlichen Statistik bekannt ist. In dieser Hinsicht kann man vor allem an den Pkw-Besitz als Basismerkmal denken, aber selbst hier gibt es nicht zu unterschätzende Abgrenzungsprobleme (Hautzinger, 1986). Totalwerte aus VÖV- oder DB-Statistiken sind wegen spezieller Modalitäten der Erhebungen wohl nur in Ausnahmefällen verwertbar.
- b) Die interessierenden Total- oder Mittelwerte sind in der Regel nach bestimmten Aufgliederungsmerkmalen differenziert zu schätzen. Dies bedeutet aber, daß auch das Total des Basismerkmals in der entsprechenden Aufgliederung vorliegen muß. Eine Verhältnisschätzung, z. B. der jährlichen Verkehrsleistung von Pkw-Benutzern gegliedert nach der Gemeindegröße des Wohnorts, setzt also die Kenntnisse des Pkw-Bestands gegliedert nach Gemeindegrößenklassen voraus. Totalwerte von Basismerkmalen sind jedoch, wenn überhaupt, meist nur in wenigen Aufgliederungen sachlicher, räumlicher oder zeitlicher Art verfügbar.

Insgesamt, so kann man feststellen, sind der Verhältnisschätzung bei Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ vergleichsweise enge Grenzen gesetzt, da nur selten die für die Verhältnisschätzung benötigten Zusatzinformationen (Total des Basismerkmals, gegebenenfalls in geeigneter Aufgliederung) verfügbar sind. Dies kann nicht weiter verwundern, da ja die genannten Haushaltsbefragungen gerade wegen des eklatanten Informationsdefizits der amtlichen Personenverkehrsstatistik durchgeführt werden.

### 3.2 Nachträgliche Schichtung (Gewichtung im engeren Sinne)

Eine Verbesserung der Hochrechnungsgenauigkeit ist weiterhin möglich, wenn Zusatzinformationen über den Umfang bestimmter Teilgruppen von Haushalten bzw. Personen (sog. „Hochrechnungsgruppen“) aus der amtlichen Statistik vorliegen. Beim Verfahren der *nachträglichen Schichtung* wird wie folgt vorgegangen:

1. Die Stichprobe wird in Hochrechnungsgruppen gegliedert und es wird der Umfang dieser Gruppen nach dem in Abschnitt 1.4 beschriebenen Verfahren geschätzt. Die geschätzte Zahl der Haushalte in der  $i$ -ten Gruppe wird mit  $\hat{H}(i)$  bezeichnet (vorläufige Schätzung).

2. Die (vorläufige) Schätzung  $\hat{H}(i)$  der Besetzungshäufigkeit der  $i$ -ten Gruppe stimmt im allgemeinen nicht mit der aus der amtlichen Statistik bekannten wahren Häufigkeit  $N(i)$  überein. Wenn man aber jeden Stichprobenhaushalt, der zur  $i$ -ten Gruppe gehört, mit dem Gewichtungsfaktor

$$N(i) / \hat{H}(i)$$

versieht, so ist nach der Gewichtung für alle Hochrechnungsgruppen die Übereinstimmung der (endgültigen) Schätzung mit der entsprechenden Zensuszahl sichergestellt.

Statt von nachträglicher Schichtung spricht man auch von „Anpassung der Randverteilungen soziodemographischer Merkmale“. Wenn in der Praxis der empirischen Sozialforschung von Gewichtung gesprochen wird, so ist damit in der Regel die nachträgliche Schichtung gemeint. Wir bezeichnen sie deshalb auch als „Gewichtung im engeren Sinne“.

Das Verfahren der nachträglichen Schichtung hat für die übrigen Merkmale – also die Merkmale, die nicht zur Gruppierung benutzt wurden, asymptotisch die gleiche Wirkung wie eine geschichtete Auswahl von Haushalten mit gleichem Auswahlatz: Sofern ein Untersuchungsmerkmal von den verwendeten Gruppierungsmerkmalen abhängig ist, kann mit einer Verkleinerung des Zufallsfehlers der Schätzung („Schichtungseffekt“) gerechnet werden. Durch nachträgliche Schichtung lassen sich aber nicht nur, wie man gelegentlich sagt, „zufallsbedingte Unvollkommenheiten der Stichprobe“ ausgleichen: Die Anpassung von Randverteilungen soziodemographischer Merkmale korrigiert zugleich unerwünschte Non-Response-Effekte. Auf diesen Aspekt wird in Kapitel 4 näher eingegangen.

Da die zu schätzenden Total- oder Mittelwerte der Untersuchungsmerkmale sich auf die Grundgesamtheit aller „Haushaltstage“ des Untersuchungszeitraums (Jahr) beziehen, sollte die nachträgliche Schichtung der Haushaltstage in der Stichprobe simultan nach soziodemographischen und zeitlichen Merkmalen erfolgen. Wenn man beispielsweise nach den Merkmalen

- Größe des Wohnorts (5 Größenklassen)
- Quartal des Befragungsstichtags (4 Quartale)
- Wochentag des Befragungsstichtags (7 Wochentage)

gleichzeitig schichtet, so entstehen  $5 \cdot 4 \cdot 7 = 140$  Hochrechnungsgruppen. Geht man der Einfachheit halber von einem 364-tägigen Untersuchungszeitraum aus, so kommt in der Grundgesamtheit der Haushaltstage jede der 28 Kombinationen von Quartal und Wochentag genau 13mal vor. Bezeichnet man in der Grundgesamtheit mit  $N(g)$  die Zahl der Haushalte in Gemeindegrößenklasse  $g$ , so ist

$$(3.2.1) \quad N(g, h, i) = 13 N(g)$$

die Zensuszahl der Haushaltstage von Haushalten aus Gemeindegrößenklasse  $g$ , welche im Quartal  $h$  liegen und bei denen es sich um den Wochentag  $i$  handelt. Die entsprechende hochgerechnete Zahl  $\hat{H}(g, h, i)$  (vorläufige Schätzung) von Haushaltstagen des Typs  $(g, h, i)$  erhält man, indem man in Formel (1.4.1) die Variable  $X_{jk}$  gleich 1 setzt, falls der  $k$ -te Haushalt in der  $j$ -ten Tagesstichprobe zur Gemeindegrößenklasse  $g$  gehört und es sich beim  $j$ -ten Tag des Untersuchungszeitraums um einen Tag im Quartal  $h$  und einen Wochentag  $i$  handelt; trifft dies nicht zu, so wird  $X_{jk}$  gleich 0 gesetzt. Die nachträgliche Schichtung nach

den drei genannten Merkmalen besteht nun darin, daß jeder Haushaltstag in der Stichprobe, der vom Typ (g, h, i) ist, den Gewichtungsfaktor

$$(3.2.2) \quad N(g, h, i) / \hat{H}(g, h, i)$$

erhält. Auf diese Weise wird jedem Stichprobenhaushalt ein Gewichtungsfaktor zugeordnet. Für die endgültige Hochrechnung wird der Gewichtungsfaktor (3.2.2) multiplikativ mit dem Hochrechnungsfaktor (1.4.3) - bzw. (1.4.4) oder (1.4.5) - verknüpft. Dieser kombinierte Hochrechnungs- und Gewichtungsfaktor ist selbstverständlich auch dann anzuwenden, wenn Auswertungen nicht auf der Haushaltsebene, sondern auf der Ebene von Personen oder Wegen erfolgen: Allen Personen eines Haushalts und allen Wegen dieser Personen ist der jeweilige haushaltsspezifische Hochrechnungs- und Gewichtungsfaktor zugeordnet.

Die zur nachträglichen Schichtung (Bildung der Hochrechnungsgruppen) verwendeten Merkmale müssen folgende Eigenschaften besitzen:

- a) Die Schichtungsmerkmale sollen in einem möglichst engen Zusammenhang zu den Merkmalen des Verkehrsverhaltens stehen.
- b) Die Besetzungshäufigkeit der Hochrechnungsgruppen in der Grundgesamtheit muß bekannt sein.
- c) Die Besetzungshäufigkeit der Hochrechnungsgruppen in Stichproben muß größer als Null und im übrigen nicht „zu klein“ sein.

Nach den Erkenntnissen der empirischen Verkehrsforschung sind vor allem die Merkmale

- Haushaltsgröße
- Pkw-Besitz
- Gemeindegröße (wegen der Korrelation mit Aktivitäten- und ÖV-Angebot)
- Wochentag

zur nachträglichen Schichtung der Haushalte bzw. Haushaltstage geeignet. Die Verteilung der Haushalte nach Haushalts- und Gemeindegröße steht für die Bundesrepublik Deutschland als Ganzes aus dem Mikrozensus (demnächst auch aus der Volkszählung 1987) zur Verfügung. Der Pkw-Besitz wurde dagegen bisher im Mikrozensus nicht erfaßt, auch nicht in der Volkszählung 1987. Auf Daten der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) zurückzugreifen kann wegen der Besonderheiten des EVS-Stichprobenverfahrens nur mit einigen Einschränkungen empfohlen werden.

Bei statistischen Datenanalysen zeigt sich regelmäßig, daß zwar die genannten Gruppierungsmerkmale mit den meisten Verkehrsverhaltensmerkmalen in einem eindeutigen Zusammenhang stehen, daß ihr Beitrag zur Erklärung der Variabilität der Verhaltensmerkmale vielfach aber doch nur begrenzt ist. Insofern sollten die Erwartungen hinsichtlich des Schichtungseffekts generell nicht zu hoch angesetzt werden. Eine differenzierte Beurteilung muß getrennt nach Verhaltensmerkmalen erfolgen. Hingewiesen sei auch noch auf praktische Probleme, die dadurch entstehen, daß bei einem - wenn auch meist kleinen - Teil der Haushalte die Angaben zu einzelnen Gruppierungsmerkmalen fehlen (z. B. keine Angaben zum Pkw-Besitz).

Bisher wurde stets davon ausgegangen, daß durch nachträgliche Schichtung die gemeinsame Verteilung der Schichtungsmerkmale angepaßt wird. Wenn nun aber diese gemeinsame Verteilung nicht bekannt ist, und nur die jeweiligen Randverteilungen der einzelnen Schich-

tungsmerkmale vorliegen, so kann man z. B. im Fall von drei Schichtungsmerkmalen daran denken, anstelle von

$$N(g, h, i) / \hat{H}(g, h, i)$$

das Produkt

$$(3.2.3) \quad \frac{N(g, \cdot, \cdot)}{\hat{H}(g, \cdot, \cdot)} \cdot \frac{N(\cdot, h, \cdot)}{\hat{H}(\cdot, h, \cdot)} \cdot \frac{N(\cdot, \cdot, i)}{\hat{H}(\cdot, \cdot, i)}$$

als Gewichtungsfaktor zu verwenden. Man spricht hier auch von „Gewichten mit Hilfe marginaler Häufigkeiten“. In (3.2.3) bedeutet das Symbol „ $\cdot$ “ Summation über den entsprechenden Index.

Das Gewichten mit Hilfe marginaler Häufigkeit ist in der Praxis der Markt- und Meinungsforschung durchaus üblich. Von dieser Gewichtungstechnik muß aber unbedingt abgeraten werden, da immer dann, wenn die Antwortbereitschaft der Haushalte von Hochrechnungsgruppe zu Hochrechnungsgruppe variiert, die Verwendung von (3.2.3) anstelle von (3.2.2) zu Verzerrungen der Schätzung führt. Vgl. hierzu auch Abschnitt 7.1.

Auswertungen von Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ erfolgen häufiger auf der Personen- als auf der Haushaltsebene. Es kann deshalb durchaus sinnvoll sein, den in die Stichprobe gelangten Personen Gewichtungsfaktoren zuzuordnen, welche sicherstellen, daß die hochgerechnete Stichprobenverteilung bestimmter soziodemographischer Personenmerkmale mit der entsprechenden Zensusverteilung übereinstimmt.

Möchte man beispielsweise die gemeinsame Verteilung der Personenmerkmale Alter und Geschlecht anpassen, so sind zunächst entsprechende Hochrechnungsgruppen in Form von Alters- und Geschlechtskohorten zu bilden. Die Zensuszahl der Personen in der  $i$ -ten Kohorte bezeichnen wir mit  $M(i)$ , die entsprechende hochgerechnete Zahl mit  $\hat{P}(i)$ . Bei der Hochrechnung der Besetzungshäufigkeiten der einzelnen Alters- und Geschlechtskohorten sind natürlich die haushaltsspezifischen Hochrechnungs- und Gewichtungsfaktoren zu verwenden. Alle Personen in der Stichprobe, welche zur  $i$ -ten Kohorte gehören, erhalten den Gewichtungsfaktor

$$(3.2.4) \quad M(i) / \hat{P}(i)$$

Bei Auswertungen auf der Personenebene ist der Personengewichtungsfaktor (3.2.4) multiplikativ mit dem haushaltsspezifischen Hochrechnungs- und Gewichtungsfaktor zu einem Gesamtfaktor zu verknüpfen. Der einer Person zugeordnete Gesamtfaktor ist also davon abhängig, aus welchem Haushalt die betreffende Person stammt und zu welcher Alters- und Geschlechtskohorte sie gehört. Der Vollständigkeit halber sei auch an dieser Stelle erwähnt, daß der personenspezifische Hochrechnungs- und Gewichtungsfaktor (Gesamtfaktor) auch allen Wegen der Person zugeordnet wird.

Die Anpassung auf der Personenebene kann auch zeitliche und räumliche Merkmale mit einbeziehen. Selbst wenn auf der Ebene der Haushaltstage beispielsweise die Verteilung des Merkmals „Wochentag“ angepaßt ist, ist dadurch nicht sichergestellt, daß dies auf der Ebene der Personentage auch innerhalb jeder einzelnen Alters- und Geschlechtskohorte gilt. Ähnliches ist hinsichtlich der Gemeindegrößenklasse zu erwarten. Nachträgliche Schichtung ist

auf der Wegeebe nicht möglich, da keine Zensusverteilungen von Wegmerkmalen vorliegen.

Durch nachträgliche Schichtung zur Anpassung der Verteilung von Personenmerkmalen kann es bei Auswertungen zu gewissen Inkonsistenzen kommen, auf die hingewiesen werden muß. Wenn beispielsweise das Total des Haushaltsmerkmals „Zahl der Personen ab 10 Jahren im Haushalt“ unter Verwendung der haushaltsspezifischen Hochrechnungs- und Gewichtungsfaktoren geschätzt wird, so stimmt das Hochrechnungsergebnis im allgemeinen natürlich nicht genau mit der aus der amtlichen Statistik bekannten Gesamtzahl der Einwohner ab 10 Jahren überein. Wertet man die Stichprobe dagegen auf der Personenebene aus, so ist nach entsprechender Personengewichtung gemäß (3.2.4) diese Übereinstimmung gegeben. Um zu einer Schätzung der durchschnittlichen Haushaltsgröße (Personen ab 10 Jahren) zu kommen, sollte man hier also nicht den Mittelwert des Haushaltsmerkmals „Zahl der Personen ab 10 Jahren im Haushalt“ bilden, sondern vielmehr auf Personenebene die Gesamtzahl der Personen ab 10 Jahren hochrechnen und diesen hochgerechneten Wert anschließend durch die Zahl der Haushalte dividieren.

[Fortsetzung in Heft 1/1990]



## Literatur

- Barnett, V.: Elements of Sampling Theory, Hodder and Stoughton, London, 1984
- Böltkén, F.: Auswahlverfahren, Teubner-Verlag, Stuttgart, 1976
- Brög, W., Meyer, N.: From Price Elasticity to Price Susceptibility, Socialdata, München, 1978
- Brög, W., Hewinkel, D., Neumann, K.H.: Psychological Determinants of User Behaviour, 34th Round Table on Transport Economics, CEMT, Paris, 1976
- Cochran, W.G.: Sampling Techniques, Wiley, New York, 1977
- Deming, W.E.: Sampling Design in Business Research, Wiley, New York, 1960
- Hansen, M.H., Hurwitz, W.N.: The Problem of Non-Response in Sample Surveys, Journal of the American Statistical Association, Vol. 41, 1946, S. 517-529
- Hansen, M.H., Hurwitz, W.N., Madow, W.G.: Sample Survey Methods and Theory, Bd. I und II, Wiley, New York, 1953
- Hautzinger, H.: Pkw-Besitz der deutschen Wohnbevölkerung: Ein kritischer Vergleich von EVS- und KONTIV-Ergebnissen, Internationales Verkehrswesen, 38. Jg., Heft 3, 1986, S. 184-188
- Hautzinger, H.: Statistische Designprinzipien für kontinuierliche Verkehrserhebungen, Schriftenreihe der DVWG, Band B97, Bergisch Gladbach, 1987, S. 5-25
- Hautzinger, H., Schorer, B.: Statistik-Programmsystem zur Schätzung von Merkmalssummen und Verhältnis-zahlen sowie deren Varianzen und Variationskoeffizienten (1985), in: Hautzinger und Tassaux (1989), Methoden-anhang
- Hautzinger, H., Stenger, H.: Hochrechnungsverfahren zur Infratest-Erhebung „Reiseausgaben im Ausland“, Gutachten, Heilbronn, 1986
- Hautzinger, H., Tassaux, B.: Verkehrsmobilität und Unfallrisiko in der Bundesrepublik Deutschland, Schlussbericht zum BASt-Forschungsprojekt FP 8303, Forschungsberichte der BASt, Band 195, Bergisch Gladbach, 1989
- Hendricks, W.A.: Adjustment for Bias by Non-Response in Mailed Surveys, Agr. Econ. Res., Vol. 1, 1949, S. 52-56
- Hengst, M.: Einführung in die mathematische Statistik und ihre Anwendung, Mannheim, 1967
- Herz, R.: Diskussionspapier zur Projektgruppensitzung „Verbesserung der Gewichtung und Hochrechnung von Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ“, unveröffentlichtes Manuskript, Karlsruhe, 1987
- Krug, W., Nourney, M.: Wirtschafts- und Sozialstatistik: Gewinnung von Daten, Oldenbourg-Verlag, München, 1982
- Kutter, E., Holz, R.: Diskussionspapier zur Projektgruppensitzung „Verbesserung der Gewichtung und Hochrechnung von Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ“, unveröffentlichtes Manuskript, Berlin, 1987
- McCarthy, P.J.: Replication: An Approach to the Analysis of Data from Complex Surveys, Nation Center for Health Statistics, Washington, D.C., Series 2, 14, 1966
- McCarthy, P.J.: Pseudo Replication: Half-Samples, Rev. Int. Stat. Inst., 37, 1969, S. 239-264
- Morris, N.: The Accuracy of Commuter's Reported Walking Times: A Comparison of First World and Third World Commuters. Beitrag zur Konferenz "New Survey Methods in Transport", Hungerford Hill (Australien), 1983
- Roth, E.: Sozialwissenschaftliche Methoden, Oldenbourg-Verlag, München, 1987
- Socialdata: Marktanalyse des Verkehrsverhaltens im Personenfernverkehr, Expertenband, München, 1981
- Socialdata: KONTIV 82 - Bericht, München, 1984
- Socialdata: Erhebungen zur Ermittlung von Fußwegen und "non-reported trips", Untersuchung im Auftrag des BMV, München, 1986
- Sozialforschung Brög: KONTIV - Methoden, Band I, München, 1975
- Statistisches Bundesamt (Hrsg): Stichproben in der Amtlichen Statistik, Kohlhammer-Verlag, Stuttgart, 1960
- Stenger, H.: Varianzschätzung bei komplexen Stichprobenerhebungen, Schriftenreihe der DVWG, Band B81, Bergisch Gladbach, 1985, S. 1243-150
- Stenger, H.: Stichproben, Physica-Verlag, Heidelberg/Wien, 1986
- Stenger, H.: Zur heutigen Gewichtungspraxis in Markt- und Meinungsforschung, Manuskript (erscheint dem-nächst), 1986
- Strecke, H. u.a.: Messung der Antwortvariabilität auf Grund von Erhebungsmodellen mit Wiederholungs-zählungen, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 1983
- Swov (Hrsg.): The Extent to Which People Can Estimate Their Trip Distances, Voorburg (Niederlande), 1978
- Wermuth, M.: Datenerhebung und Datenanalyse im Verkehrswesen, Schriftenreihe der DVWG, Band B66, 1983, S. 13-43

- Wermuth, M.*: Schriftliche Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten – Stichprobenauswahl und Nonresponse-problematik, Schriftenreihe der DVWG, Band B81, Bergisch Gladbach, 1985, S. 151-175
- Wermuth, M.*: Theoretische Anforderungen in der Stichprobenplanung, Schriftenreihe der DVWG, Band B85, Bergisch Gladbach, 1986, S. 137-163
- Wermuth, M., Maerschalk, G.*: Zur Repräsentanz schriftlicher Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten, Untersuchung im Auftrag des BMV, München, 1981
- Wermuth, M., Maerschalk, G.*: Entwicklung von Verfahren für Verkehrserhebungen aus der Sicht der Empirischen Sozialforschung und der Ingenieurwissenschaften, Untersuchung im Auftrag des BMV, München, 1983



ZVW 42/59.60

Wirtschaftswissenschaftliche  
Dokumentation  
Technische Universität  
Berlin  
Bibliothek

THOMAS SCHELENZ  
Buchbinderei

12. 99

RAL-RG 495