

67. Jahrgang – Heft 4 – 1996

**ZEITSCHRIFT
FÜR
VERKEHRS-
WISSENSCHAFT**

INHALT DES HEFTES:

**Car-Sharing
als Ansatz zur Verbesserung der
Verkehrsverhältnisse in Städten**
Von Herbert Baum, Köln und Stephan Pesch, Bonn

Seite 261

**Neuverkehr –
Realität oder Phantom?**
Von Peter Cerwenka und Georg Hauger, Wien

Seite 286

**Kundenorientierte Gestaltung
des öffentlichen Personennahverkehrs**
Von Andreas Herrmann, Hans H. Bauer, Mannheim
und Sabine Herrmann, Basel

Seite 327

Manuskripte sind zu senden an die Herausgeber:
Prof. Dr. Herbert Baum
Prof. Dr. Rainer Willeke
Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln
50923 Köln

Verlag – Herstellung – Vertrieb – Anzeigen:
Verkehrs-Verlag J. Fischer, Paulusstraße 1, 40237 Düsseldorf
Telefon: (02 11) 9 91 93-0, Telefax (02 11) 6 80 15 44
Einzelheft DM 22,85 – Jahresabonnement DM 84,10
zuzüglich MwSt und Versandkosten
Für Anzeigen gilt Preisliste Nr. 12 vom 1. 1. 1996
Erscheinungsweise: vierteljährlich

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

Car-Sharing als Ansatz zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in Städten

VON HERBERT BAUM, KÖLN UND STEPHAN PESCH, BONN

Inhaltsverzeichnis

1.	Car-Sharing als neue Kooperationsform im Pkw-Verkehr	262
2.	Leistungsprofil und Akzeptanz des Car-Sharing	264
2.1	Anforderungen der Autofahrer	264
2.2	Kosten der Car-Sharing-Teilnahme	266
2.3	Break-even-Analyse	266
2.4	Qualitative Leistungsmerkmale des Car-Sharing	267
3.	Marktentwicklung und Marktpotential	268
4.	Verkehrliche Auswirkungen des Car-Sharing	271
4.1	Verkehrsentslastungspotentiale	271
4.2	Auswirkungen auf den Pkw-Bestand	272
4.3	Auswirkungen auf die Pkw-Nutzung	273
4.4	Auswirkungen auf den Modal Split	276
5.	Gesamtwirtschaftliche Bewertung des Car-Sharing	277
6.	Umsetzungsprobleme und Förderungsmaßnahmen	279
6.1	Mißbrauchsmöglichkeiten	279
6.2	Maßnahmen zur Förderung des Car-Sharing	280
6.2.1	Strategien der Car-Sharing-Organisationen	280
6.2.2	Verkehrspolitische Förderungsmaßnahmen	282

Car-Sharing als Ansatz zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in Städten

VON HERBERT BAUM, KÖLN UND STEPHAN PESCH, BONN

1. Car-Sharing als neue Kooperationsform im Pkw-Verkehr

Die Verkehrsprobleme in den Städten sind in erster Linie das Resultat einer nicht-stadt-gerechten Verkehrsmittelwahl. Die Bevorzugung der individuellen Fortbewegung mit dem eigenen Pkw bei 50% der Wege in der Stadt führt zu Überlastungen sowohl im Bereich des fließenden als auch des ruhenden Verkehrs. Über die Stärkung des ÖPNV hinaus müssen motivationsorientierte Konzepte, denen die Autofahrer auf freiwilliger Basis und durch rationale Einsicht folgen können, auf ihre Eignung zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse hin untersucht werden.

Car-Sharing (Auto-Teilen) ist die gemeinschaftliche Nutzung von Fahrzeugen, die durch eigenständige Organisationen an dezentralen, wohnungsnahen Standorten zur Verfügung gestellt werden, und auf die im Rahmen eines längerfristigen Nutzungsvertrages sowie nach telefonischer Buchung und meist tresorgestützter Schlüsselübergabe zu weitgehend nutzungsabhängigen Kosten zugegriffen werden kann.

Die Stellung des Car-Sharing im System der unterschiedlichen Kooperationsformen im Pkw-Verkehr verdeutlicht die folgende Tabelle:

Tabelle 1: Formen gemeinschaftlicher Pkw-Nutzung

	informell	formell
Car-Pooling	informelle Fahrgemeinschaften	Mitfahrzentralen, Berufspendlervermittlung
Car-Sharing	Auto-Teilen im Haushalt, Ausleihen von Fahrzeugen bei Bekannten/Verwandten	organisiertes Car-Sharing, Nachbarschaftsauto, Leihwagen, Taxi

Quelle: Eigene Darstellung nach Muheim, P., Inderbitzin, J., Das Energiesparpotential des gemeinschaftlichen Gebrauchs von Motorfahrzeugen als Alternative zum Besitz eines eigenen Autos, Luzern 1992, S. 5.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Herbert Baum
Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln
50923 Köln

Dr. Stephan Pesch
Deutscher Industrie- und Handelstag
53105 Bonn

Die vorliegende Untersuchung¹⁾ hat das formelle Auto-Teilen unter Einschaltung von Car-Sharing-Organisationen zum Gegenstand („organisiertes Car-Sharing“). Das Car-Sharing-Konzept zeichnet sich durch eine Entkopplung von persönlichem Eigentum und Nutzung aus. Die Fahrzeuge werden von den Car-Sharing-Organisationen „zur vorübergehenden Nutzung in einer Gemeinschaft“²⁾ bereitgestellt. Da ein Ausschluß Nicht-Zahlungswilliger von der Nutzung möglich ist, können die Gemeinschaftsfahrzeuge exakter als „Klubkollektivgut“ bezeichnet werden.

Die Einordnung des Car-Sharing in das System bestehender Verkehrsarten kann zudem anhand des Kriteriums „Grad der Selbstbestimmung“ erfolgen, dessen Ausprägung eng mit den jeweiligen Eigentumsrechten verknüpft ist.³⁾ Car-Sharing läßt sich weder dem Bereich vollständiger Selbstbestimmung (wie z. B. beim privaten Pkw) noch den Verkehrsmitteln mit weitgehender Fremdbestimmung in Raum und Zeit (z. B. Bus und Bahn) zuordnen. Das Car-Sharing-Konzept gehört vielmehr in einen Zwischenbereich, der auch als „Paratransit“⁴⁾ bezeichnet wird. Die räumliche Selbstbestimmung in der Pkw-Nutzung ist zwar – abgesehen von den festen Stellplätzen – gegeben, durch das kollektive Nutzungsrecht und die damit verbundene Koordinationsnotwendigkeit ist der zeitliche Selbstbestimmungsgrad hingegen eingeschränkt.

Car-Sharing zielt auf eine Senkung des Pkw-Bestandes und der Pkw-Fahrleistungen. Als Ergänzung zum öffentlichen Verkehr sollen die Gemeinschaftsfahrzeuge nur dann zum Einsatz kommen, wenn das zeitliche und räumliche Angebot im öffentlichen Verkehr unzureichend ist. Gleichzeitig wird die bestehende Angebotslücke zwischen Taxi und konventionellen Leihwagen geschlossen.

Die mit dem Car-Sharing in Verbindung gebrachten Verkehrsentlastungseffekte sind nicht unumstritten. Insbesondere wird behauptet, Car-Sharing würde für bestimmte Bevölkerungsgruppen die Pkw-Verfügbarkeit verbessern und somit verkehrsinduzierend wirken.⁵⁾ Zielsetzungen dieses Forschungsprojektes sind die Untersuchung der Fragen, ob, in welchem Ausmaß und unter welchen Bedingungen Car-Sharing zur Reduzierung von Stadtverkehrsproblemen beiträgt sowie die Überprüfung und Empfehlung geeigneter Maßnahmen zur Förderung des Car-Sharing.

1) Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse des vom Bundesminister für Verkehr in Auftrag gegebenen Forschungsprojektes „Untersuchung der Eignung von Car-Sharing im Hinblick auf Reduzierung von Stadtverkehrsproblemen“.

2) Vgl. § 1 Nutzungsbedingungen STATAUTO Köln.

3) Vgl. Petersen, M., Ökonomische Analyse des Car-Sharing, Dissertation am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Berlin, Berlin 1993, S. 69ff.

4) Zur Begriffsbestimmung siehe Rothermel, V. H., Paratransit – Internationale Erfahrungen im unkonventionellen Straßennahverkehr, Hamburg 1979, S. 3ff.

5) Vgl. u. a. Just, U., Thesen: Geteilte Autos – doppelte Lösung?, in: Dreyer, C. (Hrsg.), Wieviel Auto braucht die Stadt, Köln 1992, S. 57f.

2. Leistungsprofil und Akzeptanz des Car-Sharing

2.1 Anforderungen der Autofahrer

Die Akzeptanz des Car-Sharing unter den Verkehrsteilnehmern hängt insbesondere davon ab, inwieweit die Leistungsmerkmale des Angebotes mit dem Anforderungsprofil der Autofahrer an eine gemeinschaftliche Pkw-Nutzung übereinstimmen. Im Rahmen einer empirischen Befragung von 275 Autofahrern (Car-Sharing-Interessenten) wurde das „optimale“ Leistungsprofil eines Car-Sharing-Systems ermittelt:

Tabelle 2: Anforderungen der Autofahrer (Interessenten) an das Car-Sharing (Nennung als Mindestvoraussetzung für die Teilnahme¹⁾)

	Pkw-Besitzer	Nicht-Pkw-Besitzer
wohnungsnaher Standort	71,2%	64,0%
annähernd 100%ige Zuteilungswahrscheinlichkeit	44,7%	37,4%
Senkung der Tarife auf 25 Pf/km und 2,5 DM/Std. ²⁾	30,3%	45,8%
sichere und zuverlässige Fahrzeuge	28,2%	28,4%
Buchungsflexibilität	22,6%	17,2%
vereinfachte Zugriffsmöglichkeit auf Car-Sharing-Fahrzeuge in anderen Städten	8,9%	10,6%
Reduzierung der Aufnahmegebühr/Kapital-einlage um 30% ³⁾	8,2%	31,1%
Senkung des monatl. Mitgliedsbeitrages auf 5 DM ⁴⁾	7,3%	17,6%
mehr Fahrzeuge aus Mittel- und Oberklasse	5,9%	2,3%
gepflegte Fahrzeuge	3,3%	4,7%
ergänzende Angebote (z.B. Mobilitätsberatung)	2,5%	1,6%

1) Mehrfachnennungen waren möglich.

2) Derzeitiger Tarif: 35 Pf/km und 3,5 DM/Std.

3) Derzeitige Gebühr/Einlage: 100 DM/1200 DM.

4) Derzeitiger Beitrag: 10 DM.

Quelle: Eigene Erhebung.

Wohnungsnaher Standort der Gemeinschaftsfahrzeuge, hohe Zuteilungswahrscheinlichkeit, kostengünstige variable Tarife, sichere und zuverlässige Fahrzeuge sowie flexible Buchungsmöglichkeiten sind die wichtigsten Anforderungen an das Car-Sharing-Angebot. Für Personen ohne Pkw haben niedrige Tarife eine weitaus größere Bedeutung als für Pkw-Besitzer. Eine optimale Ausgestaltung des Car-Sharing-Systems darf sich aber nicht nach den Bedürfnissen der Autofahrer ohne Pkw richten, da diese durch Car-Sharing ihre Pkw-Nutzung intensivieren (vgl. Kapitel 4.3). Richtschnur für Angebotsverbesserungen und akzeptanzsteigernde Maßnahmen sollten die Präferenzen der (potentiellen) Pkw-Besitzer sein.

Die Akzeptanz von Car-Sharing hängt nicht ausschließlich vom Angebot, sondern – als Alternative zum eigenen Pkw sowie im Verbund mit anderen Verkehrsmitteln – zusätzlich von den verkehrlichen Rahmenbedingungen und ihren Veränderungen ab. Die Bedeutung einzelner Rahmenbedingungen⁶⁾ für die Teilnahme am Car-Sharing wurde von den Interessenten wie folgt angegeben:

Tabelle 3: Anforderungen der Autofahrer (Interessenten) an die verkehrlichen Rahmenbedingungen (Nennung als Mindestvoraussetzung für die Teilnahme¹⁾)

	Pkw-Besitzer	Nicht-Pkw-Besitzer
kein Verlust von Schadensfreiheitsrabatten bei Car-Sharing-Nutzern	14,8%	4,9%
Taktverdichtung auf bestehenden Linien	12,6%	11,0%
Errichtung neuer Bus- und Bahnlinien	12,0%	6,3%
verbesserte Bedingungen für Radfahrer und Fußgänger	12,0%	10,9%
Privilegien für Car-Sharing-Fahrzeuge (z.B. Parkbevorrechtigungen, Mitbenutzung von Bus- und Taxispuren)	10,8%	8,5%
weitere Verknappung des Parkraums für private Pkw im Stadtgebiet	5,0%	5,5%
"Autoabschaffungsprämie" (500 DM)	4,1%	4,7%
Erhöhung der Benzinpreise um 20%	3,4%	3,8%
Erhöhung der Versicherungsprämien für Pkw	1,7%	3,2%

1) Mehrfachnennungen waren möglich.

Quelle: Eigene Erhebung.

6) Diese Liste der Rahmenbedingungen beruht auf Forderungen in der Literatur sowie auf Aussagen von Sachverständigen.

Eine Akzeptanzsteigerung des Car-Sharing als Alternative zum eigenen Pkw kann insbesondere durch Verbesserungen im öffentlichen und nicht-motorisierten Verkehr sowie durch versicherungstechnische Regelungen (Erhalt von Schadensfreiheitsrabatten) erreicht werden. Insgesamt zeigt sich aber, daß die verkehrlichen Rahmenbedingungen einen geringeren Einfluß auf die Akzeptanz haben als das Leistungsprofil des Car-Sharing selbst.

2.2 Kosten der Car-Sharing-Teilnahme

Ausschlaggebend für die Akzeptanz von Gemeinschaftsfahrzeugen ist der für den Car-Sharing-Teilnehmer unmittelbar spürbare Vorteil in Form einer preiswerten Autoverfügbarkeit. Der Nutzer zahlt ein Entgelt, das zum größten Teil in Abhängigkeit von der zeitlichen Inanspruchnahme und der zurückgelegten Entfernung berechnet wird. Kostenbestandteile wie Versicherungen und Wertverluste werden in die Tarife einbezogen. Die weitgehende Umlage der gesamten Fahrzeugkosten auf den jeweiligen Nutzungsvorgang hat auf die Akzeptanz durch Autobesitzer folgende Auswirkungen:

- Der mit dem Besitz eines eigenen Pkw verbundene hohe Fixkostenblock wird durch Car-Sharing der Nutzung entsprechend auf mehrere Personen verteilt und bietet für Wenigfahrer einen Anreiz zur Teilnahme.
- Nicht-Autobesitzer, die sich bisher aus Kostengründen kein eigenes Auto leisten können, erhalten durch Car-Sharing eine relativ preisgünstige eingeschränkte Pkw-Verfügbarkeit.⁷⁾
- Auf die jeweilige Fahrt bezogen sind die gesamten Nutzungskosten kalkulierbar und gehen so in die Entscheidung über die Wahl alternativer Verkehrsmittel ein. Diese nutzungsabhängige Umlage der Vollkosten eines Pkw beim Car-Sharing führt dazu, daß die Nutzung des öffentlichen Verkehrs in der Regel die kostengünstigere Alternative ist. Die häufig festzustellende Nichtberücksichtigung der fixen Kosten eines privaten Pkw hat aber zugleich den psychologischen Effekt, daß Car-Sharing für den konkreten Nutzungsfall als verhältnismäßig teuer erscheint. Dies wirkt auf potentielle Teilnehmer eher hemmend.

2.3 Break-even-Analyse

Die Entscheidung zwischen eigenem Pkw und Car-Sharing hängt im wesentlichen von Kostenüberlegungen ab. Es stellt sich insbesondere die Frage, bis zu welcher Jahresfahrleistung der Umstieg auf Gemeinschaftsfahrzeuge kostengünstiger ist als Besitz und Nutzung eines privaten Pkw. Die Car-Sharing-Kosten sind davon abhängig, ob das Fahrzeug stunden- oder tages- bzw. wochenweise gemietet wird. Über die spezifischen Zeittarife ergeben sich unterschiedliche Kosten pro Kilometer.⁸⁾ Gerade eine Kostenvergleichsrechnung unter Marktakzeptanzgesichtspunkten muß das Spektrum individueller Nutzungsmöglichkeiten und damit Nutzungskosten berücksichtigen.

7) 41% der Car-Sharing-Nutzer, die noch nie ein Auto besessen haben, gaben an, daß ihnen ein eigener Pkw zu teuer ist.

8) Als Kosten für die Nutzung von Car-Sharing-Fahrzeugen wurden angesetzt: 10 DM monatl. Mitgliedsbeitrag, 3,50 DM pro Stunde, 35 DM pro Tag, 210 DM pro Woche, 0,35 DM pro Kilometer.

Tabelle 4: Break-even-Analyse in Abhängigkeit der Car-Sharing-Nutzung

	stundenweise Nutzung	tageweise Nutzung	durchschnittliche Nutzung
Break-even-Punkt	5 557 km	10 162 km	6 830 km

Quelle: Eigene Berechnungen nach Tarifliste STATTAUTO Köln (Opel Corsa), Lotz, H., Der Staat treibt die Preise, in: ADAC Motorwelt, Heft 10/1993, S. 38.

Legt man eine durchschnittliche Verteilung der Jahreskilometer auf Stunden- und Tages- bzw. Wochenbuchungen zugrunde, so ist Car-Sharing für alle Autofahrer eine kostengünstigere Alternative, die im Jahr weniger als 6 830 km mit dem Pkw zurücklegen (Vergleich identischer Fahrzeugtypen).

2.4 Qualitative Leistungsmerkmale des Car-Sharing

(1) *Art und Struktur der angebotenen Fahrzeuge:* Die Art und Struktur der Car-Sharing-Fahrzeuge werden stark durch die hinter dem Konzept stehende umweltschutzorientierte Grundhaltung der Organisatoren beeinflusst. Knapp 93% der bereitgestellten Fahrzeuge sind Klein- und Mittelklassewagen. Die Zusammensetzung des Fahrzeugbestandes aus Fahrzeugen unterschiedlicher Klassen und Bauart (normaler Pkw, Kombi) soll den Nutzern ermöglichen, für den jeweiligen Fahrtzweck das geeignete Fahrzeug auszuwählen. Da in ertragsstärkeren Car-Sharing-Organisationen weitestgehend Neuwagen zur Verfügung gestellt werden, wird durch die jeweils neueste Technologie ein Fahren mit relativ verbrauchsarmen Fahrzeugen gewährleistet.

(2) *Zeitliche Verfügbarkeit:* Im Rahmen der Befragung der Car-Sharing-Organisationen wurde ermittelt, daß in der Praxis bereits eine Zuteilungswahrscheinlichkeit von durchschnittlich 93,4% erreicht wird, d.h. bei 93,4% der Buchungen kann den zeitlichen und fahrzeugspezifischen Wünschen der Car-Sharing-Nutzer entsprochen werden. Nachfragespitzen sind insbesondere nachmittags und abends, am Wochenende und im Juli/August sowie im Dezember (korrespondierend mit den Ferienzeiten) festzustellen.

(3) *Standorte:* Die Existenz eines wohnungsnahen Standortes ist für die Akzeptanz des Car-Sharing unter den Autofahrern die entscheidende Einflußgröße. 71,2% der am Car-Sharing interessierten Pkw-Besitzer sehen in diesem Angebotsfaktor eine Mindestvoraussetzung für die Teilnahme (vgl. Tabelle 2). Die Entfernung zwischen Wohnung und Standort beträgt durchschnittlich 2,36 km. Für diesen Weg werden knapp 12 Minuten benötigt. Knapp ein Viertel der Car-Sharing-Nutzer nimmt zum Zweck der Pkw-Nutzung zunächst eine Fahrt mit öffentlichen Verkehrsmitteln in Kauf.

(4) *Fahrtzwecke:* Das Leistungsprofil des Car-Sharing (Kosten und Qualitäten) ist auf eine Autofahrergruppe mit einer spezifischen Pkw-Nutzungsstruktur ausgerichtet. Genauerer Aufschluß über die Eignung des Car-Sharing für bestimmte Fahrtzwecke gibt die folgende Tabelle.

Tabelle 5: Nutzungszwecke von Car-Sharing-Fahrzeugen

	Anteil an Fahrten
Arbeits- und Ausbildungswege	5,4%
Geschäftsverkehr	9,9%
Einkäufe/Erledigungen	21,4%
Transporte	13,9%
Freizeit	34,6%
Urlaub	11,3%
Sonstiges	3,5%
	100%

Quelle: Eigene Erhebung.

Die Struktur der Nutzungszwecke von Car-Sharing-Fahrzeugen weicht – insbesondere in der Kategorie „Arbeits- und Ausbildungswege“ – erheblich von der privaten Pkw ab. Während im Durchschnitt 44% der Fahrten mit dem privaten Pkw auf den Arbeits- und Ausbildungsweg entfallen,⁹⁾ ist dies bei Gemeinschaftsfahrzeugen nur für 5,4% der Nutzungszwecke der Fall. Hierfür können folgende Gründe genannt werden:

- Der relativ weite Weg zu den Standorten sowie die mit der Car-Sharing-Nutzung verbundenen Koordinationskosten (Buchungen) erschweren den Einsatz der Fahrzeuge für den täglichen Weg zur Arbeit bzw. Ausbildung.
- Aufgrund der anfallenden Zeitkosten eignet sich Car-Sharing nicht für Fahrtzwecke mit längerem Aufenthalt, außer in Fällen mit gleichzeitig hohen Fahrtweiten, z. B. im Freizeit- und Urlaubsverkehr.

Der Anteil der Geschäftsfahrten in Höhe von knapp 10% verdeutlicht, daß die Nutzung von Gemeinschaftsfahrzeugen auch für selbständige Gewerbetreibende mit geringem Pkw-Bedarf eine Alternative zum Besitz eines privaten bzw. geschäftlichen Pkw darstellt.

3. Marktentwicklung und Marktpotential

In der Bundesrepublik Deutschland entstand die organisierte Form des Auto-Teilens 1988. Das Konzept der STATAUTO Car-Sharing GmbH Berlin war Vorbild für entsprechende Projekte in Aachen, Bremen, Dortmund, Frankfurt und Freiburg. Mittlerweile kann in fast 70 Städten auf Gemeinschaftsfahrzeuge zugegriffen werden. Seit 1991 ist eine fast lineare Entwicklung der Teilnehmerzahlen zu beobachten. Für Dezember 1994 wurde ein Marktvolumen von knapp 8 000 Car-Sharing-Nutzern ermittelt.

9) Vgl. KONTIV 1989, Bielefeld o. J., S. 66 Tabellenteil.

In Anbetracht der bisherigen Entwicklung ist davon auszugehen, daß es unter den gegebenen Bedingungen kurz- bis mittelfristig nicht zu der erhofften Akzeptanz des Car-Sharing und damit zu merklichen Veränderungen des Verkehrsgeschehens kommt. Aus diesem Grund müssen, um die Marktdurchdringung des Car-Sharing im Rahmen des noch zu ermittelnden Marktpotentials über den Trend hinaus zu beschleunigen, sowohl auf der Angebotsseite als auch auf der Seite der verkehrlichen Rahmenbedingungen akzeptanzsteigernde Maßnahmen durchgeführt werden (vgl. Kapitel 6.2).

Als *Marktpotential* ist die obere Grenze der Aufnahmefähigkeit eines Marktes zu verstehen. Es geht somit um die Frage, wieviel Autofahrer (Führerscheinbesitzer) maximal aufgrund ihrer derzeitigen Mobilitätseinstellung und -abwicklung am Car-Sharing teilnehmen könnten, d. h. wie groß die in Frage kommende *Zielgruppe* ist. Hierbei sind insbesondere die Art und Intensität der Pkw-Nutzung zu berücksichtigen, von der Rückschlüsse auf die Eignung bestimmter Autofahrersegmente für die Teilnahme am Car-Sharing gezogen werden können.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes dienen folgende Merkmale zur Abgrenzung eines realistischen Marktpotentials:

- Wohnsitz der Verkehrsteilnehmer (Führerscheinbesitzer) in städtischen Ballungsgebieten, da Car-Sharing als Alternative zum eigenen Pkw eine Mindest-Bevölkerungsdichte voraussetzt und außerdem ein ausreichendes öffentliches Nahverkehrsnetz vorhanden sein muß,¹⁰⁾
- rationale und gebrauchswertorientierte Einstellung zum Auto,
- Pkw-Nutzung überwiegend für Versorgung und Freizeit,
- geringe Pkw-Nutzungshäufigkeit,
- geringe Jahresfahrleistung mit einem Pkw.

Unter Zugriff auf unterschiedliche Quellen wird für jedes Merkmal getrennt eine quantitative Bestimmung entsprechender Autofahrergruppen vorgenommen. Diese mehrdimensionale Vorgehensweise gewährleistet relativ gut abgesicherte Ergebnisse. Somit werden für die Abschätzung des Marktpotentials vier Ansätze gewählt, deren Ergebnisse miteinander verglichen und bewertet werden sollen:

- 1) Ermittlung des Marktpotentials durch Abgrenzung „car-sharing-affiner“ Verkehrsteilnehmertypen,
- 2) Bestimmung der Gruppe von Autofahrern, für die Car-Sharing bei gegebener Jahresfahrleistung kostengünstiger als ein privater Pkw ist,
- 3) Ermittlung des Marktpotentials über den Anteil der Pkw, die überwiegend für Versorgungs- und Freizeitfahrten genutzt werden,
- 4) Quantitative Bestimmung der Gruppe von Autofahrern mit geringer Pkw-Nutzungshäufigkeit.

10) Eine 1990 durchgeführte Untersuchung ergab, daß die Möglichkeit eines Verzichts auf den Pkw-Besitz vom Wohnort und der Anbindung an die öffentlichen Verkehrsmittel abhängig ist. Auf dem Land kann nicht oder nur unter großen Schwierigkeiten dauerhaft auf einen Pkw verzichtet werden. Vgl. Marsch, C., Hundert Tage ohne Auto – überlebt! In: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 19. 6. 1990, S. T 2.

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt:

Tabelle 6: Marktpotential des Car-Sharing (alte und neue Bundesländer)

Ansatz	Nutzerpotential	Anteil an Führerscheinbesitzern
Potential nach "Typen"	8,1 Mio	19,19%
Potential nach jährlicher Fahrleistung	2,05 Mio	4,86%
Potential nach Pkw-Nutzungszwecken	2,74 Mio	6,49%
Potential nach Pkw-Nutzungshäufigkeit	2,45 Mio	5,79%

Quelle: Eigene Berechnungen nach Högbe, P., Stang, S., Typisierung von Verkehrsteilnehmern und Verkehrsteilnehmerinnen im Stadtverkehr am Beispiel der Stadt Köln, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 65. Jg. (1994), Heft 1, S. 67ff.; Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Statistisches Jahrbuch 1993 für die Bundesrepublik Deutschland, Stuttgart 1993, S. 58 u. S. 66; Spiegel-Verlag (Hrsg.), Auto, Verkehr, Umwelt, Hamburg 1993, S. 142 u. S. 147; Hautzinger, H., Heidemann, D., Krämer, B., Tassaux-Becker, B., Fahrleistungserhebung 1990, Forschungsprojekt FP 8902 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heilbronn 1993, S. 157; Der Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Verkehr in Zahlen 1993, Bonn 1993, S. 123 u. S. 133.

1) *Potential nach Typen*: Dieser Vorgehensweise liegt die Überlegung zugrunde, daß sich Car-Sharing in erster Linie innerhalb eines Autofahrersegmentes mit einer positiven Haltung zum öffentlichen Verkehr und einer rationalen Einstellung zum Pkw ausweiten wird. In der zitierten Studie wird am Beispiel der Stadt Köln eine Typisierung der Verkehrsteilnehmer in Immobile (11%), Autofahrer aus Leidenschaft (9%), ÖV-freundliche Autofahrer (17%), ÖV-Ablehner (26%), Wahlfreie Abwäger (26%) und Autoverzichter (11%) vorgenommen. Durch einen Abgleich mit Einstellungs- und Verhaltensmustern von Car-Sharing-Nutzern (Führerscheinbesitz, leidenschaftslose Einstellung zum Auto, rationale Verkehrsmittelwahl je nach Zweck) ist die Gruppe der „wahlfreien Abwäger“ und die der „Autoverzichter“ als hauptsächliches Marktpotential des Car-Sharing anzusehen (37%). Rechnet man die Ergebnisse unter Beachtung der Stichprobenauswahl (städtische Bevölkerung) auf das gesamte Bundesgebiet hoch, so ergibt sich ein theoretisches Marktpotential in Höhe von 8,1 Mio Autofahrern, das sind knapp 20% der Führerscheinbesitzer.

2) *Potential nach jährlicher Fahrleistung*: Dieser Ansatz stellt das Kostenargument des Car-Sharing in den Vordergrund. Car-Sharing eignet sich für alle Autofahrer, die weniger als 6 830 km im Jahr mit einem Pkw zurücklegen (Break-even-Punkt zwischen Car-Sharing und privatem Pkw, vgl. Kapitel 2.3). Nach Herausrechnung der Führerscheinbesitzer in den Landkreisen können zu dieser Gruppe 2,05 Mio Autofahrer gezählt werden.

3) *Potential nach Pkw-Nutzungszwecken*: 13% der privaten Pkw werden überwiegend für Einkäufe oder Freizeit genutzt.¹¹⁾ Diese Gruppe von Pkw kommt für einen Ersatz durch Car-Sharing-Fahrzeuge in Frage, da Car-Sharing insbesondere für Transport-, Einkaufs-, Freizeit- und Urlaubsfahrten (82% aller Nutzungszwecke) geeignet ist. Addiert man diesem Potential die Personengruppe – entsprechend ihrem Anteil an den derzeitigen Car-Sharing-Nutzern – hinzu, die Car-Sharing nicht als Ersatz eines eigenen Pkw ansehen, so ergibt sich ein Nutzerpotential in Höhe von 2,74 Mio Autofahrern, das entspricht 6,49% aller Führerscheinbesitzer.

4) *Potential nach Pkw-Nutzungshäufigkeit*: Das Car-Sharing-Konzept ist auf eine tägliche Nutzung sowohl aufgrund der Zeit- und Kilometerkosten als auch wegen der anfallenden Transaktionskosten (Buchungsvorgang, Weg zu den Stellplätzen) nicht ausgerichtet. D.h. Car-Sharing ist nur für solche Autofahrer geeignet, die relativ selten (bis zu 12 mal im Monat) einen Pkw benötigen.¹²⁾ Dies trifft – auch hier unter Ausschluß der Führerscheinbesitzer in den gering verdichteten Landkreisen – auf 2,45 Mio Autofahrer zu.¹³⁾

Sieht man von der Potentialabschätzung nach Verkehrsteilnehmertypen ab, die aufgrund ihrer relativ groben Klassifizierung das Marktpotential überschätzt, so läßt sich durch eine Marktabgrenzung mit „harten“ Faktoren (überwiegender Fahrtzweck, Jahreskilometerleistung, Pkw-Nutzungshäufigkeit) ein Potential von 2,05 Mio bis 2,74 Mio Autofahrern errechnen. Da sich von einer geringen Pkw-Nutzungshäufigkeit sowohl auf eine gebrauchswertorientierte Einstellung zum Auto als auch auf die Fahrtzwecke (kein Einsatz im Berufsverkehr) sowie die jährlichen gefahrenen Kilometer schließen läßt, führt dieser Ansatz der Marktpotentialermittlung zum aussagekräftigsten Ergebnis. Für Car-Sharing kann somit ein *realistisches Marktpotential* in Höhe von 2,45 Mio Autofahrern angegeben werden.

4. Verkehrliche Auswirkungen des Car-Sharing

4.1 Verkehrsrentlastungspotentiale

Art und Ausmaß der verkehrlichen Effekte wurden im Rahmen einer Befragung von knapp 600 Nutzern aus sechs deutschen Städten untersucht (Aachen, Berlin, Halle, Köln, München, Sangerhausen). Durch Hochrechnungen auf das Marktpotential können die *möglichen Wirkungen* („Maximal-Szenario“) auf den Pkw-Bestand, die Fahrleistungen sowie den Modal Split im Verkehr sichtbar gemacht werden. Ausgegangen wird hierbei von der ermittelten potentiellen Nutzerzahl in Höhe von 2,45 Mio Autofahrern („Multiplikator“ für die ermittelten verkehrlichen Effekte) sowie von der Annahme gleichbleibender Veränderungsquoten der verkehrlichen Größen bei zunehmender Ausdehnung des Car-Sharing. Die folgende Tabelle zeigt die zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits realisierten und die unter den gegebenen Bedingungen maximal möglichen Verkehrsrentlastungen.

11) Vgl. Hautzinger, H., Heidemann, D., Krämer, B., Tassaux-Becker, B., Fahrleistungserhebung 1990, a.a.O., S. 157.

12) Car-Sharing-Nutzer sind vor ihrer Teilnahme durchschnittlich etwa 11 mal im Monat mit einem Pkw gefahren.

13) Autofahrer über 60 Jahre, die mehrmals in der Woche einen Pkw nutzen, werden nicht in das Marktpotential eingerechnet. Diese Gruppe ist bisher nicht unter den Car-Sharing-Nutzern vertreten, da der Weg zu den Stellplätzen anscheinend nicht zumutbar ist und eine grundsätzliche Veränderung des Verkehrsverhaltens in diesem Stadium des Lebenszyklus unwahrscheinlich ist.

Tabelle 7: Verkehrliche Auswirkungen des Car-Sharing

	realisierte Entlastungseffekte	potentielle Entlastungseffekte
Verringerung des Pkw-Bestandes ¹⁾	2 936 Pkw	1 199 000 Pkw
Verringerung der jährlichen Pkw-Fahrleistungen	17,7 Mio km	7 227,5 Mio km
Erhöhung der jährlichen Pkm im öffentlichen Verkehr	9,2 Mio Pkm	3 765,7 Mio Pkm

1) incl. nicht angeschaffter Pkw.

Quelle: Eigene Berechnungen.

4.2 Auswirkungen auf den Pkw-Bestand

Die Verringerung des Pkw-Bestandes gehört zu den wichtigsten Zielsetzungen des Car-Sharing. Im Rahmen der empirischen Untersuchung wurde eine Unterscheidung der Car-Sharing-Nutzer hinsichtlich des Pkw-Besitzes vor ihrem Beitritt in folgende Gruppen vorgenommen:

Tabelle 8: Pkw-Besitz vor Car-Sharing-Teilnahme

	Anteil an Nutzern
Personen, die noch nie Halter eines Pkw waren und auch keinen eigenen anschaffen würden	12,8%
Personen, die aufgrund von Car-Sharing auf die geplante Anschaffung eines eigenen Pkw verzichtet haben	31,5%
Personen, die aufgrund von Car-Sharing ihren eigenen Pkw abgeschafft haben	23,0%
Personen, die unabhängig von Car-Sharing ihren Pkw abgeschafft haben	29,7%
Personen, die weiterhin einen Pkw besitzen	3,0%
	100%

Quelle: Eigene Erhebung.

Von dem Anteil der jeweiligen Gruppe an der Gesamtheit der Car-Sharing-Nutzer ist es abhängig, ob und in welchem Umfang Pkw-Bestandsveränderungen resultieren. Saldiert man die bestandssenkenden mit den bestandserhöhenden Wirkungen – für 45,5% der Car-Sharing-Teilnehmer müssen Fahrzeuge bereitgestellt werden, denen kein Bestandsabbau gegenübersteht –, so lassen sich folgende Wirkungen auf den Pkw-Bestand feststellen:

Tabelle 9: Pkw-Bestandsveränderung durch Car-Sharing

	Bestand ohne Car-Sharing	Bestand mit Car-Sharing	Veränderung
innerhalb der heutigen Gruppe der Nutzer	3450 Pkw	514 Pkw	-85,0%
bei vollständiger Erschließung des Marktpotentials	33,84 Mio Pkw ¹⁾	32,64 Mio Pkw	-3,5%

1) Bestand an privat genutzten Pkw in den alten und neuen Bundesländern. Eigene Berechnung nach: Der Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Verkehr in Zahlen 1993, a.a.O., S. 133; Hautzinger, H., Heidemann, D., Krämer, D., Tassaou-Becker, B., Fahrleistungserhebung 1990, a.a.O., S. 155.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Setzt man die Verringerung der Pkw-Anzahl durch Abschaffung zu den insgesamt benötigten Car-Sharing-Fahrzeugen in Relation, so ergibt sich ein Wert von 4, d.h. pro Inbetriebnahme eines Gemeinschaftsfahrzeuges werden vier private Pkw abgeschafft.

Durch die Bündelung von Verkehrsnachfrage auf wenige Gemeinschaftsfahrzeuge (pro Fahrzeug 18 Nutzer) verringert sich zugleich die Beanspruchung von Parkraum. In erster Linie entfällt die Notwendigkeit, am Wohnungsstandort vormaliger Pkw-Besitzer Parkflächen bereitzuhalten. Die durch Car-Sharing mögliche Bestandssenkung um 1 199 000 Fahrzeuge¹⁴⁾ führt – auf die Fläche der kreisfreien Städte bezogen – zu einer Verringerung der Pkw-Anzahl in Höhe von durchschnittlich 78 Pkw/km². Setzt man für jedes Fahrzeug einen Stellflächenbedarf von 12,5 m² an, so werden pro km² Stadtfläche 975 m² Parkraum weniger benötigt.

4.3 Auswirkungen auf die Pkw-Nutzung

Die relativ hohe Reduktionsquote des Pkw-Bestandes innerhalb der Gruppe der Car-Sharing-Nutzer geht insgesamt mit einer Reduzierung der Pkw-Nutzungsintensität und einem verbesserten Auslastungsgrad der Fahrzeuge einher. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der empirischen Untersuchung zusammengestellt:

14) Die benötigten Car-Sharing-Fahrzeuge wurden berücksichtigt.

Tabelle 10: Auswirkungen des Car-Sharing auf die Pkw-Nutzung (personenbezogen pro Car-Sharing-Nutzer)

	ohne Car-Sharing	mit Car-Sharing	Veränderung
Pkw-Fahrleistungen pro Jahr	7000 km	4050 km	-42,1%
Fahrtshäufigkeit mit Pkw pro Monat	10,8	4,2	-61,0%
Fahrtweiten pro Pkw-Nutzungsfall	53,4 km	77,7 km	+45,5%
Pkw-Besetzungsgrad ¹⁾ (Personen pro Fahrt)	1,56	1,98	+29,9%

1) Der erhöhte Besetzungsgrad ist nicht in voller Höhe dem Car-Sharing zuzuschreiben (s.u.).

Quelle: Eigene Erhebung.

(1) Die car-sharing-spezifische Kostenstruktur sowie die räumliche Distanz zu den Fahrzeugen tragen zu einer Einschränkung der *Fahrtshäufigkeit* mit einem Pkw auf die unvermeidbaren Fälle bei. Trotz der verbesserten Pkw-Verfügbarkeit für einen Teil der Car-Sharing-Nutzer reduziert sich die durchschnittliche monatliche Pkw-Nutzungshäufigkeit um 61%.

(2) Durch Car-Sharing wird in der Regel die spontane Pkw-Nutzung eingeschränkt. Die anfallenden Transaktionskosten durch Buchung und Weg zu den Stellplätzen verhindern den Einsatz für kurze, auch mit anderen Verkehrsmitteln zurückzulegende Wege. Die *durchschnittlichen Fahrtweiten* mit einem Pkw steigen innerhalb der Nutzergruppe an. Durch die Teilnahme am Car-Sharing wird somit seltener gefahren, dafür aber über längere Strecken. Neben der Einschränkung der Möglichkeit zur spontanen Pkw-Nutzung sind hierfür folgende Gründe zu nennen:

- Die Nutzung der Car-Sharing-Fahrzeuge erfolgt in fast 50% der Fälle für Freizeit und Urlaub.
- Die Mobilität mit dem Pkw wird rationeller geplant. Es werden außerhäusige Tätigkeiten zusammengefaßt und Wegeketten gebildet.

(3) In der Erhöhung des *Besetzungsgrades* von Pkw liegen erhebliche Reduktionspotentiale für den Stadtverkehr. Im Gegensatz zum Konzept der Fahrgemeinschaften zielt Car-Sharing nicht auf eine Erhöhung des Besetzungsgrades von Pkw. Dennoch ergibt die empirische Untersuchung einen durchschnittlichen Besetzungsgrad für Fahrten mit Car-Sharing-Fahrzeugen in Höhe von knapp zwei Personen. Dies läßt sich auf zwei Ursachen zurückführen:

- Car-Sharing-Fahrzeuge werden fast zur Hälfte für Fahrtzwecke gemietet, bei denen ohnehin ein höherer Besetzungsgrad festzustellen ist (Freizeit, Urlaub).

- Das Konzept des Car-Sharing hält zu einem effizienten Pkw-Einsatz an, also auch zu einer verbesserten Auslastung bzw. zu einer Verringerung von Fahrten mit niedrigem Besetzungsgrad. Spontane, d.h. individuelle „Ein-Personen-Fahrten“ werden reduziert. Die Pkw-Mobilitätsbedürfnisse eines Haushaltes werden zeitlich und räumlich gebündelt. Des weiteren regen die nun wahrnehmbaren Vollkosten pro Fahrt zu einer Mitnahme von Personen an, die einen finanziellen Beitrag zur Kostendeckung leisten („Kosten-Sharing“).

(4) Die bisher ermittelten verkehrlichen Wirkungen des Car-Sharing lassen sich zusammenfassend in der Größe „Einsparungen an *Fahrleistungen* im Pkw-Verkehr“ ausdrücken. Würden ohne Car-Sharing jährlich 7000 km pro Person zurückgelegt, so reduzieren sich diese durch die Teilnahme auf 4050 km. Für die gesamte Bundesrepublik (alte und neue Bundesländer) ergeben sich mögliche Fahrleistungseinsparungen im Mit-Fall („Maximal-Szenario“) in Höhe von 7,2 Mrd Fahrzeugkilometer.

Die insgesamt festgestellte Fahrleistungsreduktion setzt sich aus zwei gegenläufigen Effekten zusammen:

Tabelle 11: Struktur des Fahrleistungseffektes durch Car-Sharing (jährliche Pkw-Fahrleistungen)

Car-Sharing-Nutzer	ohne Car-Sharing	mit Car-Sharing	Veränderung
Nutzer, deren Pkw-Verfügbarkeit sich durch Car-Sharing (wieder) verbessert	2741 km	3902 km	+42,4%
Nutzer, die aufgrund von Car-Sharing einen eigenen Pkw abgeschafft bzw. nicht angeschafft haben	10448 km	4175 km	-60,0%

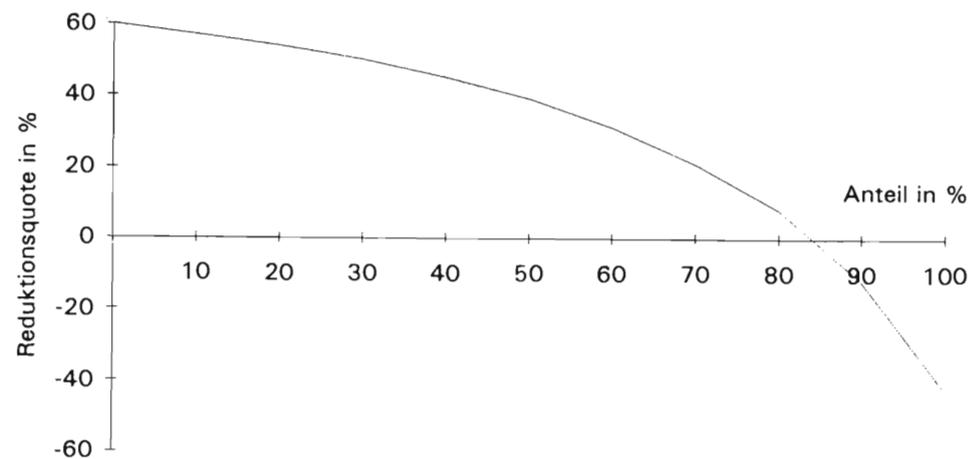
Quelle: Eigene Erhebung.

Für 45,5% der Car-Sharing-Nutzer verbessert sich durch die Bereitstellung von Gemeinschaftsfahrzeugen die Pkw-Verfügbarkeit im Vergleich zur Situation ohne Car-Sharing. Erwartungsgemäß erhöhen diese Personen ihre jährlichen Pkw-Fahrleistungen. Trotz einer teilweise schlechten Pkw-Verfügbarkeit vor dem Car-Sharing-Beitritt ist bei diesen Nutzern auch vorher schon eine beachtliche Pkw-Fahrleistung zu verzeichnen. So legen bspw. Personen, die keinen eigenen Pkw besessen haben, bereits vor ihrer Teilnahme jährlich etwa 1 700 km mit einem Pkw zurück.

Die Reduktionsquote der Fahrleistungen innerhalb der Gruppe der Car-Sharing-Nutzer in Höhe von 42,1% ist nicht als statische Größe zu interpretieren. Auch hier ist eine Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Nutzergruppe feststellbar. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Veränderung der Reduktionsquote, wenn sich der Anteil der Personen mit verbesserter Pkw-Verfügbarkeit erhöht.¹⁵⁾

15) Bei Konstanz aller anderen Größen.

Abbildung 1: Veränderung der Pkw-Fahrleistungen (Reduktionsquote) in Abhängigkeit der Nutzergruppenzusammensetzung



Quelle: Eigene Berechnungen.

Übersteigt die Gruppe dieser Personen die kritische Größe von ca. 84%, so erhöhen sich insgesamt die Fahrleistungen im Pkw-Verkehr.

4.4 Auswirkungen auf den Modal Split

Als Indikator für die Wirksamkeit einer Maßnahme zur Verkehrsentslastung dient i. d. R. die Veränderung des Modal Split zwischen dem Individualverkehr und den öffentlichen Verkehrsmitteln (ÖV). Für die durch Car-Sharing realisierten und möglichen Umverteilungen wurden folgende Größen ermittelt:

Tabelle 12: Veränderung der jährlich zurückgelegten Kilometer mit Pkw und öffentlichen Verkehrsmitteln

zurückgelegte km	Pkw ¹⁾	ÖV ²⁾
pro Car-Sharing-Nutzer	-2950 km	+1537 km
bei vollständiger Erschließung des Marktpotentials	-7 227,5 Mio km	+3 765,7 Mio km

1) Mit Taxiverkehr.

2) Ohne Taxiverkehr.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Darüber hinaus erhöht sich die Anzahl der Wege zu Fuß oder mit dem Fahrrad um 11%. Geht man von der These eines konstanten täglichen „Wegebudgets“ aus, so findet durch Car-Sharing eine Verlagerung motorisierter Mobilität statt. Da sich ausschließlich die Fahrtenhäufigkeiten und die Fahrleistungen im Pkw-Verkehr verringert haben, kann eine Substitution insbesondere kurzer Pkw-Fahrten durch nicht-motorisierte Verkehrsmittel angenommen werden.

Car-Sharing-Nutzer fahren außerdem infolge des Car-Sharing-Angebotes durchschnittlich 35,5% mehr mit dem Taxi (120,2 km statt 88,7 km). In erster Linie ist dieser Effekt den Personen zuzurechnen, die ihren eigenen Pkw aufgrund von Car-Sharing abgeschafft haben. Diese steigern ihre jährliche Fahrleistung mit dem Taxi um 10,5%. Der Verzicht auf den privaten Pkw erhöht den Wahrnehmungsgrad des gesamten Spektrums der Alternativen zum eigenen Pkw.

Analog den Wirkungen auf den Taxiverkehr könnte vermutet werden, daß sich die Nutzung konventioneller Leihwagen als Ergänzung zu den Car-Sharing-Fahrzeugen intensiviert. Zwar trifft diese Aussage auf die Gruppe der „Auto-Abschaffer“ zu – die jährliche Fahrleistung mit Leihwagen verdreifacht sich –, insgesamt ist aber eine geringe Reduktion von 313 km auf 297 km festzustellen. Für bestimmte Nutzungszwecke überschneidet sich somit der Markt von Car-Sharing und konventioneller Autovermietung.

5. Gesamtwirtschaftliche Bewertung des Car-Sharing

Für die Ausweitung des Car-Sharing ist ein bestimmter Mitteleinsatz erforderlich, so z. B. für den Aufbau der Car-Sharing-Infrastrukturen. Die gesamtwirtschaftliche Vorteilhaftigkeit des Car-Sharing hängt davon ab, ob diesem Ressourceneinsatz eine insgesamt größere Ressourcenersparnis gegenübersteht. Die Methode zur Ermittlung der Effizienz von Car-Sharing ist die *Nutzen-Kosten-Analyse*. Hierbei werden die für die Maßnahmenrealisierung aufzuwendenden Investitions- und Betriebskosten den erzielbaren Nutzen gegenübergestellt. Bei einem Nutzen-Kosten-Verhältnis größer 1 ist die Maßnahme gesamtwirtschaftlich gerechtfertigt. Die Berechnung erfolgt auf der Grundlage des ermittelten Marktpotentials und der sich daraus ergebenden maximal möglichen Fahrleistungseinsparungen im Pkw-Verkehr.

Die eigentliche *Nutzenabschätzung* (funktionale Verknüpfung und Monetarisierung der Effekte) wird mit einem eigenen Straßenverkehrssimulationsmodell (SVSM) durchgeführt.¹⁶⁾ Zunächst werden hierbei aus der Verringerung der Fahrleistungen Geschwindigkeitsveränderungen der auf dem Straßennetz verbleibenden Verkehrsteilnehmer berechnet. Auf Basis der im „Mit-“ und im „Ohne-Fall“ verschiedenen Geschwindigkeiten werden Veränderungen des Einsatzes an Treibstoffen bzw. an Betriebskosten, an Zeit, an CO₂ und an Luftschadstoffen ermittelt. Für die Ermittlung der spezifischen Nutzen wird vorwiegend auf die Funktionen aus den „Richtlinien für die Anlage von Straßen. Teil: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (RAS-W)“ zurückgegriffen.¹⁷⁾

16) Vgl. Pfau, G., Schulz, W. H., Methodische Grundlagen und empirische Ausgestaltung eines Simulationsmodells im Straßenverkehr zur Bewertung verkehrspolitischer Maßnahmen, Köln, 1994.

17) Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für die Anlage von Straßen. Teil: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, Köln 1986.

Die Kosten des Lärms und der Straßenverkehrsunfälle, für die keine geschwindigkeitsabhängigen funktionalen Beziehungen verfügbar sind, werden auf Basis von längenbezogenen Kostensätzen (Kosten je zurückgelegtem Fahrzeugkilometer) berechnet.¹⁸⁾ Es entsteht ein „Mengengerüst“ realer Effekte, das im letzten Schritt mit Hilfe entsprechender Kostensätze einer ökonomischen Bewertung unterzogen wird. Die Nutzen des Car-Sharing ergeben sich dabei aus der Differenz der Kosten im Straßenverkehr im „Ohne-“ und im „Mit-Fall“. Von den Nutzen des motorisierten Individualverkehrs werden die (zusätzlichen) Kosten der Nutzung alternativer Verkehrsmittel (mit dem Rad, zu Fuß und mit dem öffentlichen Verkehr zurückgelegte Wege) abgezogen. Somit ergibt sich bei vollständiger Erschließung des Marktpotentials ein „Nettonutzen“ des Car-Sharing in Höhe von 2.856,03 Mio DM (vgl. Tabelle 13). Das Ergebnis wird von den Nutzen aus Betriebs- und Unfallkostensparnissen dominiert. Die Position Zeitkosten ist negativ, da der Effekt der absoluten Verringerung der Verkehrsleistung durch die Mobilitätsverlagerung zugunsten langsamer (zeitintensiver) Fuß- und Radwege überkompensiert wird.

Tabelle 13: Nutzen im Verkehrsbereich durch Car-Sharing

	Nutzen MIV Gemeindestr.	Nutzen MIV BAB	Nutzen ÖV	Nutzen "andere"	Summe Nutzen
1. Bewertete Effekte in Mio DM					
1.1 Betriebskosten	1.405,51	348,60	0,00	0,00	1.754,11
1.2 Zeitkosten	1.162,52	114,88	-750,59	-651,55	-124,75
1.3 Unfallkosten	1.152,79	70,16	0,00	-66,65	1.156,30
1.4 Lärmkosten	27,97	6,99	0,00	0,00	13,98
1.5 Emissionskosten	24,51	10,91	0,00	0,00	35,42
Summe bewertete Effekte	3.773,30	551,53	-750,59	-718,20	2.856,03
2. Nicht bewertete Effekte					
2.1 Energieeinsatz in PJ	17,82	4,27	0,00	0,00	22,08
2.2 CO ₂ in Mio t	1,21	0,29	0,00	0,00	1,50

Anmerkungen:

MIV = motorisierter Individualverkehr.

Minuszeichen bedeutet Nutzenminderung bzw. Kostensteigerung.

Anmerkung: Die ausgewiesenen Nutzen auf Gemeindestraßen, BAB, im öffentlichen Verkehr und die Nutzen anderer Verkehrsmittel sind die Salden der Kosten im „Ohne-“ und „Mit-Fall“ (= Kostenersparnis bzw. -steigerung).

Quelle: Eigene Berechnungen.

18) Auf die Berechnung der ebenfalls längenbezogenen Kosten des Straßenverschleißes wird hier verzichtet, da Pkw einen vernachlässigbar kleinen Einfluß auf die Verschleißkosten haben. Die allein relevanten Fahrleistungen des Straßengüterverkehrs werden durch die Ausweitung des CS nicht beeinflusst.

Die Ersparnisse im Straßenverkehr werden durch den Nutzen aus einer geringeren Flächenbindung infolge des reduzierten Fahrzeugbestandes ergänzt. Die Nettofahrzeugersparnis beträgt 0,43 Mio Fahrzeuge (tatsächlich abgeschaffte Fahrzeuge). Für einen Stellplatz wird eine Fläche von 12,5 m² bei einem Bodenpreis in Höhe von 500 DM pro m² angesetzt. Bei einem Zinssatz von 5% und einer üblichen „Abschreibungszeit“ auf Boden von 100 Jahren ergibt sich dann eine annuisierte Ersparnis von 134,58 Mio DM.

Der gesamte durch Car-Sharing erzielbare Nutzen im Straßenverkehr und durch Verminderung des Stellflächenbedarfs beträgt dann 2.991 Mio DM.

Auf der *Kostenseite* sind Investitions- und Betriebskosten des Car-Sharing anzusetzen. Nicht berücksichtigt werden hierbei die Kosten der Bereitstellung der erforderlichen Car-Sharing-Fahrzeuge, da diese bereits in den Betriebskosten bzw. die zeitabhängigen Abschreibungen in den Zeitkosten des Straßenverkehrs enthalten sind. Kostenrelevant sind somit technische Zusatzausrüstungen (EDV-gestützte Nutzer- und Fahrdatenerfassung) sowie die laufenden Kosten der Car-Sharing-Organisationen (Personal, Miete etc.). Bei voller Ausschöpfung des Marktpotentials fallen so Kosten in Höhe von 855 Mio DM pro Jahr an. Insgesamt ergibt sich somit ein *Nutzen-Kosten-Verhältnis* von 3,5. Setzt man im Rahmen einer pessimistischen Alternativrechnung zusätzliche Durchsetzungskosten für das Car-Sharing an (verstärkte Werbung, Errichtung von Fahrradboxen an den Standorten, Autoabschaffungsprämien), so verringert sich das Nutzen-Kosten-Verhältnis auf 2,13. Car-Sharing wäre gesamtwirtschaftlich dennoch vorteilhaft.

6. Umsetzungsprobleme und Förderungsmaßnahmen

6.1 Mißbrauchsmöglichkeiten

Die gemeinschaftliche Nutzung von Fahrzeugen hängt von der Kooperationsbereitschaft und dem Sozialverhalten der Teilnehmer ab. Das „soziale Problem“ des Car-Sharing besteht darin, daß einige wenige Teilnehmer das System auf Kosten der (Nutzer-)Allgemeinheit ausnutzen können. Grundsätzlich bestehen folgende Möglichkeiten des Mißbrauchs durch die Nutzer:

- Fahren ohne Buchung,
- Überschreiten des Buchungszeitraumes,
- Nichtmeldung von verursachten Schäden,
- Unterschlagung von Fahrzeugen,
- unangemessenes und unfallträchtiges Fahren.

In der Praxis sind bisher nur das Fahren ohne Buchung bzw. das Überschreiten der Buchungszeiträume von – wenn auch geringer – Bedeutung (in 1 – 2% der Nutzungsfälle). Besonders unfallträchtiges Fahren konnte nicht nachgewiesen werden. Die Unfallhäufigkeit bezogen auf die gefahrenen Kilometer ist geringer als bei privaten Pkw.

Um das Car-Sharing-System vor Mißbrauch durch die Nutzer weitgehend zu schützen, bieten sich den Organisationen folgende *Handlungsoptionen*:

- Dichtere Kontrollen, wie z.B. computergestützte Buchungs- sowie Nutzer- und Fahrt- erfassungssysteme, können die Mißbrauchsmöglichkeiten reduzieren. Bei der Einführung solcher Kontrollmechanismen muß aber beachtet werden, daß deren Kosten die Nutzen (Einsparungen aufgrund sinkender Mißbräuche) nicht übersteigen.
- Die Beachtung der vertraglich vereinbarten Nutzungsbedingungen kann durch die Androhung von „Strafen“ (Gebühren, Ausschluß) im Fall eines Mißbrauchs unterstützt werden.
- Durch bessere Motivation der Mitglieder (z.B. durch verstärktes Einbinden der Teilnehmer in Planung und Organisation, Mitbestimmung) kann ein Ausnutzen des Systems von vornherein vermieden werden.¹⁹⁾ Hierzu kann ab einer bestimmten Teilnehmerzahl auch eine Aufspaltung der Gesamtorganisation in teilautonome und sozial kontrollierbare Filialen (z.B. stadtteil- oder standortbezogen) dienlich sein.²⁰⁾

6.2 Maßnahmen zur Förderung des Car-Sharing

6.2.1 Strategien der Car-Sharing-Organisationen

Beim Aufstellen eines strategischen Handlungsrahmens muß beachtet werden, daß sich Car-Sharing im Spannungsfeld zwischen verkehrs- und umweltpolitischen Zielsetzungen, Marktakzeptanz und wirtschaftlicher Tragfähigkeit bewegt. Diese Positionierung des Car-Sharing erfordert eine sorgfältige Auswahl und Wirkungsabschätzung strategischer Maßnahmen, damit z.B. eine höhere Marktakzeptanz nicht durch die Aufgabe verkehrs- und umweltpolitischer Zielsetzungen erkauft wird (z.B. im Fall einer verstärkten Werbung bei Personen ohne Pkw).

Die *wirtschaftliche Tragfähigkeit* muß strategische Grundrichtung des Car-Sharing-Konzeptes sein, damit nicht – neben dem öffentlichen Verkehr – eine zweite „Subventionsbranche“ im Verkehrssektor aufgebaut wird.

Aufgrund der Erkenntnisse der vorhergehenden Kapitel ist für Car-Sharing eine *offensive Angebotsstrategie* zu fordern, die insbesondere über die Bereitstellung von Gemeinschaftsfahrzeugen an Orten ohne manifestierte Nachfrage Nutzerpotentiale erschließen kann. Hierfür spricht auch die Tatsache, daß etwa die Hälfte der befragten Interessenten am Car-Sharing teilnehmen würden, wenn allein das Angebot – und dabei in erster Linie die Lage der Stellplätze – ihren Anforderungen entsprechen würde.

Nach Einschätzung der Organisationen kommt einer stärkeren *Öffentlichkeitsarbeit* die weitaus größte Bedeutung für eine Ausdehnung des Car-Sharing zu. Insbesondere müssen folgende Inhalte vermittelt werden:

- Einzel- und gesamtwirtschaftliche Vorteile (Kosteneinsparungen, Verkehrs- und Umweltentlastungen),

19) So besteht bspw. für die Car-Sharing-Nutzer der STATAUTO Car-Sharing GmbH in Berlin die Möglichkeit, dem STATAUTO Berlin e. V. beizutreten, um von dort aus gestaltend mitzuwirken oder als „Autochef“ die Betreuung eines Fahrzeugs zu übernehmen. Vgl. Petersen, M., Teile und fahre, in: Internationales Verkehrswesen, 45. Jg. (1993), Heft 12, S. 740.

20) Vgl. Schwarz, J., Stadtauto Bremen, die Struktur und ihre Tücken, in: Verkehrsclub Österreich VCO (Hrsg.), Auto-Teilen, Modelle zur intelligenten Autonutzung, Graz 1992, S. 5.

- Stellung des Car-Sharing im Verkehrssystem (Alternative zum eigenen Pkw, Ergänzung zum öffentlichen Verkehr),
- Professionalität, Kundenfreundlichkeit, hoher Servicestandard, Funktionsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Systems,
- „Nonprofit-Orientierung“.

Die *Kooperation mit Verkehrsbetrieben* ist eine weitere wichtige Strategierichtung für die Car-Sharing-Organisationen. In einigen Städten wird diese bereits in Form von gemeinsamer Werbung, gemeinsamer Chip-Karte („Mobilcard“), Bahntickets für Car-Sharing-Nutzer zu reduzierten Großabnehmerpreisen und Bereitstellung von Parkplätzen praktiziert. Im Zusammenhang mit dieser Strategie ist auch eine *Verbesserung der Schnittstellen* zu anderen Verkehrsmitteln – insbesondere zum öffentlichen Verkehr – zu nennen. Hierbei geht es in erster Linie um eine räumliche Verknüpfung der Stellplätze mit den Haltepunkten des Liniennetzes (sowohl im Nah- als auch im Fernverkehr). Als Baustein einer „differenzierten Verkehrserschließung“ im Umweltverbund kann Car-Sharing auch in den Aufgabebereich von *Mobilitätszentralen* eingegliedert werden, deren Ziel eine koordinierte Informationsvermittlung und Beratung über öffentliche bzw. „halb-öffentliche“ Verkehrsangebote ist.²¹⁾

Eine weitere strategische Maßnahme zur Erschließung des Marktpotentials besteht in einer städteübergreifenden *Standardisierung* von Car-Sharing-Leistungen. Durch die Schaffung eines einheitlichen Angebotes können Quernutzungen vereinfacht und Transaktionskosten bei den Nutzern gesenkt sowie eine akzeptanzsteigernde „corporate identity“ (z.B. durch überregionale Werbung) aufgebaut werden.

Sowohl von tatsächlichen als auch von potentiellen Car-Sharing-Nutzern wird vielfach gefordert, insbesondere die *Zeittarife* zu reduzieren. Gerade bei Pkw-Besitzern erschwert dieses Preiselement die Akzeptanz des Car-Sharing, da bisher die zeitliche Dimension der Pkw-Nutzung bei den Kosten keine Rolle spielt. Eine Senkung oder Aufhebung der Zeitkosten würde aber dazu führen, daß die Fahrzeuge durch längere Buchungszeiträume, in denen sie nicht unbedingt „genutzt“ werden, für andere Nutzer blockiert werden (z.B. im Berufsverkehr). Des weiteren wäre damit aus betriebswirtschaftlichen Gründen eine Verlagerung der Kosten auf andere Bereiche verbunden, die nicht mehr verhältnismäßig wäre (z.B. auf die Kilometerkosten).

Wesentlicher Bestandteil des derzeitigen Car-Sharing-Systems ist die Entrichtung eines Finanzierungsbeitrages durch die Nutzer in Höhe von etwa 1 000 DM. Die Senkung dieser *Kapitaleinlage* („Markteintrittsschwelle“) würde die Teilnehmerzahl erhöhen. Diese Preisstrategie ist für die Organisationen jedoch nicht zu empfehlen, da hierdurch insbesondere Personen ohne Pkw verstärkt am Car-Sharing teilnehmen würden (vgl. Tabelle 2).

21) So z.B. Überlegungen der KVG Hameln. Vgl. Reinkober, N., Fahrgemeinschaften und Mobilitätszentrale, Schriftenreihe für Verkehr und Technik, Band 81, Bielefeld 1994, S. 95ff.

6.2.2 Verkehrspolitische Förderungsmaßnahmen

Wie die Untersuchung bereits realisierter und potentieller verkehrlicher Auswirkungen gezeigt hat, führt das Angebot von Gemeinschaftsfahrzeugen über Verhaltensänderungen der Nutzer – insbesondere ehemaliger Pkw-Besitzer – zu Entlastungseffekten im Stadtverkehr. Das Vorhandensein von externen Nutzen (21% des Gesamtnutzens von Car-Sharing) begründet die Forderung nach einem Engagement der öffentlichen Hand in diesem Bereich.

Mögliche Förderungen des Car-Sharing auf Bundesebene knüpfen in erster Linie an der *Straßenverkehrsordnung* (StVO) als Bundesrecht an. Die StVO sieht derzeit keine Möglichkeiten vor, Parkplätze im öffentlichen Straßenraum für Car-Sharing-Fahrzeuge zu reservieren. Die Car-Sharing-Organisationen versprechen sich von einer Stellplatzbereitstellung im öffentlichen Straßenraum – gemeint sind hierbei Stellplätze für die festen Standorte der Fahrzeuge und nicht Parkmöglichkeiten am Ziel der Fahrt – und der damit einhergehenden Attraktivitätssteigerung des Auto-Teilens einen erheblichen Anstieg der Teilnehmerzahlen.

Als Problem könnte sich erweisen, daß eine Reservierung von öffentlichem Straßenraum für Gemeinschaftsfahrzeuge als einseitige Privilegierung einer bestimmten Gruppe von Verkehrsteilnehmern verbunden mit einer Einschränkung der Parkmöglichkeiten für andere Autofahrer aufgefaßt wird. Der mögliche Vorwurf einer Privilegierung kann dadurch entkräftet werden, daß Car-Sharing nicht nur für die Teilnehmer, sondern auch für „Dritte“ Nutzen stiftet. Da pro Inbetriebnahme eines Car-Sharing-Fahrzeuges derzeit vier private Pkw abgeschafft werden, ist mit einer Reservierung von Parkplätzen keine Blockierung von Flächen verbunden, sondern es werden im Gegenteil Parkplätze frei (bzw. der Parkdruck verringert sich). Die positiven Effekte sowohl durch die verbesserte Parksituation als auch durch die Entlastungen im fließenden Verkehr kommen allen Einwohnern einer Stadt zugute, wodurch sich eine Bereitstellung von öffentlichem Straßenraum rechtfertigt.

Es sollte somit geprüft werden, ob die Möglichkeit, den Car-Sharing-Organisationen innerhalb der StVO reservierte Flächen zur Verfügung zu stellen, durch explizite Aufnahme von Car-Sharing in den Gesetzestext eröffnet werden soll.

Der in der Regel hohe Anteil städtischen Grundbesitzes an der gesamten Stadtfläche (in Köln bspw. 34,5%²²⁾) legt eine *Bereitstellung städtischer Flächen* für Car-Sharing-Fahrzeuge nahe. Bei diesem Vorgehen können gleichzeitig die mit einer Änderung der StVO verbundenen Probleme umgangen werden. Verträglichkeitsprobleme bei der Eingliederung von Car-Sharing-Stellplätzen in bestehende Strukturen lassen sich vermeiden, wenn Car-Sharing frühzeitig in *Stadtverkehrskonzepten* – insbesondere im Fall einer „flächendeckenden Parkraumbewirtschaftung“ – eingebunden wird.

Da Car-Sharing als ein Bestandteil eines umfassenden umweltverträglichen Verkehrssystems zu verstehen ist, können infrastrukturelle Förderungsmaßnahmen der Städte an den *Schnittstellen zu anderen Verkehrsmitteln* ansetzen. Über die Hälfte (52%) der Car-Sharing-Nutzer legen den Weg zu den Stellplätzen mit dem Fahrrad oder dem ÖPNV zurück. Insbesondere für diese Gruppe ist eine Optimierung der Schnittstellen von besonderer Bedeutung.

22) Eigene Berechnungen nach: Amt für Statistik und Einwohnerwesen der Stadt Köln (Hrsg.), Statistisches Jahrbuch 1991, Köln 1992, S. 13.

- Bereitstellung von städtischen Flächen für Parkmöglichkeiten an zentralen Knotenpunkten des ÖPNV-Netzes.
- Einrichtung von Car-Sharing-Standorten auf städtischen Flächen an Park & Ride-Anlagen. Bei Pkw-Fahrten ins Umland kann so der Weg innerhalb der Stadt weitgehend mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurückgelegt werden.
- Reservierung von Stellflächen auf städtischen Grundstücken an Bahn- („Rail&Road“) und Busbahnhöfen zur Erleichterung von Quernutzungen.
- Probeweise Errichtung von „Mobilstationen“ an den Car-Sharing-Standorten mit stationären Tresorsystemen, Unterstellmöglichkeiten für Fahrräder, Lagerraum für Zubehör, telephonischer Verbindung zur Taxi- und Buchungs- sowie evtl. zur Mobilitätszentrale und „intelligentem“ Fahrgastinformationssystem für den ÖPNV.

Weiterhin besteht schon heute die Möglichkeit, bei der Aufstellung von Bebauungsplänen Car-Sharing-Stellplätze zu berücksichtigen. Für neu geplante Wohngebiete (insbesondere für neue Projekte des „Autofreien Wohnens“) stellt dies die einfachste Lösung dar.

Die Nutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel ist mit unterschiedlichen Zahlungsmitteln und -modalitäten verbunden. Zur Erleichterung der Zahlungsvorgänge können „*Mobilkarten*“ eingeführt werden, die als Zugangsberechtigung zu den Car-Sharing-Tresoren, als Netzkarten für den ÖPNV sowie als bargeldloses Zahlungsmittel für den Taxiverkehr dienen.²³⁾

Da Car-Sharing nur im „Windschatten“ eines *gut ausgebauten öffentlichen Verkehrs* funktioniert, sind von Verbesserungen in diesem Bereich positive Auswirkungen auf die Akzeptanz des Car-Sharing zu erwarten. 12% der befragten Car-Sharing-Interessenten (Pkw-Besitzer) nehmen bisher nicht am Car-Sharing teil, weil u. a. das ÖV-Netz für einen völligen Verzicht auf den eigenen Pkw zu weitmaschig ist bzw. die Taktfrequenz auf bestehenden Linien zu gering ist (letzteres gilt für 12,6%, vgl. Tabelle 3). Außerdem sind für 12,0% der Interessenten verbesserte Bedingungen für Radfahrer und Fußgänger Voraussetzung für die Teilnahme am Car-Sharing. Insofern können von einer Förderung der Verkehrsmittel des Umweltverbundes gleichzeitig wichtige Impulse für die Marktdurchdringung des Car-Sharing ausgehen. In diesem Zusammenhang muß aber berücksichtigt werden, daß car-sharing-spezifische Investitionen in den ÖV als zusätzliche Kosten in die gesamtwirtschaftliche Bewertung eingehen würden. Eine Senkung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses wäre dann die Folge.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen haben ergeben, daß erst bei einem Betrieb von 15 Gemeinschaftsfahrzeugen – und einer entsprechenden Nutzerzahl – eine Kostendeckung erreicht werden kann.²⁴⁾ Die wirtschaftlichen Verluste müssen bis dahin durch ehrenamtliche Mitarbeit und Subventionen aufgefangen werden. Zudem schränkt die geringe Eigenkapitalbasis der Car-Sharing-Organisationen die finanziellen Spielräume für eine offensive Ange-

23) Mehrere Pilotprojekte über Plastikkarten zur bargeldlosen Zahlung im ÖPNV (incl. Taxiverkehr) sind bereits in der Planungs- oder Durchführungsphase. Vgl. *Bodenstab, H.*, Ohne Bargeld in Bussen und Bahnen fahren, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Nr. 96 vom 26. 4. 1994, S. T 10.

24) Vgl. *StadtteilAUTO e. V. Aachen* (Hrsg.), Handbuch für AutoTeiler, Aachen 1992, S. 32.

botsausweitung ein. In dieser Situation kann über kommunale Zuschüsse, zinsgünstige Kredite und andere Fördermittel die Existenzfähigkeit des Car-Sharing in der Aufbauphase gesichert werden. Eine dauerhafte Bereitstellung finanzieller Mittel für das Car-Sharing ist aber aus folgenden Gründen abzulehnen:

- Setzt man beim Car-Sharing den gleichen Maßstab wie im ÖPNV an, so müssen die Organisationen eigenwirtschaftlich arbeiten, d.h. die Kosten müssen durch die Erlöse gedeckt sein.²⁵⁾
- Regelmäßige Zuwendungen über die entstehenden Organisationskosten hinaus würden das Autofahren subventionieren und die Prioritäten für Investitionen in den öffentlichen Verkehr zurückdrängen.²⁶⁾

Um die Auswirkungen des Car-Sharing auch im Städtebild sichtbar zu machen und damit die Motivation bei den Pkw-Besitzern zur Teilnahme am Car-Sharing zu erhöhen, wird von den Organisatoren ein „Rückbau“ konkret durch Car-Sharing eingesparter Parkflächen gefordert (Errichtung von Radabstellanlagen, Entsiegelung und Begrünung, Schaffung von Raum für Fußgänger).²⁷⁾ Eine generelle Umwidmung von konkret eingespartem Parkraum bei zunehmender Ausbreitung des Car-Sharing ist abzulehnen. Zum einen würde sich die Parksituation für die anderen Autofahrer unangemessen verschlechtern – die Konsequenzen wären wachsender Parksuchverkehr und mehr „wildes“ Parken –, zum anderen ist eine Umgestaltung von Straßenflächen in größerem Ausmaß mit hohen Kosten verbunden, die in der gesamtwirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Analyse dem Car-Sharing angelastet werden müssten. Vielmehr sollte eine Umwidmung in Einzelfällen an strategisch günstigen Punkten als kommunale und städtebauliche „Werbemaßnahme“ erfolgen.

Die Attraktivität des Car-Sharing könnte dadurch erhöht werden, daß den Gemeinschaftsfahrzeugen bestimmte Privilegien bei der Nutzung vorhandener Infrastrukturen eingeräumt werden (z.B. Mitbenutzung von Bus- und Taxispuren, Parkbevorrechtigungen am Zielort). Dies führt aber zu einer Attraktivitätssteigerung der Pkw-Nutzung in der Stadt und sind somit nicht zweckmäßig. Anreizmechanismen für eine Teilnahme am Car-Sharing sollten nicht an den Bedingungen für die Car-Sharing-Fahrten ansetzen, da durch Bevorrechtigungen und Sondererlaubnisse das Fahren belohnt wird und nicht das Nicht-Fahren.

Auf versicherungstechnischer Ebene ist eine *personenbezogene Rabattierung nach Schadensbilanz* zu fordern. Dadurch könnten alle Nutzer ihren Schadenfreiheitsrabatt einbringen. Im Schadensfall wäre nur der den Unfall verschuldete Nutzer von einer Erhöhung der Versicherungsprämie betroffen. Die Tarife würden dann individuell erstellt werden. Somit bestünde ein direkter Anreiz, mit den Fahrzeugen der Car-Sharing-Organisationen ebenso vorsichtig wie mit dem eigenen Fahrzeug umzugehen.

25) Vgl. Änderung des § 8 PbefG durch Gesetz zur Regionalisierung des öffentlichen Personennahverkehrs, BGBl. I, 1993, S. 2419.

26) Diese Ansicht wird z.T. auch von den Car-Sharing-Betreibern selbst vertreten. Vgl. *Lehmann, F., Reesas, G., Wohltmann, H.*, Wie weiter mit dem AutoTeilen?, Bremen 1994, S. 102.

27) Vgl. StadtteilAUTO e. V. Aachen (Hrsg.), Handbuch . . . , a.a.O., S. 17.

Insgesamt ist Car-Sharing als *Baustein* eines umweltorientierten Verkehrssystems zu verstehen (neben dem konventionellen ÖV und den flexiblen Bedienungsformen, dem nicht-motorisierten Verkehr, Fahrgemeinschaften u.ä.). Durch ein koordiniertes Zusammenwirken dieser Elemente und durch eine Integration in die kommunale Verkehrspolitik können die Voraussetzungen für ein schnelles Wachstum und ein zügigeres Wirksamwerden der Entlastungseffekte von Car-Sharing geschaffen werden.

Abstract

Car-sharing is a new concept of joint vehicle usage. For solving urban traffic problems car-sharing is of essential interest. The users reduce their car mileage per year with positive effects on traffic conditions. Additionally a higher integration of public transport can be reached. By penetrating the whole market potential (2.5 Mio. drivers) the present number of cars can be reduced by 1.2 Mio. and the total car mileage per year can be reduced by 7.2 Mio. km. Comparing the benefits and costs of car-sharing leads to a 3.5 ratio, so that car-sharing is economically useful. Promoting measures by transport policy can be the consideration of car-sharing in urban transport concepts, reservation of parking lots, financial support during the market introduction phase, tax benefits and offering internal company organization assistance. Furthermore it can be expected that an improvement of the conditions in public transport and non-motorized traffic will have a positive impact on the acceptance of car-sharing.

Neuverkehr – Realität oder Phantom?*)

VON PETER CERWENKA UND GEORG HAUGER, WIEN

1. Einleitung

„Wer Straßen sät, wird Verkehr ernten“, so schallt es seit einigen Jahren durch die Lande. Etwas weniger poetisch und nüchterner lautet dieser Satz in gewissen Verkehrsplanerkreisen: „Neue Straßen erzeugen neuen Verkehr.“ Dieser so „erzeugte“ Verkehr wird als „Neuverkehr“, „induzierter Verkehr“ oder „generierter Verkehr“ bezeichnet. Charakteristisch für den Bewußtseins- und Diskussionsstand rund um diesen Begriff Neuverkehr ist seine außerordentlich stark polarisierte Positionierung zwischen unterschiedlich orientierten ideologischen Lagern: Während die „grüne“ Lobby jeden weiteren Infrastrukturausbau mit dem Argument zu verhindern bemüht ist, daß dadurch nur noch mehr Verkehr „erzeugt“ wird, argumentiert die Gegenlobby damit, daß durch neue Verkehrsinfrastruktur keine neue Verkehrsnachfrage erzeugt, sondern lediglich die vorhandene Verkehrsnachfrage „effizienter (d.h. rascher und kostengünstiger) abgewickelt“ werden kann. Vermittler zwischen diesen beiden unvereinbaren Positionen greifen häufig zum „Prozenttrick“, d.h., sie geben bei konkreten Fällen einen Prozentsatz für Neuverkehr an, ohne daß die 100% eindeutig definiert worden wären. „Wo man Geschrei macht, da ist kein wahrhaftiges Wissen“, formulierte Leonardo da Vinci schon vor etwa einem halben Jahrtausend.¹⁾ Anliegen des vorliegenden Beitrages ist es, das Wissen zu Lasten des Geschreis ein klein wenig zu verbessern, und das heißt vor allem,

- eine ganz glasklare, scharfe Begrifflichkeit einzuführen und durchgängig einheitlich zu verwenden,

*) Die Autoren danken der European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Paris, für deren Initiierung und finanzielle Unterstützung dieser Forschungsarbeit, die von den Autoren im Rahmen des ECMT-Round Table 105 am 7./8. November 1996 in Paris präsentiert wurde.

Anschrift der Verfasser:
Prof. Dr. Peter Cerwenka und
Dr. Georg Hauger
Institut für Verkehrssystemplanung
Technische Universität Wien
Gußhausstraße 30/269
A-1040 Wien

1) Leonardo da Vinci: Traktat von der Malerei, Teil 1, Faszikel 1, Nr. 6 (deutsche Ausgabe: Jena, 1909, S. 5).

- mit dieser Begrifflichkeit ein klares theoretisches Konzept aufzubauen, das sowohl ingenieurwissenschaftliche Sichtweisen (z.B. konstante Verkehrsverflechtungsmatrix oder aber konstantes Mobilitätszeitbudget) als auch ökonomische Ansätze (z.B. über Elastizitäten) zu interpretieren imstande ist, und
- an einem einsichtigen Fallbeispiel die Grenzen der empirischen Verifizierung des Neuverkehres, die erforderlichen Annahmen und die dadurch eingeschränkte Aussagekraft theoretischer Konzepte sowie die Ansatzpunkte zur mißbräuchlichen Verwendung für ideologische Zwecke aufzuzeigen.

Außerdem ist zu unterscheiden zwischen Neuverkehrsmenge und ihrer Bewertung. Letztere ist nicht Gegenstand dieses Beitrages.

2. Begriffsklärungen

Die landläufige Definition von infrastrukturbedingtem Neuverkehr (= „jener Verkehr, der durch neue Verkehrsinfrastruktur erzeugt wird“) schafft eine irreführende Bewußtseinslage, indem hiermit eine Kausalitätszuweisung an eine anonyme Sache, nämlich an die Sache „Verkehrsinfrastruktur“ (bzw. an deren Errichter) erfolgt, die vergessen läßt, daß Verkehr stets und ausnahmslos von verkehrsnachfragenden Menschen verursacht wird. Wir wollen daher infrastrukturbedingten Neuverkehr wie folgt zwar etwas umständlicher, aber doch weniger mißverständlich definieren, wobei außerdem zunächst die Eigenschaft „infrastrukturbedingt“ zwecks Verallgemeinerung weggelassen und statt dessen die Eigenschaft „angebotsattraktivierend“ eingesetzt wird:

Definition: Neuverkehr ist jener Verkehr, der

- durch Attraktivierung des Verkehrsangebotes (bei dessen Beschränkung auf die Verkehrsinfrastruktur: durch deren Ausweitung oder Verbesserung) *zusätzlich ermöglicht und*
- infolge davon *von Verkehrsteilnehmern verursacht* wird, die dieses Potential teilweise oder ganz realisieren.

Oder identisch, aber komplementär definiert: Neuverkehr ist jener Verkehr, der ohne Attraktivierung des Verkehrsangebotes nicht zustandekäme.

Grundsätzlich ist es dabei gleichgültig, ob es sich bei der betrachteten, attraktivierten Infrastruktur um Straßen oder um Schienen oder um andere Verkehrsinfrastrukturen handelt, wengleich sich in der Literatur die Sicht auf Straßen konzentrieren dürfte. Üblicherweise wird unter Attraktivierung die Ausweitung eines Verkehrsnetzes verstanden, sei es durch Einfügen eines Netzstranges in ein vorhandenes Netz oder sei es durch Erhöhung der Kapazität bestehender Netzteile etwa durch Hinzufügen weiterer Fahrstreifen, Gleise u.ä. an bestehende Netzstränge. Es kann sich im allgemeinsten Sinne aber auch um andere als technische (vor allem um ökonomische) Maßnahmen handeln, mit welchen die Attraktivität des Verkehrsangebotes verändert wird. Wird mit (etwa restriktiv-ökonomischen) Maßnahmen die Attraktivität von Verkehrsinfrastruktur gesenkt, so müßte es definitionsgemäß zu Neuverkehr mit negativem Vorzeichen, also zu einer Verkehrsreduktion gegenüber dem Ausgangszustand ohne die attraktivitätssenkende Maßnahme kommen.

Die Verwendung des Begriffes „Verkehr“ erlaubt allerdings noch keine klare Analyse, da er zu unscharf ist. Es ist für die Zwecke einer Klärung des Phänomens Neuverkehr unumgänglich notwendig, zwischen den beiden völlig unterschiedlichen Dimensionen

- Verkehrsaufkommen und
- Verkehrsleistung

zu unterscheiden. Wir wollen uns hier vereinbarungsgemäß auf den Personenverkehr beschränken. Daher hat das Verkehrsaufkommen hier die Dimension *Personenwege/Zeiteinheit* $[PW/t]$. Die Verkehrsleistung ist das Produkt aus Wegezanzahl (Verkehrsaufkommen) und durchschnittlicher Weglänge und hat daher die Dimension *Personenkilometer/Zeiteinheit* $[P\text{-}km/t]$. (Nebenbei sei bemerkt, daß sich bei Betrachtung des Güter-Neuverkehrs zwar durchaus gewisse Abweichungen, insgesamt aber doch starke Analogien zum hier behandelten Personen-Neuverkehr feststellen lassen.) Als „Personenweg“ wird die Ortsveränderung einer Person unabhängig vom benutzten Verkehrsmittel und unabhängig von der dabei zurückgelegten Weglänge definiert. „Personenweg“ ist die begriffliche Vereinigungsmenge von Fußweg und (mit einem Fahrzeug zurückgelegter) Fahrt.

Mit diesem bisher vereinbarten Begriffsglossar können wir eine erste Analyse von Verkehrsmengenwachstum einleiten. Zu diesem Zweck greifen wir zunächst drei unterschiedliche Positionen auf, die gegenüber Neuverkehr eingenommen werden:²⁾

- „(a) Verbesserungen des Straßennetzes haben *keine Verkehrszunahme* zur Folge.
- (b) Verbesserungen des Straßennetzes erhöhen die Attraktivität . . . des Straßenverkehrs. In erster Linie profitiert davon der motorisierte Individualverkehr sowie der motorisierte Straßengüterverkehr. Insgesamt führt das dazu, daß *Fahrten* von öffentlichen Verkehrsmitteln bzw. Fußwege und Radfahrten *substituiert* werden.
- (c) Verbesserungen des Straßennetzes führen durch diese Attraktivitätserhöhung nicht nur zu den in (b) beschriebenen Effekten, sondern auch zu *neuen Fahrten* und *Fahrtverlängerungen* im motorisierten Individualverkehr selbst.“

Neigt man Einstellung (c) zu und unterstellt man außerdem noch ein „allgemeines“ (durch keinerlei Infrastrukturveränderung bewirktes) Verkehrswachstum, so läßt sich eine Verkehrszunahme in einem genau zu definierenden Querschnitt q eines genau abzugrenzenden „Korridors“ zwischen einem Zeitpunkt t_0 und einem Zeitpunkt t_1 als Summe aus

- allgemeinem Verkehrswachstum,
- (räumlich und/oder modal) verlagertem Verkehr und
- Neuverkehr (im hier definierten Sinne)

interpretieren, wobei zu einem Zeitpunkt t_A (mit $t_0 < t_A < t_1$) eine Angebotsattraktivierung realisiert wird. Allerdings ist dabei der in der Literatur üblicherweise verwendete Begriff

2) Arnold, T. et al.: Umweltwirkungen von Verkehrsbehinderungen und verkehrsflußfördernden Maßnahmen im Straßenverkehr. Studie des Instituts für Verkehrsplanung und Straßenverkehr der Technischen Universität Dresden im Auftrag des Amtes für Umweltschutz der Stadt Dresden, Dresden, 1995, S. 30. Die Aussagen beziehen sich dort nur auf attraktivitätsverändernde Maßnahmen im Bereich Straße, können aber zum Teil auch verallgemeinert werden.

„Korridor“ unscharf, und er wird daher häufig – wohl unbewußt – ziemlich willkürlich abgegrenzt. Dies sei mit Hilfe der Abbildungen 1, 2 und 3 nachstehend an einem Beispiel erläutert.

Abbildung 1 zeigt schematisch ein bestehendes Straßennetz S (durchgezogene Linien), eine bestehende Bahnlinie B (gestrichelte Linie) und Knotenpunkte i, j, k, l, m, n, o , die vereinfacht zugleich auch singuläre Verkehrserreger (Quellen und Senken) darstellen mögen. Zu einem Zeitpunkt t_A wird als infrastrukturelle Angebotsattraktivierung eine neue Straße N (Doppellinie) in Betrieb genommen. In Abbildung 2 werden nun schematisch die Entwicklungen des Personenverkehrsaufkommens P ($P = \text{Personenwege}/\text{Zeiteinheit} = [PW/t]$) für unterschiedlich abgegrenzte Korridorquerschnitte (A) bis (E) zur Veranschaulichung aufeinander aufbauender Interpretationsstadien dargestellt. In Abbildung 3 wird ein möglicher Endzustand akkumulierter Verlagerungswirkungen graphisch dargestellt.

Abbildung 1: Schematische Prinzipskizze zur Veranschaulichung der Abgrenzungsschwierigkeiten beim Begriff „Korridor“

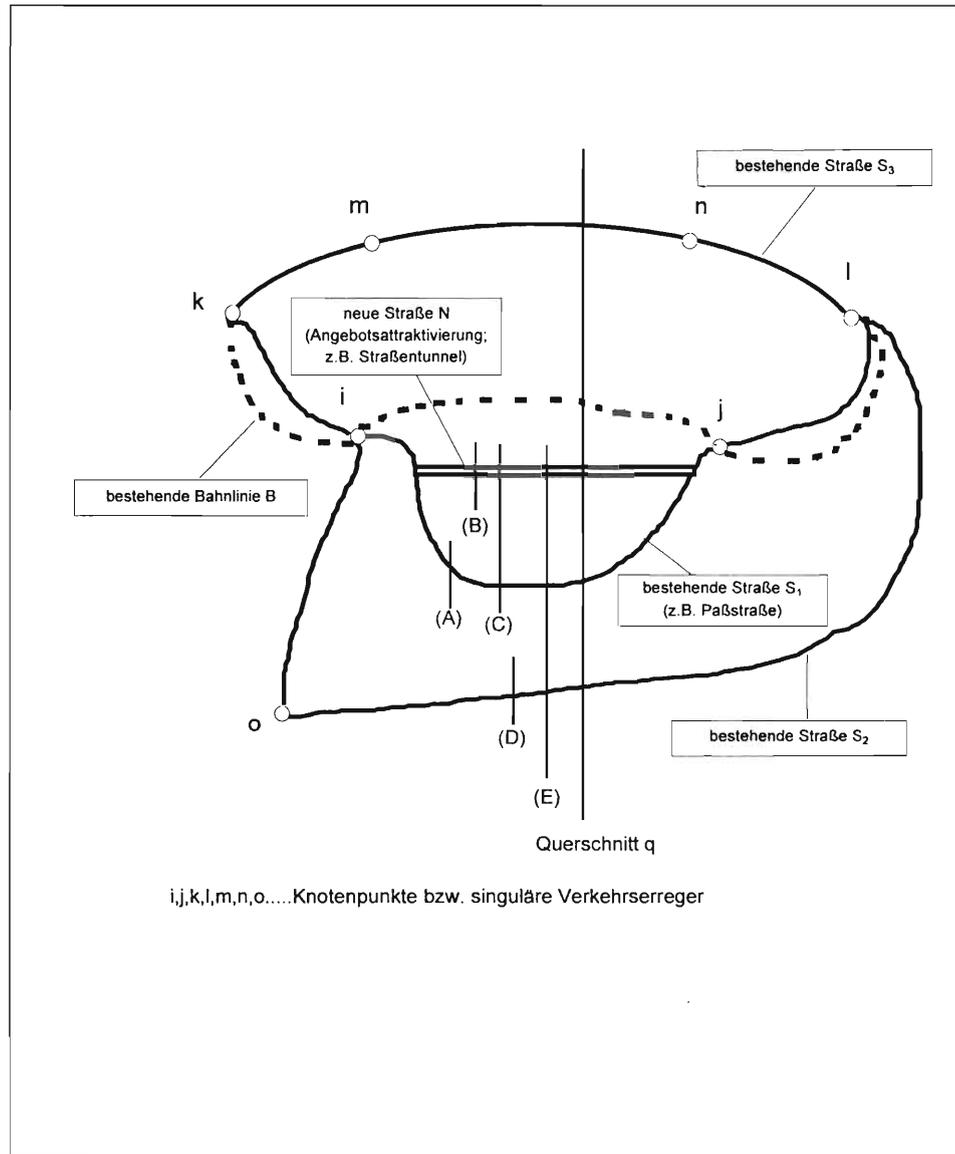
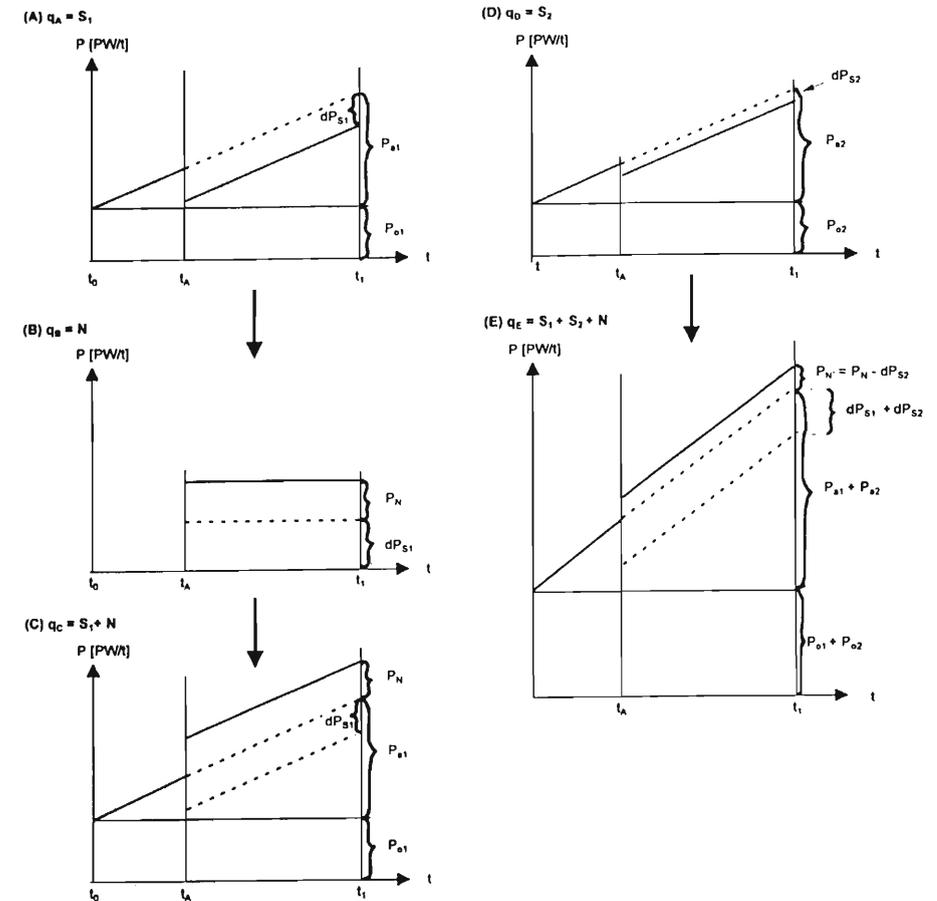


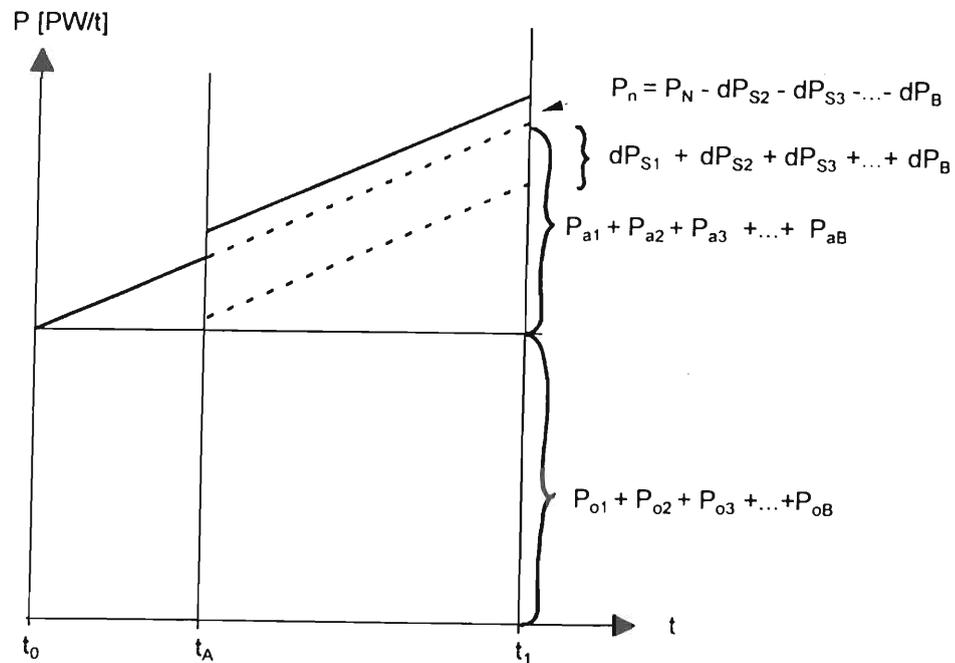
Abbildung 2: Schematische Darstellungen der Entwicklungen des Personenverkehrsaufkommens P [PW/t] für unterschiedlich abgegrenzte Korridore (A) bis (E) des Querschnitts q von Abbildung 1



Es bedeuten:

- P_{01}, P_{02} : Basisbelastung von S_1 bzw. S_2
- P_{a1}, P_{a2} : allgemeines Verkehrswachstum von S_1 bzw. S_2
- dP_{S1}, dP_{S2} : Verkehrsverlagerung von S_1 bzw. S_2
- P_N, P_N' : „Neuverkehr“ von N

Abbildung 3: Schematische Darstellung der Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens P [PW/t] für einen ausgeweiteten „Korridorquerschnitt“ $q = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + B + N$ von Abbildung 1



Als erstes beschränken wir unsere Sichtweise auf einen Korridor (A), der nur die bestehende Straße S_1 enthalten möge. Nach Inbetriebnahme der neuen Entlastungsstraße N kann man auf S_1 die Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens gemäß (A) registrieren. Analog kann man auch die Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens auf der neuen Entlastungsstrecke N selbst gemäß (B) registrieren, die der Einfachheit halber im Zeitablauf als konstant angenommen wird. Nahezu alle uns bekannten Untersuchungen fokussieren und stützen ihre Aussagen auf Version (C), d. h., es findet nur eine Überlagerung von (A) und (B) zu (C) statt, in der eine bestehende Strecke S_1 und ihre entlastende Neubaumaßnahme N zu einem „Korridorquerschnitt“ zusammengefaßt werden. In aller Regel wird dann P_N als „Neuverkehrsaufkommen“ bzw. noch einfacher als „Neuverkehr“ und der Quotient $p_N = P_N : (P_{o1} + P_{a1})$ als „Neuverkehrsanteil“ bezeichnet. Überall schwirren so berechnete „Neuverkehrsprozentsätze“ herum. Wir wollen aber einen Schritt weiter in unseren Interpretationsphasen gehen und uns Teil (D) in Abbildung 2 zuwenden. Er zeigt einen möglichen Verlauf der Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens im Korridor S_2 vor und nach Realisierung von N . Teil (E) zeigt nun die Überlagerung von (C) und (D) bzw. von (A), (B) und (D). Dabei zeigt sich, daß ein ursprünglich als P_N interpretiertes Neuverkehrsaufkommen sich nun um ein vorher falsch als Neuverkehr gedeutetes, in Wirklichkeit aber von

S_2 verlagertes Aufkommen dP_{S2} verringert. Gleichzeitig hat sich die Basis (das, was im Nenner unseres Bruches stand) von $P_{o1} + P_{a1}$ auf $P_{o1} + P_{o2} + P_{a1} + P_{a2}$ erhöht, so daß sich der bei Einbeziehung von S_2 korrigierte Neuverkehrsanteil $p_{N'}$ von $p_N = P_N : (P_{o1} + P_{a1})$ auf $p_{N'} = (P_N - dP_{S2}) : (P_{o1} + P_{o2} + P_{a1} + P_{a2})$ reduziert. Bei Einbeziehung von S_2 wird es überdies schon problematisch, noch von „Korridor“ zu sprechen. Völlig sinnlos wird dies, wenn wir nun noch einen Schritt weiter gehen und alle weiteren, nur denkbaren Verkehrsbeziehungen auf der Straße S_3, S_4, \dots und auch noch die Bahnlinie B als Konkurrenzstrecken auf-fassen, von denen bei Realisierung von N Verlagerungen zu N hin stattfinden. Dieser Endzustand ist in Abbildung 3 dargestellt, und man sieht, daß auf diese Weise das ursprünglich vermutete Neuverkehrsaufkommen P_N auf $P_n = P_N - dP_{S2} - dP_{S3} - \dots - dP_B$ zusammenschmilzt und der endgültige „Neuverkehrsanteil“

$p_n = (P_N - dP_{S2} - dP_{S3} - \dots - dP_B) : (P_{o1} + P_{o2} + P_{o3} + \dots + P_{oB} + P_{a1} + P_{a2} + P_{a3} + \dots + P_{aB})$ asymptotisch gegen Null strebt, weil bei jeder neuen „Korridor“-Ausweitung der Zähler kleiner und der Nenner größer wird. Offensichtlich ist dieses „Korridor“-Konzept theoretisch sehr unbefriedigend, zumal wenn man sich auf eine Korridorbeschränkung gemäß (C) einläßt. Geradezu bedenklich wird dieses Konzept, wenn man damit etwa durch Neuverkehr bedingte zusätzliche Umweltbelastungen ermitteln will. Gerade eine solche Absicht ist aber sehr hilfreich, um das Konzept zu verbessern. Ein erster wichtiger Schritt dazu ist die *Abkehr vom Verkehrsaufkommen eines Korridorquerschnitts* und die *Hinwendung zu Verkehrsleistungen in einem Netz*.

Als Einstieg dazu wollen wir unter Heranziehung von Abbildung 1 zunächst alle denkbaren Verhaltensreaktionen eines Verkehrsteilnehmers auf die Realisierung der Attraktivitätssteigerung N (als Beispiel sei N hier eine neue Autobahn) auflisten:

Effekt 1: Ersatz von Zuhausebleiben durch eine Fahrt auf N (Neuverkehrsaufkommen)

Vor Inbetriebnahme von N : Zuhausebleiben (in i)
Nach Inbetriebnahme von N : Fahrt mit dem Auto auf N von i nach j

Effekt 2: Kleinräumige Routenverlagerung innerhalb desselben Modus

Vor Inbetriebnahme von N : Fahrt mit dem Auto von i nach j auf S_1
Nach Inbetriebnahme von N : Fahrt mit dem Auto auf N von i nach j (Unter den in Abbildung 1 dargestellten Bedingungen würde das eine negative Neuverkehrsleistung bedeuten, weil die Strecke auf N kürzer ist als auf S_1 . Aufkommensmäßig ist im Querschnitt (C) diese Fahrt neuverkehrsneutral.)

Effekt 3: Fahrtverlängerung (Neuverkehrsleistung, meist kombiniert mit Effekt 2)

Vor Inbetriebnahme von N : Fahrt mit dem Auto von i nach j auf S_1
Nach Inbetriebnahme von N : Fahrt mit dem Auto von i nach l unter Benutzung von N (Diese Fahrt scheint im Korridor (C) nicht als Neuverkehr auf, wohl aber auf dem Straßenstück $j-l$.)

Effekt 4: Großräumige Routenverlagerung innerhalb desselben Modus (Dieser Effekt unterscheidet sich nur graduell vom Effekt 2, nicht prinzipiell. Er wird hier dennoch gesondert aufgelistet, da in aller Regel Effekt 2 in konkreten Fällen berücksichtigt, Effekt 4 hingegen nahezu ausnahmslos vernachlässigt und somit zwangsläufig als Neuverkehr interpretiert wird.)

Vor Inbetriebnahme von N: Fahrt mit dem Auto von k nach l über m und n auf S₃

Nach Inbetriebnahme von N: Fahrt mit dem Auto von k nach l über i und j auf N

Effekt 5: Modale Verlagerung

Vor Inbetriebnahme von N: Fahrt mit der Eisenbahn von i nach j

Nach Inbetriebnahme von N: Fahrt mit dem Auto auf N von i nach j

Effekt 6: Zielverlagerung in eine andere Richtung mit demselben Modus

Vor Inbetriebnahme von N: Fahrt mit dem Auto von i nach k

Nach Inbetriebnahme von N: Fahrt mit dem Auto von i nach j auf N (Diese Fahrt erscheint im Korridor (C) als Neuverkehrsaufkommen, auf dem Straßenstück i - k als negatives Neuverkehrsaufkommen. Sind die Strecken i - k und i - j über N gleich lang, ist diese Reaktion leistungsmäßig neuverkehneutral.)

Diese Effekte können sich teilweise überlagern. Nur die Effekte 1 und 3 sind als echte Neuverkehrseffekte anzusehen. Sie müssen überdies mit den Effekten 2 und allenfalls 4 saldiert werden. Effekt 1 dürfte nach den gängigen Vermutungen über die ziemlich konstante Wegeanzahl je Person und Tag (Mobilitätsrate) vernachlässigbar bzw. kaum nachweisbar sein. Die Effekte 3 und 6 sind einander ähnlich: In beiden Fällen handelt es sich um eine veränderte Zielwahl. Sie unterscheiden sich nicht prinzipiell, sondern graduell: Bei Effekt 3 wird eine bekannte Route über das ursprüngliche Ziel hinaus zu einem neuen Ziel verlängert, bei Effekt 6 wird eine bekannte Route gänzlich aufgegeben und statt dessen eine ganz andere gewählt (die auch kürzer sein kann als die ursprüngliche).

Nach Erörterung dieser möglichen Einzelreaktionen von Verkehrsteilnehmern auf eine Angebotsattraktivierung läßt sich die verbale Definition von Neuverkehr (ab nun ausschließlich in der Dimension Neuverkehrsleistung betrachtet) vom Anfang dieses Kapitels mathematisch konkretisieren: Bezeichnet man in einem räumlich abgegrenzten Gebiet mit V_A die Verkehrsleistung aller (von Quellen i nach Zielen j führenden) Verkehrsbeziehungen f mit der jeweiligen Streckenlänge L, die nach Realisierung einer Angebotsattraktivierung irgendwo in ihrem Verlauf diese Angebotsattraktivierung benutzen (n_A = Anzahl dieser Verkehrsbeziehungen), und mit V_0 die Verkehrsleistung aller vorher statt dessen realisierten Verkehrsbeziehungen (von möglicherweise zum Teil anderen Quellen zu möglicherweise zum Teil anderen Zielen; n_0 = Anzahl dieser Verkehrsbeziehungen), so ist die Neuverkehrsleistung V_n definiert durch:

$$V_n = V_A - V_0$$

und der Neuverkehrsanteil v_n in % durch:

$$v_n = 100 \cdot \frac{V_A - V_0}{V_0} \quad [\%] \quad (1)$$

Darin sind:

$$V_A = \sum_{k_A=1}^{n_A} f_{k_A} \cdot L_{k_A} \quad [\text{P-km/t}]$$

$$V_0 = \sum_{k_0=1}^{n_0} f_{k_0} \cdot L_{k_0} \quad [\text{P-km/t}]$$

Wenn man sich nur für die Absolutgröße des Neuverkehrs (V_n) und nicht für den Prozentsatz v_n interessiert, so ist es empirisch viel einfacher, sowohl zu V_A als auch zu V_0 noch eine konstante (aber im allgemeinen unbekannt) Größe V_C hinzuzufügen dergestalt, daß $V_A + V_C$ die gesamte in einem Verkehrssystem nach Angebotsattraktivierung feststellbare Verkehrsleistung darstellt (also nicht nur die jener Verkehrsbeziehungen, welche über N gehen) und analog $V_0 + V_C$ die gesamte Verkehrsleistung im selben System vor Angebotsattraktivierung. Bei Anteilsangaben (v_n) ist dies allerdings (analog wie bei der Korridorbetrachtung) irreführend, da dann der Anteil mit zunehmender Systemausweitung (repräsentiert durch V_C) asymptotisch gegen Null geht. (Vorsicht vor dem Prozenttrick: Man kann durch Systemausweitung jeden beliebig kleinen Prozentsatz erzeugen, allerdings auch durch Systemeinengung den Prozentsatz aufbauschen.)

Es empfiehlt sich wegen der in aller Regel mit Neuverkehrsermittlungen verbundenen Wirkungsabschätzungen (z.B. Energieverbrauch, Reisezeiten, Schadstoffmengen etc.), von vornherein eine modale Disaggregation vorzusehen, wobei V_A definitionsgemäß stets nur den Modus enthalten kann, dem die Angebotsattraktivierung zugute kommt; V_0 kann (und wird wohl in der Regel) auch andere Modi umfassen.

Es ist evident, daß die so getroffene Definition von Neuverkehrsleistung in der konkreten empirischen Umsetzung sehr viel größere Schwierigkeiten bereitet als eine schlichte korridorspezifische Definition von Neuverkehrsaufkommen. Dennoch erscheint es unerlässlich, ein theoretisch korrektes, widerspruchsfreies und plausibles Definitionskonzept aufzubauen, auch wenn es sich empirisch nicht gänzlich füllen läßt, damit man die lückenhafte Empirie durch sinnvolle, diesem Konzept entsprechende Annahmen ergänzen kann.

Der Definition liegt folgende (fiktive) experimentelle Vorstellung zugrunde: Nach Inbetriebnahme einer Angebotsattraktivierung wird in einer bestimmten Zeitspanne jeder Verkehrsteilnehmer auf dem attraktivierten Netzstrang nach Quelle und Ziel seiner Fahrt befragt: Damit wird die sogenannte „Verkehrsspinne“ rekonstruiert, und auch durchschnittliche Weglängen lassen sich so ermitteln, insgesamt also V_A . (Daraus folgt, daß streng genommen erst *nach* Erhebung der Verkehrsspinne eine problemadäquate Raumabgrenzung möglich wird.) Danach wird die Angebotsattraktivierung wieder rückgängig gemacht, und nun wird erhoben, welche Wegemuster die die ehemalige Angebotsattraktivierung nutzenden Verkehrsteilnehmer bei Wegfall derselben statt dessen realisieren, womit sich (modal differenziert, m = Anzahl der Modi)

$$V_0 = \sum_{e=1}^m V_{0,e}$$

und damit auch $V_n = V_A - V_0$ ermitteln ließe.

3. Die zwei „Kulturen“ zum Thema Neuverkehr und ihre Abstammung

Schon zu Beginn der Einleitung (Kapitel 1) wurde festgestellt, daß das Thema Neuverkehr die am Transportwesen interessierte Gesellschaft in zwei unversöhnliche Lager zu spalten droht. Diese Spaltung hängt mit den massiv unterschiedlichen Interessenlagen der beiden Lager zusammen und ist dadurch gut erklärbar. Weit weniger bewußt und bekannt dürfte allerdings sein, daß diese beiden Interessenlagen die jeweilige „wissenschaftliche“ Rechtfertigung ihrer Interessen aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen beziehen, die beide für das Verkehrswesen von größter Bedeutung sind, aber unterschiedliche „Kulturen“ bzw. Weltbilder repräsentieren und leider auch nicht allzuviel klärenden Gedankenaustausch miteinander pflegen, zumal sie in den meisten Fällen an unterschiedlichen Universitäten beheimatet sind. Es handelt sich einerseits um das Verkehrsingenieurwesen und andererseits um die Verkehrsökonomie. (Nicht selten reklamiert letztere die recht umfassende Bezeichnung „Verkehrswissenschaft“ ausschließlich für sich.)

Das *Weltbild der Verkehrsingenieure* dürfte bezüglich Neuverkehr vorwiegend durch folgende Merkmale eingerahmt sein:

- Verkehrsingenieure denken als Infrastrukturgestalter immer in ganz konkreten Verkehrsnetzen und Raumbezügen.
- (Ordentliche) Verkehrsingenieure arbeiten von vornherein stets mit genau definierten und spezifizierten Dimensionsangaben (z. B. Personenkilometer je Zeiteinheit in einem definierten Raumbezug).
- Verkehrsingenieure (klassischer Tradition) halten erhobene Quelle-Ziel-Beziehungen für objektive, feste Daten, die sich nur bei Änderung von Art und Umfang der Flächennutzung ändern. Eine Änderung darüber hinaus wird als empirisch nicht abgesichert und daher als mehr oder weniger willkürliche Manipulation oder Spekulation angesehen.

- Ein in Erhebungen, Befragungen bzw. Verkehrszählungen festgestelltes Raumüberwindungsmuster (d. h. die Zuordnung von Quellen und Zielen von Ortsveränderungen, also die Verflechtungsmatrix der Verkehrsbeziehungen) wird daher nur in Abhängigkeit von veränderten Flächennutzungen variiert, *nicht aber in Abhängigkeit von Veränderungen der Verkehrsinfrastruktur*. (Allenfalls wird durch Veränderung der Verkehrsinfrastruktur die Verkehrsmittelwahl bei gleicher Quelle und gleichem Ziel verändert.)

Mit diesem Weltbild lassen sich nur die Effekte 2, 4 und allenfalls 5 der in Kapitel 2 genannten Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer auf Attraktivitätsveränderungen im Verkehrsangebot behandeln, die Effekte 1, 3 und 6 haben in diesem Weltbild keinen Platz.

Das *Weltbild der Verkehrsökonomien* dürfte bezüglich Neuverkehr dagegen vorwiegend von folgenden Prämissen geprägt sein:

- Im allgemeinen fehlt der direkte Bezug zu einem konkreten Verkehrsnetz und zur detaillierten raumbezogenen Flächennutzung. Allenfalls werden symbolische Korridore als vereinfachte Aggregationen von Verkehrsnetzen gebildet.
- Im allgemeinen fehlt zunächst eine konkrete Dimensionsangabe. Vielmehr ist da meist von „Verkehrsnachfrage“ und „generalisierten Kosten“ die Rede.
- Für Verkehrsökonomien ist „Verkehr“ ein Konsumgut wie jedes andere, dessen Nachfragemenge über eine „Nachfragefunktion“ (d. h. über eine Abhängigkeit zu Kosten oder Preisen) grundsätzlich steuerbar ist. Diese Nachfragefunktion ist allerdings überwiegend eher als abstraktes Denkmodell denn als konkret umsetzbare Handlungsanleitung zu verstehen.
- Ein in Erhebungen, Befragungen bzw. Verkehrszählungen festgestelltes Raumüberwindungsmuster wird daher zwar als nützliche und notwendige Ausgangsinformation, aber nicht als fix angesehen; *es reagiert hingegen elastisch auf attraktivitätsverändernde Variationen des Verkehrsangebotes*, also auch seiner Infrastruktur. Die exakte räumliche Zuordnung dieser Veränderungen zu bestimmten Netzteilen ist in der Regel nicht Gegenstand verkehrsökonomischer Überlegungen.

Mit diesem Weltbild lassen sich zwar theoretisch alle der im Kapitel 2 genannten neuverkehrsrelevanten Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer erklären, eine konkrete empirische Absicherung des abstrakten Modells der Nachfragefunktion und dementsprechend ihre praktische Umsetzung in veränderte Verkehrsbelastungen einzelner Netzabschnitte eines betrachteten Verkehrsnetzes stoßen allerdings auf große Schwierigkeiten.

Es wird Aufgabe der Verkehrswissenschaft sein, diese beiden Weltbilder künftig so zu kombinieren, daß die positiven Aspekte der Modellvorstellungen synergetisch zusammenwirken und ihre negativen Aspekte gemildert oder gar beseitigt werden. Die vorliegende Abhandlung soll einen kleinen Baustein dazu liefern.

Etwas vereinfacht ausgedrückt, bedeutet dies, einerseits die Starrheit der Quelle-Ziel-Verflechtungsmatrix im Weltbild der Verkehrsingenieure aufzugeben und somit die Zuordnung von Quellen zu Zielen *elastisch* auf Attraktivitätsänderungen der Verkehrsinfrastruktur reagieren zu lassen und andererseits die den meisten Verkehrsökonomien eigene Beschränkung auf abstrakte Nachfragefunktionen zu beseitigen und die Nachfrageelastizitäten in konkreten Belastungsänderungen von Streckenabschnitten in Verkehrsnetzen manifest werden zu lassen.

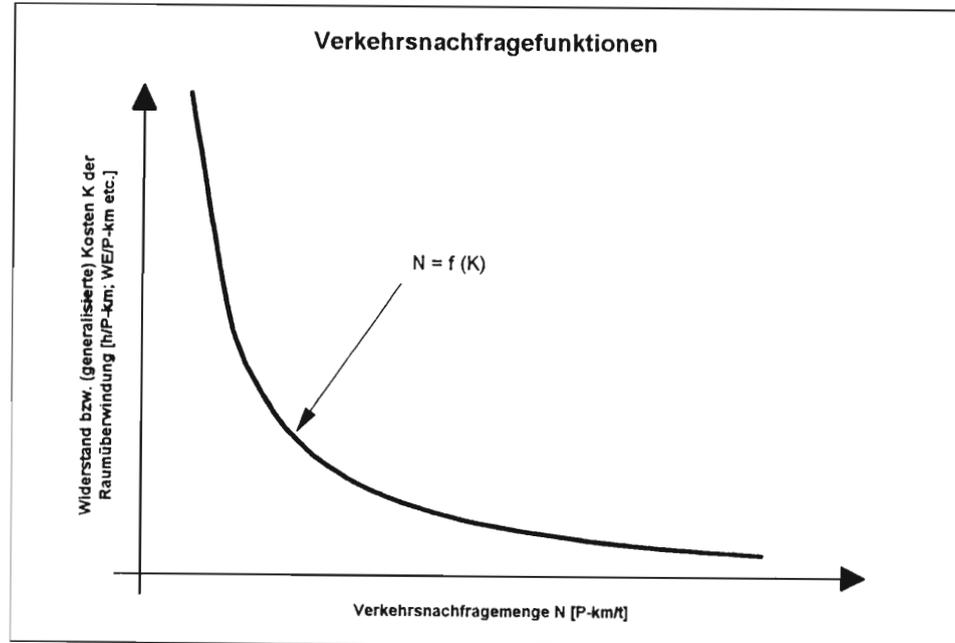
4. Das Konzept von Elastizitäten

Dazu muß allerdings das ökonomische Konzept der Elastizitäten, mit dem im Verkehrswesen ziemlich viel Schindluder getrieben wird, zunächst einmal etwas grundsätzlicher unter die Lupe genommen werden. Dies soll nun nachfolgend – stets mit dem Blick auf das Thema des infrastrukturbedingten Neuverkehrs – geschehen.

4.1 Die Verkehrsnachfragefunktion

Der Grundbaustein hierfür ist die schon erwähnte Verkehrsnachfragefunktion, also die Abhängigkeit der Verkehrsnachfragemenge N von der Attraktivität des Verkehrsangebotes oder – komplementär ausgedrückt – von den (generalisierten) Kosten K (Terminologie der Verkehrsökonomien) bzw. Widerständen (Terminologie der Verkehrsingenieure) der Raumüberwindung. Mit Blick auf die Argumentationen von Kapitel 2 wird hier als Verkehrsnachfragemenge stets die Dimension „Personenkilometer je Zeiteinheit“ [P-km/t] verstanden; als Kosten seien „Währungseinheiten je Personenkilometer“ [WE/P-km] oder auch physische Ressourcenverbräuche je Personenkilometer (z. B. Zeitbedarf in Stunden [h] je Personenkilometer [h/P-km]) bzw. auch mit Preisen gewichtete Linearkombinationen bestimmter Ressourcenverbräuche („generalisierte Kosten“) je Personenkilometer verstanden. Im Hinblick auf *infrastrukturbedingten* Neuverkehr sei schon hier festgehalten, daß aus der Sicht des Verkehrsteilnehmers in der Regel die Ressource Zeit die dominanteste Entscheidungsvariable ist. Graphisch stellt sich die Verkehrsnachfragefunktion gemäß Abbildung 4 dar.

Abbildung 4: Grundkonzept der Verkehrsnachfragefunktion



Diese Abbildung entspricht den Darstellungssusancen der Ökonomen, die (aus unerfindlichen Gründen) die abhängige Variable N als Abszisse und die unabhängige Variable K als Ordinate auftragen. (Kein Naturwissenschaftler oder Ingenieur käme auf diese Idee. Aber bei den Ökonomen hat sich diese Darstellung so fest eingebürgert, daß man sie wohl beibehalten muß, wenn man Verwirrung vermeiden will.)

Mit dieser Darstellung wird der ökonomische Grundgedanke evident, der für jedes Konsumgut gilt: Je mehr den Konsumenten (*unter sonst gleichen Bedingungen!*) das begehrte Konsumgut pro Mengeneinheit kostet, je höher also der Preis des Konsumgutes ist, desto weniger wird innerhalb ein und derselben Zeiteinheit dieses Konsumgut nachgefragt werden. Mathematisch ausgedrückt bedeutet dies, daß es sich bei der Verkehrsnachfragefunktion um eine *monoton fallende Funktion* handelt. Damit ist aber offenbar auch schon fast das einzige konsensfähige Charakteristikum von Verkehrsnachfragefunktionen erschöpfend beschrieben, denn weitergehende und empirisch gesicherte Spezifikationen der konkreten Form dieser Funktionen sind für den Bereich der Verkehrsnachfrage so gut wie nirgends dokumentiert. Die genaue Form dieser Funktion bleibt also in aller Regel im Dunkeln. Aus didaktischen Gründen und aus Praktikabilitätsabwägungen erweisen sich allerdings zwei mögliche Spezialfälle als hervorhebenswert, nämlich

– der lineare Ansatz

$$N = a + b \cdot K \quad (2)$$

– und der Potenz-Ansatz

$$N = c \cdot K^\varepsilon, \quad (3)$$

wobei wegen der geforderten Eigenschaft fallender Monotonie b bzw. ε negativ sein muß. (a , b , c und ε wären empirisch zu ermittelnde Größen.)

4.2 Der Elastizitätsbegriff der Ökonomie

An dieser Stelle ist nun der ökonomische Begriff der *Elastizität* einzubringen. Er ist bekanntlich definiert als Quotient aus der *relativen* Änderung einer Wirkungsgröße und der *relativen* Änderung einer vermuteten oder tatsächlichen verursachenden Größe. So gibt etwa die für infrastrukturbedingten Neuverkehr relevante Zeitelastizität ε_T der Verkehrsnachfrage [in P-km] an, um wieviel Prozent sich die Verkehrsleistung N ändert, wenn sich die Raumüberwindungszeit T um 1% ändert. Mathematisch ausgedrückt bedeutet dies:

$$\varepsilon_T = \frac{\frac{N_1 - N_0}{N_0}}{\frac{T_1 - T_0}{T_0}} \quad (4)$$

Dabei bezeichnet der Index 0 einen Ausgangszustand und der Index 1 einen durch eine infrastrukturelle Attraktivitätssteigerung (Zeitverkürzung) veränderten Zustand.

Geht man von der Betrachtung endlicher Differenzen zur Betrachtung infinitesimaler Differentiale über, so ergibt sich aus Gleichung (4) die Form:

$$\varepsilon_T = \frac{dN}{dT} \cdot \frac{T}{N} \quad (5)$$

4.3 Vorzüge und Gefahren der Verwendung von Elastizitäten

Der ökonomische Begriff der Elastizität hat zwei verführerische Vorzüge, die ihm eine ungeheure Popularität eingetragen haben:

- Da Elastizitäten Verhältnisse von *relativen* Änderungen zweier Variablen und somit dimensionslos sind, kann man sich leicht um konkrete Dimensionsangaben herumdrücken und den „Prozenttrick“ anwenden, d.h., man arbeitet mit dem Verhältnis von prozentualen Veränderungen, ohne daß stets bewußt und bekannt sein muß, wie die 100% des Zählers und des Nenners genau definiert sind.
- Elastizitäten sind ein sehr anschauliches und eingängiges, aber zugleich ziemlich *abstraktes* Denkmodell, das empirisch schwierig zu verifizieren ist und daher bei konkreten Anwendungsfällen angenehme Grauzonen als Ermessensspielräume beläßt, die dann je nach Bedarf ideologisch passend ausgereizt werden können.

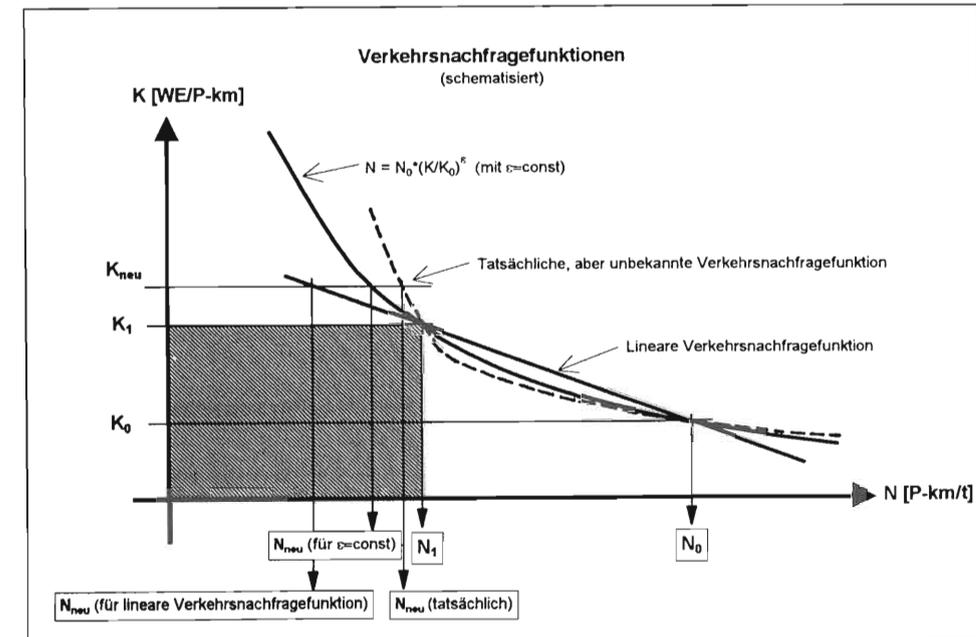
Diese handlichen Vorteile der Elastizität überdecken aber schwerwiegende Pferdefüße, denen ihre Verwendung unterliegt. Im Hinblick auf infrastrukturbedingten Neuverkehr und auf dessen höchst sensible Positionierung im Interessengeflecht dürfen die Pferdefüße jedoch nicht unter den Teppich gekehrt werden, zumal dann nicht, wenn etwa für die Zeitelastizität ε_T konkrete Zahlenwerte (z. B. $\varepsilon_T = -0,3$) genannt werden.

Zunächst der wichtigste Pferdefuß: Aus Gleichung (5) kann unmittelbar durch Transformation und anschließende Integration abgeleitet werden, daß ε gemäß Gleichung (3) eine solche Elastizität darstellt und daß die Nachfragefunktion des Potenz-Ansatzes gemäß (3) die einzige mathematische Form ist, für die ε über den gesamten Verlauf der Verkehrsnachfragefunktion konstant ist. Das heißt aber, für jeden anderen Funktionsverlauf ist die Elastizität davon abhängig, in welchem Bereich der unabhängigen Variablen man sich befindet. Das heißt aber auch, daß die Angabe einer festen Zahl (etwa $\varepsilon_T = -0,3$) und deren unbekümmerte, rein rechnerische Verwertung stets diese Kurvenform unterstellen muß. Und auch wenn Spielräume angegeben werden (etwa $\varepsilon_T = -0,2$ bis $-0,5$), so nützt diese Angabe nur dann etwas, wenn dazu angegeben wird, für welchen Bereich der Einflußgröße T die untere und für welchen die obere Schranke gelten soll. Selbst für die mathematisch einfachste, nämlich die lineare Form gemäß Gleichung (2) ist ε schon von T (bzw. K) abhängig, wie man leicht zeigen kann:

$$\varepsilon_T = \frac{dN}{dT} \cdot \frac{T}{N} = \frac{b \cdot T}{a + b \cdot T}$$

Außerdem ist zu beachten, wie es überhaupt zu empirischen Angaben kommt. Im günstigsten Falle können auf der Verkehrsnachfragefunktion durch näherungsweise Herstellung von „Ceteris-paribus-Bedingungen“ zwei Punkte gefunden werden. Diese zwei Punkte ohne Kenntnis des eigentlichen Funktionsverlaufes zu einer Elastizität zu verknüpfen und diese Elastizität dann überdies auch noch extrapolierend zur Abschätzung von Maßnahmenwirkungen zu verwenden, kann zu völlig falschen Schlüssen führen, wie Abbildung 5 zeigt, wo verallgemeinernd statt der Raumüberwindungszeit T die Benutzerkosten K als unabhängige Variable eingesetzt werden.

Abbildung 5: Extrapolation von Verkehrsnachfrage mit Hilfe von Elastizitätsangaben ($K_0, N_0; K_1, N_1 \dots$ „gemessene“ Werte; $K_{neu} \dots$ Kosten einer beabsichtigten Maßnahme für den Benutzer, $N_{neu} \dots$ geschätzte Verkehrsnachfragemengenwirkung von K_{neu})

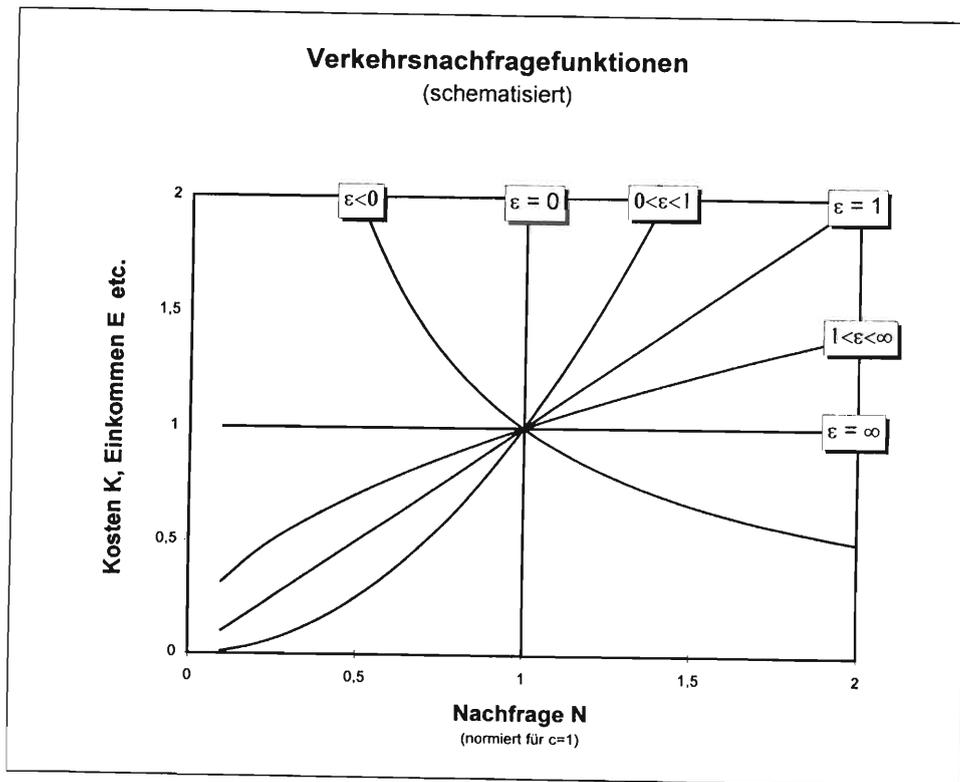


Aus didaktischen und rechentechnischen Erwägungen sowie infolge des überwiegenden Fehlens näherer Spezifikationen bei Elastizitätsangaben in der Literatur werden sich die weiteren Überlegungen und Beispielsrechnungen (siehe Kapitel 5) ausschließlich auf den Potenz-Ansatz gemäß Gleichung (3) beschränken.

4.4 Zusammenhang von Verkehrsnachfragefunktionen und Elastizitäten

Zuvor soll noch eine kurze Erörterung des Zusammenhanges von Verkehrsnachfragefunktionen und Zahlenbereichen für Elastizitäten ϵ erfolgen, was anhand von Abbildung 6 veranschaulicht wird.

Abbildung 6: Verläufe von Verkehrsnachfragefunktionen der Form $N = c \cdot K^\epsilon$ oder $N = c \cdot E^\epsilon$ in Abhängigkeit von der Größe von ϵ (K ... z.B. Kosten, E ... z.B. Einkommen)



Ein $\epsilon = 0$ bedeutet, daß kein Zusammenhang zwischen der Nachfrage N und der vermuteten Einflußgröße besteht. Ein $\epsilon > 0$ bedeutet, daß mit zunehmender Einflußgröße (z.B. Einkommen E) auch die Verkehrsnachfragemenge zunimmt; ein $\epsilon > 1$ bedeutet, daß die Verkehrsnachfragemenge überproportional mit zunehmender Einflußgröße wächst. Ein $\epsilon < 0$ bedeutet, daß mit zunehmender Einflußgröße (z.B. Kosten K der Raumüberwindung) die Verkehrsnachfragemenge abnimmt; ein $\epsilon < -1$ bedeutet, daß mit zunehmender Einflußgröße die Verkehrsnachfragemenge „überproportional“ abnimmt.

4.5 Zusammenwirken mehrerer Einflußgrößen

Bisher haben wir jeweils nur eine einzige Einflußgröße betrachtet. Die außerordentliche Schwierigkeit beim Einsatz praktischer Empirie besteht nun aber gerade darin, daß stets mehrere Einflußgrößen zugleich auf die Verkehrsnachfragemenge einwirken. Mathematisch läßt sich dies unter Verwendung des Grundansatzes (3) mit konstanten Elastizitäten zum Beispiel wie folgt formalisieren:

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{E}{E_0} \right)^{\epsilon_E} \cdot \left(\frac{K}{K_0} \right)^{\epsilon_K} \cdot \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\epsilon_T} \quad (6)$$

Hierin bedeuten:

- E_0 : Einkommen (etwa der privaten Haushalte) im Ausgangszustand
- K_0 : Wahrgenommene Out-of-pocket-Kosten im Ausgangszustand
- T_0 : Reisezeit im Ausgangszustand
- N_0 : Verkehrsnachfragemenge im Ausgangszustand
- E, K, T, N : entsprechende Größen in einem veränderten Zustand
- ϵ_E : Einkommenselastizität der Verkehrsnachfrage
- ϵ_K : Out-of-pocket-Kosten-Elastizität der Verkehrsnachfrage
- ϵ_T : Zeitelastizität der Verkehrsnachfrage

Verfolgt man das Konzept der „generalisierten Kosten“, so wäre Gleichung (6) wie folgt abzuändern:

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{E}{E_0} \right)^{\epsilon_E} \cdot \left(\frac{K + p_T \cdot T}{K_0 + p_T \cdot T_0} \right)^{\epsilon_{Kg}} \quad (7)$$

Darin wäre p_T das monetäre Wertäquivalent der Reisezeiteinheit [WE/h] und ϵ_{Kg} die generalisierte-Kosten-Elastizität der Verkehrsnachfrage.

4.6 Konkurrenzberücksichtigung durch „Kreuzelastizitäten“

Bislang haben wir unterstellt, daß es nur ein Konsumgut „Verkehr“ gibt. Sehr oft haben wir aber im Bereiche des Verkehrs miteinander konkurrierende Verkehrsangebote, z.B. im Personenfernverkehr neben einem betrachteten Konsumgut „Verkehr mit Personenkraftwagen“ ein anderes Konsumgut „Verkehr mit der Bahn“. Dabei stellt sich die Frage, wie die Veränderung einer Einflußgröße in einem Konsumbereich die Nachfrage im anderen Konsumbereich verändert. Eine derartige Abschätzung kann bekanntlich mit „Kreuzelastizitäten“ (ϵ) erfolgen. Sie haben plausiblerweise stets das entgegengesetzte Vorzeichen der zugehörigen „direkten“ Elastizitäten (ϵ).

Nimmt man zwei Konkurrenzsysteme (zum Beispiel Pkw [Index P] und Bahn [Index B]) an, so würde sich Gleichung (6) wie folgt ausweiten:

$$N_P = N_{P,0} \cdot \left(\frac{E}{E_0}\right)^{\varepsilon_E} \cdot \left(\frac{K_P}{K_{P,0}}\right)^{\varepsilon_{K,P}} \cdot \left(\frac{T_P}{T_{P,0}}\right)^{\varepsilon_{T,P}} \cdot \left(\frac{K_B}{K_{B,0}}\right)^{\varepsilon_{K,B}} \cdot \left(\frac{T_B}{T_{B,0}}\right)^{\varepsilon_{T,B}} \quad (8)$$

Die Kreuzelastizitäten werden hier mit dem Buchstaben „e“ bezeichnet. Die Kreuzelastizität $\varepsilon_{K,B}$ wäre also die prozentuale Veränderung der Verkehrsnachfragemenge mit Pkw bei relativer Veränderung der Out-of-pocket-Kosten der Bahn um 1%, analog dazu $\varepsilon_{T,B}$ die prozentuale Veränderung der Verkehrsnachfragemenge mit Pkw bei relativer Reisezeitveränderung der Bahn um 1%.

4.7 „Gesetz vom konstanten Reisezeitbudget“

Im Zusammenhang mit dem Elastizitätenkonzept ist an dieser Stelle unbedingt das sich zunehmender Beliebtheit erfreuende vermutete „Gesetz vom konstanten Reisezeitbudget“ zu erörtern. Es besagt kurzgefaßt folgendes: Zeitersparnisse, die durch ein verbessertes Verkehrssystem (und das heißt etwa auch durch Ausbau von Verkehrsinfrastruktur) ermöglicht werden, indem der Zeitaufwand zur Zurücklegung einer Strecke zwischen einer festen Quelle und einem festen Ziel gesenkt wird, werden wiederum (durch neue oder längere Wege) vollumfänglich in das verbesserte Verkehrssystem reinvestiert; zu einer echten Einsparung von Mobilitätszeit kommt es demzufolge nicht. (Wie dieses Phänomen – falls es denn zuträfe – zu werten sei, wird hier nicht erörtert.)

Man kann nun anhand von Formel (8) zeigen, was dieses Gesetz ökonomisch bedeuten würde:

- Sämtliche Elastizitäten und Kreuzelastizitäten von Gleichung (8) außer der direkten Zeitelastizität und der Kreuzzeitelastizität müßten exakt Null sein. Die Gesamtverkehrsnachfragemenge hinge ausschließlich von Reisezeiten ab.
- Die Verkehrsnachfragefunktion müßte die Form des Potenz-Ansatzes gemäß Formel (3) aufweisen. Auch ein Ansatz über generalisierte Kosten gemäß Gleichung (7) wäre auszuschließen.
- Beschränkt man sich vereinfachend auf den Fall nur eines Verkehrssystems (d. h. existieren keine Kreuzzeitelastizitäten), so müßte die Zeitelastizität ε_T der Verkehrsnachfrage genau den Wert -1 annehmen, da dann und nur dann die gesamte im System zugebrachte Mobilitätszeit $N_0 \cdot T_0 = N_1 \cdot T_1 = N \cdot T = const$ ist (schraffierte Fläche in Abbildung 5, dort mit K statt T).

Es ist ziemlich einleuchtend, daß es sehr unwahrscheinlich ist, daß diese drei Bedingungen in der Realität zutreffen. Vielmehr könnte dieses „Gesetz“ eingeschränkt als Arbeitshypothese brauchbar sein, wenn man *Ceteris-paribus-Bedingungen für alle anderen Einflußgrößen* (außer der Reisezeit) fordert und wenn sich die Reisezeitveränderungen in bescheidenen Größenordnungen halten.

4.8 Zeitphasen von verkehrsrelevanten Elastizitäten

Abschließend zu diesem Kapitel über Elastizitäten ist noch ein Aspekt anzusprechen, nämlich der des *Zeitphasenverlaufes* von Elastizitäten. Im allgemeinen unterscheidet man im Hinblick auf infrastrukturbedingte Zeit- und Kostenelastizitäten drei Phasen:

- Kurzfristphase: In diese Phase fällt der sogenannte „Attraktionsverkehr“³⁾, also jene Verkehrsnachfrage, die unmittelbar nach Freigabe einer neuen Verkehrsinfrastruktur durch Neugier von Verkehrsteilnehmern entsteht, die den neuen Streckenabschnitt besichtigen und bewundern wollen. Diese Kurzfristphase ist nicht Gegenstand dieses Beitrages.
- Stabile Phase: Gleichgewichtsphase, die sich nach der Kurzfristphase einspielt. Dieser gilt das Hauptaugenmerk dieses Beitrages.
- Langfristphase: Überlagerung der Gleichgewichtsphase durch siedlungsstrukturelle Veränderungen (im Umfeld der neuen Infrastruktur), die durch diese attraktivere Verkehrsinfrastruktur mit ermöglicht werden. Diese Phase wird im Fallbeispiel (Kapitel 5) insofern indirekt in einer zeitlichen Längsschnittbetrachtung mitberücksichtigt, als diese veränderten Siedlungsstrukturen auch Folgen zunehmender realer Haushaltseinkommen sind, die empirisch einbezogen werden.

4.9 Überblick über die Empirie-Probleme

Insgesamt ist man bei Einsatz des Elastizitäten-Konzeptes in konkreten Anwendungsfällen für die Abschätzung von infrastrukturbedingtem Neuverkehr mit drei fundamentalen Problembereichen konfrontiert, nämlich mit den folgenden:

- Problem einer einerseits handhabbaren und andererseits sachlich vertretbaren Raumabgrenzung (erörtert in Kapitel 2).
- Problem der nie vollständig herstellbaren Ceteris-paribus-Bedingungen im Mit-Fall und im Ohne-Fall: Vor allem bei zeitlichen Längsschnittanalysen überlagern sich mit zunehmendem Zeitabstand von einer singulären Attraktivitätssteigerung der Verkehrsinfrastruktur viele Ursachenkomplexe zu „Neuverkehr“.
- Problem der Kausalitätszuweisung (etwa an eine Angebotsattraktivierung) selbst bei vermeintlich weitgehend realisierten Ceteris-paribus-Bedingungen infolge der grundsätzlichen Unwiederholbarkeit von realen „Experimenten“ im Maßstab 1 : 1 im sozioökonomischen Bereich mit konkretem geographischen Raumbezug.

Es sind also im Grunde genommen die drei fundamentalen Problembereiche, wie sie auch in der klassischen Physik auftreten: Raum, Zeit, Kausalität.

3) Würdemann, G.: Neuverkehr – die unbekannte Größe; in: Internationales Verkehrswesen, 35 (1983), Nr. 6, S. 403-408.

5. Fallbeispiel

Nachfolgend wird – wie in der Einleitung angekündigt – ein Fallbeispiel präsentiert und diskutiert. Das Anliegen besteht dabei nicht darin, einen allgemein gültigen Berechnungsalgorithmus für die Ermittlung von Neuverkehr zu liefern – den dürfte es nicht geben –, sondern unter strenger Verwendung der in Kapitel 2 vereinbarten Begrifflichkeit das in Kapitel 4 diskutierte Elastizitäten-Konzept (von Gleichung (8) ausgehend) empirisch zu bearbeiten.

Insgesamt werden dabei folgende Arbeitsschritte durchlaufen:

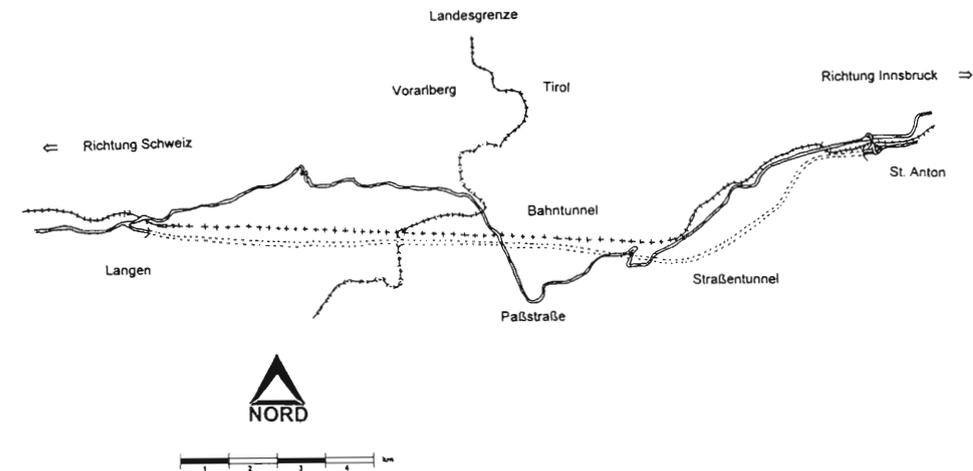
- Beschreibung der Situation (Kapitel 5.1)
- Dokumentation der verwendeten Daten (Kapitel 5.2)
- Zeitliche Längsschnittanalyse zur Ermittlung von Einkommens- und Out-of-pocket-Kosten-Elastizitäten (Kapitel 5.3)
- Abschätzung der Neuverkehrsleistung und Überprüfung des „Gesetzes vom konstanten Reisezeitbudget“ (Kapitel 5.4)
- Diskurs, Interpretation und Relativierung der Ergebnisse (Kapitel 5.5)

5.1 Beschreibung der Situation

Hauptkriterien für die Wahl eines geeigneten Beispiels sind eine möglichst gute Datenlage, gute räumliche Abgrenzbarkeit und eine möglichst einschneidende, gravierende, markante, zu einem singulären Zeitpunkt einsetzende Attraktivierung des Verkehrsangebotes. Eine auch nur annähernd zutreffende Erfüllung des erstgenannten Kriteriums ist – wie auch die wenigen Beispiele aus der Literatur zeigen – kaum erreichbar. Dies trifft durchaus auch für das hier gewählte Fallbeispiel zu: den Arlbergstraßentunnel. Dabei wird *nur* der mit Pkw realisierte Personenverkehr betrachtet.

Der Arlbergstraßentunnel wurde am 1. Dezember 1978 eröffnet. Mit ihm wurde eine wintersichere Straßenverbindung zwischen den beiden österreichischen Bundesländern Tirol und Vorarlberg geschaffen. Er ist mautpflichtig und mit einem Tempolimit von 80 km/h versehen. Zuvor hat es nur eine nicht wintersichere, kurvenreiche und steile Paßstraße gegeben. Diese blieb nach Eröffnung des Straßentunnels bestehen. Zwischen den beiden Verzweigungen in Tirol (bei St. Anton am Arlberg) bzw. in Vorarlberg (bei Langen) beträgt die Länge der Paßstraße ca. 20 km und die der Strecke mit dem Straßentunnel ca. 16 km. Parallel zum Straßentunnel fährt auch eine Eisenbahn (ebenfalls mit einem langen Tunnel) (vgl. hierzu Abbildung 7). Der Vorteil dieses Beispiels liegt auch darin, daß *kleinräumig* keine brauchbaren weiteren Alternativen (außer Paßstraße, Straßentunnel und Eisenbahn) vorhanden sind.

Abbildung 7: Schematischer Lageplan des gewählten Beispiels



5.2 Dokumentation der verwendeten Daten

Zur Durchführung der zeitlichen Längsschnittanalyse zwecks Elastizitätenermittlung (siehe Kapitel 5.3) müssen möglichst lange Zeitreihen (vor und nach Straßentunnelöffnung) sowohl für die zu erklärende Größe (hier: Verkehrsleistung in [P-km]) wenigstens für Straßentunnel und Paßstraße als auch für die erklärenden Größen vorliegen bzw. rekonstruiert werden können. Schon an dieser Stelle müssen einige wesentliche Einschränkungen festgehalten werden:

- Aus Gründen der Datenverfügbarkeit kann nur ein Zeitraum von 1970 bis 1994 betrachtet werden. (1970 wurden in Österreich erstmals automatische Straßenverkehrszählungen durchgeführt; das Jahr 1994 war bis Redaktionsschluß das letzte einschlägig dokumentierte Jahr.) Es kann nur jährlich differenziert werden. Das Jahr der Straßentunnelöffnung (1978) sowie die beiden Folgejahre (1979 und 1980) werden zwar datenmäßig erfasst und ausgewiesen, aber in die Berechnungen nicht einbezogen, um die Effekte des kurzfristig in Erscheinung tretenden „Attraktionsverkehrs“ (vgl. Abschnitt 4.8) zu eliminieren.
- Die Entwicklung der Bahnpersonenverkehrsnachfrage, die schon von Stichprobenumfang und Art der Erhebung her relativ wenig gesichert ist, zeigt keinerlei erkennbaren Zusammenhang zur Eröffnung des Straßentunnels und wird daher in die weiteren Untersuchungen nicht einbezogen.

5.2.1 Personenverkehrsnachfrage für Paßstraße und Straßentunnel im Pkw-Verkehr

Hier ist zunächst festzuhalten, welche Dimension die Größe „Personenverkehrsnachfrage“ aufweist: Es handelt sich – konform mit den Ausführungen von Kapitel 2 – um Personenkilometer pro Tag [P-km/d], da nach unserer Auffassung nur diese Dimension zur Beurteilung von Neuverkehr (im Personenverkehrsbereich) geeignet ist. Das bedeutet aber, daß von der üblichen Betrachtung mit der Dimension Kraftfahrzeuge pro Tag [Kfz/d] abgegangen werden muß, was einen erheblichen empirischen Zusatzaufwand erfordert. Insgesamt sind, ausgehend von der in Straßenverkehrszählungen üblicherweise erfaßten Größe „Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke“ mit der Dimension [Kfz/d], folgende Arbeitsschritte durchzuführen:

- Erfassung der Kfz-Querschnittsbelastungen an relevanten Querschnitten von Paßstraße und Straßentunnel
- Abspaltung des Anteils von Pkw an allen Kfz
- Zuordnung einer durchschnittlichen Transportweite zur Umwandlung von Pkw-Aufkommen in Pkw-Fahrleistung
- Umwandlung von täglicher Pkw-Fahrleistung [Pkw-km/d] in tägliche Personenverkehrsleistung [P-km/d] mit Hilfe von Besetzungsgraden

zu (a): Die Kfz-Querschnittsbelastungen [Kfz/d] an der für die Paßstraße relevanten Dauerzählstelle 99 und an der für den Straßentunnel relevanten Dauerzählstelle 81 wurden den entsprechenden Jahresberichten⁴⁾ der automatischen Straßenverkehrszählungen entnommen. Allerdings wurde die für die Paßstraße relevante Dauerzählstelle 99 erst 1977 in Betrieb genommen. Die Jahre 1970 bis 1976 wurden anhand von Wachstumsraten der in der Nähe gelegenen, einen ähnlichen Korridor erfassenden Dauerzählstelle 36 vom Jahr 1977 rückwärts geschätzt. Eine ähnliche Rekonstruktion mußte auch für das Jahr 1989 erfolgen, in dem – offenbar wegen Zählpegelausfalls – für die Paßstraße ebenfalls keine Zählwerte vorliegen.

zu (b): Die Abspaltung des Pkw-Anteils erfolgte mit Hilfe der im Fünfjahresrhythmus durchgeführten, europaweit standardisierten manuellen Straßenverkehrszählungen, die auch nach Kfz-Arten unterscheiden. Hier verwertbar sind die manuellen Zählungen der Jahre 1970, 1975, 1980, 1985 und 1990⁵⁾. Zwischen den einzelnen Erhebungsjahren wurden die Pkw-Anteile linear interpoliert. Die Resultate finden sich in Spalte (1) von Tabelle 2.

4) Bundesministerium für Bauten und Technik bzw. (ab 1986) Bundesministerium für Wirtschaftliche Angelegenheiten (Hrsg.): Auswertung und Darstellung der Ergebnisse der automatischen Straßenverkehrszählung, Jahrgänge 1970 ff. Wien, 1971 ff.

5) Österreichisches Statistisches Zentralamt (Hrsg.): Straßenverkehrszählung 1970, 1975, 1980, 1985. Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 281 (Wien, 1972) inklusive Heft 339 (Wien, 1973), Heft 543 (Wien, 1979), Heft 750 (Wien, 1985), Heft 865 (Wien, 1987). Die Zählergebnisse für 1990 wurden nicht mehr publiziert, sondern vom Österreichischen Statistischen Zentralamt in Listenform zur Verfügung gestellt.

zu (c): Die Einbeziehung einer zurechenbaren Transportweite stellt nach unserer Auffassung eine wesentliche Ausweitung der bisherigen Betrachtungsweise dar. Sie ist aber auch unabdingbarer Bestandteil des hier verfolgten Elastizitäten-Konzeptes. Möglich geworden ist ihre empirisch gestützte Berücksichtigung ausschließlich durch den Umstand, daß für den hier untersuchten Fall sowohl für die Paßstraße als auch für den Straßentunnel sogenannte „Verkehrsspinnen“ erhoben wurden: Es handelt sich dabei um die graphische Darstellung der Intensitäten von Quelle-Ziel-Routen aller Kraftfahrzeuge, die einen bestimmten Querschnitt während einer bestimmten Zeit passieren. Damit lassen sich auch durchschnittliche Transportweiten für all jene Kraftfahrzeuge angeben, die diesen Bezugsquerschnitt passieren. Da diese Verkehrsspinnen nur durch Anhalten der Fahrzeuge am Querschnitt ermittelt werden können, sind sie außerordentlich aufwendig, kostspielig und während der eigentlichen Erhebung auch verkehrsflußstörend. Sie können daher nur sehr selten und äußerst stichprobenhaft für Einzeltage erhoben werden. Für unser Beispiel liegen aus zwei Erhebungszyklen (1979/1980⁶⁾ und 1990/1991⁷⁾) Einzeltageserhebungen⁸⁾ gemäß Tabelle 1 vor. Abbildung 8 zeigt exemplarisch die Verkehrsspinne vom Erhebungstichtag 21. 7. 1990 (Samstag) für den Arlbergstraßentunnel. Nun sind 3 bzw. 4 einzelne Erhebungsstichtage zur Verwertung für einen Zeitraum von 25 Jahren zweifellos eine außerordentlich schmale empirische Basis, doch ist diese immerhin besser als gar nichts, und man muß nun versuchen, durch Theorie-Einsatz diese schmale Datenbasis auszuschöpfen, wiewohl man sich der Begrenztheit des empirischen Fundamentes bewußt bleiben muß. Kurzum, es hat sich nach manchen Irrwegen durch Vergleich der einzelnen Verkehrsspinnen als plausibel erwiesen, einen positiv korrelierten Zusammenhang zwischen täglicher Verkehrsstärke TV und zugehöriger durchschnittlicher Transportweite W der folgenden Form anzusetzen:

$$W = W_0 \cdot \left(\frac{TV}{TV_0} \right)^\alpha$$

6) Bundesministerium für Bauten und Technik (Hrsg.): Straßenverkehrserhebung Verkehrsspinnen. Wien, o. J.
7) Bundesministerium für Wirtschaftliche Angelegenheiten (Hrsg.): Straßenverkehrserhebung Verkehrsspinnen. Wien, o. J.
8) In diesen beiden Erhebungen tragen die zugehörigen Zählstellenquerschnitte die Nummern 45 (Straßentunnel) und 46 (Paßstraße).

Tabelle 1: Zusammenstellung erhobener Kennwerte aus Verkehrsspinnen-Erhebungen am Arlberg

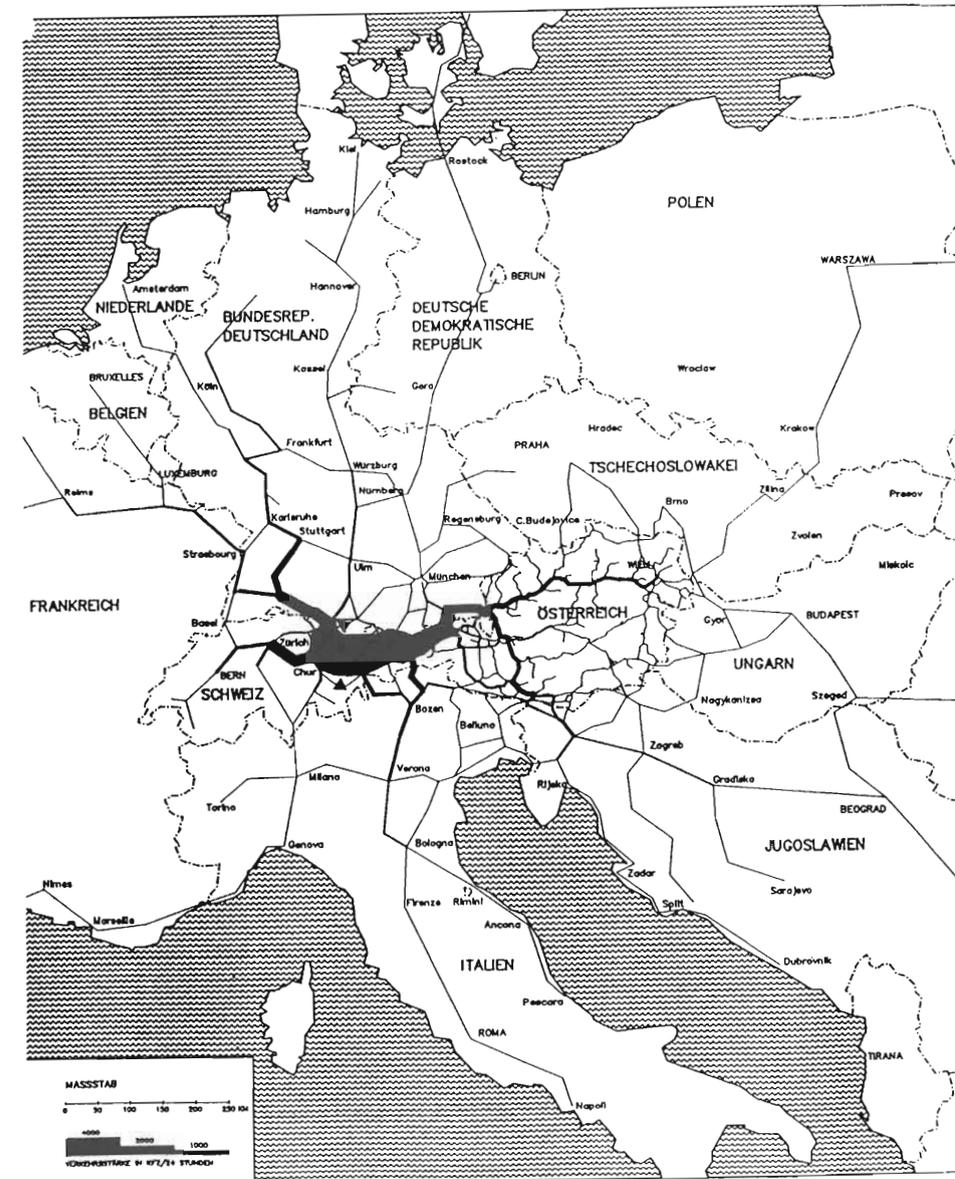
Querschnitt Datum	Verkehrsstärke: Anzahl der am Stichtag erfaßten Personen-Kfz*	Durchschnittliche Transportweite [km]
Paßstraße		
31.7.1979 (Dienstag)	3999	399
21.7.1990 (Samstag)	9625	420
3.10.1991 (Donnerstag)	2844	317
Straßentunnel		
31.7.1979 (Dienstag)	4880	474
24.4.1980 (Donnerstag)	2422	339
21.7.1990 (Samstag)	7943	606
3.10.1991 (Donnerstag)	3165	428

*Pkw, Krafträder und Busse (weitere Disaggregation nicht möglich)

Abbildung 8: Verkehrsspinne für die Zählstelle: 45 Arlbergtunnel vom 21. 7. 1990 (Samstag)
(Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten: Straßenverkehrserhebung Verkehrsspinnen, Band 2, Blatt 1/3, Wien, o.J.)

VERKEHRSBEFRAGUNG AM SAMSTAG, DEM 21. JULI 1990

GESAMTVERKEHR



Der Index „0“ bezieht sich auf einen definierten Ausgangszustand. α kann man als Transportweitenelastizität der täglichen Verkehrsstärke auffassen. Sie fällt im Zeitraum nach der Straßentunnelöffnung für die Paßstraße mit $\alpha = 0,1$ deutlich kleiner aus als für den Straßentunnel mit $\alpha = 0,5$. Normiert man auf die Werte des Erhebungsjahres 1979 hin (siehe Spalte (2) von Tabelle 2), so ergeben sich folgende Zusammenhänge für die Jahre $j = 1979 \dots 1994$ nach Tunnelöffnung (nur für diese liegen ja Erhebungswerte vor):

$$\text{Paßstraße } (j = 1979 \dots 1994): W_j = 375 \cdot \left(\frac{DTV_j}{DTV_{1979}} \right)^{0,1} \quad [\text{km}]$$

$$\text{Straßentunnel } (j = 1979 \dots 1994): W_j = 350 \cdot \left(\frac{DTV_j}{DTV_{1979}} \right)^{0,5} \quad [\text{km}]$$

Unter konsequenter Beibehaltung dieses Prinzips kann für die Paßstraße für die Jahre $j = 1970 \dots 1978$ vor der Tunnelöffnung bei Normierung auf das Jahr 1978 hin aus der gedanklichen Überlagerung der Verkehrsspitzen für Paßstraße und Straßentunnel von 1979 ein Mischansatz der folgenden Form angewendet werden:

$$\text{Paßstraße } (j = 1970 \dots 1978): W_j = 338 \cdot \left(\frac{DTV_j}{DTV_{1978}} \right)^{0,3} \quad [\text{km}]$$

Diese so ermittelten Werte W_j finden sich als Zeitreihe in Spalte (2) von Tabelle 2.

zu (d): Weder direkt beispielsweise noch gesamtterritoriale Zeitreihen von Pkw-Besetzungsgraden liegen für Österreich vor. Wir haben daher – wegen vermutlich ähnlicher Besetzungsgrade – ersatzweise die Zeitreihe der Pkw-Besetzungsgrade aus der Bundesrepublik Deutschland herangezogen, wie sie jahresweise als Quotient aus Personenverkehrsleistung des motorisierten Individualverkehrs inklusive Taxi (abzüglich jener der motorisierten Zweiräder) und zugehöriger Pkw-Fahrleistung ermittelt werden können.⁹⁾ Diese Werte finden sich in Spalte (3) von Tabelle 2.

Nach Durchführung dieser einzelnen Analyseschritte kann nun die hier relevante tägliche Personenverkehrsleistung im Pkw-Verkehr als Produkt aus täglicher Pkw-Querschnittsbelastung, durchschnittlicher Transportweite und Pkw-Besetzungsgrad ausgerechnet werden. Sie ist in Spalte (4) von Tabelle 2 ausgewiesen. Außerdem ist die zeitliche Entwicklung dieser wichtigen Größe in Abbildung 9 graphisch dargestellt.

5.2.2 Daten für die unabhängigen Variablen

Als Eingangsgrößen in das Elastizitäten-Längsschnittmodell gemäß Gleichung (8) erwiesen sich die folgenden Determinanten als erforderlich:

- Einkommen der privaten Haushalte
- Vom Autofahrer wahrgenommene Transportkosten (Pkw-Transportkosten)
- Bahntransportkosten

Darüber hinaus wären Reisezeitangaben für die durchschnittliche Transportweite über die Paßstraße und durch den Straßentunnel sowie auch für Bahnfahrten erforderlich, um den Modellansatz vollständig verwerten zu können. Angaben hierzu liegen aber nicht vor. Deshalb wird von folgendem Gedankenkonzept ausgegangen: Für den Zeitbereich vor der Straßentunnelöffnung einerseits und für den Zeitbereich nach der Straßentunnelöffnung andererseits wird davon ausgegangen, daß die streckenspezifischen Zeitbedarfswerte (= Kehrwerte der Geschwindigkeiten) annähernd unverändert blieben und daß eine Fahrzeitreduktion ausschließlich durch den singulären Vorgang der Straßentunnelöffnung erzielt wurde. Auch die Bahn möge im Betrachtungszeitraum (1970 – 1994) keine Fahrzeitveränderungen im relevanten Entfernungsbereich erfahren haben. Unter dieser Annahme – die in Kapitel 5.3 vertieft wird – reichen die oben angeführten Eingangsdaten aus.

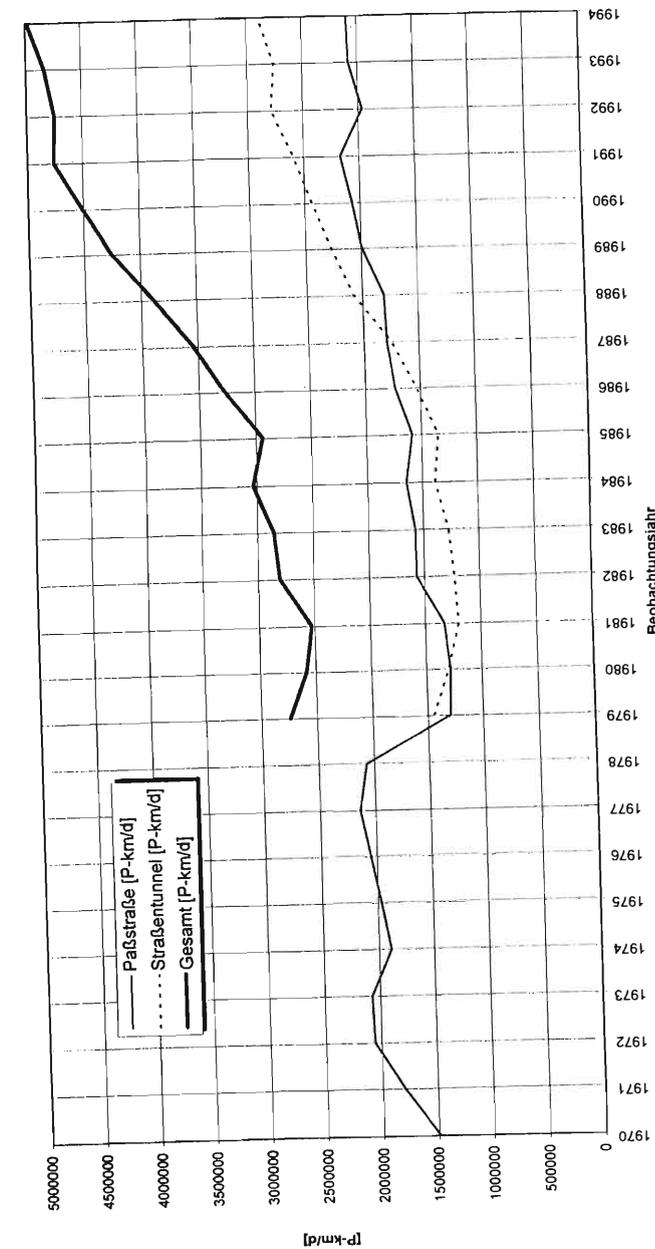
zu (a): Die Angaben zum Einkommen der privaten Haushalte (für die Jahre 1970 bis 1994) stammen vom Österreichischen Statistischen Zentralamt. Dabei handelt es sich zunächst um Werte zu laufenden Preisen, die dann mit Hilfe von Verbraucherpreisindizes einheitlich auf den Preisstand von 1994 gebracht wurden. Diese Werte sind in Spalte (1) von Tabelle 5 wiedergegeben.

9) Für 1975 bis 1994 (ab 1991 nur alte Bundesländer): Bundesverkehrsministerium (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 1995, S. 158-159 und S. 214-215; Bonn, 1995. Für 1970 bis 1974 wurden die entsprechenden Tabellen von „Verkehr in Zahlen 1991“ herangezogen, wobei jedoch der nachträglich erfolgten Revision der entsprechenden Zeitreihen Rechnung getragen wurde.

Tabelle 2: Entwicklung der für Paßstraße und Straßentunnel relevanten Personenverkehrsnachfrage im Pkw-Verkehr am Arlberg 1970 – 1994

	Jahr	Pkw-DTV [Pkw/d]	Durchschnittl. Transportweite [km]	Besetzungsgrad [P/Pkw]	Verkehrsleistung [P-km/d]
		(1)	(2)	(3)	(4) = (1)·(2)·(3)
Paßstraße	1970	2771	307	1,747	1485097
	1971	3222	321	1,740	1799365
	1972	3623	332	1,708	2057794
	1973	3664	334	1,698	2075249
	1974	3439	327	1,681	1891707
	1975	3598	332	1,650	1969850
	1976	3750	336	1,631	2054796
	1977	3886	340	1,621	2138162
	1978	3827	338	1,600	2070427
	1979	2174	375	1,591	1296406
	1980	2182	375	1,569	1284699
	1981	2259	376	1,563	1329002
	1982	2658	383	1,547	1573416
	1983	2682	383	1,537	1578574
	1984	2813	385	1,523	1649099
	1985	2731	384	1,518	1589895
	1986	2982	387	1,501	1731718
	1987	3130	389	1,473	1793384
	1988	3176	389	1,462	1808316
	1989	3502	393	1,448	1994280
1990	3591	394	1,464	2073263	
1991	3751	396	1,460	2168573	
1992	3428	392	1,459	1963576	
1993	3612	395	1,459	2079511	
1994	3633	395	1,459	2092592	
Straßentunnel	1979	2597	350	1,591	1445450
	1980	2444	340	1,569	1302321
	1981	2322	331	1,563	1201197
	1982	2377	335	1,547	1231124
	1983	2443	339	1,537	1274677
	1984	2601	350	1,523	1387543
	1985	2581	348	1,518	1351133
	1986	2811	364	1,501	1536462
	1987	3105	383	1,473	1750824
	1988	3499	406	1,462	2078521
	1989	3730	419	1,448	2264846
	1990	3885	428	1,464	2435563
	1991	4059	438	1,460	2592339
	1992	4258	448	1,459	2785242
	1993	4229	447	1,459	2756093
	1994	4366	454	1,459	2891015

Abbildung 9: Entwicklung der für Paßstraße und Straßentunnel relevanten täglichen Personenverkehrsleistung im Pkw-Verkehr am Arlberg 1970 bis 1994



zu (b): Als vom Autofahrer wahrgenommene und daher für sein Wahlverhalten entscheidende Kosten gelten im allgemeinen die Kraftstoffkosten. Im Falle einer abschnittsbezogenen zu entrichtenden Straßenbenutzungsgebühr (Maut im Straßentunnel) ist diese noch hinzuzurechnen. Um auf die hier erforderliche Dimension [ATS/P-km] zu kommen, sind verschiedene Arbeitsschritte erforderlich:

- Zunächst ist der Benzinpreis¹⁰⁾ als Zeitreihe zu ermitteln. Angaben hierzu (absatzmengenmittelte Jahresdurchschnittswerte verschiedener Kraftstoffsorten) hat dankenswerterweise die ÖMV Aktiengesellschaft¹¹⁾ zu laufenden Preisen zur Verfügung gestellt. Diese wurden wiederum über Verbraucherpreisindizes auf den einheitlichen Preisstand 1994 gebracht. Diese Werte finden sich in Spalte (1) von Tabelle 3.
- Ferner ist der im Zeitablauf veränderte spezifische Kraftstoffverbrauch der Pkw zu berücksichtigen. Ähnlich wie beim Besetzungsgrad wurde auch hier mangels fahrleistungsgewichteter Zeitreihen in Österreich auf die Werte der Bundesrepublik Deutschland für Otto-Motoren zurückgegriffen.¹²⁾ Die Werte finden sich in Spalte (2) von Tabelle 3.
- Schließlich ist das Produkt aus Benzinpreis und spezifischem Kraftstoffverbrauch noch durch den Besetzungsgrad, dessen Ermittlung bereits besprochen wurde und der in Spalte (3) von Tabelle 3 noch einmal ausgewiesen ist, zu dividieren. Das Resultat ist in Spalte (4) von Tabelle 3 festgehalten.
- Wie schon erwähnt, fallen im Straßentunnel zusätzlich Mautkosten an: Jeder Pkw hat – unabhängig vom Besetzungsgrad – bei Passieren des Straßentunnels eine Mautgebühr zu entrichten. Dabei gibt es – etwa für Pendler – Ermäßigungen bzw. Mengenrabatte für „Vielfahrer“. Eine über alle Pkw-Tarife nachfragegemittelte Gebühr pro Pkw-Fahrt konnte aus Angaben der Alpen Straßen Aktiengesellschaft¹³⁾ sowie aus den einzelnen in deren diversen jährlichen Geschäftsberichten enthaltenen Mauttarifen als Zeitreihe zu laufenden Preisen ermittelt werden. Wiederum wurden diese Angaben über Verbraucherpreisindizes auf den einheitlichen Preisstand 1994 gebracht (Spalte (1) von Tabelle 4). Um auf die hier erforderliche Dimension [ATS/P-km] zu kommen, müssen diese Werte noch durch den schon zuvor ermittelten Besetzungsgrad (noch einmal in Spalte (2) von Tabelle 4 ausgewiesen) und durch die ebenfalls schon ermittelte durchschnittliche Transportweite (noch einmal in Spalte (3) von Tabelle 4 ausgewiesen) dividiert werden. Die Resultatgröße ist in Spalte (4) von Tabelle 4 wiedergegeben. (Auffällig ist, daß – bezogen auf 1 P-km – diese Größe *real* in 15 Jahren um ein Drittel abgenommen hat.)

zu (c): Zur Ermittlung km-bezogener Bahntransportkosten müßten wegen degressiver Tarifgestaltung auch bei der Bahn durchschnittliche Transportweiten der den Arlbergquerschnitt passierenden Bahnreisenden bekannt sein. Trotz intensiver Bemü-

10) Es wird vereinfachend davon ausgegangen, daß alle Pkw mit Vergaserkraftstoff fahren.

11) ÖMV Aktiengesellschaft: Jahresdurchschnittspreise für Treibstoffe. Wien, Schreiben vom 11. 1. 1996.

12) Für 1975 bis 1994: Bundesverkehrsministerium (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 1995, S. 286-287; Bonn, 1995. Für 1970 bis 1974 wurden die entsprechenden Tabellen von „Verkehr in Zahlen 1991“ herangezogen, wobei jedoch der nachträglich erfolgten Revision der entsprechenden Zeitreihe Rechnung getragen wurde.

13) Alpen Straßen Aktiengesellschaft: Schreiben vom 7. 2. 1996, Innsbruck.

hungen konnten hierüber keinerlei Informationen beschafft werden. Wir haben daher alternativ einmal eine durchschnittliche Bahntransportweite von 150 km und einmal eine solche von 300 km in Rechnung gestellt. Die Tarife konnten den jeweiligen amtlichen Fahrplänen bzw. Kursbüchern der Österreichischen Bundesbahnen entnommen werden, wobei wir als standardisierten Vergleichsfall für alle Jahre eine vollbezahlte Schnellzugfahrt zweiter Klasse in Rechnung gestellt haben. Bei Tarifänderungen während eines Kalenderjahres wurden die Tarife vor und nach Tarifänderung mit der Anzahl der jeweils relevanten Kalendertage gewichtet. Die so anfallenden Bahntransportkosten waren zunächst Werte zu laufenden Preisen, die wiederum mit Verbraucherpreisindizes auf den einheitlichen Preisstand 1994 gebracht wurden. Die Resultate finden sich in Spalte (2) (für 150 km) und in Spalte (3) (für 300 km) von Tabelle 5.

Tabelle 3: Wahrgenommene Pkw-Transportkosten auf der Arlbergpaßstraße 1970 – 1994 (alle Währungsangaben real mit Preisstand 1994)

Jahr	Benzinpreis [ATS/l]	Spezifischer Benzinverbrauch [l/100 Pkw-km]	Besetzungsgrad [P/Pkw]	Wahrgenommene Pkw-Transportkosten [ATS/P-km]
	(1)	(2)	(3)	(4) = (1)·(2)/[100·(3)]
1970	11,03	9,63	1,747	0,61
1971	10,59	10,00	1,740	0,61
1972	10,53	10,28	1,708	0,63
1973	10,70	10,00	1,698	0,63
1974	13,92	9,91	1,681	0,82
1975	13,14	10,00	1,650	0,80
1976	13,49	10,10	1,631	0,84
1977	12,76	10,20	1,621	0,80
1978	12,65	10,30	1,600	0,81
1979	12,53	10,10	1,591	0,80
1980	12,09	10,20	1,569	0,79
1981	11,61	10,20	1,563	0,76
1982	11,28	10,20	1,547	0,74
1983	11,19	10,20	1,537	0,74
1984	10,83	10,20	1,523	0,73
1985	10,74	10,20	1,518	0,72
1986	10,80	10,20	1,501	0,73
1987	10,88	10,10	1,473	0,75
1988	10,91	10,00	1,462	0,75
1989	10,85	9,80	1,448	0,73
1990	10,72	9,70	1,464	0,71
1991	10,59	9,50	1,460	0,69
1992	10,39	9,40	1,459	0,67
1993	10,22	9,40	1,459	0,66
1994	10,12	9,30	1,459	0,64

Tabelle 4: Zusätzliche wahrgenommene Pkw-Transportkosten (Maut) im Arlbergstraßentunnel 1979 – 1994 (alle Währungsangaben real mit Preisstand 1994)

Jahr	Durchschnittsmaut für eine Pkw-Fahrt [ATS/Pkw-Fahrt]	Besetzungsgrad [P/Pkw]	Durchschnittliche Transportweite [km]	Mautkosten [ATS/P-km]
	(1)	(2)	(3)	(4) = (1)/[(2)·(3)]
1979	162,36	1,591	350	0,29
1980	159,25	1,569	340	0,30
1981	173,03	1,563	331	0,33
1982	158,83	1,547	335	0,31
1983	151,82	1,537	339	0,29
1984	144,69	1,523	350	0,27
1985	138,25	1,518	348	0,26
1986	135,56	1,501	364	0,25
1987	131,84	1,473	383	0,23
1988	129,03	1,462	406	0,22
1989	131,33	1,448	419	0,22
1990	133,62	1,464	428	0,21
1991	133,00	1,460	438	0,21
1992	130,35	1,459	448	0,20
1993	127,26	1,459	447	0,20
1994	123,68	1,459	454	0,19

5.3 Zeitliche Längsschnittanalyse zur Ermittlung von Einkommens- und Out-of-pocket-Kosten-Elastizitäten

Wie schon in Kapitel 5.2.2 angedeutet, wird mit der zeitlichen Längsschnittanalyse bezweckt, die Effekte der Einkommens- und Transportkostenentwicklung vom vermuteten, durch Geschwindigkeitserhöhung bedingten Neuverkehrseffekt zu trennen, indem davon ausgegangen wird, daß – mit Ausnahme der Straßentunnelinbetriebnahme selbst – im Beobachtungszeitraum keine fühlbaren geschwindigkeitserhöhenden Maßnahmen wirksam wurden. Rechentechnisch gesehen bedeutet dies, daß in Gleichung (8) die Faktoren mit den Zeitelastizitäten gleich 1 gesetzt werden können, sofern man in der Gegenüberstellung zweier aufeinanderfolgenden Zustände (Jahre) die Sprungstelle der Straßentunnelinbetriebnahme ausklammert. Angewandt auf das vorliegende Problem würde Gleichung (8) mit N_P als relevanter Personenverkehrsleistung im Pkw-Verkehr folgende Form haben:

$$N_{P,j+1} = N_{P,j} \cdot \left(\frac{E_{j+1}}{E_j} \right)^{\varepsilon_E} \cdot \left(\frac{K_{P,j+1}}{K_{P,j}} \right)^{\varepsilon_{K,P}} \cdot \left(\frac{K_{B,j+1}}{K_{B,j}} \right)^{\varepsilon_{K,B}} \quad (9)$$

Tabelle 5: Weitere Determinanten der Personenverkehrsnachfrage 1970 – 1994 (alle Währungsangaben real mit Preisstand 1994)

Jahr	Einkommen privater Haushalte in Österreich [Mrd. ATS/a]	Schnellzugstarif für eine Bahnfahrt 2. Klasse für 150 km [ATS/P-km]	Schnellzugstarif für eine Bahnfahrt 2. Klasse für 300 km [ATS/P-km]
	(1)	(2)	(3)
1970	693,16	1,59	1,41
1971	740,87	1,52	1,34
1972	763,86	1,80	1,57
1973	787,91	1,74	1,51
1974	816,23	1,59	1,38
1975	855,05	1,46	1,28
1976	911,95	1,36	1,19
1977	917,27	1,37	1,21
1978	942,66	1,49	1,33
1979	991,18	1,54	1,39
1980	998,08	1,45	1,31
1981	983,26	1,52	1,42
1982	1025,29	1,52	1,36
1983	1054,66	1,50	1,32
1984	1051,88	1,53	1,34
1985	1078,24	1,51	1,33
1986	1131,91	1,49	1,30
1987	1182,89	1,47	1,29
1988	1210,45	1,41	1,32
1989	1266,09	1,37	1,29
1990	1324,53	1,33	1,24
1991	1370,86	1,32	1,23
1992	1382,73	1,31	1,21
1993	1384,50	1,33	1,23
1994	1443,32	1,44	1,25

Der Index j kann dabei über drei Zustandsbereiche laufen, wobei sich jeweils n verfügbare Gleichungen einstellen:

- (a) Paßstraßenwerte $j = 1970$ bis $j = 1976$ ($n = 7$)
- (b) Paßstraßenwerte $j = 1981$ bis $j = 1993$ ($n = 13$)
- (c) Straßentunnelwerte $j = 1981$ bis $j = 1993$ ($n = 13$)

Für jedes dieser Kollektive oder auch für die Vereinigungsmenge aller drei Kollektive kann man nach Logarithmierung von (9) die unbekanntenen Elastizitäten ε_E , $\varepsilon_{K,P}$ und $\varepsilon_{K,B}$ durch lineare Regressionsrechnung abschätzen. Dies ist geschehen. Dabei stellten sich auf einem

Signifikanzniveau von mindestens 90% Elastizitäten mit richtigem Vorzeichen nur in den Konstellationen der Tabelle 6 ein, wobei – wie schon in Kapitel 5.2.2 erwähnt – bei den Bahntransportkosten zwei Transportweitenalternativen ($W = 150$ km bzw. $W = 300$ km) durchgerechnet wurden.

Tabelle 6: Konstellationen sinnvoller Elastizitäten ($R^2 =$ Bestimmtheitsmaß)

Lfd. Nr.	Zustand	Direkte Elastizitäten ϵ		Kreuzelastizitäten e		R^2
		Einkommen	Pkw-Transportkosten	Bahntransportkosten ($W = 150$ km)	Bahntransportkosten ($W = 300$ km)	
1	(a)	1,810	-0,542	-	-	0,649
2	(a)	2,185	-0,459	0,592	-	0,862
3	(a)	2,214	-0,445	-	0,629	0,867
4	(a)+(b)+(c)	1,531	-0,468	-	-	0,522
5	(a)+(b)+(c)	1,856	-0,366	-	0,616	0,599

5.4 Abschätzung der Neuverkehrsleistung und Überprüfung des „Gesetzes vom konstanten Reisezeitbudget“

Mit Hilfe der in Kapitel 5.3 geschätzten Elastizitäten kann nun, ausgehend von der zurechenbaren Verkehrsnachfrage des Jahres 1977 auf der Paßstraße ($N_{Paß, 1977}$) jene fiktive Verkehrsnachfrage auf der Paßstraße für das Jahr 1981 ($N_{Paß, 1981, \text{fiktiv}}$) (das ist das Jahr nach dem vermutlichen Abflauen des „Attraktionsverkehrs“) geschätzt werden, die wahrscheinlich realisiert worden wäre, wenn der Straßentunnel *nicht* eröffnet worden wäre. Allerdings steht man dabei vor dem Problem, welche der in Tabelle 6 enthaltenen Konstellationen gewählt werden sollte. Wir scheidet hier zunächst die Konstellationen Nr. 2, 3 und 5 aus, da bei diesen die Kreuzelastizitäten der Bahntransportkosten dem Betrage nach höher sind als die direkten Elastizitäten der Pkw-Transportkosten, was nicht sehr plausibel erscheint. Von den verbleibenden Konstellationen wählen wir Nr. 1, da diese ein höheres Bestimmtheitsmaß aufweist als Nr. 4 und da außerdem vom Zustand (a) (nämlich vom Jahr 1977) ausgehend extrapoliert wird. Mit dieser Wahl ergibt sich:

$$N_{Paß, 1981, \text{fiktiv}} = N_{Paß, 1977} \cdot \left(\frac{E_{1981}}{E_{1977}} \right)^{1,810} \cdot \left(\frac{K_{P, 1981}}{K_{P, 1977}} \right)^{-0,542} = 2,493 \text{ Mio P-km/d}$$

Diesem Wert werden nun die beiden realen Verkehrsnachfragemengen von Paßstraße und Straßentunnel des Jahres 1981 gegenübergestellt. Graphisch ist dies in Abbildung 10 dargestellt. Wenn man nun annimmt, daß *keinerlei Verlagerungen* von anderen Straßenrouten (außer der Paßstraße) oder von anderen Verkehrsträgern stattgefunden haben, dann kann

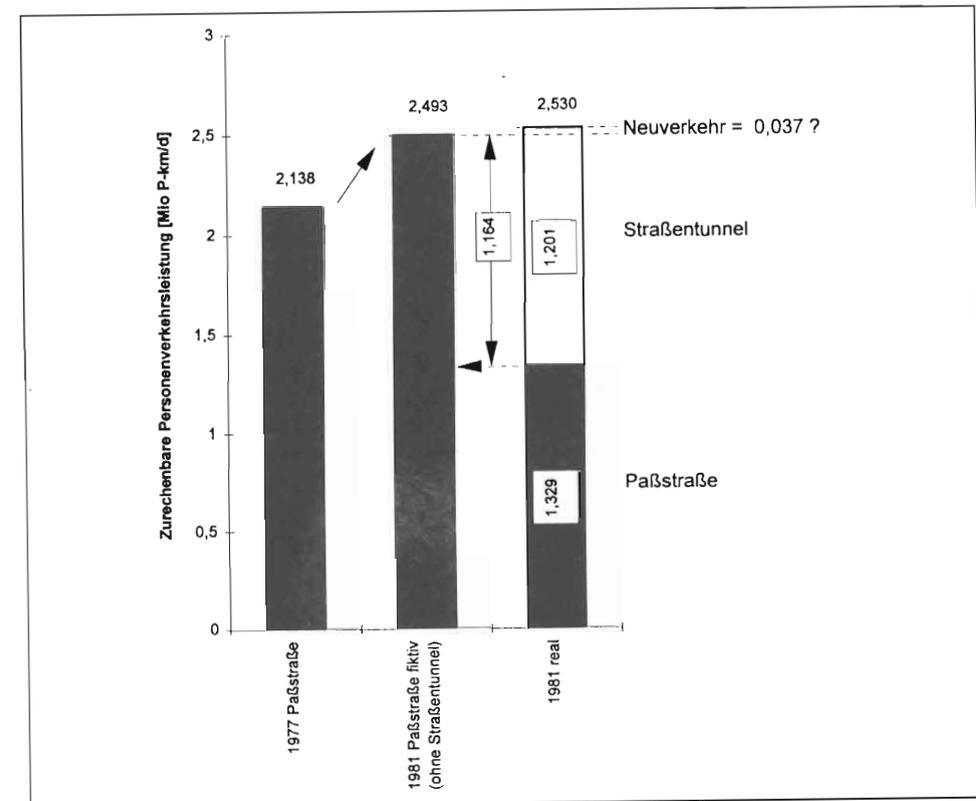
man unter den getroffenen Annahmen die in Abbildung 10 ausgewiesene Differenz $1,201 - 1,164 = 0,037$ Mio P-km/d als Neuverkehrsleistung im Pkw-Verkehr betrachten. Der gemäß Gleichung (1) definierte Neuverkehrsanteil würde dann

$$v_n = 100 \cdot \frac{1,201 - 1,164}{1,164} = 3,18\%$$

betragen.

Mit diesem Resultat soll nun abschließend versucht werden, eine Zeitelastizität aus dem Übergang vom System *ohne* Straßentunnel zum System *mit* Straßentunnel für das Jahr 1981 zu rekonstruieren und damit auch das „Gesetz vom konstanten Reisezeitbudget“ zu überprüfen.

Abbildung 10: Abschätzung des durch Eröffnung des Straßentunnels realisierten „Neuverkehrs“ am Arlberg für das erste Jahr nach vermutlichem Abflauen des Attraktionsverkehrs (1981)



Hierzu wird von folgenden Überlegungen ausgegangen: Im Jahr 1981 betrug die durchschnittliche Transportweite eines den Straßentunnel passierenden Pkw schätzungsweise 331 km (siehe Tabelle 2). Nimmt man an, daß die durchschnittliche Pkw-Geschwindigkeit auf der 16 km langen Tunnelstrecke 80 km/h beträgt, daß sie in der relativ steilen und nicht autobahnmäßig ausgebauten Zu- und Abfahrt zu und von dieser Strecke auf einer Gesamtlänge von 80 km etwa 70 km/h beträgt und auf dem flachen und großteils autobahnmäßig ausgebauten Rest der Strecke (331 – 16 – 80 = 235 km) 90 km/h, so stellt sich auf der Gesamtstrecke eine Durchschnittsgeschwindigkeit von $V = 83,7$ km/h ein. Die Vergleichssituation für eine identische Quelle-Ziel-Relation über die Paßstraße (statt 16 km Tunnelstrecke mit 80 km/h 20 km Paßstraße mit 50 km/h, ansonsten gleiche Situation) liefert eine Durchschnittsgeschwindigkeit von $V_0 = 80,6$ km/h.

Aus der aus Gleichung (5) ableitbaren Grundform

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\varepsilon_T}$$

läßt sich mit der Identität $T : T_0 = V_0 : V$

und mit der Schreibweise $\frac{N}{N_0} = 1 + v_n$

die Zeitelastizität wie folgt berechnen:

$$\varepsilon_T = - \ln(1 + v_n) / \ln(V/V_0)$$

Setzt man die Werte des Fallbeispiels ein, so erhält man für ε_T :

$$\varepsilon_T = - \ln(1 + 0,0318) / \ln(83,7/80,6) = -0,829$$

Dieser Wert ist größer als -1, er würde also nicht dem „Gesetz vom konstanten Reisezeitbudget“ genügen, das – wie in Kapitel 4.7 gezeigt – genau den Wert -1 erfordert. Der Wert von $\varepsilon_T = -0,829$ weist darauf hin, daß nicht die gesamte durch Tunnelbenutzung eingesparte Reisezeit wieder in Verkehrsleistung umgesetzt wird, sondern nur ein Teil derselben.

5.5 Diskurs, Interpretation und Relativierung der Ergebnisse

Die Ergebnisse von Kapitel 5.4 sind verführerisch, weil sie doch einigermaßen gut in das Weltbild der aktuellen, ökonomisch orientierten Verkehrswissenschaft passen, wobei in der Freude über die Plausibilität leicht die vielen Annahmen, die vielen durch analoge Erfahrungen ergänzten Datenlücken, die mannigfachen Vereinfachungen und eben insgesamt das schwankende empirische Fundament in Vergessenheit zu geraten drohen. Wir wollen nun nachfolgend – wie es ernsthaftem wissenschaftlichen Ringen entspricht – die Rolle unseres eigenen *Advocatus diaboli* übernehmen, indem wir unsere eigenen Bedenken und Einwendungen dokumentieren und damit unsere eigenen Ergebnisse in Frage stellen. Dies soll auch prophylaktisch verhindern, daß jene Lobbyisten, denen unsere Resultate besonders zusa-gen, unter Berufung auf dieselben ihr politisches Agieren rechtfertigen; aber auch jenen Gegen-Lobbyisten, in deren Weltbild unsere Resultate nicht passen, soll der Wind ihrer Gegenargumente aus den Segeln genommen werden, indem wir sie selber benennen:

- Die modellmäßige Abbildung von Entscheidungswahlverhalten, wie sie etwa eine Routen- oder Verkehrsmittelwahl darstellt, müßte sich an Individualeigenschaften orientieren (etwa Einkommen des individuellen Privathaushaltes, dessen Mitglieder eine Fahrt unternehmen) und nicht an makroskopisch erhobenen aggregierten Daten (etwa Einkommen aller österreichischen Privathaushalte). Man hantiert andauernd in dem Dilemma, nur makroskopische Aggregate oder Mittelwerte zu haben und nicht die entscheidungsrelevanten mikroskopischen Daten. (Das gilt z. B. auch für Pkw-Besetzungsgrade und den spezifischen Kraftstoffverbrauch, wo überdies noch ausländische Analogien verwendet werden mußten.)
- Das empirische Fundament für die durchschnittlichen Transportweiten ist sehr dürftig.
- Wie in Kapitel 4 gezeigt wurde, stellt das Elastizitäten-Konzept gemäß Gleichung (8) einen rechenbaren Spezialfall unter unendlich vielen anderen Modellvorstellungen dar. Über die konkrete Ausprägungsform von Nachfragefunktionen und vor allem über ihre Übertragbarkeit weiß man so gut wie nichts.
- Entsprechend vorsichtig sind die Regressionsschätzungen für die diversen Elastizitäten, wie sie in Tabelle 6 für verschiedene Gleichungskonstellationen zusammengestellt sind, zu interpretieren. Hätte man statt der (begründet ausgewählten) Konstellation Nr. 1 etwa Konstellation Nr. 4 gewählt, so hätte sich unter sonst gleichen Annahmen ein Neuverkehrsanteil von 8,49% (statt 3,18%) eingestellt; hätte man Konstellation 2, 3 oder 5 (also eine Konstellation unter Einbezug der Kreuzelastizität der Bahntransportkosten) gewählt, so hätte sich ein deutlich *negativer* Neuverkehrsanteil (von -13% bis zu fast -20%) ergeben.
- Der Neuverkehrsanteil, wie er in Kapitel 5.4 rekonstruiert wurde, ist verzerrt um die Tatsache, daß im Straßentunnel eine Maut erhoben wird, auf der Paßstraße hingegen nicht. Das heißt, es ist anzunehmen, daß ohne Tunnelmaut die Tunnelbenutzung wesentlich stärker wäre und eigentlich dieser höhere Wert zur Neuverkehrsermittlung heranzuziehen wäre. Man könnte den Wert sogar über die veränderten Pkw-Transportkosten und die entsprechende Elastizität ausrechnen. Allein, das Resultat wäre für eine Neuverkehrsin-terpretation völlig irreführend: Da es mit Ausnahme des Quell- und Zielverkehrs von und

zur Paßhöhe und mit Ausnahme des Ausflugsverkehrs, der bei schönem Wetter die schöne Aussicht der Paßstraße genießen will, bei Wegfall der Maut keinen einleuchtenden Grund gäbe, den Straßentunnel *nicht* zu benutzen, würde es sich dabei überwiegend um einen von der Paßstraße verlagerten Verkehr handeln, den das Elastizitätsmodell als solchen überhaupt nicht erkennen kann. Eine mögliche Modellausweitung könnte darin bestehen, daß für die Paßstraße (als „Konkurrenzkonsumgut“ zum Straßentunnel) das Modell gesondert durchgerechnet wird, wobei es um einen Faktor mit (unbekannter) Kreuzelastizität zu den Straßentunnelkosten zu erweitern wäre. Nur die verbleibende Differenz zwischen den beiden Modellrechnungen wäre dann als Neuverkehr zu interpretieren.

- Außer der relativ einfach erfaßbaren (kleinräumigen) Alternativroute über den Arlbergpaß konnten keinerlei weitere (großräumige) alternative Straßenrouten berücksichtigt werden. Die Abschätzungen beschränken sich somit ausschließlich auf Fall (C) von Abbildung 2.
- Auf den durchschnittlich ca. 300 bis 400 km langen, zurechenbaren Transportweiten, die im Verlaufe der Straßentunnelbenutzung zurückgelegt werden, wurden im Laufe des Untersuchungszeitraumes auch immer wieder kleinere und größere infrastrukturelle Attraktivierungen durchgeführt. Ihre Auswirkungen auf die Reisezeit sind aber nicht erfaßbar. (Wahrscheinlich sind in den regressiv geschätzten Pkw-Transportkostenelastizitäten kleine Anteile von Zeitelastizitäten versteckt.)
- Wie die Abschätzungen von Kapitel 5.4 zeigen, handelt es sich um empfindlich kleine Differenzen von Rechengrößen. Man muß überall so genau wie möglich rechnen. (Allerdings kann auch die genaueste Rechnung nicht die Ungenauigkeit von Daten kompensieren, sondern nur verhindern, daß die Resultatungenauigkeit noch weiter steigt.)

6. Schlußfolgerungen

Sowohl aus der theoretischen Behandlung als auch aus dem Bemühen um empirische Fundierung des Problemfeldes „infrastrukturbedingter Neuverkehr“ lassen sich die nachstehenden Schlußfolgerungen ziehen:

- Aus grundsätzlichen ökonomischen Überlegungen ist es sinnvoll, infrastrukturbedingten Neuverkehr zu unterstellen. Das läßt sich sehr leicht schon dadurch einsehen, daß es ohne Verkehrsinfrastruktur auch keinen Verkehr gäbe.
- Allerdings schafft die Parole „Neue Straßen erzeugen neuen Verkehr“ eine völlig falsche Bewußtseinslage, die auch zu einer Anonymisierung bzw. falschen Schuldzuweisung führt. Vielmehr gilt: Neue Straßen ermöglichen neuen Verkehr, der nach wie vor von uns Menschen „erzeugt“ wird.
- Das „Gesetz von konstanten Reisezeitbudget“ läßt sich als ein ganz spezieller Sonderfall von Verkehrsnachfragefunktionen deuten, bei dem außer der Reisezeit alle anderen möglichen Determinanten konstant gehalten werden müssen. Das Konzept „generalisierter Kosten“ (Out-of-pocket-Kosten + Zeitkosten) ist grundsätzlich unvereinbar mit dem „Gesetz vom konstanten Reisezeitbudget“.

- Auch die hier angestellten empirischen Abschätzungen lassen keine klare Aussage über die Größe der Zeitelastizität der Verkehrsnachfrage zu. Zwar haben wir für unser Beispiel eine Zeitelastizität von ca. -0,8 ermittelt, aber der Wert ist – wie in Kapitel 5.5 gezeigt wurde – mit vielen Unsicherheiten behaftet.
- Eine wichtige – ins Philosophische gehende – Fragestellung bei der ökonomischen Erörterung von Neuverkehr kann anhand eines Analogiebeispiels aufgezeigt werden: Wenn der Preis für das Konsumgut „Apfel“ sinkt, werden nach ökonomischer Theorie – unter sonst gleichen Bedingungen – mehr Äpfel konsumiert. Und was geschieht außerdem? Werden dann weniger Birnen oder/und weniger Pflaumen konsumiert? Vielleicht wird insgesamt genausoviel Obst (= Äpfel + Birnen + Pflaumen) konsumiert, und die Zunahme des Apfelkonsums wird durch einen Minderverbrauch an Birnen und Pflaumen kompensiert. Gilt nun die Analogie Straßentunnel = Apfel, Paßstraße = Birne, Eisenbahn = Pflaume? Oder gilt die Analogie Straßentunnel = Apfel, Paßstraße = Apfel anderer Sorte, alle weiteren (unbekannten) Alternativrouten = Äpfel weiterer Sorten? Entspricht Neuverkehr mehr Äpfeln einer bestimmten Sorte oder mehr Äpfeln insgesamt oder mehr Obst? Oder vielleicht sogar weniger Obst?

Diese Schlußfolgerungen sollten als essentieller Bestandteil des vorliegenden Beitrages verstanden werden. Ihre Konstituierung soll gewährleisten, daß die Resultate nicht mißbräuchlich für ideologische Zwecke verwendet werden.

7. Zusammenfassung

Infrastrukturbedingter Neuverkehr wird seit einigen Jahren in der Verkehrspolitik sehr kontroversiell beurteilt und gewertet. Allerdings liegen zu diesem Thema nur ganz wenige Arbeiten vor, die das Prädikat „wissenschaftlich“ verdienen. In dieser Situation ist es sehr zu begrüßen, daß die ECMT sich dieses Themas angenommen und dazu einen eigenen Round Table (Nr. 105) anberaunt hat.

Anliegen des vorliegenden Beitrages ist es nicht, ein Berechnungsmodell für den Neuverkehr mit dem Anspruch auf Allgemeingültigkeit vorzulegen (dies dürfte wohl ähnlich unmöglich sein wie die Quadratur des Kreises), sondern

- eine klare, scharfe Begrifflichkeit einzuführen,
- mit dieser Begrifflichkeit ein klares theoretisches Konzept aufzubauen, das ingenieurwissenschaftliche und ökonomische Aspekte berücksichtigen und interpretieren kann, und
- ein Fallbeispiel empirisch durchzuarbeiten.

Das theoretische Konzept baut auf Einkommens-, Transportkosten- und Zeitelastizitäten der Verkehrsnachfrage auf und zeigt Zusammenhänge zwischen Nachfragefunktionen, Elastizitäten und Kreuzelastizitäten auf. Das „Gesetz vom konstanten Reisebudget“ erweist sich dabei als ein (eher unwahrscheinlicher) Sonderfall von unendlich vielen denkbaren Nachfragefunktionen, in denen *nur* die Reisezeit als unabhängige Variable aufscheint.

Im gewählten Fallbeispiel werden zunächst durch zeitliche Längsschnittanalysen die Einflüsse von Einkommen und Transportkosten herausgefiltert, um den danach verbleibenden Verkehrsnachfrageüberschuß infolge einer singulären, gravierenden Angebotsattraktivierung (Eröffnung des Arlbergstraßentunnels in Österreich am 1. Dezember 1978) als infrastrukturbedingten Neuverkehr deuten zu können. Aus diesem wird dann auch eine Zeitelastizität zu rekonstruieren versucht, um infrastrukturbedingten Neuverkehr mit Hilfe von Zeitelastizitäten ökonomisch interpretieren zu können.

Ein ganz essentieller Teil, der auch ein großes Anliegen der Autoren darstellt, sind der abschließende Diskurs mit selbstkritischer Relativierung der Aussagekraft der Ergebnisse und darauf aufbauend ein Bündel von Schlußfolgerungen, die man bei weiterer Behandlung des Themas künftig beherzigen sollte.

Abstract

It is the intention of this contribution to introduce clear, precise terms concerning infrastructure-induced new traffic, to build a clear theoretical concept on the basis of these terms, capable of taking into account and interpreting both transport engineering and economic concepts, and to carry out an empirical case study. The theoretical concept is based on the income, cost and time elasticities of transport demand and shows the relationship between demand functions, elasticities and cross elasticities. The „law of the constant travel time budget“ is found to be a (somewhat improbable) special case among an infinite number of conceivable demand functions, in which only travel time appears as an independent variable. In the selected case study, the income and transport cost influences are first filtered out by longitudinal section analysis, in order then to be able to designate the remaining surplus transport demand resulting from a singular, major transport supply enhancement (the opening of the Arlberg road tunnel) as infrastructure-induced new traffic. Then a time elasticity is constructed in order to be able to interpret infrastructure-induced new traffic in economic terms, using time elasticities. An absolutely essential part of this contribution is the concluding discussion (with its self-critical relativization of the meaningfulness of the findings) and the resulting set of conclusions which should be taken to heart in future work on this topic.

Kundenorientierte Gestaltung des öffentlichen Personennahverkehrs

VON ANDREAS HERRMANN, MAINZ, HANS H. BAUER, MANNHEIM
UND SABINE HERRMANN, BASEL

1. Bedeutung der Kundenorientierung des öffentlichen Personennahverkehrs

Die wirtschaftliche Situation vieler Verkehrsbetriebe hat sich in den letzten Jahren gravierend verschlechtert. Bei deutlich steigenden Aufwendungen konnten die meisten Anbieter nur geringfügige Umsatzverbesserungen erzielen. Darüber hinaus verzeichnen viele Verkehrsgesellschaften seit einiger Zeit eine sinkende Zahl von Fahrgästen. Offenbar besitzt der Individualverkehr trotz umweltpolitischer Bedenken und sich erhöhender Pkw-Kosten nach wie vor eine hohe Attraktivität.

Einige Zahlen verdeutlichen die wirtschaftliche Lage der Mannheimer Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH:¹⁾ Der Gesamtaufwand dieses Unternehmens betrug im Geschäftsjahr 1993/94 ca. 125 Mio DM. Dabei entfielen allein ca. 75 Mio DM auf den Personalaufwand. Die Erträge aus dem Personenverkehr beliefen sich lediglich auf 53 Mio DM. Dies entspricht 43% des Gesamt- und 71% des Personalaufwands. Bei ca. 38 Mio Fahrgästen ergeben sich für den Berichtszeitraum durchschnittliche Einnahmen von ca. 1,40 DM pro Person. Für die kommenden Jahre rechnet der Betrieb mit einer Steigerung des Personalaufwands und der sonstigen Aufwendungen von ca. 6%. Dagegen erhöht sich der Umsatz bei gleichbleibendem Fahrgastaufkommen voraussichtlich nur um 3%.

Wie lassen sich Ansatzpunkte zur Lösung des aufgeworfenen Problems finden? Bisher ergriffene Maßnahmen erscheinen kaum geeignet, um Entscheidendes an der derzeitigen Situation zu verändern. Vielmehr bedarf es einer Ausrichtung der Transportleistung der Verkehrsgesellschaft an den Erfordernissen des Marktes. Eine entsprechende Führungskonzeption stellt das Marketing mit seinem produkt- und preispolitischen Instrumentarium bereit.²⁾ Mit Hilfe von Marketingmaßnahmen kann ein Verkehrsbetrieb die Nachfrage nach

Anschrift des Verfassers:
Priv.-Doz. Dr. Andreas Herrmann
Universität Mainz
Allgemeine BWL und Marketing
Welderweg 9
55099 Mainz

1) Vgl. hierzu den Geschäftsbericht der Mannheimer Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft für das Geschäftsjahr 1993/94.
2) Vgl. hierzu Meffert, H., Marketing: Grundlagen der Absatzpolitik, 7., überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden 1991, und Nieschlag, R. / Dichtl, E. / Hörschgen, H., Marketing, 17., neu bearbeitete Auflage, Berlin 1994.

seinem Angebot beeinflussen.³⁾ Soweit dies nicht möglich, ökonomisch nicht sinnvoll oder sozialpolitisch nicht geboten ist, muß es sich an Nachfrageveränderungen anpassen. Die Vorstellungen der Fahrgäste verändern sich im Zuge des gesellschaftlichen, ökonomischen und technologischen Wandels und als Folge von Konkurrenzreaktionen. Insofern sind auch Umweltveränderungen und das Verhalten der Wettbewerber (v. a. private Pkw) relevant, allerdings nur mittelbar über ihre Auswirkungen auf die Nachfrage. Die konsequente Ausrichtung des unternehmerischen Handelns auf die Bedürfnisse der Abnehmer erfordert im Kern eine kundenorientierte Produkt- und Preisgestaltung.⁴⁾

2. Grundlagen einer Kundenorientierung des öffentlichen Personennahverkehrs

Aus den voranstehenden Ausführungen geht hervor, daß die Leistung eines Anbieters darauf abzielen muß, vorhandene und latente Wünsche der Nachfrager zu befriedigen. Die Erfordernisse der Fahrgäste sollten die absatzwirtschaftlichen Aktivitäten der Verkehrsgesellschaft in allen ihren Verästelungen bestimmen, da die Reaktionen des Marktes letztlich über den Erfolg entscheiden. Eine so verstandene Gestaltung des öffentlichen Personennahverkehrs läßt sich auf den ersten Blick leicht durchführen. Man fordert Auskunftspersonen dazu auf, z. B. ein Urteil über den Ticketpreis auf einer Skala abzugeben, die aus den Kategorien „zu teuer“, „genau richtig“ und „zu billig“ besteht. Wäre diese Erhebungstechnik zuverlässig, ließe sich aus den Antworten ermitteln, ob der Preis zu erhöhen, zu reduzieren oder konstant zu halten ist. Allerdings gilt diese Abfragetechnik als unzuverlässig, da das Interesse unmittelbar dem Preis gilt und damit die reale Kaufsituation, in der ein Kunde Ticketpreis und Nutzen einer Fahrt z. B. mit der Straßenbahn gegeneinander abwägt, nicht angemessen wiedergegeben wird.⁵⁾

Aus Sicht der Nachfrager stellt der Preis den Gegenwert für den durch den Nahverkehr gestifteten Transportnutzen dar. Insofern sollte bei allen preis- und produktpolitischen Entscheidungen die Nutzenvorstellungen der Fahrgäste, die diese im Hinblick auf eine Fahrt mit dem Nahverkehr hegen, im Mittelpunkt der Betrachtung stehen. Diese Vorgehensweise weist gegenüber der Einzelbeurteilung spezifischer Facetten der Transportleistung durch die Befragten zwei Vorteile auf: Zunächst besteht die Möglichkeit darin, jenen Wert zu ermitteln, den die Kunden den einzelnen Komponenten des Leistungsbündels (z. B. Betriebszeit, Taktzeit, Ticketpreis, Ausstattung der Wagen) zuweisen. Weiterhin läßt sich durch eine

3) Vgl. hierzu *Bauer, H. H.*, Marketing für Verkehrsbetriebe, in: *Bloech, J. / Ihde, G. B.* (Hrsg.), Vahlens großes Logistiklexikon, im Druck.

4) Vgl. zur kundenorientierten Produktgestaltung etwa *Bauer, H. H. / Thomas, U.*, Die Präferenzen von Arbeitnehmern gegenüber Tarifvertragskomponenten, in: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 1984, S. 200-228, und *Böcker, F.*, Präferenzforschung als Mittel marktorientierter Unternehmensführung, in: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 1986, S. 543-574. Zur kundenorientierten Preisbildung nehmen z. B. *Bauer, H. H. / Herrmann, A.*, Preisfindung durch Nutzenkalkulation am Beispiel einer Pkw-Kalkulation, in: *Controlling*, 1993, S. 236-240, und *Simon, H.*, Preismanagement: Analyse – Strategie – Umsetzung, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden 1992, S. 116-126, Stellung.

5) Vgl. hierzu v. a. *Kucher, E. / Simon, H.*, Conjoint-Measurement: Durchbruch bei der Preisentscheidung, in: *Harvard Manager*, 1987, S. 28-36.

gezielte Produktmodifikation der Nutzen der Fahrt steigern und auf diese Weise die Wahrscheinlichkeit erhöhen, daß weitere Nachfrager das Angebot der Verkehrsgesellschaft in Anspruch nehmen. Von entscheidender Bedeutung ist es demzufolge, die Nutzenerwartungen der Kunden in bezug auf den Nahverkehr festzustellen, d. h. seine Beurteilung durch die Fahrgäste zu messen. In diesem Zusammenhang erscheinen zwei Aspekte von Bedeutung:⁶⁾

- (1) Der Gesamtnutzen einer Fahrt setzt sich aus den Nutzenbeiträgen einzelner Eigenschaften der Transportleistung zusammen. Hierbei interessieren nicht nur die physikalisch-chemisch-technischen Größen, wie z. B. Geschwindigkeit, sondern auch die Service- und Imagekomponenten.
- (2) Die nutzenstiftenden Eigenschaften des Nahverkehrs können abweichend von objektiven Gegebenheiten (z. B. Höchstgeschwindigkeit) von den Kunden unterschiedlich wahrgenommen werden. Darüber hinaus unterliegt die Bedeutung, die den einzelnen Eigenschaften zur Bestimmung des Gesamtnutzens einer Fahrt zukommt, subjektiven Unterschieden.

3. Erfassung des Kundennutzens des öffentlichen Personennahverkehrs mit dem Conjoint Measurement

Die bisherigen Überlegungen zeigen, daß für eine kundenorientierte Produkt- und Preisgestaltung direkte und isolierte Fragen nach einzelnen Attributen der Transportleistung nicht ausreichen. Vielmehr erscheint ein Verfahren erforderlich, das die Nutzenvorteile der Fahrgäste hinsichtlich eines bestimmten Angebotes offenlegt. Eine Methode, die diese Aufgabe bewältigt, ist das Conjoint Measurement.⁷⁾ Den Ausgangspunkt bildet die Idee, daß man aus empirisch erhobenen globalen Urteilen über alternative Gestaltungen der Nahverkehrsleistung die partiellen Beiträge einzelner Merkmale (z. B. Betriebszeit, Ticketpreis) zum Zustandekommen des Globalurteils ermitteln kann. Die zur Auswahl stehenden vollständig beschriebenen Leistungen werden durch die systematische Kombination von Eigenschaftsausprägungen konstruiert. Hierbei faßt man also die merkmalspezifischen Einzelurteile nicht zu einem Gesamturteil zusammen, sondern gerade umgekehrt, die Gesamturteile dienen als Datenbasis, um den Beitrag der einzelnen Attribute bzw. deren Ausprägungen zu identifizieren. Aus den vorliegenden Gesamturteilen, die durch ein Abwägen positiver und negativer Merkmalsausprägungen entstehen, läßt sich die Bedeutung feststellen, die den Attributen der betrachteten Leistung bei der Entscheidung eines Kunden für eine Fahrt zukommt. Darüber hinaus wird die Vorziehungswürdigkeit einzelner Eigenschaftsausprägungen offengelegt.⁸⁾

6) Vgl. hierzu *Simon, H.*, Preisstrategie zur Erschließung von Ertragsreserven, in: *Henzler, H. A.* (Hrsg.), Handbuch strategische Führung, Wiesbaden 1988, S. 557-579.

7) Vgl. zum Conjoint Measurement v. a. *Backhaus, K. / Erichson, B. / Plinke, W. / Weiber, R.*, Multivariate Analysemethoden, 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden 1994, S. 498-554.

8) Vgl. auch *Bauer, H. H. / Herrmann, A. / Graf, G.*, Die nutzenorientierte Gestaltung der Distribution für ein Produkt, in: *Jahrbuch der Absatz- und Verbrauchsforschung*, 1995, S. 4-15, und *Laker, M.*, Pricing im Maschinen-/Anlagenbau, in: *Thesis*, 1992, S. 41-46.

Nach diesen Ausführungen läßt sich die Tauglichkeit des Conjoint Measurement für die Produkt- und Preisgestaltung des öffentlichen Personennahverkehrs verdeutlichen. Diesem Zweck dient eine im November und Dezember 1995 in sechs deutschen Städten durchgeführte empirische Untersuchung. Hierbei wurden u. a. die Vorstellungen von 180 Ankunftspersonen bezüglich der Gestaltung des Schienennahverkehrs (Straßen-, S- und U-Bahn) erfaßt. Eine Vorstudie ergab, daß sechs Merkmale der Transportleistung mit insgesamt 18 Ausprägungen aus Sicht der Kunden relevant sind (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Relevante Eigenschaften des öffentlichen Schienennahverkehrs

Merkmalsausprägung	Ausprägungen des Merkmals
Betriebszeit	während der Öffnungszeit der Geschäfte, täglich von 5 Uhr bis 24 Uhr, täglich 24 Stunden
Ticketpreis	Pauschalpreis von 2 DM, zonenabhängiger Preis von 2 DM bis 3 DM, Pauschalpreis von 3 DM, zonenabhängiger Preis von 3 DM bis 8 DM
Ausstattung der Wagen	Holz- und Kunststoffsitze ohne Stoffbezüge, Sitze mit Stoffbezügen (entspricht der 2. Klasse der Deutschen Bundesbahn), Sitze mit Veloursbezügen (entspricht der 1. Klasse der Deutschen Bundesbahn)
Taktzeit während des Hauptverkehrs	alle 2 Minuten, alle 5 Minuten, alle 10 Minuten, alle 20 Minuten
Pkw-Parkgelegenheit an den Haltestellen in den Außenbezirken	ohne Pkw-Parkgelegenheit, mit Pkw-Parkgelegenheit
Anschlußmöglichkeit an Busse in den Außenbezirken	ohne Busanschlüsse, mit Busanschlüssen

Aus diesen Merkmalsausprägungen lassen sich 576 ($= 3 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2$) unterschiedliche Transportleistungen konstruieren. Um die Probanden nicht zu überfordern und den Aufwand der Datenerhebung zu beschränken, wurde ein experimentelles Design verwendet, das es erlaubt, die Anzahl der theoretisch möglichen Kombinationen ohne wesentlichen Informationsverlust auf 16 tatsächlich existierende Angebote zu reduzieren (vgl. Tabelle 2).⁹⁾

9) Vgl. zur Reduktion der Anzahl theoretisch möglicher Kombinationen z. B. Addelman, S., Orthogonal maineffect Plans for asymmetrical factorial Experiments, in: Technometrics, 1962, S. 21-46.

Tabelle 2: Experimentelles Design zur Konstruktion von 16 Transportleistungen

Kartennummer	Betriebszeit	Ticketpreis	Ausstattung der Wagen	Taktzeit	Pkw-Parkgelegenheit	Anschlußmöglichkeit an Busse
1	täglich von 5 bis 24 Uhr	Pauschalpreis von 3 DM	Holz-/Kunststoffsitze	alle 20 Minuten	ohne Parkgelegenheit	ohne Busanschlüsse
2	Öffnungszeit der Geschäfte	zonenab. Preis (2 bis 3 DM)	Sitze mit Veloursbezügen	alle 10 Minuten	ohne Parkgelegenheit	ohne Busanschlüsse
3	Öffnungszeit der Geschäfte	zonenab. Preis (2 bis 3 DM)	Sitze mit Stoffbezügen	alle 20 Minuten	ohne Parkgelegenheit	ohne Busanschlüsse
4	Öffnungszeit der Geschäfte	Pauschalpreis von 2 DM	Holz-/Kunststoffsitze	alle 5 Minuten	ohne Parkgelegenheit	ohne Busanschlüsse
5	täglich von 5 bis 24 Uhr	Pauschalpreis von 2 DM	Sitze mit Stoffbezügen	alle 10 Minuten	mit Parkgelegenheit	ohne Busanschlüsse
6	Öffnungszeit der Geschäfte	Pauschalpreis von 3 DM	Sitze mit Stoffbezügen	alle 2 Minuten	mit Parkgelegenheit	ohne Busanschlüsse
7	täglich 24 Stunden	zonenab. Preis (2 bis 3 DM)	Holz-/Kunststoffsitze	alle 2 Minuten	mit Parkgelegenheit	mit Busanschlüssen
8	täglich 24 Stunden	zonenab. Preis (2 bis 3 DM)	Holz-/Kunststoffsitze	alle 5 Minuten	mit Parkgelegenheit	ohne Busanschlüsse
9	täglich 24 Stunden	zonenab. Preis (3 bis 8 DM)	Sitze mit Stoffbezügen	alle 5 Minuten	ohne Parkgelegenheit	ohne Busanschlüsse
10	täglich 24 Stunden	Pauschalpreis von 3 DM	Holz-/Kunststoffsitze	alle 10 Minuten	ohne Parkgelegenheit	mit Busanschlüssen
11	Öffnungszeit der Geschäfte	zonenab. Preis (3 bis 8 DM)	Holz-/Kunststoffsitze	alle 10 Minuten	mit Parkgelegenheit	ohne Busanschlüsse
12	Öffnungszeit der Geschäfte	zonenab. Preis (3 bis 8 DM)	Holz-/Kunststoffsitze	alle 20 Minuten	mit Parkgelegenheit	mit Busanschlüssen
13	täglich 24 Stunden	Pauschalpreis von 2 DM	Sitze mit Veloursbezügen	alle 20 Minuten	mit Parkgelegenheit	ohne Busanschlüsse
14	täglich von 5 bis 24 Uhr	zonenab. Preis (3 bis 8 DM)	Sitze mit Veloursbezügen	alle 2 Minuten	ohne Parkgelegenheit	mit Busanschlüssen
15	Öffnungszeit der Geschäfte	Pauschalpreis von 3 DM	Sitze mit Veloursbezügen	alle 5 Minuten	mit Parkgelegenheit	mit Busanschlüssen
16	Öffnungszeit der Geschäfte	Pauschalpreis von 2 DM	Holz-/Kunststoffsitze	alle 2 Minuten	ohne Parkgelegenheit	ohne Busanschlüsse

Den befragten Personen liegt die Aufgabe vor, die 16 auf Karten beschriebenen Transportleistungen hinsichtlich ihrer Präferenz anzuordnen. Die sich hieraus ergebende Rangordnung dient als Input für das Conjoint Measurement. Die Auswertung dieser Daten führt zu den in Abbildung 1 gezeigten Teilpräferenzfunktionen für die sechs Merkmale. Da sich die Nutzenwerte über alle Eigenschaften direkt miteinander vergleichen lassen, zeigen die in Tabelle 3 abgebildeten Nutzenbereiche der Attribute deren relative Bedeutung an.¹⁰⁾

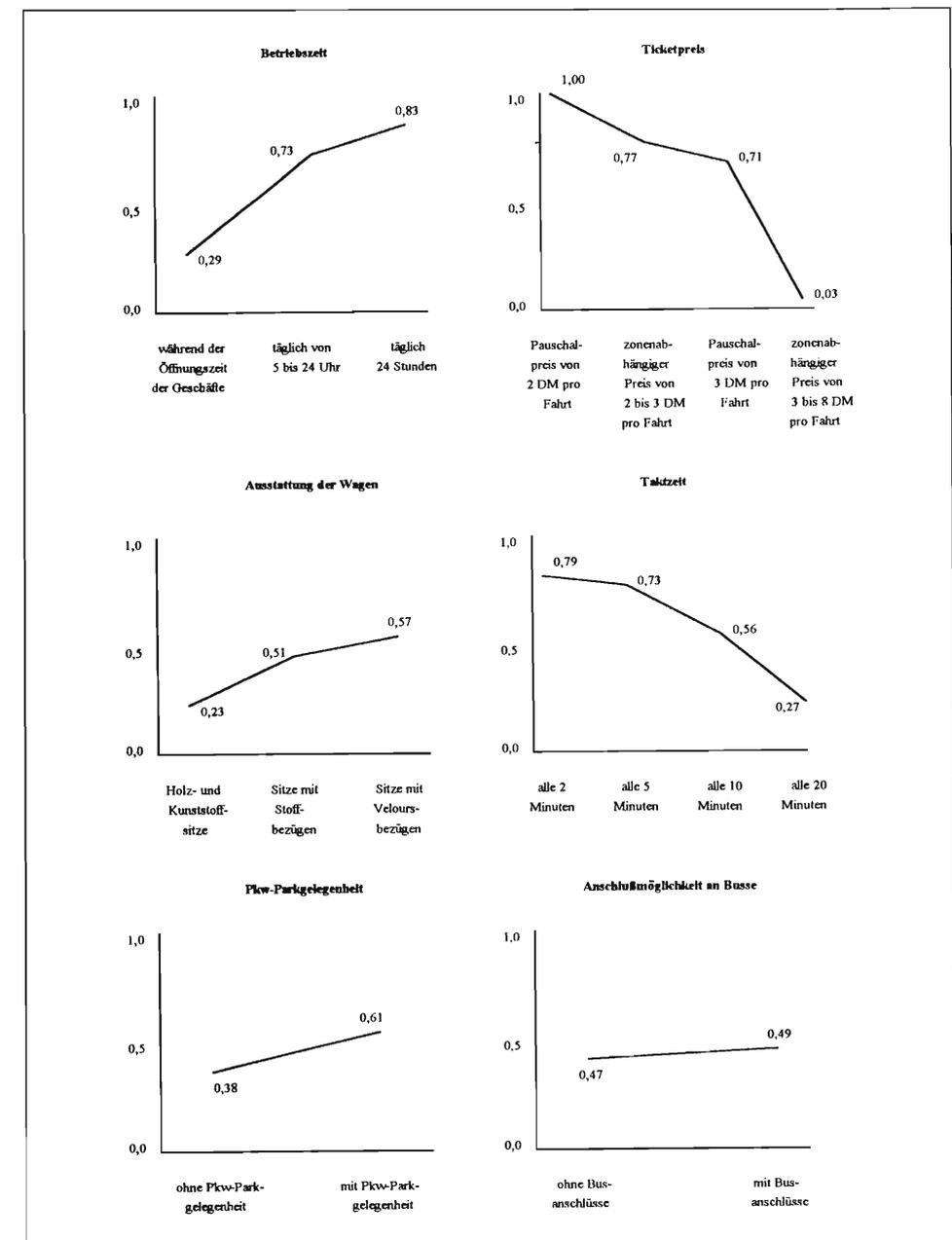
Aus den Ergebnissen geht hervor, daß der Preis (37,02%) erwartungsgemäß neben der Betriebszeit (20,61%) sowie der Taktzeit (19,85%) das wichtigste Merkmal darstellt (vgl. Tabelle 3). In Abbildung 1 fällt auf, daß die Erhöhung des Pauschalpreises von 2 DM pro Fahrt auf 3 DM zu einer Verringerung des Nutzens um 0,29 Einheiten führt. Aus dieser Berechnung resultiert die Zahlungsbereitschaft der Nachfrager für die einzelnen Merkmale durch einfache Proportionalisierung der Teilnutzenwerte. Diese Größen der Preisfunktion lassen sich direkt dazu verwenden, den Wert einzelner Leistungskomponenten in Preiseinheiten auszudrücken.¹¹⁾ Beispielsweise weist das Merkmal Ausstattung der Wagen eine Nutzendifferenz zwischen den Ausprägungen Sitze mit Veloursbezügen (0,57) und Sitze mit Stoffbezügen (0,51) auf. Diese Differenz von 0,06 Nutzeneinheiten entspricht 0,21 DM. Die Befragten sind demnach bei gleicher Gesamtzufriedenheit bereit, bei mit Velours bezogenen Sitzen 0,21 DM mehr als bei mit Stoff bezogenen Sitzen pro Fahrt auszugeben (vgl. Tabelle 4).

Überraschenderweise besitzt die Anschlußmöglichkeit an Busse in den Außenbezirken nur eine geringe Bedeutung für die Nachfrager (vgl. 0,76% in Tabelle 3). Insofern wird eine Verbesserung der Busanschlüsse lediglich mit einer Zahlungsbereitschaft von 0,07 DM honoriert. Auch spielt die Pkw-Parkgelegenheit in den Außenbezirken keine entscheidende Rolle für die Attraktivität der Transportleistung (vgl. 8,78% in Tabelle 3). Daher sind die Fahrgäste gewillt, für eine Pkw-Parkgelegenheit lediglich 0,79 DM pro Fahrt zu bezahlen.

10) Vgl. zu dieser Vorgehensweise etwa Bauer, H. H. / Herrmann, A. / Mengen, A., Eine Methode zur gewinnmaximalen Produktgestaltung auf der Basis des Conjoint Measurement, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 1994, S. 81-94, und Green, P. E. / Srinivasan, V., Conjoint Analysis in Marketing: New Developments with Implications for Research and Practice, in: Journal of Marketing, 1990, S. 3-19.

11) Vgl. hierzu Dichtl, E. / Thomas, U., Der Einsatz des Conjoint Measurement im Rahmen der Verpackungsmarktforschung, in: Marketing ZFP, 1986, S. 27-33. Weiteres bietet Mengen, A., Konzeptgestaltung von Dienstleistungsprodukten: eine Conjoint-Analyse im Luftfrachtmarkt unter Berücksichtigung der Qualitätsunsicherheit beim Dienstleistungskauf, Stuttgart 1993.

Abbildung 1: Teilnutzenfunktionen für sechs Merkmale



Aus Kundensicht erscheint eine Verbesserung des Angebotes vorteilhaft, sofern die Summe aus dem Nutzensgewinn durch eine Variation der Leistungskomponenten den Nutzenverlust durch einen höheren Preis übersteigt. Ersetzt der Betreiber z. B. die Stoffbezüge der Sitze durch Veloursbezüge, gleicht die damit verbundene Nutzenierhöhung einen Preisanstieg von 0,21 DM aus. Folglich kommt diesem Merkmal in den Augen der Fahrgäste nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Als weitaus wichtiger erweisen sich jene Merkmale, deren Teilnutzenfunktionen eine große Steigung aufweisen (vgl. Abbildung 1) und folglich einen hohen Beitrag für den Gesamtnutzen liefern. In dieser Untersuchung sind dies die Merkmale Betriebszeit, Taktzeit und Ticketpreis.

Tabelle 3: Relative Wichtigkeit der Merkmale der Transportleistung

Merkmal	Nutzenbereich	Nutzenanteil in %
Betriebszeit	0,83 - 0,29 = 0,54	20,61
Ticketpreis	1,00 - 0,03 = 0,97	37,02
Ausstattung der Wagen	0,57 - 0,23 = 0,34	12,98
Taktzeit	0,79 - 0,27 = 0,52	19,85
Pkw-Parkgelegenheit	0,61 - 0,38 = 0,23	8,78
Anschlußmöglichkeit an Busse	0,49 - 0,47 = 0,02	0,76
	Summe = 2,62	100,00

Ein fiktives Beispiel verdeutlicht Möglichkeiten zur Steigerung des Nutzens der angebotenen Transportleistung.¹²⁾ Tabelle 5 zeigt ein als Variante A gekennzeichnetes Angebot, dessen Gesamtnutzenwert 3,44 lautet. Will die Verkehrsgesellschaft die Attraktivität von A erhöhen, so bietet sich z. B. eine Reduzierung der Taktzeit von 10 auf 5 Minuten an. Außerdem ist vorstellbar, den Kunden geeignete Pkw-Parkgelegenheiten in den Außenbezirken anzubieten. Diese beiden Maßnahmen führen zu einem Gesamtnutzenwert von 3,84, sofern sie der Betreiber preisneutral durchführt (vgl. Variante B).

Zur Realisierung einer Nutzensteigerung erscheint es jedoch nicht zwingend erforderlich, eine verbesserte Transportleistung zu einem konstanten Preis zu offerieren.¹³⁾ Sieht z. B. der Anbieter von Variante A vor, die Betriebszeit von 5 bis 24 Uhr auf einen 24-Stunden-Service auszudehnen, steigt der Gesamtnutzen auf 3,48 (vgl. Variante C), obgleich mit dieser Maßnahme eine Preiserhöhung von einem zonenabhängigen Entgelt von 2 bis 3 DM pro Fahrt

12) Vgl. hierzu auch das Beispiel von Bauer, H. H. / Herrmann, A. / Mengen, A., Conjoint+Cost: Nicht Marktanteile, sondern Gewinne maximieren!, in: Controlling, 1995, S. 339-345, und Gutsche, J., Produktpräferenzanalyse: ein modelltheoretisches und methodisches Konzept zur Marktsimulation mittels Präferenzermittlungsmodellen, Berlin 1995.

13) Vgl. beispielsweise Urban, G. L. / Hauser, J. R., Design and Marketing of new Products, 2. Auflage, Englewood, Cliffs 1993.

auf einen Pauschalpreis von 3 DM einhergeht. Offenbar erweist sich für den Kunden der Nutzenzuwachs der Transportleistung größer als die mit der Preiserhöhung verbundene Nutzensenkung. Sofern die Preissteigerung die variablen Kosten der Leistungsverbesserung übersteigt, ergeben sich zusätzlich positive Effekte auf den Deckungsbeitrag von Spielart A.

Tabelle 4: Zahlungsbereitschaft für verschiedene Serviceverbesserungen

Merkmal	Leistungsbereich mit Nutzenwert	Nutzen-differenz	Monetäre Differenz in DM
Betriebszeit	„täglich von 5 bis 24 Uhr“ (0,73) gegenüber „während der Öffnungszeiten der Geschäfte“ (0,29)	0,44	1,52
	„täglich 24 Stunden“ (0,83) gegenüber „täglich von 5 bis 24 Uhr“ (0,73)	0,10	0,34
Ausstattung der Wagen	„Sitze mit Stoffbezügen“ (0,51) gegenüber „Holz- und Kunststoffsitze“ (0,23)	0,28	0,97
	„Sitze mit Veloursbezügen“ (0,57) gegenüber „Sitze mit Stoffbezügen“ (0,51)	0,06	0,21
Taktzeit	„alle 10 Minuten“ (0,56) gegenüber „alle 20 Minuten“ (0,27)	0,29	1,00
	„alle 5 Minuten“ (0,73) gegenüber „alle 10 Minuten“ (0,56)	0,17	0,59
	„alle 2 Minuten“ (0,79) gegenüber „alle 5 Minuten“ (0,73)	0,06	0,21
Pkw-Parkgelegenheit	„mit Pkw-Parkgelegenheit“ (0,61) gegenüber „ohne Pkw-Parkgelegenheit“ (0,38)	0,23	0,79
Anschlußmöglichkeit	„mit Busanschlüsse“ (0,49) gegenüber „ohne Busanschlüsse“ (0,47)	0,02	0,07

4. Implikationen für die Gestaltung des öffentlichen Schienennahverkehrs

Das Resultat der empirischen Untersuchung verdeutlicht, daß für die Verkehrs- und Versorgungsgesellschaften erheblicher Handlungsbedarf besteht. Hierbei kommen die folgenden marketingpolitischen Aktivitäten in Betracht: Zunächst fällt die hohe Preissensibilität der Befragten gegenüber der Transportleistung auf. Dies deutet darauf hin, daß die Auskunftspersonen eine Fahrt mit dem Pkw (eine Alternative zur Benutzung der Straßen-, S- und U-Bahn) als nahezu kostenlos betrachten. In der Tat sind sich nur wenige Autofahrer über die Vollkosten pro gefahrenem Kilometer und die hohen Parkgebühren in den Innenstädten bewußt. Insofern könnte eine erste absatzwirtschaftliche Maßnahme darin bestehen,

einen Vergleich der Pkw-Kosten mit dem Ticketpreis für z. B. eine Fahrt mit der Straßenbahn den tatsächlichen und potentiellen Kunden vor Augen zu führen.

Weiterhin geht aus Tabelle 3 hervor, daß die Betriebszeit einen Nutzenanteil von 20,61% besitzt. Die zusätzliche Berücksichtigung der Taktzeit (19,85%) bringt den Wunsch der Fahrgäste nach ständiger Mobilität zum Ausdruck. Aus diesem Grund erscheint es für einen Verkehrsbetrieb ratsam, die permanente Verfügbarkeit als eine besondere Serviceleistung des öffentlichen Schienennahverkehrs herauszustellen.

Tabelle 5: Vergleich der Nutzenwerte von drei Transportleistungen

Merkmal	Variante A		Variante B		Variante C	
	Merkmalsausprägung	Nutzenwert	Merkmalsausprägung	Nutzenwert	Merkmalsausprägung	Nutzenwert
Betriebszeit	täglich von 5 bis 24 Uhr	0,73	täglich von 5 bis 24 Uhr	0,73	täglich 24 Stunden	0,83
Ticketpreis	zonenabhängiger Preis von 2 bis 3 DM pro Fahrt	0,77	zonenabhängiger Preis von 2 bis 3 DM pro Fahrt	0,77	Pauschalpreis von 3 DM pro Fahrt	0,71
Ausstattung	Sitze mit Stoffbezügen	0,51	Sitze mit Stoffbezügen	0,51	Sitze mit Stoffbezügen	0,51
Taktzeit	alle 10 Minuten	0,56	alle 5 Minuten	0,73	alle 10 Minuten	0,56
Pkw-Parkgelegenheit	ohne Pkw-Parkgelegenheit	0,38	mit Pkw-Parkgelegenheit	0,61	ohne Pkw-Parkgelegenheit	0,38
Anschlußmöglichkeit	mit Busanschlüsse	0,49	mit Busanschlüsse	0,49	mit Busanschlüsse	0,49
Summe		3,44		3,84		3,48

Schließlich überrascht, daß die Anschlußmöglichkeit an Busse lediglich einen Nutzenanteil von 0,76% besitzt. Offenbar betrachten die meisten Kunden die Straßen-, S- und U-Bahn als ein für die Innenstädte geeignetes Transportmittel. Dagegen bilden Busse und Bahnen, die das Umland mit der Großstadt verbinden, keine Alternative zum Pkw. Dies läßt sich v. a. darauf zurückführen, daß die mit häufigem Umsteigen verbundene Wartezeit die Attraktivität des Nahverkehrs erheblich reduziert.

Abstract

When riding on a suburban train a lot customers complain very often the poor service, the uncomfortable train schedule, the old vestibules, and the unfriendly trainmen. Therefore closeness to the customer has become the most important challenge for suburban traffic companies. Conjoint measurement, one of the most useful techniques in this area, has been growing in popularity the last several years. The purpose of conjoint analysis is to determine the contributions of attributes to the choice sets. The idea is to derive attribute importance by analyzing customer benefit judgements concerning totally described suburban traffic options. Having identified the importance of attributes an "ideal" service which maximizes market share can be developed. An empirical investigation demonstrates the advantage of this technique for developing services offered by suburban traffic companies.