

Schätzung von Nachfragereaktionen auf Variationen des Tarif- und Leistungsangebots im öffentlichen Personennahverkehr

VON SÖNKE ALBERS, KIEL

b. va. b

1. Bedeutung einer nachfrageorientierten Politik

Immer wieder haben Verkehrspolitiker betont, daß dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) Vorrang vor dem Individualverkehr mit dem eigenen Pkw gebühren sollte. Ihre Forderung haben sie vorwiegend damit begründet, daß der Individualverkehr mit dem Pkw gegenüber dem ÖPNV wesentlich mehr Raum beansprucht und damit Verdichtungsräume unattraktiv werden läßt, einen wesentlich höheren Verbrauch an Mineralöl mit sich bringt und schließlich ganz allgemein zu einer höheren Umweltbelastung führt. Aber trotz aller öffentlichen Bekenntnisse für den ÖPNV ist festzustellen, daß die relative Bedeutung des ÖPNV gegenüber dem Individualverkehr stark abgenommen hat. Besonders ausgeprägt verlief diese Entwicklung im Berufsverkehr, dessen Abwicklung vielfach als Hauptaufgabe des öffentlichen Personennahverkehrs angesehen wird¹⁾.

Dabei hat es an Versuchen, den relativen Rückgang des ÖPNV aufzuhalten, nicht gefehlt. Aber die mit dem starken Ausbau der U- und S-Bahn-Netze in Großstädten verbundenen Hoffnungen haben getrogen²⁾. Auch mit den immer wieder experimentell getesteten Fahrpreissenkungen bis hin zum Null-Tarif konnte kein wesentlicher Anteil an Fahrgästen zugewonnen werden³⁾. Unter dem Eindruck dieser Resultate ist es nur allzu verständlich, daß die öffentlichen Verkehrsunternehmen, seitdem die öffentlichen Kassen leer sind und die staatlichen Träger wieder verstärkt darauf achten, daß ihre Verkehrs-

Anschrift des Verfassers:

Priv.-Doz. Dr. Sönke Albers
Institut für Betriebswirtschaftslehre
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Olshausenstraße 40-60
2300 Kiel

- 1) Entfielen 1960 noch 62% des Verkehrsaufkommens im Berufsverkehr auf den ÖPNV, so verringerte sich diese Zahl bis 1975 auf nur 26%; siehe Niklas, J., Soll sich der öffentliche Personennahverkehr am Angebot oder an der Nachfrage orientieren? - Versuch einer neuen Standortbestimmung für den ÖPNV, in: Internationales Verkehrswesen, 33. Jg. (1981), S. 179 - 190, hier S. 180ff.
- 2) Vgl. Storsberg, G., Nachfrageorientierte Personennahverkehrspolitik, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 48. Jg. (1977), S. 63 - 100, hier S. 63.
- 3) Vgl. z. B. Bobley, P., Der Nulltarif im Nahverkehr, in: Kyklos, Vol. 26 (1973), S. 113 - 141; Faludi, Q., Tarifpolitische Ansätze zur Überwindung der finanzwirtschaftlichen Krise im öffentlichen Personennahverkehr, Diss. Köln 1975, S. 109ff.; Storsberg, G., a.a.O., S. 70f.; Hensher, D. A. and Bullock, R. G., Price Elasticity of Commuter Mode Choice: Effect of a 20 Per Cent Rail Fare Reduction, in: Transportation Research, Vol. 13 A (1979), S. 193 - 202; Train, K., The Salt Lake City Experiment with Short Term Elimination of Transit Fares, in: Transportation, Vol. 10 (1981), S. 185 - 199.

unternehmen wirtschaftlich arbeiten⁴⁾, vorwiegend reaktiv versucht haben, durch leistungseinschränkende Rationalisierungen Kosten zu senken und durch Anpassen der Tarife an die Einkommensentwicklung⁵⁾ die Erlössituation zu verbessern.

Bei der Verfolgung des Wirtschaftlichkeitszieles darf man nicht vergessen, daß das eigentliche Ziel öffentlicher Verkehrsunternehmen in der Erbringung bestimmter Leistungen besteht und eine zu starke Betonung des Wirtschaftlichkeitszieles aufgrund der Interdependenz beider Ziele zu der Auswahl ganz bestimmter Tarif- und Leistungsangebote des ÖPNV führt⁶⁾. Hier ist der Verkehrspolitiker zu einer Lösung des Zielkonfliktes aufgerufen, wird er doch nicht nur nach dem erzielten wirtschaftlichen Erfolg des öffentlichen Verkehrsunternehmens und den damit verbundenen finanzpolitischen Auswirkungen, sondern auch und vor allem nach den raumordnungs-, verkehrs- und verteilungspolitischen Konsequenzen des gewählten Tarif- und Leistungsangebots beurteilt⁷⁾. Will der Politiker sich nicht mit dem Status-Quo zufrieden geben, dann müssen allerdings als Planungsgrundlage geeignete Methoden zur Schätzung der Nachfrage in Abhängigkeit von den Charakteristika der ÖPNV-Tarif- und Leistungsangebote existieren, da erst die tatsächliche Nachfrage die finanzpolitischen sowie raumordnungs-, verkehrs- und verteilungspolitischen Konsequenzen bestimmt. Wie muß nun eine Marktforschung aussehen, die es erlaubt, entsprechende Nachfragerreaktionen zu prognostizieren? Dieses für den Erfolg einer Politik im öffentlichen Personennahverkehr so wichtige methodische Problem ist Thema des vorliegenden Beitrages. Hierzu werden zunächst die bisher dafür vorgeschlagenen Ansätze kritisch gewürdigt. Die dabei festgestellten Schwächen werden dann zum Anlaß genommen, eine aus dem verwandten Gebiet des Marketing von Neuprodukten entlehnte Methode vorzuschlagen und ihre Anwendbarkeit an Hand einer empirischen Pilotstudie exemplarisch zu demonstrieren.

2. Bisher vorgeschlagene Methoden zur Nachfrageschätzung im ÖPNV

Nachfragerreaktionen auf neue oder verbesserte Angebote des öffentlichen Personennahverkehrs lassen sich am besten schätzen, wenn man diese Angebote einem Experiment oder – realistischer – einem Quasi-Experiment unterzieht⁸⁾. In vielen Fällen verursacht jedoch die Realisierung eines neuen oder verbesserten Angebotes hohe Investitionskosten, die nur bei einem erfolgreichen Ausgang des Experimentes getragen werden können, so daß (Quasi-) Experimente für die Planung des Leistungsangebotes öffentlicher Nahverkehrsunternehmen in der Regel ausscheiden⁹⁾. Hier bietet sich auch nicht

4) Vgl. Müller-zur Hörst, N., Die wirtschaftliche Lage der öffentlichen Verkehrsunternehmen: Defizite weiter angewachsen – Konstanter Kostendeckungsgrad, in: Der Nahverkehr, 1. Jg. (1983), Heft 2/83, S. 18 – 26.

5) Vgl. Weimer, K.-H., Öffentliche Verkehrsbetriebe – Ihr Fahrpreisniveau unter besonderer Beachtung betriebsgrößenspezifischer Differenzen, in: Internationales Verkehrswesen, 32. Jg. (1980), S. 347 – 350.

6) Vgl. Witte, E. und Hauschildt, J., Die öffentliche Unternehmung im Interessenkonflikt, Berlin 1966, S. 45 ff.

7) Vgl. Thiemeyer, Th., Probleme der Angebotspolitik der Betriebe des öffentlichen Personennahverkehrs, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 41. Jg. (1971), S. 445 – 464, hier S. 452 ff.

8) Siehe Cook, Th. D. and Campbell, D. T., Quasi-experimentation: design and analysis issues for field settings, Boston 1979.

9) Vgl. Gensch, D. H., Choice Model Calibrated on Current Behavior Predicts Public Response to New Policies, in: Transportation Research, Vol. 14 A (1980), S. 137 – 142, hier S. 137.

der Ausweg an, ein neues Tarif- und Leistungsangebot zu beschreiben und potentielle Nachfrager dann direkt zu befragen, ob sie bei einem solchen Angebot auf öffentliche Verkehrsmittel umsteigen würden. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß solchermaßen Befragte in sehr vielen Fällen angeben, das neue Angebot in Anspruch zu nehmen, dies aber später nach Realisierung des Angebots nicht tun¹⁰⁾. Man ist deshalb auf indirekt gewonnene Prognosen über die Nachfrage nach ÖPNV-Angeboten angewiesen, wobei die Kosten für die Informationsbeschaffung in einem angemessenen Verhältnis zum Nutzen der Information stehen sollten¹¹⁾.

Lange Zeit hat man deshalb versucht, die Nachfrage nach ÖPNV-Leistungen mit Hilfe von Variablen zu erklären, zu denen leicht verfügbare Sekundärdaten vorliegen, um dann darauf aufbauend für verschiedene Entwicklungen der unabhängigen Variablen Prognosen abgeben zu können. Typisch dafür sind Studien, in denen das Fahrgastaufkommen in einer Nahverkehrsregion mit Hilfe der multiplen Regressionsanalyse in Abhängigkeit von Variablen wie z. B. Einwohnerzahl, Pkw-Bestand, Einkommensniveau, Mittlerer Tarifpreis, Länge des Streckennetzes, Anzahl der Haltestellen geschätzt wurde¹²⁾. Gegen solche Erklärungs- und Prognoseansätze wurde seit Mitte der siebziger Jahre immer stärkere Kritik geübt¹³⁾.

1) Mangelnde Orientierung an dem zu lösenden Entscheidungsproblem:

Mit der Quantifizierung des Einflusses des Pkw-Bestandes auf das Fahrgastaufkommen erhält das Verkehrsunternehmen zwar ein Hilfsmittel in die Hand, das zukünftige Fahrgastaufkommen zu prognostizieren, aber nur für den Fall, daß es das Tarif- und Leistungsangebot nicht wesentlich ändert. Zur Lösung der Gestaltungsaufgabe des Leistungsangebots benötigt das Nahverkehrsunternehmen jedoch Daten darüber, wie die Nachfrage auf Variationen des Tarif- und Leistungsangebots reagieren würde. Selbst die Berücksichtigung von Leistungsindikatoren, z. B. Mittlerer Tarifpreis, Länge des Streckennetzes, Anzahl der Haltestellen, hilft nicht viel weiter, da diese noch zu grob sind, als daß daraus konkrete Entscheidungsempfehlungen abgeleitet werden könnten.

2) Mangelnde Verhaltensorientierung:

Die Prognoseansätze verwenden auf der Ebene von Nahverkehrsregionen aggregierte Daten und liefern keine Informationen über das Entscheidungsverhalten von Individuen bezüglich der Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit von den Eigenschaftsausprägungen der Verkehrsmittel. Diese Entscheidungen sind es aber letztlich, die das aggregierte Fahrgastaufkommen einer Nahverkehrsregion determinieren.

3) Mangelnde Vergleichbarkeit der Beobachtungen:

Schätzt man den Einfluß der erklärenden Variablen auf das Fahrgastaufkommen im Rahmen einer Zeitreihenanalyse pro Nahverkehrsregion oder einer Querschnittsana-

10) Vgl. Gensch, D. H., a.a.O.

11) Zur Auswahl von Prognoseverfahren siehe ausführlicher Brockhoff, K., Prognoseverfahren für die Unternehmensplanung, Wiesbaden 1977.

12) Siehe z. B. Kindt, V., Die Tarifelastizität der Nachfrage im öffentlichen städtischen Personennahverkehr, Göttingen 1971, und Pudenz, E., Die Qualität der Verkehrsbedienung, Göttingen 1974.

13) Siehe Domencich, Th. A. and McFadden, D., Urban Travel Demand – A Behavioral Analysis, Amsterdam/Oxford/New York 1975.

lyse über verschiedene Nahverkehrsregionen zu einem bestimmten Zeitpunkt, dann impliziert man damit entweder über die Zeit oder über die Regionen gleichbleibende Rahmenbedingungen bei den Individuen. Diese dürften jedoch bei den eingetretenen Veränderungen in der Besiedlungsstruktur über die Zeit und den unterschiedlichen Angeboten des ÖPNV in den einzelnen Regionen nicht gegeben sein.

Man ist deshalb dazu übergegangen, disaggregierte, verhaltensorientierte Erklärungs- und Prognoseansätze zu verwenden. In diese geht als abhängige Variable ausdrücklich das Verhalten der Individuen ein, nämlich die nominal ausgeprägte Verkehrsmittelwahl, während als unabhängige Variablen die Charakteristika der einzelnen Verkehrsmittel dienen, wobei diese im Falle des ÖPNV grundsätzlich durch das Unternehmen gestaltbar sein sollten. Gewöhnlich wird ein sogenanntes „Quantal Choice Model“ unterstellt, in dem die Wahrscheinlichkeit, daß ein Individuum ein Verkehrsmittel aus einer Menge verschiedener Verkehrsmittel wählt, eine Funktion des Nutzens des gewählten Verkehrsmittels im Verhältnis zum Nutzen der nicht gewählten Verkehrsmittel ist. Dabei steht der Nutzen eines Verkehrsmittels wiederum in funktionaler Abhängigkeit zu den Eigenschaften dieses Verkehrsmittels. Unterschiedliche, personenspezifische Wahrscheinlichkeiten für die Wahl von Verkehrsmitteln ergeben sich dann aufgrund des Sachverhalts, daß ein Verkehrsmittel aus der individuellen Sicht unterschiedliche Eigenschaftsausprägungen haben kann¹⁴⁾. Eine Übersicht über entsprechende „Travel-Mode-Choice Models“ im anglo-amerikanischen Schrifttum geben Barff/Mackay/Olshavsky¹⁵⁾. Die einzelnen Ansätze unterscheiden sich im wesentlichen in der Art der Ermittlung der Ausprägungen der unabhängigen Variablen und der für die Schätzung der Funktionsparameter verwendeten Methode, sieht man einmal von dem inhaltlichen Aspekt unterschiedlicher Variablen ab. Bei der Ermittlung der Eigenschaftsausprägungen der Verkehrsmittel werden drei Wege verfolgt: Eine Gruppe von Autoren verwendet weitgehend objektive Eigenschaftsausprägungen, indem z. B. für Personen, die öffentliche Verkehrsmittel gewählt haben, lediglich Start und Ziel der Reise erfragt werden und dann vom Untersuchenden die günstigste Reiseroute herausgesucht wird sowie die dafür geltenden Charakteristika, z. B. Gehdauer zur Haltestelle oder Fahrzeit, abgeleitet werden¹⁶⁾. Aufgrund der Beobachtung, daß die objektiven Eigenschaften der Verkehrsmittel von den subjektiv perzipierten abweichen¹⁷⁾, die perzipierten Daten aber in die Wahlentscheidung eingehen, arbeitet man heutzutage vielfach mit subjektiv empfundenen Eigenschaftsausprägungen¹⁸⁾, insbesondere seitdem methodische Fortschritte die Erhebung dieser Perzeptionsdaten erlauben. Schließlich unterscheiden sich die Ansätze noch nach der Wahl des Ver-

14) Vgl. Domencich, Th. A. and McFadden, D., a.a.O.

15) Vgl. Barff, R., Mackay, D. and Olshavsky, R. W., A Selective Review of Travel-Mode Choice Models, in: Journal of Consumer Research, Vol. 8 (1982), S. 370 – 380.

16) Siehe z. B. im deutschen Schrifttum: Martens, G., Öffentliche Verkehrsbedienstungen und Verkehrsmittelbenutzung – Modellentwicklung mit Volkszählungsdaten, in: Verkehr und Technik, 34. Jg. (1981), S. 294 – 298; Höffler, K.-H., Hüttmann, R. und Pasquay, F., Verkehrsmittelwahl bei unterschiedlichem ÖPNV-Angebot, in: Verkehr und Technik, 35. Jg. (1982) S. 217 – 224; sowie im anglo-amerikanischen Schrifttum: Barff, R., Mackay, D. and Olshavsky, R. W., a.a.O., S. 372.

17) Siehe z. B. Henley, D. H., Lewin, I. P., Louvière, J. J., Meyer, R. J., Changes in Perceived Travel Cost and Time for the Work Trip During a Period of Increasing Gasoline Costs, in: Transportation, Vol. 10 (1981), S. 23 – 34.

18) Vgl. Barff, R., Mackay, D. and Olshavsky, R. W., a.a.O., S. 372.

fahrens für die Schätzung der Parameter, die die funktionale Abhängigkeit zwischen dem Nutzen der Verkehrsmittel und den Eigenschaftsausprägungen beschreiben. Üblicherweise verwendet man dazu entweder die LOGIT-Analyse¹⁹⁾ oder die PROBIT-Analyse²⁰⁾.

Mit der hier kurz umrissenen Klasse der disaggregierten, verhaltensorientierten „Quantal-Choice“-Modelle sind die unter 1) bis 3) aufgeführten Nachteile der aggregierten Ansätze überwunden. Dieses wird jedoch damit erkauft, daß man nun nicht mehr auf Sekundärdaten zurückgreifen kann. Vielmehr sind zur Parameterschätzung disaggregierter Modelle eigens erhobene Daten für eine Stichprobe von Individuen nötig. Die damit verbundenen höheren Informationskosten werden jedoch durch die höhere Aussagekraft der Ergebnisse kompensiert. Ganz abgesehen davon sind die Parameterwerte disaggregierter, verhaltensorientierter Ansätze unabhängig von den Besonderheiten des untersuchten Gebietes und des gegebenen ÖPNV-Angebots, so daß einmal gefundene Parameterwerte grundsätzlich auf beliebige Gebiete übertragen werden können, ganz im Gegensatz zu aggregierten Ansätzen, deren Ergebnisse immer nur gebietsspezifisch sind²¹⁾.

Die unbestrittenen Vorzüge von „Quantal-Choice“-Modellen dürfen jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß diese eine entscheidende Schwäche besitzen: In „Quantal-Choice“-Modelle geht nur jeweils eine Beobachtung pro Individuum ein, nämlich die Wahl eines Verkehrsmittels, so daß man gezwungen ist, die Parameter, also die Nutzwerte der einzelnen Eigenschaften der Verkehrsmittel, über die Individuen zu schätzen und damit als gleich für alle Individuen anzunehmen. Somit sind „Quantal-Choice-Modelle“ nicht vollständig verhaltensorientiert. Dieser Nachteil läßt sich dadurch abschwächen, daß man als unabhängige Variablen zusätzlich demographische und sozioökonomische Merkmale aufnimmt, über die dann das unterschiedliche Verhalten von Individuen ausgedrückt wird. Ganz umgehen läßt sich mit dieser Vorgehensweise die fehlende vollständige Verhaltensorientierung jedoch nicht, da auch hier angenommen werden muß, daß Individuen mit gleichen demographischen und sozioökonomischen Merkmalsausprägungen ein Segment mit gleichen Nutzwerten bezüglich der Eigenschaftsausprägungen von Verkehrsmitteln bilden. Wie man jedoch aus einer ganzen Reihe von Marketing-Studien weiß, tragen demographische und sozioökonomische Variablen nur wenig dazu bei, Kaufentscheidungen von Individuen zu erklären²²⁾. Die nicht vollständige Verhaltensorientierung der „Quantal-Choice“-Modelle kann nur dann überwunden werden, wenn nicht nur eine Beobachtung pro Person und Reise über das gewählte Verkehrsmittel erhoben wird, sondern auch Informationen über die nicht gewählten Verkehrsmittel (z. B. Grad der Attraktivität) vorliegen. Ein solcher Ansatz wird deshalb im folgenden beschrieben und auf seine Anwendbarkeit getestet.

19) Siehe dazu z. B. McFadden, D., Conditional logit analysis of qualitative choice behavior, in: P. Zarembka (ed.): Frontiers in Econometrics, New York/London 1974, S. 105 – 142.

20) Siehe dazu z. B. Daganzo, C., Multinomial Probit – The Theory and Its Application to Demand Forecasting, New York et al. 1979.

21) Vgl. Domencich, Th. A. and McFadden, D., a.a.O.

22) Vgl. Srinivasan, V., Comments on "On Conjoint Analysis and Quantal Choice Models", in: Journal of Business, Vol. 53 (1980), S. S47 – S50.

3. Schätzung von individuellen Präferenzfunktionen

3.1. Grundidee

Aufgrund der im vorigen Abschnitt diskutierten Schwächen der bisher verfolgten Ansätze zur Schätzung der Nachfrage nach Leistungen des öffentlichen Personennahverkehrs in Abhängigkeit von seinen Angebotscharakteristika soll hier ein anderer Ansatz entwickelt werden, dessen Grundidee dem Marketing neuer Produkte entlehnt worden ist. Definiert man ein Produkt als „eine gebündelte Menge von Eigenschaften, die zum Gegenstand eines Tauschs werden soll“²³⁾, dann wird deutlich, daß die für die Gestaltung von Neuprodukten entwickelten Planungsinstrumente grundsätzlich auch auf die Konzeptionierung des Angebots öffentlicher Verkehrsleistungen anwendbar sind. Entsprechend der Kritik in Abschnitt 2. wird hier ein Ansatz verfolgt, bei dem – wie im Marketing von Neuprodukten seit Jahren üblich – für jeden Befragten eine individuelle Präferenzfunktion für Verkehrsmittel in Abhängigkeit von den Eigenschaftsausprägungen geschätzt wird. Etwas konkreter ausgedrückt sollen die Gewichte ermittelt werden, die ein Individuum den Ausprägungen einzelner Eigenschaften bei der Präferenzbildung zumißt. Grundsätzlich bieten sich dafür zwei Wege an: Zum einen kann man die Individuen direkt nach ihren Bedeutungsgewichten befragen, während man zum anderen diese indirekt aus globalen Präferenzurteilen ableiten kann.

Bei Verfolgung des ersten Weges werden potentielle Benutzer öffentlicher Verkehrsmittel danach gefragt, für wie wichtig sie Eigenschaften, z. B. den zeitlichen Abstand zwischen Bussen oder Bahnen, die Länge des Weges zur Haltestelle, den Preis einer Fahrt und die Dauer einer Fahrt, bei der Wahl eines öffentlichen Verkehrsmittels erachten. In der Regel wird dies abgefragt auf Rating-Skalen mit 5-11 Skaleneinheiten. Ein Beispiel dafür liefert Weimer²⁴⁾, der allerdings das Management von öffentlichen Nahverkehrsunternehmen befragt, um die Struktur der qualitativen Anforderungen an den öffentlichen Personennahverkehr abzuleiten. Dieser Weg ist sicherlich der einfachere und häufiger begangene Weg. Wie man aber inzwischen weiß, ist er weniger geeignet, da er mit erheblichen Validitäts- und Reliabilitätsproblemen verbunden ist²⁵⁾. Als die gravierendsten Probleme seien genannt:

a) Mit der Frage nach der Wichtigkeit einzelner Eigenschaften sind keine Konsequenzen für das Individuum verbunden. Aus diesem Grunde tendieren solchermaßen Befragte dazu, viele der Eigenschaften für sehr wichtig einzustufen. Direkt abgefragte Bedeutungsgewichte weisen deshalb eine geringe Varianz auf und besitzen keine diskriminierende Kraft²⁶⁾. Die eigentlichen Bedeutungsgewichte werden einem Individuum erst bewußt, wenn man es nach den Trade-Offs zwischen den Eigenschaften fragt, z. B. ob es eine Linie mit einem um 5 Minuten geringeren zeitlichen Abstand der Busse einer Linie mit einer um 5 Minuten kürzeren Gehdauer zur Haltestelle vorzieht.

23) Vgl. Brockhoff, K., *Produktpolitik*, Stuttgart/New York 1981, S. 3.

24) Siehe Weimer, K.-H., *Struktur der qualitativen Anforderungen an den öffentlichen Personennahverkehr*, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 46. Jg. (1975), S. 51 – 62.

25) Siehe z. B. Wilkie, W. L. and Pessemier, E. A., *Issues in Marketing's Use of Multi-Attribute Attitude Models*, in: *Journal of Marketing Research*, Vol. 10 (1973), S. 428 – 441, sowie Green, P. E. and Wind, Y., *Multiattribute Decisions in Marketing: A Measurement Approach*, Hinsdale (Illinois) 1973, S. 226 f.

26) Vgl. Green, P. E. und Wind, Y., a.a.O., S. 226 f.

b) Die üblicherweise zur Erfragung der Bedeutungsgewichte verwendeten 5-Punkte- oder 7-Punkte-Rating-Skalen sind zu undifferenziert, als daß darin feine Gewichtungsunterschiede, wie der Mensch sie bei Globalurteilen unbewußt durchaus vornimmt, ausgedrückt werden können²⁷⁾. Dieses Problem kann auch nicht dadurch umgangen werden, daß man die Anzahl der Skaleneinheiten erhöht, da dem Menschen ein entsprechendes bewußtes Differenzierungsvermögen fehlt.

Heute geht man deshalb regelmäßig den anderen Weg und versucht, mit Hilfe der CONJOINT-Analyse²⁸⁾ aus globalen Präferenzurteilen über Produkte, die durch Eigenschaftsprofile charakterisiert sind, auf Bedeutungsgewichte für die einzelnen Eigenschaften zu schließen. Dazu präsentiert man Versuchspersonen Eigenschaftsprofile alternativer Verkehrsmittel und läßt diese durch die Befragten in eine Präferenzrangreihe bringen. Bei der Bildung ihrer Präferenzurteile ist die Versuchsperson dazu gezwungen, implizit Trade-Offs zwischen Eigenschaftsausprägungen zu bewerten. Dann versucht man, mit Hilfe spezieller Schätzverfahren für eine vorher spezifizierte Form einer Nutzenfunktion gerade solche Parameterwerte zu ermitteln, bei der die nach Maßgabe der geschätzten Präferenzfunktion errechneten Präferenzwerte für die Verkehrsmittel möglichst die gleiche Rangfolge bilden wie die erfragte Rangreihe.

Diese Methode erfreut sich steigender Beliebtheit im Marketing²⁹⁾, weil:

- die Anforderungen an die Befragten gering sind und deshalb die Reliabilität der erhobenen Daten vergleichsweise hoch ist³⁰⁾,
- effiziente Schätzverfahren existieren³¹⁾,
- und bisherige Anwendungen in der Produktgestaltung hohe Werte für die prognostische Validität erbracht haben³²⁾.

In den folgenden Abschnitten (3.2. – 3.5.) wird deshalb an Hand einer Pilotstudie exemplarisch demonstriert, wie man eine Nachfrageschätzung für ÖPNV-Leistungsangebote mit Hilfe einer Conjoint-Analyse realisiert. Dabei ist die Beschreibung der einzelnen Schritte der Analyse an dem Schema von Green/Srinivasan³³⁾ ausgerichtet. Eine Beurteilung der Güte der gefundenen Ergebnisse erfolgt in Abschnitt 4. In Abschnitt 5. wird dann gezeigt, wie auf der Basis der geschätzten Präferenzfunktionen Nachfrageschätzungen für unterschiedliche ÖPNV-Leistungsangebote abgeleitet werden können. Abschlie-

27) Vgl. Urban, G. L., Hauser, J. R., *Design and Marketing of New Products*, Englewood Cliffs (N.J.) 1980, S. 238ff. und Neslin, S.A., *Linking Product Features to Perceptions: Self-Stated Versus Statistically Revealed Importance Weights*, in: *Journal of Marketing Research*, Vol. 18 (1981), S. 80 – 86.

28) Siehe dazu Green, P. E. and Srinivasan, V., *Conjoint Analysis in Consumer Research: Issues and Outlook*, in: *Journal of Consumer Research*, Vol. 5 (1978), S. 103 – 123.

29) Cattin, Ph. and Wittink, D. R., *Commercial Use of Conjoint Analysis: A Survey*, in: *Journal of Marketing*, Vol. 46 (Summer 1982), S. 44 – 53, berichten von über 1000 bekannten kommerziellen Anwendungen.

30) Siehe z. B. McCullough, J. and Best, R., *Conjoint Measurement: Temporal Stability and Structural Reliability*, in: *Journal of Marketing Research*, Vol. 16 (1979), S. 26 – 31, sowie Malhotra, N. K., *Structural Reliability and Stability of Nonmetric Conjoint Analysis*, in: *Journal of Marketing Research*, Vol. 19 (1982), S. 199 – 207.

31) Z. B. LINMAP, angeboten durch: Srinivasan, V. and Shocker, A. D., *LINMAP (Version IV): A Fortran IV Computer Program for Analyzing Ordinal Preference (Dominance) Judgments and for Conjoint and Tradeoff Analyses*, in: *Journal of Marketing Research*, Vol. 19 (1982), S. 601 – 602.

32) Vgl. Green, P. E. and Srinivasan, V., a.a.O., S. 116.

33) Siehe Green, P. E. and Srinivasan, V., a.a.O., S. 105.

send werden in Abschnitt 6. Probleme erörtert, die sich bei der Planung des ÖPNV-Leistungsangebots auf der Grundlage von auf der Conjoint-Analyse aufbauenden Nachfrageschätzungen ergeben.

3.2. Gestalt der unterstellten Präferenzfunktion

Bei der konkreten Durchführung einer Conjoint-Studie zur Nachfrageschätzung steht man als erstes vor der Aufgabe der Spezifikation der Gestalt der zu unterstellenden Präferenzfunktion. Diese läßt sich in zwei Teilaufgaben untergliedern: a) Bestimmung der präferenzbildenden Eigenschaften der Verkehrsmittel und b) Festlegung des Funktionstyps der Präferenzfunktion.

Bei der Auswahl der die Präferenzfunktion konstituierenden Eigenschaften der Verkehrsmittel ist zu beachten, daß Individuen von unterschiedlichen Überlegungen bei der Verkehrsmittelwahl ausgehen, je nachdem ob sie z. B. zur Arbeitsstätte fahren, eine Einkaufsfahrt unternehmen oder Personen besuchen wollen³⁴). Die hier dargestellte Pilotstudie ist deshalb auf den Berufsverkehr eingeschränkt worden, wofür sich Nachfrageschätzungen am bedeutendsten erweisen, da sich danach die maximale Kapazität des ÖPNV auszurichten hat.

Aus früheren Untersuchungen läßt sich bereits das Spektrum der zu berücksichtigenden Eigenschaften entnehmen³⁵), das im wesentlichen Variablen des Zeitaufwands, der Kosten und des Komforts bei der Benutzung eines Verkehrsmittels umfaßt. Zur konkreten Auswahl der bedeutenden präferenzbildenden Eigenschaften ist ein Pretest durchgeführt worden³⁶), in dem die Befragten (40 Studenten und Beschäftigte der Universität Kiel) im Mittel als wichtig bis sehr wichtig eingestuft haben:

- 1) Entfernung der Wohnung bzw. Arbeitsstätte von der jeweiligen Haltestelle,
- 2) Zeitlicher Abstand der Bedienung einer Buslinie (Frequenz),
- 3) Zusätzliche Fahrzeit gegenüber Auto,
- 4) Kosten einer Fahrt.

Obwohl alle anderen abgefragten Eigenschaften deutlich geringer in ihrer Bedeutung eingeschätzt worden sind, ist die Präferenzfunktion um die Eigenschaften

- 5) Wetterschutz an den Haltestellen,
- 6) Sitzplatzgarantie

erweitert worden, da sonst die in der Literatur immer wieder genannte Gruppe der Komfort-Variablen nicht vertreten gewesen wäre.

Insgesamt 6 zu berücksichtigende Eigenschaften stellen gleichzeitig einen guten Kompromiß dar zwischen der Forderung nach einer hohen internen Validität (Grad der Anpassung der geschätzten Präferenzfunktion an die beobachteten Präferenzurteile; siehe Abschnitt 4.1.), die man um so eher erreicht, je mehr Eigenschaften man unterstellt, und der Forderung nach einer hohen externen Validität (Güte der Nachfrage-

34) Vgl. Barff, R., Mackay, D. and Olshavsky, R. W., a.a.O., S. 375.

35) Vgl. Barff, R., Mackay, D. and Olshavsky, R. W., a.a.O., S. 376 ff.

36) Siehe dazu die Verfahrensvorschläge in Shocker, A. D. and Srinivasan, V., Multiattribute Approaches for Product Concept Evaluation and Generation: A Critical Review, in: Journal of Marketing Research, Vol. 16 (1979), S. 159 – 180, hier S. 166 ff.

prognose auf der Basis der geschätzten Präferenzfunktion; siehe Abschnitt 4.2.), die mit der Anzahl der berücksichtigten Eigenschaften fällt.

Nach ähnlichen Gesichtspunkten ist auch bei der Festlegung des Funktionstyps der Präferenzfunktion vorgegangen worden. Da bei unserer Fragestellung die externe oder prognostische Validität im Vordergrund des Interesses steht, ist von einer möglichst einfachen, nämlich linearen und additiv verknüpften Präferenzfunktion ausgegangen worden. Neben ihrer Einfachheit bietet sie den Vorteil, daß nur ein Parameter pro Eigenschaft geschätzt zu werden braucht. Die Vorteilhaftigkeit dieses Funktionstyps konnte durch alternative Schätzungen von komplexeren Funktionstypen, insbesondere von abschnittswisen linearen Funktionen, erhärtet werden, da mit keinem der komplexeren Funktionstypen eine höhere oder gleich hohe externe Validität erreicht werden konnte. In der Pilotstudie wird somit von folgender Präferenzfunktion ausgegangen:

$$(1) P_{ki} = \sum_{j=1}^9 w_{kj} x_{kij} \quad (k \in K, i \in I),$$

K: Menge der Befragten,

I: Menge der Verkehrsmittel (i = 1 : Pkw; i = 2 : Bus; i = 3 : Fahrrad),

P_{ki}: Präferenz des k-ten Befragten (k ∈ K) für das i-te Verkehrsmittel (i ∈ I),

w_{kj}: Gewicht, das der k-te Befragte (k ∈ K) der j-ten Eigenschaftsdimension bei der Präferenzbildung zumißt (j = 1, 2, ..., 9),

x_{kij}: Ausprägung des i-ten Verkehrsmittels (i ∈ I) bezüglich der j-ten Eigenschaftsdimension (j = 1, 2, ..., 9) aus der Sicht des k-ten Befragten (k ∈ K), wobei im einzelnen folgende Kodierungen gelten:

x_{ki1}: Vorhandensein eines Wetterschutzes an den Haltestellen (= 0 : nein, = 1 : ja; beim Pkw x_{k11} = 1; beim Fahrrad x_{k31} = 0),

x_{ki2}: Vorhandensein einer Sitzplatzgarantie (= 0 : nein, = 1 : ja; beim Pkw x_{k12} = 1; beim Fahrrad x_{k32} = 0),

x_{ki3}: Tarif einer Busfahrt (i = 2) oder Kosten einer Autofahrt zuzüglich eventueller Parkgebühren pro Fahrt (i = 1) (beim Fahrrad x_{k33} = 0),

x_{ki4}: Zeitlicher Abstand der Bedienung einer Buslinie (Frequenz) (beim Pkw x_{k14} = 0; beim Fahrrad x_{k34} = 0),

x_{ki5}: Zusätzliche Fahrzeit gegenüber dem Pkw (beim Pkw x_{k15} = 0),

x_{ki6}: 2 * Gehdauer zur Haltestelle (beim Bus i = 2) oder Zeit für Parkplatzsuche und Gehdauer vom Parkplatz zur Arbeitsstätte (beim Pkw i = 1) (beim Fahrrad x_{k36} = 0),

x_{ki7}: Vorhandensein sonstiger nicht explizit berücksichtigter Eigenschaften eines Pkws (beim Pkw x_{k17} = 1; beim Bus x_{k27} = 0; beim Fahrrad x_{k37} = 0),

x_{ki8}: Vorhandensein sonstiger nicht explizit berücksichtigter Eigenschaften eines Busses (beim Bus x_{k28} = 1; beim Pkw x_{k18} = 0; beim Fahrrad x_{k38} = 0),

x_{ki9}: Vorhandensein sonstiger nicht explizit berücksichtigter Eigenschaften eines Fahrrades (beim Fahrrad x_{k39} = 1; beim Pkw x_{k19} = 0; beim Bus x_{k29} = 0).

Die Präferenzfunktion ist auf der Basis der Eigenschaften öffentlicher Verkehrsmittel

definiert worden. Sie gilt jedoch ebenso für die konkurrierenden Verkehrsmittel Pkw und Fahrrad, wobei dann die Eigenschaftsdimensionen analog zu verstehen sind. Z. B. kann bei einem Pkw immer davon ausgegangen werden, daß ein Wetterschutz gegeben ist, deshalb $x_{k11} = 1$, während beim Fahrrad grundsätzlich das Gegenteil angenommen werden muß, deshalb $x_{k31} = 0$. Zu beachten ist, daß die Eigenschaftsausprägungen der einzelnen Verkehrsmittel für die Befragten unterschiedliche Werte annehmen können. Dies ist erforderlich, da z. B. ein ÖPNV-Leistungsangebot für die Befragten durchaus mit unterschiedlichen Gehdauern zu den Haltestellen oder zusätzlichen Fahrzeiten gegenüber dem Pkw verbunden sein kann und auch die Kosten einer Autofahrt von der Entfernung der Wohnung des Individuums von der Arbeitsstätte abhängen. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß mit den Variablen x_{kij} ($j = 7, 8, 9$) sonstige Einflußgrößen global bei der Beurteilung von Verkehrsmitteln erfaßt werden können, die nicht in dem Katalog der 6 unterstellten Eigenschaften enthalten sind. Die Einbeziehung solcher Variablen erweist sich dann als vorteilhaft, wenn eine Person z. B. das Automobil grundsätzlich stärker präferiert als alle ÖPNV-Angebote, obwohl diese den privaten Pkw bezüglich der 6 berücksichtigten Eigenschaften dominieren. Mit der globalen Erfassung sonstiger nicht explizit berücksichtigter Einflußgrößen kann im allgemeinen die interne und externe Validität des Prognoseansatzes gesteigert werden, ohne daß aus diesen Variablen allerdings Handlungsempfehlungen für den ÖPNV abgeleitet werden können.

3.3. Konstruktion der zu beurteilenden Stimuli

Aufgrund des Zieles, Nachfragereaktionen auf *unterschiedliche* Gestaltungen des ÖPNV-Leistungsangebots zu schätzen, genügt es nicht, Präferenzurteile über die existierenden Verkehrsmittel zu erheben, sondern es müssen Präferenzurteile zu einer Menge hypothetischer Eigenschaftsprofile von Verkehrsmitteln erfragt werden. Dabei ist in dieser Pilotstudie die Menge der in die Analyse eingehenden Verkehrsmittel auf den Autobus, den privaten Pkw und das Fahrrad beschränkt worden.

Bei der Konstruktion der hypothetischen Verkehrsmittel, im folgenden auch Stimuli genannt, ist darauf zu achten, daß die für die Eigenschaftsprofile gewählten Eigenschaftsausprägungen entweder reale Bedingungen widerspiegeln oder wenigstens von den Befragten vorstellbar sind. Allerdings sollte die Variationsbreite der Ausprägungen einer Eigenschaft so groß gewählt werden, daß sie mögliche Ausprägungen neuer Leistungsangebote enthalten, da die geschätzten Präferenzgewichte der einzelnen Eigenschaften nur für den Bereich verlässlich sind, zu dem Präferenzurteile vorliegen.

Auf der Basis dieser Überlegungen ist in der Pilotstudie von folgenden Ausprägungen für die 6 explizit ausgewählten Eigenschaften ausgegangen worden (siehe Tab. 1).

Bei der Eigenschaft „Zusätzliche Zeit gegenüber Auto“ sind die Ausprägungen danach differenziert worden, wie weit der Befragte von der Arbeitsstätte entfernt wohnt. Eine solche Vorgehensweise wurde erforderlich, da in der Realität die zusätzliche Zeit, die man mit dem Bus gegenüber dem Pkw benötigt, mit der Länge der zurückzulegenden Strecke positiv korreliert ist. Bezüglich der Eigenschaft „Tarif“ wird von dem Preis eines Einzelfahrscheins beim Kauf einer Mehrfahrtenkarte ausgegangen. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß die Sitzplatzgarantie so zu verstehen ist, daß der Fahrgast in wenigstens 99 % der Fälle einen Sitzplatz erhält.

Tab. 1: Berücksichtigte alternative Eigenschaftsausprägungen beim Verkehrsmittel Autobus (ÖPNV)

Eigenschaften	Ausprägungen beim Bus
Wetterschutz an den Haltestellen	Ja / Nein
Sitzplatzgarantie	Ja / Nein
Gehdauer zur Haltestelle	1 / 5 / 10 Minuten
Frequenz der Busse	3 / 8 / 15 Minuten
Zusätzliche Zeit gegenüber Auto	
Entfernung bis 2 km	2 / 5 / 10 Minuten
3 – 4 km	4 / 10 / 15 Minuten
5 – 6 km	6 / 12 / 20 Minuten
7 – 10 km	8 / 16 / 30 Minuten
über 10 km	10 / 20 / 45 Minuten
Tarif	0,50 / 1,00 / 1,50 DM

Nun hängt die Attraktivität des öffentlichen Personennahverkehrs nicht allein von den Ausprägungen des angebotenen Eigenschaftsprofils ab, sondern auch von der Attraktivität der konkurrierenden Verkehrsmittel, hier insbesondere vom privaten Pkw. Um auch Aussagen darüber ableiten zu können, in welchem Ausmaß die Anzahl der Busbenutzer steigt, wenn das Autofahren z. B. durch Erhöhung der Benzinpreise oder Einführung von Parkgebühren am Arbeitsplatz unattraktiver werden sollte, sind auch Eigenschaftsprofile für Autonutzungs-Situationen in die Analyse eingegangen. Entsprechend den obigen grundsätzlichen Erwägungen ist dabei von folgenden Ausprägungen ausgegangen worden:

Tab. 2: Berücksichtigte Situations- bzw. Eigenschaftsausprägungen beim Verkehrsmittel privater Pkw

Eigenschaften	Ausprägungen beim Auto		
Benzinpreis (Normal)	1,30	2,00	3,00 DM/Liter
Parkgebühr pro Tag	0,00	1,00	3,00 DM
Parkplatzsuche + Gehdauer	0	5	15 Minuten

Aufgrund der Beobachtung, daß von den Befragten höchstens 30 Stimuli in eine Präferenzrangreihe gebracht werden können³⁷⁾, sind in dieser Pilotstudie aus den insgesamt möglichen $2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 324$ Eigenschaftsprofilen für den Bus und $3 \times 3 \times 3 = 27$ Situationsprofilen für den privaten Pkw zur Präsentation jeweils 16 bzw. 8 Stimuli nach

37) Vgl. Green, P. E. and Srinivasan, V., a.a.O., S. 109.

Maßgabe eines fraktionierten faktoriellen Designs³⁸⁾ ausgewählt worden. Ist man wie im Falle unserer Präferenzfunktion (1) lediglich an den Haupteffekten der Eigenschaften (Faktoren) bei der Präferenzbildung interessiert, dann kann man orthogonale Designs verwenden, die sich durch die Eigenschaft auszeichnen, daß bei der Schätzung der Funktionsparameter die Beobachtungswerte für die unabhängigen Variablen (Eigenschaftsprofile der Stimuli) unkorreliert sind³⁹⁾. Für die Bus-Stimuli konnte auf ein leicht modifiziertes hoch fraktioniertes Design von *Addelman*⁴⁰⁾ zurückgegriffen werden, das in seinen konkreten Ausprägungen in Tab. 3 (Stimulus 1-16) wiedergegeben ist. Dabei ist zu beachten, daß sich die zusätzlichen Zeiten gegenüber dem Auto auf einen hypothetischen Befragten beziehen, der 7 – 10 km von der Arbeitsstätte entfernt wohnt.

Tab. 3: Ausprägungen der von einer hypothetischen Person in eine Präferenzgangreihe zu bringenden Bus-Eigenschaftsprofile

Stimulus	Transportmittel	Wetterschutz	Sitzplatz	Kosten (DM)	Frequenz (Min.)	Zusätzliche Zeit (Min.)	Gehdauer (Min.)
1	Bus	ja	ja	0,50	3	8	2
2	Bus	nein	ja	1,50	8	16	2
3	Bus	ja	nein	1,00	15	30	2
4	Bus	nein	nein	1,00	8	16	2
5	Bus	nein	ja	1,00	3	16	10
6	Bus	nein	nein	1,00	8	8	10
7	Bus	ja	ja	1,50	15	16	10
8	Bus	nein	ja	0,50	8	30	10
9	Bus	nein	ja	1,50	3	30	20
10	Bus	nein	nein	0,50	8	16	20
11	Bus	ja	nein	1,00	15	8	20
12	Bus	ja	ja	1,00	8	16	20
13	Bus	ja	nein	1,00	3	16	10
14	Bus	ja	ja	1,00	8	30	10
15	Bus	nein	nein	0,50	15	16	10
16	Bus	ja	nein	1,50	8	8	10

Für die Pkw-Stimuli wurde ebenfalls ein fraktioniertes Design gewählt, das allerdings nur aus 8 Stimuli besteht und auch nicht mehr vollständig orthogonal ist, weil auch in der Realität – wie hier realisiert – eine negative Korrelation zwischen Parkgebühr und Zeitaufwand für die Parkplatzsuche einschließlich der Gehdauer zum Zielort festzustellen ist. Das konkret verwendete Design ist in Tab. 4 (Stimulus 17-24) wiedergegeben:

38) Vgl. *Green, P. E. and Srinivasan, V.*, a.a.O., S. 111.

39) Siehe *Green, P. E.*, On the Design of Choice Experiments Involving Multifactor Alternatives, in: *Journal of Consumer Research*, Vol. 1 (1974), S. 61 – 68.

40) Siehe *Addelman, S.*, Orthogonal Main-Effect Plans for Asymmetrical Factorial Experiments, in: *Technometrics*, Vol. 4 (1962), No. 1, S. 21 – 45.

Tab. 4: Ausprägungen der Pkw-Nutzungsprofile

Stimulus	Transportmittel	Benzinpreis (DM)	Parkgebühr pro Tag (DM)	Parkplatzsuche (Min.)
17	Auto	1,30	0,00	0
18	Auto	1,30	0,00	15
19	Auto	2,00	1,00	5
20	Auto	1,30	3,00	0
21	Auto	3,00	0,00	0
22	Auto	3,00	0,00	15
23	Auto	3,00	1,00	5
24	Auto	2,00	3,00	0

Da für die Bus-Angebote genauso wie für die Pkw-Nutzungssituationen eine gemeinsame Präferenzfunktion geschätzt werden soll, ist es erforderlich, die Pkw-Nutzungsprofile analog zu den Eigenschaftsdimensionen der öffentlichen Verkehrsmittel zu bewerten. Dazu wird – wie bereits in Abschnitt 3.2. ausgeführt – unterstellt, daß die Komfortelemente Wetterschutz und Sitzplatzgarantie bei einem Pkw naturgemäß gegeben sind, das Automobil jederzeit benutzt werden kann (Frequenz = 0) und die zusätzliche Zeit gegenüber dem Auto definitionsgemäß Null ist. Die Dauer für die Parkplatzsuche einschließlich der Gehdauer zum Zielort wird der Gehdauer zu den Haltestellen gleichgesetzt. Statt der Kosten einer Busfahrt werden nun die Kosten einer Autofahrt angesetzt. Dabei soll allerdings von subjektiv perzipierten Kosten ausgegangen werden, da bekannt ist, daß viele Autofahrer bei einem Vergleich der Kosten für öffentliche Verkehrsmittel und dem privaten Pkw nicht von Vollkosten, sondern von anderen Kalkulationsgrundlagen ausgehen⁴¹⁾. Konsequenterweise wurde deshalb von den Personen der subjektiv angesetzte Pkw-Kostensatz pro km in Abhängigkeit vom Benzinpreis erfragt und dann mit der Entfernung der Wohnung von der Arbeitsstätte multipliziert. Nach Addition der anteiligen Parkgebühren pro Tag erhält man schließlich die in die Parameterschätzung eingehenden subjektiven Kosten einer Pkw-Fahrt. Entsprechend den Ausprägungen in Tab. 4 und den Kostenvorstellungen einer hypothetischen Person ergeben sich dann für den Schätzprozeß z. B. die in Tab. 5 aufgeführten Eigenschaftsausprägungen. Dort finden sich auch die für das Verkehrsmittel Fahrrad geltenden Eigenschaftsausprägungen, wobei die zusätzliche Zeit gegenüber dem Auto ebenfalls von den Personen direkt erfragt wurde und damit subjektiv gefärbt sein kann.

3.4. Präsentation der zu beurteilenden Eigenschaftsprofile und Erfragung der Präferenzurteile

Die in den Tabellen Nr. 3 und 4 spezifizierten Stimuli wurden den Befragten in Form von tabellarischen Beschreibungen auf kleinen Karten dargeboten. Jeweils ein Beispiel für einen Bus-Stimulus und einen Pkw-Stimulus zeigen Abb. 1 und 2:

41) Vgl. *Storsberg, G.*, a.a.O., S. 68.

Tab. 5: In den Schätzprozeß eingehende Eigenschaftsausprägungen der Pkw-Stimuli und des Fahrrad-Stimulus

Stimulus	Transportmittel	Wetterschutz	Sitzplatz	Kosten (DM)	Frequenz (Min.)	Zusätzliche Zeit (Min.)	Gehdauer (Min.)
17	Auto	ja	ja	1,61	0	0	0
18	Auto	ja	ja	1,61	0	0	15
19	Auto	ja	ja	2,81	0	0	5
20	Auto	ja	ja	3,11	0	0	0
21	Auto	ja	ja	3,31	0	0	0
22	Auto	ja	ja	3,31	0	0	15
23	Auto	ja	ja	3,81	0	0	5
24	Auto	ja	ja	3,81	0	0	0
25	Fahrrad	nein	nein	0,00	0	30	0

Die Befragten wurden dann gebeten, nacheinander 2 Haufen von jeweils 8 Bus-Stimuli in eine Präferenzrangreihe zu bringen, um danach die bereits vorsortierten Stapel in eine gemeinsame Rangreihe zu bringen. Diese Vorgehensweise wurde zur Reduktion der Problemkomplexität gewählt. Dann mußten die Befragten die 8 verschiedenen Auto-Stimuli in eine Präferenzrangreihe bringen, um abschließend aus dem Bus-Stapel, dem Auto-Stapel und dem Fahrrad-Stimulus eine gemeinsame Präferenzrangreihe aufzustellen.

3.5. Schätzung der Parameterwerte der Präferenzfunktion

Als letztes stellt sich das Problem der Schätzung der Parameterwerte der individuellen Präferenzfunktionen der einzelnen Befragten. Dazu wurde das allgemein verfügbare Pro-

Abb. 1: Präsentationsform eines Bus-Stimulus

B U S	
Gehdauer zur Haltestelle:	10 Minuten
Zeitlicher Abstand der Busse:	15 Minuten
Zusätzliche Fahrzeit gegenüber Auto:	6 Minuten
Tarif:	1,- DM pro Fahrt
Komfort:	Wetterschutz an den Haltestellen

Abb. 2: Präsentationsform eines Auto-Stimulus

A U T O	
Benzin:	2,00 DM / Liter Normal-Benzin
Parkgebühr:	1,- DM pro Tag
Zeitaufwand für Parkplatzsuche:	5 Minuten

gramm LINMAP von Srinivasan/Shocker⁴²⁾ angewendet. Dieses bietet als einziges ein Verfahren an, mit dem für Präferenz- oder Nutzenfunktionen mit einer ordinalskalierten abhängigen Variablen (die Präferenzurteile liegen als Rangreihe vor) und gemischtskalierten (metrisch wie auch nominal) unabhängigen Variablen intervallskalierte Parameterwerte geschätzt werden können⁴³⁾. Aus Platzgründen wird jedoch auf eine Skizzierung der Verfahrensidee verzichtet und der interessierte Leser auf die Spezialliteratur verwiesen⁴⁴⁾.

4. Validität des vorgeschlagenen Erklärungs- und Prognoseansatzes

4.1. Interne Validität

Bevor die mit der in Abschnitt 3. dargestellten Methode ermittelten Parameterwerte der individuellen Präferenzfunktionen zur Basis für eine Schätzung von Nachfragereaktionen auf verschiedene ÖPNV-Tarif- und Leistungsangebote erhoben werden können, sollte die Validität des vorgeschlagenen Erklärungs- und Prognoseansatzes untersucht werden.

Zunächst interessiert die Frage, ob die Form der Präferenzfunktion (1) auch mit den Präferenzvorstellungen der Befragten übereinstimmt. Dieses läßt sich nicht isoliert von der Frage beantworten, inwieweit die Befragten bei der Rangreihenbildung konsistent nach ihrer jeweiligen subjektiven Präferenzfunktion vorgegangen sind. Beide Effekte zusammen lassen sich jedoch abschätzen, indem man die Korrelation der erfragten Präferenzrangreihe mit der aus den geschätzten Parameterwerten abgeleiteten Präferenzrangreihe errechnet⁴⁵⁾. Die Korrelationskoeffizienten, hier in der Form von *Kendalls* τ , stellen ein Maß für die interne Validität des Erklärungsansatzes dar. Wie man der Tab. 6 entnehmen kann, ergibt sich trotz der sehr einfachen Struktur der Präferenzfunktion (1) und der hohen Anzahl an Stimuli (25) ein mittlerer Rangreihenkorrelationskoeffizient, der vergleichsweise sehr hoch ist⁴⁶⁾.

Tab. 6: Häufigkeitsverteilung der Rangreihenkorrelationskoeffizienten

Wertebereich	Anzahl der Fälle in %
$0,6 \leq \tau < 0,7$	10 %
$0,7 \leq \tau < 0,8$	26 %
$0,8 \leq \tau < 0,9$	48 %
$0,9 \leq \tau \leq 1,0$	16 %
Arithmetisches Mittel: $\bar{\tau} = 0,81$	

42) Siehe Srinivasan, V. and Shocker, A. D., a.a.O.

43) Vgl. Green, P. E. and Srinivasan, V., a.a.O., S. 112 ff.

44) Siehe die angegebene Literatur in Srinivasan, V. and Shocker, A. D., a.a.O.

45) Vgl. Green, P. E. and Srinivasan, V., a.a.O., S. 115.

46) Vgl. auch Jain, A. K., Acito, F., Malhotra, N. K. and Mahajan, V., A Comparison of the Internal Validity of Alternative Parameter Estimation Methods in Decompositional Multiattribute Preference Models, in: Journal of Marketing Research, Vol. 16 (1979), S. 313 - 322.

4.2. Externe Validität

Mehr noch als die interne Validität interessiert das Ausmaß der externen Validität, mit der die Prognosekraft der geschätzten Präferenzfunktionen gemeint ist. Etwas konkreter ausgedrückt gibt die externe Validität an, ob die geschätzten Parameterwerte auch für andere Eigenschaftsprofile (Stimuli) gelten als für diejenigen, auf deren Basis die Schätzung der Parameterwerte erfolgte. Da keiner der verwendeten Bus- und Pkw-Stimuli die für die Personen tatsächlich gegebenen Bedingungen hinsichtlich des ÖPNV-Leistungsangebots und der Autonutzungssituation repräsentiert, wurde die externe Validität mit der Treffergenauigkeit gemessen, mit der das tatsächlich gewählte Verkehrsmittel prognostiziert werden konnte⁴⁷⁾. Dafür wurden neben der Präferenzrangreihe von den Befragten die subjektiv empfundenen Pkw-Kosten für eine Fahrt zur Arbeitsstätte, die Zeitdauer für die Parkplatzsuche einschließlich der Gehdauer zur Arbeitsstätte und das individuell geltende ÖPNV-Tarif- und Leistungsangebot analog zu den Eigenschaftsdimensionen in (1) erhoben. Außerdem wurde noch die zusätzliche Zeit erfragt, die das Individuum mit dem Fahrrad gegenüber dem Auto braucht. Auf der Basis der geschätzten Parameterwerte der Präferenzfunktion und der tatsächlichen Eigenschaftsausprägungen läßt sich nun pro Befragten der Präferenzwert der real zur Auswahl stehenden Verkehrsmittel Bus, Pkw und Fahrrad errechnen. Es wurde dann einfach geprüft, ob das tatsächlich gewählte Verkehrsmittel des Befragten, dies wurde ebenfalls abgefragt, den höchsten geschätzten Präferenzwert aufweist. Eine solche Übereinstimmung lag in 88 % der Fälle (44 von 50) vor, was für entsprechende Studien als außerordentlich hoch anzusehen ist.

5. Ergebnisse der Schätzung von Nachfragereaktionen

5.1. Vorgehensweise

Hat man einmal wie hier die individuellen Präferenzfunktionen erfolgreich geschätzt, dann lassen sich Schätzungen von Nachfragereaktionen auf beliebige ÖPNV-Tarif- und Leistungsangebote ganz einfach dadurch abgeben, daß man die Eigenschaftsausprägungen des interessierenden ÖPNV-Tarif- und Leistungsangebots und der konkurrierenden Verkehrsmittel in die individuellen Präferenzfunktionen einsetzt und pro Befragten die entsprechenden Präferenzwerte für die Verkehrsmittel errechnet. Ausgehend von der Hypothese, daß die Befragten das Verkehrsmittel mit dem höchsten Präferenzwert wählen werden, braucht man dann nur noch die Anzahl der Befragten zu bestimmen, für die das ÖPNV-Leistungsangebot den höchsten Präferenzwert aufweist.

In den folgenden Abschnitten werden auf der Basis des Datenmaterials der Pilotstudie gewonnene Ergebnisse für verschiedene Fragestellungen der Nachfrageschätzung präsentiert. Dabei ist zu bedenken, daß sich die Menge der Befragten aus 50 Studenten und Beschäftigten der Universität Kiel zusammensetzt. Diese Gruppe ist natürlich weder repräsentativ für die am Berufsverkehr teilnehmenden Personen noch umfangreich genug, um aus den gewonnenen Ergebnissen konkrete Handlungsempfehlungen ableiten zu können. Dieses wird allerdings mit der vorliegenden Arbeit auch gar nicht beabsichtigt.

47) Andere Vorgehensweisen beschreiben Parker, B. R. and Srinivasan, V., A Consumer Preference Approach to the Planning of Rural Primary Health-Care Facilities, in: Operations Research, Vol. 24 (1976), S. 991 - 1025, hier S. 1013 ff., sowie Green, P. E. and Srinivasan, V., a.a.O., S. 115.

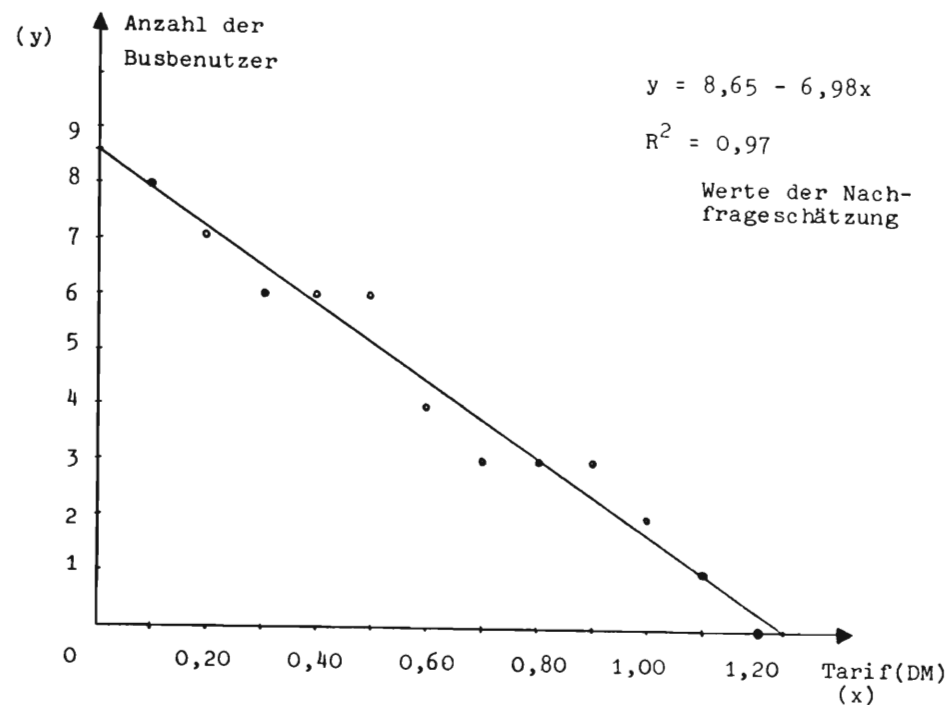
Vielmehr soll mit dieser Pilotstudie an einem konkreten Beispiel die methodische Vorgehensweise exemplarisch demonstriert werden, wie man die für eine Nachfrageschätzung nach dem in dieser Arbeit vorgeschlagenen Ansatz erforderlichen Daten erhebt und daraus Nachfragereaktionen auf beliebige ÖPNV-Tarif- und Leistungsangebote ableitet.

5.2. Nachfragereaktionen auf Variationen des Tarifs im öffentlichen Personennahverkehr

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der Abgabe einer Schätzung der Anzahl der Busbenutzer, die zu erwarten sind, wenn man ausschließlich den Tarif dieses öffentlichen Nahverkehrsmittels variiert und als konkurrierende Verkehrsmittel den privaten Pkw und das Fahrrad unter den bestehenden individuellen Nutzungsbedingungen betrachtet.

Entsprechend der in Abschnitt 4.1. dargestellten grundsätzlichen Vorgehensweise sind die Präferenzwerte für unterschiedliche Tarife des ÖPNV, hier Preise pro Fahrt auf einer Mehrfahrtenkarte, zu ermitteln und den Präferenzwerten für die oben genannten konkurrierenden Verkehrsmittel gegenüberzustellen. Ermittelt man dann getrennt für jede Tarifausprägung die Anzahl der Personen, für die der Bus den höchsten Präferenzwert erzielt, dann erhält man die Beobachtungspunkte einer Preis-Absatz-Funktion (siehe Abb. 3). Dabei kann der beobachtete funktionale Zusammenhang zwischen der Anzahl

Abb. 3: Geschätzte Anzahl der Bus-Benutzer in Abhängigkeit vom Bus-Tarif (Maximale Anzahl = 50)



der Bus-Benutzer (y) und dem Tarif (x) sehr gut durch die fallende Gerade $y = 8,65 - 6,98x$ approximiert werden, womit 97 % der Varianz aufgeklärt werden.

Es fällt auf, daß in diesem Sample nur 9 von 50 Personen (18 %) als Fahrgäste für den ÖPNV gewonnen werden können, wenn man den Nulltarif einführt. Dem stehen 3 Personen gegenüber, die angegeben haben, bereits jetzt bei einem Fahrpreis von 1,40 DM den Bus zu benutzen. Wie man Abb. 3 entnehmen kann, ließ sich dieser Beobachtungswert aber mit Hilfe der Nachfrageschätzung nicht reproduzieren, da gerade diese 3 Personen zu den insgesamt 6 Personen (12 %) gehören, deren Verkehrsmittelwahl nicht richtig prognostiziert werden konnte. Beurteilt man das Ergebnis der Nachfrageschätzung in inhaltlicher Hinsicht, dann stellt man zwar eine hohe relative Zunahme der Bus-Benutzer fest, doch stellt der absolute Anteil der gewinnbaren Fahrgäste kein ermutigendes Ergebnis für die Befürworter des Null-Tarifs dar. Im übrigen bestätigt das Ergebnis durchaus die sonst in der Literatur berichteten Nachfragereaktionen⁴⁸⁾.

5.3. Nachfragereaktionen auf Variationen des gesamten Leistungsangebots im öffentlichen Personennahverkehr

Mit dem in Abschnitt 5.2. gewonnenen Ergebnis wird deutlich, daß Tarifsenkungen allein kein wirksames Instrument der Angebotsgestaltung im ÖPNV darstellen. Dieser Abschnitt behandelt deshalb die Abgabe von Schätzungen der Anzahl der Bus-Benutzer, mit denen man rechnen kann, wenn man neben dem Tarif auch das übrige Leistungsangebot des ÖPNV variiert und als konkurrierende Verkehrsmittel wiederum den privaten Pkw und das Fahrrad unter den bestehenden individuellen Nutzungsbedingungen berücksichtigt. Dabei kann methodisch in ähnlicher Weise wie in Abschnitt 5.2. vorgegangen werden, wobei nun einheitliche, für alle Befragten gleichermaßen geltende Eigenschaftsausprägungen des ÖPNV-Angebots in die Analyse eingehen. Um möglichst detaillierte Ergebnisse für ein weites Spektrum von Eigenschaftsausprägungen zu erhalten, wurde über den interessierenden Teil des Eigenschaftsraumes des ÖPNV-Angebots ein Raster gelegt und für jeden Rasterpunkt die Anzahl der Bus-Benutzer ermittelt. Die Ergebnisse für einen Ausschnitt des Rasters sind in Tab. 7 angegeben. Alle Angaben beziehen sich dabei auf Angebote mit Wetterschutz an den Haltestellen und Sitzplatzgarantie. Bei der Eigenschaft „Zusätzliche Zeit gegenüber Auto“ ist zu beachten, daß sich die Ausprägungen für die einzelnen Personen aus der in Tab. 7 angegebenen Minutenzahl (pro km) multipliziert mit der Entfernung zur Arbeitsstätte in km ergeben. Eine solche Differenzierung des Leistungsangebots erweist sich als notwendig, weil sich – wie bereits in Abschnitt 3.3. angemerkt – in der Realität eine Korrelation zwischen „Zusätzlicher Zeit gegenüber Auto“ und der Entfernung der zurückzulegenden Strecke nicht vermeiden läßt. Aus den Ergebnissen in Tab. 7 können im wesentlichen folgende Tendenzaussagen gewonnen werden:

- Sind alle Komponenten des Leistungsangebotes attraktiv, hier also Nulltarif, Frequenz der Busse = 3 Minuten, Zusätzliche Zeit gegenüber dem Auto = 0,5 Minuten pro km und Gehdauer zur Haltestelle = 1 Minute, dann werden auch relativ viele Personen den ÖPNV benutzen, hier immerhin 38 von 50 Personen (76 %).
 - Wichtig ist aber die Betonung, daß die meisten Komponenten des Leistungsangebots attraktiv sein müssen. Wie Tab. 7 zeigt, fällt z. B. die Anzahl der Bus-Benutzer auf
- 48) Vgl. Fußnote 3).

Tab. 7: *Geschätzte Anzahl der Bus-Benutzer in Abhängigkeit von den Ausprägungen des Leistungsangebots für den Fall eines vorhandenen Wetterschutzes an den Haltestellen und einer gegebenen Sitzplatzgarantie (Maximale Anzahl = 50)*

Zusätzliche Zeit (Min.) gegenüber Auto pro km:		0,5	0,5	0,5	2.	2	2	4	4	4
Gehdauer (Min.) zur Haltestelle:		1	5	10	1	5	10	1	5	10
Tarif (DM)	Frequenz (Min.)									
0,00	3	38	31	22	28	22	14	17	12	4
	7	36	29	20	25	20	9	15	9	4
	15	33	24	16	21	13	9	10	6	3
0,50	3	35	22	16	19	14	7	10	6	1
	7	29	19	13	16	13	4	9	4	1
	15	25	17	9	13	8	3	7	3	1
1,00	3	24	17	9	12	7	1	4	2	0
	7	21	16	8	9	3	1	3	1	0
	15	19	12	6	6	2	1	2	0	0
1,50	3	18	13	7	5	3	1	2	0	0
	7	17	11	3	4	2	1	1	0	0
	15	13	6	2	3	1	1	1	0	0
2,00	3	13	6	2	4	2	0	1	0	0
	7	11	4	1	3	1	0	1	0	0
	15	7	1	1	3	0	0	1	0	0

4 Personen, wenn gegenüber (a) die zusätzliche Zeit gegenüber dem Auto auf 4 Minuten pro km und die Gehdauer zur Haltestelle auf 10 Minuten steigt.

- Untersucht man die Schwankungsbreite der Anzahl der Bus-Benutzer bezüglich der Ausprägungen einzelner Eigenschaften, so üben offensichtlich die zusätzliche Zeit gegenüber dem Auto und die Gehdauer zur Haltestelle den größten Einfluß auf die Attraktivität des öffentlichen Personennahverkehrs aus.

In Tab. 7 sind aus Platzgründen nur die Nachfrageschätzungen für einige wenige Rasterpunkte wiedergegeben. Selbst wenn man das Raster, wie hier geschehen, mit jeweils 2 Ausprägungen für „Wetterschutz“ und „Sitzplatzgarantie“, 4 Ausprägungen für „Zusätzliche Zeit“, „Gehdauer“ und „Frequenz“ sowie 7 Ausprägungen für „Tarif“, noch sehr grob auslegt, erhält man nämlich bereits Nachfrageschätzwerte für $2 \times 2 \times 4 \times 4 \times 4 \times 7 = 1792$ ÖPNV-Eigenschaftsprofile. Es empfiehlt sich deshalb eine Verdichtung der Ergebnisse, indem man eine sogenannte „Response-Surface“-Funktion bestimmt, bei der die aus dem

bisherigen Schätzprozeß gewonnenen Werte für die Anzahl der Bus-Benutzer in Abhängigkeit von den Ausprägungen der ÖPNV-Leistungsangebote erklärt werden. Unterstellt man im einfachsten Fall lineare Beziehungen, dann lautet das zu schätzende Gleichungssystem:

$$(3) \quad y_{\ell} = b_0 + b_1 \hat{x}_{1\ell} + b_2 \hat{x}_{2\ell} + \dots + b_6 \hat{x}_{6\ell} \quad (\ell \in L),$$

L: Menge der Rasterpunkte (ÖPNV-Tarif- und Leistungsangebote),

y_{ℓ} : Anzahl der Bus-Benutzer beim ℓ -ten Angebot ($\ell \in L$),

$\hat{x}_{j\ell}$: Ausprägung des ℓ -ten Angebots ($\ell \in L$) in der j -ten Eigenschaftsdimension ($j = 1, 2, \dots, 6$), wobei die inhaltliche Bedeutung des Indexes j mit der in Abschnitt 3.2. übereinstimmt,

$b_0, b_1, b_2, \dots, b_6$: Parameter.

Zur Schätzung von (3) wurde die multiple lineare Regressionsanalyse aus dem SPSS-Programmpaket⁴⁹⁾ angewendet. Dabei wurden nur diejenigen Fälle in die Analyse einbezogen, bei der die Anzahl der Bus-Benutzer größer Null ist, da nur diese Beobachtungswerte für den ÖPNV-Planer von Interesse sind und sich sonst je nach Ausdehnung des Rasters Verzerrungen einstellen könnten. Auf der Basis der verbleibenden 1569 Fälle ergab sich folgendes Ergebnis:

$$(4) \quad y = 34,3 - 1,6x_1 - 1,7x_2 - 9,6x_3 - 0,4x_4 - 1,9x_5 - 1,1x_6;$$

$$R^2 = 0,86; \text{ F-Wert} = 1615,9; \text{ Standardfehler: } 3,07;$$

wobei alle Regressionskoeffizienten auf dem 0,1 %-Niveau signifikant von Null verschieden sind. Die Angabe des verdichteten Ergebnisses in der Form von (4) besitzt den Vorteil, daß die Regressionskoeffizienten b_1, b_2, \dots, b_6 unmittelbar angeben, wieviele Personen dem öffentlichen Personennahverkehr ausgehend von $b_0 = 34,3$ (von 50) verloren gehen, wenn sich eine Komponente des Tarif- und Leistungsangebots um eine Einheit verschlechtert. Z. B. besagt $b_6 = -1,1$, daß mit jeder Minute längerer Gehdauer zur Haltestelle 1,1 Personen weniger den Bus in Anspruch nehmen werden. Aus der Höhe des Koeffizienten $b_3 = -9,6$ darf allerdings nicht auf die Wichtigkeit des Tarifs geschlossen werden, schließlich läßt sich der Wert auch so interpretieren, daß lediglich 0,96 Personen weniger Bus-Benutzer zu erwarten sind, wenn der Tarif um 0,10 DM erhöht würde. An diesem Beispiel erkennt man vielmehr, daß eine Beurteilung der Bedeutung der einzelnen Eigenschaften eines ÖPNV-Angebotes nur dann vorgenommen werden kann, wenn man neben der Höhe der Regressionskoeffizienten auch die von Fall zu Fall als realistisch erachteten Variationsbreiten der zugehörigen Eigenschaften berücksichtigt. Aus diesem Grunde wird auf eine weitere inhaltliche Kommentierung von (4) verzichtet. Auch wenn mit der Schätzung der „Response-Surface“-Funktion (4) ein gewisser Informationsverlust verbunden ist, schließlich bleiben 14 % Varianz unerklärt, so erleichtert (4) die Gesamtbeurteilung der Nachfragereaktionen doch ganz erheblich.

49) Siehe Kim, J.-O. and Kohout, F. J., Multiple Regression Analysis: Subprogram Regression, in: Nie, N. H., Hull, C. H., Jenkins, J. G., Steinbrenner, K., Bent, D. H., SPSS - Statistical Package for the Social Sciences, 2. ed., New York et al. 1975, S. 320 - 367.

5.4. Auswirkungen von Benzinpreiserhöhungen und Parkerschwernissen auf die Nachfrage im öffentlichen Personennahverkehr

Steht man vor dem Problem, daß – wie in Abschnitt 5.3. zu erkennen ist – die Leistungskomponenten des öffentlichen Personennahverkehrs ganz erheblich verbessert werden müßten, bevor mit einem wesentlich höheren Fahrgastaufkommen gerechnet werden kann, und erfordert diese Verbesserung einen Subventionsbedarf, der gegenwärtig nicht durch die öffentliche Hand finanzierbar erscheint, dann interessiert aus verkehrspolitischer Sicht, ob durch Maßnahmen zur Attraktivitätsminderung des privaten Pkws der Anteil der Benutzer öffentlicher Verkehrsmittel gesteigert werden kann. Dieser Abschnitt ist deshalb der Untersuchung der Fragestellung gewidmet, welche Steigerung der Anzahl der Bus-Benutzer zu erwarten ist, wenn gegenüber dem gegenwärtig geltenden, individuell unterschiedlich ausgeprägten Tarif- und Leistungsangebot des ÖPNV das konkurrierende Verkehrsmittel privater Pkw durch steuerlich erzwungene Benzinpreiserhöhungen oder Herbeiführung von Parkerschwernissen an der Arbeitsstätte, z. B. durch Parkgebühren oder Verringerung von Parkflächen, unattraktiver gestaltet wird⁵⁰⁾. Bei der Nachfrageschätzung ist methodisch in ähnlicher Weise wie in

Tab. 8: Geschätzte Anzahl der Bus-Benutzer beim gegenwärtigen ÖPNV-Leistungsangebot in Abhängigkeit vom Benzinpreis und verschiedenen Formen von Parkerschwernissen (Maximale Anzahl = 50)

Parkplatzsuche (Min.) einschließlich Gehdauer zur Arbeitsstätte		0	5	10	15
Benzin DM/l	Parkgebühr DM pro Tag				
1,30	0,00	0	1	3	4
	0,50	0	2	4	5
	1,00	2	4	5	5
	2,00	3	5	5	6
	3,00	4	5	7	8
2,00	0,00	1	3	5	5
	0,50	2	4	5	5
	1,00	2	5	5	5
	2,00	4	5	6	7
	3,00	6	9	10	12
3,00	0,00	3	6	6	7
	0,50	5	6	7	9
	1,00	5	7	9	10
	2,00	8	12	12	13
	3,00	12	13	14	17

50) Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß diese Maßnahmen lediglich hinsichtlich ihrer Wirkung untersucht werden und nicht als Forderungen für eine optimale Verkehrsabwicklung verstanden werden sollen.

Abschnitt 5.3. vorgegangen worden. Die Ergebnisse für ein grobes Raster von möglichen Parkerschwernissen und Benzinpreisen sind in Tab. 8 aufgeführt.

Versucht man die in Tab. 8 angegebenen Nachfragewerte durch die Ausprägungen der Pkw-Nutzungsbedingungen zu erklären, dann muß man zu der Schlußfolgerung gelangen, daß der Benzinpreis nur einen geringen Einfluß auf die Entscheidung der Verkehrsmittelwahl ausübt, da sich bei Gegenüberstellen der jeweiligen Nachfragewerte für die Benzinpreise 1,30 DM und 3,00 DM nur geringe Differenzen ergeben. Einen viel stärkeren Einfluß zeigen dagegen drastische Parkgebühren an der Arbeitsstätte und weit von der Arbeitsstätte entfernte Parkplätze. Allerdings erweisen sich nach dem Datenmaterial Parkerschwernisse als nicht entfernt so effektiv wie attraktive Gestaltungen des ÖPNV-Leistungsangebots. Beim gegenwärtigen Benzinpreis von etwa 1,30 DM pro Liter Normalbenzin würden sich nämlich nur etwa ebenso viele Personen für den ÖPNV entscheiden wie beim Null-Tarif. Auf eine weitere Verdichtung der Ergebnisse analog zu (4) sei hier aus Platzgründen verzichtet.

6. Planung des Leistungsangebots auf der Grundlage von Nachfrageschätzungen

Hat man die Schätzung der Abhängigkeit der Nachfrage nach Leistungsangeboten des öffentlichen Personennahverkehrs von den Eigenschaftsausprägungen dieser Leistungsangebote erfolgreich nach dem in dieser Arbeit dargestellten Konzept durchgeführt, wird es grundsätzlich möglich, das unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten, aber auch nach verkehrs-, finanz- und verteilungspolitischen Zielvorstellungen optimale Leistungsangebot auszuwählen. Die Darstellung eines entsprechenden Ansatzes würde allerdings den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Es sei deshalb lediglich darauf hingewiesen, daß das Problem der optimalen Gestaltung des ÖPNV-Tarif- und Leistungsangebots keineswegs trivial ist. Zum einen beschränkt sich die Menge der Handlungsalternativen nicht auf ein Raster aller möglichen Eigenschaftsprofile (analog zu Abschnitt 4.3.), das man nach Bewertung der einzelnen Rasterpunkte ganz einfach nach dem optimalen Punkt absucht, sondern es sind auch alle denkbaren Formen der Differenzierung des Leistungsangebots nach sozialen oder regionalen Gesichtspunkten in die Analyse einzubeziehen, wofür allerdings zusätzliche Daten über Personenmerkmale und die räumliche Verteilung der Nachfrage erforderlich wären. Zum anderen steht man vor dem zusätzlichen Problem, daß die in dieser Pilotstudie verwendeten Eigenschaftsprofile das Leistungsangebot nach den Beurteilungsdimensionen der potentiellen Benutzer beschreiben und damit noch keine konkreten Handlungsempfehlungen implizieren, die es zuließen, eindeutig die Kosten für die einzelnen Eigenschaftsprofile zu bestimmen. Vielmehr bedarf es zur Realisierung eines der hier verwendeten Eigenschaftsprofile der Festlegung der Linienführung und des Fahrplankontaktes, was für sich betrachtet bereits eine Kostenminimierungsaufgabe darstellt, wofür wiederum Daten über die zeitliche und räumliche Verteilung der Nachfrage benötigt werden. Aufgrund der vielfältigen Interdependenzen werden deshalb vorwiegend heuristische und auf der Simu-

lation aufbauende Ansätze zur Optimierung des Leistungsangebots bei gegebenen Nachfragedaten in Betracht kommen⁵¹⁾.

7. Zusammenfassung

Ausgehend von dem in der Vergangenheit eingetretenen Rückgang des Anteils des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) gegenüber dem Individualverkehr mit dem eigenen Pkw und den damit verbundenen Nachteilen eines höheren Mineralölverbrauchs und einer höheren Umweltbelastung mit Schadstoffen beschäftigt sich diese Arbeit mit den Möglichkeiten für eine nachfrageorientierte Gestaltung des Leistungsangebots im ÖPNV. Dabei konzentrieren sich die Ausführungen auf methodische Probleme bei der Gewinnung von Daten über die Nachfrage nach ÖPNV-Tarif- und Leistungsangeboten in Abhängigkeit von den Angebotscharakteristika, da die Aufgabe der Angebotsgestaltung erst nach Vorliegen solcher Daten wahrgenommen werden kann.

Eine kritische Beurteilung bisher verwendeter Methoden zeigt, daß die zunächst eingesetzten aggregierten, das Fahrgastaufkommen ganzer Nahverkehrsregionen erklärenden Modelle als Grundlage für Nachfrageschätzungen ungeeignet sind, weil sie weder verhaltens- noch handlungsorientiert sind, d. h. weder den Entscheidungsprozeß bei der Wahl eines Verkehrsmittels abzubilden vermögen noch Hinweise zur differenzierten Gestaltung des ÖPNV-Angebotes geben können. Aber auch die daraufhin zur Anwendung gelangten disaggregierten, verhaltensorientierten „Quantal-Choice“-Modelle, in denen sich die Wahrscheinlichkeit, daß ein Individuum ein Verkehrsmittel aus einer Menge verschiedener Verkehrsmittel wählt, als Funktion des Nutzens des gewählten Verkehrsmittels im Verhältnis zum Nutzen der nicht gewählten Verkehrsmittel ergibt und der Nutzen wiederum in funktionaler Abhängigkeit zu den Eigenschaften der Verkehrsmittel steht, erweisen sich als problematisch. In diese Erklärungsansätze geht nämlich mit dem tatsächlich gewählten Verkehrsmittel nur eine Beobachtung pro Individuum ein, so daß die zu schätzenden Funktionsparameter als gleich für alle Individuen angenommen werden müssen.

Die unvollständige Verhaltensorientierung läßt sich beheben, wenn man von den Individuen Präferenzen für ein weites Spektrum hypothetischer Eigenschaftsprofile von Tarif- und Leistungsangeboten erfragt und aus diesen Daten individuelle Präferenzfunktionen schätzt. Es wird deshalb hier demonstriert, wie diese aus dem Marketing von Neuprodukten entlehnte Vorgehensweise auf das formal ähnliche Problem der Verkehrsmittelwahl übertragen werden kann, wobei die einzelnen Analyseschritte konkret am Beispiel einer Pilotstudie erläutert werden. Zur Beurteilung der Güte des gewählten Ansatzes erfolgte auch eine Untersuchung der internen und externen Validität der individuellen Präferenzfunktionen. Die dabei erzielten Ergebnisse deuten auf eine gute Reproduzierbarkeit der erfragten Präferenzurteile und erbrachten eine hohe Treffergenauigkeit bei der Vorhersage des tatsächlich gewählten Verkehrsmittels.

51) Siehe z. B. *Sonntag, H.*, Ein heuristisches Verfahren zum Entwurf nachfrageorientierter Linienführung im öffentlichen Personennahverkehr, in: *Zeitschrift für Operations Research*, Bd. 23 (1979), S. B15 – B31; *Sparmann, U.*, Linienplanung im öffentlichen Personennahverkehr – Wechselwirkungen zwischen Angebot und Nachfrage, in: *Verkehr und Technik*, 35. Jg. (1982), S. 77 – 82.

Es wird dann gezeigt, wie ein öffentliches Verkehrsunternehmen durch Einsetzen der Eigenschaftsausprägungen der berücksichtigten Verkehrsmittel in die jeweiligen geschätzten individuellen Präferenzfunktionen und Heranziehen der Hypothese, daß eine Person immer das Verkehrsmittel mit dem höchsten Präferenzwert wählt, für jedes interessierende ÖPNV-Leistungsangebot die Höhe der Nachfrage prognostizieren kann. Danach ließen sich aus dem vorliegenden, allerdings nicht repräsentativen Datenmaterial die Schlußfolgerungen ziehen, daß weder der vielfach geforderte Null-Tarif noch eine drastische Erhöhung des Benzinpreises die Autofahrer dazu bewegen, in größerem Ausmaß auf den ÖPNV umzusteigen. Wirksam wären lediglich entscheidende Verbesserungen im Leistungsangebot wie wohnungsnah Haltestellen, Expreslinien und häufige Bedienung der Linien.

Abschließend wird darauf hingewiesen, daß die nach Vorliegen der Nachfragedaten verbleibende Planungsaufgabe der optimalen Gestaltung des ÖPNV-Leistungsangebots keineswegs trivial ist, da die Nachfrageschätzung für Eigenschaftsprofile erfolgt, die das ÖPNV-Angebot in den Beurteilungsdimensionen der potentiellen Benutzer beschreiben und damit keine konkreten Maßnahmen für das Verkehrsunternehmen implizieren. Vielmehr steht dieses noch vor dem Problem, für jedes Eigenschaftsprofil nach Maßnahmen zu seiner Realisierung zu suchen und die dann unter Kostengesichtspunkten optimale Maßnahme zu bestimmen.

Mit dem in diesem Beitrag vorgelegten Ansatz und der Demonstration seiner Anwendbarkeit an Hand einer Pilotstudie ist gezeigt worden, daß Nachfragerreaktionen auf Variationen des Tarif- und Leistungsangebots im öffentlichen Personennahverkehr effizient geschätzt werden können. In methodischer Hinsicht werden somit Verkehrspolitiker und öffentliche Verkehrsunternehmen in die Lage versetzt, eine aktive nachfrageorientierte Politik der Gestaltung des ÖPNV-Tarif- und Leistungsangebots zu betreiben. Damit wird gleichzeitig die Hoffnung verbunden, daß eine solche aktive Gestaltungspolitik in Zukunft als Verpflichtung angesehen wird und tatsächlich zur Ausführung gelangt.

Summary

In order to stimulate a demand oriented policy of designing public transit systems this paper is concerned with methodological problems involved in deriving demand estimates expressed as a function of the attributes of the transit system. Because of several weaknesses of existing approaches that are discussed in detail we demonstrate the applicability of a theoretically more appealing method originally developed by marketing researchers for deriving forecasts of the demand for a new product. All steps of the analysis are explained with the help of a pilot-study. The achieved values for the internal and external validity of the proposed method promise a high potential for future applications.

Résumé

Dans le but de stimuler l'organisation des Transports Publics s'orientant sur la demande, des problèmes méthodiques lors du calcul des données concernant la demande d'offres de tarifs et de prestations sont discutés par rapport aux caractéristiques de la demande. En raison de points faibles montrés en détail d'ébauches faites en ce domaine, cet exposé veut démontrer comment une méthode de prévision de la demande développée dans le marketing de produits nouveaux et théoriquement plus satisfaisante peut être appliquée au problème semblable du choix des moyens de transports. Tous les points de l'analyse sont à ce fait expliqués concrètement grâce à l'exemple d'une étude-pilote. Les données de cette étude concernant la validité interne et externe de la méthode proposée promettent un grand champ d'application.

Zur Entwicklung des Containerverkehrs in der Rheinschiffahrt

VON HERWIG NOWAK, KÖLN

b.v.a.c

I. Zur Entwicklung des Überseecontainer-Verkehrs

1. Impulse aus der Seeschiffahrt

Der Containerverkehr auf den Weltmeeren expandierte in den vergangenen 15 Jahren in einem ungeahnten Ausmaß. Der Versuch, die im amerikanischen Binnenverkehr bereits seit langem vornehmlich zum Transport von Stückgütern verwandten Behältnisse per Seeschiff über den Nordatlantik nach Europa zu befördern, um sie hier den Empfängern der Ware zuzustellen, war der Anfang einer geradezu revolutionären Entwicklung. Seitdem werden zunehmend mehr Güter in dieses Transportsystem einbezogen, ebenso wie zunehmend mehr Seeverkehrsrouten im Containerverkehr bedient werden. Der Containerverkehr verdrängte den traditionellen Stückgutverkehr: Mit der Ausweitung des Containerverkehrs nahm der Stückgutverkehr ab. Zwar wurden im Jahre 1980 noch 66 % der Stückguttonnage des Seeverkehrs auf konventionelle Art befördert, aber im vergangenen Jahr machte dieser Anteil nur noch 62 % aus. In den genannten Vergleichsjahren erhöhte sich das in Containern beförderte Gut von 34 % auf 38 % der Stückguttonnage des Seeverkehrs. Von rund 18 Mio TEU-Einheiten (Twenty feet equivalent unit) im Jahre 1975 stieg die Anzahl der auf den Meeren beförderten Container auf etwa 40 Mio TEU-Einheiten im Jahre 1981.

Die Verlagerung des Stückgutverkehrs von der konventionellen zur Container-Beförderung ist noch nicht beendet. Prognosen besagen, daß im Jahre 1985 weltweit mehr als 53 Mio TEU-Einheiten transportiert werden. Tatsächlich fand die derzeitige Rezession des Beförderungsaufkommens der Seeschiffahrt bisher im Containerverkehr keinen maßgeblichen Niederschlag. Die Containerbeförderung dehnt sich nunmehr zunehmend auch auf die Beförderung von Massengütern aus.

2. Die Bedeutung Rotterdams als Containerhafen

Unter den Seehäfen gewann der Hafen Rotterdam die größte Bedeutung für den Containerverkehr und entwickelte sich zum größten Containerhafen der Welt. Die folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über die Containerverladung in den bedeutendsten Häfen der Welt im Jahre 1981:

Anschrift des Verfassers:

Assessor Herwig Nowak
Geschäftsführer
Industrie- und Handelskammer zu Köln
Unter Sachsenhausen 10 - 26
5000 Köln 1