

Angebots- oder nachfrageseitige Steuerung der Verkehrsnachfrage? – Das Problem des induzierten Neuverkehrs

v. st. dt.

VON THOMAS SELZ

1. Die Bedeutung der Nachfragesteuerung

1.1 Die Einschätzung der Verkehrsnachfrage in der öffentlichen Diskussion

Die starken Verkehrszunahmen der vergangenen Jahrzehnte werden in der politischen Diskussion oft auf die Infrastrukturausbauten und die damit verbundenen Verbesserungen der Angebotsqualität zurückgeführt. Besonders häufig wird das Wachstum des Pkw-Verkehrs mit dem Straßenbau erklärt. Zur Dämpfung der Motorisierung in den neuen Bundesländern wird eine Zurückhaltung beim Straßenbau gefordert. Schlagzeilen wie die folgenden finden sich sehr häufig:

Neue Straßen ziehen neuen Verkehr an.

Abgerissen, asphaltiert und begradigt. Die autogeschädigten Städte sind am Ende.

Auf der Strecke geblieben?

Autofreundliche Verkehrspolitik . . . hat die Bahn ins Abseits gedrängt.¹⁾

Bisweilen wird aber auch die Gegenposition vertreten:

Der Straßenbau hinkte der steil ansteigenden Nachfrage hinterher.²⁾

Eine hohe Bedeutung mißt die These „Die wirksamste Form der Ordnungspolitik war und ist die Infrastruktur“ der Infrastrukturausstattung zu.³⁾

Bei all diesen Thesen wird unterstellt, daß Verkehrsnachfrage und Infrastrukturangebot unmittelbar zusammenhängen. Die Richtung dieses Zusammenhangs wird meistens wie in den ersten drei Thesen so gesehen, daß die Verkehrsnachfrage eine Funktion der Infrastrukturqualität ist.

Damit sind die Determinanten der Verkehrsnachfrage angesprochen. Die Analyse angebotsbedingter Nachfrageerhöhungen wird hier entsprechend der Bedeutung in der politischen Diskussion auf die Personenverkehrsnachfrage und vorwiegend auf Verbesserungen in der Infrastruktur beschränkt.

Dipl.-Volksw. Thomas Selz
Schwimmbadstraße 15
7800 Freiburg im Breisgau

1) Vgl. G. Lütge, Auf der Strecke geblieben, in: Die Zeit, Nr. 39 vom 22. 09. 1989, S. 33 und H. Blüthmann, Abgerissen, asphaltiert und begradigt. Die autogeschädigten Städte sind am Ende, in: Die Zeit, Nr. 41 vom 6. 10. 1989, S. 44.

2) U. v. Suntum, Verkehrspolitik, München 1986, S. 104.

3) W. Pällmann, DB-Güterverkehr in schwerem Wetter, in: Die Bundesbahn, 63, 1987, S. 485-487, hier S. 485.

1.2. Die Determinanten der Verkehrsnachfrage

Nachfragezuwächse werden von nachfrageseitigen und angebotsseitigen Faktoren verursacht.

Nachfrageseitige Einflußgrößen:

- Verfügbare Zeit
- Einkommen
- Sozialer Status
- Bedürfnisse nach Aktivitäten
- Gelegenheiten zu Aktivitäten
- Lage des Wohnorts
- Präferenzen für Verkehrsmittel

Angebotsseitige Einflußgrößen:

- Verkehrsinfrastruktur
- Verfügbarkeit verschiedener Verkehrsmittel
- Gestaltung des Betriebs (Fahrzeiten, Fahrmöglichkeiten)
- Fahrkosten/erforderlicher Aufwand
- Fahrkomfort

Die Zuordnung der Einflußgrößen zur Angebots- oder Nachfrageseite ist nicht immer zwingend. Der Faktor Verfügbarkeit wurde zur besseren Vergleichbarkeit als angebotsseitig definiert. Das trifft jedoch nur für den Öffentlichen Verkehr eindeutig zu. Beim Pkw-Verkehr erscheint die Verfügbarkeit systematisch zwar auch auf der Angebotsseite, sie wird aber von den Nachfragern selbst bestimmt. Zur Systematisierung von Nachfragesteigerungen ist die Differenzierung der Verkehrsnachfrage in die Stufen ihrer Realisierung zweckmäßig:

- 1) Verkehrserzeugung (Mobilität, Aktivitätenwahl)
- 2) Verkehrsverteilung (Zielwahl)
- 3) Verkehrsteilung (Modal Split, Verkehrsmittelwahl)
- 4) Verkehrsumlegung (Wegewahl, Verkehrsaufteilung)

Analog zur Unterscheidung in umgelenkte vorhandene Nachfrage sowie neue, vorher „latente“ oder erst „geweckte“ Nachfrage⁴⁾ wird in der Verkehrswissenschaft bei der Analyse von Maßnahmenwirkungen zwischen verlagertem und neu induziertem Verkehr differenziert. Nach dieser Differenzierung werden Nachfragezuwächse den Stufen der Verkehrsnachfrage zugeordnet und als induzierter Neuverkehr bzw. sonstige Nachfragesteigerungen kategorisiert.

1. Verkehrserzeugung (Mobilität):

Zusätzliche Fahrten induzierter Neuverkehr, falls durch Verkehrsangebot bedingt

2. Verkehrsverteilung (Zielwahl):

Erhöhung der Reiseweite induzierter Neuverkehr, falls durch Verkehrsangebot bedingt

4) G. Würdemann, Überlegungen zum Phänomen Neuverkehr (Interner Bericht der DFVLR (heute DLR)), Köln 1982, S. 51.

3. Verkehrsteilung (Verkehrsmittelwahl):

Wahl eines anderen Verkehrsmittels kein induzierter Neuverkehr, sondern Verkehrsverlagerung

4. Verkehrsumlegung (Routenwahl):

Wahl einer anderen Route kein induzierter Neuverkehr, sondern Verkehrsverlagerung

Induzierter, d. h. durch angebotsseitige Maßnahmen hervorgerufener Neuverkehr kann sich demnach auf das Verkehrsaufkommen (Personenfahrten) oder auf die Verkehrsleistung (Personenkilometer) beziehen. Im folgenden wird jeweils deutlich gemacht, ob Aufkommen oder Leistung gemeint ist. Neben den in der Systematisierung genannten, maßnahmenbezogenen Nachfragezuwächsen kann nachfrageseitig verursachter Neuverkehr unterschieden werden, der durch Einkommenserhöhungen, Änderungen des Zeitbudgets oder Präferenzänderungen zustande kommt. Er ist hier kein Untersuchungsgegenstand. In der Realität treten Nachfragezuwächse auf den verschiedenen Stufen häufig kombiniert auf. Für die Ermittlung induzierten Neuverkehrs ist jedoch eine klare Trennung der Stufen erforderlich.

Bei neu induziertem Verkehr werden folgende Formen unterschieden:⁵⁾

- 1) primärer induzierter Neuverkehr: direkte Erhöhung der Fahrtenzahl pro Person und Tag bzw. der durchschnittlichen Reiseweite aufgrund angebotsbedingter Erreichbarkeitsverbesserungen;
- 2) sekundärer induzierter Neuverkehr: indirekte Erhöhung der Fahrtenzahl pro Tag bzw. der durchschnittlichen Reiseweite bezogen auf die Bevölkerung eines Untersuchungsraums aufgrund von Steigerungen der Wohnbevölkerung oder der Beschäftigtenzahl, die durch ein verbessertes Verkehrsangebot zustande gekommen sind.

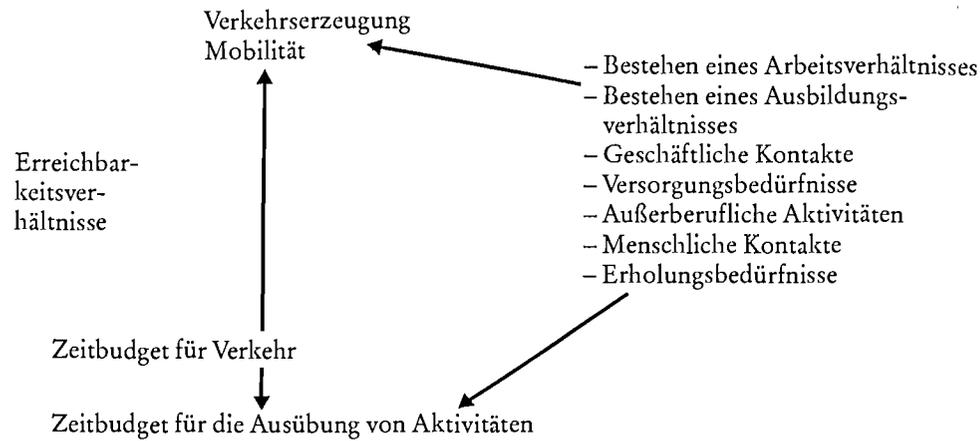
Im folgenden werden die Nachfragedeterminanten auf den einzelnen Stufen der Verkehrsnachfrage zusammengestellt und analysiert.

2. Die Nachfragestufe der Verkehrserzeugung

2.1 Die Determinanten der Verkehrserzeugung

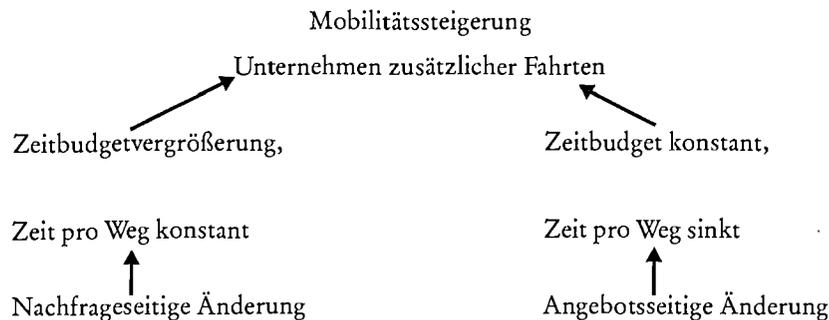
Verkehr entsteht durch räumliche Trennung von Gelegenheiten zur Ausübung von Aktivitäten. Die Art und Zahl dieser Aktivitäten bestimmen deshalb die Zahl der Wege bzw. Fahrten, die unternommen werden. Die Fahrten sind die mit motorisierten Verkehrsmitteln zurückgelegten Wege. Die Mobilität als Zahl der Wege/Fahrten pro Person und Tag wird somit beeinflusst durch folgende Determinanten:

5) Vgl. G. Würdemann, 1982, S. 43; ders., Neuverkehr – die unbekannte Größe, in: IV, 35, 1983, S. 403-408, hier S. 404f.



Bei den auf der rechten Seite genannten Determinanten finden sich alle relevanten Fahrtzwecke wieder. Das Zeitbudget für die Ausübung von Aktivitäten und dessen Teilmenge, das Zeitbudget für Verkehr, wirken als Budgetrestriktion. Die Kosten wurden als Restriktion nicht aufgeführt, da sie bei der Untersuchung von Verkehrszuwächsen durch Infrastrukturmaßnahmen weniger ins Gewicht fallen. Die Zusammenstellung bezieht sich auf Nah- und Fernverkehr. Für sie gilt wie für die gesamte Aufteilung der Verkehrsnachfrage in Stufen, daß die Entscheidung in der Realität nicht sukzessiv, wie dargestellt, sondern eher iterativ, in Teilen auch simultan verläuft. So kann etwa der genaue Zeitbedarf für eine Aktivität erst festgestellt werden, wenn Ziel und Verkehrsmittel, zumindest aber das Ziel, feststehen. Bei der Verkehrserzeugung, d. h. bei der Entscheidung über das Unternehmen einer Aktivität, ist aber das Abschätzen des Zeitbedarfs für Fahrten schon erforderlich, um eine Aufteilung des Zeitbudgets vornehmen zu können. Zudem überlagern sich die Fristen, für die eine Entscheidung gültig ist: Eine möglicherweise kurzfristige Entscheidung für das Vornehmen einer Aktivität (Verkehrserzeugung) wird von langfristigen Entscheidungen wie Wahl des Wohnorts und des Arbeitsplatzes (Zielwahl) bestimmt. Zur besseren Übersichtlichkeit und aus logischen Gründen erscheint eine Zerlegung des Entscheidungsprozesses in Einzelschritte bzw. Stufen dennoch zweckmäßig.

Mobilitätssteigerungen können auf folgende Art zustandekommen:



In den nachfrageseitigen Änderungen finden sich die oben genannten Faktoren Einkommenserhöhung, Zeitbudgetänderung und Präferenzänderung wieder. Neben exogenen Zeitbudgetänderungen, etwa durch Arbeitszeitverkürzungen, sind individuelle Variationen durch einen höheren Anteil der Verkehrszeit an der gesamten für Aktivitäten aufgewendeten Zeit möglich. Angebotsseitige Verbesserungen ermöglichen bei konstanten nachfrageseitigen Faktoren eine Mobilitätserhöhung. Die Steigerung der Fahrtenzahl durch Fußwegsubstitution läßt sich ebenfalls unter den genannten Determinanten erfassen. Empirisch können die Auswirkungen nachfrage- und angebotsseitiger Einflüsse nur schwer getrennt werden. Sie können in der Realität gemeinsam auftreten; für die Analyse muß jedoch auch hier eine Trennung versucht werden.⁶⁾

Die relative Bedeutung der Einflußgrößen ergibt sich aus den Restriktionen, denen das Zeitbudget unterliegt. Die insgesamt verfügbare Zeit wird im Nahverkehr zunächst nach vorliegenden Restriktionen für biologische Bedürfnisse, für Arbeits- bzw. Ausbildungszeiten und für unabdingbare Besorgungen auf die von diesen Restriktionen bestimmten Aktivitäten verteilt. Die Erklärung der Verkehrsnachfrage durch vorliegende Restriktionen geht zurück auf T. Hägerstrand.⁷⁾ Dadurch sind im Nahverkehr bereits etwa zwei Drittel des nach Berücksichtigung von Schlafzeiten verbleibenden Zeitbudgets festgelegt.⁸⁾ Das spiegelt sich in der Reisezweckstruktur wider: Die durch Restriktionen bestimmten Fahrtzwecke Arbeit, Ausbildung, Geschäft und Einkauf machten 1986 66% aller Fahrten aus.⁹⁾ Mobilitätssteigerungen müssen daher vorwiegend aus exogenen Zeitbudgetvergrößerungen oder aus angebotsbedingten Erreichbarkeitsverbesserungen resultieren. Angebotsbedingte Erhöhungen der Fahrtenzahl sind jedoch ebenfalls an das freie Drittel des Zeitbudgets gebunden. Im Fernverkehr ist die Bedeutung der Restriktionen weitaus geringer als im Nahverkehr, soweit nicht die in der Charakteristik dem Nahverkehr zuzurechnenden Fahrtzwecke Arbeit, Ausbildung und Einkauf angesprochen sind. Bei den übrigen Fahrtzwecken im Fernverkehr werden in der Regel einzelne Fahrten festgelegt und geplant.¹⁰⁾ Daher ergeben sich hier größere Möglichkeiten zur Erhöhung der Fahrtenzahl durch individuelle Modifikationen des Zeitbudgets und durch Erreichbarkeitsverbesserungen als im Nahverkehr. Durch den geringen Anteil des Fernverkehrs am Gesamtverkehr von 6,6% am Aufkommen 1988 (bei der Leistung ist der Anteil mit 40,3% weit größer) wirkt sich dieser größere Spielraum des Fernverkehrs im Gesamtverkehr kaum aus.¹¹⁾

6) Weiterhin wird gemäß dem gewählten Analyseansatz aufeinanderfolgender Stufen der Verkehrsnachfrage die Möglichkeit zusätzlicher Fahrten durch eine Verkürzung der durchschnittlichen Fahrtweite vernachlässigt. Vgl. zum eigentlich iterativen Charakter der Mobilitätsbestimmung H. Hautzinger, P. Kessel, Mobilität im Personenverkehr (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 231), Bonn-Bad Godesberg 1977, S. 2.

7) T. Hägerstrand, What About People in Regional Science, in: Papers of the Regional Science Association 24, 1970, S7-21.

8) Befragungsergebnisse zu Restriktionen des Zeitbudgets finden sich bei T.v.d. Hoorn, Experiments with an Activity-based Travel Model, in: Transportation, 12, 1983, Nr. 1, S. 61-77.

9) Verkehr in Zahlen 1989, S. 186.

10) Vgl. H.-P. Weber, Datentechnische und methodische Probleme bei verkehrspolitischen Entscheidungsprozessen, in: H. Hautzinger (Hg.), Statistische Methoden im Verkehrswesen (Schriftenreihe der DVWG Bd. B 66), Köln 1983, S. 101-110, hier S. 110.

11) H. Hautzinger, H.-U. Mann et al, Personenverkehrsprognose 2010 für Deutschland (Untersuchung im Auftrag des Bundesministers für Verkehr), (Kurzfassung), Heilbronn/München 1991, Tabelle 1, 2 sowie eigene Berechnungen.

Die genannten Nachfragedeterminanten beziehen sich zunächst auf primären induzierten Neuverkehr, gelten aber bei kollektiver und langfristiger Betrachtung auch für sekundären induzierten Neuverkehr.

Bei einer statistischen Untersuchung der Mobilität treten Unterschiede zwischen der Entwicklung der Wege, also der Summe aus Fußwegen (einschl. Fahrradfahrten) und Fahrten mit motorisierten Verkehrsmitteln, einerseits und der Entwicklung der motorisierten Fahrten andererseits auf. Für die motorisierten Fahrten ergibt sich im Zeitablauf eine starke Zunahme von 1960, 1,66 Fahrten pro Person und Werktag auf 1988 2,55 Fahrten.¹²⁾ Im Vergleich zwischen KONTIV 76, 82 und 89 ist eine Steigerung der Zahl motorisierter Fahrten pro Person und Tag (einschl. Sonn- und Feiertagen) um 16% von 1,63 auf 1,89 zu verzeichnen. Demgegenüber gilt die Wegezahl allgemein als relativ konstant im Zeitablauf. Zwischen den KONTIV-Erhebungen 1976, 1982 und 1989 sind jedoch auch hier Zuwächse zu beobachten, die mit +6% von 2,84 auf 3,01 Wege pro Tag allerdings schwächer als bei den motorisierten Fahrten sind (vgl. Tabelle 2.1).¹³⁾ Zwischen 1976 und 1982 erstrecken sich die Steigerungen auf alle Bevölkerungsgruppen, außer den männlichen Erwerbstätigen.¹⁴⁾ Entgegen der allgemeinen Einschätzung des Zeitbudgets für Verkehr als relativ stabil im zeitlichen Längsschnitt¹⁵⁾ ergibt sich für die tägliche Verkehrsbeteiligung mobiler Personen zwischen KONTIV 76, 82 und 89 eine Steigerung um 13% von 71 auf 80 Minuten pro Tag. Der Anteil mobiler Personen erhöhte sich leicht von 76% auf 82% (vgl. Anm. 10).

Im Querschnitt über mehrere Untersuchungsräume sind die Ergebniswerte wegen unterschiedlicher Abgrenzungen nur bedingt vergleichbar. In 21 Städten der USA wurden tägliche IV-Fahrzeiten pro Person von 47+/-8 Minuten ermittelt.¹⁶⁾ In einer kleinräumigeren deutschen Untersuchung (Generalverkehrsplan Nürnberg) ergaben sich für unterschiedliche Haushaltstypen Wegezeiten zwischen 55 und 77 Minuten pro Person und Tag.^{16a)} Ein Vergleich zwischen mehreren westlichen und östlichen Industrieländern führte zu Wegezeitbudgets von 39–89 Minuten.^{16b)} Die große Schwankungsbreite in den genannten Ergebnissen läßt auf eine Beeinflussbarkeit der gesamten Wegezeitbudgets durch Angebotsverbesserungen schließen. Das auf den Verkehrsnetzen belastungswirksame Potential für indu-

12) Verkehr in Zahlen 1979, S. 105, 154, 156, 1989, S. 93, 177, 179, Statistisches Jahrbuch für die BR Dtd. 1989, S. 51, eigene Berechnungen; vgl. auch P. Kessel, Senkung des gesamtwirtschaftlichen Verkehrsaufwands durch Mobilitätsbeeinflussung – Möglichkeiten und Grenzen, in: Verkehrspolitische Strategien unter dem Diktat leerer Kassen (Schriftenreihe der DVWG Bd. 73), Bergisch Gladbach 1982, S. 205-207.

13) Verkehr in Zahlen 1984, S. 91, 180f.; Socialdata, KONTIV 76 (Untersuchung im Auftrag des BMV), München 1978; Socialdata, KONTIV 82 (Untersuchung im Auftrag des BMV), München 1984; EMNID, KONTIV 89 (Untersuchung im Auftrag des BMV), Bielefeld 1991; eigene Berechnungen; E. Kutter, Demographische Determinanten städtischen Personenverkehrs, Diss. Braunschweig 1972, S. 124, schätzt die Zunahme der Wegemobilität 1950-1980 auf 13-17%.

14) R. Herz, Verkehrsverhalten im zeitlichen und räumlichen Vergleich – Befunde aus KONTIV 76 und 82, in: Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten (Schriftenreihe der DVWG Bd. B 85), Bergisch Gladbach 1986, S. 238-272 hier S. 247f.

15) G. W. Heinze, Zur Theorie des Verkehrswachstums, in: G. Hoffmann (Hg), Beiträge zur Verkehrswissenschaft (Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau der TU Berlin Bd. 1), Berlin 1978, S. 1-45, hier S. 12, spricht in diesem Zusammenhang von „Remanenz des Reisezeitbudgets“.

16) Y. Zahavi, Travel Time Budget and Mobility in Urban Areas (US Department of Transport (Hg), FHWA PL 8183, Final Report), Washington 1974, passim.

16a) M. Poeck et al, Verkehr und Stadt als Interaktionsmechanismus (Untersuchung im Auftrag des BMV), München 1978, S. 2-8.

16b) A. Szalai (Hg), The Use of Time: Daily Activities of Urban and Suburban Populations in Twelve Countries, o.O. S. 114, zit. in: M. Poeck et al (Anm. 14), S. 20.

zierten Neuverkehr auf der Stufe Verkehrserzeugung sind jedoch angebotsbedingte Steigerungen der motorisierten Mobilität. Deren überproportionale Zuwächse in der Vergangenheit sprechen zunächst für eine Abhängigkeit von der Infrastrukturausstattung.

2.2 Die Modellierung der Verkehrserzeugung

In der folgenden Tabelle 2.2 sind verschiedene Typen von Modellen zur Verkehrserzeugung miteinander verglichen. Insbesondere werden Möglichkeiten zur Modellierung angebotsbedingter Mobilitätsänderungen aufgeführt. Es zeigt sich deutlich, daß nur ein Teil der vorhandenen Modelle die Voraussetzung zu einer Berücksichtigung von induziertem Verkehrsaufkommen bietet, obwohl gerade im Fernverkehr häufig eine solche Einbeziehung gefordert wird.^{16c)} Es handelt sich dabei um die Modelle der Kategorien 4), 5) und 6) in Tabelle 2.2. In Kategorie 3) kann sekundärer induzierter Neuverkehr erfaßt werden. Der Ablauf angebotsbedingter Strukturänderungen ist jedoch nicht Gegenstand des Modells. In den Modellen der Kategorie 4) werden die Angebotseigenschaften in das Verkehrserzeugungsmodell einbezogen, bei den Kategorien 5) und 6) erfolgt dies für Verkehrserzeugung und -verteilung gemeinsam. Eine Trennung der Modellergebnisse in Änderungen der Mobilität und Änderungen der Zielwahl erscheint möglich. Die Ermittlung der Zusammenhänge zwischen einzelnen Angebotsvariablen und der Verkehrserzeugung ist entweder mit sehr vielfältigen Angebotsausprägungen bei großem Stichprobenumfang konfrontiert, wie es bei flächendeckenden Erhebungen nach Art der KONTIV der Fall ist, oder mit einem klar

Tabelle 2.1: Die Entwicklung von Fahrten, Wegen und Zeitbudgets für Verkehr

Mobilitätsentwicklung	
KONTIV 76	1,63 Fahrten, 2,84 Wege pro Person und Tag
KONTIV 82	1,80 Fahrten, 2,93 Wege pro Person und Tag
KONTIV 89	1,89 Fahrten, 3,01 Wege pro Person und Tag
Zeitbudget für Verkehr	
KONTIV 76	71 Min. pro Person und Tag
KONTIV 82	78 Min. pro Person und Tag
KONTIV 89	80 Min. pro Person und Tag

16c) Vgl. H. Hautzinger, Bewertung von Personenfernverkehrsmodellen und Vorschläge für weiter zu verfolgende Entwicklungen (Untersuchung im Auftrag des BMV), Bonn 1983, S. 4.

Tabelle 2.2: Modelle zur Verkehrserzeugung

Modellart	Aggregationsgrad	Verkehrsart	Funktionsweise	Segmentation	Beispiele	Abbildung von Angebotseinflüssen
1) Trend-Fortschreibung, Mobilitätsannahmen	aggregiert	Nah- und Fernverkehr	Trend-Analyse, Analyse + Konstanthaltung der Zusammenhänge im Status quo, Szenariotechnik	soziodemographisch, Regionen, Reisezwecke	Verkehrsbeteiligungsmodell als Trend-, Status quo- oder Szenario-Ansatz (H. Hautzinger et al 1988) ¹⁷⁾	keine
2) stochastische Aktivitätenwahlmodelle	disaggregiert	Nah- und Fernverkehr	Ermittlung der Wahrscheinlichkeit zur Rückkehr in die Wohnung nach jeder Aktivität, Ableitung von Wegeketten und Wegehäufigkeitsverteilungen	soziodemographisch, Regionen	Wegehäufigkeits-/Wegekettenmodell (H. Hautzinger 1982) ¹⁸⁾	keine
3) Regression auf Strukturdaten	aggregiert	Nah- und Fernverkehr	Beziehung zwischen Verkehrsaufkommen und Strukturdaten	soziodemographisch, Reisezwecke	BVWP 1985 (PROGNOS 1983) ¹⁹⁾ , H. Hensel ²⁰⁾ , Fahrtenmodell (K. Leibbrand 1983) ²¹⁾ , H. Hautzinger, P. Kessel 1977 ²²⁾	nur als sekundärer induzierter Neuverkehr (bei Änderung von Strukturdaten)
	disaggregiert	Fernverkehr	wie vor	soziodemographisch, Regionen, Reisezwecke	soziodemographisches Modell (H. Hautzinger et al 1988) ¹⁷⁾	keine
	disaggregiert	Fernverkehr	wie vor	soziodemographisch, Reisezwecke	SINDIVITAL (Socialdata, DFVLR 1982) ²³⁾	
	disaggregiert	Nah- und Fernverkehr	Beziehung zwischen Verkehrsaufkommen und Zeitrestriktionen	soziodemographisch, Regionen, Reisezwecke	Raum-Zeit-Modell (T. Hägerstrand 1970, G. Rüsich, G. Sammer 1981) ²⁴⁾	

- 17) H. Hautzinger, W. Röhling et al, Bestimmungsgründe für die langfristige Entwicklung des Personenfernverkehrs (Untersuchung im Auftrag des BMV), Heilbronn/Freiburg 1988.
- 18) H. Hautzinger, Aktivitätenbezogene Verkehrserzeugungsmodelle – ein neues Konzept zur Personenverkehrsprognose, in: ZfV, 53, 1982, S. 92-114.
- 19) P. Cerwenka, S. Rommerskirchen, Personenverkehrsprognosen für den BVWP '85 (Untersuchung im Auftrag des BMV), Basel 1983.
- 20) H. Hensel, Wörterbuch und Modellsammlung zur Verkehrsprognose (Stadt-Region-Land Bd. B4), Aachen 1976, S. 121 und die dort zitierte Literatur.
- 21) K. Leibbrand, Das Fahrtenmodell – Ein neues Verfahren zur Ermittlung von Stärke und Richtung der Verkehrsströme, in: IV, 35, 1983, S. 357-361.
- 22) H. Hautzinger, P. Kessel 1977 (Anm. 3), S. 64f., 78f.
- 23) W. Brög, D. Wilken et al, Individualverhaltensmodell auf der Basis des Situationsansatzes – ein situationsbestimmter Individualverhaltensalgorithmus (Untersuchung im Auftrag des BMV), München/Köln 1982.
- 24) T. Hägerstrand siehe Anm. 4; G. Rüsich, G. Sammer, Das Raum-Zeit-Modell, in: IV, 33, 1981, S. 14-19.

Tabelle 2.2: Modelle zur Verkehrserzeugung (Fortsetzung)

Modellart	Aggregationsgrad	Verkehrsart	Funktionsweise	Segmentation	Beispiele	Abbildung von Angebotseinflüssen
4) Regression auf Strukturdaten und Angebots-eigenschaften	aggregiert	Nah- und Fernverkehr	Regression auf Strukturdaten, Berücksichtigung des Widerstands zu einer zu dem betrachteten Aufkommen „komplementären Zielstruktur“ (H. Hensel), Lageparameter (Reisezeit und Reisekosten (ITP))	soziodemographisch, Regionen, Reisezwecke	P. A. Mäcke 1969/72 ²⁵⁾ , 1990, ITP-Anbindungsmodell, BVWP 1990 (ITP 1988) ²⁶⁾ , Verkehrsbeteiligungsmodell als Regressionsansatz, Reisehäufigkeitsmodell (H. Hautzinger et al 1988) ¹⁷⁾ , Verkehrserzeugungsmodell für den ländl. Raum (W. Ruske 1973) ²⁷⁾	abhängig von Parameterspezifikation, Einbeziehung der Erreichbarkeit
	aggregiert	Nah- und Fernverkehr	Regression auf soziodemographischen Daten und auf Pkw-Verfügbarkeit	Regionen-/Siedlungsstruktur, soziodemographisch, Reisezwecke	M. Wermuth 1978 ²⁸⁾	Zurückführung der Siedlungsstruktur auf Pkw-Verfügbarkeit, keine explizite Rückkopplung des Verkehrsaufkommens auf die Pkw-Verfügbarkeit
	aggregiert	Nah- und Fernverkehr	Regression auf Pkw-Verfügbarkeit	keine	ältere amerikanische Modelle ²⁹⁾	nur durch Pkw-Verfügbarkeit
	aggregiert	Nahverkehr	Analyse von Wirkungen von ÖPNV-Angebotsverbesserungsmaßnahmen	soziodemographisch, Regionen, Reisezwecke	Standardisiertes Bewertungsverfahren ÖPNV 1988 ³⁰⁾	Berechnung von Anteilen „induzierten Verkehrs“

- 25) P. A. Mäcke et al, Das Verkehrsaufkommen in Abhängigkeit von der Wirtschafts-, Siedlungs- und Sozialstruktur (unveröff. Manuskript), Aachen/Hamburg 1969/72, zit. in: H. Hensel 1977 (Anm. 20), S. 121, 135.
- 26) R. Mück et al, Personenverkehrsprognosen für die Fortschreibung der Bundesverkehrswegeplanung 1990 (Untersuchung im Auftrag des BMV), Kurzfassung, München 1989.
- 27) W. Ruske, Verkehrserzeugungsmodelle – Möglichkeiten und Grenzen ihrer Anwendung, in: H. Habekost (Hg), Verkehrserzeugungsmodelle als Grundlage der Verkehrsplanung (Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen der TU Braunschweig o. Bd.), Braunschweig 1973, S. 47.
- 28) M. Wermuth, Strukturen und Effekte von Faktoren der individuellen Aktivitätennachfrage als Determinanten des Personenverkehrs, Bad Honnef 1978.
- 29) Verschiedene amerikanische Modelle aus den 1950er Jahren, zit. in: E. Kutter 1972 (Anm. 10), S. 7.
- 30) Der BMV (Hg), Standardisierte Bewertung von Verkehrsweginvestitionen des Öffentlichen Personennahverkehrs – Anleitung –, Bonn 1. 1976, 2. 1988.

Tabelle 2.2: Modelle zur Verkehrserzeugung (Fortsetzung)

Modellart	Aggregationsgrad	Verkehrsart	Funktionsweise	Segmentation	Beispiele	Abbildung von Angebotsinflüssen
5) Gelegenheitsverteilungsmodelle für Aktivitäten	disaggregiert	Nah- und Fernverkehr	Aufstellung einer Entfernungsverteilung von Gelegenheiten zu Aktivitäten und einer Wahrscheinlichkeitsverteilung der Wahrnehmung dieser Gelegenheiten, integrierte Modellierung von Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung	Regionen, Reisezwecke	zeit- und entfernungsabhängiges Aktivitätenwahlmodell (H. Hautzinger 1982) ³¹⁾ Nutzungsintensitätsmodell (W. Ruske 1973) ³²⁾	Abhängigkeit der Nutzung von Gelegenheiten von der Entfernung und der Reisezeit bzw. Geschwindigkeit, Einbeziehung neuer und bessere Nutzung vorhandener Gelegenheiten durch Angebotsverbesserungen
6) Nutzenmaximierungsmodelle	disaggregiert	Nahverkehr	Nutzenfunktion in Abhängigkeit von der Entfernung, integrierte Modellierung von Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung	soziodemographisch, Reisezwecke	Nutzenmaximierungsmodell (E. Kutter 1981) ³³⁾	keine Berücksichtigung, da Widerstand nicht in zeitlicher Erreichbarkeit, sondern in Entfernung ausgedrückt
	disaggregiert	Fernverkehr	Nutzenmaximierung in Abhängigkeit von: soziodemographischen Merkmalen, Zeitbudgets, Entfernungen, Kosten, Fahrzeiten, integrierte Modellierung von Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung	soziodemographisch, Regionen, Reisezwecke	simultanes Reisehäufigkeits- und Zielwahlmodell (H. Hautzinger, W. Röhling, 1988) ¹⁷⁾	Einbeziehung von Kosten und Fahrzeiten in die Nutzenmaximierung
	disaggregiert	Nah- und Fernverkehr	Ausübung von Aktivitäten bei Überschreitung von Bedürfnisschwellwerten (für frei wählbare Aktivitäten), Abhängigkeit des Schwellwerts von jeweiliger Entfernung, integrierte Modellierung von Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung	soziodemographisch, Reisezwecke	Bedürfnisakkumulationsmodell (O. Westelius, J.D. Nystuen 1973/1967) ³⁴⁾	bei Ausdruck des Schwellwerts in zeitl. Distanz zu einer Aktivität

31) H. Hautzinger, Reiseweite- und Reisezeiteffekte von Geschwindigkeitszuwachsen im Personenverkehr, in: IV, 34, 1982, S. 182-187.

32) W. Ruske 1972 (Anm. 27), S. 117, 121, 128.

33) E. Kutter et al, Ermittlung von Variablen und Parametern möglicher Gesamtmodelle für Verkehrsanalyse und Verkehrsprognose auf der Grundlage der amtl. Statistik (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 339), Bonn-Bad Godesberg 1981.

34) O. Westelius, The Individual's Way of Choosing Between Alternative Outlets (National Swedish Building Research, Document D 17), o.O. 1973; J.D. Nystuen, A Theory and Simulation of Intraurban Travel, in: W.L. Garrison, D.F. Marble (Hg), Quantitative Geography (Northwestern University, Studies in Geography Nr. 13), o.O. 1967, S. 54-83; vgl. dazu G. Würdemann 1982 (Anm. 1), S. 56-63; H. Hautzinger, P. Kessel 1977 (Anm. 3), S. 36.

Tabelle 2.2: Modelle zur Verkehrserzeugung (Fortsetzung)

Modellart	Aggregationsgrad	Verkehrsart	Funktionsweise	Segmentation	Beispiele	Abbildung von Angebotsinflüssen
7) Ermittlung der Verkehrserzeugung für bestimmte Verkehrsträger	aggregiert	Nah- und Fernverkehr	Berechnung von Fahrleistung, Verkehrsaufkommen, Verkehrsleistung für Pkw aus: – Pkw-Bestand – Kraftstoffverbrauch – durchschnittlichen Fahrzeugbesetzungsgraden, keine Differenzierung nach Strömen, integrierte Modellierung von Verkehrsaufkommen, Verkehrsleistung und Verkehrsmittelwahl	keine	DIW-Fahrleistungsschätzung ³⁵⁾	nur ex-post-Modellierung, keine Prognose, Ex-post-Erfassung der Verfügbarkeit

definierten, aber räumlich begrenzten und damit kaum übertragbaren Angebot bei kleinem Stichprobenumfang. Ebenso können bei flächendeckenden Untersuchungen, besonders im Vergleich über längere Zeiträume, Einflüsse von Angebotsänderungen auf die Mobilität nur schwer von autonomen Mobilitätsänderungen getrennt werden, die etwa durch geänderte Präferenzen zustande kommen. Damit ist ebenfalls die Identifizierbarkeit von sekundärem induziertem Neuverkehr angesprochen. Seine Existenz wird kaum bestritten.³⁶⁾ Ein Konfliktpunkt ist jedoch die Richtung der Kausalität zwischen Siedlungsstruktur und Verkehrsangebot.³⁷⁾ Eine statistische Klärung dieser Kausalität ist aus logischen Gründen kaum möglich und für Erkenntnisse über den Einfluß des Verkehrsangebots auf die Verkehrserzeugung auch nicht erforderlich. Denn entscheidend ist der Nachweis einer generellen Existenz solcher Einflüsse, nicht die zeitliche Abgrenzung ihrer Wirkung nach (kurzfristig wirksamen) primärem induziertem Neuverkehr und (mittel- bis langfristig wirksamem) sekundärem induziertem Neuverkehr. Da zwischen der Modellierung von Verkehrserzeugung und -verteilung ein enger Zusammenhang besteht, werden vor einer Darstellung von Modellergebnissen zur Verkehrserzeugung die Verkehrsverteilung und vollständigkeitshalber auch die beiden übrigen, für induzierten Neuverkehr weniger relevanten Modellstufen erläutert.

35) Vgl. Verkehr in Zahlen, versch. Jg., z.B. 1991, S. 238-241.

36) Vgl. M. Wermuth (Anm. 28); E. Kutter, Was ist integrierte Verkehrsplanung? (Veröffentlichungen des Instituts für Städtebau o. Bd.), Berlin 1988; ders., Werden sich Verkehrsverhalten und Verkehrsnachfrage unter heutigen Rahmenbedingungen verändern? (Forschung für den Stadtverkehr von morgen), Berlin 1986.

37) Vgl. H. Knoflacher, Reisemittelwahl – primär eine Funktion der Lage der Verkehrsmittel zu den Siedlungsgebieten oder umgekehrt? in: IV, 36, 1984, S. 255-262.

3. Die Modellstufe Verkehrsverteilung

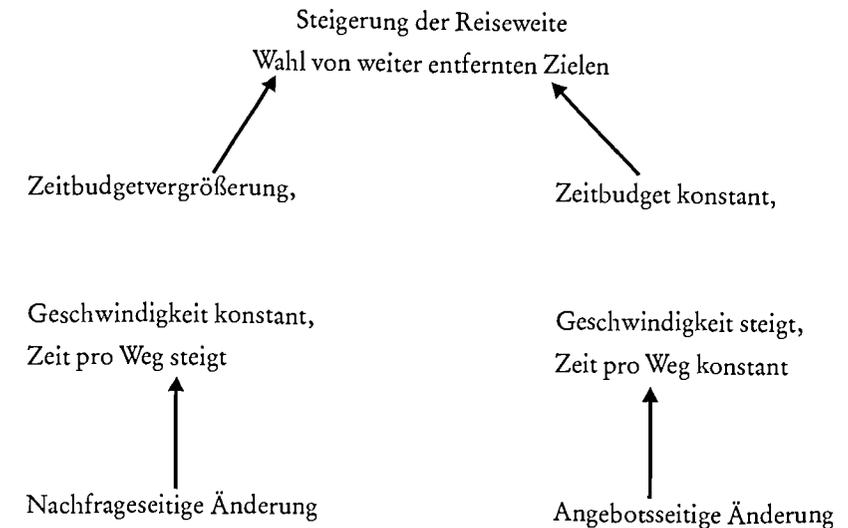
3.1 Die Determinanten der Verkehrsverteilung

Verkehr wird erst faßbar, wenn die Orte der Aktivitätsausübung bestimmt und damit Quelle und Ziel von Verkehrsströmen festgelegt sind. Dafür sind als Einflußgrößen anzusehen:



Das Zusammenwirken dieser Determinanten beginnt im Nahverkehr mit der Festlegung des Zeitbudgets für Verkehr bei Aktivitäten mit und ohne Restriktionen. Kurzfristig werden auf der Basis dieser Zeitansätze die Ziele für freie Aktivitäten und für solche restringierten Aktivitäten bestimmt, die keinen Zielvorgaben unterliegen. Dies sind etwa Besorgungen und Erledigungen. Langfristig können die Ziele freier und restringierter Aktivitäten gewählt werden; zusätzlich zur kurzfristigen Zielwahl betrifft das die Wahl von Wohnort und Arbeitsplatz bzw. Ausbildungsplatz. Im Fernverkehr sind die Abläufe analog zum Nahverkehr, soweit die restringierten Aktivitäten Arbeit und Ausbildung betroffen sind. Bei Geschäftsreisen kann die Zielwahl in der Regel nicht autonom erfolgen. Die zur Erreichung des vorgegebenen Ziels erforderliche Zeit muß in die übrige Zeitplanung eingeordnet werden. Bei Urlaubs- und Privatreisen ist die Zielwahl dagegen autonom; die für den Verkehrsaufwand in diesen Reisezwecken nötige Zeit wird so gewählt, daß das gewünschte Verhält-

nis zwischen der Fahrzeit und dem Zeitaufwand für die Aktivitätsausübung erreicht wird. Während die Verkehrserzeugung für das Verkehrsaufkommen entscheidend ist, legt die Verkehrsverteilung die entsprechende Verkehrsleistung fest, da mit den Zielen über die zurückzulegende Entfernung entschieden wird. Eine Verkehrszunahme bedeutet also in bezug auf die Verkehrsverteilung eine Verkehrsleistungssteigerung bei konstanter Fahrtenzahl, die durch den Übergang zu weiter entfernt liegenden Zielen zustandekommt. Eine Erhöhung der Verkehrsleistung durch Änderung der Zielwahl mit Erhöhung der durchschnittlichen Reisesweite kann als Ursache haben:



Analog zu den Möglichkeiten der Mobilitätssteigerung kommt die Reisesweitensteigerung entweder durch einen nachfrageseitigen Einfluß in Form einer Ausdehnung des Zeitbudgets für Verkehr zustande oder durch eine angebotsseitige technische Verbesserung, bei der das Zeitbudget unverändert bleibt.

Statistische Daten zeigen im Zeitablauf eine deutliche Zunahme der Fahrtentfernung um 61%.

Entwicklung der durchschnittlichen Reisesweite

1960	11,0 km
1967	13,9 km
1976	15,5 km
1982	16,5 km
1990	17,7 km ^{37a)}

^{37a)} Verkehr in Zahlen, 1991, S. 305-311.

Wie bei der Mobilitätssteigerung lassen die Entfernungszuwächse auf eine angebotsseitige Beeinflussbarkeit schließen, die von anderen Einflußgrößen abgegrenzt werden muß.

Ob die Fahrtzahl oder die Verkehrsleistung steigt, ist primär eine Frage der Umsetzung von Erreichbarkeitsverbesserungen bzw. Zeitbudgetänderungen.

3.2 Die Modellierung der Verkehrsverteilung

Die Modellvielfalt ist bei der Verkehrsverteilung geringer als bei der Verkehrserzeugung. In analoger Weise wie bei Tabelle 2.2 sind in Tabelle 3.1 Modelle zur Verkehrsverteilung zusammengestellt. Durch die Beziehung der Zielwahl auf Widerstände wie Entfernungen, Fahrzeiten und Kosten basieren alle dargestellten Modelle auf einem Widerstandsansatz. Die Unterschiede bestehen in der Segmentierung, in der Spezifikation des Widerstandsansatzes sowie in der Art der Differenzierung nach einzelnen Verkehrsträgern bzw. gesamtmodaler Modellierung.

Tabelle 3.1: Modelle zur Verkehrsverteilung

Modellart	Aggregationsgrad	Verkehrsart	Funktionsweise	Segmentation	Beispiele	Abbildung von Angebotseinflüssen
1) vereinfachter Widerstandsansatz	aggregiert	Nah- und Fernverkehr	Analogie zum Kirchoffschen Gesetz: Auswahlwahrscheinlichkeit eines Zieles im weiteren Sinn umgekehrt proportional zum Widerstand	aufbauend auf Segmentation der Verkehrserzeugung	Widerstandsfunktionen (H. Hensel) ³⁸⁾	bei Abbildung des Widerstands durch Zeiten oder Kosten (nicht bei Abbildung durch Entfernung)
	aggregiert	Nah- und Fernverkehr	Verteilung für das Verkehrsmittel über Lillisches Reisegesetz	soziodemographisch, regional, Reisezweck	Fahrtenmodell (K. Leibbrand 1983) ⁴¹⁾	wie vor
2) Gesamtmodaler Widerstandsansatz	aggregiert	Fernverkehr	Ermittlung gewichteter Eigenschaften der Verkehrsmittel als relationspezifischer Widerstand	aufbauend auf Segmentation der Verkehrserzeugung	gesamtmodales Widerstandsmodell (P. Kessel et al 1986) ³⁹⁾	durch Eigenschaften der Verkehrsmittel
	disaggregiert	Fernverkehr	wie vor	wie vor	Zielwahlmodell (H. Hautzinger, W. Röhling 1988) ¹⁷⁾	durch Zeiten und Kosten

38) H. Hensel 1977 (Anm. 20), S. 138f. und die dort zitierte Literatur.

39) P. Kessel, W. Röhling et al, Modellprognose der Verkehrsnachfrage auf Magnetbahnsystemen (Untersuchung im Auftrag der Versuchs- und Planungsgesellschaft für Magnetbahnsysteme), Freiburg 1986; die Verkehrsverteilung ist die Vorstufe zum disaggregierten Verkehrsmittelwahlmodell.

Tabelle 3.1: Modelle zur Verkehrsverteilung (Fortsetzung)

Modellart	Aggregationsgrad	Verkehrsart	Funktionsweise	Segmentation	Beispiele	Abbildung von Angebotseinflüssen
3) Beziehung der Zielwahl auf Aktivitäten	disaggregiert	Nah- und Fernverkehr	Entfernungsverteilung von Gelegenheiten zu Aktivitäten, Wahrscheinlichkeitsverteilung dieser Gelegenheiten; integrierte Modellierung von Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung	integriert mit Verkehrserzeugung	Gelegenheiten-Verteilungsmodell für Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung (H. Hautzinger 1982) ³¹⁾ competing opportunities model (A.R. Tomazinis 1962) ⁴⁰⁾ simultanes Reisehäufigkeits- und Zielwahlmodell (H. Hautzinger et al 1988) ¹⁷⁾	Abhängigkeit der Nutzung von Gelegenheiten, von der Entfernung der Reisezeit bzw. Geschwindigkeit und den Reisekosten, Einbeziehung neuer und bessere Nutzung vorhandener Gelegenheiten durch Angebotsverbesserungen
4) Differenzierung der Zielwahl nach Verkehrsträgern	disaggregiert	Nahverkehr	Ziel und Verkehrsmittelwahl nach gruppenspezifischen Auswahlwahrscheinlichkeiten; integrierte Modellierung von Verkehrsverteilung und Verkehrsmittelwahl	soziodemographisch, Reisezweck	Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodell (D. Zumkeller et al, Gesamtverkehrsplan Großraum Nürnberg) ⁴¹⁾	Auswahlwahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von den jeweiligen Fahrzeiten und vorgegebenen Fahrzeit-Schwellwerten (bei Überschreitung neue Wahl)
	aggregiert	Nah- und Fernverkehr	Zielwahl nach verkehrsmittelspezifischen Widerständen; integrierte Modellierung von Verkehrsverteilung und Verkehrsmittelwahl	soziodemographisch, Reisezweck	allgemeines Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodell (P.A. Mäcke 1974) ⁴²⁾	Fahrzeiten der einzelnen Verkehrsmittel

40) A.R. Tomazinis, A New Method of Trip Distribution in an Urban Area, in: Highway Research Board Bulletin 347, 1962, S. 77-79, zit. in: H. Hensel 1977 (Anm. 20), S. 141.

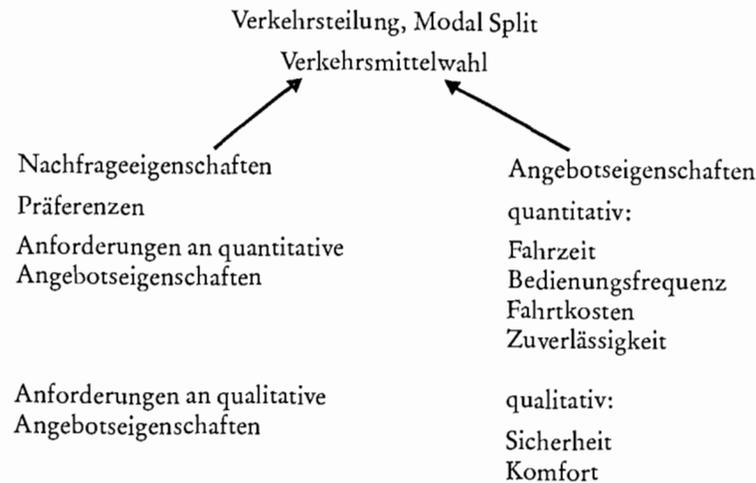
41) D. Zumkeller et al, Gesamtverkehrsplan Großraum Nürnberg, Koblenz 1977, zitiert in E. Kutter et al, Ermittlung von Variablen und Parametern möglicher Gesamtmodelle für Verkehrsanalyse und Verkehrsprognose auf der Grundlage der Amtlichen Statistik (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 339), Bonn-Bad Godesberg 1981, S. 31.

42) P.A. Mäcke, Personenverkehr in Stadt und Region – Weiterentwicklung des Algorithmus zur Schätzung der strukturbedingten Nachfrage, in: Stadt-Region-Land Bd. 30, o.J., S. 22ff., zitiert in: H. Hensel 1977 (Anm. 20) S. 139, 161.

4. Die Modellstufe Verkehrsmittelwahl

4.1 Die Determinanten der Verkehrsmittelwahl

Die Verkehrsmittelwahl hängt von angebots- und nachfrageseitigen Faktoren ab:



Die nachfrageseitigen Einflüsse definieren eine Entscheidungssituation, die von einer größeren oder geringeren Zahl von Wahlmöglichkeiten gekennzeichnet ist. Die Erfassung der Einflüsse von Änderungen der Angebotsqualität auf die Verkehrsnachfrage betrifft bei der Verkehrsmittelwahl zunächst nur die Neuaufteilung vorhandener Verkehrsströme auf die einzelnen Verkehrsmittel. Die hier interessierende Fragestellung ist jedoch, ob mit einer solchen Neuaufteilung Änderungen der Fahrtanzahl und der gewählten Ziele einhergehen. Die Änderungen in der Verkehrsmittelwahl können bei entsprechender Modellierung gut von den Mobilitäts- und Zieländerungen separiert werden.

4.2 Die Modellierung der Verkehrsmittelwahl

Bei der Verkehrsmittelwahl können die in Tabelle 4.1 aufgeführten Modelltypen unterschieden werden. Wesentliche Untersuchungsobjekte bei der Verkehrsmittelwahl selbst sind die Entwicklung der Modal Split-Anteile der einzelnen Verkehrsmittel durch eine Maßnahme, die Ausschaltung von Struktur- und Wachstumseffekten bei der Untersuchung von Maßnahmewirkungen, die Isolierung des Einflusses einzelner Angebotsvariablen auf die Verkehrsmittelanteile sowie die stromspezifische Differenzierung der Verkehrsmittelanteile. Diese Fragen werden nur von den Alternativenwahlmodellen der Kategorie 3) vollständig beantwortet. Da bei der Analyse von Maßnahmewirkungen zunächst vorwiegend die Verlagerungseffekte relevant sind, wird bei den meisten Alternativenwahlmodellen die Möglichkeit der Mobilitätsänderung ausgespart. Dabei besteht eine größere Wahrscheinlichkeit,

Überschätzungen der Maßnahmenwirkungen zu vermeiden. Die im SINDIVITAL-Modell einbezogene Mobilitätswirkung beschränkt sich auf den Fall der Reise-Unterlassung bei Angebotsverschlechterungen. Zielwähländerungen werden, außer im CSE-Modell, aus den gleichen Gründen wie mögliche Mobilitätsänderungen in den Alternativenwahlmodellen meist nicht berücksichtigt. Eine gleichzeitige Modellierung verschiedener Stufen findet in direct-demand-Ansätzen (Kategorie 1)), im SINDIVITAL-Modell, im CSE-Urlaubsreise- und im Mobilitätsdifferenzenmodell statt. Die Trennbarkeit der Niveau- und Verlagerungseffekte ist jedoch eingeschränkt.

Tabelle 4.1: Modelle zur Verkehrsmittelwahl

Modellart	Aggregationsgrad	Verkehrsmittelart	Funktionsweise	Segmentation	Beispiele	Erfassung von Mobilitäts- und Zielwähländerungen
1) direct-demand-Modelle	aggregiert	Fern- und Nahverkehr	Schätzung einer Nachfragefunktion nach einem Verkehrsmittel	soziodemographisch, Reisezwecke	ÖPNV-Reagibilitätsuntersuchung (N. Dasgupta et al 1986) ⁴³⁾	keine explizite Modellierung der Stufen
	disaggregiert	Fernverkehr	wie vor	wie vor	Anbindungsmodell des SPFV (ITP 1982) ⁴⁴⁾	integrierte Modellierung von Verkehrserzeugung und Verkehrsmittelwahl, keine Trennbarkeit der Einflüsse
2) Zeitreihenanalyse	aggregiert	Nahverkehr	Anwendung der Box-Jenkins-ARIMA-Technik und der Regressionsanalyse auf die Nachfrage	keine	kurz- und langfristiges Zeitreihenmodell (G. Rose 1986) ⁴⁵⁾ (N.L. Nihan et al 1980) ⁴⁶⁾	keine explizite Modellierung der Stufen
3) Wahlmodelle zwischen Alternativen	disaggregiert	Nahverkehr	Einordnung in Vierstufenalgorithmus, Schätzung eines Alternativenwahlmodells	soziodemographisch, Reisezwecke	ÖPNV-Maßnahmenmodell U. Senger 1987) ⁴⁷⁾ Maßnahmenwirkungsmodell (J. de Cea et al 1986) ⁴⁸⁾ Stationen- und Verkehrsmittelwahlmodell (N. Harata et al 1986) ⁴⁹⁾	Schätzung auf Modellstufe Verkehrsmittelwahl, Ausweis von Verlagerungen nach Verkehrsmitteln, Ausschluß von Mobilitätszuwächsen

43) N. Dasgupta, N. Paulley, A Comparison of Travel in Three British Cities, in: The Centre for Transportation Studies (Hg), World Conference on Transportation Research, Vancouver 1986, S. 1474-1492.

44) R. Mück, H.-U. Mann, Anbindungsmodell für den SPFV (Untersuchung im Auftrag der DB), München 1982.

45) G. Rose, Transit Passenger Response: Short and Long Term Elasticities Using Time Series Analysis, in: Transportation, 13, 1986, Nr. 2, S. 131-144.

46) N.L. Nihan, K.O. Holmesland, Use of the Box and Jenkins Time Series in Traffic Forecasting, in: Transportation, 9, 1980, Nr. 2, S. 125-143.

47) U. Senger, Planung und Bewertung von ÖPNV-Maßnahmen im ländlich strukturierten Raum, Vortrag auf der DVWG-Tagung am 17./18. 09. 87 in München.

Tabelle 4.1: Modelle zur Verkehrsmittelwahl (Fortsetzung)

Modellart	Aggregationsgrad	Verkehrsart	Funktionsweise	Segmentation	Beispiele	Erfassung von Mobilitäts- und Zielwahländerungen
3) Wahlmodelle zwischen Alternativen	disaggregiert	Fernverkehr	Alternativenwahlmodell auf der Basis der Nutzenmaximierung	soziodemographisch, Reisezwecke, Regionen	Verkehrsmittelwahlmodell als Nutzenmaximierungsmodell (P. Kessel, W. Röhling 1986) ⁵⁰⁾ Verkehrsmittelwahlmodell als Nutzenmaximierungsmodell	
	disaggregiert	Fernverkehr	Pivot-Punkt-Analyse von Nachfrage- und Einflußvariablen, Simulation einer fiktiven Stichprobe	soziodemographisch, Reisezweck	Verkehrsmittelwahlmodell nach dem Situationsansatz SINDIVITAL 1982) ⁵¹⁾	Modellierung von Verkehrserzeugung und Verkehrsmittelwahl, Trennbarkeit
	disaggregiert	Fernverkehr	Alternativenwahlmodell auf der Basis der Nutzenmaximierung	soziodemographisch, nur Reisezweck Urlaub	CSE-Urlaubsreisenmodell (CSE 1981) ⁵²⁾	Modellierung von Verkehrsverteilung und Verkehrsmittelwahl, Trennbarkeit
	disaggregiert	Nahverkehr	relationspezifische Bestimmung der Lageumstände und den damit verbundenen Mobilitätsdifferenzen	soziodemographisch	Modell der Mobilitätsdifferenzen (W. Stengel et al 1982) ⁵³⁾	Modellierung von Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung und Verkehrsmittelwahl, Trennbarkeit

Modelltechnisch können Mobilitäts- und Zielwahländerungen nur dann erfaßt werden, wenn die Modelle dieser vorgelagerten Nachfragestufen bei Maßnahmenprognosen ebenfalls angewendet und dem Alternativenwahlmodell vorgeschaltet werden.

48) J. de Cea et al, Evaluating Marginal Improvements to a Transport Network: An Application to the Santiago Underground, in: *Transportation*, 13, 1986, Nr. 3, S. 211-233.

49) N. Harata, K. Ohta, Some Findings on the Application of Disaggregate Nested Logit Model to Railway Station and Access Mode Choice, in: *The Centre for Transportation Studies (Hg)*, 1986, (Anm. 43), S. 1729-1740.

50) P. Kessel, W. Röhling et al, Modellentwicklung zur Prognose der Verkehrsnachfrage auf Magnetbahnsystemen (Untersuchung im Auftrag der MVP), Freiburg 1986.

51) W. Brög, N. Treinies et al, Individualverhaltensmodell des Personenfernverkehrs auf der Basis des Situationsansatzes (SINDIVITAL), (Untersuchung im Auftrag des BMV), München/Köln 1982.

52) Cambridge Systematics Europe, Long Distance Travel in the Federal Rep. of Germany – Models of Mode and Destination Choice for Holiday Trips and their Application (Untersuchung im Auftrag des BMV), Den Haag 1981.

53) W. Stengel et al, Umfang und Ursachen von Verkehrsverlagerungen (Neuverkehr bei der Einrichtung von städtischen Schnellbahnstrecken (Untersuchung im Auftrag des BMV), dokumentiert in: G. Aberle, Dokumentation 96, in: IV, 35, 1983, S. 325-327.

5. Die Modellstufe Verkehrsumlegung

5.1 Die Determinanten der Verkehrsumlegung

Die Wahl des zurückzulegenden Wegs erfolgt bei der hier gewählten sukzessiven Betrachtungsweise für das jeweils gewählte Verkehrsmittel. Im Vergleich verschiedener Wege ist die entscheidende Einflußgröße die Fahrzeit. Bei merklichen Kostenunterschieden zwischen verschiedenen Wegen, z.B. im öffentlichen Verkehr durch entfernungsabhängige Tarife, spielen auch die Kosten eine Rolle. Widerstände, wie etwa schlechte Ausbaustände von Straßen werden im allgemeinen bei den Fahrzeiten miteinfaßt. Die Wahl der kürzesten Route wird vor allem im Individualverkehr von der subjektiven Einschätzung bestimmt. Diese unterliegt möglichen Fehlschätzungen durch fehlende Ortskenntnis und falsche Beurteilung des Belastungszustandes.

5.2 Die Modellierung der Verkehrsumlegung

Hier existieren im wesentlichen drei Verfahren, die den Einfluß der Angebotsqualität auf die Verkehrswegewahl in unterschiedlicher Genauigkeit abbilden:⁵⁴⁾

- 1) Reine Bestwegumlegung (Wahl der zeitkürzesten Route ohne Beschränkung),
- 2) Bestwegumlegung unter Beachtung belastungsabhängiger Eigenschaftsänderungen und Kapazitätsbegrenzungen (capacity-restraint-Verfahren),
- 3) Wahl mehrerer Routen unter Beachtung belastungsabhängiger Eigenschaftsänderungen und Kapazitätsbegrenzungen.

Für die hier relevante Fragestellung angebotsbedingter Verkehrszuwächse ist die reine Verkehrsumlegung weniger wichtig, da eine Veränderung der Wegewahl kaum eine Aussage über Niveau und Richtung der zugrundeliegenden Verkehrsströme zuläßt.

6. Ergebnisse zum Einfluß der Angebotsqualität auf die Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung

6.1 Vorhandene statistische Analysen

In diesem Abschnitt werden Beobachtungs- und Modellergebnisse zu Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung, also zu induziertem Neuverkehr bezüglich Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung (Zieländerung mit Erhöhung der Reiseweite) dargestellt. Die Ergebnisse liegen häufig zusammen für beide Modellstufen vor, so daß die aus systematischen Gründen in den vorhergehenden Abschnitten vorgenommene gliederungsmäßige Trennung zwischen den einzelnen Modellstufen bei der Ergebnisdarstellung nicht angebracht ist. In Tabelle 6.1 sind die Ergebnisse nach der Art ihrer Ermittlung und Verarbeitung systematisiert. Neben Modellergebnissen sind statistische Analysen und Abschätzungen von Ver-

54) Vgl. M. Ueberschaer, Die Aufteilung der Verkehrsströme auf verschiedene Fahrtwege im Stadtstraßennetz (Stadt-Region-Land Bd. 15), Aachen 1971, S. 1-44; H. Hensel 1977 (Anm. 20).

kehrszuwächsen aufgenommen. Sofern nichts anderes vermerkt ist, bezieht sich die Bezeichnung „induzierter Neuverkehr“ auf das Aufkommen. Neu induzierte Verkehrsleistung ist entsprechend gekennzeichnet. Der erste Gliederungspunkt in Tabelle 6.1 sind psychologische Erklärungsansätze. Sie erfassen das Problem der Angebotssteuerung der Verkehrsnachfrage vom Standpunkt der individuellen Motivation aus. Eine quantifizierte Kausalerklärung liefern sie nicht. Der zweite Teilabschnitt von Tabelle 6.1 enthält statistische Analysen. Ihre Aussagefähigkeit ist durch die oft nicht deutliche Definition der entsprechenden Ausgangsmenge an Fahrten bzw. Fahrleistungen eingeschränkt. Die Abgrenzung des jeweils ausgewiesenen „induzierten Neuverkehrs“ bleibt meist unklar. Zur Vollständigkeit wurde eine globale Statistik des Pkw-Verkehrs und des Verkehrs aller Verkehrsträger in der BR Deutschland mit aufgenommen. In Tabelle 6.2 sind die quantitativen Ergebnisse der statistischen Analysen nochmals zusammengefasst und um eine Elastizitätsberechnung ergänzt.

Die sehr hohen Zahlenwerte für induzierten Neuverkehr aus den Untersuchungen zur französischen TGV-Einführung und zu Verbesserungen im britischen IC-System erscheinen durch eine unklare Abgrenzung zwischen Routenumlenkung, Änderung der Verkehrsmittelwahl sowie induziertem Neuverkehr verursacht. Diese unklare Abgrenzung hängt ihrerseits mit der bei Analyse von Einzelmaßnahmen häufigen Begrenzung des Untersuchungsraums auf den unmittelbar betroffenen Korridor zusammen. Dadurch werden großräumige Routenverlagerungen im Durchgangsverkehr sowie Zielwähländerungen im Durchgangs- und Zielverkehr als neu induziertes Aufkommen erfasst. In den TGV- und IC-Untersuchungen wird zudem nicht nach Mobilitäts- und Zieländerung differenziert. Die ermittelten Prozentzahlen schwanken sehr stark zwischen den einzelnen Untersuchungen: Sehr niedrige Anteile induzierten Neuverkehrs am gesamten Nachfragezuwachs von 0-2% kommen ebenso vor wie relativ hohe Anteile zusätzlicher Mobilität (bis 75%). Die bei einzelnen Straßenbauten genannten Anteile von bis zu 100% Neuverkehrsanteil sind auf eine enge Definition des Untersuchungsraumes und auf fehlende Abgrenzung, teilweise auch auf Trendeinflüsse der Komponenten des induzierten Neuverkehrs zurückzuführen (TGV, statistische Globaldaten). Ähnliches gilt für die IC-Untersuchungen von Großbritannien und die TGV-Analyse von L. Kermann. Die Shinkansen-Untersuchung und die ÖPNV-Studie Hannover/München mit dem Mobilitätsdifferenzenmodell fassen den Untersuchungsraum ebenfalls recht eng, grenzen aber die Komponenten genauer ab. Die abgeleiteten Elastizitäten sind in der Höhe verzerrt, weil nur für die Untersuchungen mit sehr hohen Mobilitätszuwächsen Daten zur Berechnung verfügbar sind.

Für die Erhöhung der Reiseweite bzw. Änderung der Zielwahl wird nur bei der IC-Untersuchung GB (5-15% der Nachfragezuwächse), bei der Shinkansen-Analyse (9% der Nachfragezuwächse) bzw. der Untersuchung neuer Linien in München (15% der Nachfragezuwächse) ein Wert angegeben, ohne daß der Zuwachs der Entfernung quantifiziert wird.

Die Aussagen zum sekundären induzierten Neuverkehr von A. Bonnafous über den TGV, von C.K. Orski über Toronto und von H.-G. Kuchenbecker über Autobahnbauten in der BR Deutschland sind ebenfalls durch eine kleinräumige Fassung des Untersuchungsraumes gekennzeichnet. Eine Umsetzung in von Strukturänderungen verursachte Verkehrszuwächse erfolgt nicht.

Tabelle 6.1: Bedeutung von Angebotseinflüssen für die Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung

Analyse-Methode	Verkehrsart	Verkehrsträger	Angebotsverbesserung	Änderung der Mobilität/Zielwahl	Art des induzierten Neuverkehrs	Quelle
1) psychologische Erklärung	Nah- und Fernverkehr	IV	vor allem Infrastrukturausbau	Steigerung auf der Basis konstanten Wegezeitbudgets (keine Trennung zwischen Mobilitätszuwächsen und reiner Verkehrsleistungssteigerung)	primär sekundär	G.W. Heinze, 1978 ⁵⁵⁾ P. Cerwenka, 1987 ⁵⁶⁾ P. Cerwenka, 1988 ⁵⁷⁾
2) statistische Ex post-Analyse	Fernverkehr	Eisenbahn	Beschleunigung der Strecke London – Glasgow (640 km): Durchschnittsgeschw. 91 → 105 km/h (Fahrzeit – 13%, um 1970), Durchschnittsgeschw. 108 → 128 km/h (Fahrzeit – 16%, um 1977)	Nachfrageerhöhung +18% bzw. +28%, Anteile des Neuverkehrs: induzierter Neuverkehr 40-75%, Verlagerungen von anderen Verkehrsträgern 30-50%, Routenumlenkung 5-15%	primär, keine Trennung von Zieländerungs- und Verlagerungswirkungen	J.G. Smith 1972 H. Wegel 1978 ⁵⁸⁾ G. Würdemann, 1982 ⁶¹⁾
		Eisenbahn	Einführung eines IC-Systems (BR Deutschland 1979) Erhöhung der Durchschnittsgeschw. nicht quantifiziert	Nachfrageerhöhung + 8% (Aufkommen) bzw. + 5% (Leistung)	primär, keine Trennung von Zieländerungs- und Verlagerungswirkungen	H. Adler 1980 ⁵⁹⁾
		Eisenbahn (Shinkansen)	Erweiterung eines Hochgeschwindigkeitsnetzes (Japan 1975)	Anteile des Verkehrs: 6% neu induzierter Verkehr, 85% Verlagerungen, 9% sonstiges (z.B. Zieländerung)	primär, Aufgliederung des Verkehrs in induzierten Neuverkehr und Verlagerungen	K. Hoffmann, 1981 ⁶⁰⁾

55) G.W. Heinze 1978 (vgl. Anm. 8), S. 19, 35.

56) P. Cerwenka, Mobilität im Spannungsfeld zwischen Wertewandel und Sachzwang, in: H. Lehmann (Red.), Wertewandel und Personenverkehr (Schriftenreihe der DVWG Bd. B 100), Bergisch Gladbach 1987, S. 47-68, besonders S. 51-63.

57) ders., Der Verkehrsingenieur als Nachtwandler zwischen Tradition, No Future und New Age, in: IV, 40, 1988, S. 235-239, besonders S. 236.

58) G. Smith, Die Auswirkungen von Geschwindigkeitserhöhungen auf das Verkehrsaufkommen, in: Schienen der Welt, 1972, S. 707-717; H. Wegel, Verkehrsmodelle und Erfahrungen zur Erfassung des Mehrverkehrsaufkommens im Schienenverkehr (interner Bericht der DB), Mainz 1978.

59) H. Adler, Ein Jahr Intercity – jede Stunde – jede Klasse, in: Die Bundesbahn, 56, 1980, S. 385-388.

60) K. Hoffmann, Raumstrukturelle Wirkungen von Schnellfahrstrecken (MFPRS-Projekt), Bonn 1981.

61) G. Würdemann 1982 (vgl. Anm. 1), S. 41, 49, 68; H. Wegel 1978, S. 4f., J.G. Smith 1972, S. 712, (vgl. Anm. 58).

Tabelle 6.1: Bedeutung von Angebotseinflüssen für die Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung (Fortsetzung)

Analyse-Methode	Verkehrsart	Verkehrsträger	Angebotsverbesserung	Änderung der Mobilität/Zielwahl	Art des induzierten Neuverkehrs	Quelle
2) statistische Ex post-Analyse	Fernverkehr	Eisenbahn (TGV)	Neubau von Hochgeschwindigkeitsstrecken (Frankreich 1981), Fahrzeitverkürzung Paris-Lyon (eigentliche Strecke) -46% Paris-Dijon -34% Paris-Marseille -36%	Mobilität durch TGV Südost 1980-1984 + 49% (keine Aussage über internen Split konventionelle Bahn -TGV), Prognose für TGV Atlantik: Mobilität: + 30-35%	primär, sekundär, keine Trennung von nachfrageseitigen Mobilitätswirkungen, Zieländerungen, Routenwahländerungen	L. Kermann, 1986 ⁶²⁾
		Eisenbahn (TGV)	Neubau von Hochgeschwindigkeitsstrecken (Frankreich 1981), vgl. vorherigen Beitrag (L. Kermann 1986) ⁶²⁾	Erhöhung der Reisen ohne Übernachtungen (in der Summe der Reisezwecke und Verkehrsträger) von 42 auf 55%, Rückgang der Hotelübernachtungen in Orten an der Strecke, Erhöhung der Übernachtungen um bis zu 40% in Tourismuszentren, Erhöhung des Anteils der Geschäftsreisenden von 32 auf 36%	primär, keine genaue Quantifizierung der Mobilitätsänderung, keine Trennung von Zieländerungswirkungen	A. Bonnafous, 1987 ⁶³⁾
	Nah- und Fernverkehr	Straße	örtlich begrenzte Neubauten (Brücken und Tunnel) in DK, D, USA, NL, S 1962-1978	Wegfall der Anforderung zum Umzug nach Paris für Unternehmen in peripheren Regionen wegen besserer Erreichbarkeit Verkehrssteigerungen zwischen 40 und 400% mit „Neuverkehrs-Anteilen“ zwischen 65 und 100%	sekundär, keine Quantifizierung primär, keine Trennung von Ziel-, Verkehrsmittel- und Routenverlagerungen	A. Bonnafous, 1987 ⁶³⁾ G. Würdemann, 1982 ⁶⁴⁾

62) L. Kermann, Vom TGV Südost zum TGV Atlantik, in: Eisenbahntechn. Rundschau 35, 1986, S. 295-302; A. Bonnafous, The Regional Impact of the TGV, in: Transportation, 14, 1987, S. 127-138, eigene Berechnungen.

63) A. Bonnafous 1987 (Anm. 62), hier S. 132, 135, 136.

64) Zusammengestellt nach G. Würdemann 1982 (vgl. Anm. 1). S. 45f.

Tabelle 6.1: Bedeutung von Angebotseinflüssen für die Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung (Fortsetzung)

Analyse-Methode	Verkehrsart	Verkehrsträger	Angebotsverbesserung	Änderung der Mobilität/Zielwahl	Art des induzierten Neuverkehrs	Quelle
2) statistische Ex post-Analyse	Nah- und Fernverkehr	Straße	Fahrzeitreduktion (flächendeckende Straßennetz ausbauten in der BR Dtd, Verbesserung der Fahrzeugtechnik)	1960-1990 leichte Zunahme der Wegemobilität + Fußwegsubstitution = starker Zuwachs der Fahrten/Einwohner und Arbeitstag um + 92% (Pkw) / + 55% (alle Verkehrsträger) und Steigerung der durchschnittl. Reiseweite um + 67% (Pkw) / + 61% (alle Verkehrsträger)	primär, sekundär, keine Information über Einflüsse der nicht fahrzeitbedingten Faktoren (Steigerung der Pkw-Verfügbarkeit) keine Trennung nachfrageseitiger Mobilitätseinflüsse	Verkehr in Zahlen 1991, S. 305-311 ⁶⁵⁾
		Nahverkehr	Stadtbahn/U-Bahn	Einrichtung neuer Linien	Hannover: keine eindeutige Mobilitätsänderung, München: Anteil des Neuverkehrs: 30% induzierter Neuverkehr, 15% Zieländerung, 55% Verlagerung von anderen Verkehrsträgern (einschl. Fußweg- und Radfahrsubstitution)	primär, Aufgliederung in Mobilitätsänderung, Zieländerung, Verlagerung von anderen Verkehrsträgern (Routenänderung nicht relevant, da nur Neuverkehr gegenüber bisherigem ÖPNV erfaßt)
	Nahverkehr	städtische U-/S-Bahn	Einrichtung neuer Linien	Begünstigung der Arbeitsstättenverdichtung in ÖPNV-Korridoren (Toronto: 1959-1969 90% aller Büroneubauten in S-Bahn-Korridor)	sekundär, keine Trennung von nachfrageseitigen Mobilitätsänderungen und Einflüssen der Strukturpolitik	C.K. Orski, 1980 ⁶⁷⁾

65) Verkehr in Zahlen, 1991, S. 305-311, Fischer Weltalmanach 1992, S. 263, eigene Berechnungen.

Die zugrundeliegenden Werte sind: 250 Arbeitstage, Bevölkerung 1960 55,4 Mio., 1960 15,3 Mrd. Pkw-Fahrten, 1960 23,0 Mrd. Fahrten insgesamt, Bevölkerung 1990 63,6 Mio., 1990 33,5 Mrd. Pkw-Fahrten, 40,9 Mrd. Fahrten insgesamt, d.h. Fahrten pro Einwohner und Arbeitstag 1960 1,10 (Pkw), 1,66 (insgesamt), 1990 2,11 (Pkw), 2,57 (insgesamt), durchschnittl. Reiseweite 1960, 10,6 km (Pkw), 11,0 km (insgesamt), 1990 17,7 km (Pkw), 17,7 km (insgesamt).

66) W. Stengel et al 1982 (Anm. 53), passim.

67) C.K. Orski, The Federal Rail Transit Policy: Rhetoric or Reality, in: Transportation, 9, 1980, S. 57-66, hier S. 60f.

Tabelle 6.1: Bedeutung von Angebotseinflüssen für die Verkehrserzeugung und
Verkehrsverteilung (Fortsetzung)

Analyse-Methode	Verkehrsart	Verkehrsträger	Angebotsverbesserung	Änderung der Mobilität/Zielwahl	Art des induzierten Neuverkehrs	Quelle
2) statistische Ex post-Analyse	Nah- und Fernverkehr	Straße	Autobahnbauten in der BR Dtl.:	konstante Mobilitätsraten; erhöhte Beschäftigung und Siedlungsdichte um neue BAB	sekundär, keine Trennung von allgemeinen Wirtschaftsentwicklungen	H.-G. Kuchenbecker 1981 ⁶⁸⁾
			A 48 Koblenz – Trier (1960-1975)	in 30-km-Korridor um Autobahn 1961-1978 Beschäftigte +36%		
3) Ex ante-Schätzungen und -Prognosen	Nahverkehr	ÖPNV	A 61 Hockenheim – Koblenz, A 63 Mainz – Alzey	im Raum um Autobahnkreuz Alzey Beschäftigte + 100% in fünf Jahren	primär, keine Trennung von nachfrageseitigen Mobilitätsänderungen und von Routenwahländerungen	Anwendung des standardisierten Bewertungsverfahrens ÖPNV ⁷⁰⁾ (M. Pfeifle, W. Vogt 1989) ⁷¹⁾
			verschiedene BAB-Neubauten in der BR Dtl. 1950-1970	erste acht Jahre nach Bau: 6 Arbeitsplätze pro km, folgende acht Jahre: 4,6 Arbeitsplätze/km		
			Fahrzeitreduktion durch Investitionen	konstantes Reisezeitbudget, Umrechnung in zusätzliche Fahrten, Anwendungsfälle: Anteile des Neuverkehrs: 60-70% induzierter Neuverkehr, 30-40% Verlagerungen vom IV		
	Nahverkehr	alle Verkehrsträger	Fahrzeitverbesserungen durch Investitionen und organisatorische Verbesserungen	Mobilitätszuwachs über alle Verkehrsträger + 1% pro Jahr, Verkehrsleistung + 2,5% pro Jahr	primär, sekundär (da langfristig), aber keine Trennung zwischen beiden, keine Trennung von nachfrageseit. Mobilitätseinflüssen	Generalverkehrsplan Erlangen 1985 ⁷²⁾

68) H.-G. Kuchenbecker, Autobahnbau ohne regionalwirtschaftl. Perspektive, in: Informationen zur Raumentwicklung, 1981, Nr. 3/4, S. 200ff., hier S. 207f.

69) BMV (Hg), Korridorbericht, Untersuchungen über Verkehrsinvestitionen in ausgewählten Korridoren der Bundesrepublik Deutschland (Schriftenreihe des BMV, Heft 47), Bonn-Bad Godesberg 1974.

70) Der BMV (Hg), Standardisierte Bewertung von Verkehrsweginvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs-Anleitung, Bonn-Bad Godesberg 1988.

71) M. Pfeifle, W. Vogt, Gibt es „induzierten Verkehr“?, in: IV, 41, 1989, S. 237-242.

72) o.V., Generalverkehrsplan Erlangen, Analyse, Erlangen 1985, Schlußbericht, Erlangen 1986/87, zit. in: M. Pfeifle, W. Vogt 1989, (Anm. 71), S. 243.

Tabelle 6.1: Bedeutung von Angebotseinflüssen für die Verkehrserzeugung und
Verkehrsverteilung (Fortsetzung)

Analyse-Methode	Verkehrsart	Verkehrsträger	Angebotsverbesserung	Änderung der Mobilität/Zielwahl	Art des induzierten Neuverkehrs	Quelle
3) Ex ante-Schätzungen und -Prognosen	Nah- und Fernverkehr	Straße	Fahrzeitreduktion durch Investitionen	konstantes Reisezeitbudget, Fahrleistungssteigerung = Fahrzeiterparnis* durchschn. Treibstoffverbrauch	primär	R. Pfeleiderer 1989 ⁷³⁾
			BAB-Neubau	Nutzermittlung (NR 2) durch maximale Zunahme von 6,7 Arbeitsplätzen pro Strecken-km ohne direkte Quantifizierung der dadurch verursachten Verkehrszuwächse	sekundär	BVWP-Bewertung 1986 ⁷⁴⁾
	Nahverkehr	Straße	Fahrzeitverbesserung durch Neubau	Übertragung des ÖPNV-Verfahrens mit konstantem Reisezeitbudget, Anteil induzierten Neuverkehrs von 1,3% an Gesamtverkehr	primär, keine Trennung nachfrageseitiger Mobilitätseinflüsse	Studie Mittlerer Ring München, o.J. ⁷⁵⁾
	Nah- und Fernverkehr	Straße	Zehn Lückenschlüsse im BAB- und Bundesstraßennetz (BVWP 1985)	Erfassung von Erreichbarkeits-, Beschäftigungs- und Einkommensverbesserungen für die betroffenen Regionen	sekundär, keine Quantifizierung von Verkehrszuwächsen	W. Hahn ⁷⁶⁾

73) R. Pfeleiderer, Leserbrief als Erwiderung auf M. Pfeifle, W. Vogt 1989, (Anm. 71), in: IV, 41, 1989, S. 344.

74) H. Platz et al, Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Verkehrsweginvestitionen (Untersuchung im Auftrag des BMV, Schriftenreihe des BMV, Heft 69), Bonn-Bad Godesberg 1986, S. 51, in Anlehnung an J. Frerich et al, Die raumwirtschaftlichen Entwicklungseffekte von Autobahnen, BAB Karlsruhe-Basel (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 193), Bonn-Bad Godesberg 1975 sowie ders., Die regionalen Wachstums- und Struktureffekte von Autobahnen in Industrieländern (Verkehrswissenschaftliche Forschungen, Bd. 28), Berlin (West) 1974.

75) o.V., Planungsstudie mittlerer Ring, Teil 1 – Verkehr (Untersuchung im Auftrag der Stadt München), o.O., o.J., zit. in: M. Pfeifle, W. Vogt 1989 (Anm. 71), S. 243.

76) W. Hahn, Die regionalwirtschaftliche Bedeutung ausgewählter Fernstraßenprojekte (Untersuchung im Auftrag des BMV, München 1986), dokumentiert in: G. Aberle, Dokumentation 130, in: IV, 39, 1987, S. 5-7.

Tabelle 6.1: Bedeutung von Angebotseinflüssen für die Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung (Fortsetzung)

Analyse-Methode	Verkehrsart	Verkehrsträger	Angebotsverbesserung	Änderung der Mobilität/Zielwahl	Art des induzierten Neuverkehrs	Quelle
3) Ex ante-Schätzungen und -Prognosen	Nah- und Fernverkehr	Straße	Bau einer BAB oder einer vierspurigen Bundesstraße Pirmasens – Karlsruhe	Ableitung von Erreichbarkeits- und Beschäftigungsverbesserungen, Förderung des Pendelns, keine Förderung der mittelfristigen Abwanderung per saldo	sekundär keine Quantifizierung von Verkehrszuwächsen	G. Steierwald, J. Schönharting, G. Aberle 1985 ⁷⁷⁾
	Fernverkehr	Eisenbahn	Neubau von Hochgeschwindigkeitsstrecken Amsterdam – Hamburg: Höchstg. 200 km/h: Fahrzeit -53%; Höchstg. 160 km/h: Fahrzeit -41%	Beschäftigungswirkungen, Mobilitätsrate für Geschäftsreisen Beschäftigung in Nord-D +0,37%, Nord-NL +0,20%, NL ges. +0,12%, D gesamt, Nord-F; DK, B +0,02-0,10% (200 km/h), Beschäftigung in Nord-D +0,20%, Nord-NL +0,18%, NL ges. +0,07%, D gesamt, Nord-F; DK, B +0,01-0,05% (160 km/h)	sekundär	G.H.M. Evers et al 1987 ⁷⁸⁾
4) Verkehrserzeugungsmodelle mit Regression auf Strukturdaten und Angebots-eigenschaften	Nah- und Fernverkehr	alle Verkehrsträger	–	keine Anwendung speziell zur Ermittlung von induziertem Neuverkehr	primär, sekundär, keine Quantifizierung von Verkehrszuwächsen	P.A. Mäcke, 1969/72 ²⁵⁾ ITP 1988 ²⁶⁾ H. Hautzinger, W. Röhlting et al, 1988, ¹⁷⁾
5) Verkehrserzeugungsmodelle als Gelegenheitsverteilungsmodelle für Aktivitäten	Nah- und Fernverkehr	alle Verkehrsträger	–	keine Anwendung speziell zur Ermittlung von induziertem Neuverkehr	primär, keine Quantifizierung von Verkehrszuwächsen	H. Hautzinger, 1982 ³¹⁾ W. Ruske 1973 ²⁷⁾

77) G. Steierwald, J. Schönharting, G. Aberle et al, Bundesfernstraße Pirmasens-Karlsruhe, Raumstrukturelle Wirkungen (Untersuchung im Auftrag der Straßenbauverwaltung Koblenz), Stuttgart/Gießen 1985, S. 201, 255, 286.

78) G.H.M. Evers et al, Regional Impacts of New Transport Infrastructure: a Multi-Sectoral Potentials Approach, in: Transportation, 14, 1987, S. 113-126, besonders S. 113.

Tabelle 6.1: Bedeutung von Angebotseinflüssen für die Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung (Fortsetzung)

Analyse-Methode	Verkehrsart	Verkehrsträger	Angebotsverbesserung	Änderung der Mobilität/Zielwahl	Art des induzierten Neuverkehrs	Quelle
6) Verkehrserzeugungsmodelle als Nutzenmaximierungsmodelle	Fernverkehr	alle	Senkung der verallgemeinerten Kosten (aus Kosten und Fahrzeiten zusammengesetzt) um 10%, Erhöhung der verallgemeinerten Kosten um 10%	bei Senkung: Fahrtenzahl +8%, durchschn. Reiseweite +11%, bei Erhöhung: Fahrtenzahl -7%, durchschn. Reiseweite -10%	primär	H. Hautzinger, W. Röhlting et al, 1988 ^{17), 79)}
7) Verkehrsverteilungsmodelle mit gesamtmodalem Widerstandansatz	aggregiert	Fernverkehr	Einführung einer Magnetbahn mit fundamentalen Fahrzeitverbesserungen gegenüber Bahn und Pkw	keine Neuberechnung der Verkehrsverteilung nach Einführung, nur Verlagerungen von Luft, Bahn und Pkw	primär	P. Kessel, W. Röhlting et al, 1986 ³⁵⁾
8) Verkehrsverteilungsmodelle mit Differenzierung der Zielwahl nach Verkehrsträgern	Nahverkehr	IV	(Verschlechterung) Energiepreisverdreifachung	Anteile der Verkehrsabnahme des IV: 19% wegfallende Fahrten (= 3% der IV-Fahrten = Mobilitätsreduktion um 1,5% insgesamt), 50% Verlagerung zum ÖV, 31% Verlagerung zu Rad/Fuß, Abnahme der Verkehrsleistung im IV um 55% (davon 47% durch Zieländerung), Abnahme der Verkehrsleistung von ÖV + IV um 6%	primär (induzierte Unterlassung von Verkehr)	D. Zumkeller et al 1977 ⁸⁰⁾

79) H. Hautzinger, W. Röhlting et al 1988 (Anm. 17), S. 152-154.

80) D. Zumkeller et al, Simulation der Auswirkungen einer Energieverknappung in regionalen Verkehrssystemen eines Ballungsraumes (Untersuchung im Auftrag des BMV), Koblenz 1977 (aufbauend auf den Modellen und Daten zum Gesamtverkehrsplan Nürnberg (Anm. 41)).

Tabelle 6.1: Bedeutung von Angebotseinflüssen für die Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung (Fortsetzung)

Analyse-Methode	Verkehrs-art	Verkehrs-träger	Angebotsver-besserung	Änderung der Mobilität/ Zielwahl	Art des indu-zierten Neu-verkehrs	Quelle
9) Verkehrsmittel-wahlmodelle als Alternati-venwahlmodelle	Fernver-kehr	IV	(Verschlechterung) Energiepreisver-doppelung	Haushalte mit Pkw: Unter-lassung der Reise 30,2-31,5% Wechsel zur Bahn 2,5-3%	primär (indu-zierte Unterlas-sung von Verkehr)	SINDIVITAL 1982 ⁸¹⁾
	Fernver-kehr	Magnet-bahn/ Bahn	Geschwindigkeits-begrenzung 110 km/h auf BAB Neubau Magnet-bahn Dortmund – München (1) Hamburg – München (2)	Unterlassung der Reise 0,4%, Wechsel zur Bahn 0,5–0,6% Neuaufkommen zu 100% von anderen Verkehrs-mitteln verlagert: kombiniertes System Bahn + Magnetbahn gegenüber Bahn: Aufkommen +19% (1) bzw. +34% (2), Leistung +28% (1) bzw. +47% (2)	kein induzierter Neuverkehr, nur neue Aufteilung vorhandener Ver-kehrsströme auf die Verkehrs-mittel	P. Kessel et al, 1988 ⁸²⁾

81) SINDIVITAL 1982 (vgl. Anm. 51), Tabellen III 9, III 10.

82) P. Kessel, H.-P. Kienzler et al, Magnetbahn-Nachfrageprognosen im Korridor Dortmund – München und Hamburg – München (Untersuchung im Auftrag des Konsortiums Anschlaggruppe Transrapid), Freiburg 1988, passim.

Tabelle 6.2: Quantitative Ergebnisse der statistischen Analysen: Zusammenfassung und Elastizitäten primärer induzierter Neuverkehr

	Δ Fahrzeit	Δ Preis	Δ Auf-kommen ¹⁾	Elastizität	Anteil induz. Neuverkehr (Aufkommen) ⁷⁾	Δ Leistung	Elasti-zität	Anteil induz. Neuverkehr (Leistung) ⁷⁾
IC-Verkehr GB 1970, 1977	-13% -16%	-	+7 – +14% ²⁾ +11 – +21%	-0,53 – -1,08 -0,69 – -1,31	40 – 75%	-	-	5 – 15% ³⁾
IC-System BR Dtd. 1979	-	-	(+8%)	-	-	-	-	-
Shinkansen-Erweiterung 1975	-	-	-	-	6%	-	-	9% ⁵⁾
TGV Südost Frankreich 1981 – 1984	-46% ⁶⁾ -34%	-	+49% +49%	-1,06 -1,44	-	-	-	-
Straßen-Brücken und Tunnels BR Dtd., DK, USA NL, S 1962 – 1978	-	-	+26 – +400%	-	65 – 100%	-	-	-
Mobilitäts-differenzen ÖPNV 1982	-	-	-	-	30%	-	-	15%

- 1) Δ Aufkommen als zusätzliche Mobilität, Δ Leistung als zusätzliche Leistung ohne Verlagerung, bezogen auf Ausgangsniveau des jeweiligen Verkehrsträgers, in Klammern: Gesamtnachfragezuwachs
- 2) Neuverkehrsanteile · Gesamtnachfragezuwachs
- 3) einschließlich Routenverlagerung
- 5) Zieländerung
- 6) je nach Abgrenzung des Untersuchungsraums
- 7) Anteil des induzierten Neuverkehrs (bzgl. Aufkommen/Leistung) am gesamten Nachfragezuwachs

Tabelle 6.2: Quantitative Ergebnisse der statistischen Analysen: Zusammenfassung und Elastizitäten sekundärer induzierter Neuverkehr

	Δ Beschäftigung	Δ Übernachtung	Verkehrszuwachs	sonst. Aussagen
TGV Südost Frankreich 1982 – 1984		+40% ⁴⁾	8)	
S-Bahn Toronto 1959 – 1969			8)	90% Büro-Neubauten im S-Bahn Korridor
BAB-Neubauten 1960 – 1978	+36% in 17 Jahren +100% in 5 Jahren		8)	
BAB-Neubauten 1950 – 1970	erste 8 Jahre 6 ArbPl/km, nächste 8 Jahre 4,6 ArbPl/km		8)	

4) parallel Erhöhung des Anteils von Reisen ohne Übernachtung von 42 auf 55%

6) in verschiedenen Untersuchungsräumen

8) keine Quantifizierung der Beziehung Verkehrszuwachs – Strukturdaten

Die Bedeutung induzierten Neuverkehrs wird erst realistisch beurteilbar, wenn durch eine netzweite Betrachtung eine Beziehung zur vorhandenen Nachfrage hergestellt wird und die relative Nachfragesteigerung maßnahmeübergreifend ermittelt werden kann.

6.2 Vorhandene Prognosemodelle

Unter diese Gruppe zählen Ex-ante-Schätzungen und Prognosen (3), Verkehrserzeugungsmodelle mit Regression auf Strukturdaten und Angebotsseigenschaften (4), Verkehrserzeugungsmodelle als Gelegenheitsverteilungsmodelle für Aktivitäten (5), Verkehrserzeugungsmodelle als Nutzenmaximierungsmodelle (6), Verkehrsverteilungsmodelle mit gesamtmodalem Widerstandsansatz (7), Verkehrsverteilungsmodelle mit Differenzierung der Zielwahl nach Verkehrsträgern (8) und Verkehrsmittelwahlmodelle als Alternativenwahlmodelle (9). Eine Zusammenfassung der quantitativen Ergebnisse und eine Elastizitätsberechnung erfolgt in Tabelle 6.3. Primärer induzierter Neuverkehr als zusätzliche Mobilität wird von dem standardisierten Bewertungsverfahren ÖPNV ((3) 60-70% induzierter Neuverkehrsanteil), vom Generalverkehrsplan Erlangen ((3) +1% Mobilitätswachstum pro Jahr ohne Eliminierung von nachfrageseitigen Trendeinflüssen), von der Münchner Studie zum Mittleren Ring ((3) 1,3% induzierter Neuverkehrsanteil) und vom beim Nutzenmaximierungsmodell von H. Hautzinger, W. Röhling et al ((6) +8% Mobilitätswachstum) analysiert.

Das Gegenteil, wegfallende Mobilität, wird vom Nutzenmaximierungsmodell ((6) -7% Mobilitätsabnahme), von D. Zumkeller ((8) 19% Anteil wegfallende Mobilität) und vom SINDIVITAL-Modell ((9) -30% bzw. -0,4% Mobilitätsabnahme) ermittelt.

Die Elastizitäten schwanken im gleichen Ausmaß wie die Aufkommenszunahmen. Primärer induzierter Neuverkehr als Verkehrsleistungszunahme erscheint beim Generalverkehrsplan Erlangen ((3) +2,5% Leistungszuwachs pro Jahr), bei R. Pfleiderer ((3) ohne Quantifizierung), beim Nutzenmaximierungsmodell ((6) durchschnittliche Reiseweite +11%/-10%) sowie bei D. Zumkeller ((8) -6% Leistungsreduktion).

Zum sekundären induzierten Neuverkehr liefern die Ansätze aus dem BVWP-Bewertungsverfahren ((3) 6,7 Arbeitsplätze pro km BAB-Neubau), von W. Hahn ((3) keine Quantifizierung), von Steierwald, Aberle et. al. ((3) keine globale Quantifizierung von Beschäftigungseffekten) und von G.H.M. Evers et. al. ((3) +0,01% – +0,37% Beschäftigung in von Eisenbahn-Hochgeschwindigkeitsverbindungen betroffenen Regionen) Informationen. Eine Quantifizierung der aus Beschäftigungseffekten resultierenden Aufkommens- bzw. Leistungszuwächse erfolgt nicht. Der Generalverkehrsplan Erlangen stellt keine Beziehung der abgeleiteten Aufkommens- und Leistungserhöhungen zur Siedlungsstruktur her, obwohl er durch den langen Untersuchungszeitraum die Möglichkeit dazu hätte.

Tabelle 6.3: Quantitative Ergebnisse der Prognosemodelle: Zusammenfassung und Elastizität primärer induzierter Neuverkehr

	Δ Fahrzeit	Δ Preis	Δ Aufkommen	Elastizität	Anteil induz. Neuverkehr (Aufkommen)**	Δ Leistung	Elastizität	Anteil induz. Neuverkehr (Aufkommen)**	Δ Reiseweite	Elastizität
3) standardisiertes Bewert.-Verf. ÖPNV 1989	-	-	-	-	60-70%	-	-	-	-	-
GenVP Erlangen 1985	-	-	+1%/a	-	-	+2,5%/a	-	-	-	-
Studie Mittlerer Ring München o. J.	-	-	-	-	1,3%	-	-	-	-	-
6) H. Hautzinger, W. Röhling et al 1988	-10%* +10%	-10%* +10%	+8% -7%	-0,80 -0,70	-	-	-	-	+11% -10%	-1,1 -1,0
8) D. Zumkeller et al 1977	-	+200%	-3%	-0,02	19%	-6%	-0,03	13%	-	-
9) SINDIVITAL 1982	- +15%***	+100% -	-31% -1%	-0,31 -0,07	89% 40%	-	-	-	-	-

* Änderung der aus Fahrzeiten und Kosten bestehenden verallgemeinerten Kosten

** Anteil des induzierten Neuverkehrs (bzgl. Aufkommen/Leistung) am gesamten Nachfragezuwachs

*** Geschwindigkeitsbegrenzung 110 km/h auf BAB in Fahrzeiterhöhung +15% umgesetzt

Tabelle 6.3: Quantitative Ergebnisse der Prognosemodelle: Zusammenfassung und Elastizitäten sekundärer induzierter Neuverkehr

	Δ Fahrzeit	Δ Beschäftigung	Δ Übernachtungen	Verkehrszuwachs	sonst. Aussagen
3) BVWP-Bewertung 1986	-	+6,7% Arbeitsplätze/km BAB-Neubau	-	-	-
HGV-Studie Hamburg-NL 1987	-53%	+0,02 – +0,37%	-	-	-
	-41%	+0,01 – +0,20%	-	-	-

6.3 Beispielhafte quantitative Modellanwendung

Für die quantitative modellmäßige Erfassung von Zusammenhängen zwischen Verkehrsangebot und Verkehrserzeugung/-verteilung liegen nur wenige Beispiele vor, von denen das simultane Reishäufigkeiten- und Zielwahlmodell aus der Gruppe der Nutzenmaximierungsmodelle zur Verkehrserzeugung (vgl. Tabelle 2.2⁶⁾ und Tabelle 6.1⁶⁾ herausgegriffen werden soll. Es bietet mit einer gut handhabbaren Funktionsspezifikation Möglichkeiten zur Erfassung von Angebotseinflüssen in Analyse und Prognose. Die Funktion hat die Form:⁸³⁾

$$z_{ij} = g_{ij} x_j \exp(-\epsilon c_{ij})$$

mit z_{ij} = Fahrten von i nach j

x_j = Zahl der Gelegenheiten zu Aktivitäten in j ⁸⁴⁾

g_{ij} = Parameter zur Intensität der Nutzung der Gelegenheiten in j von i aus (nach Maßgabe des Informationsstandes von Entfernung abhängig, nicht nach Maßgabe der Kosten)

ϵ = Lagrange-Multiplikator zur Einhaltung der Budgetrestriktionen

c_{ij} = verallgemeinerte Kosten auf der Relation $i - j$

Diese Gleichung gilt für einen Reisezweck und ein Bevölkerungssegment. Die verallgemeinerten Kosten bestehen aus Reisezeiten und Reisekosten, z.B. in der Form

$$c_{ij} = a K_{ij} + b t_{ij}$$

Die Gewichtung kann gemäß BVWP 85 so erfolgen, daß $a = 1$ ist und b mit Stundensätzen (z.B. 5 DM/Std. im Urlaubs-/Privatverkehr und 25 DM/Std. im Geschäftsreiseverkehr) belegt wird. Bei den Urlaubs-/Privatreisen besteht dann allerdings nur eine sehr geringe Zeitsensitivität. Eine andere Möglichkeit ist die Schätzung von Parametern für beide Größen und der dimensionslose Ausweis der verallgemeinerten Kosten. Die in Tabelle 6.1⁶⁾ genannten Ergebnisse zeigen eine zur verallgemeinerten Kostenänderung leicht unterproportionale Reaktion der Mobilität und eine leicht überproportionale Änderung der Reiseweite. Die Gewichtung von Kosten- und Zeitänderungen innerhalb der verallgemeinerten Kosten wird an dem folgenden Beispiel deutlich. Die Bewertung erfolgt dabei anhand von Parameterschätzungen für Zeiten und Kosten nach dem Ansatz $c_{ij} = 0,0393 K_{ij} + 0,0218 t_{ij}$, wobei t in Minuten gemessen wird.⁸⁵⁾

Ausgangslage:	Kosten 100 DM	Fahrzeit 120 Min.	6,55 verallgem. Kosten
Senkung der verallgemeinerten Kosten um 10%	Kosten 83 DM (-17%)	Fahrzeit 120 Min. (konstant)	5,90 verallgem. Kosten
	Kosten 100 DM (konstant)	Fahrzeit 90 Min. (-25%)	5,90 verallgem. Kosten

Die Zeitempfindlichkeit ist hier also etwas geringer als die Kostenempfindlichkeit.

83) Vgl. zum folgenden H. Hautzinger, W. Röhlting et al (Anm. 17), S. 123, 132-138, 145-149, 152-154.

84) Auch als Zielattraktivität zu bezeichnen. Einflußgrößen sind:
Geschäftsverkehr Beschäftigte in j
Privatverkehr Bevölkerung in j

85) Vgl. H. Hautzinger, W. Röhlting et al (Anm. 17) 1988, S. 128.

7. Die Bedeutung des induzierten Neuverkehrs

In der politischen Diskussion wird der Begriff induzierter Neuverkehr meist mit einem bestimmten Verkehrsträger verbunden. Bei der Aufstellung der vorhandenen Modelle zeigt sich oft die Betonung jeweils eines Verkehrsträgers. Die Tabellen 7.1 und 7.2 fassen deshalb die Ergebnisse getrennt für Pkw (Tabelle 7.1) und Bahn/ÖPNV (Tabelle 7.2) zusammen. Die nachfrageseitigen Einflüsse mildern finanzielle und zeitliche Budgetrestriktionen. Sie wirken langfristig und sind daher nur schwer kausal abzugrenzen.

7.1 Primärer induzierter Neuverkehr

Als 0/1-Variable kommt der hier nicht näher zu untersuchenden Pkw-Verfügbarkeit der größte angebotsseitige Einfluß auf Mobilität und Reiseweite zu. Die Bedeutung von Frequenzverbesserungen und Fahrzeugbeschleunigungen im ÖV sind jedoch hier ebenfalls nicht Untersuchungsgegenstand.

Die in Tabelle 6.1 ausgewiesene globale Zunahme der Pkw-Fahrten pro Einwohner und Tag zwischen 1960 und 1990 um 92% bei einer Steigerung der Verkehrsleistung im Pkw-Verkehr von 267% läßt auf eine Korrelation zwischen der realisierten Nachfrage und den Angebotsfaktoren Pkw-Verfügbarkeit und Infrastrukturausbau schließen. Bei einer globalen Betrachtung können die Einflüsse der Pkw-Verfügbarkeit und des Infrastrukturausbaus jedoch nicht voneinander getrennt werden. Ebenso können nachfrageseitige Einflüsse wie die Einkommensentwicklung oder Mobilitäts- und Verkehrsmittelpräferenzen nicht isoliert werden. Die im gleichen Zeitraum zu beobachtenden Verkehrsleistungszunahmen des Luftverkehrs um 1050% sowie des Eisenbahnfernverkehrs um 26% zeigen, daß auch bei anderen Verkehrsträgern als dem Pkw Nachfragessteigerungen die Frage nach der Bedeutung von Angebotseinflüssen aufwerfen.⁸⁶⁾ Weiterhin kann davon ausgegangen werden, daß im Wettbewerb der Verkehrsträger Mobilitätschancen, die durch Verbesserungen bei einem Verkehrsträger erreicht werden, zu Mobilitätservartungen an andere Verkehrsträger werden, die dann ebenfalls ihr Angebot verbessern.⁸⁷⁾

Die vorhandenen statistischen Analysen und Modelle lassen jedoch auch einen Einfluß des Infrastrukturausbaus erkennen. Das nach den Modellergebnissen teils sehr hohe Ausmaß der Mobilitäts- und Reisewiteneffekte muß wegen unklaren Abgrenzungen und kleinen Untersuchungsräumen stark relativiert werden. Beim Pkw dürfte im Höchstfall ein Anteil am gesamten Nachfragezuwachs (einschl. Routenverlagerungen) von 10-15% für Mobilitätssteigerungen und 20-25% für Reisewiteneffekte bei großräumigen Netzverbesserungen und großem Untersuchungsraum zu erwarten sein. Bei der Bahn sind etwas stärkere Wirkungen zu erwarten, wenn im Fernverkehr Qualitätssprünge realisiert oder im Nahverkehr der Ballungsräume leistungsfähige Schnellbahnen eingerichtet werden. Die Schnellbahnen erhöhen die Pkw-Verfügbarkeit durch die Ermöglichung einer dieser anderweitigen Nutzung. Im Fernverkehr scheinen aufgrund der größeren Höchstgeschwindigkeit und

86) Vgl. Verkehr in Zahlen 1991, S. 305-311.

87) Zu parallelen Angebotsverbesserungen von IV und ÖV vgl. G. W. Heinze, Verkehrsnachfrage und Verkehrsversorgung im dünnbesiedelten ländlichen Raum, in: Raumforschung und Raumordnung, 37, 1979, S. 98ff., hier S. 112.

aufgrund der Attraktivität für restriktionsfreie Reisezwecke stärkere Reiseweiteneffekte als beim Pkw denkbar.

7.2 Sekundärer induzierter Neuverkehr

Sekundärer induzierter Neuverkehr kommt durch angebotsbedingte Änderungen der Beschäftigungs- und Siedlungsstruktur zustande, die zu Mehrverkehr bei gleichen Mobilitätsraten und Zielpräferenzen führen. Eine Zunahme motorisierter Mobilität bei konstanten Mobilitätsraten erklärt sich aus Fußwegsubstitutionen. Der Bereich des sekundären induzierten Neuverkehrs ist weniger klar definiert als der primäre induzierte Neuverkehr. Die vorhandenen Untersuchungen ermitteln für Situationen, in denen bei entwickeltem Gesamtnetz regional begrenzte erhebliche Erreichbarkeitsdefizite bestehen, nennenswerte Auswirkungen auf die Beschäftigtenentwicklung.⁸⁸⁾ Die Diskussion verlagert sich eher auf die Frage, mit welcher Straßenbaumaßnahme die Anbindungsqualität am effizientesten verbessert werden kann.⁸⁹⁾

Beschäftigungszuwächse erfordern außer der Erreichbarkeitsverbesserung weitere Faktoren wie Arbeitskräfte- und Flächenreserven sowie eine „Mindestzentralität des Regionsmittelpunktes“.⁹⁰⁾ Der Untersuchungsraum ist in den genannten Studien auf den Korridor des jeweiligen Straßenprojekts begrenzt. Dadurch kann nicht klar zwischen Standortverlagerungen und echten Beschäftigten- bzw. Wohnbevölkerungszuwächsen unterschieden werden.⁹¹⁾ Für die Beurteilung der unmittelbaren Wirkung von Infrastrukturinvestitionen ist aber schon die Aussage kleinräumiger Beschäftigungssteigerungen relevant, weil darin eine Korrelation zwischen Anbindungsqualität und Beschäftigung deutlich wird. Der BVWP-Bewertungsansatz (Anm. 74, Tabelle 6.1³⁾) geht von einem empirisch ermittelten maximalen Zuwachs an Arbeitskräften aus, der mit Indikatoren für die Struktur der betroffenen Region gewichtet wird.

Bezüglich der Wohnbevölkerung kommen die genannten Untersuchungen zu einer im allgemeinen negativen Entwicklung für periphere Regionen, falls deren Anbindung an benachbarte strukturstarke Räume verbessert wird. Die Verhinderung von Abwanderungen durch die Möglichkeit zum Pendeln wird mittelfristig durch Abwanderungstendenzen überkompensiert, die mit der Annahme von Arbeitsplätzen in zentralen Räumen und dem Wunsch nach Aufgabe des Pendelns zu erklären sind.⁹²⁾ Am Rand von Ballungsräumen kommen allerdings Siedlungsverschiebungen an die Peripherie vor.

88) Vgl. die in Anm. 65 und 68 genannten Quellen sowie G. Aberle, U. Weber, Regionalwirtschaftliche Effekte einer leistungsfähigen Fernstraßenverbindung Olpe-Bad Hersfeld, Gießen 1984, S. 198.

89) H. Lutter, M. Sinz, Alternativen zum großräumigen Bundesautobahnbau in ländlichen Regionen, in: Informationen zur Raumentwicklung, 1981, Nr. 3/4, S. 165-192, hier S. 182 zum Konflikt zwischen Autobahneubau A4 Olpe-Bad Hersfeld und Ausbau vorhandener Straßen in diesem Raum.

90) P. Klemmer, Verkehrsinfrastruktur, Funktion und Bedeutung in der entwickelten Industriegesellschaft, in: IV, 33, 1981, S. 389-393, hier S. 391.

91) Nach H. Lutter, Raumwirksamkeit von Fernstraßen, in: Informationen zur Raumentwicklung, 1981, Nr. 3/4, S. 155-164, hier S. 161 handelt es sich bei den beobachteten Beschäftigungssteigerungen ausschließlich um intraregionale Verlagerungen

92) G. Steierwald, J. Schönharting, G. Aberle et al. (Anm. 77): nach empirischen Untersuchungen ist der Bevölkerungseffekt des Fernstraßenbaus für ländliche Regionen überwiegend negativ.

Ein Anteil von 10-15% am Nachfragezuwachs kann als Obergrenze für Verkehrsaufkommenssteigerungen durch veränderte Siedlungsstruktur angesehen werden. Bei Entfernungssteigerungen dürften höhere Werte vorkommen durch höhere Pendelentfernungen per Bahn und ÖPNV. Im Fernverkehr kommen bei fundamentalen Qualitätsverbesserungen auch höhere Werte vor, wenn etwa eine entfernte Stadt in Pendelentfernung rückt. Über eine Steigerung von 30% dürfte der Anteilswert für den Reiseweitenzuwachs an der gesamten Nachfragezunahme jedoch nicht hinausgehen.

Beschäftigungseffekte von Fernstraßenbauten führen bei maßnahmeübergreifendem Untersuchungsraum meist nur zu einer intra- oder interregionalen Umverteilung von Verkehrsaufkommen. Bei der Entfernung dürften die genannten Werte für den Pkw gelten.

Auf den Schätzungscharakter der Quantifizierungen muß nochmals verwiesen werden. Sie sollen nur die Anschaulichkeit erhöhen.

Der induzierte Neuverkehr erscheint somit insgesamt als nicht vernachlässigbare, aber gegenüber Verkehrsmittel- und Routenverlagerungen weniger bedeutende Größe. Er kann nicht als Hauptfolge von Infrastrukturverbesserungen angesehen werden.

Tabelle 7.1: Die Bedeutung induzierten Neuverkehrs beim Pkw

Mobilitätssteigerung/Reiseweitensteigerung	Pkw
<i>Nachfrageseitige Einflüsse</i>	
Einkommenssteigerungen	– Wirkung auf die Pkw-Verfügbarkeit
Präferenzen für den Pkw	
<i>Primärer induzierter Neuverkehr</i>	
Pkw-Verfügbarkeit	– Haupteinflußgröße für Steigerung der Pkw-Nachfrage
Infrastrukturausbau	– Mobilitätssteigerung 10-15% Anteil am Nachfragezuwachs (Zurechenbarkeit nicht fundiert) – Reiseweitensteigerung 20-25% Anteil am Nachfragezuwachs (Zurechenbarkeit nicht fundiert)
<i>Sekundärer induzierter Neuverkehr</i>	
Pkw-Verfügbarkeit	– Haupteinflußgröße für Steigerung der Fahrtenzahl und Fahrtlänge durch Änderung der Wirtschafts- und Siedlungsstruktur
Infrastrukturausbau	– Mobilitätssteigerung 10-15% Anteil am Nachfragezuwachs vorwiegend aus Fußwegsubstitution (Zurechenbarkeit eingeschränkt) – Reiseweitensteigerung 25-30% Anteil am Nachfragezuwachs (Zurechenbarkeit eingeschränkt) (Möglichkeit längerer Fahrten bei gleichem Zeitaufwand)

Tabelle 7.2: Die Bedeutung des induzierten Neuverkehrs bei Bahn/ÖPNV

Mobilitätssteigerung/Reiseweitensteigerung	Bahn/ÖPNV
<i>Nachfrageseitige Einflüsse</i>	
Einkommenssteigerungen	– Wirkung auf das Reisekostenbudget
<i>Primärer induzierter Neuverkehr</i>	
Erhöhung der Verfügbarkeit	– normalerweise keine 0/1-Variable wie beim Pkw, daher in Fahrzeiten quantifizierbar
Beschleunigung der Fahrzeuge	– wie bei Infrastrukturausbau in Fahrzeiten quantifizierbar
Infrastrukturausbau	– zurechenbare Mobilitätssteigerung 15-20% Anteil am Nachfragezuwachs bei starken Qualitätssprüngen im Fernverkehr sowie durch Erhöhung der Pkw-Verfügbarkeit im Nahverkehr – zurechenbare Reiseweitensteigerung 25-30% Anteil am Nachfragezuwachs
<i>Sekundärer induzierter Neuverkehr</i>	
Erhöhung der Verfügbarkeit	– Änderung der Siedlungsstruktur bei ÖPNV-Maßnahmen, wie bei Infrastrukturausbau in Fahrzeiten quantifizierbar
Infrastrukturausbau	– Mobilitätssteigerung 10-15% Anteil am Nachfragezuwachs (Zurechenbarkeit eingeschränkt) – Reiseweitensteigerung 25-30% Anteil am Nachfragezuwachs (Zurechenbarkeit eingeschränkt)

Abkürzungsverzeichnis

BMV	Der Bundesminister für Verkehr
BVWP	Bundesverkehrswegeplan / Bundesverkehrswegeplanung
DFVLR	alte Abkürzung der DLR
DLR	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt
DVWG	Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e.V.
GenVP	Generalverkehrsplan
HGV	Hochgeschwindigkeitsverkehr
IV	Internationales Verkehrswesen, Individualverkehr
KONTIV	Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten
MVP	Versuchs- und Planungsgesellschaft für Magnetbahnsysteme
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
SPFV	Schienenpersonenfernverkehr
ZfV	Zeitschrift für Verkehrswissenschaft

Abstract

The enlargement and improvement of infrastructure is often regarded as the most important reason for the huge increase of travel demand during the last decades. A test of this hypothesis requires a separation between demand influenced and supply influenced travel increase. Demand in this context means modification of income, travel time budget or preferences, supply means infrastructure, availability of transport modes, travel time and travel cost. Another important difference has to be made between travel demand directly induced by improvement of supply and travel demand shifted from other modes and/or routes. Primary induced travel is an increase in mobility or travel distance that is originally due to an improvement of supply, while secondary induced travel is caused by supply influenced modifications of the economic and regional structure. Statistical studies show a large fluctuation of the quote of primary induced travel in the total travel increase between 6 and 100%. Reasons for this fluctuation are very different definitions of the areas of analysis and a not very exact separation between shifted and originally induced travel. A quantification of secondary induced travel using results of statistical studies is possible only in an indirect way with data about increases of employment and tourism due to improvements of travel supply. Globally quotes of about 10-20% of the total travel increase for mobility increase and of about 20-30% for travel distance increase, respectively, seem to be acceptable and carefully estimated values. Remises for the validity of these values are a sufficiently large definition of the area of analysis and significant improvements in the infrastructure and/or a sensible decrease of travel time. Acceptable values for secondary induced travel are quotes of about 10-15% in the total travel increase for a more frequent mobility and of 25-30% for enlargements of travel distance.