

**ZEITSCHRIFT
FÜR
VERKEHRS-
WISSENSCHAFT**

INHALT DES HEFTES:

- Methodische Probleme der volkswirtschaftlichen
Bewertung von Verkehrsunfällen
Von Ulrich van Suntum, Bochum Seite 153
- Stadtflucht und Stadterneuerung —
Methodische Ansätze zur Erfassung und Bewertung
struktureller Veränderungsprozesse im Innenstadtbereich
mittelgroßer Städte unter besonderer Beachtung
städtebaulicher Strategien und Konzeptionen, dargestellt
am Beispiel der Stadt Oldenburg
Von Günter Harder und Gerhard Feye, Hannover Seite 168
- Ein innovatives Modellsystem zur Serviceplanung
im öffentlichen Personennahverkehr
Von Alfred H. Nickesen, Essen,
und Amim H. Meyburg, Ithaca, N.Y. Seite 187
- Buchbesprechung Seite 212

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

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

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

Einzelheft DM 18,50, Jahresabonnement DM 67,—
zuzüglich MwSt und Versandkosten

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

Erscheinungsweise: vierteljährlich

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

Methodische Probleme der volkswirtschaftlichen Bewertung von Verkehrsunfällen

VON ULRICH VAN SUNTUM, BOCHUM

I. Einleitung

In der Bundesrepublik passierten 1982 ca. 1,6 Mio. Straßenverkehrsunfälle, bei denen 11 608 Menschen ums Leben kamen und 467 188 Personen verletzt wurden (138 760 davon schwer)¹⁾. In der öffentlichen Diskussion über dieses Problem tauchen immer wieder Zahlen auf, die die volkswirtschaftlichen Kosten solcher Verkehrsunfälle belegen sollen; nachdem diese Kosten für 1955 noch mit 1,8 Mrd. DM angegeben wurden²⁾, rechnet man inzwischen offiziell mit einem Betrag von 37,5 Mrd. DM³⁾. Dem in puncto Nutzen-Kosten-Analysen unverbildeten „Normalökonom“ stellt sich die Frage, wie solche Werte zustandekommen. Relativ unproblematisch erscheint dabei – zumindest in methodischer Hinsicht – die Berechnung reiner Sachschäden und solcher Kosten, die für die medizinische Behandlung von Unfallverletzten anfallen. Diese beiden Posten machen aber meist nur den geringeren Teil der Kosten aus (in der offiziellen Berechnung entfallen auf reine Sachschäden nur ca. 40 % der Gesamtkosten). Den weitaus größten Faktor stellen nach dieser und anderen Untersuchungen die Wohlfahrtsverluste dar, die der Gesellschaft und den Unfallopfern selbst dadurch entstehen, daß letztere infolge von Verletzungen, Invalidität oder Tod ganz oder zeitweilig aus dem Erwerbsleben – bzw. überhaupt aus dem Leben – ausscheiden. Die methodische Problematik der Berechnung solcher Wohlfahrtsverluste soll im folgenden behandelt werden, wobei eine Konzentration auf die Bewertung *tödlicher* Unfälle erfolgt.

Anschrift des Verfassers:

Priv.-Doz. Dr. Ulrich van Suntum
Seminar für Wirtschafts- und Finanzpolitik
Ruhr-Universität Bochum
Postfach 10 21 48
4630 Bochum 1

-
- 1) Vgl. Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 3.3: Straßenverkehrsunfälle 1982, S. 17.
 - 2) Zu diesem Ergebnis kommen unabhängig voneinander *Hansmeyer, K.-H., Nelsen, W.*, Die Berechnung der Unfallfolgekosten der Verkehrsunfälle in der Bundesrepublik, Düsseldorf 1958, sowie *Hosse, H.*, 1,8 Milliarden Schaden verursachten die Straßenverkehrsunfälle im Jahre 1955, Bonn 1957.
 - 3) Schätzung der Bundesanstalt für Straßenwesen (unveröffentlicht) auf der Basis von *Emde, W. u. a.*, Einheitliche Kostensätze für die volkswirtschaftliche Bewertung von Straßenverkehrsunfällen, in: Straße und Autobahn, 30. Jg. (1979), S. 397 f.

Professor Dr. iur., Dr. rer. pol.

Wilhelm Böttger

verschied am 28. April 1984 in seinem 87. Lebensjahr. Mit ihm ist ein Mann von uns gegangen, der für den Einsatz der Wirtschaftswissenschaft auf dem Feld des Verkehrs mit Sachverstand und Begeisterungsfähigkeit Pionierarbeit geleistet hat. Sein Interesse galt zunächst vor allem der Kosten- und Leistungsanalyse öffentlicher und privater Verkehrsbetriebe, später aber auch den Entscheidungsfragen der Verkehrspolitik. Wilhelm Böttger hat sich mit seinen Schriften – auch mit zahlreichen Beiträgen zu dieser Zeitschrift – und durch die Fülle seiner Kontakte um die Vermittlung zwischen Wissenschaft und Praxis bleibende Verdienste erworben. Er wird uns lebendige Erinnerung sein.

Rainer Willeke

II. Zweck der Unfallkostenrechnung

Zunächst ist zu fragen, wozu überhaupt derartige Berechnungen angestellt werden, denn die angemessene Methode hängt nicht zuletzt von dem jeweils verfolgten Zweck ab, wie noch zu zeigen sein wird. Drei Hauptanliegen sind zu unterscheiden:

- Zum einen wird eine Verbesserung der Sozialproduktsberechnung angestrebt, welche ja z. B. im Falle eines Sachschadens mit anschließender Reparatur fälschlicherweise eine *Erhöhung* des Wohlstands infolge des Unfalls anzeigt, obwohl tatsächlich doch ein Wert untergegangen ist und unter Einsatz knapper Ressourcen wieder hergestellt werden mußte.
- Zum zweiten soll die Unfallkostenrechnung eine Entscheidungsgrundlage für alternative Verkehrssicherungsprogramme bieten, d. h. Auskunft darüber geben, ob sich z. B. die Einführung einer allgemeinen Ausrüstung von PKW mit Verbundglasfrontscheiben volkswirtschaftlich rentiert. Den Kosten einer solchen Ausstattung werden also die volkswirtschaftlichen Ersparnisse aufgrund der nunmehr geringeren Zahl von Verkehrstoten und -verletzten gegenübergestellt.
- Schließlich – und nicht zuletzt – werden die Unfallkosten des Individualverkehrs vielfach als Argument zugunsten des relativ sicheren öffentlichen Personennahverkehrs verwendet, insbesondere wenn nachgewiesen werden kann, daß ein Teil dieser Kosten den Charakter von externen Effekten hat, also nicht bei seinen Verursachern anfällt.

All dies erfordert offenbar Vorstellungen über den „Wert“ eines getöteten bzw. verletzten Verkehrsteilnehmers; hinsichtlich der hierzu herangezogenen Bewertungsverfahren ist grundsätzlich zwischen „objektiven“ und „subjektiven“ Ansätzen zu unterscheiden.

III. Objektive Wertansätze

Der Wert eines Menschenlebens – so sollte man meinen – ist unendlich oder jedenfalls nicht monetär erfaßbar, und es mutet geradezu makaber an, hierfür einen wie auch immer gewonnenen Geldbetrag einzusetzen. Diesem Einwand begegnen die betreffenden Autoren jedoch mit dem Argument, es gehe lediglich um die Erfassung der sog. „rein ökonomischen“ Kosten und damit eines Mindestbetrages für den tatsächlichen Verlust; der zusätzliche immaterielle Schaden bleibe hiervon unberührt. Dieser „ökonomische“ Mindestschaden wird im Rahmen der objektiven Ansätze grundsätzlich daran gemessen, wieviel der nunmehr Getötete im Laufe seines weiteren Arbeitslebens noch hätte zum Sozialprodukt beitragen können, wobei die einzelnen Untersuchungen allerdings zu erheblichen voneinander abweichenden Wertansätzen kommen, die zwischen 50 000 und weit über 500 000 DM für einen durchschnittlichen Verkehrstoten liegen⁴⁾. Diese Bandbreite

4) Vgl. dazu auch den Überblick bei Jäger, W., Verkehrssicherungsplanung mit Hilfe von Nutzen-Kosten-Analysen, Düsseldorf 1977, S. 41. Die offizielle Zahl für 1982 ist 725 000 DM (unveröffentlichte Angabe der Bundesanstalt für Straßenwesen). In diesen Zahlen ist grundsätzlich kein Kapital, sondern nur Arbeitseinkommen enthalten, welches einerseits mit der vermuteten Wachstumsrate des Sozialprodukts über die vermutliche Restlebenszeit des Verunglückten aufgezinst, andererseits mit einer Zeitpräferenzrate abdiskontiert wird; setzt man beide Zinssätze gleich hoch an, so können einfach die unkorrigierten Einkommen aller nunmehr verlorenen Arbeitsjahre addiert werden (so z. B. Jäger, W., a.a.O., S. 128).

beruht neben den unterschiedlichen Bezugsjahren vor allem auch auf methodischen Unterschieden zwischen den einzelnen Untersuchungen. Der wichtigste betrifft die Unterscheidung von Netto- und Bruttorechnung⁵⁾.

1. Nettorechnung

In älteren Untersuchungen⁶⁾ wird der eigene, nunmehr obsolet gewordene künftige Konsum des Getöteten von seinem noch zu erwartenden Beitrag zum Sozialprodukt in Abzug gebracht, d. h. es wird nur der Nettowert berechnet, der der übrigen (ex post)-Gesellschaft durch sein Ableben entgeht. Dieser Nettobeitrag besteht in erster Linie aus der Zahlung von Steuern und Abgaben (abzüglich erhaltener Transfers) sowie aus den Leistungen, die der Betreffende zum Unterhalt seiner Familie noch erbracht hätte⁷⁾. Streng genommen wäre hiervon allerdings noch der Vorteil der Gesellschaft abzuziehen, den sie dadurch erfährt, daß der Verunglückte nun keine öffentlichen Güter mehr beansprucht, nicht mehr zur Umweltbelastung oder zur Verstopfung von Straßen beiträgt usw., was üblicherweise jedoch unberücksichtigt bleibt⁸⁾.

Hier setzt bereits die Kritik an: Die Sozialproduktsberechnung reicht für die Erfassung des Schadens, den die Gesellschaft durch den Verlust eines Mitgliedes erleidet, keineswegs aus. Erforderlich wäre im Grunde eine Bevölkerungs-/Wohlstandsfunktion, die den Pro-Kopf-Wohlstand unter Einschluß aller genannten Effekte in Abhängigkeit von der Bevölkerungszahl bzw. -struktur gibt, die einerseits die optimale Ausnutzung aller natürlichen und künstlichen Ressourcen (z. B. der Infrastruktur) ermöglicht, andererseits aber noch nicht zu deren Überbeanspruchung führt (Umweltproblem). Der Wert eines durchschnittlichen Unfallopfers für die Gesellschaft kann dann unter rein materiellen Gesichtspunkten positiv oder negativ für die Gesellschaft sein, je nachdem, ob die optimale Bevölkerungszahl zur Zeit gerade unter- oder überschritten ist (vgl. Abb. 1). Wenn man also schon einen solchen Nettowert berechnet, so kann dies nicht anhand irgendwelcher absoluter Sozialproduktsausfälle geschehen, sondern müßte eigentlich auf der Grundlage einer derartigen Wohlstandsfunktion erfolgen. Abgesehen von der Schwierigkeit der Erstellung einer solchen Funktion sollte man aber auch den Zynismus einer solchen Berechnung im Auge behalten: In Indien bzw. China müßten Verkehrsunfälle danach vermutlich geradezu amtlich provoziert werden, da aufgrund der Überbevölkerung der materielle Wert eines Menschen aus der Sicht der übrigen Gesellschaft dort negativ sein dürfte.

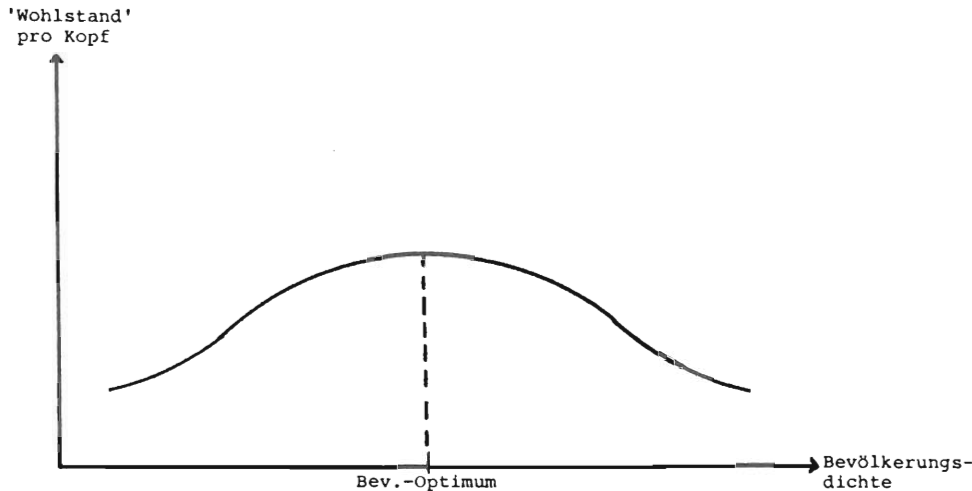
5) Vgl. zur Systematisierung der unterschiedlichen Bewertungsansätze auch Kentner, W., Die Verkehrssicherheit als wirtschaftliche Planungsgröße, in: Straße und Autobahn, 23. Jg. (1971), S. 71 ff.

6) Vgl. z. B. Voigt, F., Helms, E., Die gesamtwirtschaftliche Problematik steigender Verkehrsunfälle, Köln/Opladen 1970; Willeke, R., Bögel, H. D., Engels, K., Möglichkeiten einer Wirtschaftlichkeitsrechnung im Straßenbau unter besonderer Berücksichtigung der Unfallkosten, Düsseldorf 1967.

7) *Alternativ* kann er daher auch durch Addition dieser Posten errechnet werden; die Addition von Nettoproduktionsausfall und Hinterbliebenenrenten bedeutet hingegen eine Doppelzählung, vgl. auch Jäger, W., a.a.O., S. 45.

8) Für die Berechnung des ersparten Konsums werden i. a. Durchschnittsdaten aus der VGR verwendet, die die genannten Effekte nicht enthalten.

Abbildung 1



Aber auch unter der vereinfachten Sozialproduktsrechnung ergibt sich für bestimmte Bevölkerungsgruppen (Nicht-Erwerbstätige, Rentner) ein negativer Nettowert. Da diese Bevölkerungsgruppen nur konsumieren, aber nichts zum Sozialprodukt beitragen, müßten geradezu „Abschußprämien“ auf sie ausgesetzt werden⁹⁾. Abgesehen von allen ethischen Einwänden gegen eine solche Berechnungsweise kommt in diesem Umstand die zentrale Schwäche des Nettoansatzes zum Vorschein: Er mißachtet völlig den Nachteil, den die Unfallopfer *selbst* durch das Ereignis erleiden, und damit den wahrscheinlich mit Abstand wichtigsten Posten einer Ertragsrechnung (jedenfalls solange es um die Bewertung von Maßnahmen geht, welche *zukünftige* Unfälle verhindern). Die Nettorechnung ist daher nicht nur zynisch, sondern vom Standpunkt der Unfallbewertung durch die Gesellschaft „ex ante“ auch falsch.

2. Bruttorechnung

Dem letztgenannten Kritikpunkt versuchen neuere Arbeiten durch Verwendung der sog. Bruttorechnung gerecht zu werden. Diesem Ansatz zufolge ist als Wohlstandsverlust der *gesamte* entgangene Beitrag des Verunglückten zum Sozialprodukt zu betrachten, d. h. einschließlich seines eigenen Konsums, der zwar der übrigen Gesellschaft nichts nützt, aber nunmehr als Äquivalent für den eigenen Wohlfahrtsverlust des Unfallopfers betrachtet wird¹⁰⁾. Auf den ersten Blick erscheint dies konsequent. Eine nähere Betrachtung läßt

9) Vgl. auch *Devons, E.*, *Essays in Economics*, London 1961, S. 108. Diese Implikation wird in den entsprechenden Untersuchungen meist dadurch verdeckt, daß nur Durchschnittswerte für die Gesamtbevölkerung, nicht aber der Wert einzelner Personengruppen angegeben wird. Dies ändert indessen nichts an der Problematik dieses Vorgehens, da ein Durchschnittswert immer nur so „vernünftig“ sein kann wie die in ihn eingehenden Einzelwerte.

10) Vgl. z. B. *Jäger, W.*, a.a.O.; *Niklas, J.*, *Nutzen/Kosten-Analysen von Sicherheitsprogrammen im Bereich des Straßenverkehrs*, Frankfurt am Main 1970.

hingegen erhebliche Zweifel daran aufkommen, daß der entgangene Konsum als Wertäquivalent für den eigenen Tod zu betrachten ist. In welchem Sinne sollte dieses zu treffen?

- *Nach* Eintritt des Unfalltods ist der Betreffende überhaupt nicht mehr in der Lage, irgendeinen Nutzenentgang zu empfinden; dies kann also nicht die relevante Interpretation sein.
- Unmittelbar *vor* Eintritt des Unglücks würde er dagegen vermutlich jeden beliebigen Betrag opfern, um am Leben zu bleiben, und auch die Gesellschaft unternimmt in der Regel diesbezüglich alle denkbaren Anstrengungen, ohne eine finanzielle Grenze zu setzen – schon gar nicht in Höhe des noch zu erwartenden Konsums des Opfers im Falle seines Überlebens.

Ein solcher Wertansatz erscheint daher abwegig: Der Wert eines Menschenlebens i. S. des maximalen Betrages, den der Betreffende selbst (bzw. die Gesellschaft) für die Verhinderung seines ansonsten sicheren Todes opfern würde, ist praktisch in der Höhe unbestimmt und hat jedenfalls keinen erkennbaren Bezug zum Wert des künftigen Konsums des Betroffenen¹¹⁾.

Auch was die Behandlung von Nicht-Erwerbstätigen und Rentnern betrifft, erscheint der Bruttoansatz kaum plausibel, denn deren Wert ist hiernach mit Null anzusetzen: Sie produzieren nichts, und ihrem Konsum steht ein gleichgroßer Minderkonsum der übrigen Gesellschaft gegenüber. Die Bruttorechnung impliziert mithin, daß für Verkehrssicherheitsmaßnahmen zugunsten dieser Bevölkerungsgruppen (z. B. Ampelanlagen vor Altersheimen) unter „ökonomischen“ Gesichtspunkten keine Mittel bereitgestellt werden dürfen (*obwohl* der Nutzen der Betroffenen selbst hiervon in dieser Rechnung angeblich Berücksichtigung findet). Auch wenn diese Schlußfolgerung aus ethischen Erwägungen nicht gezogen (sondern in Durchschnittsrechnungen versteckt) wird, bleibt die Frage nach der Aussagekraft eines Ansatzes mit derartigen Implikationen.

3. Kostenansatz

Das Dilemma negativer Nutzenwerte für bestimmte Personenkreise wird vielfach dadurch zu umgehen versucht, daß man für diese einen sog. Kosten- anstelle ihres Ertragswertes ansetzt. Beispielhaft sei das Vorgehen von *Jäger* skizziert¹²⁾: Er berechnet zunächst die Ausbildungs- und Aufzuchtungskosten eines Kindes bis zum 20. Lebensjahr (dem angenommenen Ende der Ausbildungszeit), welche sich für einen Durchschnittsbürger auf insgesamt knapp 275 000 DM (1973) belaufen. Dieser Kostenwert wird anschließend linear bis zum 100. Lebensjahr (dem unterstellten Höchstlebensalter) abgeschrieben und immer dann in Ansatz gebracht, wenn das Verkehrsoffer nicht (oder nicht mehr) erwerbstätig ist. Ein getöteter 70jähriger Rentner ist demnach z. B. noch mit einem Restwert von ca. 110 000 DM anzusetzen.

11) Vgl. kritisch zu diesem Bewertungsmaßstab auch *Schelling, T. C.*, *The Life You Save May Be Your Own*, in: *Chase, S. B.* (Ed.), *Problems in Public Expenditure Analysis*, Washington 1968, S. 127 – 162, insbes. S. 149 ff., sowie *Conley, B. C.*, *The Value of Human Life in the Demand for Safety*, in: *American Economic Review*, Vol. 66 (1976), S. 45 – 55.

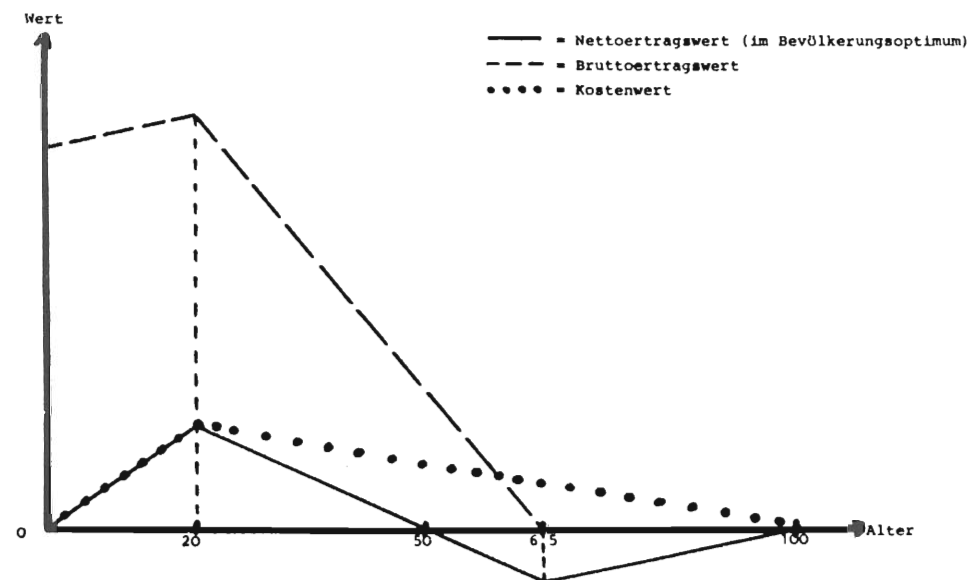
12) Vgl. *Jäger, W.*, a.a.O., S. 132 ff.

Spätestens bei diesem Ansatz stellt sich die Frage, ob die entsprechenden Autoren ihr Vorgehen überhaupt noch ernst meinen. Der Kostenansatz kann selbst dann nicht akzeptiert werden, wenn der in ihm implizierten Mensch-Investitionsgut-Analogie gefolgt wird, denn der Wert einer Maschine hängt ausschließlich von ihren noch zu erwartenden Nettoerträgen ab, nicht aber von irgendwelchen buchmäßigen Abschreibungen¹³⁾. Allenfalls kann alternativ der Wiederbeschaffungswert angesetzt werden, was aber in bezug auf „human capital“ abwegig erscheint, da eine „Wiederbeschaffung“ höchstens im Falle eines getöteten Kleinkindes in Frage kommt. Die Abschreibungen haben mit alledem jedenfalls nichts zu tun. Ein auf ihrer Basis ermittelter „Restwert“ kann weder als Wertäquivalent für den Unfalltod des Betroffenen i. S. der Gesellschaft „ex post“ noch i. S. der Gesellschaft „ex ante“ betrachtet werden; er stellt bestenfalls den – untauglichen – Versuch dar, die Konsequenz eines negativen Ertragswertes für bestimmte Personengruppen im Rahmen der beiden anderen Ansätze zu vermeiden.

4. Zusammenfassung der objektiven Ansätze

Die Wertentwicklung eines Menschen entsprechend den drei „objektiven“ Ansätzen ist in Abb. 2 skizziert¹⁴⁾:

Abbildung 2



13) Sollte sich die Maschine z. B. direkt nach ihrer Anschaffung aufgrund geänderter Nachfrageverhältnisse als überflüssig erweisen, so sinkt ihr Wert im Extremfall sofort auf Null; andererseits kann auch eine längst abgeschriebene Maschine noch einen beachtlichen Wert in Form zukünftiger Nettoerträge aufweisen; die Abschreibungen sagen hierüber überhaupt nichts aus.

14) Eine ähnliche Darstellung – allerdings ohne Berücksichtigung des Nettoansatzes – findet sich bei Jäger, W., a.a.O., S. 149.

- Der Nettoertragswert für ein neugeborenes Kind ist gleich Null, wenn die Gesellschaft sich im Bevölkerungsoptimum befindet, da sie dann gerade indifferent gegenüber der Geburt eines zusätzlichen (d.h. über die normale Geburtenrate hinausgehenden) Bürgers ist: Die erwarteten Kosten und Erträge dieses Bürgers halten sich, aufsummiert und abgezinst über sein ganzes Leben, die Waage. Am Ende der Ausbildungszeit (hier: 20 Jahre) erreicht der Nettoertragswert seinen Höhepunkt, weil die Ausbildungs- und Aufzucht-kosten bereits in der Vergangenheit liegen, die Beiträge zum Sozialprodukt jedoch noch in der Zukunft. Mit zunehmender Zeitdauer der Erwerbstätigkeit sinkt der Nettoertragswert und erreicht schließlich noch vor Eintritt in das Rentenalter den Wert Null, nämlich zu dem Zeitpunkt, an dem die dann noch zu erwartenden Leistungen des Betroffenen gerade seine späteren Rentenansprüche aufwiegen. Mit Eintritt in den Ruhestand (hier: mit 65 Jahren) steigt der Nettoertragswert dann wieder im Zuge des „Abbaus“ der noch zu erwartenden Rentensumme.
- Der Bruttoertragswert ist auch im Bevölkerungsoptimum bereits für einen Neugeborenen sehr hoch, da von dessen zu erwartenden Beiträgen zum Sozialprodukt der von ihm beanspruchte Konsum nicht abgezogen wird¹⁵⁾. Nach Beendigung der Ausbildung wird auch in diesem Ansatz der maximale Wert erreicht¹⁶⁾, danach sinkt er kontinuierlich bis auf Null (bei Eintritt in das Rentenalter).
- Der Kostenwert entspricht bis zum 20. Lebensjahr dem Nettoertragswert und sinkt von da an aufgrund der Abschreibungen linear, um schließlich beim Alter von 100 den Wert Null zu erreichen¹⁷⁾.

Unter Berücksichtigung der oben vorgetragenen Kritik erscheint der Nettoertragswert noch am ehesten plausibel, allerdings nur für eine ganz spezifische Fragestellung, nämlich für die *rein materielle* Beurteilung des durch einen tödlichen Verkehrsunfall verursachten Wertverlustes aus der Sicht der Gesellschaft „ex post“. Letztere kann aber nur nach Eintritt des Schadens das relevante Entscheidungsgremium sein, so daß sich die Anwendung dieses Ansatzes auf die nachträgliche Berechnung der Auswirkungen bereits stattgefundener Unfälle reduziert. Für alle Entscheidungen, die sich mit der Verhinderung zukünftiger Unfälle befassen, sind dagegen die Präferenzen der Gesellschaft „ex ante“, d.h. unter Einschluß der potentiellen Unfallopfer und ihres Wohlstandsverlustes relevant. Da hierzu, wie oben gezeigt wurde, keiner der drei „objektiven“ Ansätze taugt, stellt sich die Frage nach einer möglichen Alternative.

15) Der Ansatz impliziert somit einen Wertverlust der Gesellschaft durch den Unfalltod auch dann noch, wenn „we (are) standing on each other's heads“ (Williams, J. D., The Nonsense about Safe Driving, Fortune, Sept. 1958, S. 118 – 119, hier: S. 118).

16) Der leichte Anstieg bis zum 20. Lebensjahr ergibt sich hier aus denjenigen Ausbildungskosten, die nicht als Konsum des Betroffenen aufgefaßt werden können.

17) In der Untersuchung von Jäger (a.a.O., S. 149) erfolgt ein abrupter Übergang vom Kosten- auf den (Brutto-)Ertragswert im Alter von 20 Jahren, sofern der Betroffene ins Erwerbsleben eintritt. Dies ist wenig plausibel: Wieso ist der Wert eines 19jährigen einen Tag vor Antritt seiner ersten Arbeitsstelle nur ein Bruchteil seines Wertes am Tag danach?

IV. Subjektiver Wertansatz

Eine solche Alternative könnte in dem sog. subjektiven Wertansatz liegen, wie er vor allem im angelsächsischen Sprachraum vertreten wird¹⁸⁾. Hier wird von folgender Überlegung ausgegangen: Wenn es auch kein vernünftiges Wertäquivalent für den *sicheren* Tod eines Menschen gibt, so gilt dies doch nicht für die Wahl zwischen verschiedenen *Wahrscheinlichkeiten*, im Straßenverkehr umzukommen bzw. ihn zu überleben.

Die amtliche Statistik in der Bundesrepublik weist weder Unfallwahrscheinlichkeiten noch überhaupt die jährliche Fahrleistung des Individualverkehrs (Personenkilometer) aus. Die in den folgenden Tabellen verwendeten Angaben hierüber beruhen auf Schätzungen des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung, die dem Verfasser freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden. Die daraus errechneten Wahrscheinlichkeiten, einen tödlichen Verkehrsunfall zu erleiden, zeigen für den Zeitraum 1970 – 1982 eine stark fallende Tendenz (vgl. Tab. 1). Dies gilt durchweg für sämtliche Arten der Verkehrsbeteiligung, einschließlich Fußgänger und motorisierte Zweiradfahrer (vgl. Tab. 2). Das Niveau ist allerdings sehr unterschiedlich: Gemessen an der Wahrscheinlichkeit eines tödlichen Verkehrsunfalls reist man mit dem Bus ca. 40mal so sicher wie mit dem PKW und mit diesem wiederum 30mal so sicher wie mit einem motorisierten Zweirad (vgl. Tab. 2). Insgesamt ist der Kollektivverkehr (Bus und Eisenbahn) ca. 7mal so sicher wie der motorisierte Individualverkehr.

Ein Vergleich auf internationaler Ebene ist nur mit erheblichen Einschränkungen möglich, weil hier nur Angaben über den Fahrzeugbestand vorliegen. Die in Tab. 3 angegebenen „Unfallindizes“ sind daher mit entsprechender Zurückhaltung zu interpretieren, da sie durch unterschiedliche Fahrleistungen bzw. Besetzungszahlen der Fahrzeuge in den einzelnen Ländern in einem nicht näher bestimmbar Ausmaß verzerrt sein können.

Aus den Zahlen der Unfallstatistik errechnet sich, daß die Wahrscheinlichkeit eines tödlichen Verkehrsunfalls für jemanden, der pro Jahr den statistischen Mittelwert von 13 000 km im PKW zurücklegt, 1982 knapp 0,02 % betrug (und damit seit 1970 um über die Hälfte zurückgegangen ist)¹⁹⁾. Anders ausgedrückt: Man kann 50 Jahre lang jährlich 13 000 km mit dem PKW fahren und hat dabei noch eine Überlebenschance von über 99 %²⁰⁾. Der subjektive Wertansatz fragt nun: Wieviel sind die Autofahrer bereit zu zahlen, um diese Wahrscheinlichkeit auf z. B. 99,5 % zu steigern, und überschreitet diese Summe insgesamt die Kosten der entsprechenden Maßnahmen einschließlich – dies ist wichtig – immaterieller Kosten wie z. B. die Einschränkung der Bewegungsfreiheit durch Geschwindigkeitsbegrenzungen und andere Reglementierungen? Die aggregierte Zahlungsbereitschaft aller Betroffenen abzüglich der entsprechenden Kosten entspricht m. a. W. nach diesem Ansatz dem Wert der entsprechenden Sicherheitsmaßnahme.

18) Vgl. *Mishan, E. J.*, Cost Benefit Analysis, 4. Aufl., 1975, S. 303 ff.; *Walters, A. A.*, Economic Development and the Administration and Regulation of Transport, Discussion Paper No. 5 (Series B), Faculty of Commerce and Social Science University of Birmingham, Sept. 1964, S. 38; *Schelling, T. C.*, a.a.O., passim.

19) Vgl. Tab. 1 – 3.

20) Noch plastischer ausgedrückt: Wer seit Christi Geburt jährlich 13 000 km auf einem Straßennetz wie dem der Bundesrepublik im Jahre 1982 zurückgelegt hätte, wäre – bei Wegfall aller sonstigen Todesursachen – heute noch mit ca. 70 %iger Wahrscheinlichkeit am Leben.

Tab. 1: Entwicklung der Unfallwahrscheinlichkeit bei PKW und motorisierten Zweirädern¹⁾ in der Bundesrepublik 1970 – 1982

	I Verkehrstote ²⁾		II Personenkilometer in Mio. ³⁾		III Unfallwahrscheinlichkeit ⁴⁾ (nur tödliche Unfälle) in v. H.	
	PKW	mot. Zweiräder	PKW	mot. Zweiräder	PKW	mot. Zweiräder
1970	8989	1553	349 843	2496	0,033	0,81
1971	9180	1591	371 315	2265	0,032	0,91
1972	9457	1683	376 650	2482	0,033	0,88
1973	7820	1722	388 497	2755	0,026	0,81
1974	6616	1684	381 012	3029	0,023	0,72
1975	7050	1932	403 788	3364	0,023	0,75
1976	6850	2091	415 710	3679	0,021	0,74
1977	7258	2152	430 131	3910	0,022	0,72
1978	7082	2000	446 808	4254	0,021	0,61
1979	6442	2050	462 720	4741	0,018	0,56
1980	6440	1997	467 480	5032	0,018	0,52
1981	5778	1918	441 023	5070	0,017	0,49
1982	5609	1987	456 269	5383	0,016	0,48

1) Motorräder, Mopeds und Mofas.

2) Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Verkehr in Zahlen 1983, S. 139.

3) Angaben des DIW.

4) Bei 13 000 km Fahrleistung im Jahr, d. h. III = 13 000 · (I/II) · 100.

Auf den ersten Blick erscheint dieses Vorgehen bestechend: Es basiert auf rein individuellen Präferenzen und vermeidet das Dilemma einer Bewertung des menschlichen Lebens „von außen“. Allein die Risikoeinschätzung (und -einstellung) der Benutzer von Verkehrswegen entscheidet über deren Sicherheitsniveau. Dennoch ist auch der subjektive Ansatz keinesfalls problemlos:

(1) In erster Linie stellt sich die Frage nach der Ermittlung der individuellen Zahlungsbereitschaften für „weniger Risiko“. Es besteht weitgehende Einigkeit darüber, daß Umfragen hier nur relativ wenig Hilfestellung leisten, da die Antworten vielfach weder unbedingt ehrlich noch genau durchdacht sein werden²¹⁾: Vor eine konkrete Wahlsituation gestellt, mag die Entscheidung oft ganz anders ausfallen als vorher auf einem unverbindlichen Fragebogen. Mehr Aufschluß erhoffen sich viele Autoren von der Analyse tatsächlicher Wahlhandlungen, etwa der Entscheidung für riskante Berufe gegen entsprechende Mehrentlohnung²²⁾. Auch diese Methode vermag indessen kaum zu befriedigen: Während die Multikausalität entsprechender Entscheidungen (der riskantere Job ist vielleicht auch

21) Vgl. zur Problematik von Umfragen *Schelling, T. C.*, a.a.O., S. 143 ff. sowie die kritischen Kommentare zu seinem Aufsatz von *Bailey, M. J.* (ebenda, S. 162 – 166) und *Fromm, G.* (ebenda, S. 166 – 176).

22) Vgl. zu entsprechenden Ansätzen den Überblick bei *Conley, B. C.*, a.a.O., S. 54.

Tab. 2.: Unfallwahrscheinlichkeiten verschiedener Verkehrsträger in der Bundesrepublik 1970 und 1982

	I Verkehrstote ¹⁾		II Personenkilometer ²⁾ in Mio.		III Unfallwahrscheinlichkeit (nur tödliche Unfälle ³⁾ in v. H.		IV Veränderung 1970 - 1982	
	1970	1982	1970	1982	1970	1982	1970	1982
Individualverkehr	10 542	7 596	352 339	461 652	0,039	0,021	- 46 v. H.	
PKW	8 989	5 609	349 843	456 269	0,033	0,016	- 51 v. H.	
mot. Zweiräder ⁴⁾	1 553	1 987	2 496	5 383	0,81	0,48	- 41 v. H.	
Kollektivverkehr	574	256	96 509	114 973	0,0077	0,0029	- 62 v. H.	
Bus ⁵⁾	25	22	58 380	74 368	0,00055	0,00038	- 31 v. H.	
Eisenbahn ⁶⁾	549	234	38 129	40 605	0,0187	0,0075	- 60 v. H.	
Fußgänger	6 056	2 594	-	-	0,01	0,004	- 60 v. H.	

1) Vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Straßenverkehrsunfälle 1982, S. 18.

2) Statistisches Jahrbuch 1973, S. 348, Angaben des Statistischen Bundesamtes, Angaben des DIW.

3) Fahrzeuge: bei 13 000 km Fahrleistung/Jahr, d. h. III = 13 000 · (I/II) · 100.

Fußgänger: III = 1/Gesamtzahl der Einwohner · 100.

4) Motorräder, Mopeds und Mofas.

5) Personenkilometer einschließlich Straßenbahnen und O-Busse sowie Reisebusse.

6) Einschließlich S-Bahn und nichtbundeseigene Eisenbahnen, einschließlich von Zügen erfaßter Verkehrssopfer, daher etwas überhöhte Zahl.

Tab. 3: Tödliche Verkehrsunfälle im internationalen Vergleich

	I Verkehrstote 1980 ¹⁾		II Fahrzeugbestand 1980 ⁴⁾ (in 1000)		III Unfallindex ⁷⁾ (I/II · 1000)	
	PKW	Motorräder (über 50 ccm)	PKW	Motorräder (über 50 ccm)	PKW	Motorräder (über 50 ccm)
Bundesrepublik	6 440	1 232	23 192	572	0,278	2,15
Frankreich	6 587	620	18 400	800	0,358	0,78
Italien	3 807	768	17 686	834	0,215	0,92
Niederlande	910	130	4 550	108	0,200	1,20
Belgien	1 227	170	3 159	113	0,388	1,50
Großbritannien	2 360	1 113	15 712	948	0,150	1,17
USA	27 795 ²⁾	(4844) ³⁾	120 248 ⁵⁾	3 307 ⁶⁾	0,231	(1,46)

1) Vgl. Statistisches Amt der EG (Hrsg.), Statistisches Jahrbuch Verkehr, Nachrichtenübermittlung, Reiseverkehr 1980, S. 50 f.

2) 1979, vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Statistisches Jahrbuch 1982, S. 688.

3) Angabe des Instituts für Zweiradsicherheit in Bochum; enthält auch Mopeds, daher nicht voll vergleichbar.

4) Vgl. Statistisches Amt der EG, a. a. O., S. 34 ff.

5) 1979, vgl. Statistisches Jahrbuch 1983, S. 682.

6) Angabe des Instituts für Zweiradsicherheit, Bochum.

7) Nur bedingt aussagefähig, da nicht auf Personenkilometer bezogen.

der körperlich leichtere) mit Hilfe multivariater Verfahren vielleicht noch in den Griff zu bekommen wäre, stellt die individuell wahrscheinlich sehr heterogene und zudem im Zeitablauf keineswegs unbedingt konstante Einstellung der jeweils Betroffenen ein bis heute kaum zufriedenstellend gelöstes Problem dar²³⁾. Es sollte daher nicht überraschen, daß die Ermittlung einer allgemein gültigen Zahlungsbereitschaft des Durchschnittsbürgers für „weniger Risiko“ bisher Utopie geblieben ist und möglicherweise auch immer bleiben wird²⁴⁾.

Dennoch bedeutet dies nicht, daß der subjektive Ansatz unpraktikabel oder gar grundsätzlich verfehlt wäre. Für viele der mit Hilfe von Unfallkostenrechnungen verfolgten Zwecke bedarf es nämlich gar keiner expliziten Messung der Zahlungsbereitschaft: So kann allein aus der Tatsache, daß Motorradfahrer Motorrad fahren, Autofahrer PKW fahren etc. geschlossen werden, daß für die Betroffenen der Gesamtnutzen hieraus die Kosten *einschließlich* aller Unfallrisiken übersteigt (jedenfalls soweit keine externen Kosten entstehen, vgl. dazu weiter unten)²⁵⁾. Für eine Entscheidung beispielsweise darüber, ob das Straßennetz oder der Schienenverkehr ausgebaut werden soll, bedarf es mithin keiner expliziten Berechnung der jeweiligen Unfallkosten, weil sie sich automa-

23) Bailey (a. a. O., S. 165 f.) zeigt am anschaulichen Beispiel von „Mutproben“ amerikanischer Militärpiloten, daß es Menschen gibt, die ihr Leben allein um des Risikos willen aufs Spiel setzen, was einen *positiven* Wert der Unfallgefahr für diese Personen impliziert, zumindest in bestimmten Situationen.

24) Das Problem ist ähnlich gelagert wie die Frage nach der Ermittlung eines Wertes für verlorene bzw. gewonnene Zeit, die ebenfalls bislang nicht befriedigend gelöst wurde.

25) Vgl. Mishan, E. J., a. a. O., S. 310 ff.

tisch wie alle anderen Qualitätsmerkmale auch in der Nachfrage nach Straßen bzw. Eisenbahnfahrten niederschlagen²⁶). Ebenso überflüssig ist eine explizite Berechnung des Nutzens, welchen z. B. eine Erhöhung der Gurtanlagequote erbringen würde: Aus der Tatsache, daß 1979 40% der Autofahrer auf das Angurten verzichten haben, muß geschlossen werden, daß der Nutzen für sie geringer war als die Kosten bzw. Unannehmlichkeiten – wie „irrational“ dies dem außenstehenden Verkehrsstatistiker auch immer erscheinen mag²⁷). Der subjektive Ansatz ist insofern weniger als ein alternatives Meßkonzept denn als eine andere – und dem Prinzip der Konsumentensouveränität sicherlich angemessenere – Betrachtungsweise des Problems zu interpretieren.

(2) Schwieriger wird seine Anwendung auf die Fragestellung, *welcher* Sicherheitsgrad z. B. eines gegebenen Straßennetzes der „optimale“ ist, da die Präferenzen der Verkehrsteilnehmer diesbezüglich wahrscheinlich sehr verschieden sind. Der *Mishan*'sche Vorschlag, wonach einfach die Zahlungsbereitschaft der Befürworter einer Sicherheitsmaßnahme gegen die Zahlungsbereitschaft ihrer Gegner (für ihre Unterlassung) aufzurechnen ist²⁸), dürfte wiederum in der Regel an dem Problem der Ermittlung dieser Zahlungsbereitschaften scheitern. Da der Sicherheitsgrad des Straßennetzes Kollektivgutcharakter hat, stellt sich hier das grundsätzliche und bislang ungelöste Problem der Ermittlung des „optimalen“ Kollektivgüterangebots. Es kann aber entscheidend dadurch entschärft werden, daß weitestgehender Spielraum für individuelle Sicherheitsmaßnahmen geschaffen bzw. belassen wird. Das persönliche Risiko des einzelnen Verkehrsteilnehmers kann dieser nämlich durch entsprechendes Fahr- und Kaufverhalten (bis hin zur Entscheidung für oder gegen ein Sicherheitsfahrzeug) erheblich beeinflussen. Je weiter die entsprechenden Spielräume gestaltet werden, desto mehr wird das Unfallrisiko somit zum Individualgut, bzw. umgekehrt: Je enger und verbindlicher die Verhaltens- und Ausrüstungsvorschriften sind, desto deutlicher rückt der Kollektivgutcharakter und mit ihm das Problem unterschiedlicher Präferenzen in den Vordergrund²⁹). Auch hier wird wiederum deutlich, daß der subjektive Ansatz viel weniger ein konkretes Meßkonzept als vielmehr eine andere Betrachtungsweise der Unfallkostenproblematik darstellt.

(3) Ein weiterer Einwand gegen den subjektiven Ansatz betrifft das Auftreten externer Effekte, welche nicht in die individuelle Entscheidung – beispielsweise für oder gegen eine hohe Fahrgeschwindigkeit – eingehen und somit von diesem Ansatz offenbar nicht erfaßt werden. Bei Entscheidungen, die neben dem eigenen Unfallrisiko auch die Sicherheit anderer entscheidend tangieren, kommt man in der Tat kaum an einem Mindestmaß von kollektiven Regelungen vorbei. Wichtig ist aber, daß solche Entscheidungen entgegen der üblichen Betrachtungsweise und entgegen den Implikationen der objektiven Unfallkostenrechnungen *nicht* zwischen der Freiheit einer gegebenen Gruppe von Unfall-

26) Vgl. zum grundsätzlichen Konzept der Zahlungsbereitschaft als Maßstab für den Nutzen eines Gutes *van Suntu, U.*, Der soziale Überschub als Basis für Allokationsentscheidungen im öffentlichen Sektor (Habilitationsschrift), unveröff. Manuskript, 1983.

27) Ginge es nur nach sog. „rationalen“ Nutzen- und Kostenerwägungen, so müßte z. B. das Motorradfahren sofort verboten werden, denn es bietet kaum „objektive“ Vorteile gegenüber anderen Verkehrsmitteln, ist aber viel teurer und ca. 30mal so gefährlich wie Autofahren bzw. 1200mal so gefährlich wie Busfahren!

28) Vgl. *Mishan, E. J.*, a.a.O., S. 311 ff.

29) Dieses Argument hat vor allem für solche Entscheidungen Bedeutung, deren Konsequenzen der Betreffende vorrangig selbst zu tragen hat.

verursachern einerseits und dem Leben bzw. der Gesundheit einer anderen Gruppe (nämlich der der Unfallopfer) andererseits zu treffen sind. Die Wahl besteht vielmehr in der Abwägung zwischen unterschiedlichen Risikoneigungen und -erwartungen der einzelnen Verkehrsteilnehmer, von denen niemand weiß, ob sie letztlich Verursacher oder Opfer von Verkehrsunfällen sein werden. Dies ist ein ganz anderes Wahlproblem, welches im Gegensatz zu der üblichen Betrachtungsweise keineswegs eine a priori-Entscheidung jeweils zugunsten einer höheren Verkehrssicherheit impliziert³⁰).

Dies gilt selbst dann, wenn die Sicherheit scheinbar völlig Unbeteiligter, z. B. von Fußgängern tangiert ist. Bei einem Motorisierungsgrad von inzwischen 2,6 Einwohnern pro PKW³¹) ist davon auszugehen, daß nahezu jeder Fußgänger mindestens gelegentlich auch Fahrer oder Mitfahrer von Automobilen ist, wobei keineswegs a priori unterstellt werden kann, daß die Betroffenen eine Erhöhung ihrer Sicherheit als Fußgänger in jedem Fall höher schätzen als die damit möglicherweise verbundene Einschränkung ihrer Rechte als Autofahrer. Eine zum Schutz von Fußgängern zusätzlich installierte Ampel, die vielleicht zwei Menschenleben pro Jahr rettet, muß also keineswegs einen positiven Nutzen i. S. des subjektiven Ansatzes haben, selbst wenn sie kostenlos installiert werden könnte; der immaterielle Schaden, den sie anrichtet (z. B. 50 000 unnötige Verkehrsstopps im Jahr)³²), kann in der Einschätzung der Verkehrsteilnehmer durchaus überwiegen. In der – zumindest konzeptionellen – Berücksichtigung solcher immateriellen, gleichwohl aber keineswegs unbedeutenden Faktoren und ihrer quasi automatischen Aufrechnung gegen den Nutzen einer erhöhten Verkehrssicherheit ist der wesentliche Vorzug des subjektiven Ansatzes zu sehen.

V. Schlußbemerkungen

Als Fazit der vorausgegangenen Erörterungen bleibt festzuhalten, daß für fast alle mit der Unfallkostenrechnung verfolgten Zwecke der subjektive Ansatz den objektiven Meßmethoden vorzuziehen ist. Zumindest ergibt sich dieser Schluß, wenn man sich der Auf-

30) Ähnliche Überlegungen führen *Calabresi* zu dem Vorschlag, die Verteilung der Unfallkosten auf die Beteiligten an deren „Unfallverstrickung“ anstelle der Unfallschuld im Einzelfall auszurichten, wobei die „Verstrickung“ sich letztlich nach der Häufigkeit bemißt, mit der der entsprechende Unfallfaktor bei Unfällen der betreffenden Art auftritt; überdurchschnittliche Unfallbeteiligung von Sportwagenfahrern führt danach z. B. zu entsprechend höheren Versicherungsprämien für diese. Vgl. *Calabresi, G.*, Die Entscheidung für oder gegen Unfälle: Ein Ansatz zur nichtverschuldensbezogenen Allokation von Kosten, in: *Assmann, H.-D., Kirchner, C., Schanze, E.*, Ökonomische Analyse des Rechts, Kronberg/Ts 1978, S. 259 – 289 (= Übersetzung der engl. Originalversion in: *Harvard Law Review* Vol. 78/1965).

31) Vgl. *Aral AG* (Hrsg.), Verkehrstaschenbuch 1983/84, S. 169.

32) Dauert die Ampelphase jeweils 5 Minuten und bleibt sie während des ganzen Tages eingeschaltet, so wird der Verkehr mehr als 100 000mal im Jahr angehalten. Ist hiervon auch nur die Hälfte aller Stopps überflüssig in dem Sinne, daß kein Fußgänger die Straße überquert, so führt dies zu einem Zeitverlust von ca. 2000 Stunden pro Jahr, multipliziert mit der durchschnittlichen Anzahl der angehaltenen Fahrzeuge. Hinzu kommen zusätzliche Kraftstoff-, Verschleiß- und Umweltkosten sowie – nicht zuletzt – der Ärger der umsonst angehaltenen Fahrzeuginsassen. Das heißt natürlich nicht, daß die Minderung des Unfallrisikos dies nicht wert sein kann – es zeigt aber, daß sie keineswegs kostenlos zu haben ist und – bei Unterstellung eines abnehmenden Grenznutzens von „weniger Risiko“ – sinnvollerweise nicht ad infinitum weitergetrieben werden sollte.

fassung *Mishans* anschließt, daß "there is more to be said for rough estimates of the precise concept than precise estimates of economically irrelevant concepts"³³). Dies gilt um so mehr, als – wie gesehen – für viele Fragestellungen eine explizite Quantifizierung der Unfallkosten überhaupt nicht notwendig ist, weil die Aktionen der Verkehrsteilnehmer bereits implizit ihre Bewertung zum Ausdruck bringen. Vor allem Entscheidungen über das Anlegen von Sicherheitsgurten, den Einbau von Antiblockiersystemen etc. können sinnvoller ohne kollektiven Zwang individuell getroffen werden.

Eine gewisse Berechtigung mag es in diesem Zusammenhang haben, die über die individuell zu tragenden Kosten hinausgehenden externen Effekte zu berechnen und den Betroffenen anzulasten, indem z. B. die „Gurtmuffel“ mit erhöhten Versicherungsprämien zur Abdeckung der von ihnen verursachten Heilkosten belastet werden. Dies würde auf eine Kombination von subjektivem Ansatz und der oben beschriebenen Netto-rechnung hinauslaufen. Die Konsequenzen einer solchen Kombination, sollte sie konsequent verfolgt werden, mahnen indessen zur Vorsicht selbst gegenüber dieser begrenzten Verwendung des objektiven Ansatzes: Für Rentner und Nicht-Erwerbstätige wären danach Prämien für das *Nicht*-Anlegen von Sicherheitsgurten auszusetzen. Da dies wohl kaum den Intentionen der Vertreter dieser Bewertungsmethode entspricht, ist ernsthaft in Zweifel zu ziehen, daß die objektiven Ansätze mehr darstellen als den Versuch einer „ökonomischen“ Rechtfertigung von Maßnahmen, die man aus ganz anderen – möglicherweise viel besseren – Gründen ohnehin tätigen würde.

Letztlich spricht somit einiges dafür, bei der Entscheidung für oder gegen Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr derartige Berechnungen außer acht zu lassen und stattdessen dem „gesunden Menschenverstand“ wieder mehr Raum zu geben³⁴). Das Verdienst der subjektiven Betrachtungsweise ist es in diesem Zusammenhang, den verantwortlichen Politikern zweierlei klarzumachen, daß nämlich

- einerseits Entscheidungen, deren Konsequenzen vorwiegend von dem Betroffenen selbst zu tragen sind, diesem tunlichst auch selbst überlassen bleiben sollten;
- andererseits kollektiv zu treffende Entscheidungen keineswegs immer zugunsten höherer Sicherheit (und damit in der Regel zugunsten weiterer Reglementierungen) fallen müssen, sondern die Präferenzen der Betroffenen durchaus auch in die andere Richtung gehen können.

Auch diese Betrachtungsweise schützt natürlich nicht vor Fehlentscheidungen der Verantwortlichen – wohl aber schützt sie davor, daß solche Fehlentscheidungen mit Hilfe von schein-ökonomischen Argumenten i. S. „objektiver“ Unfallkostenrechnungen gerechtfertigt werden.

33) *Mishan, E. J.*, a.a.O., S. 320.

34) Allein das Denken in *Unfallwahrscheinlichkeiten* anstelle von absoluten (und damit wenig aussagekräftigen) Unfallziffern dürfte die Qualität verkehrspolitischer Entscheidungen bereits erheblich erhöhen. Aus diesem Grunde kann auch der Vorschlag von *G. Elsholz* (Zur Methodik der Bewertung von Verkehrsunfallfolgen, Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 52. Jg. (1981), S. 63 – 88, hier: S. 84 ff.), alle „nichtmeßbaren“ Unfallfolgen in einem System sozialer Indikatoren zu erfassen, nicht überzeugen, denn er rückt gerade die *absolute* Zahl der Verkehrstoten bzw. -verletzten in den Blickpunkt.

Summary

In connection with road accidents, figures invariably are stated to indicate the economic costs of accidents. These figures, particularly in the case of fatal accidents, are primarily based on (1) calculations of the national product which is lost for the remaining part of society (net approach) or (2) calculations which include the victims's consumption which the accident has made impossible (gross approach). There are arguments that calculations of this nature are misleading since the value of a man's life cannot be assessed by objective means (calculations). Instead, the term of accident probabilities should be taken into consideration and one should question how much a specific reduction of these probabilities would be worth to road users. However, the knowledge of such values would be necessary only in the case of the accident risks caused by others, since the benefits and costs of the risks one takes oneself can only be weighed by the individual concerned; this applies, e.g., to the pros and cons regarding the use of seat belts.

Stadtflucht und Stadterneuerung

Methodische Ansätze zur Erfassung und Bewertung struktureller Veränderungsprozesse im Innenstadtbereich mittelgroßer Städte unter besonderer Beachtung städtebaulicher Strategien und Konzeptionen, dargestellt am Beispiel der Stadt Oldenburg

VON GÜNTER HARDER UND GERHARD FEYE, HANNOVER

1. Einleitung

Seit einigen Jahren wächst das Bewußtsein bei Politikern, Planern, aber auch verstärkt bei der Bevölkerung, die Stadtflucht der letzten Jahrzehnte zu beenden oder erheblich einzuschränken¹⁾.

Es ist hier nicht möglich, annähernd alle Gründe aufzuzählen, die den Bürger veranlassen, in die Regionen der Städte zu ziehen. Bei der auf das Land ziehenden Familie überwiegen fast ausnahmslos die positiven Aspekte, der Nutzen naturnah und häufig ungebundener zu leben gegenüber den Nachteilen, die sich häufig in Zeit- und Energiekosten für den Transport zum Arbeitsplatz, den Versorgungs- und den Infrastruktureinrichtungen (Firma, Warenhäuser, Schulen, Theater etc.) darstellen lassen.

Einerseits ist es die Aufgabe des Staates, die Städte nicht zer- und verfallen zu lassen, andererseits sieht der Staat in der Bildung von Grunderwerb und Haus- bzw. Wohnungseigentum eine wichtige politische Komponente zur Stärkung der freiheitlichen Demokratie.

Mit welchen Mitteln ist nun das Auseinanderdriften der Städte aufzuhalten? Dies ist generell nur möglich, wenn die Summe der das Leben des einzelnen bestimmenden Komponenten innerhalb und außerhalb der Stadt die gleiche Größenordnung ausweist. Die Lebensqualität muß annähernd gleich sein, wobei sich einzelne Komponenten durchaus erheblich unterscheiden können. Hierzu zählt auch, daß der erforderliche geistige, soziale und natürliche Freiraum für den einzelnen Bürger zurückgewonnen wird. Die Wohnung muß bewohnbar, die Stadt erlebbar sein.

Hierzu zählt auch, daß der Kraftfahrzeugverkehr in seine Schranken zurückgewiesen wird. Seine oft tödlichen Auswirkungen (Unfälle, Lärm, Abgase, Trennung der Straßenseiten) müssen eingedämmt werden. Diese Aufzählung kann beliebig differenziert fortgesetzt werden.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Dr. Günter Harder	Dr. Gerhard Feye
Heisterkamp 18	Bonhoefferstraße 17
3005 Hemmingen 1	2900 Oldenburg

1) Harder, G., Spengelin, F. (Hrsg.), Stadtflucht und Stadterneuerung – Konzeption und Maßnahmen in der Stadt- und Verkehrsplanung (= Schriftenreihe Gemeinde-Stadt-Land, Band 5), Hemmingen 1980.

Insgesamt werden die Vorgänge der Stadtflucht und Stadterneuerung bei uns eher abstrahiert als inhaltlich erörtert, was der anzustrebenden wertneutralen Sachdiskussion vielfach schadet. Aus diesem Grunde ist es von besonderer Bedeutung, wenn dieser Problembereich methodisch exakt erfaßt und bezogen auf alternative Planungskonzeptionen kostennutzwertanalytisch behandelt wird²⁾.

Ausgangspunkt einer derartigen Untersuchung ist die Perzeption innerstädtischer Wanderungsbewegungen dokumentiert durch die negativen Auswirkungen dieses Stadt-Umland-Problems. Darunter wird weniger das oftmals erwähnte Konkurrenzverhalten zwischen Stadt und Umlandgemeinde unter finanztechnischen Gesichtspunkten verstanden; vielmehr die Einbeziehung der finanziellen Komponente in eine Reihe von Wirkungen, die momentan das Wanderungsverhalten der Innenstadtbewohner legitimieren und gleichzeitig Forderungen wie Stadterneuerungen formulieren.

Ebenso wie vergleichbare Städte hat Oldenburg den bevölkerungsbezogenen Wandel erkannt und zeigt ein zunehmendes Interesse an der Erklärung und Lösung des spezifischen Entwicklungsproblems.

Der Wunsch nach der Kenntnis über das Verhalten gebietsbezogener Bevölkerungsgruppen hat vielschichtige Ursachen. Global formuliert hängt er mit dem anhaltenden Trend der Bevölkerungsentleerung der City und den hierdurch weiterhin entstehenden, sich verstärkenden Konsequenzen zusammen. Politiker und Planer sehen sich vor einem Dilemma: Zum einen werden sie aufgefordert, Strategiediskussionen im Hinblick auf die Anpassung an derzeitige Entwicklungserscheinungen zu führen, zum anderen sollen sie weitblickend planen, d. h. urbane Stadträume auch für die nächsten Generationen sichern. Die Forderungen der Bürger an den Staat, die Wohnungsbaupolitik aktiver und wirksamer zu betreiben, sind nicht neu. Sie sind gerechtfertigt und insbesondere in der gegenwärtigen Epoche innerstädtischer Schrumpfungprozesse auf gezielte Förderungswirksamkeiten hin zu überprüfen, um einerseits den Bürgerwünschen zu entsprechen und andererseits den Lebensraum Innenstadt durch Verbesserung individueller Wohneigentumsförderung zu sichern bzw. ihn wieder attraktiver zu machen. Wichtig dabei erscheint der Hinweis, daß Konzeptionen zur Förderung z. B. von Stadterneuerungsmaßnahmen nicht wie bekannte Modelle als nunmehr gefundene Instrumente zur zukünftigen Verhinderung von Stadtflucht apostrophiert werden. Bewohnerwünsche und konjunkturpolitische Geschehnisse sind nicht festzuschreiben. Sie verändern sich innerhalb kurzer Zeiträume. Dieser Tatbestand muß in der Methodik der Untersuchung, in kommunalen Debatten wie auch in Gesprächen auf der Bund-Länder-Ebene berücksichtigt werden.

Aufgabe dieses Forschungsbeitrages ist es, die nutzwertanalytischen und monetären Wirkungen alternativer Situationen zu erfassen und so eine Diskussionsgrundlage für den Schritt der Durchsetzbarkeit zu bilden.

Das Erkenntnisdefizit bezüglich der Frage nach der Wahl geeigneter Methoden zur Erfassung der spezifischen Kosten und Nutzen ist ebenso einschneidend wie das der Durchführbarkeitsanalysen. Es fehlt zwar nicht an tieferen Einblicken in Methoden wie Kosten-Nutzen-Analysen, Kostenwirksamkeitsanalysen und Nutzwertanalysen – es liegen eine

2) Feye, G., Stadtflucht und Stadterneuerung – Methodische Ansätze zur Erfassung und Bewertung struktureller Veränderungsprozesse im Innenstadtbereich, Oldenburg 1981.

Reihe von Abhandlungen dieser Methoden vor; allerdings mangelt es an spezifischen Bewertungsmethoden, die auf Stadtentwicklungsplanungen ausgerichtet sind.

Neben der Entwicklung einer brauchbaren theoretischen Konzeptionsgrundlage wird in der Studie darüber hinaus der Versuch unternommen, ein Entscheidungsinstrument für die Messung ausgewählter Beurteilungskriterien alternativer Situationen in typischen Zuwanderergebieten zu entwickeln. Das Instrument soll zum einen die Fähigkeit besitzen, simulierte Planungssituationen wie Gebietserneuerungen in die Analyse einzubeziehen, zum anderen aber auch die Möglichkeit enthalten, die Vor- und Nachteile dieser Stadterneuerungsmaßnahme mit den Vor- und Nachteilen der Stadtrand- und Umlandsituationen zu vergleichen. Dabei steht der Bürger im Mittelpunkt. Die Einbeziehung seiner Interessen in städtebauliche Diskussionen sollte das Anliegen der Politiker, der Verwaltung und selbstverständlich das der Verfasser sein.

2. Methodik und Verfahrensanleitung

Der These, daß man Stadtplanung auf der Grundlage einer methodisch konsistenten Ökonomieplanung oder der üblichen Anpassungsplanung festschreiben und zukunftsorientiert regulieren könne, ist, bedingt durch die voranschreitenden negativen Veränderungen, die nüchterne Einschätzung gefolgt, daß allenfalls durch sorgfältigere Erfassung und Lösungsversuche eine sektorale Konfliktminimierung auf dem Gebiet der Stadtentwicklung möglich ist. Nicht der Typus einer Aufbereitung bekannter volkswirtschaftlicher Planungsinstrumente ist das Neue dieser Studie, neu ist vor allem, daß der Typus stadtplanerischen Handelns nicht den Weg bisheriger Anpassung verfolgt, vielmehr in Richtung stadtplanerischer Entwicklung unter dem Aspekt der Minimierung monetärer Ausgaben und Maximierung sozialer und nutzwertanalytischer Elemente zielt. Mit anderen Worten werden bei den Untersuchungsbetrachtungen monetäre und nicht-monetäre Komponenten berücksichtigt. Im Gegensatz zu bekannten Kombinationsverfahren erfolgt in der Untersuchung keine Kopplung beider Komponenten im Sinne der Transformation in ausschließlich monetäre Komponenten, sondern die Aufrechterhaltung der Komponentenunterschiede auch im Arbeitsschritt der Kopplung (Verknüpfung von monetären und nicht-monetären Komponenten), und zwar unter der Fragestellung:

- Sprechen monetäre und nicht-monetäre Wirkungen als komplexe und gemeinsame Modelle für eine spezifische Förderungswürdigkeit oder Förderungsnotwendigkeit?
- Wird die Förderungswürdigkeit durch monetäre oder nicht-monetäre Negativerreichungen eliminiert?
- Welche Rangfolge nehmen alternative Handlungen innerhalb der Entscheidungsfindung ein?
- Wie wirkt sich eine Verstärkung des monetären Mitteleinsatzes aus bzw. sprengt die Erhöhung des Mitteleinsatzes den rationalen Rahmen der Programmverwirklichung?

Durch die verfahrensspezifische Berücksichtigung konkreter Problemsituationen, z. B. der innerstädtischen Abwanderung in Oldenburg, bietet die nachfolgende Untersuchung nicht nur methodisch orientierte Ansatzweiterungen, sondern auch konzeptionell informative Vertiefungen auf lokaler Ebene. Außerdem ermöglicht der spezifische Verfahrensansatz,

die ex-ante Untersuchungen nach Durchführung der Maßnahmen durch ex-post Analysen – u. a. zur Bestätigung oder Korrektur einzelner Standpunkte – einer kritischen Betrachtung zu unterziehen.

2.1 Theoretische Grundlagen

Theoretische Grundlagen für die Bewertung und die Auswahl komplexer Investitionsprojekte bilden bekannte Instrumente wie die Kosten-Nutzen-Analyse, die Kostenwirksamkeitsanalyse und die Nutzwertanalyse. Die Kosten-Nutzen-Analyse enthält im wesentlichen Ansätze der ökonomischen Wohlfahrtstheorie. Mit diesem Verfahren werden die in der Privatwirtschaft üblichen Kriterien und Rechenmethoden auf öffentliche Investitionsprojekte übertragen. Aus der Zielbezogenheit rationalen Handelns zur Maximierung des wirtschaftlichen Produktivitätseffektes (beabsichtigter Projekte) folgt unter dem Aspekt der Gesamtwirtschaft die Definition von Kosten und Nutzen:

„Kosten sind das Ergebnis jeder Handlung, die jemanden zwingen, auf die sonst mögliche Realisierung eines oder mehrerer seiner Ziele – für ihn fühlbar – ganz oder teilweise zu verzichten. Nutzen sind das Ergebnis jeder Handlung, die irgend jemanden – für ihn fühlbar – näher an eines oder mehrere seiner Ziele heranbringen.“³⁾

Beide Verfahren, die Kostenwirksamkeitsanalyse und die Nutzwertanalyse charakterisieren Instrumente der relativen Entscheidungsfindung. Grundsätzliche Unterschiede bestehen nicht, „lediglich die Tatsache, daß das Kostenminimumziel (fixed cost approach) bei der Nutzwertanalyse im Zielsystem enthalten ist und im Verfahren genau wie andere Ziele behandelt wird . . .“⁴⁾.

Wendet man sich dem Anwendungsbereich der städtebaulichen Entwicklungsplanung zu, ist von Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) kaum die Rede. Sie eignet sich offensichtlich weniger für „sozial geprägte“ bzw. „sozial orientierte“ Untersuchungen. U. a. mag dies an folgenden Faktoren liegen:

- a) Die Nutzen und Kosten werden bei der KNA ausschließlich monetär bewertet (dies ist relevant bei Sachkapital-Investitionen).
- b) Nicht-monetär quantifizierbare Wirkungen bleiben im Nutzen-Kosten-Kalkül unberücksichtigt (z. B. indirekte und intangible Wirkungen).
- c) Die KNA zeichnet sich durch eine Reihe theoretischer Voraussetzungen aus, die in der Praxis nicht zutreffen (z. B. vollkommene Konkurrenz, optimale Einkommensverteilung usw.).
- d) Die KNA eignet sich für ökonomisch-orientierte Einzelbetrachtungen wie auch für Alternativbetrachtungen von Projekten gleicher Zweckerfüllung. Mit zunehmender Allokationsebene wird das Verfahren unsicherer und unvergleichbarer (Gefahr der Ressourcenverschwendung).
- e) Städtebauliche Projekte enthalten eine Reihe von Kosten und Nutzen, für die Schat-

3) Kürsch, G. und Rürup, B., Die Notwendigkeit einer empirischen Theorie der Diskontierung in der Kosten-Nutzen-Analyse öffentlicher Projekte, in: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Band 127 (1971), S. 435.

4) Penner, G. (heute: Feye, G.) und Tomisch, R., Nutzen-Kosten-Untersuchung für städtebauliche Maßnahmen, 1978 (Diplomarbeit Universität Oldenburg, 1978), S. 26/27.

tenpreise zu entwickeln sind. Diese Tatsache erhöht den Anteil der subjektiven Wertung des Analytikers.

- f) Durch die systematische Kosten- und Nutzenerfassung ist nicht auszuschalten, daß die Ausgabenentscheide der Entscheidungsträger von der „politisch-intuitiven“ auf die „ökonomische Ebene“ gelenkt bzw. verlagert werden.

Versuche, die Verfahren wie die Kosten-Nutzen-Analyse und die Kostenwirksamkeitsanalyse zu kombinieren, sind mit der Problematik behaftet, daß beide Verfahren in bezug auf die Bewertungsansätze unterschiedliche Grundelemente (individuelle Präferenzen privater Haushalte/Zielvorstellungen der Entscheidungsträger) enthalten.

2.2 Rahmenkonzept

Seit einigen Jahren prägen Kombinationen von Kosten-Nutzen-Analyse und Kostenwirksamkeitsanalyse die Diskussion um die Ausweitung und praxisbezogene Anwendung von Entscheidungstechniken im Rahmen der Stadtentwicklungsplanung. Bekannter Vertreter der Anwendung des „kombinierten Verfahrens“ ist *Leopold Fischer*⁵⁾. Als Anwendungsmuster für das anstehende Problem „Stadtflucht – Stadterneuerung“ erscheint diese Methode nur bedingt geeignet. Sie versucht, alle durch ein Projekt hervorgerufenen Wirkungen, ob monetär oder nicht-monetär, in Geldeinheiten zu fassen, und zwar über „Kopplungsgrößen“. Sowohl Kommunalpolitiker, administrative Planer und direkt betroffene Bewohner würden dieses Verfahren nur mit Skepsis akzeptieren, möglicherweise ablehnen. Z. B. sollten nach Meinung der Verfasser Untersuchungskomponenten wie „Gestaltung“ und „verkehrsbedingte Immissionen“ im Rahmen der Wertsynthese (neben reinen monetär bewertbaren Kriterien) nicht unbedingt in Geldeinheiten erfaßt werden. Akzeptabler, transparenter und mit weniger subjektiven Einflüssen behaftet erscheinen Bewertungsmethoden, deren vieldimensionale Beurteilungskriterien als Punktwert oder monetärer Wert unverändert in die Wertsynthese eingehen, allerdings durch simple Verknüpfungswege nur *einen* Zielwert dokumentieren.

Um den Gedanken der gewissen Unvollständigkeit, der weiteren Ausfüllbarkeit/Ausdehnbarkeit usw. des nachfolgenden Instrumentariums zu unterstreichen, scheint die Bezeichnung „Rahmenkonzept“ sowohl die Absicht als auch die Aufgabe des abzuleitenden Instrumentariums sehr treffend darzustellen. Ein derartiges Konzept sollte folgende Punkte berücksichtigen:

1. Wahl geeigneter Alternativen, die sinnvolle Wirkungsmessungen erlauben.
2. Wirkungsmessungen nach dem with-and-without-Prinzip. Der with-Fall beschreibt exemplarisch folgende Wirkung: Welche Effekte ruft eine spezifische innerstädtische Erneuerungsmaßnahme zur Verhinderung weiterer Abwanderungen an den Stadtrand bzw. in das Umland gegenüber „Nichtstun“ (d. h. zum Beispiel, den Wandertrend nicht beeinflussen) hervor?
3. Verwendung eines mehrdimensionalen Zielsystems. Soziale und ökonomische Kriterien sind differenziert zu ermitteln und in den nächsten Verfahrensstufen unver-

5) *Fischer, L.*, Die kombinierte Anwendung von Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) und Kostenwirksamkeitsanalyse (KWA) als Instrument zur Beurteilung von Investitionsmaßnahmen nach § 7 Abs. 2 Bundeshaushaltsordnung, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 47. Jg. (1976), S. 78 ff.

ändert als getrennte Komponenten zu behandeln. Selbst auf der Ebene der Kopplung sollten monetäre und nicht-monetäre Komponenten differenziert dargestellt (z. B. durch zwei Wertfunktionen), allerdings gemeinsam betrachtet (durch multiplikative Verknüpfung) werden.

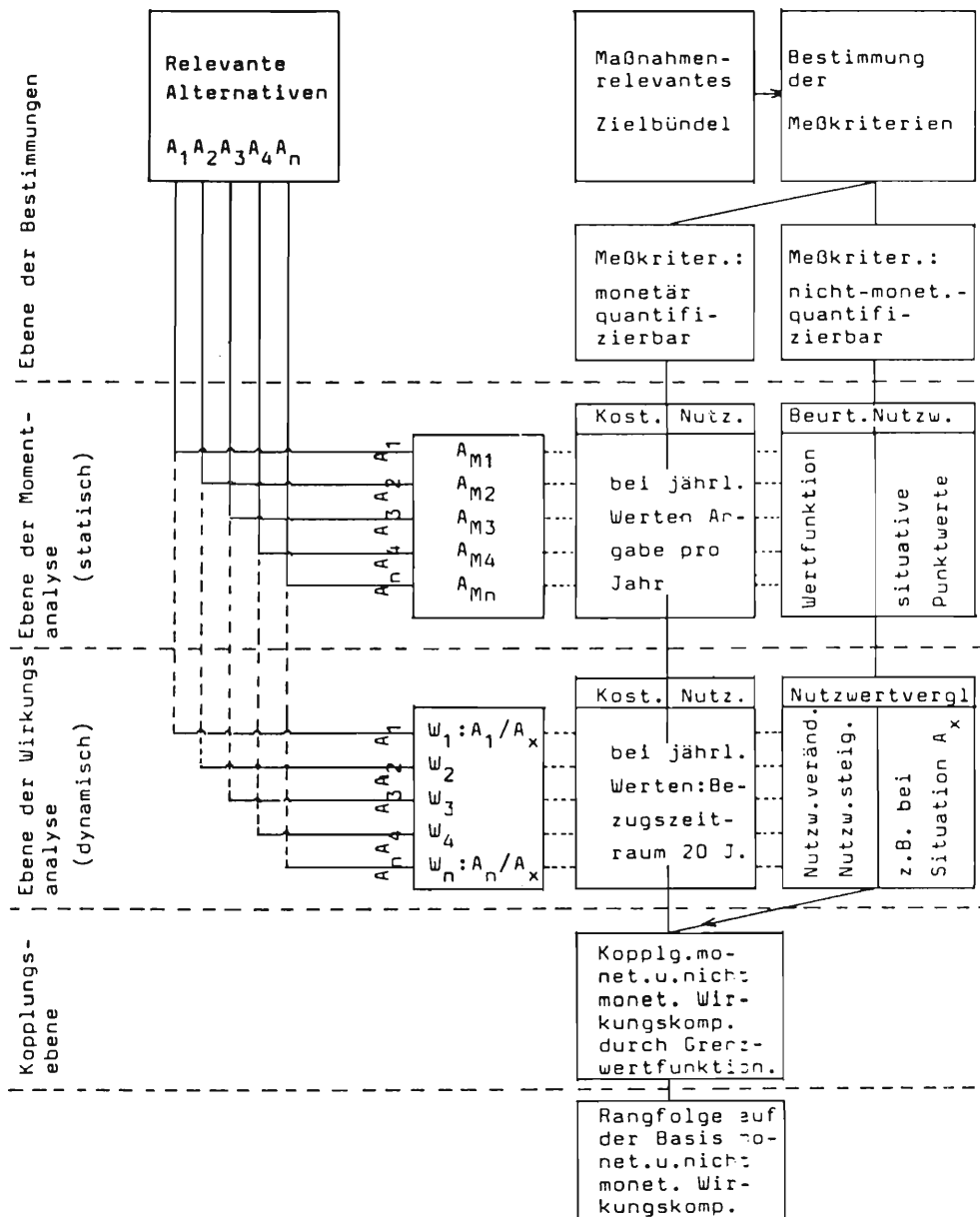
4. Die Beurteilungskriterien (Meßkriterien) müssen maßnahmen- bzw. entscheidungsrelevant sein.
5. In der „messenden Bewertung“ sind Transformationsfunktionen zu verwenden (z. B. Kardinalskalen).
6. Der Präferenzaspekt sollte eher durch gleichgewichtige Kriterien als durch indifferente Gewichtungsschritte gekennzeichnet sein.
7. Der Risikoaspekt bleibt bei der Wahl der Zielerträge (siehe Nutzwertanalyse) unberücksichtigt, d. h. der Eintritt des „Erfolges“ wird zunächst vorausgesetzt.
8. Das Planungsinstrument soll (auf der Kopplungsstufe) ex-post als Kontrollinstrument zu verwenden sein.
9. Für monetäre und nicht-monetäre In- und Outputs sind Bezugseinheiten (m^2/EW , DM/HH usw.) zu wählen, die den entscheidungskompetenten Politikern bekannt bzw. geläufig sind.
10. Nutzen-Kosten-Untersuchungen können in den wenigsten Fällen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Daß nur ein Teil möglicher Beurteilungskriterien betrachtet wird, sollte klar zum Ausdruck kommen. In einer Anzahl von Untersuchungen erfolgt dies durch Erläuterungsberichte oder durch Hinweise auf externe Wirkungen.
11. Die Konstruktion des Rahmenkonzepts (Abbildung 1) sollte die Einbeziehung von Zeitfaktoren (Zeitraumbetrachtung, Zinsfuß usw.) in Nutzen-Kosten-Untersuchungen zulassen.
12. Aus Übersichtsgründen ist das anwendungsorientierte Rahmenkonzept zu gliedern (z. B. durch Ebenen, Stufen usw.).

Das in Abbildung 1 dargestellte Rahmenkonzept bildet ein Instrument, bei dem die Wertungsbemessung mit Hilfe nutzwertanalytischer Ermittlungen des Mengen- und Wertgerüsts unter Einbeziehung relevanter Kosten- und Nutzenströme für situative Betrachtungen möglich ist. Die nutzwertanalytischen Werte werden mit den ermittelten monetären, in Punkte transformierten Werten verknüpft und anschließend situativ verglichen. Eine auf die situativen Ergebnisse aufgebaute Gesamtübersicht repräsentiert den Umfeldwert einer Standortsituation bzw. die umfeldspezifische Effizienz zweier Handlungsmöglichkeiten (z. B. „Erneuerung im Innenstadtbereich“ oder „Stadtrandwanderung betroffener Haushalte“).

Das Ergebnis des entwickelten Verfahrens wird durch eine als subjektiv zu wertende Transformation von Zielerträgen, d. h. durch Werturteile des Entscheidungsträgers, abgebildet. Allerdings bietet das Instrument in der vom Verfasser gewählten Anwendungsform die Möglichkeit, den subjektiven Einfluß offen darzulegen, ihn zu minimieren bzw. Annahmen zu korrigieren.

Das abgeleitete integrative Verknüpfungsmodell, das Rahmenkonzept, bildet die Grundlage für die Artikulation städtebaulicher Strategien und Planungskonzeptionen, z. B. zur Verbesserung der Wohnfunktion im Innenstadtbereich.

Abbildung 1: Rahmenkonzept



2.3 Zielsystem und Alternativenbestimmung

Im Kontext multidimensionaler Zielsysteme sind Ziele „... generell maßgebend für die bewußte Ausrichtung von Handlungen bzw. der diesen vorangegangenen Entscheidungen, um angestrebte Zustandsänderungen zu erreichen und dabei nicht erwünschte Nebenwirkungen möglichst zu vermeiden“⁶⁾.

Zielsuche, Zielfindung und Zielsystematisierung sind kein beliebiger Vorgang. Ihre Wahl und Operationalisierung erfolgt nach bestimmten Ordnungsmustern. Nur so sind entwickelte und abgeleitete Zielstrukturen jederzeit korrigier- und nachvollziehbar.

Dieser konzeptionellen Vorbereitung kommt nunmehr die im Prinzip paradoxe Aufgabe zu, ein vollständiges und damit sehr umfangreiches Zielsystem (d.h. Ausrichtung der Projektziele auf z.B. Funktionen wie Nutzung, auf Immissionen, auf Gestaltung, auf Wirtschaftlichkeit, auf soziale Situationen usw.) zu entwickeln, andererseits die Zahl der relevanten Beurteilungskriterien derart zu begrenzen, daß die Bearbeitbarkeit gesichert bleibt.

Auf das Fallbeispiel Oldenburg ausgerichtet erfolgen die in Abbildung 2 dargestellten vertikalen und horizontalen Zielanordnungen.

Exogene Komponenten wie Einkommensteuerwirkungen, Biotop, Energie usw. werden in der Regel im Anhang der Untersuchung im Rahmen von Diskussionen über Nebeneffekte gewertet und global/verbal dargestellt.

Vergleichbar schwierig wie die Ableitung eines komplexen Zielsystems ist die Wahl geeigneter und relevanter Alternativen. Alternativen können Strategien unterschiedlicher Handlungsweisen, Planungsalternativen aber auch Vergleiche wesentlicher regionsbezogener Aufgabenalternativen sein.

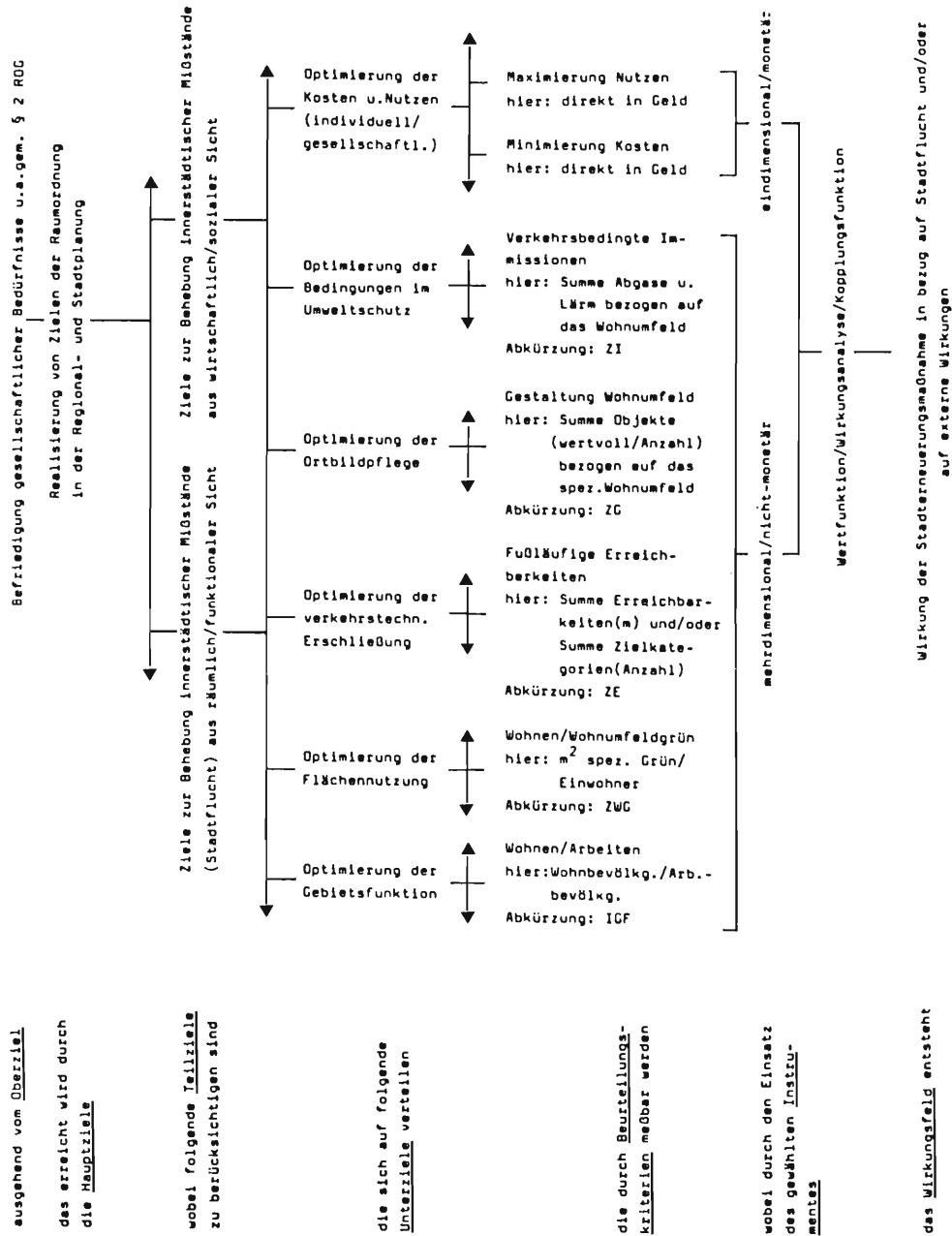
Im Kontext des anstehenden Problems der Wanderungsvorgänge in der Stadtregion Oldenburg lassen sich handlungsstrategisch folgende Situationsalternativen ableiten, die es abschließend im Wirkungszusammenhang zu vergleichen gilt:

- Situationsalternative I: status quo und damit „Nichts-tun“ in der Innenstadt;
- Situationsalternative II: Erneuerungsmaßnahmen in ausgewählten Bereichen der Innenstadt;
- Situationsalternative III: Situation Erwerb am Stadtrand bzw. status quo am Stadtrand;
- Situationsalternative IV: Situation Erwerb im Umlandgebiet bzw. status quo im Umlandgebiet.

Der Auswahl brauchbarer Alternativen über interessierende Zusammenhänge kommt entscheidende Bedeutung zu. Zum einen fördert sie die Suchstrategie nach möglichen Konsequenzen im Sinne von Wirkungen, zum anderen bildet sie die Voraussetzung zur Erfassung komplexer Zusammenhänge unter dem Gesichtspunkt individueller und kommunaler Wirkungen.

6) Zangemeister, Ch., Zielfindung im Unternehmen, in: Tumm, W. (Hrsg.), Die neuen Methoden der Entscheidungsfindung, München 1972, S. 67.

Abbildung 2: Zielübersicht



2.4 Moment-Analyse

Der methodische Schritt der Momentanalyse bildet den Untersuchungsschwerpunkt. Er ist auf die Erfassung und Beurteilung ausgewählter Meßkriterien gerichtet. In der Moment-Analyse werden die alternativen Situationen auf die spezifischen Kriterien hin beleuchtet, diskutiert und bewertet. Die Varianten der teilnehmenden Situationen können aus z. B. vorhandenen Wohnstandorten bestehen oder simulierte Erneuerungsbereiche darstellen. Die situative Bewertung alternativer Umfeldbereiche erfolgt am Fallbeispiel anhand der Beurteilungskomponenten

- Index der Gebietsfunktion (IGF),
- Zielwertbestimmung Wohnumfeldgrün (ZWG),
- Zielwertbestimmung von Erreichbarkeiten (ZE),
- Zielwertbestimmung der Gestaltung (ZG),
- Zielwertbestimmung verkehrsbedingter Immissionen (ZI).

Für sämtliche Beurteilungskomponenten werden zur individuellen und gesamten Zielwert- bzw. Nutzwertbestimmung Transformationsfunktionen rechnerisch und graphisch abgeleitet. Dagegen erhalten Bewertungskriterien wie „Minimierung der individuellen und gesellschaftlichen Kosten“ sowie „Maximierung des individuellen und gesellschaftlichen Nutzens“ keine Funktionsgleichungen zur Bestimmung des Resultats; diese Ergebnisse sind direkt in monetäre Einheiten auszuweisen.

Exemplarisch für die fünf erwähnten, nicht-monetären Komponenten zur Bestimmung situativer Zielwerte erfolgt im weiterführenden Text die Zielwertbestimmung von Erreichbarkeiten (ZE).

Die praktische Anwendung des ZE-Merkmals gibt den Planern ein Instrument für die Einbeziehung „kommunikativer“ Elemente in die Hand. Konkret handelt es sich hierbei um fußläufige Erreichbarkeiten relevanter implizit vorhandener Zielorte (z. B. Lebensmittelgeschäft, Arzt, Sporthalle usw.). Nicht erfaßt und bewertet werden in diesem Zusammenhang Erreichbarkeiten „erlebnisfunktionaler“ Grünflächen. Die Einbeziehung dieser Zielorte in die ZE-Erfassung würde zu einer Doppelbewertung führen.

Tabelle 1 enthält eine Auflistung möglicher Zielkategorien (Zielorte), die bedarfsspezifisch nach

- einmaligem,
- periodischem und
- täglichem Bedarf

die Ansprüche Einzelner an die Gebietsausstattung hinreichend erfüllen sollen. Anhand des bisher entwickelten methodologischen Gerüsts lassen sich noch keine bewertungs-spezifischen Elemente bestimmen. Hierzu fehlt die Ableitung der metrischen Zumut-barkeitsgrenze. Anlehnend an spezifische Wegstreckenberechnungen⁷⁾ erfolgt in Ta-belle 2 die Radienbemessung einzelner Zielkategorien. Dabei stellt der errechnete Radius „R“ den äußersten Radius als maximal zumutbare Gehwegdistanz zur Erreichung der ge-wünschten 11 Zielkategorien von unterschiedlichen Radien als äußerst zumutbare Gehweg-

7) Harder, G. und Mitarbeiter, Bewertung der Nutzenkomponenten von wertvoller Bausubstanz, wert-vollen Grünflächen und Veränderung der Erreichbarkeit im städtischen Bereich (= Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik des BMV, Heft 233), Bonn 1977.

Tabelle 1: Zielkategorien von Erreichbarkeiten

1. Läden für den Tagesbedarf
(z. B. auch Lebensmittelgeschäfte in Kaufhäusern)
2. Gaststätten
3. Medizinische Einrichtungen
(z. B. praktischer und/oder Zahnarzt)
4. Banken/Sparkasse und/oder Postdienststelle
5. Kinderspielplätze
6. Kindergärten
7. Grundschulen
8. Freizeiteinrichtungen
(Schwimmbad und/oder Sporthalle)
9. kulturelle Einrichtungen (Theater und/oder Kino)
10. Stadtzentrum/Ortszentrum und/oder Fußgängerzone
11. Haltestelle des ÖPNV

distanz dar. Diese Radien bilden die Grundlage für die „kombinierte“ Wertfunktion bestehend aus 7 linear verlaufenden Einzelfunktionen.

Anfangs- und Endpunkte der Einzelfunktionen lassen sich wie folgt bestimmen:

- Ergibt die metrische Messung einer Strecke zwischen Wohnstandort (oder eines Mittelpunktes als Zusammenfassung mehrerer Wohnstandorte) und Zielort (Zielkategorie) einen Radius $\geq R$, wird dieser Tatbestand mit 0 Punkten bewertet.
- Befinden sich Zielorte in unmittelbarer Nähe (häuslicher Nähe) von Wohnstandorten, ist die Höchst-Punktzahl 3 erreicht.

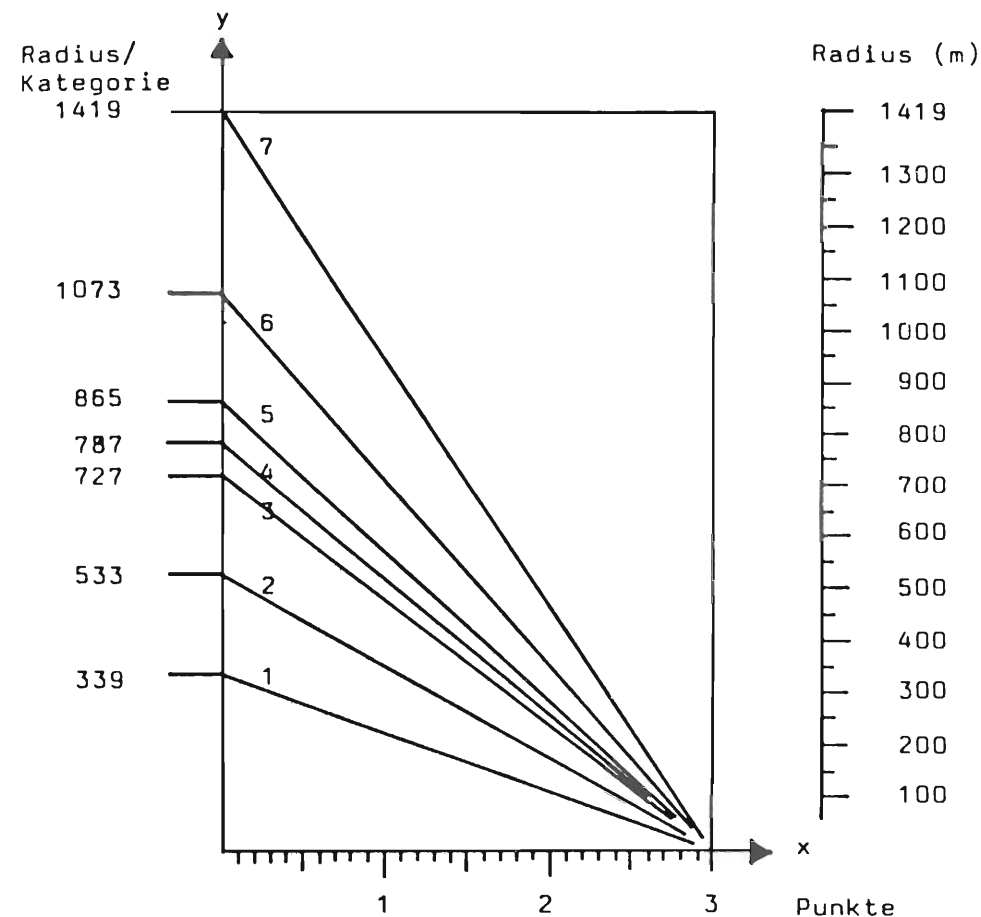
Tabelle 2: Zumutbarkeitsgrenzen

Zielkategorie	v_F (m/sec)	$a =$ $v \cdot 60/1,3$ (m)	z_{max} (min)	äußerster Radius (R) $R = (z_{max} + 0,5) \cdot a$ (m)
1. Läden	1,5	69,2	10	727
2. Gaststätten	1,5	69,2	10	727
3. medizinische Einrichtungen	1,5	69,2	15	1073
4. Bank/Post	1,5	69,2	12	865
5. Kinderspielplatz	1,1	50,8	10	533
6. Kindergärten	0,7	32,3	10	339
7. Grundschulen	1,1	50,8	15	787
8. Schwimmen/Sport	1,5	69,2	15	1073
9. Theater/Kino	1,5	69,2	20	1419
10. Zentrum/FGZ	1,5	69,2	15	1073
11. Haltestelle ÖPNV	1,5	69,2	10	727

Erläuterungen:

v_F = Gehgeschwindigkeit, z_{max} = maximal zumutbare Zeit,
1,3 = mittlerer Umwegfaktor, FGZ = Fußgängerzone.

Abbildung 3: Wertfunktion ZE



Die dargestellten und numerisch gekennzeichneten Funktionen enthalten folgende Zuordnungen:

- Funktion 1: Kindergarten
- Funktion 2: Kinderspielplatz
- Funktion 3: Läden, Gaststätte, Bushaltestelle (ÖPNV)
- Funktion 4: Grundschule
- Funktion 5: Bank, Post
- Funktion 6: Zentrum, Fußgängerzone, med. Einrichtung, Schwimmen, Sport
- Funktion 7: Theater, Kino

Sollte sich bei den alternativen Untersuchungsbereichen zeigen, daß die eine oder andere Einrichtung nicht vorhanden ist bzw. außerhalb der Zumutbarkeitsgrenze liegt, sind in der situativen Wertmessung Abschlagsfaktoren zu berücksichtigen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Abschlagsfaktoren (ZE)

Bei Fortfall von 1 Einrichtung:	Abzug	0 %
Bei Fortfall von 2 Einrichtungen:	Abzug	15 %
Bei Fortfall von 3 Einrichtungen:	Abzug	30 %
Bei Fortfall von 4 Einrichtungen:	Abzug	40 %
Bei Fortfall von 5 Einrichtungen:	Abzug	50 %
Bei Fortfall von 6 Einrichtungen:	Abzug	65 %
Bei Fortfall von 7 und mehr Einrichtungen:	Abzug	100 %

Wertfunktionen und Abschlagsfaktoren bilden die Grundlage für die situative Erfassung spezifischer Erreichbarkeiten. Zur Verständlichung der verfahrenstechnischen Vorgehensweise soll die Darstellung der Tabelle 4, eine wertfunktionale Auswertung von vier unterschiedlichen Situationen, dienen.

Zusammenfassend bietet das exemplarische Beurteilungskriterium „Zielwertbestimmung von Erreichbarkeiten“ approximative Vorstellungen über die Ausstattung von Neubaugebieten neben der hier angewendeten Funktion.

Synonym enthält die Untersuchung Wertfunktionen zur Bestimmung des IGF (z. B.

$y = \frac{0,60}{1 + x^2} + 0,40$), des ZWG nach der Funktionsgleichung $y = x^3$, des ZE-Kriteriums anhand von abgeleiteten Meßblättern sowie linearen Wertfunktionen und Abschlagsfunktionen ($y = \frac{100}{3} \cdot x^2 - \frac{200}{27} \cdot x^3$) und schließlich zur Bestimmung der verkehrsbedingten Immissionen die lineare Wertfunktion ZI.

Bei der Kosten-Nutzen-Betrachtung werden im Untersuchungszusammenhang monetäre Komponenten für folgende Faktoren ermittelt:

- Kosten für Erwerb von Wohneigentum,
- Betriebs- und Fahrzeitkosten für den Weg zur Arbeitsstätte,
- Kommunalaufwand für gebietsspezifische Folgekosten (Straßen, Plätze),
- Kommunalaufwand für „Erneuerungsmaßnahmen im Innenstadtbereich“, resultierend aus Maßnahmen zur Verbesserung des nutzwertanalytischen Zielwertes,
- Kommunalaufwand für die Folgekosten, resultierend aus den Erneuerungsmaßnahmen im Innenstadtbereich.

Das Ergebnis dieser Kostenkomponenten bildet im Kausalzusammenhang mit Zielwerten der Nutzwertanalyse transparente Entscheidungsfaktoren.

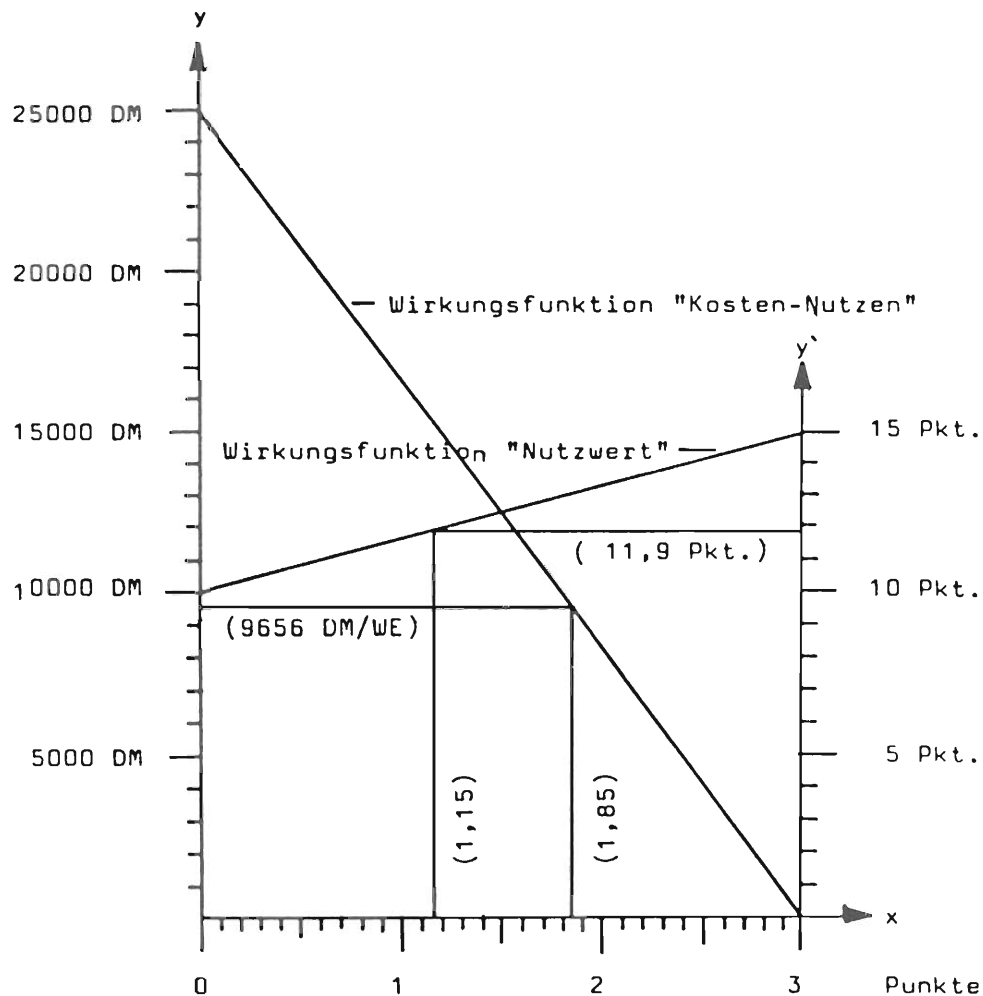
2.5 Wirkungsanalyse und Kopplung analytischer Komponenten

Aufgabe der Wirkungsanalyse ist es, ermittelte Ergebnisse der Moment-Analyse gegenüber alternativen Situationen hervorzuheben. Beide Dimensionen, die nicht-monetäre und monetäre Komponente, bilden für diesen Arbeitsschritt die Grundlage und werden, wie in der Moment-Analyse, weiterhin getrennt behandelt. Im Unterschied zur vorhergehenden Analyse berücksichtigt die Wirkungsanalyse ausmultiplizierte Zeitfaktoren.

Tabelle 4: Situative Zielwerte (ZE)

Zielkategorie	R [m]	status quo		Erneuerung		Stadtrand		Umland	
		R tats.	Pkt.	R tats.	Pkt.	R tats.	Pkt.	R tats.	Pkt.
1. Läden	727	30 m	2,95		2,95	900 m	920 m	1,50	
2. Gaststätten	727	30 m	2,95		2,95	500 m	370 m	-	
3. mediz. Einrichtungen	1073	30 m	2,95		2,95	950 m	-	1,40	
4. Bank/Post	865	500 m	1,30		1,30	860 m	470 m	0,90	
5. Kinderspielplatz	533	770 m	-	300 m	1,30	550 m	370 m	-	
6. Kindergarten	339	900 m	-	50 m	2,55	950 m	920 m	-	
7. Grundschule	787	350 m	1,70		1,70	900 m	920 m	-	
8. Schwimmen/Sport	1073	250 m	2,30		2,30	400 m	920 m	0,45	
9. Theater/Kino	1419	670 m	1,60		1,60	800 m	-	-	
10. Zentrum/FGZ	1073	500 m	1,60		1,60	-	-	-	
11. ÖPNV	727	50 m	2,85		2,85	900 m	370 m	1,50	
Mittelwertbildung bei Fortfall < 7			2,24		2,19			1,15	
Abschlagsfaktor ZE nach Tab. 3			15 %		0 %			65 %	
Zielwert ZE			1,90		2,20			0,40	

Abbildung 4: Kopplungsfunktion



Die nutzwertanalytischen und monetären Ergebnisse der Wirkungsanalyse bilden die Eingabegrößen für die Kopplungsfunktion (Abbildung 4). Im Gegensatz zu den Einzelzielbetrachtungen wird der wertfunktionale Höchstbetrag durch maximal erreichbare Punktschwellen (am Beispiel $5 \times 3 = 15$ Punkte) bestimmt. Der untere Schwellenwert sollte spürbar über Punktzahlen liegen, bei denen Negativerscheinungen nicht auszuschließen sind. In der Wertfunktion liegt der 0-Wert bei 10 Punkten (fünf Beurteilungspunkte je 2 Punkte ergibt 10 Punkte).

Ähnliche Überlegungen liegen den Ableitungen der monetären Wertfunktion zugrunde.

Die multiplikative Verknüpfung beider Bewertungszahlen (Abbildung 4) führt zu den Aussagen:

- sowohl die monetäre als auch die nicht-monetäre Komponente „wirkt“ innerhalb der erforderlichen Funktionsebene ($1,85 \times 1,15 = 2,13$),
- gegenüber verschiedenen Wirkungsbetrachtungen nimmt die dargestellte die Rangordnung 2,13 zwischen 0 und 9 ein.

Sollte eine Eingangsgröße – monetär oder nicht-monetär – „0“ betragen, ist das beabsichtigte Ziel zu verwerfen; weder Produktenwert noch die Rangordnung rechtfertigen z. B. den Einsatz öffentlicher Mittel.

3. Anwendung des Verfahrens am Beispiel der Stadt Oldenburg

Die praktische Handhabung des vorgeschlagenen Modells setzt eine Erfassung und Ergründung lokaler Wanderungsbewegungen voraus. Um festzustellen, welche Motive innerstädtische Bevölkerungsteile veranlassen, den Wohnstandort an den Stadtrand oder in das nahe gelegene Umland zu verlagern, wurden Abwandernde im Rahmen ihrer Ummeldung nach dem Beweggrund für ihren Wanderungsentschluß befragt. Die Ergebnisse der Wanderungsmotivbefragung – in der empirischen Sozialforschung als eingeschränkte Zufallsstichprobe zu definieren – zeigten, daß neben Gründen wie Lärm, Wohnungsgröße und Arbeitsplatzwechsel der Wohnwunsch „Erwerb“ bei vielen Bevölkerungsteilen der Oldenburger Innenstadt eine dominierende Rolle für ihren Wanderungsentschluß spielen. Dieser Tatbestand veranlaßte die Verfasser, im Rahmen der Nutzen-Kosten-Untersuchung folgende Betrachtungen anhand repräsentativer Situationsalternativen gegenüberzustellen:

- status quo im Innenstadtbereich gegenüber Ansiedlung am Stadtrand,
- status quo im Innenstadtbereich gegenüber Ansiedlung im Stadtumland,
- Erneuerungsmaßnahmen im Innenstadtbereich gegenüber Ansiedlung am Stadtrand,
- Erneuerungsmaßnahmen im Innenstadtbereich gegenüber Ansiedlung im Stadtumland.

Angesichts der Strukturveränderungen in Innenstadtbereichen und des Defizits im Theoriewissen respektive Kausalerkennung bildet die in Abbildung 2 dargestellte Zielübersicht eine geeignete Grundlage zur Offenlegung von Beziehungen und Verknüpfungen räumlicher, funktionaler, wirtschaftlicher und sozialer Strukturen.

Dies gilt auch für das lokale Fallbeispiel.

Die im partiellen Schritt der Moment-Analyse erzielten Nutzwerte und Kosten-Nutzen-Ergebnisse weisen auf die Brauchbarkeit der gewählten Methodik hin:

Situation Status Quo

Summe der Zielwerte:	8,7 von 15 Punkten
Erwerbskosten:	364.000 DM/WE
Folgekosten Straßen/Wege:	14 DM/WE · J

<i>Situation Erneuerung</i>	11,9 von 15 Punkten
Summe der Zielwerte:	364.000 DM/WE
Erwerbskosten:	10 DM/WE · J
Folgekosten Straßen/Wege:	3.085 DM/WE
einmalige Investitionen:	225 DM/WE · J
laufende zusätzliche Investitionen:	

<i>Situation Stadtrand</i>	5 von 15 Punkten
Summe der Zielwerte:	330.000 DM/WE
Erwerbskosten:	
Betriebs- und Zeitkosten für Fahrten Wohnung/Arbeitsplatz:	1.570 DM/WE · J
Kommunalaufwand:	
Erschließung:	2.813 DM/WE
Folgekosten Straßen/Wege:	73 DM/WE · J

<i>Situation Umland</i>	5,1 Punkte von 15 Punkten
Summe der Zielwerte:	291.000 DM/WE
Erwerbskosten:	
Betriebs- und Zeitkosten für Fahrten Wohnung/Arbeitsplatz:	2.570 DM/WE · J
Kommunalaufwand:	
Erschließung:	2.000 DM/WE
Folgekosten Straßen/Wege:	69 DM/WE · J

In der Wirkungsanalyse werden neben den Nutzwertveränderungen z. B. im Fall „statt Stadtrand als Wanderungsziel – Erneuerungsmaßnahmen im Innenstadtbereich“ die Kosten und Nutzen zu vergleichender Handlungen gegenübergestellt:

z. B. Wirkungsanalyse III: statt Stadtrand als Wanderungsziel – Erneuerung

$$W_{IIIa} = (330.000 \text{ DM} - 364.000 \text{ DM}) + 1.570 \text{ DM} \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1} + (14 \text{ DM} - 10 \text{ DM}) \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1} - 3.085 \text{ DM} - 225 \text{ DM} \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1} + 2.813 \text{ DM} + 73 \text{ DM} \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1} = 5.942 \text{ DM/WE}$$

W_{IIIb} = Nutzwert im ausgewählten Umfeldbereich innerhalb der Innenstadt durch die anzustrebende Erneuerung auf 11,9 Punkte gestiegen.

Anmerkung: Ungeachtet der Baufinanzierungskosten erfährt der Eigentümererwerber durch die Fahrtkosteneinsparungen monetäre Vorteile. Die kommunalen Kosten sind, bedingt durch die Einsparung kommunaler Ausgaben für die Gebietserschließung am Stadtrand, relativ gering.

Die zweite Bedingung, Nutzwertsteigerung, ist ebenfalls erfüllt.

Mit der Feststellung individueller Wirkungen endet der Arbeitsschritt der Wirkungsanalyse,

Tabelle 5: Gegenüberstellung der behandelten Alternativen in bezug auf ihre Wirkungen

	Wirkungsanalyse I „statt Stadtrand: status quo“	Wirkungsanalyse II „statt Umland: status quo“	Wirkungsanalyse III „statt Stadtrand: Erneuerung“	Wirkungsanalyse IV „statt Umland: Erneuerung“
A) Ergebnis der Wirkungsanalyse		Ermittlung erübrigt sich; siehe C)		
<u>DM</u> Punkte	<u>+ 15 277,-</u> 8,7		<u>+ 5 942,-</u> 11,9	<u>- 9 556,-</u> 11,9
B) Ergebnis der monetären Wertfunktion	3 Punkte	–	3 Punkte	1,85 Punkte
C) Ergebnis der nutzwertanalytischen Wertfunktion	0 Punkte	0 Punkte	1,15 Punkte	1,15 Punkte
D) Verknüpfungswert der Zeilen B) und C)	0 Punkte	0 Punkte	3,45 Punkte	2,13 Punkte
E) Rangfolgenzahl	–	–	1	2

die sich von den vorherigen und nachfolgenden Untersuchungen durch das Fehlen begleitender Wertfunktionen unterscheidet.

Die Kopplung analytischer Komponenten bedeutet bewertende Zusammenfassung strukturunterschiedlicher Dimensionen. Demnach werden in der Kopplungsebene Elemente der Nutzwertanalyse und Elemente der Kosten-Nutzen-Analyse mit Hilfe analytischer Instrumente getrennt bewertet, beurteilt und durch Verknüpfungsmuster zusammengefaßt.

Zurückkommend auf die durchgeführten Wirkungsanalysen (W_{III} usw.) unter Einbeziehung des Ergebnisses der Kopplungsfunktion (gem. Abb. 4) läßt sich zusammenfassend sagen, daß der Abwanderungsentwicklung aus wohnungsspezifischen Gründen am ehesten entgegengewirkt werden kann, wenn es gelingt, die Qualität des Wohnumfeldes in Innenstadtbereichen zu verbessern und den Wohnungs- und Grundstücksmarkt bürgerorientiert auszurichten, d. h. entsprechend auf die Wohnungs- und Grundstückspreise einzuwirken.

Um die Lesbarkeit und Transparenz der theoretisch vorbereiteten und praktisch erprobten Untersuchungsschritte zu erhöhen, erfolgt in Tabelle 5 eine Gegenüberstellung der Alternativen, wobei der Begriff Alternative weniger die Auswahl eines bewerteten Standortes (einer bewerteten Situation) dokumentiert, sondern als Wirkungsalternative einer

simulierten Situation zu verstehen ist. Das Ergebnis der Wirkung betroffener Bevölkerungsteile, die sich in der dargestellten Alternative zwischen z. B. einem Wohnstandort im Umland und einem „erneuerten“ Wohnstandort im Innenstadtbereich zu entscheiden haben, führt zu monetären und nutzwertanalytischen Qualitätsaussagen dieser spezifischen Handlungsmöglichkeit. Die der Tabelle 5 zu entnehmenden vier Wirkungsaussagen sollen insbesondere den derzeitigen Innenstadtbewohnern wie auch den Verantwortlichen in Politik und Planung klar vor Augen geführt werden. Während die Rangfolgezahl 1 in Zeile E der Tabelle 5 einen Verknüpfungswert von „3,45“ dokumentiert, weist die nachfolgende Wirkungsbetrachtung (Rangfolgezahl 2 mit dem Wert „2,13“) bereits auf Nachteile gegenüber der erstbehandelten Alternative hin. Die Nachteile der Wirkungsanalyse IV gegenüber der Wirkungsanalyse III resultieren aus den Divergenzen in der monetären Objektbetrachtung, den geringeren Fahrtkosteneinsparungen und dem in der Nutzengleichung fortgefallenen Wert der umlandspezifischen kommunalen Erschließungsbelastung.

Zusammenfassend weist das vorgelegte Instrument auf die Bedeutung der Einbeziehung individueller Komponenten hin. Vorteile wie z. B. Einsparungen von Fahrtkosten erhöhen den untersuchungsspezifischen Objektivitätsgrad und sind, streng rational betrachtet, in Nutzen-Kosten-Untersuchungen unbedingt zu berücksichtigen.

Summary

Measures for the improvement of the vicinities of residential areas in cities to reduce or to stop negative aspects like the run away of the city must be important points of the future discussion about town-development-politics.

The results of the interviews with the population in residential areas and the methodical statements, which were especially developed for this purpose, show that

- the use of cost-benefit-analysis is not an institutionalized instrument in this context.
- a transmission of the method is possible, if some modification, f. e. the size of the study-areas, will be made and that
- inhabitant-interviews can make an important contribution to the realisation of cost-benefit-analyses.

In its use, the developed methodical statement is a timeless study-method. The changing wishes and opinions about the quality of the vicinity of residential areas can be developed and evaluated as variable criterias.

Ein innovatives Modellsystem zur Serviceplanung im öffentlichen Personennahverkehr

VON ALFRED H. NICKESSEN, ESSEN, UND
ARNIM H. MEYBURG, ITHACA, N. Y.

v. st. b

Überblick

Das Ziel des vorliegenden Beitrags war die Entwicklung eines leicht anwendbaren Modellsystems zur Serviceplanung im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Das wesentliche Merkmal des Modellsystems besteht darin, daß es Informationen benutzt, die aus leicht durchführbaren ÖPNV-Zu- und Abgangszählungen an Haltestellen gewonnen werden können. Sämtliche Modellparameter werden entweder direkt der Verkehrsliteratur entnommen oder aus allgemein verfügbaren Flächennutzungs- und sozioökonomischen Daten hergeleitet. Kosten- und zeitintensive Haushaltsbefragungen und Modellkalibrierungen sind nicht notwendig.

Eine Folge von sehr einfachen Verkehrserzeugungs-, Verkehrsverteilungs- und Verkehrsmittelwahlmodellen erzeugt fahrtzweckspezifische ÖPNV-Fahrtenmatrizen, die im folgenden als „geschätzte“ Fahrtenmatrizen bezeichnet werden. Diese Matrizen und die an Haltestellen erfaßten ÖPNV-Zu- und Abgänge werden in einem Linearen Programmierungsmodell benutzt, das als Korrekturmechanismus Verwendung findet. Die Zunahme an Genauigkeit in den fahrtzweckspezifischen „geschätzten“ Fahrtenmatrizen wird durch die Ausnutzung von Informationen erreicht, die in den ÖPNV-Zu- und Abgangszählungen stecken. Die sich daraus ergebenden „korrigierten“ Fahrtenmatrizen können anschließend in einer sogenannten Pivot-Point-Analyse verwendet werden, um die Auswirkungen von Reisezeit- und Reisekostenänderungen auf die ÖPNV-Benutzung zu simulieren. Aus diesem Schritt ergeben sich „revidierte“ Fahrtenmatrizen, die dem ÖPNV-Betreiber als Basis für Betriebskosten- und Betriebseinnahmeschätzungen dienen.

Die Resultate einer Anwendung des Modellsystems am Beispiel der Stadt Springfield im U.S.-Bundesstaat Missouri zeigen, daß es genaue Ergebnisse liefern kann, vorausgesetzt, es liegen repräsentative Zu- und Abgangszählungen vor, und die von den ersten drei Modellkomponenten geschätzten Fahrtenmatrizen sind einigermaßen genau.

Anschriften der Verfasser:

Alfred H. Nickesen
Verkehringenieur in Firma
Dr.-Ing. Walter GmbH + Co KG (DIWI) International
Beratende Ingenieure
Wittenbergstraße 10 – Postfach 10 43 52
4300 Essen 1

Arnim H. Meyburg
Professor und Chairman
Department of Environmental Engineering
Cornell University
Hollister Hall
Ithaca, New York 14853 / U.S.A.

1. Dem Modellsystem unterliegende Konzepte

Die Betreiber von öffentlichen Personennahverkehrssystemen befinden sich unter dem Druck, ihre Verkehrsmittel möglichst flächendeckend und mit hoher Frequenz, gleichzeitig aber auch möglichst kosteneffizient anzubieten. Aus diesem Grunde muß ein ÖPNV-Unternehmer in der Lage sein, den von seinem System gebotenen Service quantitativ zu erfassen, um ersehen zu können, ob die durch den angebotenen Service anfallenden Betriebskosten in einem befriedigenden Verhältnis zu den Einnahmen stehen.

Den meisten Betreibern von ÖPNV-Systemen fehlt jedoch das analytische Werkzeug, um derartige Serviceplanungen durchführen zu können. Es besteht ohne Zweifel ein akuter Mangel an leicht anwendbaren Analyse- und Prognosetechniken, die es den Betreibern von ÖPNV-Systemen ermöglichen würden, derartige Untersuchungen fortwährend und eigenständig durchzuführen.

Diesem Mangel entsprechend war es das Ziel der vorliegenden Arbeit, ein einfaches und leicht anwendbares Modellsystem für Analyse- und Prognosezwecke im öffentlichen Personennahverkehr zu entwickeln und zu testen. Das hier vorgestellte Modellsystem wurde für Städte in der Größenordnung von 50.000 bis 500.000 Einwohnern konzipiert. Um eine einfache Modellanwendung sicherstellen zu können, ist eine Sequenz von fünf Teilmodellen erdacht worden, die vom traditionellen Vierstufenmodell der Verkehrsplanung entscheidend abweicht. Die im folgenden ausführlicher beschriebene Modellsequenz basiert auf der Idee, fahrtzweckspezifische ÖPNV-Fahrtenmatrizen auf der Basis von ÖPNV-Zu- und Abgangszählungen an Haltestellen und leicht zugänglichen Flächennutzungs- und sozioökonomischen Daten zu erstellen.

Abbildung 1 zeigt das Modellsystem, das die folgenden wesentlichen Merkmale aufweist:

1. Die fünf Modellkomponenten sind Modelle zur Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung, Verkehrsmittelwahl, ein Lineares Programmierungsmodell und ein Modell zur Pivot-Point-Analyse.
2. Die vorliegende Modellversion umfaßt zwei Verkehrsmittel, öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) und Individualverkehr (IV), und drei Verkehrszwecke, d. h. Fahrten zwischen Wohnung und Arbeitsplatz (WA), Fahrten zwischen Wohnung und allen übrigen Reisezielen (WÜ) und Fahrten, die nicht an der Wohnung beginnen oder enden (nicht wohnungsbezogen – NWB).
3. Drei Kategorien von Dateninputs sind notwendig: (a) Flächennutzungs- und sozioökonomische Daten, (b) ÖPNV-Zu- und Abgangszählungen an Haltestellen und (c) Level-of-Service (LOS) Daten für die beiden Verkehrsmittel ÖPNV und IV.
4. Zur Abschätzung der Benutzung des ÖPNV-Systems werden Fahrtenmatrizen erstellt.

Der Zweck des Verkehrserzeugungsmodells ist die Abschätzung aller Fahrten pro Verkehrszweck, die von jeder Zone des Untersuchungsgebietes erzeugt (Quellverkehr) und angezogen (Zielverkehr) werden. Flächennutzungs- und sozioökonomische Daten bilden den Input für dieses Modell.

Im Verkehrsverteilungsmodell werden die Fahrten zwischen allen Zonen auf der Basis der im Erzeugungsmodell errechneten Quell- und Zielverkehre und zusätzlicher Wider-

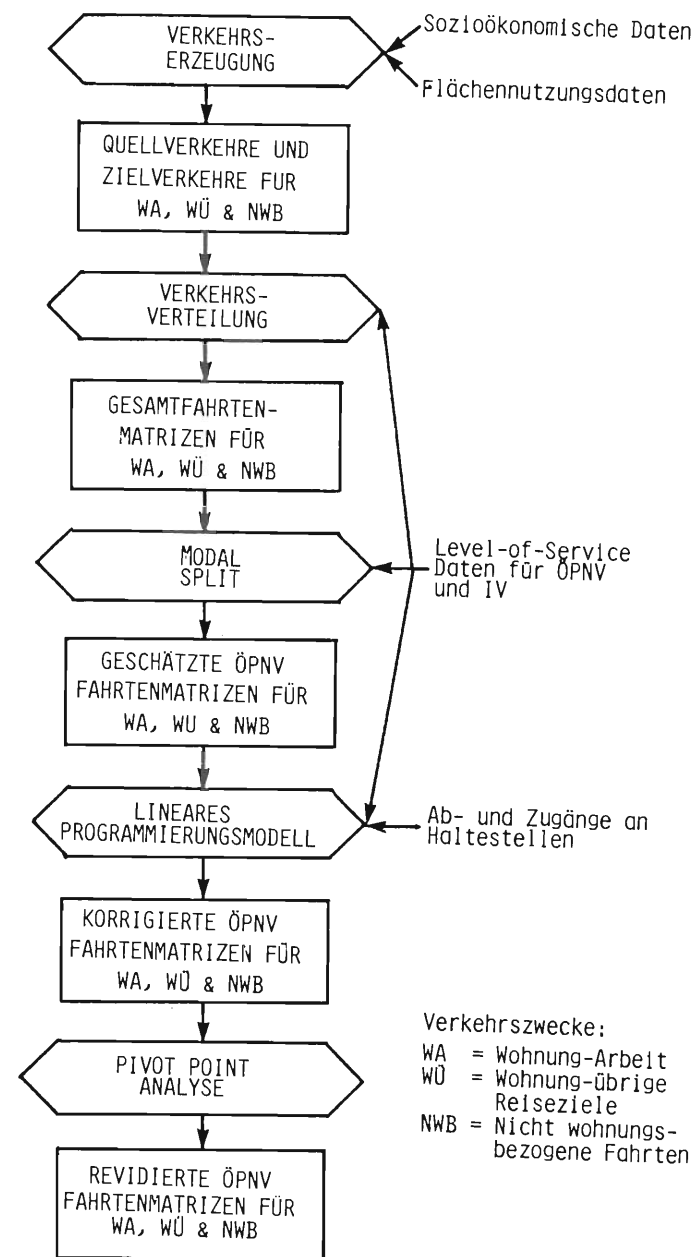


Abbildung 1: Modellsystem zur Serviceplanung im öffentlichen Personennahverkehr

standsmatrizen ermittelt. Output dieses Modells sind fahrtzweckspezifische Fahrtenmatrizen.

In der Modal-Split-Phase werden die aus der Verteilung kommenden Fahrtenmatrizen auf den IV und ÖPNV aufgeteilt. Level-of-Service-Daten, die die beiden Verkehrssysteme beschreiben, dienen als weiterer Input. Der Output des Modal-Split-Modells sind sogenannte „geschätzte“ ÖPNV-Fahrtenmatrizen, die dem Betreiber eine grobe Abschätzung der fahrtzweckspezifischen Benutzung des ÖPNV-Systems geben.

In der vierten Modellphase wird ein Lineares Programmierungsmodell eingeschaltet, welches auf der Basis der geschätzten Fahrtenmatrizen und der Zu- und Abgangszählungen an Haltestellen „korrigierte“ Fahrtenmatrizen errechnet. Da die Zu- und Abgangszählungen alle Verkehrszwecke umfassen, müssen die aus dem Modal Split stammenden drei fahrtzweckspezifischen Fahrtenmatrizen zu einer Gesamtmatrix aggregiert werden. Folglich repräsentiert die vom Linearen Programmierungsmodell errechnete Matrix ebenfalls alle Verkehrszwecke. Die Anwendung von Verkehrszweckfaktoren, die aus der Verkehrsverteilung gewonnen werden, führt jedoch dann wieder zu fahrtzweckspezifischen korrigierten Fahrtenmatrizen. Der Zweck der Anwendung des LP-Modells besteht in einer Verbesserung der Genauigkeit der drei fahrtenspezifischen ÖPNV-Fahrtenmatrizen, die von den ersten drei Modellkomponenten nicht erreicht werden kann.

Das abschließende Pivot-Point-Modell dient der Simulation des Benutzerverhaltens als Reaktion auf Veränderungen im ÖPNV-System, wie z. B. Fahrpreis- oder Reisezeitveränderungen. Ein sogenanntes inkrementelles Modal-Split-Modell wird benutzt, um mit Hilfe der angenommenen Veränderungen im Verkehrssystem Veränderungen in der Benutzerrhäufigkeit abzuschätzen. Output dieses Modells sind sogenannte „revidierte“ Fahrtenmatrizen.

Es ist zu beachten, daß die geschätzten, korrigierten und revidierten ÖPNV-Fahrtenmatrizen verschiedenen Zwecken dienen. Die geschätzten Fahrtenmatrizen geben einen ersten Anhaltspunkt für die Benutzung des ÖPNV-Systems. Sie werden durch die Anwendung des LP-Modells in ihrer Genauigkeit verbessert, was zu den korrigierten Fahrtenmatrizen führt. Diese geben eine Bestandsaufnahme der zum Analysezeitpunkt existierenden ÖPNV-Benutzung. Die revidierten ÖPNV-Fahrtenmatrizen entstehen, indem man auf der Basis der korrigierten Matrizen bestimmte Maßnahmen wie Fahrpreis- und Reisezeitänderungen simuliert. Diese wiederum verschaffen dem Betreiber des ÖPNV-Systems eine Grundlage für die Beurteilung solcher Maßnahmen und repräsentieren eine simulierte ÖPNV-Benutzung.

2. Austesten gewählter Modellkomponenten

Das zum Austesten aller Modelle gewählte Busnetz und Zonensystem ist in Abbildung 2 dargestellt. Alle als Input und zur Kontrolle der Modellergebnisse benötigten Daten entstammen einer sehr umfassenden Verkehrsstudie für die Stadt Springfield im U.S.-Bundesstaat Missouri aus dem Jahre 1977. Das hier benutzte Busnetz entspricht dem im Jahre 1977 im Betrieb befindlichen Netz in seinen wesentlichen Eigenschaften. Es besteht aus sechs Buslinien, die alle durch den zentralen Busbahnhof (Haltestelle 102) im Stadt-

zentrum laufen. Das Stadtgebiet wurde in 25 Zonen aufgeteilt, wobei die Zone 1 dem Stadtzentrum entspricht, die Zonen 2, 4 und 5 andere Geschäfts- und Industriegebiete sind und alle anderen Zonen hauptsächlich dem Wohnen und der wohnungsnahen Erholung dienen.

Für das Jahr 1977 zur Verfügung stehende Verkehrserhebungen und -analysen (im folgenden für den Vergleich mit den in dieser Arbeit erlangten Modellergebnissen immer als Basiswerte bezeichnet) zeigen, daß sich das tägliche Verkehrsaufkommen im ÖPNV auf ca. 38.000 Fahrten beläuft, was einem Anteil von 8,4 % am gesamten täglichen Verkehrsaufkommen entspricht. Damit war ein Richtwert vorgegeben, der durch das zu testende Modellsystem möglichst genau approximiert werden sollte.

Die gewählten ersten drei Modellkomponenten umfassen ein sehr einfaches Verkehrserzeugungsmodell, das mit Verkehrsraten arbeitet, ein Gravitationsmodell zur Verkehrsverteilung und ein Logit-Modell für den Modal Split. Diese drei Modelle und die mit ihnen erzielten Ergebnisse werden im folgenden näher vorgestellt.

Das Verkehrserzeugungsmodell ermöglicht eine Abschätzung der täglich erzeugten und angezogenen Fahrten in jeder Zone. Der Modellteil zur Verkehrserzeugung besteht aus drei Fahrtenraten, den drei betrachteten Verkehrszwecken entsprechend¹⁾. Diese Fahrtenraten werden in Personenfahrten pro Haushalt ausgedrückt und ließen sich wie folgt herleiten. Eine Auswertung der amerikanischen Verkehrsliteratur ergab²⁾, daß eine Fahrtenrate von 3,5 Fahrten pro Person und Tag angebracht erschien. Da im Untersuchungsraum 139.171 Personen und 50.789 Wohneinheiten vorzufinden waren, ergab sich eine durchschnittliche tägliche Fahrtenrate pro Haushalt von 9,95 Fahrten. Fahrtzweckspezifische Fahrtenraten ergaben sich über Aufteilungsfaktoren, die ebenfalls der amerikanischen Verkehrsliteratur entnommen wurden³⁾. Folgende drei Faktoren wurden benutzt:

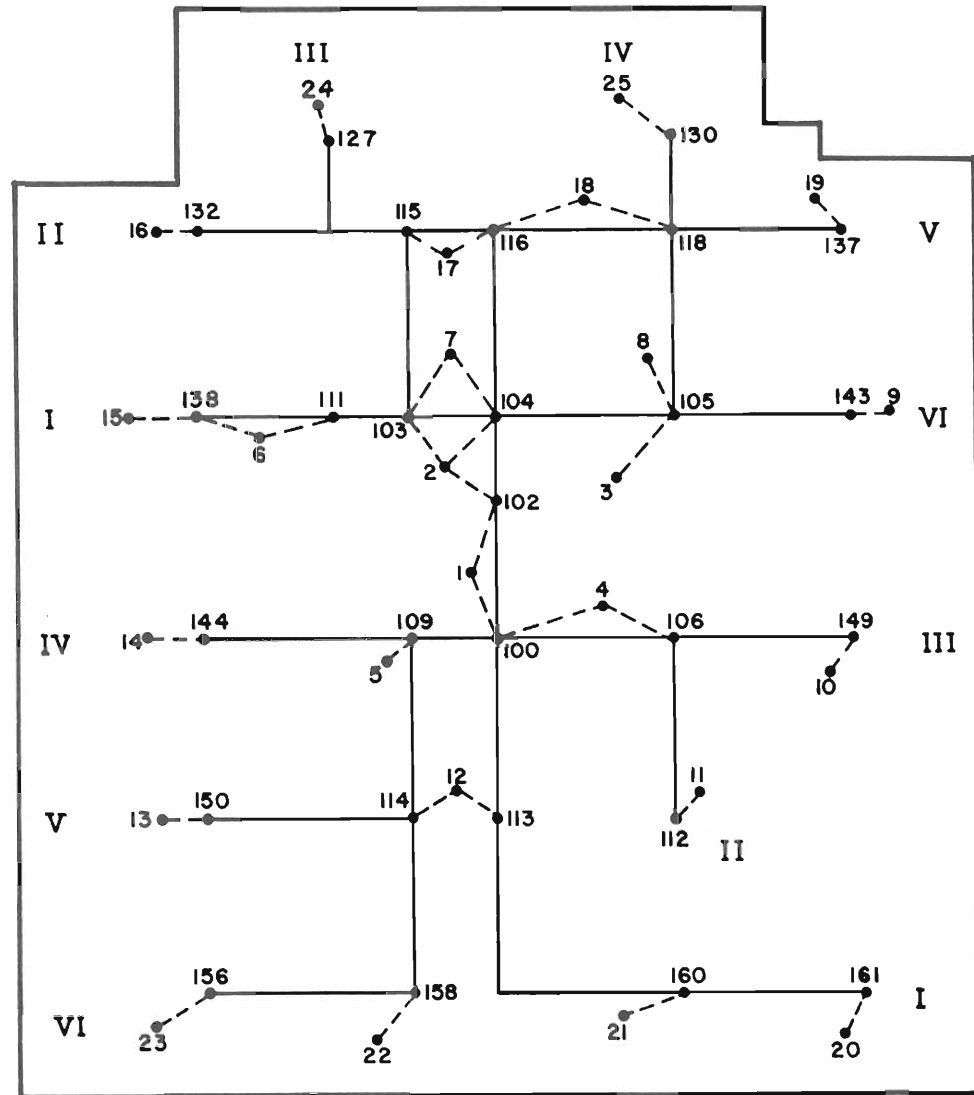
1. Für Fahrten zwischen Wohnung und Arbeitsplatz (WA)	0,20
2. Für Fahrten zwischen Wohnung und allen übrigen Reisezielen (WÜ)	0,57
3. Für alle nicht-wohnungbezogene Fahrten (NWB)	0,23

Tabelle 1 enthält die drei fahrtzweckspezifischen Fahrtenraten, die in das hier benutzte Verkehrserzeugungsmodell eingegeben wurden.

Tabelle 1: *Vorzugebende Fahrtenraten*

Für Fahrten zwischen Wohnung und Arbeitsplatz (WA)	1,99
Für Fahrten zwischen Wohnung und allen übrigen Reisezielen (WÜ)	5,67
Für alle nicht-wohnungbezogene Fahrten (NWB)	2,29
Fahrten pro Haushalt und Tag	9,95

- 1) Vgl. R. H. Pratt Associates, Inc., UMODEL User's Guide with case studies. Prepared for U.S. Department of Transportation, Washington, D.C. (auf dem UTPS Band).
- 2) Vgl. Sosslau, A., Hassam, A. B., Carter, M. M., and Wickstrom, G. V., Quick-response urban travel estimation techniques and transferable parameters. User's Guide. NCHRP Report 187, Washington, D.C. 1978; Urban Mass Transportation Administration, Characteristics of urban transportation demand. A handbook for transportation planners, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C. 1978 (auf dem UTPS Band); Baerwald, J. (Ed.), Transportation and Traffic Engineering Handbook. Institute of Traffic Engineers, 1979.
- 3) Vgl. Sosslau, A., et. al., Quick-response . . . , a.a.O.



LEGENDE

- VI BUSLINIE
- 23 ZONENMITTELPUNKT
- 156 HALTESTELLE
- VERBINDUNG ZONENMITTELPUNKT - ÖPNV NETZ
- STRECKENABSCHNITT IM ÖPNV NETZ

Abbildung 2: Busnetz und Zonensystem der Test-Stadt

Der Modellteil zur Verkehrsanziehung besteht aus folgenden drei Gleichungen (R. H. Pratt Associates, Inc., 1979):⁴⁾

1. Angezogene Fahrten pro Zone Wohnung – Arbeitsplatz (WA) = f_1 (1.7 x Gesamtbeschäftigte pro Zone) (1)
2. Angezogene Fahrten pro Zone Wohnung – alle übrigen Reiseziele (WÜ) = f_2 (10.0 x Beschäftigte im Einzelhandel pro Zone + 0.5 x Gesamtbeschäftigte minus Beschäftigte im Einzelhandel pro Zone + 1.0 x Anzahl Wohneinheiten pro Zone) (2)
3. Angezogene Fahrten pro Zone nicht wohnungsbezogene Fahrten (NWB) = f_3 (2.0 x Beschäftigte im Einzelhandel pro Zone + 2.5 x Gesamtbeschäftigte minus Beschäftigte im Einzelhandel pro Zone + 0.5 x Anzahl Wohneinheiten pro Zone) (3)

f_1, f_2, f_3 sind das gesamte Untersuchungsgebiet repräsentierende Korrekturfaktoren, die wie folgt definiert werden:

$$f_1 = \frac{\text{Erzeugte Fahrten zwischen Wohnung + Arbeitsplatz in allen Zonen}}{1.7 \times \text{Gesamtbeschäftigte in allen Zonen}} \quad (4)$$

$$f_2 = \frac{\text{Erzeugte Fahrten zwischen Wohnung + übrigen Zielen in allen Zonen}}{10.0 \times \text{Beschäftigte im Einzelhandel in allen Zonen} + 0.5 \times \text{Gesamtbeschäftigte minus Beschäftigte im Einzelhandel in allen Zonen} + 1.0 \times \text{Anzahl Wohneinheiten in allen Zonen}} \quad (5)$$

$$f_3 = \frac{\text{Erzeugte nicht wohnungsbezogene Fahrten in allen Zonen}}{2.0 \times \text{Beschäftigte im Einzelhandel in allen Zonen} + 2.5 \times \text{Gesamtbeschäftigte minus Beschäftigte im Einzelhandel in allen Zonen} + 0.5 \times \text{Anzahl Wohneinheiten in allen Zonen}} \quad (6)$$

4) Vgl. Federal Highway Administration, Urban Trip Distribution Friction Factors, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C. 1974.

Diese Korrekturfaktoren sorgen dafür, daß die Summe aller angezogenen Fahrten pro Verkehrszweck der Summe aller erzeugten Fahrten für jeden der drei Fahrtzwecke entspricht.

Die Resultate der Verkehrserzeugung sind in Tabelle 2 dargestellt. Um die Brauchbarkeit des Modells abschätzen zu können, sind die der 1977er Studie entnommenen Resultate der Verkehrserzeugung (Basiswerte) aufgeführt.

Tabelle 2: *Geschätzte Verkehrserzeugung im Vergleich zu Basiswerten*

Verkehrszweck	Geschätzte Fahrten	Basiswerte
Wohnung – Arbeitsplatz (WA)	97.413 (20 %)	95.173 (20 %)
Wohnung – alle übrigen Reiseziele (WÜ)	277.612 (57 %)	247.096 (51 %)
Nicht wohnungsbezogene Fahrten (NWB)	112.040 (23 %)	139.818 (29 %)
Summe aller Personenfahrten	487.065 (100 %)	482.087 (100 %)

Ein Vergleich der vom Modell produzierten Fahrten mit diesen Basiswerten zeigt, daß dieses mit einfachen Fahrtenraten arbeitende Modell in der Lage war, die Summe aller Fahrten pro Verkehrszweck mit beträchtlicher Genauigkeit zu reproduzieren. Die Summe aller täglichen Personenfahrten wird sogar nur um 4978 Fahrten (ca. 1 %) überschätzt. Allerdings sagen diese Zahlen nichts über die Genauigkeit aus, die das Modell für die Verkehrserzeugung pro Zone erreichen konnte.

Die erhaltenen Vektoren (6 Stück) für Verkehrserzeugung (Quellverkehr) und -anziehung (Zielverkehr) pro Verkehrszweck bilden den Übergang zur Verkehrsverteilung. Zur Anwendung kam ein Gravitationsmodell der einfachsten Form:

$$T_{ij}^z = \frac{P_i^z \cdot A_j^z \cdot I_{ij}^z}{\sum_j A_j^z \cdot I_{ij}^z} \quad (7)$$

wobei bedeuten:

T_{ij}^z = alle Fahrten zwischen Zone i und Zone j

P_i^z = Quellverkehr der Zone i

A_j^z = Zielverkehr der Zone j

I_{ij}^z = Widerstandsmatrix, die die Raumüberwindung für beide betrachteten Verkehrsmittel zwischen Quellen i und Zielen j berücksichtigt

z = alle Input- und Outputwerte sind fahrtzweckspezifisch

Da es ein Ziel der vorliegenden Arbeit war, möglichst einfache Modelle ohne die Notwendigkeit der Modellkalibrierung zu entwickeln, wurde für die Erstellung der drei Widerstandsmatrizen auf Forschungsergebnisse des U.S.-Verkehrsministeriums zurückgegriffen. In der zitierten Studie "Urban Trip Distribution Friction Factors" sind die Kali-

brierungsergebnisse fast aller Verkehrsverteilungsmodelle für U.S.-Städte, nach Größenordnung unterschieden, bis Anfang der siebziger Jahre zusammengestellt. Beispielsweise findet man in der Gruppe der 50.000 bis 500.000 Einwohner zählenden Städte die Widerstandsfaktoren, nach Verkehrszwecken getrennt, graphisch dargestellt (empirisch ermittelte Widerstandsfaktoren als Y-Werte und Reisezeit in Minutenabständen als X-Werte). In die graphische Darstellung aller Widerstandsfaktoren für die einzelnen Verkehrszwecke und Größenordnungen wurden Kurven eingerechnet, die die vorhandenen Kalibrierungsergebnisse am besten repräsentieren. Die Kurven entsprechen also dem Versuch einer räumlichen Übertragung der empirisch ermittelten Widerstandsfaktoren. Im Falle des Gravitationsmodells der Gleichung (7) wurden die den drei Verkehrszwecken entsprechenden Kurven für die Größenordnung 50.000 bis 500.000 Einwohner benutzt. Der Output der Verkehrsverteilung (siehe Abb. 1) besteht aus drei Gesamtfahrtenmatrizen, in denen die Summe aller Quell- bzw. Zielfahrten pro Verkehrszweck und die Gesamtsumme aller Quell- bzw. Zielfahrten natürlich mit den Werten der Tabelle 2 übereinstimmen.

Die Verkehrsmittelwahl erfolgte mittels eines Logit-Modells für zwei Verkehrsmittel. Logit-Modelle sind probabilistische Auswahlmodelle, die der Ökonometrie entstammen. Sie haben seit Mitte der siebziger Jahre vorwiegend in Nordamerika die herkömmlichen Verkehrsmittelwahlmodelle ersetzt. Auf eine ausführliche Darstellung dieses Modellansatzes muß jedoch an dieser Stelle verzichtet werden. Leicht verständliche Beschreibungen des Modells finden sich z. B. bei *Ben-Akiva* und *Atherton*, *R. H. Pratt Assoc.* und *Wermuth*⁵⁾. Im Rahmen dieser Arbeit kam folgende Form des Logit-Modells zur Anwendung:

$$P_{ijm}^z = \frac{e^{U_{ijm}^z}}{\sum_k e^{U_{ijk}^z}} \quad (8)$$

wobei bedeuten:

P_{ijm}^z = Auswahlwahrscheinlichkeit für die Wahl des Verkehrsmittels m (Auto oder ÖPNV) zwischen Zone i und Zone j

U_{ijm}^z = Nutzenfunktion (Nutzwert) für das Verkehrsmittel m zwischen Zone i und Zone j

k = laufender Index für beide Verkehrsmittel

z = alle Input- und Outputwerte sind fahrtzweckspezifisch

e = Basis des natürlichen Logarithmus

Die rechte Seite der Gleichung (8) zeigt, daß das Modell nur Wahrscheinlichkeiten bzw. Anteile liefern kann. Es wird deshalb auch oft als Anteilsmodell ("Share Model") be-

5) Vgl. *Ben-Akiva, M. and Atherton, T.*, Methodology for shortrange travel demand predictions, in: *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 7 (1977), S. 224 ff.; *R. H. Pratt Associates, Inc.*, Development and calibration of mode choice models for the Twin Cities Area, Washington, D.C. 1976; *Wermuth, M.*, Verhaltensorientierte Verkehrsnachfragemodelle – Prinzipien und praktische Anwendbarkeit, in: *Schriftenreihe der DVWG*, B 57 (1981), S. 96 ff.

zeichnet. Der eigentliche Modal Split wird durchgeführt, indem die aus der Verkehrsverteilung stammenden Gesamtfahrtenmatrizen T_{ij}^z mit den Wahrscheinlichkeitsmatrizen P_{ijm}^z gewichtet werden, also

$$T_{ijm}^z = P_{ijm}^z \cdot T_{ij}^z \quad (9)$$

wobei

T_{ijm}^z = alle Fahrten mit Verkehrsmittel m zwischen Zone i und Zone j für Fahrtzweck z.

T_{ijm}^z entspricht den geschätzten ÖPNV-Fahrtenmatrizen für die drei betrachteten Verkehrszwecke (siehe Abb. 1). Diese bilden den ersten Input für das Lineare Programmierungsmodell.

Für die Variable U_{ijm}^z wurde folgende Nutzenfunktion spezifiziert:

$$U_{ijm} = b_1 \cdot IVTT_{ijm} + b_2 \cdot OVTT_{ijm} + (b_3 / INCOME_i) \cdot OPTC_{ijm} \quad (10)$$

Hierbei bedeuten

$IVTT_{ijm}$ = innerhalb des Verkehrsmittels m verbrachte Reisezeit (in Minuten) zwischen Zone i und Zone j ($IVTT = \text{In-vehicle travel time}$)

$OVTT_{ijm}$ = außerhalb des Verkehrsmittels m verbrachte Reisezeit (in Minuten) zwischen Zone i und Zone j ($OVTT = \text{Out-of-vehicle travel time}$)

$OPTC_{ijm}$ = Reisekosten (in Cents) für Verkehrsmittel m zwischen Zone i und Zone j ($OPTC = \text{Out-of-pocket travel cost}$)

$INCOME_i$ = durchschnittliches Haushaltseinkommen in Zone i

b_1, b_2, b_3 = Koeffizienten

Untersuchungen in den U.S.A.⁶⁾ haben ergeben, daß die Werte der Koeffizienten b_1, b_2, b_3 räumlich übertragbar erscheinen. Es wurde festgestellt, daß Kalibrierungen der Nutzenfunktion in der Form der Gleichung (10) für verschieden große Städte in unterschiedlichen Teilen der U.S.A. zu nahezu zahlenmäßig gleichwertigen Parametern b_1, b_2, b_3 führten.

Um dem Ziel möglichst einfacher Modelle auch für die Modal-Split-Phase gerecht zu werden, wurden die in Tabelle 3 dargestellten Parameterwerte der Literatur entnommen⁷⁾:

Tabelle 3: Koeffizienten für Logit-Modell

Koeffizient für	WA	WÜ	NWB
$IVTT$ (in Minuten) = b_1	0.032	0.007	0.010
$OVTT$ (in Minuten) = b_2	0.052	0.018	0.025
$OPTC$ (in Cents) = b_3	0.010	0.010	0.004

6) Vgl. Ben-Akiva, M. and Atherton, T., Methodology . . . , a.a.O.

7) Vgl. Kumar, A., Pivot Point modeling procedures in demand estimation. ASCE Transportation Engineering Journal, Vol. 6 (1980), S. 647 ff.; R. H. Pratt Associates, Inc., Development . . . , a.a.O.

Werte der Variablen INCOME sind nur für die Verkehrszwecke WA und WÜ benutzt worden, nicht jedoch für den Verkehrszweck NWB, weil der Beginn einer NWB-Fahrt in Zone i nicht mit dem durchschnittlichen Haushaltseinkommen dieser Zone i in Zusammenhang gebracht werden darf. Für diesen Fall lautet die Nutzenfunktion demnach:

$$U_{ijm} = b_1 \cdot IVTT_{ijm} + b_2 \cdot OVTT_{ijm} + b_3 \cdot OPTC_{ijm} \quad (10a)$$

Die der Nutzenfunktion der Gleichungen (10) und (10a) zugrunde liegende Annahme besteht darin, daß das Auswahlverhalten von Verkehrsteilnehmern durch die vier Variablen IVTT, OVTT, OPTC und INCOME ausreichend genau erklärt werden kann. Da die Ergebnisse praktischer Modellanwendungen diese Annahme jedoch nicht rechtfertigen, enthalten die meisten Nutzenfunktionen Konstanten, die diejenigen Faktoren im Auswahlverhalten der Verkehrsteilnehmer zu berücksichtigen haben, die nicht explizit im Modell erklärt werden. Für ein Logit-Modell, das zwei Verkehrsmittel und drei Verkehrszwecke zu berücksichtigen hat, sind drei Konstanten zu errechnen, jeweils eine für einen Verkehrszweck, die der Nutzenfunktion des Verkehrsmittels Auto zugeschlagen werden. Im folgenden wird kurz beschrieben, wie diese drei Konstanten wertmäßig für den vorliegenden Untersuchungsraum hergeleitet wurden.

Zunächst ist davon ausgegangen worden, daß der Betreiber eines Nahverkehrssystems in der Lage ist, den Gesamt-ÖPNV-Anteil an allen täglichen Fahrten im Untersuchungsraum grob abzuschätzen. Da er die Anzahl der täglich verkauften Fahrscheine in den verschiedenen Preis- oder Tarifklassen kennt, kann er die Gesamtzahl der täglichen ÖPNV-Benutzer ermitteln. Wenn er zusätzlich die Gesamteinwohnerzahl des Untersuchungsraumes erfragt und eine bestimmte tägliche Fahrtenrate pro Einwohner (von z. B. 3,5 Fahrten pro Tag) zugrunde legt, läßt sich die Summe aller täglichen Fahrten im Untersuchungsraum und damit der gesuchte Gesamt-Modal-Split für ÖPNV schätzen. Dieser lag im vorliegenden Fall bei ca. 8 % und wurde für die folgende Rechnung benutzt.

Zunächst ließen sich mit Hilfe der Gleichungen (10) und (10a) den gesamten Untersuchungsraum repräsentierende fahrtzweckspezifische Durchschnittsnutzwerte, die mit einer ÖPNV-Fahrt und einer Autofahrt verbunden sind, berechnen. Diese sechs Nutzwerte reflektieren aber nur die Beiträge, die die Variablen IVTT, OVTT, OPTC und INCOME zur Erklärung der Verkehrsmittelwahl leisten konnten. In das Logit-Modell der Gleichung (9) eingesetzt, ergaben sie ÖPNV-Anteile, die den angenommenen ÖPNV-Modal-Split von 8 % bei weitem übertrafen. Somit waren die drei Konstanten der Nutzenfunktion des Verkehrsmittels Auto derart zu bestimmen, daß sie einen Gesamt-Modal-Split für ÖPNV von rund 8 % ermöglichen würden. Dieses ließ sich erreichen, indem die Durchschnittsnutzwerte für ÖPNV konstant gehalten und diejenigen des Verkehrsmittels Auto solange variiert wurden, bis die erzeugten Modal Splits dem „wahren“ Modal Split von 8 % nahe kamen.

In Tabelle 4 sind die Werte für die Konstanten in der Nutzenfunktion des Verkehrsmittels Auto enthalten. Mit Konstanten hat die Nutzenfunktion demnach folgendes Aussehen:

$$U_{ijm} = \pounds + b_1 \cdot IVTT_{ijm} + b_2 \cdot OVTT_{ijm} + b_3 \cdot OPTC_{ijm} \quad (10b)$$

wobei \pounds die Konstante darstellt.

Tabelle 4: Werte der Konstanten \mathcal{L} der Nutzenfunktion für das Verkehrsmittel Auto

Verkehrszweck	Wert
Wohnung – Arbeit (WA)	0.750
Wohnung – übrige Ziele (WÜ)	1.520
Nicht wohnungsbezogene Fahrten (NWB)	1.270

Die Größe dieser drei Werte für die Konstante zeigt, daß das Modal-Split-Modell ohne Konstanten in der Nutzenfunktion des Verkehrsmittels Auto die ÖPNV-Benutzung – wie gesagt – beträchtlich überschätzt hätte. Dieses impliziert, daß die Variablen IVTT, OVTT, OPTC und INCOME das Auswahlverhalten der Verkehrsteilnehmer nicht genau genug abbilden können.

In Tabelle 5 sind die Resultate, die mittels des Modal-Split-Modells erzeugt wurden, im Vergleich zu den Basiswerten dargestellt. Diese wurden wiederum der 1977er Springfield-Studie entnommen.

Tabelle 5: Reproduzierte Modal-Split-Ergebnisse im Vergleich zu den Basiswerten

	Modellergebnisse	Basiswerte
Summe aller ÖPNV-Fahrten	43.145	40.700
Intrazonale ÖPNV-Fahrten	6.284	2.626
Interzonale ÖPNV-Fahrten	36.861	38.074
Anteil ÖPNV	8,86 %	8,44 %

Generell zeigen die Ergebnisse, daß die getesteten drei Modelle in der Lage sind, die Basiswerte mit genügender Genauigkeit zu reproduzieren. Die Zahl der geschätzten interzonalen ÖPNV-Fahrten unterscheidet sich von der tatsächlichen Anzahl an interzonalen ÖPNV-Fahrten um nur 1213 Fahrten. Die große Überschätzung der intrazonalen Fahrten erscheint nicht schwerwiegend zu sein, da sich ÖPNV-Betreiber für diese Fahrten weniger interessieren. Ein Vergleich der geschätzten ÖPNV-Gesamtfahrtenmatrix, die also alle drei Verkehrszwecke umfaßt, mit der analogen Fahrtenmatrix der Springfield-Studie mittels einer einfachen Korrelationsrechnung ergab ein Bestimmtheitsmaß von 0,94. Aus diesem guten Ergebnis kann der Schluß gezogen werden, daß die hier vorgestellten einfachen Modelle zur Verkehrserzeugung, -verteilung und -mittelwahl für die Ermittlung von geschätzten ÖPNV-Matrizen gut genug sind.

3. Ein lineares Programmierungsmodell zur Korrektur von Fahrtenmatrizen

Die Rolle des LP-Modells als vierte Modellkomponente in der in Abbildung 1 gezeigten Modellsequenz ist die eines Korrekturmechanismus. Das Modell soll als eine Methode verstanden werden, mit deren Hilfe eine erste Abschätzung der ÖPNV-Benutzung (wie in den geschätzten Fahrtenmatrizen zum Ausdruck gebracht) in eine viel genauere Schätzung der ÖPNV-Benutzung (wie in den korrigierten Fahrtenmatrizen enthalten) umge-

wandelt werden kann. Der Gewinn an Genauigkeit wird dadurch erreicht, indem die durch Zu- und Abgangszählungen an Haltestellen gewonnenen Informationen vom LP-Modell ausgewertet werden. Damit stellt die hier benutzte Modellsequenz eine wesentliche Abweichung vom herkömmlichen Planungsprozeß in der Verkehrsplanung dar, der aus Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung, Verkehrsmittelwahl und Verkehrsumlegung besteht.

An ÖPNV-Haltestellen durchgeführte Abgangs- und Zugangszählungen geben Auskunft über den Umfang der ÖPNV-Benutzung auf den einzelnen Streckenabschnitten des ÖPNV-Netzes, die durch die Haltestellenabstände bestimmt sind. Im folgenden werden die aus Haltestellenzählungen gewonnenen Zu- und Abgangsinformationen als Streckenbelastungen bezeichnet. Diese Streckenbelastungsdaten alleine reichen für das LP-Modell jedoch nicht aus, um eine Fahrtenmatrix zu erzeugen, die die existierende ÖPNV-Nachfrage im Untersuchungsraum genügend genau reproduziert. Da normalerweise viel weniger Streckenabschnitte (d. h. Streckenbelastungsdaten) im Netz auftreten als Quell-Ziel-Beziehungen (d. h. Unbekannte) existieren, ist das LP-Modell unterspezifiziert⁸⁾. Um dieses Problem lösen zu können, wird neben den Streckenbelastungsdaten Information notwendig, die der geschätzten Fahrtenmatrix, gewonnen aus der Sequenz der drei ersten Modellkomponenten, entnommen wird. Diese Matrix, vorausgesetzt, sie ist einigermaßen genau, versorgt das LP-Modell mit einem sehr wesentlichen Merkmal für die Erstellung von korrigierten Fahrtenmatrizen, nämlich mit der Verteilung der ÖPNV-Benutzerhäufigkeiten auf den einzelnen Quell-Ziel-Paaren. Selbst wenn in der geschätzten Fahrtenmatrix die Gesamtbenutzung des ÖPNV-Mittels schwerwiegend über- oder unterschätzt wird, so enthält diese Matrix aufgrund des Wesens der ersten drei Teilmodelle doch das Muster der Verteilung der ÖPNV-Benutzung im Untersuchungsraum, d. h. stark benutzte Quell-Ziel-Beziehungen zwischen Wohngebieten und Innenstadt bzw. Industrie- und Gewerbegebieten und schwach benutzte Quell-Ziel-Paare zwischen Wohngebieten.

In der jüngsten Vergangenheit sind in den U.S.A. einige Versuche unternommen worden, Fahrtenmatrizen aus Streckenbelastungsinformationen herzuleiten⁹⁾. Das hier benutzte LP-Modell versucht, eine korrigierte Fahrtenmatrix zu ermitteln, die, wenn sie auf das ÖPNV-Netz umgelegt wird, die als Input benutzten Streckenbelastungsdaten reproduziert und, unter Einhaltung dieser Bedingung, der geschätzten Fahrtenmatrix so nahe wie

8) Vgl. *Turnquist, M. and Gur, Y.*, Estimation of trip tables from observed link volumes. *Transportation Research Record* 730, (1979), S. 1 ff.

9) Vgl. *Turnquist, M. and Gur, Y.*, Estimation . . . , a.a.O.; *Gur, Y., Turnquist, M. A., Schneider, M. and LeBlanc, L.*, Determining an origin-destination trip table based on observed link volumes. Presented at ORSA Annual Meeting, New York 1978; *van Zuylen, H. J. and Willumsen, L. G.*, The most likely trip matrix estimated from traffic counts, in: *Transportation Research*, 14B(3), 1980, S. 281 ff.; *Carey, M., Hendrickson, C. and Siddharthan, K.*, A method for direct estimation of origin/destination matrices, in: *Transportation Science*, Vol. 15 (1981), S. 32 ff.; *Willis, A. E. and May, A. D.*, Deriving origin-destination information from routinely collected traffic counts, Volume I: Trip Synthesis for Single Path Networks, University of California at Berkeley, Institute of Transportation Studies, Research Report UCB-ITS-RR-81-9, 1981; *Han, A. F., Dowling, R. G., Sullivan, E. C. and May, A. D.*, Deriving origin-destination information from routinely collected traffic counts, Volume II: Trip Table Synthesis for Multipath Networks, University of California at Berkeley, Institute of Transportation Studies, Research Report UCB-ITS-RR-81-9, 1981; *LeBlanc, L. J. and Farhangian, K.*, Selection of a trip table which reproduces observed links flows, in: *Transportation Research*, 16B(2), 1982, S. 83 ff.

möglich kommt. Um diese korrigierte ÖPNV-Matrix zu finden, ist die folgende mathematische Formulierung des LP-Problems notwendig.

Der Vektor der durch Ab- und Zugangszählungen entstandenen Streckenbelastungsdaten wird als F bezeichnet, und F_a ist die Streckenbelastung der Strecke a in einer Richtung. Streckenbelastung F_a umfaßt somit alle ÖPNV-Benutzer, die von irgendwelchen Quellzonen i zu irgendwelchen Zielzonen j über Streckenabschnitt a fahren. Wenn nun F_a^{ij} die ÖPNV-Benutzer repräsentiert, die von einer bestimmten Zone i zu einer bestimmten Zone j über a fahren, läßt sich F_a wie folgt schreiben

$$F_a = \sum_{ij} F_a^{ij} \quad (11)$$

Auf der anderen Seite repräsentiert F_a^{ij} einen bestimmten Anteil P_{ij}^a aller ÖPNV-Fahrten auf der Quell-Ziel-Beziehung von i nach j , die als T_{ij} bezeichnet werden. Daraus ergibt sich

$$F_a^{ij} = P_{ij}^a \cdot T_{ij}, \quad 0 \leq P_{ij}^a \leq 1 \quad (12)$$

P_{ij}^a ist gleich null, wenn keine ÖPNV-Fahrten von i nach j über Streckenabschnitt a stattfinden und gleich eins, wenn alle ÖPNV-Fahrten zwischen i und j über a gehen. Da davon ausgegangen werden kann, daß ÖPNV-Benutzer immer den kürzesten Weg zwischen ihren Quellen i und Zielen j wählen, hat P_{ij}^a den Wert 1 für alle Streckenabschnitte a , die auf dem kürzesten Weg zwischen i und j liegen und den Wert 0 für alle übrigen Streckenabschnitte a des ÖPNV-Netzes. Die Gleichungen (11) und (12) lassen sich zu folgendem Ausdruck vereinen

$$F_a = \sum_{ij} P_{ij}^a \cdot T_{ij} \quad (13)$$

Die Streckenbelastung F_a auf der Strecke a wird jetzt über T_{ij} ausgedrückt. Da eine derartige Gleichung für jeden Streckenabschnitt a existiert, erhält man einen Satz linearer Gleichungen, der sich wie folgt schreiben läßt:

$$F = P T \quad (14)$$

wobei P eine Matrix ist, die aus den Elementen P_{ij}^a besteht, und T einen Vektor darstellt, dessen Elemente T_{ij} sind.

Das in dieser Studie benutzte ÖPNV-Netz (Abb. 2) hat 134 Streckenabschnitte a und 600 Quell-Ziel-Paare T_{ij} . Gleichung (14) repräsentiert somit 134 Gleichungen (Streckenbelastungen) in 600 Unbekannten (Quell-Ziel-Paare), wobei F ein (134 x 1) Vektor aus Streckenbelastungen, T ein (600 x 1) Vektor aus noch unbekanntem Fahrtenhäufigkeiten und P eine (134 x 600) Matrix ist, die nur aus 0 und 1 besteht. Der Vektor T ist durch das LP-Modell zu bestimmen, und die Matrix P , die sogenannte Quell-Ziel-Strecken-Benutzungs-Tafel, wird im folgenden aus ODLUT bezeichnet (für Origin-Destination-Link-Utilization-Table). Da es sich bei der Umlegung von ÖPNV-Fahrten auf das ÖPNV-Netz um eine Alles-oder-Nichts-Umlegung handelt, kann der ODLUT auf der Basis der Kürzesten-Wege-Informationen bestimmt werden, die vom Routensuch-Algorithmus für ÖPNV-Netze ausgegeben werden.

Der ODLUT stellt somit den dritten Input für das LP-Modell dar, neben den Streckenbelastungsdaten und der geschätzten Fahrtenmatrix. Bezeichnet man die Elemente der geschätzten Fahrtenmatrix mit D_{ij} , die Elemente der gesuchten korrigierten Matrix mit T_{ij} , die Elemente des ODLUT – wie schon gesagt – mit P_{ij}^a und den Vektor der Streckenbelastungen mit F_a , dann lautet das LP-Problem wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{ij} |T_{ij} - D_{ij}| \\ \text{s.d.} \quad & \sum_{ij} P_{ij}^a \cdot T_{ij} = F_a, \quad \text{für alle } a \\ & T_{ij} \geq 0, \quad \text{für alle } ij \end{aligned} \quad (P1)$$

Um den Unterschied zwischen der korrigierten Fahrtenmatrix T und der geschätzten Fahrtenmatrix D zu messen, wurde die Summe der Absolutwerte $|T_{ij} - D_{ij}|$ bestimmt.

Die Problemformulierung (P1) würde dann nicht lösbar sein, wenn zwischen der im ODLUT enthaltenen Kürzesten-Wege-Information und dem tatsächlichen Wegewahlverhalten der ÖPNV-Benutzer, wie es in den Streckenbelastungsdaten zum Ausdruck kommt, eine Diskrepanz bestünde. Um einem derartigen Problem von vornherein aus dem Wege zu gehen, wurde (P1) umformuliert, indem es den Nebenbedingungen ermöglicht wurde, Ungenauigkeiten bei der Reproduktion des Vektors der Streckenbelastungen F_a zu akzeptieren. Es sei der Klarheit halber an dieser Stelle daran erinnert, daß das LP-Modell versucht, eine korrigierte ÖPNV-Fahrtenmatrix zu ermitteln, die, wenn sie auf das ÖPNV-Netz umgelegt wird, die als Input benutzten Streckenbelastungen F_a reproduziert und, unter Einhaltung dieser Bedingung, der geschätzten Fahrtenmatrix so nahe wie möglich kommt. Um also das in (P1) formulierte Problem lösen zu können, muß darauf verzichtet werden, daß die Streckenbelastungen F_a genauestens von (P1) reproduziert werden. Da aber andererseits diese Ungenauigkeit möglichst klein zu halten ist, wurden zusätzliche Terme in die Objektfunktion aufgenommen. Diese reflektieren die „Kosten“, die mit einer Abweichung von den ursprünglichen Streckenbelastungen F_a verbunden sind. Die modifizierte Problemformulierung lautet wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{ij} |T_{ij} - D_{ij}| + \sum_a k_a |f_a - F_a| \\ \text{s.d.} \quad & \sum_{ij} P_{ij}^a \cdot T_{ij} = f_a, \quad \text{für alle } a \\ & T_{ij} \geq 0, \quad \text{für alle } ij \\ & f_a \geq 0, \quad \text{für alle } a \end{aligned} \quad (P2)$$

Es ist zu beachten, daß der Vektor f als zusätzliche Variable ins Modell aufgenommen wurde, der die nunmehr zu bestimmenden Streckenbelastungen f_a repräsentiert. F_a ent-

spricht nach wie vor den vorgegebenen Streckenbelastungen. k_a ist ein Gewichtungsfaktor, mit dem die Abweichungen $|f_a - F_a|$, d. h. zwischen den zu bestimmenden und den vorgegebenen Streckenbelastungen verschieden stark gewichtet werden können. Der Einfachheit halber wurde der Gewichtungsfaktor in der vorliegenden Arbeit gleich eins gesetzt.

Um nun Problemformulierung (P2) mittels eines mathematischen Programmierungspaketes EDV-mäßig lösen zu können, mußte es in ein sogenanntes „äquivalentes LP-Problem“ umgewandelt werden. Der Grund dafür liegt darin, daß Computerprogramme zur mathematischen Programmierung nicht mit Absolutbeträgen wie $|T_{ij} - D_{ij}|$ oder $|f_a - F_a|$ in Objektfunktionen arbeiten können. Zu diesem Zweck wurden die Variablen V_{ij} und W_{ij} , die positive bzw. negative Differenzen zwischen T_{ij} und D_{ij} repräsentieren, und die Variablen y_a und z_a , die ebenfalls positive bzw. negative Differenzen zwischen f_a und F_a darstellen, in die Objektfunktion aufgenommen. Somit lautet die äquivalente LP-Formulierung:

$$\begin{aligned} \text{Min } & \sum_{ij} (V_{ij} + W_{ij}) + \sum_a k_a (y_a + z_a) \\ \text{s.d. } & \sum_{ij} p_{ij}^a \cdot T_{ij} - y_a + z_a = f_a, \quad \text{für alle } a \\ & T_{ij} - V_{ij} + W_{ij} = D_{ij}, \quad \text{für alle } ij \quad (P3) \\ & T_{ij}, V_{ij}, W_{ij} \geq 0, \quad \text{für alle } ij \\ & y_a, z_a \geq 0, \quad \text{für alle } a \end{aligned}$$

Dieses LP-Modell wurde benutzt, um die korrigierte ÖPNV-Matrix zu berechnen.

Um nun die Genauigkeit dieser Fahrtenmatrix, die ja die existierende ÖPNV-Nachfrage im Untersuchungsgebiet reproduzieren soll, messen zu können, wurde sie mit der analogen Fahrtenmatrix der Basiswerte, die der 1977er Studie für Springfield entstammte, verglichen. Eine einfache lineare Regressionsrechnung ergab ein R^2 von 0,958, einen Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der y-Achse von -3,16 und eine Steigung dieser Geraden von 1,09. Diesen drei Indikatoren kann entnommen werden, daß die aus dem LP-Modell (P3) stammende ÖPNV-Matrix der analogen Fahrtenmatrix der Basiswerte sehr nahe kommt. Ein Bestimmtheitsmaß von 0,958 bedeutet, daß die Werte der erzeugten Matrix nur 4,2 % der Varianz der Werte der Basismatrix nicht erklären können. Ebenso deutet eine Steigung nahe eins darauf hin, daß die Regressionsgerade der 45°-Linie sehr nahe kommt. Schließlich ist der Achsenabschnitt von -3,16 nahe null, wenn er mit einer durchschnittlichen Fahrtenhäufigkeit der Basismatrix von $\bar{T}_{ij} = 63$ verglichen wird. Es muß an dieser Stelle daran erinnert werden, daß die geschätzte ÖPNV-Fahrtenmatrix vom Logit-Modell der Gleichungen (8) und (10) auf der Basis der Annahme ermittelt wurde, der Gesamt-Modal-Split für ÖPNV betrage 8 %.

Um in einem weiteren Schritt die Sensitivität des LP-Modells (P3) zu analysieren, wurden für das gesamte Untersuchungsgebiet Modal Splits für ÖPNV von 5 % und 10 % angenom-

men. In Tabelle 6 werden die Ergebnisse der beiden geschätzten ÖPNV-Matrizen mit der Basismatrix verglichen.

Tabelle 6: Vergleich der 5 %- und 10 %- geschätzten ÖPNV-Matrizen mit der Basismatrix

	Basismatrix Basiswerte	Geschätzte Matrizen	
		5 %-Version	10 %-Version
Anzahl aller ÖPNV-Fahrten	40.700	27.332	53.031
Intrazonale ÖPNV-Fahrten	2.626	3.982	7.777
Interzonale ÖPNV-Fahrten	38.074	23.350	45.254
Modal Split	8,44 %	5,61 %	10,89 %

Tabelle 7 enthält die Ergebnisse der Regressionsanalysen zwischen der Basismatrix und den beiden korrigierten 5 %- und 10 %-ÖPNV-Matrizen.

Tabelle 7: Ergebnisse der Regressionsanalysen zwischen der Basismatrix und den beiden korrigierten 5 %- und 10 %-ÖPNV-Matrizen

Y	X	R^2	Achsenabstand	Steigung
Basismatrix	5 % korr. Matrix	0.940	6.15	0.92
Basismatrix	10 % korr. Matrix	0.945	- 3.39	1.09

In beiden Fällen zeigen die drei Indikatoren Bestimmtheitsmaß, Achsenabstand und Steigung, daß das LP-Modell (P3) offensichtlich in der Lage ist, genügend genaue ÖPNV-Fahrtenmatrizen zu erstellen, auch wenn die vorgegebenen geschätzten ÖPNV-Matrizen wie im Falle der 5 %- und 10 %-Modal-Split-Annahmen sehr ungenau sind. Die Unterschiede in den R^2 -Werten für die korrigierten 5 %, 8 %- und 10 %-Matrizen sind vernachlässigbar, ebenso wie die Unterschiede zwischen den drei Achsenabschnitten und den drei Steigungen. Aus diesen Ergebnissen kann ein für die Betreiber von ÖPNV-Systemen wichtiger Schluß gezogen werden. Offensichtlich ist es nicht notwendig, den Gesamt-Modal-Split für ÖPNV, der in das Logit-Modell zur Schätzung der Konstanten eingegeben werden mußte, genau zu schätzen. Eine grobe Schätzung ist ausreichend, um gute Ergebnisse vom LP-Modell (P3) zu erhalten.

Andererseits sind den in einer geschätzten Fahrtenmatrix enthaltenen Ungenauigkeiten auch Grenzen gesetzt. Um diese Leistungsgrenze des LP-Modells zu ermitteln, wurde eine Matrix in (P3) eingegeben, in der alle T_{ij} -Werte zahlenmäßig gleich waren (es wurde $\bar{T}_{ij} = 63$ als durchschnittliche Fahrtenhäufigkeit der Basismatrix zwischen allen Quellzonen i und Zielzonen j gewählt). In diesem – wohl gemerkt extremen – Fall konnte (P3) keine brauchbare ÖPNV-Matrix erzeugen. Daraus kann wiederum geschlossen werden, daß die ersten drei Modellkomponenten zur Verkehrserzeugung, -verteilung und -mittelwahl notwendig sind, um eine geschätzte ÖPNV-Fahrtenmatrix zu generieren, die dem LP-Modell als Startpunkt dient. Dabei ist eine möglichst genaue Schätzung der Gesamtzahl aller ÖPNV-Fahrten für alle Quell-Ziel-Paare ($\sum_{ij} T_{ij}$) nicht das Hauptmerkmal der geschätzten Matrix, sondern eine einigermaßen genaue Reproduktion des Musters der Verteilung der

ÖPNV-Benutzung auf die einzelnen Quell-Ziel-Paare. Dieses kann auch anhand der in Tabelle 8 dargestellten Ergebnisse erläutert werden.

Tabelle 8: Durchschnittliche ÖPNV-Fahrtenhäufigkeiten pro Quell-Ziel-Paar für Basismatrix und alle geschätzten bzw. korrigierten Matrizen

Fall	VOR-LP (geschätzt)	Mittelwerte (\bar{T}_{ij})	NACH-LP (korrigiert)
Basismatrix		63.46	
5 %-Matrix	38.92		62.56
8 %-Matrix	61.44		60.98
10 %-Matrix	75.42		61.61

Für jede der sieben betrachteten Matrizen wurde die durchschnittliche ÖPNV-Häufigkeit aller Quell-Ziel-Paare ermittelt. Ein Vergleich der VOR-LP-Mittelwerte mit den korrespondierenden NACH-LP-Werten zeigt, daß das LP-Modell in der Lage ist, die geschätzten durchschnittlichen Benutzerhäufigkeiten (VOR-LP) zu erhöhen oder zu reduzieren, um sie (NACH-LP) dem Durchschnittswert der Basismatrix von $\bar{T}_{ij} = 63$ anzupassen. Obwohl die VOR-LP-Werte zwischen 38 und 76 lagen, variieren die NACH-LP-Werte nur zwischen 61 und 63.

Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, daß das LP-Modell keine fahrtzweckspezifischen ÖPNV-Fahrtenmatrizen erzeugen kann, weil die Streckenbelastungen F_a nicht fahrtzweckspezifisch erfaßt werden können. Da die im folgenden Abschnitt beschriebene Pivot-Point-Analyse jedoch mit fahrtzweckspezifischen Matrizen arbeitet, mußte die aus (P3) kommende Gesamt-ÖPNV-Matrix in fahrtzweckspezifische korrigierte ÖPNV-Matrizen aufgeteilt werden. Dies geschah mit Hilfe von Aufteilungsfaktoren, die aus der Verkehrsverteilung gewonnen wurden.

4. Pivot-Point-Analyse mittels eines inkrementellen Modal-Split-Modells

Die drei korrigierten ÖPNV-Fahrtenmatrizen, die man als Output der vierten Modellkomponente (siehe Abb. 1) erhält, geben dem ÖPNV-Betreiber eine ausreichend genaue Bestandsaufnahme der existierenden ÖPNV-Nachfrage zwischen allen Quell-Ziel-Paaren im Untersuchungsraum. Damit besitzt er die Datenbasis, um Serviceplanungen durchführen zu können. So wird er sich dafür interessieren, inwieweit Veränderungen im Angebot wie Reisezeitverkürzungen und -verlängerungen oder auch Fahrpreiserhöhungen und -senkungen sich auf das Benutzerverhalten auswirken würden. Derartige Angebotsveränderungen kann er für sein gesamtes ÖPNV-System in Erwägung ziehen oder aber nur für bestimmte Linien, die wiederum ganz bestimmte Quell-Ziel-Paare berühren. Ohne eine vorausschauende Serviceplanung, wie sie in diesem Abschnitt beschrieben wird, können einmal ins ÖPNV-System eingeführte Reisezeit- und Fahrpreisveränderungen wirkungslos

bleiben, weil der Betreiber des Systems vor Einführung der Maßnahme(n) keinen Anhaltspunkt über das Ausmaß der Benutzerreaktion hatte. Um die Auswirkungen der genannten Maßnahmen quantitativ abzuschätzen, was dem Betreiber Einnahme- und Kostenkalkulationen ermöglichen würde, empfiehlt sich die Anwendung der sogenannten inkrementellen Form des Logit-Modells.

Mit Hilfe dieser Methode, die auf dem vollen Logit-Modell der Gleichung (8) basiert, können Veränderungen im Benutzerverhalten aufgrund von Level-of-Service (LOS) Veränderungen, die die Fahrpreis- oder Reisezeitänderungen zum Ausdruck bringen, vorhergesagt werden. Das inkrementelle Logit-Modell hat folgende Form¹⁰⁾.

$$\hat{P}_{ijm}^z = \frac{P_{ijm}^z \cdot e^{\Delta U_{ijm}^z}}{\sum_k P_{ijm}^z \cdot e^{\Delta U_{ijm}^z}} \quad (15)$$

Dabei bedeuten:

P_{ijm} = Bisherige Auswahlwahrscheinlichkeit für die Wahl des Verkehrsmittels m (ÖPNV) und k (allgemein für Auto und ÖPNV) zwischen Zone i und Zone j

\hat{P}_{ijm} = Veränderte Auswahlwahrscheinlichkeit für die Wahl des Verkehrsmittels m (ÖPNV) und k (allgemein für Auto und ÖPNV) zwischen Zone i und Zone j

ΔU_{ijm} = Veränderung im Nutzwert für das Verkehrsmittel m zwischen Zone i und Zone j aufgrund der Reisezeit- oder Fahrpreisveränderungen

z und e wie in Gleichung (8).

Aus Gleichung (15) wird ersichtlich, daß, wenn P_{ijm} gleich null, \hat{P}_{ijm} ebenfalls gleich null. Diese Modellformulierung erlaubt außerdem die Simulation der Auswirkungen von Nutzenveränderungen für alle betrachteten Verkehrsmittel k . Da jedoch die LOS-Veränderungen im ÖPNV den LOS des Verkehrsmittels Auto nicht verändern, kann Gleichung (15) auch wie folgt geschrieben werden:

$$\hat{P}_{ijm}^z = \frac{P_{ijm}^z \cdot e^{\Delta U_{ijm}^z}}{P_{ijm}^z \cdot e^{\Delta U_{ijm}^z} + P_{ijk}^z} \quad (16)$$

wobei m den ÖPNV und k das Verkehrsmittel Auto repräsentieren: Gleichung (16) zeigt, daß das inkrementelle Logit-Modell sehr leicht anwendbar ist. Als Dateninputs werden benötigt:

- Die bisherigen Auswahlwahrscheinlichkeiten P_{ijm}^z .
- Die Koeffizienten derjenigen LOS-Variablen, deren Werte verändert werden.
- Die angenommenen Veränderungen im LOS.

10) Vgl. Kumar, A., Pivot Point modeling . . . , a.a.O.

Die Modellanwendung (z. B. per Taschenrechner, wie im folgenden Beispiel gezeigt) erfolgt normalerweise in zwei Schritten:

1. Die zu simulierenden LOS-Veränderungen werden auf eine oder mehrere betroffene Variablen der Nutzenfunktion, also auf IVTT, OVTT und/oder OPTC übertragen.
2. Das Modell wird für diejenigen Quell-Ziel-Paare und Verkehrszwecke angewendet, die von den betroffenen LOS-Veränderungen betroffen sind.

Das folgende kleine Beispiel soll die Arbeitsweise des inkrementellen Logit-Modells verdeutlichen.

1. Vorgaben und Annahmen

Betrachtet werden diejenigen Streckenabschnitte der Buslinie I (siehe Abb. 2), die vom südöstlichen Vorort zum Stadtzentrum führen. Der Klarheit halber ist dieser Netzteil nochmals in Abbildung 3 dargestellt.

Um den Rechenaufwand in Grenzen zu halten, seien auch nur die ÖPNV-Fahrten von den Wohngebieten ins Zentrum (inbound) betrachtet, nicht jedoch Fahrten in die umgekehrte

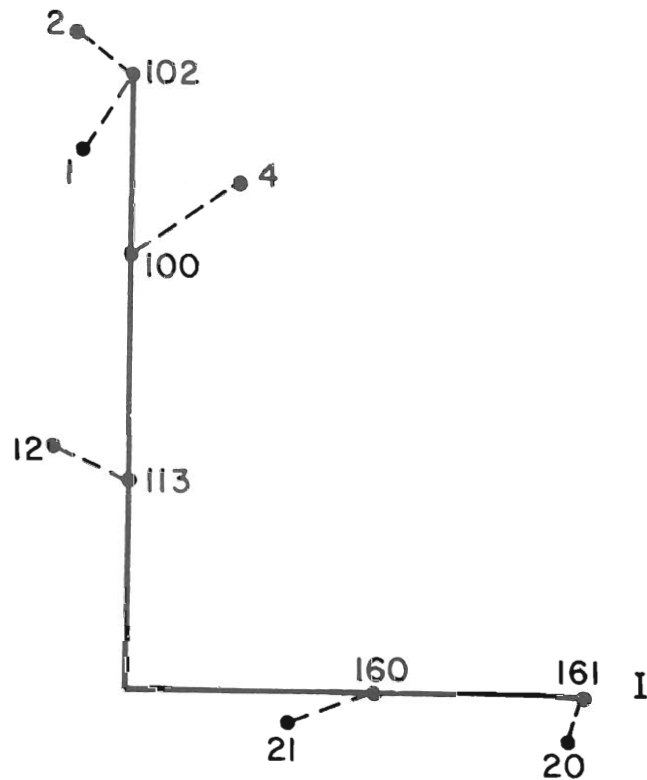


Abbildung 3: Teil der Linie I, die vom Südosten der Stadt ins Zentrum führt

Richtung (outbound). Ebenfalls wird nur der Verkehrszweck WA untersucht. Damit sind von der zu simulierenden Maßnahme folgende acht Quell-Ziel-Paare betroffen:

20 - 1	21 - 1	12 - 1	4 - 1
20 - 2	21 - 2	12 - 2	4 - 2

Die ins Modell einzugebende Maßnahme ist eine Verkürzung der Busfolgezeit. War die bisherige Busfolgezeit 20 Minuten, was zu einer mittleren Wartezeit von 10 Minuten führt, so soll die neue Folgezeit 10 Minuten betragen. Dies wiederum führt zu einer neuen mittleren Wartezeit von 5 Minuten und damit zu einer Reisezeitverkürzung von ebenfalls 5 Minuten.

2. Aufbereitung der Dateninputs

Der aus der vierten Modellkomponente stammenden korrigierten Fahrtenmatrix für den Verkehrszweck Wohnung - Arbeit (WA) konnte folgende bisherige ÖPNV-Benutzung auf den betroffenen Quell-Ziel-Paaren entnommen werden

VON i	NACH j		Σ
	1	2	
4	550	620	1170
12	420	510	930
20	370	450	820
21	350	280	630
Σ	1690	1860	3550

(M1)

Der aus der Verkehrsverteilung stammenden Gesamtfahrtenmatrix für den WA-Verkehrszweck wurden folgende Zahlen entnommen

VON i	NACH j		Σ
	1	2	
4	6150	7900	14050
12	5050	6700	11750
20	4800	5200	10000
21	4700	3550	8250
Σ	20700	23350	44050

(M2)

Aus (M1) und (M2) lassen sich leicht die bisherigen Auswahlwahrscheinlichkeiten P_{ijm} für die beiden betrachteten Verkehrsmittel bestimmen.

P_{ijm} für ÖPNV			P_{ijm} für Auto		
NACH j			NACH j		
VON i	1	2	VON i	1	2
4	0,089	0,078	4	0,911	0,922
12	0,083	0,076	12	0,917	0,924
20	0,077	0,087	20	0,923	0,913
21	0,074	0,079	21	0,926	0,921

(M3) (M4)

Da es sich bei der zu simulierenden Maßnahme um eine Verkürzung der außerhalb des Verkehrsmittels verbrachten Reisezeit (OVTT) um 5 Minuten handelt, ist für die nach-

folgenden Berechnungen nur der Koeffizient b_2 der Variablen OVTT für den WA-Verkehrszweck von Interesse. Aus Tabelle 3

$$b_2 = 0,052.$$

Es sei daran erinnert, daß sich OVTT aus den folgenden Zeitkomponenten zusammensetzt:

- Zugangszeit zur Haltestelle,
- Abgangszeit von der Haltestelle,
- Wartezeit an der Haltestelle (= halbe Zugfolgezeit),
- Umsteigezeit auf ein anderes ÖPNV-Mittel oder auf eine andere Linie desselben ÖPNV-Mittels.

3. Modellanwendung

Aus der Nutzenfunktion der Gleichung (10) bleibt nur

$$\Delta U_{ijm}^z = b_2 \cdot \Delta OVTT_{ijm}^z$$

Für die Quell-Ziel-Beziehung T_{4-1} für WA ergibt sich beispielsweise

$$\begin{aligned} \Delta U_{41\text{ÖPNV}}^{\text{WA}} &= b_2 \cdot \Delta OVTT_{41\text{ÖPNV}}^{\text{WA}} \\ &= 0,052 \cdot 5 = 0,26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{P}_{41\text{ÖPNV}}^{\text{WA}} &= \frac{P_{41\text{ÖPNV}}^{\text{WA}} \cdot e^{\Delta U_{41\text{ÖPNV}}^{\text{WA}}}}{P_{41\text{ÖPNV}}^{\text{WA}} \cdot e^{\Delta U_{41\text{ÖPNV}}^{\text{WA}}} + P_{41\text{Auto}}^{\text{WA}}} \\ &= \frac{0,089 \cdot e^{0,26}}{0,089 \cdot e^{0,26} + 0,911} = 0,112 \end{aligned}$$

Diese Rechnung muß für jedes von der Maßnahme betroffene Quell-Ziel-Paar durchgeführt werden.

4. Ergebnisse und Interpretation

Als Ergebnis erhält man eine Matrix der veränderten Auswahlwahrscheinlichkeiten P_{ijm}^z für die Wahl des ÖPNV-Mittels

NACH j		
VON i	1	2
4	0,112	0,099
12	0,105	0,096
20	0,098	0,110
21	0,094	0,101

(M5)

Eine Gewichtung der Matrix (M2) mit den Auswahlwahrscheinlichkeiten der Matrix (M5) führt zu den neuen ÖPNV-Benutzerhäufigkeiten

NACH j			Σ
VON i	1	2	
4	690	780	1470
12	530	640	1170
20	470	570	1040
21	440	360	800
Σ	2130	2350	4480

(M6)

Ein Vergleich der Matrizen (M1) und (M6) zeigt, daß eine Verkürzung der Reisezeit um 5 Minuten zu einer Zunahme der ÖPNV-Benutzung um 930 Fahrten pro Tag auf dem untersuchten Streckenabschnitt führen würde. Da davon auszugehen ist, daß diese zusätzlichen ÖPNV-Fahrten auch am Nachmittag gemacht würden (Rückfahrt Arbeitsplatz - Wohnung), kann man schließen, daß die Implementation der Maßnahme zu rund 1900 zusätzlichen Fahrten führen würde. Legt man weiterhin folgende Fahrpreismatrix (in Cents) zugrunde, dann läßt sich leicht das zusätzliche tägliche Einkommen errechnen.

NACH j		
VON i	1	2
4	50	50
12	75	75
20	100	100
21	125	125

(M7)

Dieses würde sich bei 2 x 930 zugrunde gelegten zusätzlichen Fahrten auf U.S.-\$ 1525 belaufen. Es läge nun in der Hand des ÖPNV-Betreibers zu entscheiden, ob diese zusätzlichen Einnahmen die zusätzlichen Kosten für die gewählte Maßnahme rechtfertigen würden. Um ein vollständiges Bild zu bekommen, sind jedoch auch die Auswirkungen der Reisezeitverkürzung auf die beiden anderen Verkehrszwecke WÜ und NWB zu berücksichtigen.

Allgemein kann festgestellt werden, daß sich die Auswirkungen jeder Maßnahme wie gezeigt bestimmen lassen, solange sie in den Variablen der Nutzenfunktion der Gleichung (10) quantifiziert werden können.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß eine direkte Anwendung des inkrementellen Logit-Modells auf neue ÖPNV-Linien nicht möglich ist, da in einem solchen Fall die Auswahlwahrscheinlichkeiten P_{ijm}^z nicht bekannt sind. Hier wäre zunächst das volle Logit-Modell der Gleichung (8) anzuwenden, um dann auf der Basis der ermittelten P_{ijm}^z die inkrementelle Modellform folgen zu lassen.

5. Zusammenfassung und Anwendungsmöglichkeiten in der Bundesrepublik

Ziel dieses Papers war die Präsentation eines leicht anwendbaren Modellsystems zur Serviceplanung im öffentlichen Personennahverkehr. Dieses Modellsystem besteht aus fünf Modellkomponenten, in denen ausnahmslos Modellparameter Verwendung finden, die entweder direkt der Verkehrsliteratur entnommen oder aus allgemein verfügbaren Flächennutzungs- und sozioökonomischen Daten leicht hergeleitet werden können.

Die hier beschriebene Modellversion wurde im Rahmen einer Master's Thesis im Transportation Program der Cornell University, U.S.A. für U.S.-Städte in der Größenordnung 50.000 bis 500.000 Einwohner entwickelt. Eine Testanwendung erfolgte für das Bus-system der 140.000 Einwohner zählenden Stadt Springfield im U.S.-Bundesstaat Missouri. Die mit dem Modellsystem erlangten Resultate zeigen, daß es als ein anwendbares Modellsystem zur Serviceplanung im ÖPNV betrachtet werden kann.

Die wesentlichen Merkmale der fünf Modellkomponenten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Das Modell zur Verkehrserzeugung ist ein mit Verkehrsraten arbeitendes Modell einfachsten Aufbaus. Die Fahrtenraten lassen sich direkt aus der Verkehrsliteratur herleiten. Der Modellteil zur Verkehrsanziehung besteht aus drei Gleichungen, in denen nur allgemein verfügbare Flächennutzungs- und sozioökonomische Daten Verwendung finden. Das Modell stellt somit einen Kompromiß zwischen dem Wunsch, möglichst genaue Quell- und Zielverkehre zu ermitteln, und dem Anliegen, möglichst wenige Daten- und Parameterinputs zu erfordern, dar.
2. Das Verkehrsverteilungsproblem ließ sich mittels eines einfachen Gravitationsmodells lösen, wobei die Widerstandsfaktoren ebenfalls der Literatur entnommen werden konnten. Damit ist eine schnelle und einfache Anwendung des Modells gewährleistet.
3. Der Modal Split erfolgte mit Hilfe eines Logit-Modells für zwei Verkehrsmittel. Wie im Falle der ersten beiden Modellkomponenten konnten der Literatur die Parameterwerte für die Level-of-Service-Variablen entnommen werden. Ebenfalls wurde eine simple Methode entwickelt, um die Konstanten in den Nutzenfunktionen des Verkehrsmittels Auto zu bestimmen.
4. Der Zweck der Anwendung des LP-Modells als vierte Modellkomponente besteht in dem Versuch, die geschätzten Matrizen zu korrigierten Matrizen zu verbessern. Letztere werden dabei derart hergeleitet, daß, wenn sie auf das ÖPNV-Netz umgelegt werden, sie in ihrer Gesamtheit die gezählten Streckenbelastungen nahezu duplizieren und, unter Einhaltung dieser Bedingung, den geschätzten Matrizen so nahe wie möglich kommen. Es sei darauf verwiesen, daß das LP-Modell als einzige Modellkomponente ohne empirisch ermittelte Parameterwerte arbeitet. Das Modell ist daher universell verwendbar.
5. Das inkrementelle Logit-Modell, als Weiterentwicklung des vollen Logit-Modells zu betrachten, verwendet dieselben Modellparameter wie die dritte Modellkomponente. Damit wird die Konsistenz innerhalb des Modellsystems erhöht und die Anwendung der inkrementellen Modellform ebenso einfach wie die des vollen Logit-Modells.

Summary

A simple transit ridership estimation model system was developed for short-range planning purposes. An important characteristic of the model system is its use of information about transit link volumes obtained from on-off counts. Substantial use is made of available transportation, land-use and socio-economic data as default values. A sequence of simple trip generation, trip distribution and modal split models generate trip-purpose specific transit trip tables. These trip tables and observed transit link volumes are used in a LP model which serves as a correction mechanism. The corrected trip tables may be used in a pivot-point analysis to estimate changes in ridership and revenue.

Buchbesprechung

SCHROIFF, FRANZ J., DAS BINNENSCHIFFFAHRT-VERKEHRSSYSTEM. Die Bedeutung der Wasserstraßen und der Binnenschifffahrt für die räumliche Entwicklung (= Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover, Abhandlungen Bd. 84), Curt R. Vincentz Verlag, Hannover 1984, 267 S., DM 39,00.

Gegenstand dieser Veröffentlichung ist die volkswirtschaftliche Bedeutung von Binnenwasserstraßen und Binnenschifffahrt in Deutschland. Unter dem Begriff des Binnenschifffahrt-Verkehrssystems werden das Entstehen eines Wasserstraßennetzes und die Ausbaugrundsätze unter besonderer Berücksichtigung der Mehrzweckfunktion sowie die Entwicklung der Binnenschifffahrt und ihrer Leistungen auf diesem Netz dargestellt. Die Untersuchung mündet in die Würdigung der Wirkungen, die das Binnenschifffahrt-Verkehrssystem in staatspolitischer, raum- und siedlungspolitischer Hinsicht auslöst.

Bei dieser gesamtwirtschaftlichen Betrachtung ist der Verfasser bestrebt, aufzuzeigen, daß es beim Binnenschifffahrt-Verkehrssystem nicht um ein Relikt der Vergangenheit geht, sondern um ein modernes, den zeitgemäßen Anforderungen von Wirtschaft und Gesellschaft entsprechendes Transportmittel. Dies wird wie folgt begründet: Das Binnenschifffahrt-Verkehrssystem arbeitet nicht nur aus technisch-physikalischen Gründen und wegen des Einsatzes von wenig Arbeit und Kapital mit niedrigeren Kosten als die Landverkehrsmittel, sondern ist zugleich ein raumsparendes, energiesparendes, verkehrssicheres und umweltfreundliches Verkehrssystem. Als ein Teilsystem der Verkehrswirtschaft ist es ein volkswirtschaftlich unentbehrlicher Träger vor allem der massenhaft anfallenden, frachtkostenempfindlichen Gütertransporte, zu denen in der Gegenwart zunehmend die Transporte gefährlicher Güter sowie der Transport schwerer, voluminöser und sperriger Güter treten, die technisch nur auf der Wasserstraße durchgeführt werden können.

Die Binnenwasserstraßen erweisen sich insbesondere dank ihrer Mehrzweckfunktion als unentbehrliches Mittel der ökonomischen Strukturpolitik. Sie dienen der Schaffung, Erhaltung und Verbesserung der Standortbedingungen massen- und produktorientierter Industrie und der Produktionsstätten, die einen großen Wasserbedarf haben.

Zum Inhalt der einzelnen Kapitel ist folgendes zu bemerken:

Um nicht aus einer isolierten Betrachtung eines Verkehrsträgers und seiner Verkehrswege zu einer Fehlbeurteilung zu gelangen, wird im 1. Kapitel der Verkehr in seiner Gesamtfunktion und in seiner Wirkung auf die räumliche Verteilung der Wirtschaft betrachtet und dann das Binnenschifffahrt-Verkehrssystem in den Rahmen des gesamten Verkehrssystems eingegliedert.

Im 2. Kapitel, das sich mit den Binnenwasserstraßen als technisch-ökonomischem Problem befaßt, wird zunächst deren Bedeutung im Wandel der Wirtschaft dargestellt (im Altertum, im Mittelalter, im vorindustriellen und industriellen Zeitalter) und die Entstehung eines Wasserstraßensystems aufgezeigt (Regulierung der Flüsse, Kanalisierung der Flüsse, Bau von Kanälen).

Bei der Untersuchung der verkehrswirtschaftlichen Funktionen der Binnenwasserstraßen wird auch der Wettbewerb mit dem Schienenverkehr analysiert. Hierbei wird auf die frachtregulierende Wirkung des Binnenschifffahrtssystems und auf die Problematik der Als-ob-Tarife im potentiellen Wettbewerb zur Wasserstraße – Kanalersatztarife – eingegangen.

Dann werden die vier außerverkehrlichen Funktionen der Wasserstraßen und ihr Nutzen dargestellt – Sicherungswasserbau, Wasserwirtschaftsbau, Kraftwasserbau, Freizeitwert der Binnenwasserstraßen.

Bei der Darstellung der Wasserstraßen als Mittel der staatlichen Strukturpolitik geht der Verfasser auf die politischen Kämpfe um den Bau und den Ausbau von Wasserstraßen ein und zeigt die raumerschließende Wirkung der Binnenwasserstraßen auf, speziell ihre zentralisierende und dezentralisierende Wirkung unter minimaler Beanspruchung des knappen Raumes. Hier ist auch der Platz, im einzelnen auf die Umweltfreundlichkeit des Binnenschifffahrt-Verkehrssystems einzugehen.

Das 3. Kapitel, das die Entwicklung der Binnenschifffahrt zu einem für die Volkswirtschaft unentbehrlichen Verkehrsträger zum Inhalt hat, handelt von der Entwicklung der Binnenschiff- flotte und dem Übergang zu neuen Betriebsmethoden – Motorschifffahrt, Schubschifffahrt –

und der Entwicklung der Verkehrsleistungen, die in der Vergangenheit, aber sehr detailliert in der Gegenwart (1950 – 1980) in regionaler und sektoraler Sicht untersucht wird mit einem Ausblick auf die Zukunft.

Marktordnungsprobleme, wie Preis- und Kapazitätspolitik, werden nicht abgehandelt. Hier beschränkt sich der Verfasser auf einen Hinweis auf seine Untersuchungen in anderen Veröffentlichungen. Dafür befaßt er sich aber im Rahmen der ordnungspolitischen Rahmenbedingungen mit dem ungelösten Problem der Wegekostenermittlung und -anlastung und kommt hier zu dem Schluß, daß keine Wettbewerbsverzerrungen zu Lasten der Bundesbahn vorliegen.

Das 4. Kapitel, das sich einleitend mit dem Ziel des Baues und Ausbaues der Binnenwasserstraßen in Vergangenheit und Gegenwart im nationalen Rahmen und im Rahmen der EG auseinandersetzt, gipfelt in der eingehenden Darlegung der Schwerpunktprogramme zum Ausbau der Wasserstraßen in der Bundesrepublik in den ersten drei Jahrzehnten und anschließend in der Gegenwart.

Die verkehrspolitischen Ausbaugrundsätze und die Schwierigkeiten ihrer Verwirklichung führen zu einer kritischen Bewertung der Wasserstraßen-Investitionspolitik in der Bundesrepublik seit

1948 und insbesondere in der Rezession um die Wende der 80er Jahre.

Das Schlußkapitel befaßt sich mit dem wirtschaftlichen Wandel in der Bundesrepublik und seinen Auswirkungen auf das Binnenschifffahrt-Verkehrssystem und mündet in die Feststellung, daß der Wasserstraßenbau nicht antiquiert, sondern eine berechtigte Forderung unserer Zeit ist. –

Der Verfasser will mit seinem Buch, das mit repräsentativem Zahlenmaterial und anschaulichen Graphiken ausgestattet ist, eine Marktlücke schließen. Seit dem von Professor Most 1964 herausgegebenen Gemeinschaftswerk „Die deutsche Binnenschifffahrt“ weist die deutsche Verkehrsliteratur keine zusammenhängende, die neuere Entwicklung einbeziehende Darstellung dieses Sachbereichs auf. Erst recht fehlt eine Darstellung des Binnenschifffahrt-Verkehrssystems in einer Gesamtschau.

Der Verfasser hat die Kapitel so abgefaßt, daß sie einzeln gelesen werden können, ohne daß das Verständnis darunter leidet. Auf diese Weise erhält das Buch den Charakter eines Nachschlagewerkes. Für den akademischen Nachwuchs auf dem Gebiet der Verkehrswissenschaft ist es ein nützliches Lehrbuch. *Dr. Dieter Wulf, Bonn*