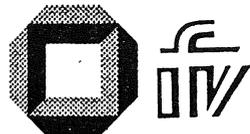


**Wilko Manz**

**Mikroskopische längsschnitt-  
orientierte Abbildung des  
Personenfernverkehrs**

**INSTITUT FÜR VERKEHRSWESEN  
UNIVERSITÄT KARLSRUHE (TH)  
PROFESSOR DR.-ING. D. ZUMKELLER**



**Schriftenreihe Heft 62/05 ISBN 3-9804741-7-8**

© 2005 Institut für Verkehrswesen  
Universität Karlsruhe (TH)  
ISBN 3-9804741-7-8  
ISSN 0341 – 5503  
Alle Rechte vorbehalten  
Herausgeber und Vertrieb:  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller  
Institut für Verkehrswesen  
Universität Karlsruhe (TH)  
Kaiserstraße 12, Postfach 69 80  
D-76128 Karlsruhe  
Telefon: (07 21) 6 08-22 51  
Telefax: (07 21) 6 08-80 31

# Kurzfassung

**Manz, Wilko**

## **Mikroskopische längsschnittorientierte Abbildung des Personenfernverkehrs**

**163 Seiten, 76 Abbildungen, 28 Tabellen**

Der Personenfernverkehr weist trotz geringer Anteile am Verkehrsaufkommen nicht nur beachtliche Anteile an der Verkehrsleistung auf, sondern konnte in den letzten Jahren auch ansehnliche Wachstumsraten verzeichnen. Die beginnende Deregulierung des Fernverkehrsmarktes hat darüber hinaus zu Veränderungen von Angebot und Nachfrage geführt, deren Bedeutung in kommenden Jahren noch zunehmen wird. Die gesamtwirtschaftliche Beurteilung von investiven, politischen und unternehmerischen Maßnahmen in einem sich verändernden Markt wirft für die handelnden Akteure neue Fragen auf, die mit klassischen Modellansätzen nur ungenügend beantwortet werden können.

Mikroskopische Modellkonzepte haben schon in der Vergangenheit die Person als Nutzer von Angeboten und Infrastruktur mehr in den Mittelpunkt der Modellierung gerückt. Die zu erwartenden Herausforderungen des Marktes machen es aber unumgänglich, die Person und sein Handeln über längere Zeitabschnitte zu beobachten, um in den Simulationsmodellen die durch den Zeitbezug sichtbare Variation des Verhaltens konsistent abbilden zu können.

In dieser Arbeit wird ein mikroskopisches Modell für den Personenfernverkehr vorgestellt, das die Anforderungen erfüllt, die sich aus der Berücksichtigung des zeitlichen Längsschnittes ergeben. Das Verhalten von Personen im Fernverkehr wird über ein Kalenderjahr simuliert, wodurch nicht nur saisonale Schwankungen darstellbar werden. Die längsschnittorientierte Betrachtung ermöglicht durch die Integration von spezifischen Eigenschaften in den verschiedenen Stufen des Modellkonzeptes haushalts- und personenbezogen auch über den Zeitverlauf konsistente Ergebnisse. So können mit Hilfe derartiger Modelle durch die Längsschnittorientierung erstmals durch Simulation Nutzer eines Verkehrsangebotes von Nicht-Nutzern unterschieden werden. Dies ist ein wichtiger Schritt z.B. zur Einschätzung der Bedeutung einzelner Kundensegmente für ein Unternehmen.

Der Modellbeschreibung ist eine umfangreiche Analyse des Personenfernverkehrs vorangestellt. Wesentliche Erkenntnisse hieraus sind z.B. die heterogene Verteilung der Nachfrage über die Bevölkerung und die Bedeutung der Einflussgrößen „Verkehrssystem“, „persönliche Präferenzen“ und „situativer Reisekontext“ bei der Verkehrsmittelwahlentscheidung.

Das entwickelte Modell wird beispielhaft an zwei Anwendungsfällen erprobt. So werden zuerst die Konsequenzen verschiedener Schulferienordnungen der Bundesländer für den Tourismus und die Verkehrsnachfrage dargestellt. Ein zweiter Anwendungsfall beschäftigt sich mit Nachfrageveränderungen, die sich im Raum Montabaur durch den realisierten ICE-Halt im Zuge der Neubaustrecke der Deutschen Bahn AG zwischen den Wirtschaftszentren Köln und Rhein/Main ergeben.

# **Abstract**

**Manz, Wilko**

## **Microscopic modelling of long-distance passenger transport considering longitudinal aspects**

**163 pages, 76 figures, 28 tables**

Long-distance passenger transport shows considerable growth rates during the last decades. In recent years the beginning deregulation furthermore causes remarkable changes in supply and demand, a development which can be expected to intensify in future. Under these circumstances the evaluation of effects caused by constructional, entrepreneurial or political measures gets more complex and the development of improved and adapted modelling approaches is necessary to cope with these challenges.

Microscopic models have been developed to get an better view on the travellers behaviour. Longitudinal modelling approaches have been developed in recent years to observe the stability and variability in the individual behaviour. To accomplish the described challenges of long-distance transport, the development of a microscopic model, that considers explicitly longitudinal aspects is recommended.

The thesis presents a model system for the description of long-distance travel behaviour of single persons. As seasonal effects are obvious in long-distance travel demand the longitudinal approach covers person's journeys of a whole calendar year on a daily level. Furthermore the approach comprises elements to consider the variation in individual behaviour. A two-step modelling approach for the choice of transport modes e. g. allows to distinguish between users and non users of modes basing on a year's time period. As a result it is possible to evaluate the relevance of different customer-groups from the point of view of a transport supplier.

The thesis contains an extensive analysis of long-distance passenger transport. Key essentials are e. f. the measured heterogeneity of demand in the population and the importance of different choice determinants (personal characteristics, journey context) concerning modal choice. A description of the used data sources is also included.

The study finishes with two model applications. The first case deals with the impact of the point of time of summer holidays in the German Federal States on transport demand and finally tourism economy. The second application depicts the changes in long-distance passenger transport demand in consequence of the opening of high speed rail services in rural area.

**Mikroskopische längsschnittorientierte Abbildung  
des Personenfernverkehrs**

Zur Erlangung des akademischen Grades eines

DOKTOR-INGENIEURS

von der Fakultät für  
Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften  
der Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH)  
genehmigte

DISSERTATION

von  
Dipl.-Ing. Wilko Manz  
aus Balingen

Tag der mündlichen Prüfung: 15. Dezember 2004

Hauptreferent: Prof. Dr.-Ing. D. Zumkeller  
Korreferent: Prof. Dr.-Ing. E. Kutter

Karlsruhe 2004

## **Vorwort**

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe. In dieser Zeit konnte ich als Bearbeiter des Projektes INVERMO auf umfangreiches empirisches Material zurückzugreifen; diese günstigen Rahmenbedingungen waren bei der Bearbeitung der Thematik sehr hilfreich.

Dabei war mir die vielfältige Unterstützung bei der Erstellung der Arbeit sehr hilfreich. Als erstes gilt mein Dank dem Hauptreferenten Herrn Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller, der meine Arbeit wohlwollend begleitete und mir zugleich viele Freiheiten gelassen hat. Herrn Prof. Dr.-Ing. Eckhard Kutter danke ich für die Übernahme des Korreferates.

Gerne erinnere ich mich an das angenehme und konstruktive Arbeitsklima am Institut. Hierfür bedanke ich mich ganz herzlich bei allen Kolleginnen und Kollegen. Viele haben mir darüber hinaus mit Engagement und Sachkunde zur Seite gestanden. In diesem Zusammenhang möchte ich Dr.-Ing. Bastian Chlond, Jörg Last und Tobias Kuhnimhof besonders erwähnen.

Mein besonderer Dank gilt Dr.-Ing. Volker Waßmuth für die konstruktive Kritik und die vielen Anregungen ebenso wie für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Es ist mir ein besonderes Anliegen, mich auch bei meiner Familie zu bedanken; meine Mutter Karin hat mich durch zahlreiche sprachliche Anmerkungen unterstützt. Besonders möchte ich mich bei meiner Frau Steffi für die vielfältige Unterstützung und Erleichterung in der Zeit besonderer Belastung bedanken. Schließlich danke ich meinen Kindern Viktoria und Richard für ihre unbeschwerter Fröhlichkeit, die an manchen Tagen mehr hilft als gute Ratschläge.

Karlsruhe im Dezember 2004

Wilko Manz

# INHALT

<b>1</b>	<b>AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ABGRENZUNG, BEGRIFFSBESTIMMUNG, DATENGRUNDLAGE</b>	<b>6</b>
2.1	ABGRENZUNG DES UNTERSUCHUNGSGEGENSTANDES	6
2.2	BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	9
2.3	SCHWIERIGKEITEN BEI DER MESSUNG VON FERNVERKEHR	11
2.4	DATENGRUNDLAGE	13
2.4.1	<i>INVERMO</i>	13
2.4.2	<i>Deutsches Mobilitätspanel</i>	27
2.4.3	<i>Sekundärdaten zur Mobilität</i>	28
2.4.4	<i>Sekundärdaten zum Haushalts- und Personenkontext</i>	28
<b>3</b>	<b>STRUKTUR DER NACHFRAGE</b>	<b>30</b>
3.1	ZENTRALE KENNGRÖßEN DER NACHFRAGE	30
3.1.1	<i>Eckwerte</i>	31
3.1.2	<i>Vergleich mit weiteren Quellen</i>	32
3.2	QUERSCHNITTANALYSEN AUF EBENE DER REISE	33
3.2.1	<i>Rhythmen, Zyklen und Anomalien der Nachfrage</i>	33
3.2.2	<i>Haushaltszusammenhang bei Reisen</i>	37
3.2.3	<i>Umwegfaktor</i>	39
3.2.4	<i>Reiseweitenverteilung</i>	40
3.2.5	<i>Determinanten der Verkehrsmittelwahl</i>	41
3.3	LÄNGSSCHNITTANALYSEN AUF EBENE DER PERSON	44
3.3.1	<i>Verteilung der Fernmobilität in der Bevölkerung</i>	45
3.3.2	<i>Einteilung in Personenkreise</i>	51
3.3.3	<i>Eigenschaften Hochmobiler</i>	52
3.3.4	<i>Mono- und Multimodalität</i>	54
3.3.5	<i>Verkehrsmittellorientierung</i>	57
3.3.6	<i>Jahreszeitliche Einflüsse auf Haushaltsebene</i>	64
<b>4</b>	<b>METHODE DER INDIVIDUALVERHALTENSMODELLE</b>	<b>67</b>
4.1	GRUNDLAGEN DER MODELLTECHNIK	68
4.1.1	<i>Modelltypisierung</i>	68
4.1.2	<i>Modellkonzeption</i>	70
4.1.3	<i>Statistische Modelle</i>	72
4.1.4	<i>Abbild zukünftiger Wirklichkeiten und Wirkung von Maßnahmen</i>	73
4.2	VERHALTENSORIENTIERTE MODELLE FÜR DEN PERSONENFERNVERKEHR	75
<b>5</b>	<b>LÄNGSSCHNITTORIENTIERTE ABBILDUNG DES PERSONENFERNVERKEHRS</b>	<b>79</b>
5.1	MODELLGRUNDLAGEN	79
5.1.1	<i>Ziel der Modellierung</i>	79
5.1.2	<i>Längsschnittorientierte Modellierung</i>	82
5.1.3	<i>Abstraktion von Reiseereignissen</i>	83

5.2	MODELLSTRUKTUR .....	85
5.2.1	Modul Haushalts- und Personenbildung .....	88
5.2.2	Modul Reisehäufigkeiten .....	92
5.2.3	Modul Fernreisetypen .....	97
5.2.4	Modul Saisonalität .....	99
5.2.5	Modul Reiseeigenschaften .....	101
5.2.6	Modul Zielwahl .....	103
5.2.7	Modul Verkehrsmittelwahl .....	108
5.3	MODELLKALIBRIERUNG .....	115
5.3.1	Kalibrierung Zielwahl Deutschland .....	116
5.3.2	Kalibrierung Verkehrsmittelwahl .....	117
5.4	MODELLEVALUIERUNG .....	124
5.4.1	Mobilitätseckwert und -schiefe in der Bevölkerung .....	125
5.4.2	Weglängenverteilung .....	126
5.4.3	Modal-Split .....	128
5.5	AUSBLICK UND ANSÄTZE ZUR MODELLERWEITERUNG .....	129
5.5.1	Ereignisorientierte Abgrenzung des Fernverkehrs .....	129
5.5.2	Modellkonzept .....	131
5.5.3	Präferenzstrukturen .....	131
5.5.4	Verkehrsmittelwahlmodellierung .....	132
5.5.5	Übergreifende Modellierung von Alltags- und Fernverkehr .....	134
<b>6</b>	<b>ANWENDUNG UND AUSBLICK .....</b>	<b>137</b>
6.1	AUSWIRKUNGEN DER LAGE DER SCHULSOMMERFERIEN AUF DIE VERKEHRSNACHFRAGE .....	137
6.1.1	Aufgabe .....	137
6.1.2	Simulation .....	140
6.1.3	Ergebnisse .....	140
6.2	VERÄNDERTE VERKEHRSMITTELNUTZUNG AUFGRUND VERBESSERTER SCHIENENANGEBOTE .....	146
6.2.1	Aufgabe .....	146
6.2.2	Simulation .....	148
6.2.3	Ergebnisse .....	150
6.3	AUSBLICK .....	153
<b>7</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>155</b>

# 1 Ausgangslage und Zielsetzung

Im Personenfernverkehr waren in den letzten Dekaden beachtliche Wachstumsraten zu beobachten, so hat sich die Zahl der im Luftverkehr beförderten Personen von 1995 bis 2001 um fast 29 % erhöht (vgl. DESTATIS [2002]). Auch für die Zukunft sind trotz allgemeiner Sättigungstendenzen der Personenverkehrsnachfrage noch überproportionale Wachstumspotenziale im Fernverkehr zu erwarten.

Im letzten Jahrzehnt haben sich durch eine beginnende Deregulierung auch weitreichende Veränderungen des Marktes ergeben, diese stellen die beteiligten Akteure vor neue Herausforderungen. In Zukunft wird es für die Verkehrsunternehmen nicht mehr ausreichen, einen möglichst großen Teil der jährlichen Nachfragezuwächse zu gewinnen. In einem sich verändernden Markt ist es für die Anbieter von Verkehrsdienstleistungen notwendig, sich der eigenen Stärken bewusst zu werden und sich entsprechende zukunftsfähige Nachfragesegmente zu sichern.

Dies setzt jedoch fundierte Kenntnisse der Nachfragesituation im Personenfernverkehr voraus. Im Blickfeld müssen hierbei jedoch nicht nur Nachfrageströme und Quell-Ziel-Matrizen sein, sondern vielmehr der Reisende mit seinen Wünschen und Vorlieben selbst. Der einzelne Reisende hat gerade im Fernverkehr für die Nachfrage eine besondere Bedeutung: Die im Vergleich zum Reiseaufkommen überproportionale Verkehrsleistung<sup>1</sup> im Fernverkehr ist ein Anhaltspunkt dafür, wie wichtig und weitreichend singuläre Entscheidungen in diesem Nachfragesegment sind.

Die Nachfrage im Personenfernverkehr ist durch weitere Komplexität geprägt. Nicht nur, dass die Menge aller Fernreisen eine ausgeprägte Heterogenität aufweist<sup>2</sup> und die Fernreisenden selbst unterschiedliche Vorlieben und Einstellungen mitbringen. Die Nachfrage im Fernverkehr ist, wie gezeigt werden wird, sehr heterogen auf die Bevölkerung verteilt. Diese unterschiedlichen Reishäufigkeiten haben zur Folge, dass es für die Anbieter von Verkehrsdienstleistungen nicht nur darum gehen kann, möglichst viele Kunden zu gewinnen. Es ist es vielmehr erforderlich, die aus Unternehmenssicht wertvollen Kundensegmente zu gewinnen.

Auch für den Bereitsteller der Infrastruktur im Personenfernverkehr sind die Eigenschaften der Nachfrage von Bedeutung. Nur wenn die besonderen Nachfrage-

---

<sup>1</sup> 1999 lag der Fernverkehrsanteil des *Verkehrsaufkommens* [Pers.-Fahrten] des öffentlichen Verkehrs bei 3%, der Anteil der *Fernverkehrsleistung* [Pers.-km] betrug dagegen 52% (RADKE [2000]).

<sup>2</sup> Eine Betrachtung des „Rucksacktourismus“ im Vergleich zum Geschäftsreisesegment machen dies offensichtlich.

strukturen im Personenfernverkehr berücksichtigt werden, lassen sich als Grundlage für Infrastrukturinvestitionsprogramme zuverlässige Langfristprognosen erstellen. Denn auch hierbei muss das Verkehrsverhalten der Reisenden in das Kalkül mit einbezogen werden, um Verhaltensreaktionen unter veränderten Marktbedingungen berücksichtigen zu können.

Um diese vielfältigen Einflüsse und Faktoren berücksichtigen und zukünftige Entwicklungen aufzeigen zu können, haben Berechnungsmodelle in den Verkehrswissenschaften eine lange Tradition. Besonders Individualverhaltensmodelle<sup>3</sup>, die seit den 70er Jahren entwickelt werden und den Verkehrsteilnehmer mit seiner spezifischen Situation und Verhaltensweise mehr in den Mittelpunkt der Modellarchitektur rücken, bieten sich für derartige Fragestellungen an. Mit dieser Modellgeneration<sup>4</sup> kann gegenüber aggregierten Ansätzen eine bessere Kausalität, mehr Plausibilität und größere Konsistenz erreicht werden.

Diese Modellkonzepte nutzen wie ihre klassischen aggregierten Ansätze (vgl. z.B. MÄCKE [1964]) die Beziehungen zwischen ursächlichen Einflussgrößen (unabhängigen Variablen) und der Verkehrsnachfrage, die als abhängige Variable erklärt werden soll. In klassischen Verkehrsmodellen wird im ersten Arbeitsschritt des Modells aggregiert, was mit einem Informationsverlust verbunden ist, der auch alle weiteren Modellschritte auf das Niveau der Aggregaten zwingt. In verhaltensorientierten Modellkonzepten wird hingegen erst im letzten Arbeitsschritt aggregiert. Daher stehen in den einzelnen Modellstufen detailliertere Informationen zu Haushalten, Personen und Wegen zur Ableitung von Beziehungen zwischen den Einflussgrößen und der Nachfrage zur Verfügung.

Bei der Abbildung der Realität in einem Modell ist zu beachten, dass das Modell im besten Fall immer nur so gut ist, wie die zu seiner Entwicklung und Quantifizierung zur Verfügung stehenden Datengrundlagen es erlauben. Dies gilt prinzipiell für alle Modelltypen; bei verhaltensorientierten Modellen sind die Anforderungen an die empirische Datenbasis jedoch ungleich größer.<sup>5</sup> Das Problem der Verfügbarkeit von Daten wird dadurch verschärft, dass quantitative empirische Informationen

---

<sup>3</sup> Neben dem Begriff des Individualverhaltensmodells sind in der Literatur in gleichem Kontext auch die Begriffe „verhaltensorientiertes Modellkonzept“ bzw. „mikroskopisches Modell“ gebräuchlich.

<sup>4</sup> vgl. z.B. KUTTER [1972], WERMUTH [1978], ZUMKELLER [1989], AXHAUSEN [1989] u.a.

<sup>5</sup> Die empirische Erhebung von Kenngrößen im Aggregat ist mit deutlich kleinerem Aufwand und geringeren Unsicherheiten verbunden als die Erfassung detaillierter Informationen zum Verhalten, situativen Kontext und der individuellen Einstellung bzw. Wahrnehmung (vgl. z.B. VERRON [1986]).

grundsätzlich vergangenheitsorientiert sind, während für Prognosemodelle generell eine Zukunftsorientierung gefordert ist.

Verhaltensorientierte Modelle wurden für die Simulation des alltäglichen Verkehrsverhaltens stetig verbessert, häufig mit Erfolg eingesetzt und sind in zahlreichen Quellen dokumentiert. Bedeutende Fortschritte und Modellverfeinerungen wurden hierbei z.B. auf den Gebieten der Tätigkeitenfolge innerhalb von Wegeketten, der zeitlichen und räumlichen Verteilung der Aktivitäten, der Berücksichtigung des Haushaltskontextes sowie der Variation des Verhaltens erzielt.<sup>6</sup>

Zu Planungszwecken im Personenfernverkehr wurden verhaltensorientierte Modelle bisher kaum verwendet. Die bekannten Aggregatmodelle dienen zur Bestimmung von verkehrsmittelspezifischen Quelle-Ziel-Matrizen für großräumige Planungseinheiten und berücksichtigen neben dem Reisezweck keine Eigenschaften der Reisenden bzw. des spezifischen Reisekontextes.<sup>7</sup> Gerade im Personenfernverkehr liegen jedoch häufig entscheidungsbeeinflussende Sachzwänge<sup>8</sup> vor, die in Simulationsmodellen zu berücksichtigen sind.

Verhaltensorientierte Modelle für den Alltagsverkehr sind nicht auf den Fernverkehr übertragbar. Die Verkehrsnachfrage im Fernverkehr setzt sich aus einzelnen Reiseereignissen zusammen, die diskret im Jahresverlauf verteilt sind und als unabhängig erscheinen. Aber gerade im Fernverkehr sind haushalts- und personenspezifische Eigenschaften auf allen Modellstufen nicht zu vernachlässigen. Auf der Ebene der Verkehrserzeugung stellt sich die Frage, welche Personen im Fernverkehr aktiv sind und welche Typen von Reisen diese in welcher Häufigkeit unternehmen. Bei der Wahl der Reiseziele ist zu klären, nach welchen „Regeln“ Entscheidungen getroffen werden und welchen Einfluss z.B. Budgets und Milieufragen spielen. Besondere Beachtung verdient das Modul der Verkehrsmittelwahl. Für die Wahl des Verkehrsmittels bei einer Fernreise ist zu prüfen, welchen Einfluss die Reisesituation<sup>9</sup> und die Eigenschaften der Person<sup>10</sup> auf den Wahlprozess hat.

---

<sup>6</sup> vgl. z.B. SCHMIEDEL [1984], KÜCHLER [1985], WASSMUTH [2001], LIPPS [2001]

<sup>7</sup> So verwendet CABANNE [2003] in einem aktuellen Regressionsmodell zur Prognose des Eckwertes der Verkehrsleistung für Frankreich im Jahr 2020 die Variablen *Wirtschaftswachstum*, *Fernverkehrsnetzlänge* und *Reisekosten*.

<sup>8</sup> wie z.B. die Menge des Reisegepäckes oder die Anzahl reisender Personen

<sup>9</sup> wie z.B. Anzahl der Reisenden, Gepäck, Tätigkeit am Ziel

<sup>10</sup> z.B. Objektive/ subjektive Wahlfreiheit, Regimes, Routinen, Kenntnisse, Einstellungen

Im Bereich des Fernverkehrs sind bislang nur wenige Anwendungen von verhaltensorientierten Modellen bekannt. Im deutschsprachigen Raum sind dies z.B. die Arbeiten von BLECHINGER, BRÖG; ZUMKELLER [1982] und ZUMKELLER, HERRY, HEINISCH [1985]. Beide Arbeiten basieren im Wesentlichen auf den Daten der Kontifern<sup>11</sup>. Die geringe Zahl an verhaltensorientierten Modellen für den Fernverkehr ist auch auf die bislang schlechte Datenlage zurückzuführen: Seit der Kontifern wurde in Deutschland keine weitere umfassende Erhebung<sup>12</sup> zum Fernverkehr durchgeführt.

Im Jahre 2000 wurde das Projekt INVERMO<sup>13</sup> mit dem Ziel begonnen, die Nutzungsbarrieren intermodaler Dienstleistungen im Fernverkehr zu identifizieren und die Potentiale von intermodalen Angeboten unter verbesserten Rahmenbedingungen abzuschätzen.

Dieses Projektziel ist jedoch nur erreichbar, wenn grundlegende Kenntnisse über die Nachfragestrukturen der Fernmobilität und die wesentlichen Mechanismen des zugehörigen Wahlverhaltens bekannt sind. Aufgrund dieser Defizite wurde eine mehrstufige Erhebung der Fernmobilität in Deutschland durchgeführt, die dieser Arbeit als zentrale Datenbasis zugrunde liegt und Analysen und Modellformulierungen erst ermöglicht.

Ein wesentlicher Ausgangspunkt der Projektarbeit besteht darin, dass intermodale Angebote für verschiedene Kundengruppen unterschiedlich interessant sind, weil z.B. Vielreisenden im Fernverkehr andere Bedürfnisse zu unterstellen sind als Personen mit wenigen Reiseereignissen pro Jahr. Um verschiedene Kundengruppen im Fernverkehr unterscheiden zu können, sind detaillierte Informationen über das Verhalten von Personen über Zeiträume erforderlich. Dies um so mehr, da Fernreisen seltene Ereignisse darstellen. Aus diesem Grund wurde für die Erhebung im Projekt INVERMO ein längsschnittorientierter Ansatz gewählt.

---

<sup>11</sup> vgl. z.B. BLECHINGER, BRÖG, ZUMKELLER [1981]

<sup>12</sup> Die Reiseanalyse (vgl. FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT URLAUB UND REISEN e.V. [1989]) beschränkt sich auf den Urlaubsverkehr, unternehmensinterne Erhebungen der Verkehrswirtschaft sind meist verkehrsträgerspezifisch aufgebaut bzw. nur bedingt verfügbar.

<sup>13</sup> Akronym des Projektes „Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerbedürfnisse“, Projekt im Forschungsbereich „Mobilität besser verstehen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Projektpartner: Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe, Deutsche Bahn AG, Deutsche Lufthansa AG, NFO Infratest (vgl. z.B. CHLOND et al [2000], [2001a], [2001b], [2002a], [2002b], [2003a], [2003b])

Aufbauend auf diesen Erhebungsdaten soll ein mikroskopisches, verhaltensorientiertes Modell für den Fernverkehr formuliert werden. Der Schwerpunkt dieses Modells ist in einem Konzept zur mikroskopischen, längsschnittorientierten Verkehrsentstehung und der Analyse der wesentlichen Determinanten der Verkehrsmittelwahl zu sehen. Dies ist darauf begründet, dass einerseits die Grundlagen der Modellkonzepte zur Verkehrsentstehung im Fernverkehr sich wesentlich von denen der Modelle des Alltagsverkehrs unterscheiden und andererseits Kenntnisse über die Vorgänge bei der Wahlentscheidung für Verkehrsmittel von zentraler Bedeutung für die Abschätzung der Akzeptanz intermodaler Dienstleistungen sind.

Gegenwärtig stehen für den Fernverkehr keine einsetzbaren mikroskopischen Modelle der Verkehrsentstehung und Zielwahl zur Verfügung. Daher ist die Entwicklung entsprechender Modellalgorithmen zu den genannten Stufen notwendig, welche im Ergebnis die Strukturen der Fernmobilität – zumindest beschreibend – wiedergeben. Dies ist für den Fernverkehr deshalb nicht trivial, da keine einzelne Erhebung in der Lage ist, alle Aspekte und Facetten der Nachfrage zu erfassen. Sowohl für die Verkehrsentstehung als auch für die Zielwahl werden beschreibende Modelle formuliert und angewendet. Im Bereich der Verkehrsmittelwahl wird ein zweistufiger Ansatz verfolgt, der vor der eigentlichen Wahl des Verkehrsmittels den zugrundeliegenden „Choice-Set“ berücksichtigt.

Das Ergebnis der Arbeit ist ein Modell für den Fernverkehr, das die Strukturen der Nachfrage beschreibend wiedergibt und mittels eines Wahlmodells die relevanten Einflussfaktoren der Verkehrsmittelwahl berücksichtigt. Im Ergebnis liegen mikroskopische Daten für Haushalte, Personen und einzelne Reisen vor, die im Querschnitt der gemessenen Nachfrage entsprechen. Aber auch intrapersonell im Längsschnitt die Struktur der Nachfrage widerspiegeln.

Die Arbeit ist wie folgt gegliedert: Zunächst werden Definitionen eingeführt und die verwendeten Datenbasen beschrieben (Kapitel 2). Anschließend wird anhand empirischer Befunde zum Fernverkehr der Untersuchungsgegenstand beschrieben (Kapitel 3). In Kapitel 4 werden Modellkonzepte und Eigenschaften verhaltensorientierter Modelle vorgestellt. Darauf aufbauend wird das realisierte Modellkonzept wiedergegeben und erläutert (Kapitel 5). In Kapitel 6 werden zwei Anwendungsfälle des Modells vorgestellt.

## 2 Abgrenzung, Begriffsbestimmung, Datengrundlage

### 2.1 *Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes*

Personenfernverkehr stellt sich nicht als eigenes, abgeschlossenes Verkehrssegment dar, sondern ist ein mittels Definition abgetrennter Bereich des Kontinuums aller Ortsveränderungen. Üblicherweise wird für die Beschreibung von einzelnen Ereignissen des Fernverkehrs der Begriff der „Reise“ verwendet. Dieser entspricht der verkehrswissenschaftlichen Definition des Begriffes „Ausgang“, einer Kette von aushäusigen Aktivitäten und der zugehörigen Wege, die vom Zeitpunkt des Verlassens der Wohnung bis zum Zeitpunkt der Rückkehr in die Wohnung durchgeführt werden (vgl. z.B. KUTTER [1972]). Zur Abgrenzung derjenigen Ausgänge, die dem Fernverkehr zugerechnet werden sollen, sind somit weitere Kriterien zu erfüllen; in der Regel wird hierzu eine Mindestentfernung zwischen Quelle und Ziel gefordert. Es sind jedoch eine Fülle verschiedenartiger Abgrenzungen in den Verkehrsstatistiken und Erhebungen zum Fernverkehr zu finden, die eine Vergleichbarkeit der Quellen erheblich einschränken.

In der Vergangenheit wurde Fernverkehr aufgrund politischer und steuergesetzlicher Vorgaben<sup>14</sup> häufig auf Fahrten mit mehr als 50 km einfacher Reiseentfernung bezogen. Auch wenn heute noch eine Reihe von Verkehrsstatistiken mit dieser Abgrenzung veröffentlicht werden (vgl. z.B. RADKE [2002]), hat diese Abgrenzung des Fernverkehrs in den letzten Jahren aufgrund der aufkommenden Suburbanisierung und des damit verbundenen Anwachsens des Regionalverkehrs an Bedeutung verloren.

In aktuellen Veröffentlichungen und Erhebungen wird daher häufig auf eine Mindestentfernung von 100 km zur Abgrenzung Bezug genommen. Verschiedene Quellen verwenden dabei uneinheitlich Luftlinienentfernungen, Fahrstrecken der einfachen Fahrt bzw. eine Mischung verschiedener Kriterien zur Abgrenzung. Auch die Frage, ob tägliche Pendlerfahrten zum Arbeitsplatz als Teil des Fernverkehrs zu behandeln sind, wird in den verschiedenen Quellen ebenfalls uneinheitlich behandelt.

So wurden in der 1979/1980 durchgeführten KONTIFERN-Erhebung Reisen ab 50 km betrachtet (vgl. BLECHINGER [1981]).

---

<sup>14</sup> Unterliegen Fahrten über eine Entfernung von mehr als 50 Kilometer einfache Distanz der vollen Umsatzsteuer, so ist auf Fahrten über geringere Entfernungen gem. UStG §12 Abs.2 Nr. 10 seit 1967 nur eine reduzierte Umsatzsteuer zu entrichten.

Im EU-Projekt MEST<sup>15</sup> wird auf eine Definition von EUROSTAT [1995] zurückgegriffen, die als Erhebungsgegenstand für Fernverkehrsbefragungen Reisen zu Zielen in mehr als 100 km Entfernung vom Ausgangspunkt sowie Reiseetappen von mehr als 100 km Fahrstrecke vorschlägt. Fernpendeln wird in diese Definition eingeschlossen.

Die Reiseanalyse RA 98 (1998) umfasst nur das Segment der „Urlaubsreisen“ mit mehr als 5 Tagen Dauer und verzichtet auf eine Entfernungsabgrenzung.

Die regelmäßige Mobility Befragung der Deutschen Bahn AG hat Reisen mit mehr als „100 km einfache Fahrt“ im Fokus. Fernpendeln wird als Bestandteil des Fernverkehrs erfasst.

Im EU-Projekt DATELINE wird der Untersuchungsgegenstand Fernverkehr über eine Luftlinienentfernung von mindestens 100 km abgegrenzt. Fahrten in Zusammenhang mit Fernpendeln wird in die Erhebung mit einbezogen.

Das Projekt INVERMO grenzt Fernverkehr über eine Mindestentfernung von 100 km einfache Fahrstrecke ab. Fernpendelaktivitäten werden in der ersten Erhebungsstufe erfasst, aufgrund der Projektzielsetzung in der Haupterhebung dann jedoch weitgehend ausgespart.

Im Projekt Mobilität in Deutschland (MID) wurde in einer separaten Erhebung Reisen mit Übernachtungen erfasst. Auch wenn keine direkte Schnittmengenbildung möglich ist, so kann ein großer Teil der erhobenen Ereignisse dem Fernverkehr zugerechnet werden<sup>16</sup>.

Ziel aller Abgrenzungen ist es, einen homogenen und in sich abgeschlossenen Teil der Verkehrsnachfrage abzutrennen, um ihn für separate Analyse- und Planungszwecke aufbereiten und veranschaulichen zu können.

Untersucht man die häufig vorzufindende Abgrenzung des Fernverkehrs mittels einer Mindestentfernung von 100 km im Kontext der Alltagsmobilität ergibt sich folgender Befund: Die Analyse der Daten des Deutschen Mobilitätspanels<sup>17</sup> (MOP) zeigt mit hoher Stabilität, dass etwa 1,4% aller durchgeführten Wege 100 km Fahrstrecke oder mehr aufweisen (siehe Abbildung 1). Bei einer durchschnittlichen Anzahl von ca. 3,5 Wegen

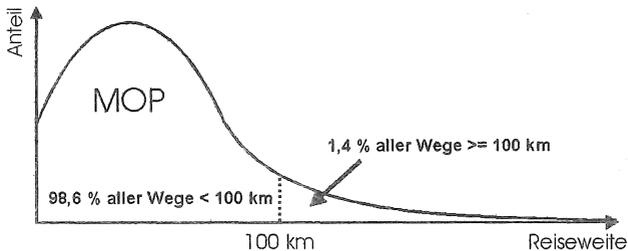
---

<sup>15</sup> Methods for European Surveys on Travel Behaviour“, EU, 4th Framework project

<sup>16</sup> vgl. z.B. ENGELHARDT et al [2002], KUNERT [2003]

<sup>17</sup> vgl. z.B. CHLOND et al [2001]

pro Person und Tag ergeben sich hieraus im Durchschnitt ca. 8 Fernreisen pro Person und Jahr<sup>18</sup>.



**Abbildung 1 Reiseweitenverteilung des MOP (eigene Darstellung)**

Alle entfernungsbezogenen Definitionen weisen jedoch die Schwäche auf, dass die gewählten Abgrenzungen einen mehr oder weniger willkürlichen Teil aus dem Kontinuum der Ortsveränderungen herauschneiden. Folglich sind die beobachteten Ereignisse stets mit einer Art „Unschärfe“ behaftet, da einzelne Ereignisse zwar per Definition zum Fernverkehr gezählt werden, die jedoch aufgrund ihrer Charakteristik<sup>19</sup> zum Alltagsverkehr gerechnet werden müssten und umgekehrt.

Dieser Mangel wird insbesondere deutlich, wenn man den Fernverkehr in Hinblick auf Gesetzmäßigkeiten und Regeln untersucht und solche möglichen Befunde durch die ungenügende Abgrenzung verwischt oder gar überdeckt werden. Denn es geht im Kern nicht darum, Wege bzw. Fahrten mit großen Distanzen mit den Methoden und Ansätzen nachzubilden, die für den Alltagsverkehr Gültigkeit besitzen. Vielmehr sollen für Reiseereignisse, die sich vom Alltagsverhalten abheben, eigene Regeln und Zusammenhänge gefunden werden, die das Verhalten des Individuum im Kontext der Situation beschreiben.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit Personenfernverkehr nach folgender Definition: Reisen mit mehr als 100 km einfache Fahrstrecke zum Reiseziel, ausgenommen werden Reisen ohne Übernachtung zwischen Wohnung und Arbeitsplatz mit einer Entfernung von mehr als 100 km.

<sup>18</sup> Unter der Annahme von etwas mehr als zwei Wegen mit über 100 km Fahrstrecke pro Fernreise.

<sup>19</sup> So weisen die Fahrten von Fernpendlern, die täglich mehr als 100 km einfache Fahrt zu ihrem Arbeitsplatz zurücklegen, z.B. durch die stattgefundene Habitualisierung deutlich größere Ähnlichkeiten zum Alltagsverkehr auf, als zu dem, was man sich landläufig unter Fernverkehr vorstellt. Andererseits kann die Besuchsreise zu einem regionalen Ziel für einzelne Personen charakteristische Züge einer Fernfahrt aufweisen.

## 2.2 *Begriffsbestimmungen*

In diesem Abschnitt sollen verschiedene Eigenschaften zur Klassifizierung von Reiseereignissen vorgestellt werden und die im weiteren Verlauf verwendeten Begriffe definiert und erklärt werden, in Klammern wird z.T. der gebräuchliche englischsprachige Begriff aufgeführt (vgl. AXHAUSEN; YOUSSEFZADEH [1999a]).

**Aktivität** (activity) – Eine Abfolge von Handlungen an einem Ort zu einem definierten Zweck, einschließlich Wartezeiten vor Beginn. Ortsveränderung kann nicht Zweck einer Aktivität sein.

**Ziel** (destination) – Ort, der zur Ausübung einer bestimmten Aktivität aufgesucht wird.

**Reiseziel** – Zielgebiet oder Ort, der im Verlauf einer Reise aufgesucht wird. An einem Reiseziel können Übernachtungen stattfinden. Der Aufenthalt an einem Reiseziel kann mehrere Aktivitäten und Wege einschließen.

**Aufenthalt** – Umfasst die Zeit an einem Reiseziel zwischen der Ankunft und der Abfahrt zum nächsten Ziel. Während des Aufenthaltes können mehrere Aktivitäten, Wege und Ausflüge durchgeführt werden.

**Etappe**<sup>20</sup> (stage) – Eine umsteigefreie Nutzung eines Verkehrsmittels.

**Fahrt**<sup>21</sup> (trip) – Eine Abfolge von Etappen zwischen zwei Reisezielen. **Hinfahrt** (von Heimatort/ Arbeitsort zum ersten Ziel) und **Rückfahrt** (vom letzten Ziel zum Heimatort/ Arbeitsort) sind die am häufigsten auftretenden Fahrten im Fernverkehr.

**Ausflug** (tour) – Eine Abfolge von Fahrten, die am selben Reiseziel beginnen wie enden und keine Übernachtung beinhalten.

**Reise** (journey) – Eine Abfolge von Fahrten, die am Heimatort (Wohnung) bzw. Arbeitsort (Arbeitsplatz) beginnen und enden.

**Fahrtzweck** (purpose) – Entspricht dem Zweck der Aktivität am Ziel. Eine erste Stufe der Differenzierung unterscheidet zwischen den Zwecken privat und geschäftlich/dienstlich.

---

<sup>20</sup> Diese Definition deckt sich nicht mit der umgangssprachlichen Bedeutung, diese kann den Begriff der Etappe auch in der Bedeutung des verkehrswissenschaftlichen Ausdruckes der Fahrt anwenden.

<sup>21</sup> Im Alltagsverkehr ist für diesen Sachverhalt die Definition „Weg“ üblich, um dem Verkehrsmittel „zu Fuß“ gerecht zu werden.

**Tagesreise** – Eine Reise, die am gleichen Tag beginnt und endet und keine Übernachtung einschließt.

**Kurzurlaubsreise** – Eine private Reise, die mindestens eine, jedoch nicht mehr als drei Übernachtungen einschließt.

**Urlaubsreise** – Eine private Reise, die mindestens vier Übernachtungen einschließt.

**Ein-Ziel-Reise** – Bezeichnet eine Reise in der genau ein Ziel oder Reiseziel aufgesucht wird. Eine Ein-Ziel-Reise umfasst genau zwei Fahrten (Hin- und Rückfahrt).

**Rundreise** – Bezeichnet eine Reise, in deren Verlauf mindestens zwei unterschiedliche Ziele oder Reiseziele aufgesucht werden und folglich drei oder mehr Fahrten beinhaltet.

**Reisetage** – Bezeichnet die Tage einer Reise, an denen Fahrten durchgeführt werden.

**Außer-Haus-Tage** – Bezeichnet alle Tage, an denen eine Person aufgrund einer Reise mindestens teilweise vom Heimatort fern ist.

**Hochmobile** – Bezeichnung zur Abgrenzung des mobilsten Zehntels der Bevölkerung.

**Wenigmobile** – Bezeichnung der weniger mobilen Hälfte der Bevölkerung.

**Mäßigmobile** – Bezeichnung von Personen, die nicht zu den Hoch- oder Wenigmobilen zählen.

### 2.3 Schwierigkeiten bei der Messung von Fernverkehr

Befunde setzen Daten voraus, die in der Lage sind, die relevanten Aspekte des zu untersuchenden Gegenstandes in angemessener Detaillierung zu beschreiben. Für die Messung von Mobilität im Alltag liegen aus den letzten Jahrzehnten vielfältige Erfahrungen in der Erhebung vor, die das inzwischen weitverbreitete „KONTIV“-Design<sup>22</sup> hervorgebracht haben. Auf dem Gebiet der empirischen Erfassung von Fernverkehr liegen deutlich weniger Erkenntnisse vor, erst in jüngerer Zeit wird dieser Rückstand u. a. mit den Projekten DATELINE<sup>23</sup> und INVERMO<sup>24</sup> aufgeholt. Die Ursache hierfür ist sicher auch auf die elementaren Unterschiede zwischen der Alltagsmobilität und dem Fernverkehr zurückzuführen, die sich sowohl bei der Erfassung als auch bei der Analyse der Daten bemerkbar machen.

- Nähert man sich dem Fernverkehr auf der Ebene von Reiseereignissen über die zugehörigen Verkehrsträger z. B. durch Befragungen in Zügen, so erhält man zwar querschnittsorientierte Ergebnisse, aber nur für ein unbekanntes Kollektiv an Reisenden. Im Straßenpersonenverkehr gelingt selbst diese vereinfachte Sicht aufgrund der fehlenden Trennung der Infrastruktur für den Nah- und Fernverkehr kaum.
- Ist man hingegen an personenbezogenen Daten einer Haushaltsstichprobe interessiert, so stellt man fest, dass Fernreisen in der Regel ein seltenes Ereignis darstellen und ein angesprochener Proband nur wenige Begebenheiten berichten kann. Oft liegen diese schon Wochen oder Monate zurück, so dass Erinnerungsverluste Unschärfen und Verzerrungen verursachen. Durch diese Eigenschaft wird der Aufwand zur Gewinnung solcher Daten erheblich erhöht.
- Betrachtet man aus den Erkenntnissen von längsschnittorientierten Erhebungen wie dem MOP die empirische Erfassung einer Woche als einen sinnvollen und für den Befragten zumutbaren Befragungszeitraum, so sind bei der Erhebung von Fernverkehrsereignissen wesentlich längere Zeiträume zu erfassen, um eine sinnvolle Einschätzung des Probanden vornehmen zu können. Aus Sicht der Verkehrswissenschaft stellt die Erfassung eines vollständigen Jahres einen wünschenswerten Zeitabschnitt dar, aber leider ist dies dem Probanden nur in Ausnahmefällen zumutbar. Bei der empirischen Erfassung von Fernverkehr

---

<sup>22</sup> vgl. z.B. KUNERT [2003]

<sup>23</sup> vgl. z.B. DATELINE [2004]

<sup>24</sup> vgl. z.B. CHLOND, MANZ [2000]

bewegt man sich somit in einem Spannungsfeld zwischen den Anforderungen an die Empirie und erhebungsbedingten Restriktionen. Auch der Wahl der wichtigen Erhebungsmethode (z.B. retrospektive oder laufende Erhebung) kommt in diesem Fall eine besondere Bedeutung zu (vgl. u.a. AXHAUSEN, YOUSSEFZADEH [1999b]). Bei der Nutzung der Daten steht man unabhängig von der Erhebungsmethode anschließend vor dem Problem, aus der Erhebung von Teilen der Mobilität im Fernverkehr<sup>25</sup> auf das Ganze schließen zu müssen.

- Fernverkehr spielt sich in Jahresrhythmen ab. Obwohl intrapersonell eine Erfassung von Fernverkehr über einen Jahresabschnitt weitgehend ausgeschlossen ist, besteht die Notwendigkeit kontinuierlich über das Jahr zu erheben, um saisonale Schwankungen messen und berücksichtigen zu können. Dies hat im Vergleich zur Alltagsmobilität eine weitere Erhöhung der Komplexität der Empirie zur Folge.
- Es ist festzustellen, dass Ereignisse im Fernverkehr heterogener über die Bevölkerung verteilt sind als im Alltagsverkehr. Dies hat wiederum zur Folge, dass das Erhebungsinstrument in der Lage sein muss, sowohl Hochmobile (mit z.B. mehrere Dienstreisen pro Woche) als auch Wenigmobile (mit z.B. einer Urlaubsreise im Jahr) gerecht zu werden, um ein durch Schiefen in den Response-Raten verzerrtes Bild der Situation im Fernverkehr zu vermeiden. Vielreisenden fällt es schwer, die Gesamtzahl ihrer Reisen in einem längeren Zeitraum richtig zu benennen und über- bzw. unterschätzen folglich ihre Mobilität im Fernverkehr, was ggf. durch eine Gewichtung auszugleichen ist. Hierzu sind jedoch detailliertere Kenntnisse über die reale Situation notwendig.
- Fernverkehr wird von jedem Probanden anders empfunden und abgegrenzt. Wie bereits im vorherigen Kapitel dargelegt, ist für eine Untersuchung eine einfache und verständliche Definition für den Gegenstand der Erhebung vorzugeben. Daher muss z.B. besonders bei einer Befragung auf alltäglich durchgeführte Fernreisen hingewiesen werden (z.B. Tagesreisen am Wochenende), da diese Reisen sonst häufig nicht berichtet werden.
- Bei der Erfassung von Fernverkehr ist sorgfältig zwischen Haushalts- und Personenstichprobe abzuwägen. Im Alltagsverkehr ist eine Erfassung aller Haushaltsmitglieder aufgrund der personenbezogenen Aktivitätsprogramme sinnvoll. Im Fernverkehr hingegen ist der Haushalt die häufigste gemeinsam

---

<sup>25</sup> Es können in der Regel je Proband Abschnitte von zwei bis drei Monaten empirisch erhoben werden.

verreisende Einheit, und mittels Haushaltsstichproben<sup>26</sup> werden mit großem Aufwand redundante Informationen gewonnen. Andererseits lassen sich mit einer Personenstichprobe<sup>27</sup> keine vollständigen Informationen über den Haushalt gewinnen, da die Einzelreisen der übrigen Mitglieder fehlen. Die Haushaltsstichprobe ist wegen der vollständigen Information zwar erstrebenswert, aber forschungsökonomisch nur bedingt vertretbar. Mischformen der Erhebung können ggf. die Problematik verringern.

Schließlich ist die innere Struktur von Fernverkehrsereignissen komplexer als solche der Alltagsmobilität. Alltagsverkehr wird üblicherweise in Aktivitätsketten für Tage, in Ausgänge<sup>28</sup> oder Wege zerlegt. Bei Ereignissen im Fernverkehr ist auf oberster Ebene zwischen den Vorgängen der „Raumüberwindung“<sup>29</sup> und der Aufenthaltszeit am Ziel bzw. an den Zielen zu unterscheiden. Ferner fehlt während der Reisen die Wohnung als Aktivitätspol (vgl. WASSMUTH [2001]) zur Gliederung von Ausgängen. Durch z.B. Rundreisen wird die Komplexität der (Daten-)Struktur zusätzlich erhöht.

## **2.4 Datengrundlage**

In diesem Kapitel wird auf die in der Arbeit verwendeten Datengrundlagen eingegangen. Neben allgemeinen Sekundärdaten zu Haushalten und Personen wird auf die Mobilitätserhebungen INVERMO, das Deutsche Mobilitätspanel und die Erhebung „Mobilität in Deutschland“ eingegangen.

### **2.4.1 INVERMO**

Die in dieser Arbeit durchgeführten Auswertungen basieren im Wesentlichen auf den Daten des Projektes INVERMO<sup>30</sup>. Kern des Projektes im Forschungsbereich „Mobilität besser verstehen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung ist die Entwicklung von Maßnahmen zur Optimierung der intermodalen Verknüpfung von

---

<sup>26</sup> Haushaltsstichprobe: Alle Personen eines Haushaltes berichten

<sup>27</sup> Personenstichprobe: Eine (zufällig ausgewählte) Person pro Haushalt berichtet

<sup>28</sup> Ausgang: Wege und Aktivitäten, die vom Verlassen der Wohnung bis zur nächsten Rückkehr in die Wohnung durchgeführt werden

<sup>29</sup> Die eigentliche Reise selbst, in der Regel Hin- und Rückfahrt

<sup>30</sup> „Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerbedürfnisse (INVERMO)“, Forschungsprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Verkehrsträgern im Fernverkehr. Hierfür ist jedoch zunächst eine längsschnittorientierte Erfassung der Situation in der Ausgangslage notwendig, die in der Lage ist, das Verhalten von Reisenden über einen längeren Zeitraum hinweg zu beobachten und die Nutzer hinsichtlich ihres modalen Wahlverhaltens charakterisieren zu können.

#### 2.4.1.1 Erhebungskonzept

Eine längsschnittorientierte Erfassung von Fernverkehr stellt erhebliche Anforderungen an die Konzeption der notwendigen Erhebungen (vgl. Kapitel 2.3). Bei der empirischen Erfassung von Fernverkehr bewegt man sich daher nicht nur in einem Spannungsfeld zwischen den Anforderungen an die Repräsentativität und an die Detaillierung sondern auch hinsichtlich methodischer Restriktionen. Bei den Überlegungen zur Konzeption des Erhebungsinstrumentes hat sich daher schnell gezeigt, dass für längsschnittorientierte Untersuchungen im Fernverkehr ein mehrstufiges Erhebungskonzept notwendig ist, um sowohl die Anforderungen an die Repräsentativität als auch an den Detaillierungsgrad erfüllen zu können. Ein mehrstufiger Ansatz bietet zwar die Möglichkeit zur Erfüllung der Forderungen hinsichtlich Längsschnittansatz und Detaillierungsgrad, bietet aber auch Risiken aus der Notwendigkeit, die Daten der einzelnen Erhebungsstufen aufeinander abstimmen zu müssen.

Monat	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Kohorte												
1.	2. Welle		1. Welle			3. Welle				2. Welle		
2.			4. Welle									
3.	5. Welle									5. Welle		

**Abbildung 2 Panel-Erhebungskonzept zur Längsschnittbildung (eigene Darstellung)**

Um intrapersonell ausreichend lange Erhebungszeiträume generieren zu können, wurde ein Panel-Ansatz mit wiederholter Befragung der Probanden erarbeitet. Im Rahmen des Projektes INVERMO lag der Nutzen des Panel-Ansatzes jedoch nicht in der Schaffung einer Vergleichbarkeit verschiedener Zustände<sup>31</sup>. Basierend auf der Panel-Erhebung wurden einzelne intrapersonelle Erhebungs-„Scheiben“ zu einem Kalenderjahr zusammengesetzt, um jahreszeitliche Schwankungen (Saisonalität)

<sup>31</sup> wie z.B. in Vorher-Nachher Untersuchungen üblich zur Bestimmung der Wirkungen einer Maßnahmen

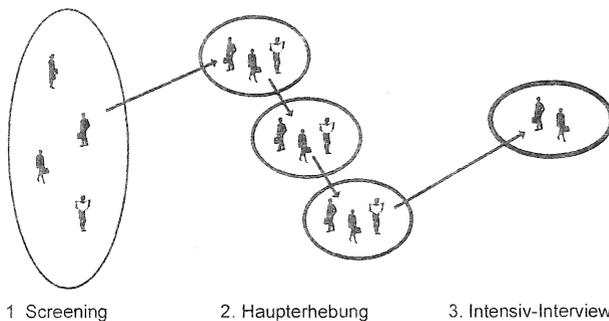
berücksichtigen zu können (vgl. Abbildung 2). Auch wenn diese Vorgehensweise aufgrund von Brüchen zwischen den einzelnen Erhebungsblöcken nicht die Qualität einer entsprechenden Erhebung „am Stück“ erreichen kann, so umgeht dieses Konzept die Schwierigkeiten einer entsprechenden „monolithischen“ Erhebung über ein Kalenderjahr.

Aus den obigen Überlegungen heraus wurde schließlich ein dreistufiger Erhebungsansatz realisiert, der folgende Erhebungsstufen umfasst:

- Screening-Erhebung als repräsentative Basiserhebung
- Haupterhebung zur detaillierten Erfassung von Reiseereignissen
- Intensivinterviews mit Methoden der Direkten Nutzenmessung zur Beurteilung intermodaler Angebote

Der Grundgedanke des Konzeptes liegt darin, mittels einer Basiserhebung (Screening) ein repräsentatives Bild der Fernverkehrsnachfrage zeichnen zu können. Dem Erhebungskonzept wurde die in Deutschland lebende Wohnbevölkerung (Inländerprinzip), die in einem Haushalt mit Telefonanschluss lebt, mit einem Alter von mindestens 14 Jahren als Grundgesamtheit zugrunde gelegt.

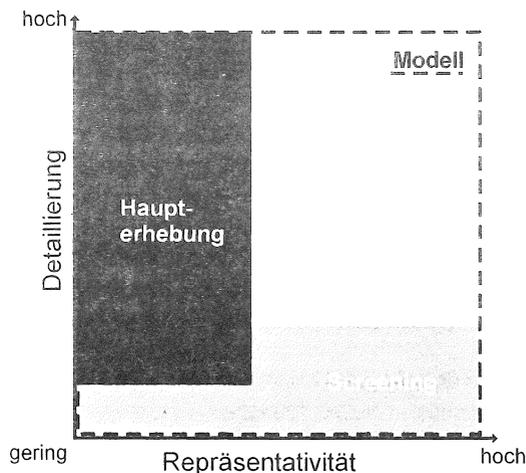
Aus den Teilnehmern dieser ersten Stufe der Erhebung werden anschließend die Probanden der Haupterhebung gewählt, so dass eine intrapersonelle Verknüpfung der Daten beider Erhebungen vorliegt. Die Teilnehmer der Haupterhebung werden um eine dreimalige Teilnahme gebeten. Auch für die dritte Stufe der Erhebung werden wiederum die Probanden aus der vorangegangenen Stufe rekrutiert, wodurch auf intrapersoneller Ebene die verfügbaren Informationen je Erhebungsteilnehmer weiter kumuliert werden (Abbildung 3).



**Abbildung 3 Erhebungsaufbau, schematisch (eigene Darstellung)**

Die Erhebung ist als Personenstichprobe konzipiert. Die Reisen der übrigen Mitglieder im Haushalt werden folglich nicht vollständig erfasst, jedoch alle gemeinsam mit der Zielperson der Erhebung unternommenen Reisen.

Mittels dieses dreistufigen Erhebungsansatzes konnte für eine längsschnitorientierte Erhebung sowohl die Forderung nach Repräsentativität als auch nach hohem Detaillierungsgrad erfüllt werden. Jedoch umfasst keine der Erhebungsstufen Daten, die vom Kontext der übrigen Stufen gelöst ein in sich geschlossenes und detailliertes Bild der Nachfrage im Fernverkehr ermöglichen. Die Screening-Erhebung vermittelt in einem repräsentativen Bevölkerungsquerschnitt Eckwerte und Strukturen der Nachfrage, jedoch mit geringem Detaillierungsgrad. Die Haupterhebung hingegen weist einen adäquaten Detaillierungsgrad auf, aufgrund der vorgenommenen Stichprobenschichtung ist diese jedoch nur partiell hochrechenbar. Die Intensivinterviews bauen wiederum auf einer geschichteten Auswahl der Haupterhebung auf. Durch den intrapersonellen Zusammenhang der Erhebungsstufen ist eine Korrektur der Schichtungen möglich. Erst die Verbindung aller empirischen Informationen der verschiedenen Stufen ermöglicht ein konsistentes und detailliertes Bild (Abbildung 4). Dieses Ziel wird mittels des in Kapitel 5 vorgeschlagenen Modells erreicht.

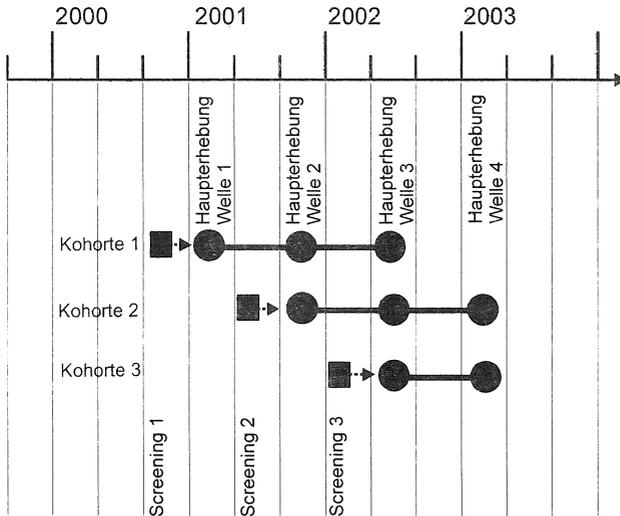


**Abbildung 4** Detaillierung und Repräsentativität in der INVERMO-Erhebung (eigene Darstellung)

Die Feldarbeit für das Projekt INVERMO wurde in den Jahren 1999 bis 2003 durchgeführt. Die Screening-Erhebung wurde in drei Blöcken durchgeführt. Die Zeitpunkte der Screening-Erhebung sind so gewählt, dass eine zeitnahe Anwerbung der Kohorten für die Wellen der Haupterhebung sichergestellt werden konnte.

Für die Haupterhebung wurden mittels des Screening drei Teilnehmerkohorten angeworben. Jeder Proband ist zur wiederholten Teilnahme an den Erhebungswellen aufgefordert, insgesamt wurden vier Erhebungswellen durchgeführt. Die Wellen der Haupterhebung wurden mit einem zeitlichen Versatz von acht Monaten durchgeführt, so dass die Probanden jeder Kohorte in jeweils drei unterschiedlichen Jahreszeiten berichten (Abbildung 5).

Die Probanden der Intensivinterviews wurden aus den Teilnehmern der 4. Welle der Haupterhebung rekrutiert.



**Abbildung 5 Zeitlicher Verlauf Feldarbeit, Screening und Haupterhebung (eigene Darstellung)**

#### 2.4.1.2 Screening

Das Screening dient als repräsentative Grundlagenerhebung und ist als telefonisches Interview mit einer Gesamtdauer von ca. 15 Minuten konzipiert (vgl. z.B. CHLOND, MANZ, ZUMKELLER [2000]). Das Interview umfasst folgende zentrale Elemente:

- Retrospektive<sup>32</sup> Befragung grundsätzlicher Reiseintensitäten (mindestens 100 km einfache Entfernung), differenziert nach Reisezweck<sup>33</sup>, Reiseziel<sup>34</sup> und

<sup>32</sup> Abfrage der Reisen der letzten

- 12 Monate für Urlaubsreisen und
- 3 Monate für die weiteren Kategorien sonstiger privater Reisen

Verkehrsmittel. Neben dem Verständnis der Struktur der Nachfrage ist ein weiteres wesentliches Ziel die Entwicklung eines Schichtungsplanes für die Haupterhebung.

- Abfrage von Zweitwohnsitzen zur Identifikation regelmäßig wiederkehrender Fahrten, besonders für Ausbildungs- und Wochenendpendler, nach Ziel, Entfernung, Verkehrsmittel.
- Erfassung von Fernmobilität (Häufigkeit und Distanzen) im Zusammenhang mit der Berufstätigkeit: Fernpendeln und Fahrten in Ausübung des Berufes (z.B. Fern-Kraftfahrer, Außendienst)
- retrospektive Erfassung der letzten drei durchgeführten Reisen<sup>35</sup>.
- Erfassung von soziodemographischen und sozioökonomischen Daten zu Haushalt und Person.

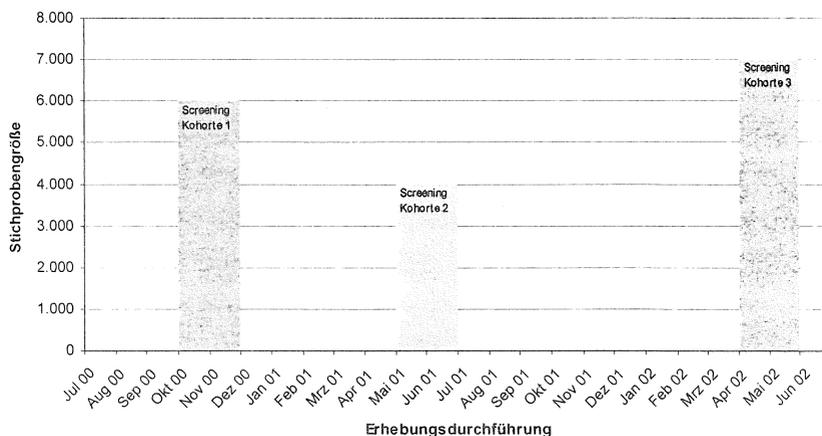
Die Feldarbeit ist in drei Erhebungsblöcke unterteilt. Im Herbst 2000 wurden 6.000 Interviews durchgeführt, im Frühjahr 2001 4.000 Interviews (vgl. Abbildung 6). Im Frühjahr 2002 wurden zur Anwerbung der 3. Kohorte 7.000 verkürzte Interviews durchgeführt, so dass insgesamt 17.000 Interviews vorliegen. In den Interviews des Screening wurden ferner ca. 23.000 konkrete Reiseereignisse retrospektiv erfasst.

---

<sup>33</sup> vier Kategorien: Urlaubsreisen, Kurzurlaubsreisen, Tagesreisen, Dienstreisen

<sup>34</sup> drei Kategorien: Deutschland, europäisches Ausland, restliche Welt

<sup>35</sup> Datum der Reise, Anzahl der Übernachtungen, Zweck, Anzahl Personen, Reiseziel, Entfernung, Verkehrsmittel



**Abbildung 6 Screening: Stichprobengröße und Erhebungszeiträume (eigene Darstellung)**

#### 2.4.1.3 Haupterhebung

Im Gegensatz zur bundesweit repräsentativen Stichprobe der Screening-Erhebung wird die Haupterhebung<sup>36</sup> als geschichtete Stichprobe konzipiert. Dies begründet sich auf der gemessenen Heterogenität hinsichtlich der Reisehäufigkeit im Fernverkehr (vgl. z.B. LAST, MANZ, ZUMKELLER [2003]). Zur Sicherstellung einer besseren Ausschöpfung sind Personen mit großer Reisehäufigkeit von besonderem Interesse, während Personen mit sehr wenigen Fernreisen bei gleichem Erhebungsaufwand nur mit geringer Wahrscheinlichkeit Reisen innerhalb eines Berichtszeitraumes berichten können. Gerade für längsschnittorientierte Fragestellungen ist es erforderlich, von ein und derselben Person viele Ereignisse berichten zu lassen. Nur so sind Aussagen im zeitlichen Längsschnitt möglich. Daher wurden in der Haupterhebung im Fernverkehr aktive Personengruppen überrepräsentiert während Personengruppen mit geringer Fernverkehrsmobilität nur unterrepräsentiert in der Stichprobe enthalten sein sollen.

Die schriftliche Erhebung umfasst einen Personenbogen sowie mehrere<sup>37</sup> Reisebögen. Im Personenbogen werden prinzipielle Eigenschaften der Person, des zugehörigen

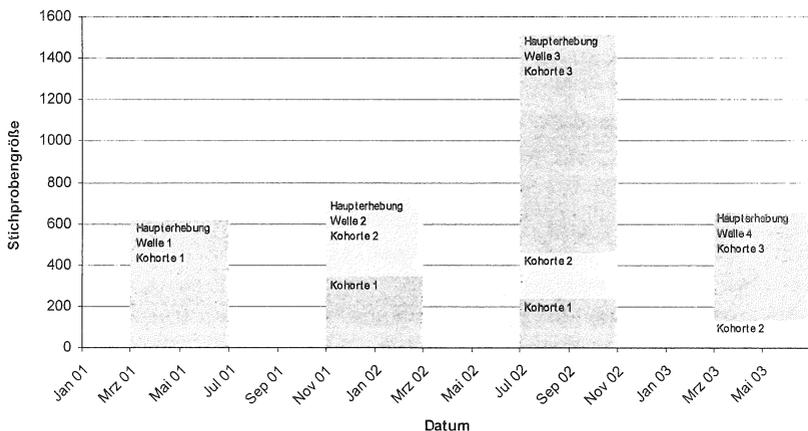
<sup>36</sup> vgl. CHLOND, MANZ, ZUMKELLER [2000], CHLOND, MANZ, ZUMKELLER [2001a]

<sup>37</sup> je nach berichteter Reisehäufigkeit in der Screening-Erhebung wurden drei bzw. fünf Reisebögen zum Bericht von je einer Reise im Erhebungszeitraum versandt.

Haushaltes und des Wohnumfeldes erfasst. Die Reisebögen dienen zur detaillierten Erfassung von Reisen innerhalb eines achtwöchigen Befragungszeitraumes. Darüber hinaus wurden die Probanden jeweils gebeten, die letzte Reise vor Beginn des Befragungszeitraumes in einem gesonderten Reisebogen zu berichten. Weiterhin wurde in einem Ergänzungsbogen gebeten, Anzahl und Art zusätzlicher Reisen zu berichten, für den Fall, dass die Anzahl übersendeter Reisebögen zu gering war.

Für eine durchschnittliche Reise sind im Reisebogen der Haupterhebung etwa sieben Seiten auszufüllen. Diese gliedern sich in folgenden Teile:

1. Bericht prinzipieller Eigenschaften der Reise: Zweck, Aspekte der Reiseplanung, situativer Reisekontext und Verkehrsmittelwahl.
2. Detaillierter Bericht von bis zu vier Fahrten<sup>38</sup> mit Angabe von Datum und Uhrzeit, verwendete Verkehrsmittel, Start und Ziel der Reise, Fahrtunterbrechungen, Aktivitäten am Zielort usw.



**Abbildung 7 Haupterhebung: Stichprobengröße und Erhebungszeiträume (eigene Darstellung)**

Die Befragung wurde in vier Wellen eingeteilt, jeder Proband war zur dreimaligen Teilnahme aufgefordert. Zur Überdeckung eines ganzen Kalenderjahres wurde jede Welle in zwei Gruppen unterteilt, so dass pro Welle ein Zeitraum von 16 Wochen überdeckt wurde und nach drei Wellen ein vollständiges Kalenderjahr vorliegt.

<sup>38</sup> In jedem Fall Hin- und Rückfahrt, ggf. weitere Zwischenetappen bei mehreren Reisezielen

Die Wellen wurden im Frühjahr 2001, Winter 2001/2002, Sommer/Herbst 2002 und Frühjahr 2003 durchgeführt. Die Stichprobengrößen sind in Abbildung 7 dargestellt.

#### **2.4.1.4 Intensivinterviews**

Zusätzlich wurden vertiefende Interviews<sup>39</sup> durchgeführt, die sich mit der Akzeptanz verschiedener Angebotseigenschaften intermodaler Angebote, einem der Schwerpunkte des Projektes, befasst. Da diese Erhebung für die vorliegende Problemstellung nicht verwendet wurde, wird auf diese Interviews nicht näher eingegangen.

#### **2.4.1.5 Schichtung und Gewichtung**

Erhebungen unterliegen Schiefen und Verzerrungen, die zu identifizieren und – soweit möglich – zu korrigieren sind. Hierbei ist zwischen grundsätzlich verschiedenen Arten von Schiefen zu unterscheiden. Einerseits können beim Design einer Erhebung z.B. durch eine gewollte Schichtung der Stichprobe bewusst Schiefen erzeugt werden, um dem Untersuchungsplan gerecht zu werden. Verzerrungen dieser Art sind schon im Vorfeld der Erhebung bekannt und können in der Regel unproblematisch ausgeglichen werden. Weiterhin können sich aber auch durch die Art der Stichprobenziehung, Unterschiede in Erreichbarkeit und dem Antwortverhalten der Probanden ungewollte Verzerrungen ergeben, die erst im Nachgang zu identifizieren und auf geeignete Weise zu korrigieren sind<sup>40</sup>. Die im Rahmen des Screening und der Haupterhebung durchgeführten mehrstufigen Gewichtungsschritte der einzelnen Erhebungsstufen werden im Folgenden dargestellt.

#### **2.4.1.6 Soziodemographische Gewichtung des Screening**

Das Screening als erste Erhebungsstufe wurde als repräsentative Grundlagenerhebung konzipiert und weist keine Schichtung auf. Aus diesem Grund besteht die erste Gewichtungsstufe aus einer mehrschichtigen sozio-demographischen Gewichtung<sup>41</sup> zur Gewichtung der Merkmale auf Haushaltsebene (vgl. Abbildung 8). Sie korrigiert die demographischen und sozio-ökonomischen Strukturen, d.h. das Verhältnis alte/neue Bundesländer, den Pkw-Besitz, die Haushaltsgröße und die Verteilung nach

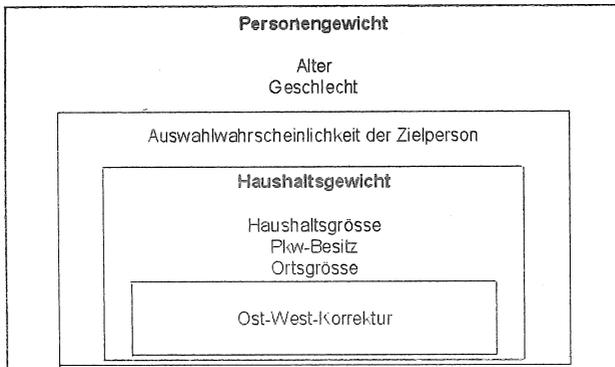
---

<sup>39</sup> vgl. CHLOND, LAST, MANZ, ZUMKELLER [2003a]; CHLOND, LAST, MANZ, ZUMKELLER [2003b]

<sup>40</sup> vgl. z.B. RICHARDSON, AMPT, MEYBURG [1995], SCHNELL [1997]

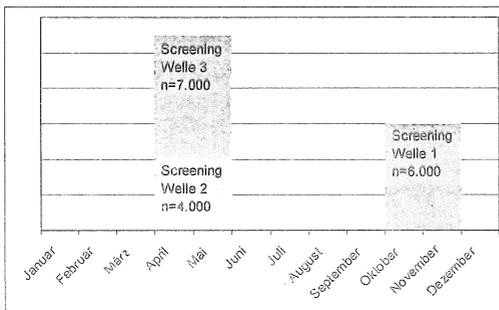
<sup>41</sup> vgl. Gewicht (a) in Abbildung 11

Ortsgrößenklasse. Abbildung 8 zeigt schematisch den Aufbau der Gewichtung für das Screening.



**Abbildung 8 Aufbau der soziodemographischen Gewichtung des Screenings (eigene Darstellung)**

Weiterhin erfolgte für Auswertungen auf Personenebene ein Abgleich der Struktur von Alter und Geschlecht sowie die Berücksichtigung der Auswahlwahrscheinlichkeit aufgrund unterschiedlicher Haushaltsgrößen. Diese Gewichtung muss lediglich kleinere Verschiebungen innerhalb der Stichprobe ausgleichen. Die Gewichte liegen überwiegend im Bereich des Wertes 1, was die hohe Güte der repräsentativ-zufälligen Ziehung der Telefonstichprobe zeigt.



**Abbildung 9 Saisonale Klumpung der Screening-Erhebung (eigene Darstellung)**

Da nur ein geringer Anteil von ca. 2% der Probanden am Telefon nicht zur Auskunft bereit waren (INFRATEST [2001]) ist nicht von einer Verzerrung durch Non-Response auszugehen.

Eine a-priori-Schiefe der Screening-Erhebung resultiert aus der blockweisen Feldarbeit im Frühjahr und Herbst (vgl. Abbildung 9) in Verbindung mit der retrospektiven Abfrage einzelner Reisezwecke über Quartalszeiträume. Da sich aus der Screening-Erhebung kein vollständiger Jahresablauf ermitteln lässt und somit kein Ausgleich innerhalb der Screening-Erhebung möglich ist, wurde die Möglichkeit genutzt, diese Querschnitt-Erhebung zusätzlich auf Basis der ein Kalenderjahr überdeckenden komplementären Haupterhebung (Längsschnitt) zu gewichten.

Um die Ergebnisse der Haupterhebung für einen solchen Gewichtungsschritt nutzen zu können, waren im Vorfeld einige Fragen hinsichtlich der Zusammensetzung der verschiedenen Stichproben der Wellen der Haupterhebung zu klären.

#### **2.4.1.7 Gewichtung der Haupterhebung**

Mittels des Screening konnte gezeigt werden, dass die Reiseintensität in der Bevölkerung erheblich heterogener verteilt ist, als gemeinhin angenommen wird. So ist festzustellen, dass große Teile der Bevölkerung nur sehr wenig bis keine Mobilität im Fernverkehr aufweisen, während ein nur geringer Anteil der Bevölkerung im Fernverkehr sehr mobil ist. Als Faustregel konnte gemessen werden :

- 1 % der Befragten generiert 10 % der aller Reisen.
- 10 % der Befragten unternehmen 43 % aller Reisen.
- 50 % der Befragten leisten über 90 % aller Reisen.

Es ergibt sich komplementär, dass 50% der Bevölkerung nur etwa 10 % aller Reisen unternehmen und somit im Fernverkehr nur selten anzutreffen ist. Dieser Aspekt war für die Gestaltung der weiteren Erhebungen ein wesentlicher Gesichtspunkt.

Aus diesen Befunden ergeben sich Konsequenzen für die Haupterhebung, da es forschungsökonomisch nicht zielführend ist, einen großen Anteil an Personen ohne oder nur mit einer sehr geringen Fernreisewahrscheinlichkeit in der schriftlichen Befragung mit 8-wöchigem Berichtszeitraum aufzunehmen. Die Haupterhebung ist folglich als geschichtete Stichprobe angelegt, um die für die Fragestellung wichtigen Personenkreise mit höherer Mobilität angemessen in der Stichprobe wiederfinden zu können.

Neben dem Ausgleich dieser Schichtung ist von besonderem Interesse, ob die in der Haupterhebung antwortenden Haushalte die gemessenen Eckwerte der Screening-

Erhebung repräsentieren oder ob die Haupterhebung durch Selektionseffekte<sup>42</sup> und Non-Response<sup>43</sup> Verzerrungen enthält. Zu vermuten wäre, dass besonders wenigmobile Personen aufgrund mangelnden Interesses sowie hochmobile Personen aufgrund ihrer zeitlichen Inanspruchnahme eher zu einer Nichtteilnahme tendieren.

Fernreisen pro (Person und Jahr) n=Stichprobengröße	Nicht-Teilnehmer	Teilnehmer	Signifikanz (1%-Niveau)
Immobilie	0 n=1.987	0 n=20	(nicht signifikant)
Wenigmobile	2,8 n=5.253	3,4 n=464	signifikant
Mäßigmobile	10,7 n=6.658	11,1 n=1.404	nicht signifikant
Hochmobile	24,0 n=1.037	23,86 n=177	nicht signifikant

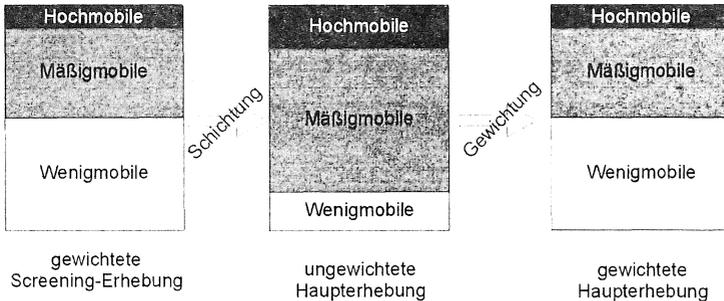
**Tabelle 1 Vergleich des Eckwertes „Fernreisen pro Person und Jahr“ einzelner Mobilitätsgruppen zwischen Nichtteilnehmern und Teilnehmern der Haupterhebung auf Basis der Daten des Screening (Daten: INVERMO Screening, ungewichtet)**

Zur Klärung dieser Fragestellung wurde unter anderem die Screening-Erhebung in vier Mobilitätsklassen (Immobilie, Personen mit geringer, mäßiger und hoher Fernmobilität) eingeteilt und jeweils ein Mittelwertvergleich der Anzahl berichteter Reisen jeder Gruppe für Teilnehmer bzw. Nichtteilnehmer durchgeführt. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Differenzen zwischen Nichtteilnehmern und Teilnehmern für die mobilen Klassen überwiegend im nichtsignifikanten Bereich liegen (siehe Tabelle 1). Nur für die Wenigmobilen sind signifikante Unterschiede festzustellen. Da die Gruppe der Wenigmobilen jedoch nur für etwa 10% der gesamten Fernmobilität verantwortlich ist, ist dieser Unterschied im Mittelwert für Querschnittsauswertungen als wenig bedeutend einzustufen. Es darf daher davon ausgegangen werden, dass nach einem Ausgleich

<sup>42</sup> Haushalte, die während des Screening nicht zur Teilnahme an der Haupterhebung bereit waren. Die Teilnahmebereitschaft an der Haupterhebung lag bei 38% (1. Kohorte), 43% (2. Kohorte), 50% (3. Kohorte)

<sup>43</sup> Haushalte, die sich während des Screening zwar zur Teilnahme an der Haupterhebung bereit erklärt haben, jedoch nicht geantwortet haben. Die Rücklaufquoten der Haupterhebung betrug für die erste Teilnahme 34% (1. Kohorte), 44% (2. Kohorte), 38% (3. Kohorte)

der durch die Stichprobenschichtung verursachten Schiefen in den Eckwerten der Hauptidehebung keine wesentlichen Verzerrungen vorliegen.



**Abbildung 10 Mobilitätsgewichtung der Hauptidehebung unter Verwendung des Screening (eigene Darstellung)**

Zum Ausgleich der angelegten Schichtung der Stichprobe der Hauptidehebung ist ein Gewichtungsverfahren notwendig, das die Verschiebung der Anteile der Mobilitätsklassen auf ihr in der Grundgesamtheit beobachtetes Niveau ermöglicht. Eine entsprechende Gewichtung<sup>44</sup> (siehe Abbildung 10) wurde durchgeführt und es zeigt sich, dass gerade hochmobile Personen in der Hauptidehebung aufgrund der geschichteten Überrepräsentierung kleine Gewichte erhalten, während Personen mit geringer Reisezahl pro Jahr entsprechend große Gewichte erhalten. Dies ist hinsichtlich der Zuverlässigkeit der Messwerte positiv, da der überwiegende Teil der gemessenen Mobilität durch hochmobile Personen verursacht wird.

Durch die gewählte Gewichtung können aufgrund der Stichprobenzahlen jedoch nur wenige sozio-demographischen Schiefen der Hauptidehebungsstichprobe ausgeglichen werden, so dass die Hauptidehebung selbst nur in Bezug auf die Mobilität – nicht aber auf die Sozio-Demographie bezogen –, als repräsentativ betrachtet werden kann. So konnte z.B. der Anteil der Personen mit geringer Reisezahl pro Jahr auf das richtige Niveau justiert werden, innerhalb dieser Gruppe ist jedoch der Anteil Pkw-loser Haushalte unterrepräsentiert, da diese als Ergebnis der Schichtung in der Stichprobe insgesamt nur unzureichend vertreten sind.

#### 2.4.1.8 Weitere Gewichtung der Screening-Erhebung

Auf der Basis des gewichteten Datensatzes der Hauptidehebung konnten nun Rückschlüsse auf die saisonale Schiefe der Screening-Erhebung durch eine

<sup>44</sup> vgl. Gewicht (b) in Abbildung 11

jahreszeitliche Auswertung der Haupterhebung gewonnen werden. Dabei wurde ebenfalls der Effekt unterschiedlicher Stichprobengrößen der einzelnen Wellen bzw. Gruppen der Haupterhebung berücksichtigt und korrigiert. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Erhebungswellen der Screening-Erhebung im Frühjahr aufgrund der Jahreszeit überdurchschnittlich hohe Mobilitätsraten messen, während die Erhebungswelle im Herbst als weitgehend repräsentativ angesehen werden kann, was sich in entsprechenden Gewichten<sup>45</sup> niederschlägt.

Als weiterer Effekt konnte durch einen intrapersonellen Vergleich festgestellt werden, dass hochmobile Personen ihre eigene Mobilität zum Teil erheblich überschätzen. Dieses ließ sich durch einen Vergleich der berichteten Reisehäufigkeiten im Screening mit konkret berichteten Reisen in den Wellen der Haupterhebung zur gleichen Jahreszeit nachweisen. Als Ursache hierfür werden systematische Verzerrungen in der überschlägigen Abschätzung der Reisehäufigkeiten im Verlauf der telefonischen Screening-Erhebung verantwortlich gemacht. So kann vermutet werden, dass Probanden nach der Anzahl der Dienstreisen pro Jahr befragt, im Mittel z. B. zwar eine Reise pro Arbeitswoche unternehmen und in der Summe dann auch etwa 50 Dienstreisen pro Jahr angeben. In der Realität werden aber nur etwa 40 Dienstreisen unternommen, da in den restlichen Wochen des Jahres z.B. Urlaubs- oder Feiertage liegen. Durch diese Gewichtung<sup>46</sup> werden die Mobilitätseckwerte der als hochmobil eingestuften Probanden reduziert. Aufgrund der intrapersonellen Analyse hat diese Korrektur eine hohe Zuverlässigkeit.

Auf der anderen Seite unterschätzen Wenigmobile ihre eigene Mobilität, da dieser Effekt jedoch intrapersonell schwach ist und die Auswirkungen auf die gemessenen Eckwerte gering sind, wurde auf einen Ausgleich des Effektes verzichtet.

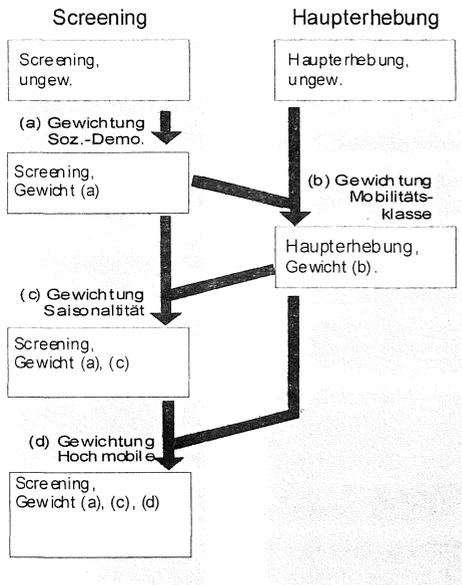
#### **2.4.1.9 Überblick Gewichtung**

Alle durchgeführten Gewichtungsschritte sind in Abbildung 11 nochmals schematisch dargestellt. Insgesamt konnten durch die durchgeführten Gewichtungen nachweisbare, signifikante Effekte ausgeglichen werden. Sowohl die Screening- als auch die Haupterhebung können daher hinsichtlich der korrigierten Merkmale als zuverlässig für die Ausweisung von Eckwerten und Analysen der inneren Strukturen gelten.

---

<sup>45</sup> vgl. Gewicht (c) in Abbildung 11

<sup>46</sup> vgl. Gewicht (d) in Abbildung 11



**Abbildung 11 Schema der Gewichtung für die Screening- und Haupterhebung (eigene Darstellung)**

#### 2.4.2 Deutsches Mobilitätspanel

Das Deutsche Mobilitätspanel misst seit 1994 als repräsentative Haushaltsstichprobe das Verkehrsverhalten in der Bundesrepublik Deutschland<sup>47</sup>. Die Probanden der rotierenden Stichprobe werden über drei Jahre zur Teilnahme aufgefordert und berichten jährlich über einen Zeitraum von einer Woche alle durchgeführten Wege<sup>48</sup>.

Da in den Wegetagebüchern grundsätzlich auch Fernverkehr enthalten ist, wird das MOP zur Ausweisung von Eckwerten im Fernverkehr herangezogen.

Da das MOP als Haushaltsstichprobe angelegt ist, sind auf Personenebene Analysen über Haushaltszusammenhänge möglich. Mittels der Daten wurden verschiedene Analysen über Haushaltszusammenhänge für die Modellkonzeption und -gestaltung durchgeführt.

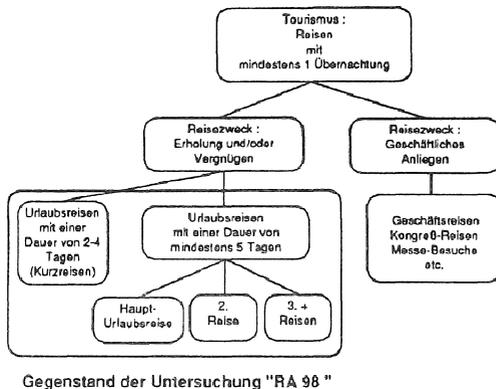
<sup>47</sup> bis 1998 nur alte Bundesländer, ab 1999 Bundesrepublik gesamt

<sup>48</sup> vgl. u. a. ZUMKELLER, CHLOND, LIPPS [1999], LIPPS [2001]

### 2.4.3 Sekundärdaten zur Mobilität

Im Jahr 2003 wurde erneut eine Erhebung der KONTIV unter dem Namen „Mobilität in Deutschland“ (MID) durchgeführt. In dieser Erhebung wird Fernverkehr auf zweierlei Weise erfasst: Zum einen in der Stichtagserhebung, in der alle Wege der Probanden in einem Wegebogen im KONTIV-Design erfasst werden. Des weiteren wurden im Personenbogen Reisen mit auswärtiger Übernachtung erfasst (vgl. KUNERT et al [2003]). Beide Erhebungen werden zum Vergleich von Eckwerten herangezogen.

Die Reisenanalyse 98 (RA '98) (vgl. F.U.R. [1998]) liefert Daten zum Urlaubsverkehr. Im Jahr 1998 wurden hierzu 7.880 Person im Alter ab 14 Jahren befragt. Die Abgrenzung von Urlaubsreisen erfolgt auf Basis folgender Definition (vgl. Abbildung 12): Es werden nur nicht-geschäftliche Reisen erfasst, die „allgemein als Urlaubsreise bezeichnet werden“<sup>49</sup>. Reisen zum Besuch von Verwandten und Kuraufenthalte sind nicht Gegenstand der Untersuchung.



Gegenstand der Untersuchung "RA 98 "

Abbildung 12 Reiseanalyse 98, Gegenstand der Untersuchung  
(Quelle: [www.geogr.uni-goettingen.de](http://www.geogr.uni-goettingen.de))

### 2.4.4 Sekundärdaten zum Haushalts- und Personenkontext

Für Analysen zum Haushalts- und Personenkontext werden Daten des Mikrozensus und der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe verwendet (vgl. DESTATIS [2003]).

Der Mikrozensus ist die amtliche Repräsentativstatistik über die Bevölkerung und den Arbeitsmarkt, an der jährlich 1% aller Haushalte in Deutschland beteiligt sind (laufende

<sup>49</sup> Quelle: <http://www.geogr.uni-goettingen.de/kus/lehre/wm2000/wm2000-ra-1.pdf>

Haushaltsstichprobe). Insgesamt nehmen rund 370.000 Haushalte mit 820.000 Personen am Mikrozensus teil; darunter etwa 160.000 Personen in rund 70.000 Haushalten in den neuen Bundesländern und Berlin-Ost. Im Statistischen Bundesamt erfolgt die organisatorische und technische Vorbereitung des Mikrozensus. Die Durchführung der Befragung und die Aufbereitung obliegt den statistischen Landesämtern (dezentrale Statistik) (DESTATIS [2003]).

Die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) ist eine Statistik, die alle fünf Jahre durchgeführt wird, letztmalig 2003. Auf freiwilliger Basis geben Privathaushalte Auskunft über ihre Einnahmen und Ausgaben, über ihre Ausstattung mit Computern, Pkws und Mobiltelefonen sowie ihre Wohnverhältnisse (DESTATIS [2003]).

### **3 Struktur der Nachfrage**

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die Befunde der Analysen der betrachteten Datenquellen zur Fernverkehrsnachfrage gegeben. Da im Zuge der Analyse der Daten des Projektes INVERMO eine Vielzahl an Erkenntnissen gewonnen werden konnte, ist es im Rahmen dieser Arbeit notwendig, sich auf wenige beispielhafte Darstellungen zu beschränken. Aus den Befunden wurden daher schwerpunktgemäß solche gewählt, aus denen sich ein direkter Einfluss auf die Modellbildung ergibt.

Das Kapitel ist in zwei Bereiche gegliedert, zunächst werden gemessene Mobilitätseckwerte ausgewiesen und mit verschiedenen weiteren Quellen verglichen. Anschließend werden Befunde bezogen auf Personen und Reisen vorgestellt und diskutiert.

#### ***3.1 Zentrale Kenngrößen der Nachfrage***

Die Bestimmung von Eckwerten im Fernverkehr erweist sich als empirisch anspruchsvoll (vgl. Kapitel 2.3). Mittels des entwickelten mehrstufigen Erhebungskonzeptes wurde versucht, die bekannten Schwierigkeiten und Hemmnisse der empirischen Erhebung zu umgehen, und im Ergebnis ein zuverlässiges „Messinstrument“ für die Erfassung von Fernverkehr zu entwickeln. Bei der Aufbereitung und Auswertung der Daten hat sich das gewählte Verfahren als valide erwiesen. Die folgenden Eckwerte für den Fernverkehr ergeben sich aus den Erhebungen des Projektes INVERMO nach Anwendung der beschriebenen Ausgleichs- und Gewichtungsverfahren:

### 3.1.1 Eckwerte

	Urlaubsreisen	Sonst. Privatreisen	Geschäftsreisen	Alle Reisen
Anzahl der Fernreisen pro Person und Jahr	1,6	4,6	1,3	7,5 <sup>1)</sup>
Fernreisen nach Typ	21 %	62 %	17 %	100 %
Person mit/ ohne Fernreisen pro Jahr				
Personen mit Fernreisen	66 %	72 %	12 %	86 %
Personen ohne Fernreisen	34 %	28 %	88 %	14 %
Summe	100 %	100 %	100 %	100 %
Fernreisen nach Verkehrsmittel				
Pkw	55 %	81 %	76 %	74 %
Bus	7 %	5 %	1 %	5 %
Eisenbahn	11 %	11 %	12 %	11 %
Flugzeug	24 %	2 %	9 %	8 %
Sonstige	2 %	1 %	2 %	1 %
Summe	100 %	100 %	100 %	100 %
Fernreisen nach Ziel				
Inland	47 %	94 %	91 %	84 %
restl. Europa	47 %	5 %	8 %	14 %
restl. Welt	8 %	1 %	1 %	2 %
Summe	100 %	100 %	100 %	100 %

<sup>1)</sup> INVERMO erfasst zusätzlich 1,3 Fernreisen pro Person und Jahr durch Fernpendeln, der vollständige Eckwert beträgt somit 8,8 Fernreisen pro Person und Jahr

**Tabelle 2      Mobilitätseckwerte INVERMO (Daten: INVERMO)**

Tabelle 2 zeigt Eckwerte und Strukturen der Nachfrage im Fernverkehr in Deutschland. Die Ergebnisse zeigen, dass neben „Geschäftsreisen“ (1,3 Reisen pro Person und Jahr) und „Urlaubsreisen“ (1,6 Reisen pro Person und Jahr) „sonstige Privatreisen“ den größten Anteil der Fernreisen stellen. Die letzte Kategorie umfasst dabei Besuchsreisen, Tagesreisen und Kurzurlaube mit weniger als vier Übernachtungen. Betrachtet man den Anteil im Fernverkehr aktiver Personenkreise, fällt der geringe Anteil der geschäftlich Reisenden mit 12% auf, im Urlaubsfernverkehr (66%) und sonstigen Privatfernreiseverkehr (72%) ist der Umfang der aktiven Bevölkerungskreise deutlich größer. Insgesamt führen 86% der Bevölkerung im Verlauf des Jahres mindestens eine Fernreise durch.

Betrachtet man die benutzten Verkehrsmittel, so steht der Pkw mit insgesamt 3 von 4 Reisen an ersten Stelle. Lediglich im Urlaubsverkehr ist der Anteil der Pkw-gebundenen Reisen deutlich geringer. An zweiter Stelle mit 11% aller Reisen folgt die Eisenbahn, deren Nutzung sich über die verschiedenen Reisezwecke als homogen darstellt. An dritter Stelle hinsichtlich der Nutzung steht das Flugzeug und wird bei 8% aller Reisen

verwendet, jedoch überwiegend für Urlaubsreisen. Der Reisebus wird in 5% aller Reisen genutzt.

Bei der Analyse der Reiseziele zeigt sich, dass innerdeutsche Reisen mit 84% Anteil eine überragende Rolle spielen. Auslandsreisen weisen nur im Urlaubsverkehr nennenswerte Anteile auf. 12% aller Auslandsreisen führen ins außereuropäische Ausland, hierunter stellen Urlaubsreisen den mit Abstand größten Anteil.

### 3.1.2 Vergleich mit weiteren Quellen

Das Niveau der mittels der Daten des Projektes INVERMO ausgewiesenen Werte lässt sich sowohl durch auf Basis der (weitgehend) unabhängigen weiteren Erhebungsstufen von INVERMO als auch durch externe Datenquellen bestätigen.

Im Screening wurden neben Reisehäufigkeiten auch retrospektiv die letzten drei durchgeführten Reisen abgefragt. Aus den zeitlichen Abständen dieser Ereignisse lassen sich ebenfalls Eckwerte hochrechnen. Auch wenn diese Hochrechnung intrapersonell keine sinnvollen Ergebnisse erwarten lässt<sup>50</sup>, können interpersonell im Querschnitt plausible Eckwerte abgeleitet werden. Unter Ausgleich der vorhandenen soziodemographischen Schiefen ergibt sich ein Eckwert von 7,4 Reisen pro Person und Jahr, ohne Wege von Fernpendlern.

Neben dem repräsentativen Screening stehen zusätzliche Messwerte aus der Haupterhebung zur Verfügung. Da im Rahmen dieser Haupterhebung ein Jahr durch die Staffelung der Berichtszeiten überdeckt wird, um saisonale Unterschiede aufzeigen zu können, lassen sich aus diesem Erhebungsteil auch eigenständige Mobilitätskennziffern ableiten. Aus der Haupterhebung lässt sich nach dem Ausgleich der Stichprobenschichtung ein Messwert von etwa 7,3 bis 7,7<sup>51</sup> Reisen pro Person und Jahr ableiten. Hierzu wurden die in den einzelnen Erhebungszeiträumen berichtete Anzahl an Fernreisen unter Berücksichtigung saisonaler Einflüsse zu Jahreswerten hochgerechnet.

Im Deutschen Mobilitätspanel (MOP) werden jährlich mit hoher Stabilität zwischen 1,3 % und 1,4 % aller Wege mit mehr als 100 km einfacher Fahrtweite ermittelt. Hieraus ergibt sich ein vergleichbarer Messbereich von ca. 8,4-9,0 Fernreisen pro Person und Jahr (vgl. ZUMKELLER, CHLOND, KUHNIMHOF [2003]), das Mobilitätspanel erfasst

---

<sup>50</sup> Personen mit mehreren (zufällig) retrospektiv kurz hintereinander liegenden Reisen erhalten z.T. extreme Jahreswerte, dieser Effekt gleicht sich jedoch interpersonell aus.

<sup>51</sup> Ohne Fernpendeln, aufgrund der Stichprobengröße wird ein Vertrauensbereich ausgewiesen.

hierbei auch Wege von Fernpendlern. Dieser Messwert des MOP repräsentiert zwar nur einen hochgerechneten Eckwert für den Zeitraum September/Oktober, Analysen im Rahmen von INVERMO bestätigen jedoch, dass dieser Zeitabschnitt in Bezug auf die Jahreswerte des Fernverkehrs als weitgehend repräsentativ angesehen werden darf.

Die aktuelle KONTIV 2003 (MiD) misst einen Anteil von 1,47% aller Wege mit mehr als 100 km einfacher Fahrtweite. Auch hieraus bestätigt sich ein Wertebereich von etwa 8,5 bis 9,0 Fernreisen pro Person und Jahr.

Die von der Deutschen Bahn AG zur Verfügung gestellte MOBILITY-Erhebung<sup>52</sup> liefert einen Eckwert für das Pro-Kopf-Volumen von etwa 8,5 Reisen pro Jahr, hierin sind ebenfalls Fernpendelreisen enthalten.

Die gefundenen Kennwerte liegen in einem engen Vertrauensbereich und bestätigen das Messniveau der Erhebungen des Projektes INVERMO.

## **3.2 Querschnittanalysen auf Ebene der Reise**

### **3.2.1 Rhythmen, Zyklen und Anomalien der Nachfrage**

Analysen im Alltagsverkehr auf der Basis von Längsschnitterhebungen zeigen einen deutlichen Wochenzyklus der Verkehrsnachfrage mit den Werktagen Montag bis Freitag mit ähnlichen Nutzungsmustern und den beiden Wochenendtagen (vgl. z.B. Axhausen [2001]).

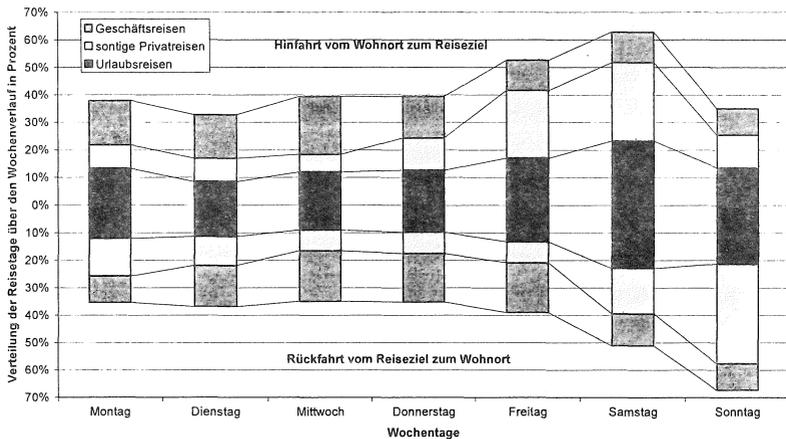
Auch im Fernverkehr sind auf der Wochenebene Zyklen festzustellen. Die Reisezwecke Urlaubs-, sonstige Privat- und Geschäftsreise unterscheiden sich jedoch hinsichtlich ihrer Rhythmen.

In diesem Zusammenhang sollen alle Tage einer Reise inklusive des Hin- und Rückreisetages als *Außer-Haus-Tage* bezeichnet werden. Dies sind die Tage, an denen ein Reisender am Wohnort aufgrund einer Fernreise mindestens teilweise abwesend ist. Im Gegensatz hierzu sollen mit *Reisetage* genau die Tage der Hin- und Rückreise bezeichnet werden. An den Reisetagen ist ein Reisender tatsächlich im Verkehrssystem unterwegs.

---

<sup>52</sup> Die Mobility-Erhebung ist eine repräsentative Marktforschungsstudie der Deutschen Bahn AG, 30.000 repräsentative Telefoninterviews, Personen ab 14 Jahren, jährliche Stichprobe, kontinuierliche Feldarbeit über das ganze Jahr, retrospektive Erfassung von zwei Monaten. Der ausgewiesene Eckwert ist das Ergebnis einer Sonderauswertung der Erhebungsdaten des Jahres 2001

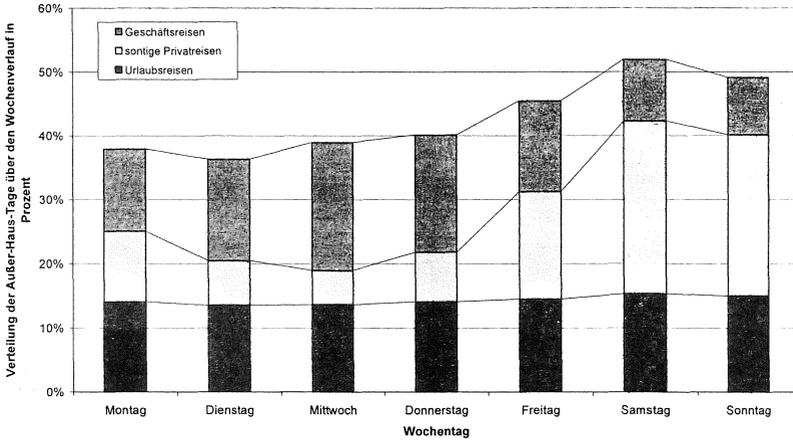
Betrachtet man die Reisetage, so ergibt sich für die verschiedenen Fahrzwecke folgende Befunde (vgl. Abbildung 13): Zwischen Freitag und Sonntag reisen die meisten Urlaubsreisenden zu ihrem Reiseziel, auch die Rückfahrt findet überwiegend an Samstagen und Sonntagen statt. Auch die Hin- und Rückfahrten der sonstigen Privatreisen konzentrieren sich auf die Wochenendtage, der Anteil der reisenden Personen mit Fahrzweck „sonstige Privatreise“ erreicht am Sonntag seinen Wochenhöchstwert. Im Geschäftsreiseverkehr sind Montag bis Donnerstag die stärksten Hinreisetage, während die Rückreise vorwiegend zwischen Dienstag und Freitag erfolgt. Der Tag mit dem größten Anteil geschäftlich reisender Personen ist der Mittwoch.



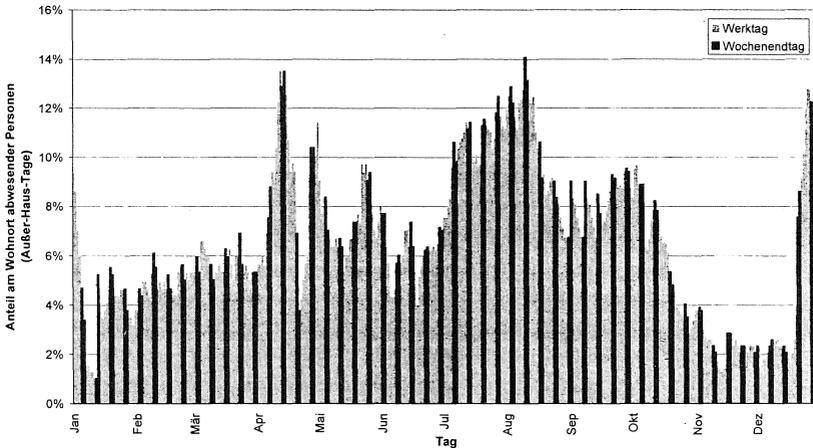
**Abbildung 13 Wochenrhythmus der Reisetage nach Reisezweck (eigene Darstellung)**

Auch bei der Betrachtung der Außer-Haus-Tage zeigen sich für Urlaubs-, sonstige Privat- und Geschäftsreisen verschiedene Rhythmen. Bei den Urlaubsreisen zeigt sich ein sehr konstantes Niveau der Außer-Haus-Tage. Sowohl der konstante Wochenverlauf als auch das hohe Niveau der Nachfrage können auf die große Dauer von Urlaubsreisen zurückgeführt werden. Am Wochenende ist eine Spitze der Außer-Haus-Tage festzustellen, dies ist darauf zurückzuführen, dass die Reisetage häufig auf Samstag bzw. Sonntag fallen. Bei den sonstigen Privatreisen ist eine deutliche Konzentration auf das Wochenende mit einem Spitzenwert am Samstag festzustellen, der geringste Anteil an Außer-Haus-Tagen ist am Mittwoch zu verzeichnen. Geschäftsreisen konzentrieren sich dagegen auf die Wochenmitte. Die ausgeglichenen Werte für Hin- und Rückfahrt an Samstagen und Sonntagen sind auf einwöchige

Geschäftsreisen (meist von Sonntag bis Samstag und auf Wochenendreisen mit Übernachtung von Samstag auf Sonntag zurückzuführen.



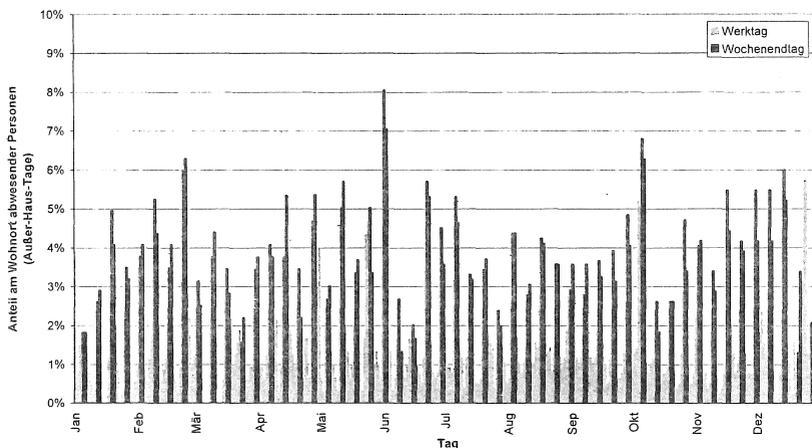
**Abbildung 14** Wochenrhythmus der Außer-Haus-Tage nach Reisezweck (eigene Darstellung)



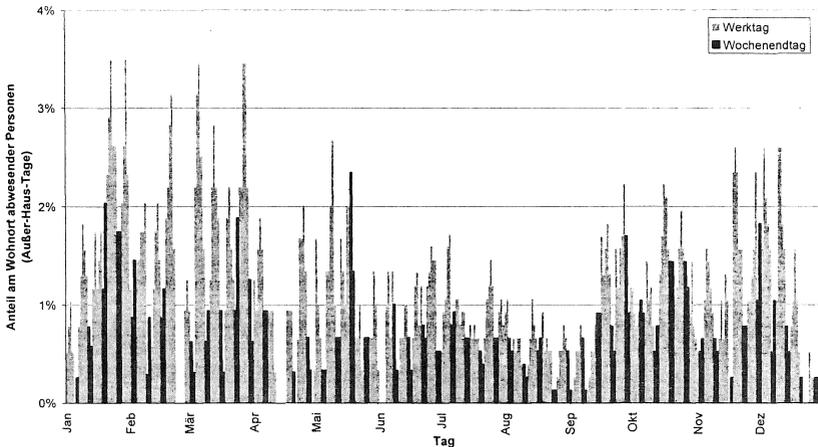
**Abbildung 15** Jahresrhythmus der Außer-Haus-Tage, Urlaubsreisen (eigene Darstellung)

Jahreszeitliche Schwankungen spielen im Fernverkehr eine größere Rolle als im Alltagsverkehr, was auf wesentliche strukturelle Unterschiede der Nachfragesegmente zurückzuführen ist. Die zu beobachtenden Nachfrageschwankungen über das Jahr sind

zum Teil beachtlich. In Abbildung 15 ist der tagesscharfe Jahresverlauf<sup>53</sup> der Außer-Haus-Tage für den Reisezweck Urlaub wiedergegeben. Die Abbildung zeigt die Spitzen im Urlaubsverkehr zu den Schulfertienterminen an Ostern, Pfingsten, im Sommer und an Weihnachten. In den Monaten November und Dezember sind die geringsten Außer-Haus-Anteile zu verzeichnen. Durch die mittlere Länge von Urlaubsreisen mit ca. 11 Tagen sind die Schwankungen innerhalb der Wochen gering.



liegen zwischen Februar und Juni mit einigen „Störungen“ durch Feiertagswochen und im Oktober bis Dezember.



**Abbildung 17 Jahresrhythmus der Außer-Haus-Tage, Geschäftsreisen (eigene Darstellung)**

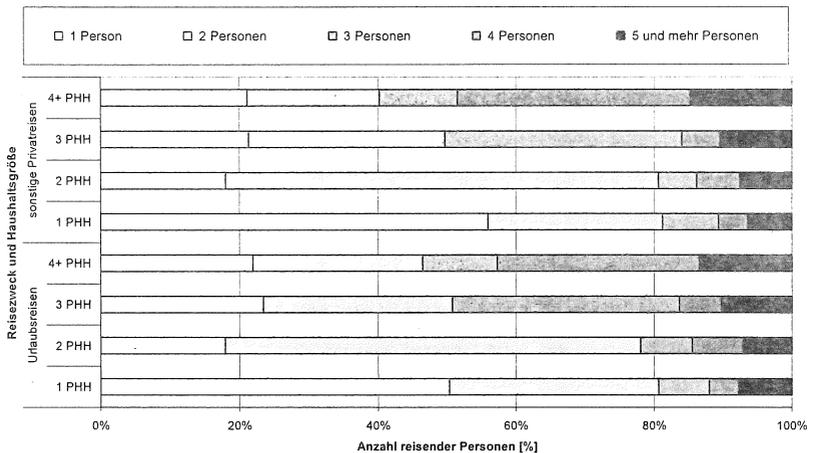
### 3.2.2 Haushaltszusammenhang bei Reisen

Für das Verständnis der Nachfragestruktur im Fernverkehr ist bedeutend, welche der Struktureinheiten „Haushalt“ bzw. „Person“ maßgeblich die Entscheidungen und Abläufe von Fernreisen dominiert. Im Alltagsverkehr ist die dominierende Handlungsebene eindeutig der Personenebene zuzuordnen.

Für den Fernverkehr ergeben sich folgende plausible Befunde:

- Bei Geschäftsreisen spielt der Haushalt keine Rolle, die Entscheidungen werden auf Personenebene getroffen.
- Bei Urlaubs- und Privatreisen von Haushalten mit zwei und mehr Personen (Paar- und Familienhaushalte) spielt der Haushalt eine dominierende Rolle. Reisen werden im Normalfall von allen Haushaltsmitgliedern gemeinsam oder von einem Teil der Haushaltsmitglieder unternommen, Reisen mit haushaltsfremden Personen spielen eine untergeordnete Rolle. Als Entscheidungsebene kann der Haushalt angenommen werden.

- Bei Urlaubs- und Privatreisen von Haushalten mit einer Person sind häufiger Reisen mit haushaltsfremden Personen zu erwarten. Die Entscheidungsebenen Haushalt und Person fallen zusammen.



**Abbildung 18 Anzahl reisender Personen nach Haushaltsgröße und Reisezweck (eigene Darstellung)**

Zur Fragestellung der Reiseorganisation auf Personen bzw. Haushaltsebene liegen keine direkten Informationen aus den INVERMO Befragungen vor. In der Haupterhebung von INVERMO wurde neben der Haushaltsgröße für jede Reise aber auch die Anzahl der verreisten Personen und deren Haushaltszugehörigkeit erhoben. Für Geschäftsreisen zeigt sich kein klarer Zusammenhang zwischen Haushaltsgröße und der Anzahl verreister Personen.

Für Urlaubsreisen und Privatreisen ist für Haushalte mit zwei und mehr Personen festzustellen, dass in weniger als 20% der Reisen mehr Personen verreisen, als im Haushalt leben. In mehr als 80% der Reisen verreisen so viele Personen, wie im Haushalt leben oder weniger (Abbildung 18).

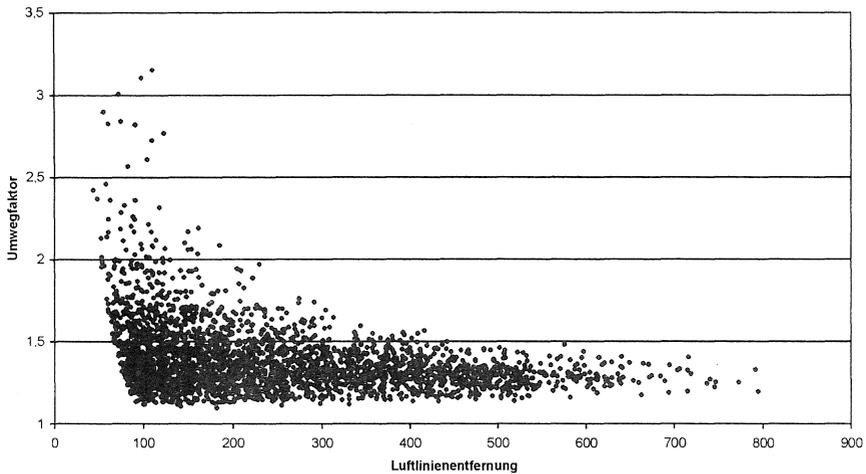
Bei Einpersonenhaushalten werden zwischen 50% und 60% der Reisen alleine durchgeführt. Weitere 20% bis 30% der Reisen finden in Begleitung einer weiteren haushaltsfremden Person statt. Bei knapp 20% der Reisen reisen mehr als zwei Personen gemeinsam.

Bei Haushalten mit zwei oder mehr Personen zeigt sich, dass bei 70% der Urlaubsreisen und bei 73% der sonstigen Privatreisen nur Haushaltsmitglieder als Mitreisende auftreten. Dies unterstützt ebenfalls die genannte Hypothese, dass bei

privaten Fernreisen von Haushalten mit mehr als 2 Personen der Haushalt als Organisationseinheit angesehen werden muss.

### 3.2.3 Umwegfaktor

Zur Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes wurde im Vorfeld der Untersuchungen die Definition „einfache Reiseentfernung von mehr als 100 km“ gewählt. Bei anderen Erhebungen wird häufig auch die Luftlinienentfernung zur Abgrenzung herangezogen. Beide Maße sind über den Umwegfaktor miteinander verknüpft.



**Abbildung 19 Zusammenhang Luftlinienentfernung und Umwegfaktor (eigene Darstellung)**

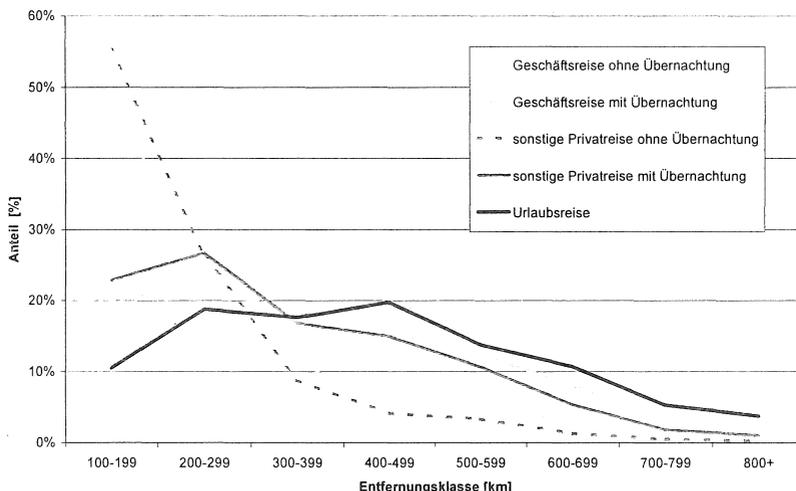
Da die Reisen der INVERMO Haupterhebung für alle Start- und Zielorte eindeutige Gemeindebezeichnungen verfügbar sind, konnten sowohl Luftlinien- als auch und Fahrstreckenentfernungen ermittelt werden.

Die Auswertung zeigt, dass der Mittelwert des Umwegfaktors als Quotient aus Reiseentfernung und Luftlinienentfernung für innerdeutsche Reisen 1,38 beträgt, für den zugehörigen Median kann 1,32 gemessen werden. Dabei liegt der gemessene Minimalwert des Umwegfaktors bei 1,1, der Maximalwert liegt in der Größenordnung von etwa 3,2. Hohe Umwegfaktoren von 2,5 und mehr treten nur bei kurzen

Reiseentfernungen von etwa 100 km Luftlinie auf<sup>54</sup>, für Reisen mit mehr als 500 km Luftlinie liegt der maximale Umwegfaktor in der Größenordnung von etwa 1,5.

### 3.2.4 Reiseweitenverteilung

Die Wahl des Reisezieles determiniert nicht nur den Umfang der entstehenden Verkehrsleistung sondern auch die zu beobachtenden Netzbelastungen. Die Struktur der Verkehrsnachfrage im Personenfernverkehr spiegelt sich daher in der zugrundeliegenden Reiseweitenverteilung wider. Wie im Alltagsverkehr sind auch im Fernverkehr für verschiedene Fahrzwecke unterschiedliche Verteilungen zu beobachten. Da ein Großteil der Fernreisen Übernachtungen beinhaltet, ist zwischen der Reisedauer und der zurückgelegter Entfernung im Falle des Fernverkehrs ein zusätzlicher Effekt zu vermuten.



**Abbildung 20 Reiseweitenverteilung von Inlandsreisen nach Zweck und Übernachtung (eigene Darstellung)**

Bei Inlandsreisen<sup>55</sup>, die 84% aller Fernreisen stellen, können hinsichtlich der Unterscheidung mit/ ohne Übernachtung im Reiseverlauf deutliche Unterschiede

<sup>54</sup> Die hier gemessenen hohen Umwegfaktoren wurden z.B. zwischen Bremen und Husum erreicht: Wegen der natürlichen Barriere der Elbe wurde bei ca. 100 km Luftlinie eine Fahrstrecke über die Autobahn Bremerhafen-Bremen-Hamburg von 330 km zurückgelegt.

festgestellt werden (vgl. Abbildung 20). Der Mittelwert der Reiseentfernung für Reisen ohne Übernachtung beträgt 235 km, 90% dieser Reisen sind jedoch kürzer als 400 km. Für Hin- und Rückfahrt ist somit eine Reisezeit von weniger als etwa 8 Stunden notwendig. Bei Reisen mit mindestens einer Übernachtung liegt die mittlere Fahrtweite bei 370 km, im Entfernungsbereich bis etwa 500 km weisen die Anteilssätze nur eine geringe Variation auf. Reisen mit höheren Reisedistanzen sind je nach geographischer Lage des Wohnortes im innerdeutschen Fernverkehr nur bedingt erzielbar<sup>56</sup>.

Bei den Auslandsreisen<sup>57</sup> ist ein ähnlicher Effekt feststellbar: Zeitlich längere Reisen weisen tendenziell höhere Reiseentfernungen auf. Da der Reisezweck Urlaub einen Anteil von mehr als 75% aller Auslandsreisen aufweist und Tagesfernenreisen in das Ausland selten sind, kann dieser Effekt anhand der Reisedauer von Auslandsurlaubsreisen gezeigt werden. Beträgt die Reisedauer weniger als zehn Tage, liegen 95% der Reiseziele im europäischen Ausland und nur 5% der Reiseziele sind dem Segment der Interkontinentalreisen zuzuordnen. Bei Reisen mit 10 Tagen und mehr beträgt der Anteil der Reisen zu Zielen im außereuropäischen Raum hingegen 21%.

Bei der Modellierung der Zielwahl werden die vorgestellten Effekte der Reisedauer auf die Lage des Reiseziels berücksichtigt (vgl. Kapitel 5.2.6).

### 3.2.5 Determinanten der Verkehrsmittelwahl

Im Fernverkehr ist eine deutliche Dominanz des Verkehrsträgers Straße<sup>58</sup> zu erkennen, der Anteil beträgt insgesamt 79% des Verkehrsaufkommens. Die Verkehrsträger Schiene bzw. Luft weisen Anteile von 11% bzw. 7% auf. Berücksichtigt man, dass eine Entscheidung für oder gegen ein Verkehrsmittel aufgrund der großen Distanzen pro Reise im Fernverkehr auch zu massiven Verschiebungen der nach Verkehrsmitteln

---

<sup>55</sup> Grundlage dieser Untersuchung sind 17.000 Reisen aus Screening- und Haupterhebung (INVERMO) mit gemeindescharfer Start- und Zielcodierung, Berechnung der Reiseentfernungen durch ein Netzmodell

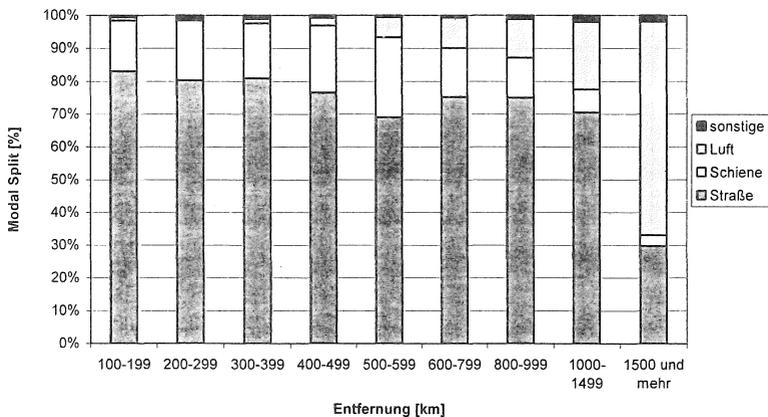
<sup>56</sup> So sind von, bezogen auf die Bundesrepublik, zentralen Lagen wie Kassel nur Reisen mit maximal etwa 500 km Luftlinie im innerdeutschen Fernverkehr möglich.

<sup>57</sup> Grundlage sind 17.000 Reisen aus der Screening-Erhebung (INVERMO) mit länderscharfer Zielcodierung

<sup>58</sup> Im Verkehrsträger „Straße“ sind motorisierter Individualverkehr (Pkw, Wohnmobile. Etc.) und Reisebus zusammengefasst. Der Reisebus hat einen Anteil von ca. 5% bezogen auf den Verkehrsträger Straße.

differenzierten Verkehrsleistung<sup>59</sup> nach sich zieht, so wird deutlich, dass Maßnahmen, die auch nur in geringem Maße den Modal Split des Verkehrsaufkommens verändern, dennoch hinsichtlich der Verkehrsleistung wirksam sein können.

Die Wahl der Verkehrsmittel variiert stark mit der zurückzulegenden Reiseentfernung (vgl. Abbildung 21). Während die Straßenverkehrsmittel in allen Entfernungsklassen bis 1.000 km einen Anteil von etwa 80% aufweisen, liegen die größten Anteile am Modal Split der Bahnreisen im Entfernungsbereich bis 600 km. Bei längeren Entfernungen steigt der Anteil der Auslandsreisen stark an, gleichzeitig geht der Anteil der Bahnreisen stark zurück. Der Luftverkehr erreicht ab etwa 500 km nennenswerte Anteile, bei Reisen mit mehr als 1.500 km dominiert der Luftverkehr mit über 80% aller Reisen.



**Abbildung 21 Modal Split über Reiseentfernung (eigene Darstellung)**

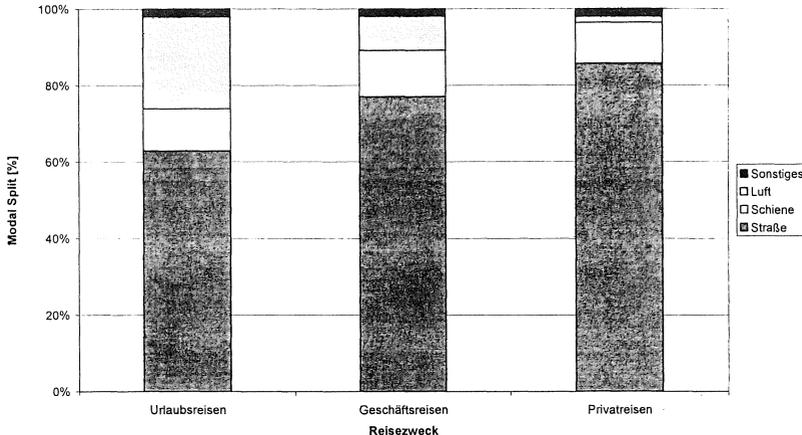
Differenziert man nach Reisezwecken, so können die gefundenen Unterschiede zwischen Urlaubs- und Geschäfts- bzw. Privatreisen zum Teil auf die unterschiedlichen Reiseentfernungen der Zwecke zurückgeführt werden (vgl. Abbildung 22).

Im Rahmen der Haupterhebung wurden die Probanden gefragt, welche alternativen Hauptverkehrsmittel bei der Reiseplanung ernsthaft in Erwägung gezogen wurden<sup>60</sup>.

<sup>59</sup> Der Fernverkehr (ab 50 km) hat einen Anteil von 2,5% am Verkehrsaufkommen, aber einen Anteil von etwa 40% an der Verkehrsleistung (vgl. ZUMKELLER [2001])

<sup>60</sup> Der genaue Wortlaut der Frage lautete: „Haben Sie ein alternatives Hauptverkehrsmittel für diese Reise ernsthaft in Erwägung gezogen und wenn ja, welches?“

Das Ergebnis zeigt, dass nur bei etwa 13% der durchgeführten Reisen alternative Verkehrsmittel in Betracht gezogen werden. Die Größe des Anteilssatzes hängt mit der Formulierung der Fragestellung<sup>61</sup> ab, tendenziell muss aber davon ausgegangen werden, dass bei einem großen Teil der Fernreisen keine oder nur eine eingeschränkte Wahl zwischen alternativen Verkehrsmitteln durchgeführt wird. Auch nach Reisezweck variieren die Ergebnisse: Bei Geschäftsreisen wird in 18% der Fälle zwischen Verkehrsmitteln abgewogen, bei sonstigen Privatreisen in etwa 13% der Reisen und bei Urlaubsreisen nur in 11% der Reisen.



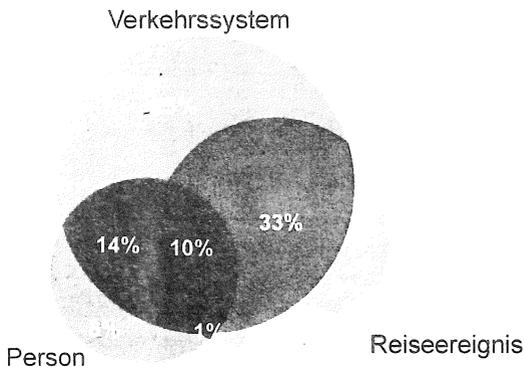
**Abbildung 22 Modal Split über Reisezweck (eigene Darstellung)**

In diesem Zusammenhang ist interessant, ob verschiedene Personenkreise sich in dieser Hinsicht unterscheiden lassen:

In Hinblick auf die Struktur des Alters ist der Befund deutlich: Die jüngeren Personen (14-29 Jahre) der Stichprobe berücksichtigen bei 34% der Reisen alternative Verkehrsmittel, während dies nur auf 13% der Reisen von Personen über 60 Jahre zutrifft. Noch deutlicher wird dies bei Betrachtung des Bildungsabschlusses: Die Teilnehmer mit Volksschulabschluss berücksichtigen bei 11% ihrer Reisen Alternativen, während Teilnehmer mit Hochschulabschluss dies bei 30% der Reisen tun. Es kann somit festgehalten werden, dass der sozioökonomische Hintergrund das Verhalten bei der Wahl beeinflussen (vgl. auch Kapitel 3.3.2 und 3.3.4).

<sup>61</sup> Mit einer „weicheren“ Formulierung sind höhere Anteilssätze zu erwarten

Weiterhin wurden die Probanden befragt, aus welchen Gründe die alternativen Verkehrsmittel nicht gewählt wurden. Das Ergebnis bezieht sich auf die 13% der Reisen, bei denen alternative Verkehrsmittel in Betracht gezogen wurden, und ist in Abbildung 23 dargestellt. Bei einer dreigliedrigen Einteilung der Gründe lassen sich die Kategorien *Verkehrssystem*, *Person* und *Reiseereignis*<sup>62</sup> identifizieren. Es zeigt sich, dass unter den aus Alternativen wählenden Reisenden die Kategorie Verkehrssystem in 82% der Fälle genannt werden, Reiseereignis in 43% der Fälle und die Kategorie Personen in 33% der Ereignisse. In der Mehrheit der Fälle (57%) werden Gründe aus mehreren Kategorien genannt<sup>63</sup>.



**Abbildung 23 Gründe zur Ablehnung alternativer Verkehrsmittel (Quelle: LAST, MANZ [2003])**

### **3.3 Längsschnittanalysen auf Ebene der Person**

Längsschnittorientierte Betrachtungen haben zum Ziel, Informationen über Untersuchungsobjekte (z.B. Personen bzw. Personengruppen) über einen längeren Zeitraum hinweg zu sammeln. Auf Basis längsschnittorientierter Daten ist es möglich, auf die Verhaltensweisen und Entscheidungssituationen im Kontext der Eigenschaften der Untersuchungsobjekte einzugehen. Im Folgenden wird auf einzelne Befunde zum Verhalten von Personen im Fernverkehr eingegangen.

<sup>62</sup> Beispiele für die genannten Verkehrssystem: z.B. „zu teuer“, „zu langsam“, Person: z.B. „zu unbequem“, „zu anstrengend“, Reiseereignis: z.B. „zu unbequemem Gepäcktransport“, „mit Kindern zu aufwändig“

<sup>63</sup> Ein ausführlicher Überblick über die Ergebnisse sind bei LAST, MANZ [2003] veröffentlicht

### 3.3.1 Verteilung der Fernmobilität in der Bevölkerung

Die Verteilung der Fernmobilität innerhalb der Bevölkerung ist ein wichtiger Aspekt der längsschnittorientierten Betrachtung, will man Kundenkreise, Nachfragepotentiale oder die Akzeptanz von Dienstleistungsangeboten analysieren. Der Grund hierfür ist einerseits in den unterschiedlichen individuellen Bedürfnissen der verschiedenen Nachfragegruppen zu sehen<sup>64</sup>, andererseits variiert im Aggregat das Ausmaß der Betroffenheit von Veränderungen im Verkehrssystem<sup>65</sup>.

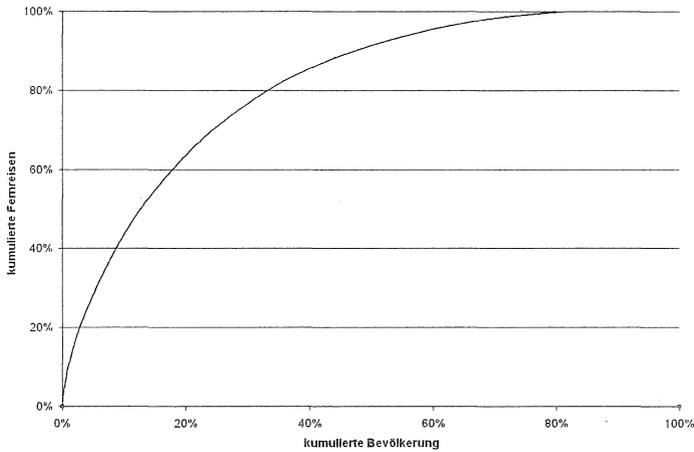
Bei der Analyse kann eine deutliche Schiefe in der Verteilung der Fernmobilität innerhalb der Bevölkerung festgestellt werden. Überschlüssig lässt sich festhalten, dass fast 50% der Fernreisen von nur etwa 10% der Bevölkerung durchgeführt werden, während andererseits etwa die Hälfte der Bevölkerung nur etwa 10% der Fernreisen unternimmt (vgl. Abbildung 24<sup>66</sup>). Etwa 14% der Bevölkerung muss als im Fernverkehr nicht aktiv („immobil“) gelten, sie unternehmen im Jahresverlauf keine Reisen mit mehr als 100 km einfache Fahrstrecke.

---

<sup>64</sup> Diese könnten z.B. durch folgende Frage charakterisiert werden: Welche Anforderungen stellt ein routinierter Vielreisender, der mit den Angeboten und Abläufen der Verkehrsträger vertraut ist? Welche Anforderungen stellt ein unerfahrener Wenigreisender, der zum ersten Mal ein Verkehrsmittel benutzen will oder muss?

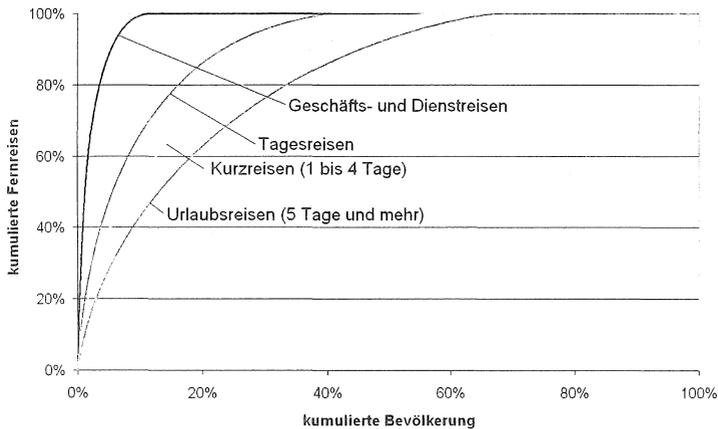
<sup>65</sup> So können kleine Veränderungen des Systems bzw. des Angebotes große Veränderungen der Nachfrage mit sich bringen, wenn besonders Personen mit hoher Fernmobilität betroffen sind. Auf der anderen Seite können einzelne Maßnahmen auch viele Personen betreffen, aber im Aggregat kaum Auswirkungen nach sich ziehen, wenn überwiegend Personen mit geringer Mobilität betroffen sind.

<sup>66</sup> Die Darstellung basiert auf der Selbsteinschätzung der Probanden der Screening-Erhebung, und wurde zur Beseitigung sozio-demographischer Schiefen gewichtet. Ein Vergleich von Screening und Haupterhebung zeigt, dass hochmobile Personen eher zur Überschätzung ihrer Mobilität neigen, während Personen mit geringer Mobilität diese tendenziell unterschätzen. Zur Ausweisung von Mittelwerten der Mobilitätseckwerte kann dieser Effekt korrigiert werden. Da die Effekte der Korrekturen interpersonell wirken und die Gesamtverteilung im Sinne einer Mittelwertbildung einzelner Gewichtungsegmente verzerren, wurde hier auf eine solche Korrektur verzichtet. Trotz der enthaltenen Verzerrung bestehen keine Zweifel über die prinzipielle Struktur der Schiefe und über deren erhebliches Ausmaß.



**Abbildung 24 Verteilung der Fernmobilität in der Bevölkerung (eigene Darstellung)**

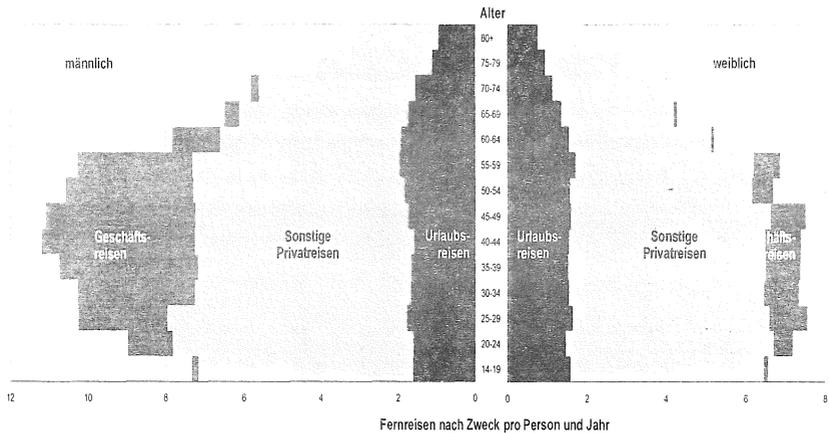
Berücksichtigt man unterschiedliche Reisezwecke in der Analyse ergibt sich das folgende detailliertere Bild (vgl. Abbildung 25). Urlaubsreisen sind am homogensten in der Bevölkerung verteilt, Kurz- und Tagesreisen weisen zunehmend schiefere Verteilungen auf, Geschäftsreisen schließlich konzentrieren sich auf eine kleine Bevölkerungsgruppe.



**Abbildung 25 Verteilung der Fernmobilität in der Bevölkerung nach Reisezweck (eigene Darstellung)**

Eine klassische sozio-demographische Analyse ergibt, dass hohe Mobilität sehr stark mit dem korreliert, was in unserer Gesellschaft mit einer erfolgreichen Lebensführung in Zusammenhang gebracht wird: Hohes Bildungsniveau, Berufstätigkeit, überdurchschnittliches Einkommen meist in Kombination mit mittlerem Alter.

Eine Analyse der Mobilität nach Alter und Geschlecht zeigt, dass die private Fernmobilität (bestehend aus Urlaubs- und Privatreisen) eine Entwicklung im biographischen Zyklus der Person durchläuft<sup>67</sup> (vgl. Abbildung 26). In der Alterskohorte der unter Sechzigjährigen kann von einem konstant hohen Niveau der Fernmobilität gesprochen werden, ab dem sechzigsten Lebensjahr ist ein stetiger Rückgang der privaten Mobilität zu verzeichnen.



**Abbildung 26 Reiseaktivitäten nach Alter und Reisezweck (eigene Darstellung)**

Für die Urlaubsreisen ist dabei das für Frauen und Männer gleichermaßen stabile Niveau der Urlaubsreisen über das Alter auffällig. Ab einem Alter von etwa 50 Jahre ist eine Zunahme der Urlaubsreisen zu verzeichnen. Dies ist im Lebenszyklus durch die zunehmende zeitliche Flexibilität mit dem Übergang in den Ruhestand zu erklären.

Bezüglich der sonstigen Privatreisen ist prinzipiell eine höhere Mobilität der Männer festzustellen. Auch hier ist ein nahezu konstantes Niveau für den Altersbereich zwischen 14 und 60 Jahren erkennbar, die Kohorten mit der höchsten Mobilität sind in der Altersgruppe der unter Dreißigjährigen zu finden, gewöhnlich einer Lebensphase

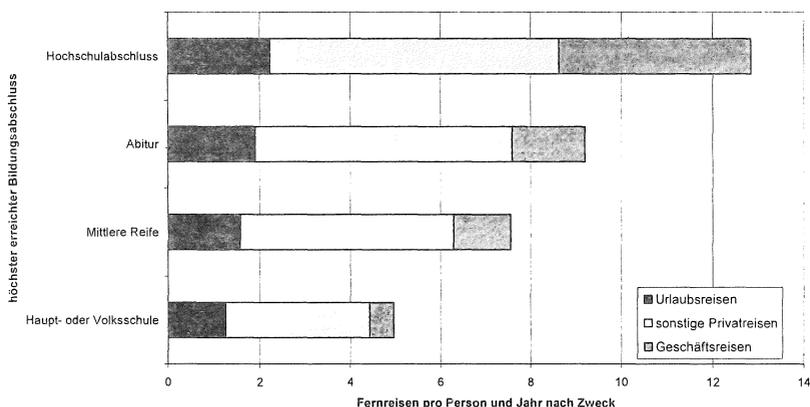
<sup>67</sup> Es werden aufgrund der Datenverfügbarkeit nur Personen älter als 13 Jahren berücksichtigt

mit zunehmender finanzieller Unabhängigkeit und andererseits großem Freiheitsgrad aufgrund einer noch gegebenen Kinderlosigkeit.

Geschäftsreisen treten fast ausschließlich im Alter zwischen 25 und 65 Jahren auf und konzentrieren sich besonders auf männliche Personen, weibliche Personen hingegen weisen nur einen geringen Anteil an Geschäftsreisen auf. Dies ist auf die unterschiedlichen beruflichen und familiären Rollen von Mann und Frau in der Gesellschaft zurückzuführen.

Die Überlagerung der Effekte aus Urlaubs-, Privat und Geschäftsreisen zeigt, dass die etwa 35- bis 45-Jährigen, die im Fernverkehr Mobilisten darstellen. Männliche Personen weisen dabei im Mittel etwa die 1,5-fache Mobilität von weiblichen Personen auf, was überwiegend auf unterschiedliche Reishäufigkeiten bei den Geschäftsreisen zurückgeführt werden kann.

Betrachtet man den Einfluss des höchsten erreichten Bildungsabschlusses auf die Anzahl der durchgeführten Fernreisen, so ist ein deutlicher Zusammenhang festzustellen (vgl. Abbildung 27). Während die Zahl der Urlaubsreisen nur eine mäßige Zunahme zeigt, ist bei den Privatreisen zwischen der Klasse der Personen mit Haupt- bzw. Volksschulabschluss und Akademikern (mit Hochschulabschluss) eine Verdoppelung der Reisen sichtbar. Besonders Geschäftsreisen konzentrieren sich auf Personen mit Hochschulabschluss: Von Akademikern werden im Mittel 4,2 mal so viele Geschäftsreisen durchgeführt wie von Personen ohne Hochschulabschluss.



**Abbildung 27 Reiseaktivität nach höchstem erreichten Bildungsabschluss (eigene Darstellung)**

Der Berufsstatus korreliert nur schwach mit der Fernmobilität (vgl. Abbildung 28). Rentner sind erwartungsgemäß am wenigsten mobil, was bereits durch das Alter erklärbar ist. Die höhere Mobilität der Vollzeitbeschäftigten ist auf Geschäftsreisen zurückführbar. Der geringe Einfluss dieser personenbezogenen Größe auf die private Reiseintensitäten bestätigt die Haushaltsgebundenheit privater Reisezwecke.

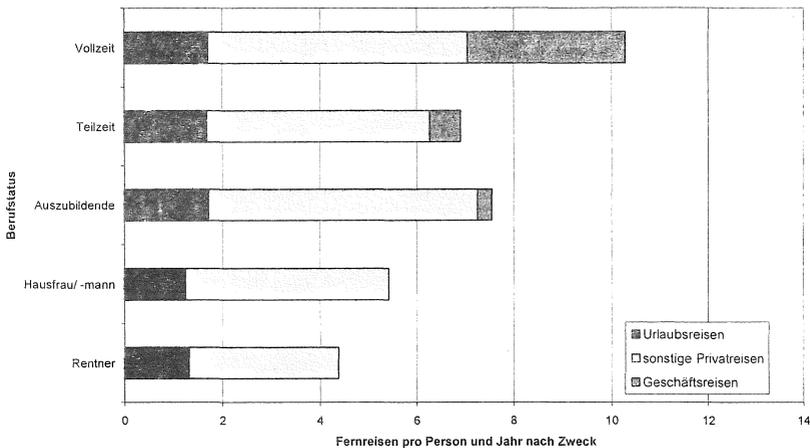


Abbildung 28 Reiseaktivität nach Berufsstatus (eigene Darstellung)

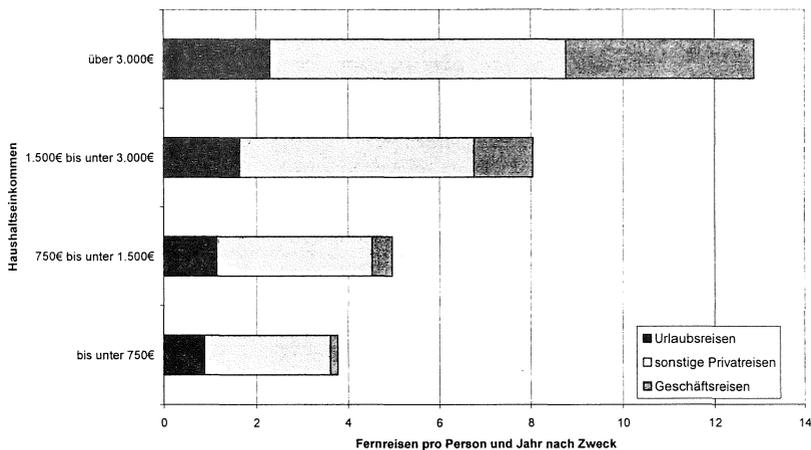


Abbildung 29 Reiseaktivität nach Haushaltseinkommen (eigene Darstellung)

Das Haushaltseinkommen ist als Schätzvariable für die Anzahl der Fernreisen ebenfalls hervorragend geeignet. Bei allen Reisezwecken ist jeweils ein deutlicher Effekt zu verzeichnen (vgl. Abbildung 29).

Mittels einer multivariaten Regressionsanalyse können die Effekte der Variablen Geschlecht, Alter, Bildungsabschluss, Berufstatus und Einkommen auf die Anzahl der durchgeführten Urlaubs-, sonstigen Privat- und Geschäftsreisen gezeigt werden. Hierzu wurden alle unabhängigen Variablen als binäre Dummyvariablen definiert. Das Ergebnis zeigt einen signifikanten Einfluss fast aller unabhängigen Variablen auf die zu erklärende Anzahl an Reisen (vgl. Tabelle 3).

Variable	Urlaubsreisen	Sonstige Privatreisen	Geschäftsreisen
	Parameter / Sign. <sup>1</sup>	Parameter / Sign. <sup>1</sup>	Parameter / Sign. <sup>1</sup>
Konstante	1,337 / h.s.	2,788 / h.s.	0,135 / n.s.
Geschlecht Männlich	0,132 / h.s.	0,841 / h.s.	1,148 / h.s.
<i>Geschlecht Weiblich [=Ref.]</i>			
Alter 14-29 Jahre	0,151 / h.s.	2,329 / h.s.	0,820 / h.s.
Alter 30-59 Jahre	0,278 / h.s.	2,017 / h.s.	1,546 / h.s.
<i>Alter 60+ Jahre [=Ref.]</i>			
<i>Bildungsabschluss Hauptschule [=Ref.]</i>			
Bildungsabschluss Realschule	0,171 / h.s.	0,360 / h.s.	-0,116 / n.s.
Bildungsabschluss Abitur	0,427 / h.s.	0,917 / h.s.	0,365 / h.s.
Bildungsabschluss Hochschule	0,700 / h.s.	1,716 / h.s.	1,919 / h.s.
Beruf Vollzeitbeschäftigt	-0,291 / h.s.	-0,964 / h.s.	0,813 / h.s.
Beruf Teilzeitbeschäftigt	-0,175 / h.s.	-1,015 / h.s.	-0,980 / h.s.
Beruf Ausbildung	-0,006 / n.s.	0,404 / h.s.	-1,214 / h.s.
Beruf Hausfrau/ -mann	-0,388 / h.s.	-0,762 / h.s.	-1,254 / h.s.
<i>Beruf Rentner [=Ref.]</i>			
<i>Einkommen &lt;750€ [=Ref.]</i>			
Einkommen 750 - <1.500€	-0,355 / h.s.	-0,769 / h.s.	-0,930 / h.s.
Einkommen 1.500€ - <3.000€	0,0387 / n.s.	0,446 / h.s.	-0,720 / h.s.
Einkommen 3.000€+	0,527 / h.s.	1,267 / h.s.	1,178 / h.s.
$R^2$	0,0462	0,0953	0,1259
adjustiertes $R^2$	0,0454	0,0945	0,1252

<sup>1</sup> h.s. hochsignifikant auf 1%-Niveau, n.s. nicht signifikant auf 20%-Niveau

**Tabelle 3      Regressionsmodell zur Schätzung der Anzahl an Fernreisen je Reisezweck (Daten: INVERMO)**

Bezüglich des Geschlechts ergibt sich für alle Reisezwecke stets ein positiver Einfluss der Ausprägung „männlich“ gegenüber der Referenz „weiblich“, besonders ausgeprägt

ist dieser Effekt bei den Geschäftsreisen. Ein ähnliches Bild ergibt sich für die erklärenden Variablen Alter bzw. Bildungsabschluss; die positiven Parameter zeigen, dass gegenüber der Referenz in den beiden jungen Altersklassen bzw. geringen Bildungsabschlüssen höhere Reishäufigkeiten zu verzeichnen sind. Auch die Parameterwerte der Variable Einkommen unterstreicht deutlich die in den Abbildungen der Einzeleffekte gefundenen Befunde. Auch wenn die Modelle zu allen Reisezwecken hochsignifikant sind, liegt der erklärbare Anteil der Varianz je nach Reisezweck nur zwischen 4,6% und 12,6%. Dieser geringe Erklärungsgehalt muss als unbefriedigend eingestuft werden und bedeutet, dass der größte Teil der Varianz zwischen den Personen nicht mit den verwendeten Variablen erklärt werden kann. Auch bei gleicher Ausprägung der Variablen sind folglich große Varianzen in der Anzahl der Fernreisen festzustellen.

### 3.3.2 Einteilung in Personenkreise

Trotz der gefundenen Abhängigkeiten variiert, wie im vorangegangenen Kapitel gezeigt, auch innerhalb einzelner Personengruppen das Niveau der Fernreishäufigkeit erheblich. Daher soll die Bevölkerung hinsichtlich ihrer Mobilität in drei Gruppen eingeteilt werden, um vergleichende Analysen zwischen Personen mit hoher und geringer Mobilität zu ermöglichen. Es soll gelten:

- Das im Fernverkehr mobilste Zehntel der Bevölkerung wird als *Hochmobile* bezeichnet,
- die Hälfte der Bevölkerung mit geringer Mobilität wird als *Wenigmobile* bezeichnet und
- die übrigen 40% der Bevölkerung „zwischen“ Hoch- und Wenigmobilen werden als *Mäßigmobile* bezeichnet.

Ein Vergleich der Nachfragestrukturen dieser drei Gruppen ist in Tabelle 4 dargestellt.

Vergleicht man die Erwägung alternativer Verkehrsmittel dieser drei Gruppen, so ist festzustellen, dass bei einem mittleren Anteil von 13% (vgl. Kapitel 3.2.5) gerade die Hochmobilen (17%) bei der Verkehrsmittelwahl eher Alternativen berücksichtigen als Wenigmobile (ca. 12%). Es muss somit davon ausgegangen werden, dass die Häufigkeit von Fernreisen das Verhalten einer Person bei der Wahl von Verkehrsmitteln beeinflussen.

	Hochmobile	Mäßigmobile	Wenigmobile	Alle Gruppen
Anteil der Mobilitätsgruppen an der Bevölkerung	10%	40%	50%	100%
Anzahl Fernreisen pro Person und Jahr	23,8	9,8	2,0	7,5
Person mit/ ohne Fernreisen pro Jahr				
Personen mit Fernreisen	100 %	100 %	70 %	86 %
Personen ohne Fernreisen	0 %	0 %	30 %	14 %
Summe	100 %	100 %	100 %	100 %
Fernreisen nach Zweck				
Urlaubsreisen	2,8 (12 %)	2,1 (21 %)	0,8 (40 %)	1,6 (21 %)
sonstige Privatreisen	10,2 (43 %)	7,3 (74 %)	1,1 (56 %)	4,6 (61 %)
Geschäftsreisen	10,8 (45 %)	0,4 (5 %)	0,1 (4 %)	1,3 (17 %)
Summe	23,8 (100 %)	9,8 (100 %)	2,0 (100 %)	7,5 (100 %)
Fernreisen nach Verkehrsmittel				
Pkw	18,6 (78 %)	7,2 (73 %)	1,2 (57 %)	5,6 (74 %)
Bus	0,5 (2 %)	0,6 (6 %)	0,2 (11 %)	0,4 (5 %)
Eisenbahn	2,6 (11 %)	1,1 (11 %)	0,2 (11 %)	0,8 (11 %)
Flugzeug	1,7 (7 %)	0,7 (7 %)	0,4 (18 %)	0,6 (8 %)
Sonstige	0,5 (2 %)	0,2 (2 %)	0,0 (3 %)	0,1 (1 %)
Summe	23,8 (100 %)	9,8 (100 %)	2,0 (100 %)	7,5 (100 %)
Fernreisen nach Ziel				
Inland	20,9 (88 %)	8,3 (84 %)	1,1 (57 %)	6,3 (84 %)
restl. Europa	2,5 (11 %)	1,3 (14 %)	0,8 (38 %)	1,1 (14 %)
restl. Welt	0,4 (2 %)	0,2 (2 %)	0,1 (5 %)	0,1 (2 %)
Summe	23,8 (100 %)	9,8 (100 %)	2,0 (100 %)	7,5 (100 %)

<sup>1</sup> Die Werte ergeben sich aus der gewählten Einteilung der Mobilitätsklassen

**Tabelle 4 Vergleich von Hoch-, Mäßig- und Wenigmobilen (Daten: INVERMO)**

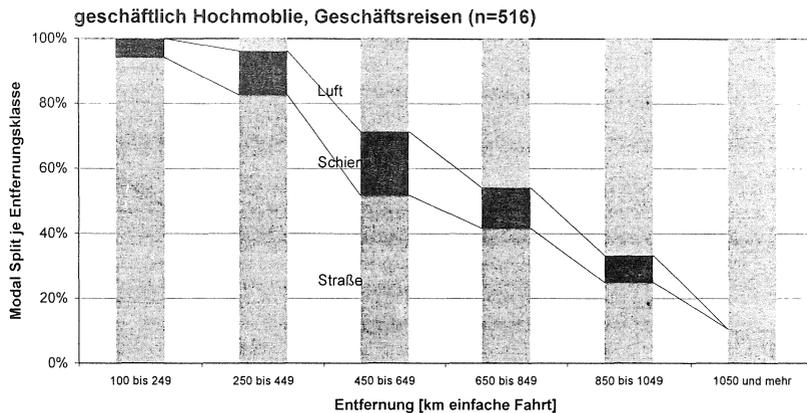
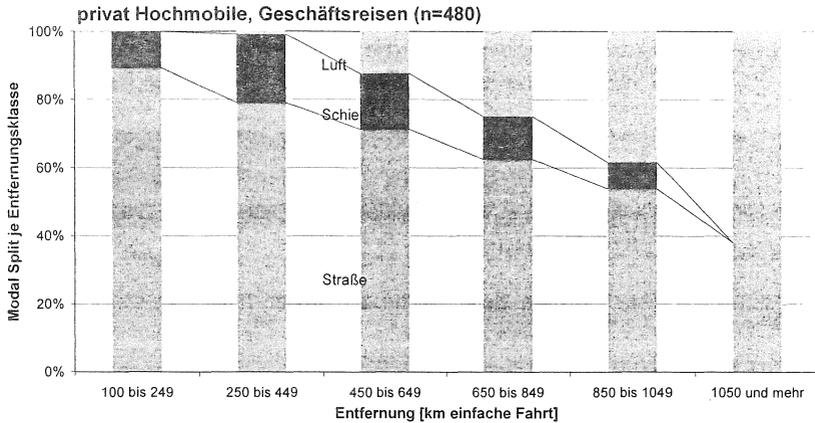
### 3.3.3 Eigenschaften Hochmobiler

Von besonderem Interesse für Planungszwecke ist die Gruppe der Hochmobilen, denn Maßnahmen, die das Verhalten dieser relativ kleinen Gruppe beeinflussen, können entsprechend große Veränderungen in der Nachfragestruktur nach sich ziehen. Daher soll in diesem Kapitel der Gruppe der Hochmobilen genauer untersucht werden.

Im Vergleich zur übrigen Bevölkerung weisen Hochmobile einen größeren Anteil an Pkw-Reisen auf und der Anteil der innerdeutschen Reisen liegt deutlich über dem der übrigen Gruppen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass hochmobile Personen deutlich mehr sonstige Privat- und Geschäftsreisen unternehmen, als die übrigen Gruppen (vgl. Tabelle 4).

Die Hochmobilen lassen sich wiederum in drei Teile unterteilen:

- Etwa 20% der Hochmobilen unternimmt überdurchschnittlich viele Geschäftsreisen, bei durchschnittlicher privater Mobilität.
- Etwa 70% führt überdurchschnittlich viele private Reisen durch, die Anzahl der Geschäftsreisen hingegen ist durchschnittlich.
- Weitere 10% weisen sowohl im Bereich der Geschäftsreisen als auch bei den Privatreisen überdurchschnittlich hohe Reiseanzahlen auf.



**Abbildung 30 Verkehrsmittelwahl Hochmobiler auf Geschäftsreisen (eigene Darstellung)**

Vergleicht man das Verhalten der ersten beiden Gruppen, so ist festzustellen, dass auch innerhalb der Hochmobilen erhebliche Unterschiede festzustellen sind. Als Beispiel soll die Verkehrsmittelwahl der Hochmobilen bei Geschäftsreisen betrachtet werden (vgl. Abbildung 30): Hochmobile Personen, die überdurchschnittlich viele private Reisen durchführen<sup>68</sup>, verwenden auf ihren Geschäftsreisen auch für große Entfernungen den Pkw als bevorzugtes Verkehrsmittel. Personen mit überdurchschnittlicher Zahl an Geschäftsreisen<sup>69</sup> nutzen bereits bei deutlich kürzeren Reisedistanzen das Flugzeug als Verkehrsmittel.

Dieser Befund lässt zweierlei Vermutungen zu: Geschäftlich Hochmobile unterscheiden sich hinsichtlich ihrer sozioökonomischen Situation und ihrer hierarchischen Position im Beruf von Privat-Hochmobilen. Zusätzlich kann aber auch vermutet werden, dass es bei Privat-Hochmobilen einen Zusammenhang zwischen dem Verhalten auf privaten Fernreisen und den (wenigen) Geschäftsreisen gibt. Diese These unterstützt die Vermutung, dass personenbezogene Einflüsse eine deutlich größere Rolle bei Wahlentscheidungen spielen als klassische Wahlmodelle auf Basis der Parameter Reisezeit und Kosten zu leisten in der Lage sind.

### **3.3.4 Mono- und Multimodalität**

Bei Längsschnittbeobachtungen kann mit Hilfe der Multi- bzw. Monomodalität die Gebundenheit an einzelne Verkehrsmittel beschrieben werden. Als „monomodal“ sollen im Fernverkehr dabei solche Personen bezeichnet werden, die im Verlauf eines Jahres nur ein Verkehrsmittel auf allen durchgeführten Fernreisen<sup>70</sup> verwendet haben; multimodale Personen nutzen hingegen mehrere Verkehrsmittel. Um die Anschaulichkeit der Ergebnisse zu erhöhen, sollen nur drei verschiedene Verkehrsmittel betrachtet werden: Straße<sup>71</sup>, Schiene und Luft (vgl. Tabelle 5).

Der Anteil der Personen mit monomodaler Verhaltensweise im Fernverkehr umfasst einen Anteil von 52% der Bevölkerung, während etwa 34% der Bevölkerung eine

---

<sup>68</sup> in Abbildung 30 als „privat Hochmobile“ bezeichnet

<sup>69</sup> in Abbildung 30 als „geschäftlich Hochmobile“ bezeichnet

<sup>70</sup> Diese Definition wird bei Personen problematisch, die im Jahresverlauf nur wenige bzw. eine einzige Reise durchführen. Diese Personen haben nur geringe bzw. keine Gelegenheit multimodales Verhalten zu praktizieren.

<sup>71</sup> In der Kategorie „Straße“ sind alle Straßenverkehrsmittel zusammengefasst (Pkw, (Reise-)Bus, Wohnmobil Motorrad, Autoreisezug), weitere Verkehrsmittel (Schiff, Fahrrad, etc.) werden nicht berücksichtigt.

multimodale Verhaltensweise berichten. Weitere 14% sind im Fernverkehr praktisch nicht mobil.

Bei der Betrachtung der Reisehäufigkeit der Mono- bzw. Multimodalen ist erkennbar, dass besonders multimodale Personen als aktiv im Fernverkehr zu bezeichnen sind: So führt dieser Teil mit einem Anteil von 34% der Bevölkerung etwa 54% aller Reisen durch, auch die jährlichen Kilometerfahrleistungen bestätigen dieses Bild.

Aus der Sicht der Verkehrsmittel ist festzustellen, dass die spezifischen Kundenkreise bezogen auf ein Jahr sehr unterschiedliche Größenordnungen aufweisen: Während etwa zwei Drittel der Bevölkerung im Verlauf eines Jahres mindestens eine Fernreise mit dem Pkw durchführt, umfasst der Kundenkreis des Luftverkehrs nur etwa ein Drittel der Bevölkerung, im Schienenfernverkehr ist sogar nur jeder 5. Bürger in der Jahresfrist anzutreffen.

Verkehrsmittel	Anteil an der Bevölkerung [%]	Anteil an den Reisen [%]	Mittlere Fahrleistung pro Jahr [km]	Mittlere Entfernung pro Reise [km]
<b>Monomodale</b>				
Straße	41	43	9.500	407
Schiene	5	2	6.600	430
Luft	6	1	14.600	3420
<b>Multimodale</b>				
Straße+Schiene	9	13	13.800	384
Straße+Luft	18	28	27.300	1.050
Schiene+Luft	2	2	24.000	1.360
Straße+Schiene+Luft	5	11	33.600	773
<b>Sonstige</b>				
Nicht Mobile	14	ca. 0	-	-

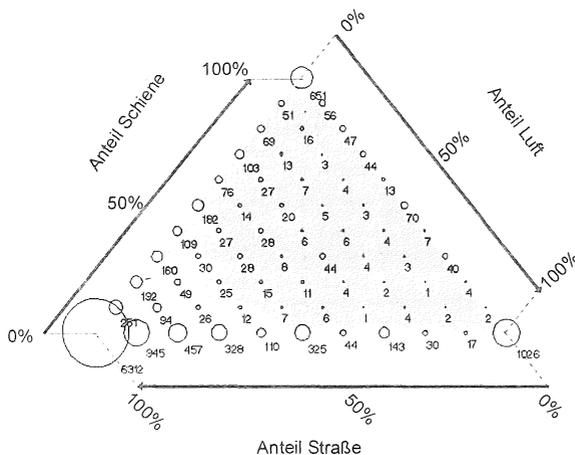
**Tabelle 5 Mono- und Multimodalität nach Reiseintensität<sup>72</sup>  
(Daten: INVERMO)**

Geht man der Frage nach, in welchen Verhältnissen Verkehrsmittel kombiniert werden, so findet man das in Tabelle 5 zu vermutende Bild bestätigt (vgl. Abbildung 31). Die Darstellung zeigt, dass multimodale Personen mit zwei oder drei kombinierten Verkehrsmitteln überwiegend einen hohen Pkw-Anteil an den Reisen aufweisen und die Verkehrsträger Schiene und Luft mit geringen Anteilssätzen scheinbar ergänzend

<sup>72</sup> Ohne Fernpendler; ohne Fahrten in Ausübung des Berufes; Straße= Pkw, (Reise-)Bus, Wohnmobil  
Motorrad, Autoreisezug

einsetzen. Kombinationen aus Schiene und Luft ohne bzw. mit geringem Anteil an Pkw-Reisen sind selten.

Der Vergleich der Reisehäufigkeiten von monomodalen (an den „Spitzen“ der Darstellung) und multimodalen Nutzern zeigt, dass im Flugverkehr etwa die Hälfte der Reisen von Multimodalen unternommen werden. Im Schienenverkehr liegt der Anteil der von Multimodalen durchgeführten Bahnreisen sogar bei 63%, nur etwa 37% der Reisen werden von „captive riders“ durchgeführt. Die Situation im Straßenverkehr sieht jedoch anders aus: Hier werden nur etwa 35% aller Reisen von Multimodalen durchgeführt, während zwei Drittel aller Reisen mit den Verkehrsmitteln Pkw oder Bus von Personen durchgeführt werden, die im Jahresverlauf sonst keine anderen Verkehrsmittel benutzen.



**Abbildung 31 Verkehrsmittelanteile mono- und multimodaler Personen (eigene Darstellung)**

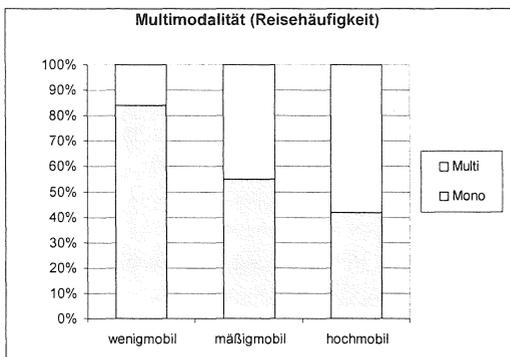
Kommt man mit der Unterscheidung mono- und multimodaler Personenkreise nochmals auf die Berücksichtigung von alternativen Verkehrsmitteln bei der Wahlentscheidung zurück (vgl. Kapitel 3.2.5) werden die Zusammenhänge zwischen modalem Verhalten und der Berücksichtigung von Alternativen klarer:

- Von den Personen mit monomodaler Verhaltensweise geben 68% an, bei der Reiseplanung keine Alternative berücksichtigt zu haben,
- Personen mit multimodaler Verhaltensweise, die zwei verschiedene Verkehrsmittel genutzt haben, geben 59% an, keine Alternativen berücksichtigt zu haben und

- Personen mit multimodaler Verhaltensweise, die drei verschiedene Verkehrsmittel genutzt haben, geben 43% an, keine Alternativen berücksichtigt zu haben

Dies bedeutet, mit zunehmender Multimodalität werden Wahlalternativen stärker berücksichtigt und in Entscheidungssituationen gegeneinander abgewogen. Personen mit monomodaler Verhaltensweise hingegen sind stärker auf ein bestimmtes Verkehrsmittel fixiert und berücksichtigen Alternativen in geringerem Ausmaß.

Es wurde gezeigt, dass hohe Mobilität sehr stark mit dem korreliert, was in unserer Gesellschaft mit einer erfolgreichen Lebensführung in Zusammenhang gebracht wird: Hohes Bildungsniveau, eine Berufstätigkeit mit überdurchschnittlichem Einkommen bei mittlerem Alter. Und gerade diese Hochmobilen verhalten sich im Fernverkehr auch in weit überdurchschnittlichem Maße multimodal (vgl. Abbildung 32). ZUMKELLER [2002] folgert, dass heute und auch in Zukunft gerade die Gruppe der Hochmobilen und Multimodalen aus der Sicht des Verhaltens die Speerspitze einer Entwicklung darstellt und die treibende Kraft für weitere Wachstumsraten im Personenfernverkehr sind. Von besonderem Interesse hierbei ist die Variation im Verkehrsverhalten innerhalb dieser Gruppe. Die dargestellten Befunde werden bei der Modellierung der Verkehrsentstehung berücksichtigt (vgl. Kapitel 5.2.2).



**Abbildung 32 Mono- und Multimodalität nach Personengruppen (Quelle: ZUMKELLER [2002])**

### 3.3.5 Verkehrsmittellorientierung

Vor dem Hintergrund, die Entscheidungen von Reisenden im Zuge der Verkehrsmittelwahl im Fernverkehr analytisch behandeln zu können, stellt sich die Frage, welchen Einfluss die persönliche Einstellungen zu den Verkehrsmitteln in einer

Wahlsituation ausübt. Denn diese Verhaltensweisen hängen auf individueller Ebene von der subjektiven Wahrnehmung, Bewertung und Entscheidung ab<sup>73</sup>.

In diesem Kontext ist auch zu beachten, dass neben den rationalen, vom Verstand erfassten Kenngrößen einer Entscheidung<sup>74</sup> auch Einflüsse der persönlichen Gefühle bzw. Emotionen berücksichtigt werden müssen. Dies um so mehr, da Gefühle als „konzentrierte Lebenserfahrung“ scheinbar eher den Verstand dominieren als umgekehrt (vgl. ROTH [2003]).

Für den Fernverkehr liegen bislang kaum Erfahrungen über den Einfluss von Einstellungen und subjektiven Faktoren auf Wahlentscheidungen vor. Im Fernverkehr kann erwartet werden, dass aufgrund der schwächer ausgeprägten Habitualisierung, des Ausnahmecharakters der einzelnen Situation, sowie der längeren Strecken und Fahrzeiten Entscheidungen auf rationaleren Mechanismen beruhen als im durch Habitualisierung geprägten Nahverkehr. Andererseits kann vermutet werden, dass gerade bei Entscheidungssituationen im Fernverkehr die Einflüsse von Gefühlen eine größere Rolle spielen als im Alltagsverkehr; zumindest für Personen mit weniger großer Erfahrung im Fernverkehr können neben Einstellungen und Erfahrungen auch Unsicherheiten und Ängste<sup>75</sup> bei der Entscheidung eine größere Rolle spielen.

Aus dieser Motivation heraus lag ein Bestreben darin, im Verlauf der Erhebungen des Projektes INVERMO einzelne Facetten der Einstellung zu den Verkehrsmitteln zu erfassen und ggf. in die zu entwickelnden Wahlmodelle integrieren zu können. Daher wurde für die Erhebungen des Projektes INVERMO ein entsprechender Befragungsblock konzipiert. Dieser enthält einen Satz aus elf Eigenschaften, der verschiedene Aspekte der Verkehrsmittel beschreibt. Dies sind:

- preiswert,
- schnell,
- komfortabel,
- pünktlich,

---

<sup>73</sup> VERRON [1986] trägt verschiedene Quellen zum Zusammenhang zwischen Einstellung und Verhalten zusammen, ein grundsätzlicher Zusammenhang wird in verschiedenen Untersuchungen bestätigt, es werden verschiedene Verfahren zur Messung der Einstellung und Konzepte zur Erklärung des Verhaltens vorgestellt.

<sup>74</sup> Klassisch werden in ökonomischen Modellen zur Verkehrsmittelwahl Zeit und Kosten als Eigenschaften der Alternativen als entscheidungsbeeinflussende Parameter verwendet.

<sup>75</sup> z.B. vor fremden Orten, und ungewohnten Verhaltens- bzw. Handlungsabläufen

- flexibel,
- sicher,
- unkompliziert,
- erholsam,
- umweltfreundlich,
- fortschrittlich und
- sympathisch.

Die Probanden der 3. Welle der Haupterhebung wurden im Zuge des Personenfragebogens gebeten, sowohl die *Wichtigkeit* dieser Eigenschaften für die Planung und Durchführung von Reisen unterschiedlichen Zwecks in einem dreigliedrigen Raster (weniger wichtig, wichtig, sehr wichtig) einzuschätzen als auch ihre Einschätzung zum Grad der Erfüllung dieser Eigenschaften, wiederum in einem dreigliedrigen Raster (trifft nicht zu, trifft etwas zu, trifft ganz genau zu), für die Verkehrsmittel Pkw, Bahn, Flugzeug und Reisebus anzugeben.

Variable	Urlaub	Sonstige Privatreise	Geschäftsreise
Preiswert	0.5053305	0.5650118	-0.2193676
Schnell	0.2339312	0.4095618	0.7295720
komfortabel	0.3006682	0.1719902	0.3300395
pünktlich	0.3544118	0.4466720	0.8590998
flexibel	0.3394077	0.3978758	0.5429142
sicher	0.8144404	0.7857143	0.7799607
unkompliziert	0.5164671	0.4769231	0.5964215
erholsam	0.4276364	0.1022727	-0.1035857
umweltfreundlich	0.1565543	0.1451876	0.0040000
fortschrittlich	-0.2190623	-0.2719665	-0.2233400
sympathisch	0.0862983	-0.0240664	-0.0686869

**Tabelle 6** Normierte Einschätzung der Bedeutung einzelner Eigenschaften der Verkehrsmittel für die Verkehrsmittelwahl bei unterschiedlichen Reisezwecken (Mittelwert<sup>76</sup>) im Intervall [0,1] (Daten: INVERMO)

Die Ergebnisse zur Einschätzung der Verkehrsmittel zeigen (vgl. Tabelle 6):

---

<sup>76</sup> Mögliche Antwortkategorien (sehr wichtig, wichtig, weniger wichtig), zur Mittelwertberechnung transformiert auf die Werte (1, 0, -1); Stichprobengröße Urlaub/ Privatreise n≈1.200, Geschäftsreise n=500

Am Pkw wird besonders geschätzt, dass er flexibel und unkompliziert ist, während andererseits die Benutzung als wenig umweltfreundlich und erholsam eingeschätzt wird.

Die herausragenden positiven Eigenschaften der Bahn sind die Umweltfreundlichkeit, Sicherheit und Erholsamkeit der Nutzung, negativ wird insbesondere die geringe Flexibilität und der Preis bewertet.

Die mit Abstand am positivsten beurteilte Eigenschaft des Flugzeuges stellt die Schnelligkeit dar, besonders negativ wird beurteilt, dass das Flugzeug wenig umweltfreundlich, wenig flexibel und wenig preiswert ist.

Betrachtet man gegenüberstellend die Eigenschaften, die Probanden bei Reisen unterschiedlichen Zwecks für besonders wichtig erachten, so ergeben sich für Urlaub und sonstige Privatreisen die Eigenschaften „sicher“, „unkompliziert“ und „preiswert“. Dagegen werden die Eigenschaften „fortschrittlich“ und „sympathisch“ als wenig wichtig eingestuft. Für Geschäftsreisen stehen hingegen „pünktlich“, „sicher“ und „schnell“ im Vordergrund, als wenig wichtig werden hingegen „fortschrittlich“, „preiswert“ und „erholsam“ eingeschätzt.

Für eine Berücksichtigung dieser Eigenschaften in einem Verkehrsmittelwahlmodell sind jedoch nicht Extremwerte des Mittelwertes entscheidend, sondern ob innerhalb der Stichprobe eine unterschiedliche Einschätzung der Verkehrsmittel im Resultat sich auch in einer unterschiedlichen Nutzung dieser Verkehrsmittel widerspiegelt. So ist es eher wahrscheinlich, dass sich die Eigenschaft „preiswert“ des Pkw mit ähnlich großen Anteilen aller drei Ausprägungen bei der Modellierung als signifikant erweist als beispielsweise die Eigenschaft „flexibel“, bei der 90% der Probanden der Meinung sind, dass dies „ganz genau“ auf das Verkehrsmittel PKW zutrifft, also innerhalb der Stichprobe quasi keine Variation zu beobachten ist (vgl. Abbildung 33 bis Abbildung 35).

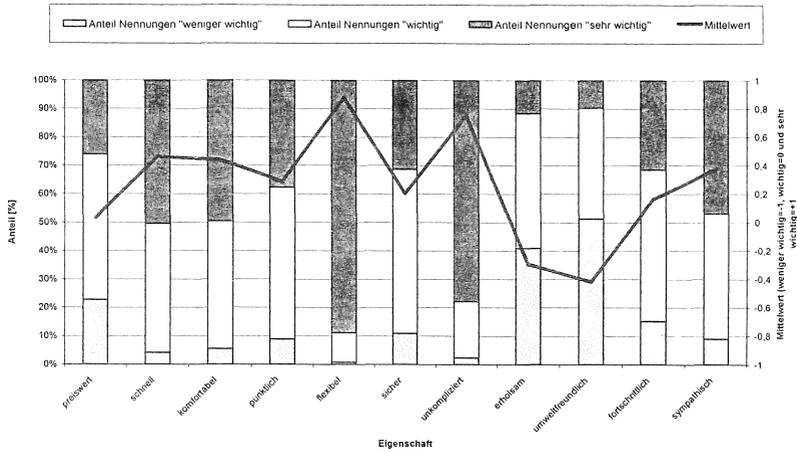


Abbildung 33 Mittelwert und Verteilung der subjektiven Einschätzungen des Verkehrsmittels PKW (eigene Darstellung)

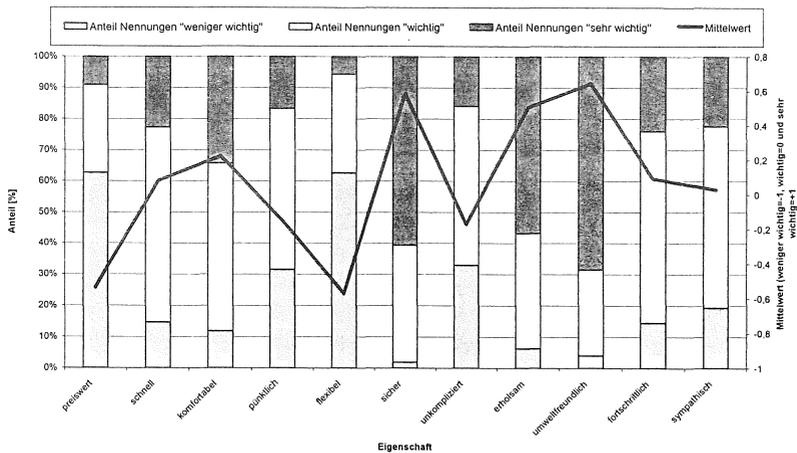
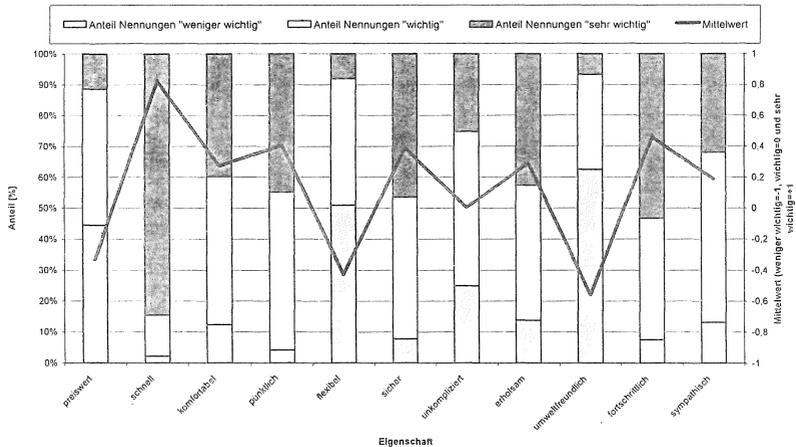


Abbildung 34 Mittelwerte und Verteilung der subjektiven Einschätzungen des Verkehrsmittels Bahn (eigene Darstellung)



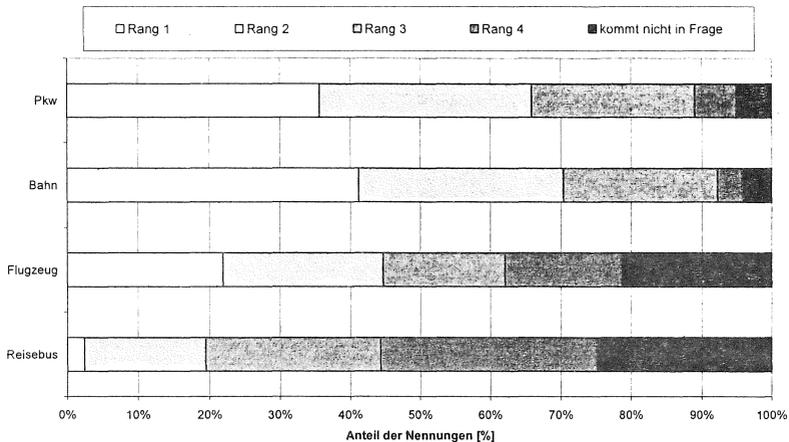
**Abbildung 35 Mittelwerte und Verteilung der subjektiven Einschätzungen des Verkehrsmittels Flugzeug (eigene Darstellung)**

Weiterhin wurde von den Probanden im Rahmen der Erhebungen unter einem einheitlichen, fiktiven Reisekontext eine persönliche Rangfolge der Verkehrsmittel erfragt. Der Reisekontext wurde dabei so gewählt, dass ein verbreiteter Reisetypus vorliegt und der Entfernungsbereich grundsätzlich eine Nutzung der wichtigsten drei Verkehrsmittel im Fernverkehr zulässt. Da der Schwerpunkt des Ranking in der Erfassung der subjektiven Prägung der Person lag, wurde zusätzlich vorgegeben, dass alle Verkehrsmittel in der gegebenen (fiktiven) Situation gleiche Reisezeiten und Preise aufweisen<sup>77</sup>.

Die Probanden waren aufgefordert, den Verkehrsmitteln die Ränge 1 (höchste Priorität) bis 4 (niedrigste Priorität) zu vergeben. Zusätzlich wurde dem Probanden in der Einordnung der Verkehrsmittel die Möglichkeit gegeben, bei einzelnen Verkehrsmitteln die Option „kommt für mich nicht in Frage“ anzukreuzen und auf eine Einordnung in die Rangfolge zu verzichten. Mittels dieser Option konnte auch eine strikte Ablehnung einzelner oder mehrerer Verkehrsmittel erfasst werden.

<sup>77</sup> Wortlaut der Befragung: Stellen Sie sich vor, Sie wollen eine private Reise innerhalb Deutschlands in eine entfernte Großstadt (z.B. 600 km einfache Fahrt) unternehmen. Nehmen Sie für dieses fiktive Beispiel an, dass alle Verkehrsmittel vergleichbare Kosten und ähnliche Reisezeiten aufweisen. Bringen Sie die Verkehrsmittel bitte in die Rangfolge, in der Sie diese für die Reise wählen würden. [...] Kommt ein Verkehrsmittel für Sie nicht in Frage, kreuzen Sie bitte das entsprechende Kästchen an. (Quelle: Chlond, B.; Last, J.; Manz, W.; Zunkeller, D. [2002a])

Aus einer verkehrsmittelbezogenen Sicht sind deutliche Unterschiede zwischen den Verkehrsmitteln erkennbar:



**Abbildung 36** Anteile der Ränge (1, 2, 3, 4, "kommt nicht in Frage") der Verkehrsmittel Pkw, Bahn, Flugzeug, Reisebus (eigene Darstellung)

Pkw und Bahn unterscheiden sich kaum und weisen jeweils bei Rang 1 einen Anteil von etwa 40% auf. Beide Verkehrsmittel werden kaum auf die letzten Ränge verwiesen, nur für einen Anteil von unter 5% kommen die Verkehrsmittel nicht in Frage.

Das Verkehrsmittel Flugzeug wird sehr unterschiedlich beurteilt und weist auf allen Rängen einen Anteil um die 20% auf. Die Quote der Personen, für die das Flugzeug in der beschriebenen Situation nicht in Frage kommt, weist mit 21% einen hohen Wert auf. Der Reisebus erhält als Verkehrsmittel des Fernverkehrs eine schlechte Bewertung, 55% der Probanden verweisen ihn auf den 4. Rang bzw. lehnen ihn ganz ab.

Betrachtet man die Einschätzung der Ränge aus Sicht der Probanden, erhält man Rangfolgeketten mit unterschiedlich häufigem Auftreten. Die acht am häufigst genannten Rangfolgeketten weisen einen Anteil von über 60% aller Nennungen auf. Auf dem Rang 1 der 8 häufigsten Ketten sind dabei die Verkehrsmittel Bahn (3 mal), Pkw (3 mal) und Flugzeug (2 mal) zu finden, der Reisebus erscheint in nur zwei der Ketten und belegt dabei jeweils nur Rang 3. Das ausgewogene Bild der Nennungen auf Rang 1 zeigt, dass für bestimmte Personenkreise unterschiedliche Einschätzungen der Verkehrsmittel vorliegen. Diese unterschiedliche Präferenzen der Personen soll in einem Modell zur Verkehrsmittelwahl als erklärende Variable eingesetzt werden.

Rangfolge- kette	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Anteil
1	Bahn	Pkw	Reisebus	8,3 %
2	Flugzeug	Bahn	Pkw	8,3 %
3	Bahn	Pkw	Flugzeug	8,1 %
4	Bahn	Flugzeug	Pkw	7,7 %
5	Flugzeug	Pkw	Bahn	7,6 %
6	Pkw	Bahn	Reisebus	7,6 %
7	Pkw	Flugzeug	Bahn	7,4 %
8	Pkw	Bahn	Flugzeug	5,1 %
übrige Ketten				39,9 %

**Tabelle 7 Rangfolgeketten der Verkehrsmittel (n=1490) (Daten: INVERMO)**

Die vorgestellte Analyse der personenbezogenen Einschätzung der Verkehrsmittel wurde bei der Modellierung der Wahlentscheidung der Verkehrsmittel berücksichtigt (vgl. Kapitel 5.2.7).

### 3.3.6 Jahreszeitliche Einflüsse auf Haushaltsebene

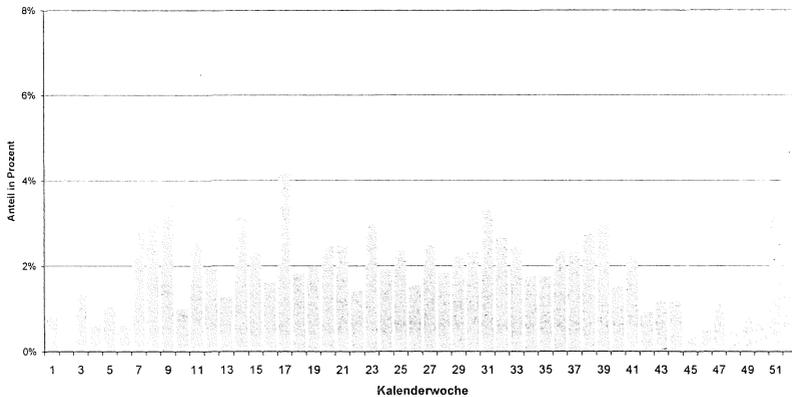
In Kapitel 3.2.1 wurde bereits auf die Verteilung von Fernreisen über das Kalenderjahr eingegangen. Bei einer jahreszeitlichen Betrachtung der Urlaubsreisen auf Haushaltsebene werden weitere Effekte deutlich, die zur Erklärung der gefundenen saisonalen Verteilung beitragen.

Hierzu wird eine Differenzierung der Haushalte in die Gruppen

- Haushalte ohne schulpflichtige Kinder und
- Haushalte mit schulpflichtigen Kindern

vorgenommen. Durch die Bindung der zweiten Gruppe an die Schulferien stellt sich die jahreszeitliche Verteilung der Urlaubsreisen für beide Teilmengen der Grundgesamtheit verschieden dar.

### Urlaubsreisen von Haushalten ohne schulpflichtige Kinder



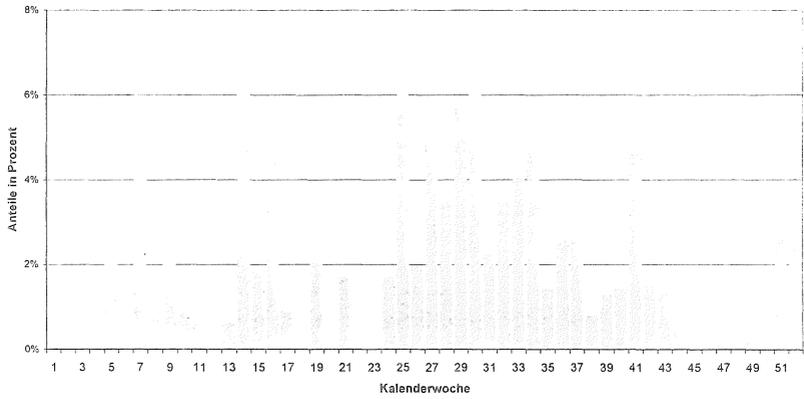
**Abbildung 37 Jahreszeitliche Verteilung von Urlaubsreisen der Haushalte ohne schulpflichtige Kinder (eigene Darstellung)**

Haushalte ohne schulpflichtige Kinder sind in der Wahl des Reisetermins unabhängig von Schulferienterminen (Abbildung 37). Daher ist eine jahreszeitlich weitgehend ausgeglichene Verteilung der Reisen festzustellen. Lediglich in den Monaten November und Januar ist eine deutlich geringere Reisehäufigkeit festzustellen, während wenige Spitzen im Frühjahr auf die Nutzung von Feiertagswochen für Urlaubsreisen hindeuten. Die Verteilung weist keine Nachfragespitzen während der Sommermonate auf, zwischen Juni und Oktober ist eine weitgehend konstante Nachfrage zu beobachten. Es ist festzustellen, dass die nachfragestarken Wochen der Schulsommerferien von einem Teil der Haushalte zugunsten der Wochen im Frühsommer und Herbst gemieden werden.

Die Verteilung der Urlaubsreisen in Haushalten mit schulpflichtigen Kindern ist stark durch die jahreszeitliche Lage der Schulferientermine geprägt (Abbildung 38). Durch die unterschiedlichen Ferientermeine der einzelnen Bundesländer ist besonders in den Sommermonaten eine gewisse Entzerrung zu beobachten; die Nachfragespitzen zeichnen jedoch deutlich den Ferienbeginn der bevölkerungsreichen Bundesländer nach.

Bei der längsschnittorientierten Abbildung des Fernverkehrs wurden der Effekt der Schulferien auf die Nachfragestruktur berücksichtigt (vgl. Kapitel 5.2.4).

### Urlaubsreisen von Haushalten mit schulpflichtigen Kindern



**Abbildung 38** Jahreszeitliche Verteilung von Urlaubsreisen der Haushalte mit schulpflichtigen Kindern (eigene Darstellung)

## 4 Methode der Individualverhaltensmodelle

Individualverhaltensmodelle (vgl. WERMUTH [1979]) rücken in ihrer mikroskopischen Darstellung das Individuum als Objekt in den Mittelpunkt der Modellierung. Diese Vorgehensweise ist darauf begründet, dass das auf der makroskopischen Ebene beobachtbare Verkehrsgeschehen aus der Summe individuellen Handelns einzelner Individuen resultiert.

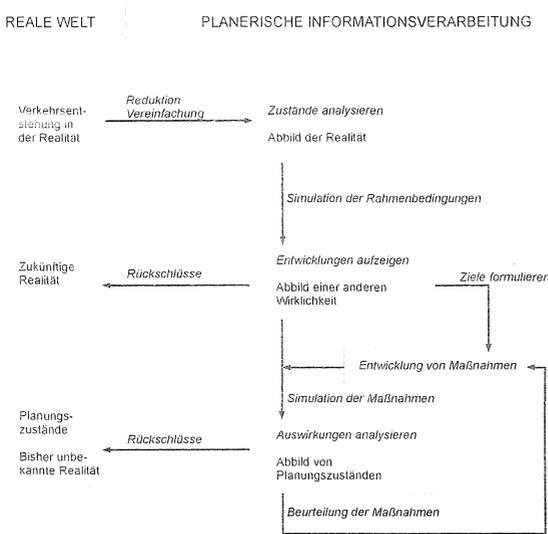


Abbildung 39 Einsatz von Modellen in der Planung (Quelle: nach Kutter [2003])

Folglich lassen sich die Effekte von Maßnahmen in Kollektiven geeignet quantifizieren indem man in einem ersten Schritt auf der mikroskopischen Ebene von Personen und Haushalten Verhaltensweisen und Reaktionsmöglichkeiten analysiert, Personen in Gruppen mit ähnlichem Verhalten einteilt, diese modellhaft beschreibt und so ein Abbild der Realität schafft (vgl. Abbildung 39). In einem anschließenden zweiten Schritt wird eine virtuelle Population aus solchen Modell-Personen zusammengesetzt und deren Verhalten unter zukünftigen, prognostizierten Rahmenbedingungen simuliert. Die besondere Schwierigkeit dieses Schrittes ist darin zu sehen, dass die „zukünftige Realität“ dem Modellierer unbekannt ist. Im dritten Schritt kann die Wirkung von Maßnahmen unter zukünftigen Rahmenbedingungen simuliert werden. Die Entwicklung und Optimierung von Maßnahmen kann iterativ erfolgen. Das Verhalten der Modell-Personen unter künftigen Rahmen- und Maßnahmenbedingungen muss über Regeln

und statistische Zusammenhänge aus der heutigen Realität und zusätzlicher empirischer Daten, z.B. stated-preference Erhebungen, geschlossen werden. In jedem Schritt der Modellierung können die mikroskopischen Daten auf nahezu beliebigem Niveau aggregiert werden, so dass im Ergebnis makroskopische Kenngrößen unter Maßnahmebedingungen verfügbar sind.

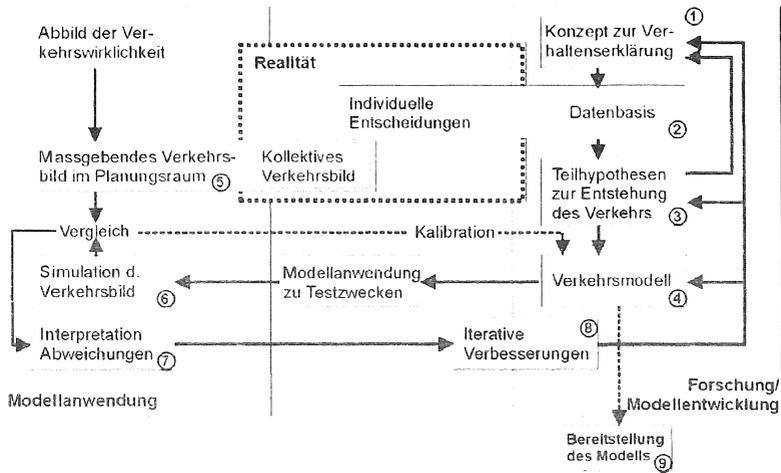
Jeder der genannten Schritte der Individualverhaltensmodelle wirft vielfältige Fragen auf; diese können je nach Anwendungszweck des Modells stark variieren. Im folgenden Unterkapitel werden grundlegende Aspekte zur Modelltechnik und zur Beschreibung von (Verkehrs-)Verhalten in Modellen aufgezeigt. Im anschließenden Unterkapitel 4.2 wird auf bereits existierende Individualverhaltensmodelle zum Fernverkehr eingegangen.

## ***4.1 Grundlagen der Modelltechnik***

### **4.1.1 Modelltypisierung**

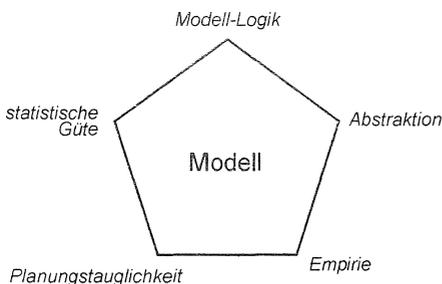
Die hierarchische Typisierung von Modellkonzepten stellt einen wichtigen Aspekt dar. Zur hierarchischen Typisierung von Modellen wird häufig auf die vierstufige Gliederung auf der Basis von Heidemann zurückgegriffen (vgl. z.B. BECKMANN [2003]). Danach lassen sich Beschreibungs-, Erklärungs-, Vorhersage- und Entscheidungsmodelle unterscheiden. Beschreibungsmodelle liefern lediglich ein deskriptives Abbild der Struktur des Objektes aber keine Ursache-Wirkungs-Beziehungen. Erklärungsmodelle und Vorhersagemodelle hingegen basieren auf einer Theorie zur Erklärung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen. Das Vorhersagemodell enthält zusätzlich Aussagen über Konstanz bzw. Veränderungen der Wirkungszusammenhänge im Zeitverlauf. Entscheidungsmodelle stehen an der Spitze der Hierarchie und erlauben zusätzlich eine Bewertung der (verkehrlichen) Wirkungen von Maßnahmen. Entscheidungsmodelle beinhalten den vollständigen Planungsablauf zur Beurteilung von planerischen Konzepten.

Die Entwicklung von Modellen findet in einem iterativen Prozess zwischen „Forschung“ und „Modellanwendung“ statt (Abbildung 40). Mikroskopische Simulationen basieren auf einem Modellkonzept und einer adäquaten empirischen Datengrundlage. Durch einen Vergleich von Ergebnissen einer status-quo Simulation und der gemessenen Situation in der Realität ist eine Beurteilung der Abbildungsgenauigkeit möglich. Iterativ müssen in allen Teilschritten konzeptionelle Anpassungen und Modellkalibrierungen vorgenommen werden bis Simulationsergebnis und Wirklichkeit in einem zufriedenstellenden Maße in Einklang gebracht wurden.



**Abbildung 40 Entwicklung eines Verkehrsberechnungsmodells in der Kombination von Forschung und Modellanwendung (Quelle: KUTTER [2003])**

Aus dem Bereich der „Forschung“ sind die Aspekte der *Modell-Logik*, der mathematischen *Abstraktion* und *Empirie* abzuleiten, während die Modellanwendung maßgeblich *Planungstauglichkeit* und Anforderungen an die *statistische Güte* stellt. Auch wenn für unterschiedliche Fragestellungen der Schwerpunkt in der Modellierung abweichend gesetzt werden muss, sind stets alle genannten Anforderungen in einem adäquaten Verhältnis zueinander zu berücksichtigen (Abbildung 41).



**Abbildung 41 Spannungsfeld der Modellentwicklung (eigene Darstellung nach KUTTER [2003])**

Die *Modell-Logik* setzt ein Verständnis für den abzubildenden Gegenstand voraus. Die Entwicklung von Modellen ist überwiegend als kreativer Prozess zu verstehen. Die Modell-Logik beinhaltet auch ein vernünftiges Verhältnis aus Detaillierung und Modellgüte; hierdurch werden Modellkomplexität und Modellfehler maßgeblich determiniert (vgl. ALONSO [1968]). Die Komplexität der Realität erfordert dabei eine Reduktion auf pragmatische Modellstrukturen.

Die *Planungstauglichkeit* wird durch die Anforderungen an die zur Verfügung zu stellenden input-Daten bestimmt. Nur solche Modellkonzepte sind planungstauglich, bei denen die notwendigen Größen für einen spezifischen Anwendungsfall verfügbar sind.

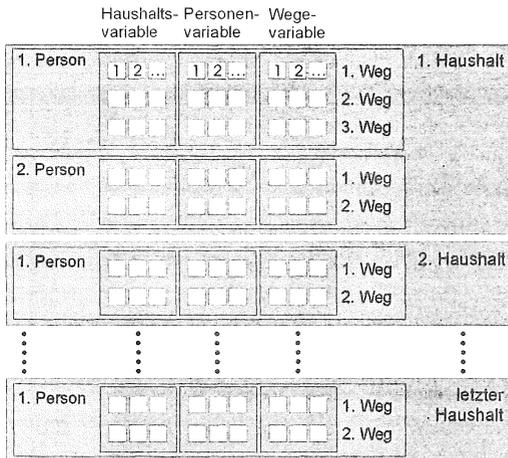
Die Güte der vorhandenen *Empirie* beschränkt Modelldetaillierung und *statistische Güte* des Modells. Nur die Einflüsse können im Modell berücksichtigt werden, für die auch empirische Befunde vorliegen. Durch Stichprobenumfang und Stichprobenkonzeption werden die statistischen Möglichkeiten der Modellierung nachhaltig geprägt. Die begrenzten Möglichkeiten zur empirischen Erfassung von Verkehrsverhalten bedingen auch Kompromisse bei den Methoden zur mathematischen Abstraktion (vgl. KUTTER [2003], S. 87).

#### **4.1.2 Modellkonzeption**

Mikroskopische Modelle erzeugen Personen mit einem zugehörigen Verhalten, das durch Maßnahmen beeinflussbar ist. Häufig wird an dieser Vorgehensweise kritisiert, dass das exakte Verhalten von Personen auch in mikroskopischen Modellen nicht nachgebildet werden kann. Auch wenn das Verhalten der einzelnen virtuellen Individuen nur mit statistischen Wahrscheinlichkeiten errechnet werden kann, so liegt ein wesentlicher Vorteil dieser Modelltypen darin, dass auf jeder Stufe der Modellierung die Konsistenz und Plausibilität des Verhaltens auf mikroskopischer Ebene geprüft und beurteilt werden kann. Auch wenn das Verhalten auf statistischen Wahrscheinlichkeiten beruht, so können im Prognosefall unter Maßnahmebedingungen die Handlungsspielräume und Regimes der virtuellen Individuen ermittelt und in das Kalkül mit einbezogen werden. Daher können bei sorgfältiger Arbeit im Aggregat plausible Ergebnisse erwartet werden, auch wenn der modellierte Einzelfall eben nur auf statistischen Zusammenhängen basiert.

Die verhaltensorientierte Modellierung greift zur Erklärung des Verhaltens auf Eigenschaften des Haushaltes, der Person und des Weges zurück. Folglich müssen diese Ebenen auch im Modell angelegt werden, um die entsprechenden Effekte geeignet berücksichtigen zu können. Mikroskopische Verkehrsmodelle greifen daher zumeist ebenfalls auf diese hierarchische Gliederung zurück. Die jeweiligen Einflüsse einer Datenebene stehen in den hierarchisch niedrigeren Ebenen zur Verfügung. So

sind auf Ebene der Person auch Eigenschaften des Haushaltes verfügbar und auf Ebene des einzelnen Weges die Informationen der hierarchisch höheren Ebenen Haushalt und Person (Abbildung 42).



**Abbildung 42 Datenebenen mikroskopischer Verkehrsmodelle**  
(Quelle: ZUMKELLER [2001])

Das Verhalten von Menschen ist das Ergebnis einer Vielzahl verschiedenartiger Entscheidungen, die aufgrund starker Abhängigkeiten und Vernetzungen als eine Einheit zu betrachten sind. Die Entscheidungsprozesse werden im Modell jedoch in Teilentscheidungen<sup>78</sup> zerlegt. Auch wenn die Trennung in einzelne Teilentscheidungen bzw. Stufen eine „künstliche“ Struktur darstellt (vgl. KUTTER [2003], S. 71), so ist dies in erster Linie zur Operationalisierung erforderlich. Im Individualverhaltensmodell wie in der klassischen aggregierten Modellkette werden allgemein die Schritte

- Verkehrsentstehung (Entstehung von Wegen),
- Zielwahl (Auswahl der Wegeziele),
- Verkehrsmittelwahl (Auswahl des verwendeten Verkehrsmittels) und
- Umlegung (Auswahl der Fahrtroute) unterschieden.

<sup>78</sup> häufig als Stufen bezeichnet, z.B. „four-step-process“ (Vier-Stufen-Algorithmus), (vgl. z.B. MCFADDEN [2002])

Für jede Teilentscheidung ist ein eigenes Modul zu entwickeln, meist werden die Modellstufen dann sequentiell abgearbeitet, wobei stets auf die Ergebnisse der bereits abgeschlossenen Module zurückgegriffen wird. Gelegentlich werden einzelne Module auch parallel<sup>79</sup> abgearbeitet.

Die Güte eines Modells wird jedoch nicht nur durch die Modellstruktur determiniert, sondern durch das dem Modell zugrundeliegende Verhaltenskonzept. So sind nach WERMUTH [1981, S. 102ff] objektive und subjektive Restriktionen zur Definition des "Raumes der Angebotsalternativen" zu berücksichtigen. Maßnahmen können diese Restriktionen verändern. WERMUTH schlägt daher einen zweistufigen Modellaufbau vor, in dem das Situationsmodell (Restriktionen) vom Entscheidungsmodell (Wahl) separiert wird. Das Situationsmodell kann dabei auch die subjektive Situation (Festlegungen, Einstellungen) berücksichtigen. Auch von BRÖG [1981] wird zur Verbesserung der Modellgüte eine verbesserte Modellphilosophie anstelle von verbesserten mathematischen Modellstrukturen gefordert. Ergänzend zum nutzenmaximierenden Kalkül schlägt BRÖG daher ebenfalls eine verbesserte Berücksichtigung der objektiven (z.B. individuelle Eigenschaften) und subjektiven (z.B. Wahrnehmung) Restriktionen vor.

Um Verhalten geeignet analysieren und im Modell abbilden zu können, ist es notwendig, Individuen und ihr Verhalten zu gruppieren. Hierzu verwendet SCHMIEDEL [1984] verhaltenshomogene Gruppen mit der Eigenschaft, die Varianz des Verhaltens innerhalb der Gruppe weitgehend zu minimieren, während die Varianz zwischen den Gruppen möglichst groß sein soll. Ziel derartiger Gruppenbildungen ist es, das „typische“ Verhalten durch Eigenschaften der Gruppe „erklären“ zu können. Gruppenbildung und Segmentierung sind zur Operationalisierung von mikroskopischen Modellen unerlässlich, bedingen jedoch auch eine Reduktion der Modellgenauigkeit auf „prototypisches“ Verhalten. Trotz aller Bemühungen clusteranalytischer Verfahren geht ein Teil der in Realität vorhandenen Variation des Verhaltens dabei verloren.

#### **4.1.3 Statistische Modelle**

Beim Aufbau eines vierstufigen Simulationsmodells finden im Wesentlichen zwei verschiedene statistische Modelltypen Anwendung:

- Entstehungsmodelle für die Stufe der Verkehrsentstehung

---

<sup>79</sup> Bei einigen Simulationsmodulen bietet sich ggf. eine simultane Bearbeitung einzelner Simulationsschritte an, z.B. eine Kombination aus Verkehrsverteilung (Zielwahl) und -aufteilung (Verkehrsmittelwahl), vgl. z.B. SCHNABEL, LOHSE [1997]

- Wahlmodelle für die Stufen der Zielwahl, Verkehrsmittelwahl und Routenwahl.

Derartige Modelle nutzen statistische Zusammenhänge zwischen „erklärenden“, unabhängigen Variablen und den „zu erklärenden“, abhängigen Variablen. Diese statistischen Zusammenhänge müssen mit Hilfe von Parameterschätzungen quantifiziert werden. Dieser Schritt setzt geeignete empirische Daten voraus. Es kann daher im eigentlichen Sinne nicht von einer „Erklärung“ des Verhaltens gesprochen werden, sondern vielmehr von dessen Ableitung (KUTTER [2003], S. 27ff).

Bei den Modellen der Verkehrsentstehung im Alltagsverkehr haben sich Wegekettensmodelle durchgesetzt, die den Tagesablauf der Individuen in sog. Aktivitätenmustern<sup>80</sup> wiedergeben, deren Zusammensetzung jedoch nur unzureichend erklärt werden können. Aktuelle Forschungsansätze versuchen jedoch auch erklärende Ansätze zur Verkehrsentstehung zu entwickeln (vgl. z.B. BRÜGGEMANN, KRÖPEL, LEHMANN [2003]).

Bei den Wahlmodellen haben sich ökonometrische Ansätze<sup>81</sup> seit mehr als dreißig Jahren etabliert. Die verschiedenen Ansätze und Entwicklungen sind in der Fachliteratur umfangreich dokumentiert. Neben dem nutzenmaximierenden Kalkül sollen derartige Modelle jedoch auch objektive und subjektive Rahmenbedingung (vgl. BRÖG [1981]) berücksichtigen. Diese Rahmenbedingungen können sich z. B. aus der subjektiven Wahrnehmung, Gewohnheiten, aber auch Sachzwängen ergeben und schränken die Möglichkeiten des Akteurs zum Handeln ein. Derartige Rahmenbedingungen sind im günstigsten Fall determinierend<sup>82</sup> und helfen, die Plausibilität und den Erklärungsgehalt des Modellkonzeptes zu verbessern. Neuere Ansätze berücksichtigen subjektive Einflüsse in der Modellierung mittels latenter Variablen (vgl. WALKER [2001]).

#### **4.1.4 Abbild zukünftiger Wirklichkeiten und Wirkung von Maßnahmen**

In der Planungspraxis werden Modelle verwendet, um fundierte Informationen über zukünftige Nachfragesituationen zu erhalten.

---

<sup>80</sup> vgl. z.B. HAUTZINGER, KESSEL [1977], HOLZAPFEL [1980] u.a.

<sup>81</sup> vgl. z.B. MCFADDEN [2003] u.a.

<sup>82</sup> So können z.B. Personen ohne Führerschein die Wahlalternative „PKW-Fahrer“ nicht wählen.

Veränderte Zustände in der Zukunft können auf verschiedene Einflüsse zurückzuführen sein. Daher sind in der Modellierung zwei wesentliche Prinzipien zu berücksichtigen (vgl. ZUMKELLER [1989], S. 53):

- Das Querschnittsprinzip, nach dem sich Zustandsveränderungen aufgrund sich ändernder Zusammensetzungen von Populationen ergeben und nur durch summarische Betrachtung über mehrere Individuen dargestellt werden können.
- Das Autonomieprinzip, das Individuen im Rahmen ihres Entscheidungsraumes prinzipiell von einander unabhängige Reaktionen auf Maßnahmen und veränderte Rahmenbedingungen unterstellt.

Beide Prinzipien sind bei der Modellkonzeption voneinander zu trennen. In Verkehrsmodellen sind darüber hinaus auch die sich aus der zukünftigen Wirklichkeit ergebenden Veränderungen (z.B. Zusammensetzung der Bevölkerung, veränderte Rahmenbedingungen) von den Wirkungen von Maßnahmen (z.B. planerische Eingriffe) zu trennen. Beide Einflüsse können dabei sowohl hinsichtlich des Querschnitts- wie des Autonomieprinzips wirken.

Hinsichtlich der Abbildung zukünftiger Wirklichkeiten verursacht die Vergangenheitsorientierung des bei der Modellschätzung verwendeten empirischen Materials einerseits und der Zukunftsorientierung der Modellanwendung andererseits für den Modellentwickler ein Spannungsfeld (vgl. KUTTER [2003]). Zur Erfüllung der Prognosewünsche müssen Modelle daher auf die Entwicklung der relevanten Einflussgrößen der Nachfrage über die Zeitachse eingehen und entsprechend zukünftige Entwicklungen anhand von Trends berücksichtigen und fortschreiben<sup>83</sup>. Hierzu findet häufig die Szenarientechnik Anwendung, die mögliche Entwicklungen unter bestimmten Rahmenbedingungen aufzeigt. Sind Brüche in der Entwicklung der Einflussgrößen zu erwarten, so können aus der Analyse der Vergangenheit häufig keine Informationen über zukünftige Zustände gewonnen werden. In diesem Fall können Befragungen mit den Methoden der Stated Preference<sup>84</sup> helfen, Informationen über die zu erwartenden Entwicklungen zu gewinnen.

Soll mit Hilfe eines Simulationsmodells die Wirkung einer Maßnahme auf die Verkehrsnachfrage ermittelt werden, so erfolgt die Betrachtung des Planfalls mit den Veränderungen durch die Maßnahme gegenüber einem Alternativfall ohne Maßnahme. In beiden Fällen ist die zukünftige Realität Basis des Vergleichs. Um das Ausmaß von

---

<sup>83</sup> vgl. z.B. BECKMANN [2003], ZUMKELLER [2001]

<sup>84</sup> vgl. z. B. AXHAUSEN et al [1996], ZUMKELLER [2001]

Nachfrageänderungen abschätzen zu können, ist empirisches Material notwendig, das die Berücksichtigung der relevanten Einflussgrößen zur Verhaltensänderung erlaubt. Sollen neuartige Planungen bzw. Verkehrsangebote im Modell berücksichtigt werden, die eine Fortschreibung des beobachtbaren Verhaltens nicht zulässt, sind z.B. mit Methoden der Stated Preference entsprechende Erhebungen durchzuführen, die Aussagen über das Wahlverhalten bzw. Übergangswahrscheinlichkeiten zulassen.

#### **4.2 Verhaltensorientierte Modelle für den Personenfernverkehr**

Auf dem Gebiet des Personenfernverkehrs liegen bislang nur wenige Erfahrungen mit verhaltensorientierten Modellen vor. Basierend auf der KONTIFERN<sup>85</sup> sind zwei derartige Modelle in den 1980er Jahren entwickelt und mit Erfolg eingesetzt worden:

Im Jahr 1982 wurde eine Studie im Auftrag des Bundesministers für Verkehr mit dem Titel „Individualverhaltensmodell des Personenfernverkehr auf Basis des Situationsansatzes“ (Quelle BLECHINGER et al [1982]) durch die Firma Socialdata abgeschlossen. Ziel dieser Studie war die Verbesserung der Möglichkeiten zur Nachfrageprognose im Personenfernverkehr. Der Schwerpunkt der Studie lag in der Entwicklung von Methoden und Modellkonzepten zur Abschätzung und Bewertung von ordnungs- und investitionspolitischen Maßnahmen. Hierzu wurde ein sog. Situationsansatz verwendet, der die Reaktion von Individuen auf Maßnahmen in einem „situationsbestimmten Individualverhaltensalgorithmus“ (kurz SINDIVITAL) ermittelt.

Dieser Modellansatz baut auf der Überlegung auf, dass jeder Reisende Verhaltensentscheidungen unter bestimmten Rahmenbedingungen (Situation) trifft, die sich durch seine materielle und soziale Umwelt ergeben. Darüber hinaus wurde auch die subjektiv verzerrte Wahrnehmung in der Modellkonzeption berücksichtigt. Die objektiven Veränderungen des Verkehrsangebotes durch eine Maßnahme konnte bei dem entwickelten Ansatz folglich nur mittelbar über eine subjektive Perzeption zu Verhaltensänderungen führen. Ein Überblick zum Modellablauf gibt Abbildung 43. Zur Messung der Reagibilität der Reisenden wurde das Konzept auf drei Maßnahmenfelder angewendet:

- Veränderungen der Reisezeitrelationen
- Veränderungen der Reisekostenrelationen
- Veränderungen von anderen Service-Komponenten

---

<sup>85</sup> vgl. z.B. BLECHINGER, BRÖG, ZUMKELLER [1981]

Die Ermittlung der Verhaltensänderungen erfolgte auf mikroskopischer Ebene, erst durch eine abschließende Aggregation wurden die Veränderungen der Nachfrage summiert. Die Kalibrierung des Modells erfolgte auf Basis der Daten der KONTIFERN.

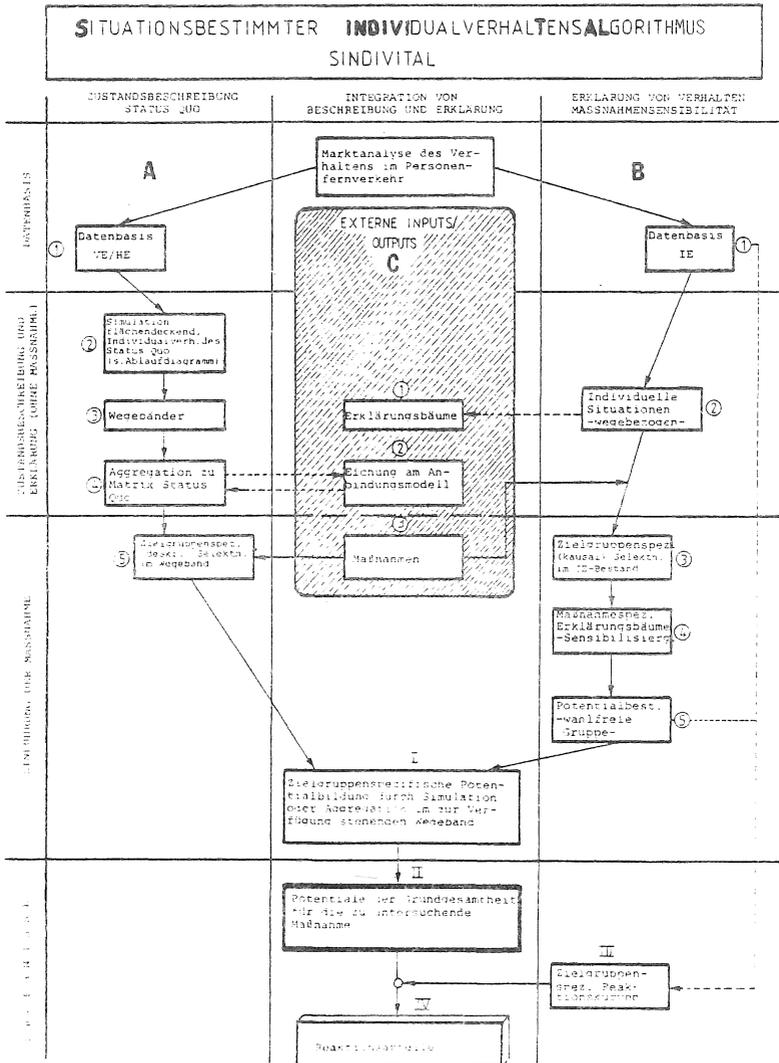
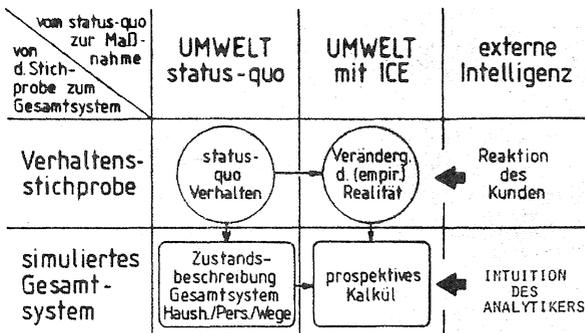


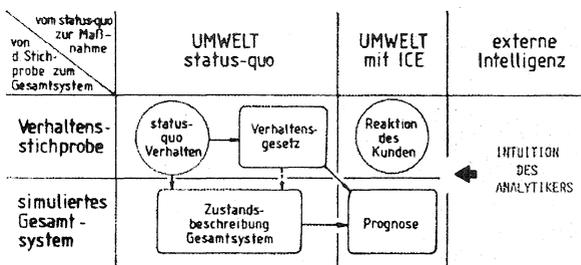
Abbildung 43 Überblick zum Modellablauf von SINDIVITAL  
(Quelle: BLECHINGER et al [1982])

Zur Abschätzung der Veränderungen durch die Markteinführung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs (HGV) der Deutschen Bundesbahn wurde 1985 eine Studie (Quelle: ZUMKELLER, HERRY, HEINISCH [1985]) erstellt. Die besondere Herausforderung bestand darin, dass zum Zeitpunkt der Prognose keine Erfahrungen über die Nachfrageveränderungen durch die Einführung von Schnellverkehr bei den europäischen Bahnen vorlagen.

Der verwendete kundenorientierte Modellansatz hatte den Anspruch, die wahrscheinliche Reaktion potentieller Kunden auf die Einführung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs (HGV) zu simulieren. In Abbildung 44 sind kundenorientierter und kundenunabhängiger Ansatz vergleichend dargestellt. Dabei sind von der Intuition des Analytikers unabhängige Arbeitsschritte in einem Kreis, die abhängigen Arbeitsschritte mit einem Rechteck gekennzeichnet.



#### Kundenorientierter Lösungsansatz



#### Kundenunabhängiges Konzept

**Abbildung 44 Kundenorientierter und kundenunabhängiger Lösungsansatz**  
(Quelle: ZUMKELLER, HERRY, HEINISCH [1985])

Zur Ermittlung von Übergangswahrscheinlichkeiten von den vorhandenen Verkehrsträgern auf das neue HGV-Angebot wurden stated-preference Befragungen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden auf Basis eines status-quo Abbilds der Personenfernverkehrsnachfrage zur Ermittlung von relationsspezifischen Marktanteilen für verschiedene Planungsfälle unter Berücksichtigung der Fahrzeitveränderungen und Komfort- und Imageeffekten angewendet.

In der Folgezeit sind bis heute keine weiteren mikroskopischen Modelle publiziert worden. Als ein wesentlicher Grund hierfür ist wohl das Fehlen der erforderlichen empirischen Datengrundlage zum Personenfernverkehr anzumerken.

In Holland und Frankreich wurden in den 1980er Jahren ebenfalls mikroskopische Verkehrsmodelle zum Personenfernverkehr entwickelt. Die Arbeiten sind jedoch nur wenig dokumentiert bzw. nicht publiziert worden.

## **5 Längsschnittorientierte Abbildung des Personenfernverkehrs**

Die Fokussierung auf das entscheidende Individuum als Verursacher der Verkehrsnachfrage legt bei der Wirkungsabschätzung in komplexen Systemen die Nutzung mikroskopischer Modellkonzepte zur detaillierteren Berücksichtigung individueller Präferenzen und Restriktionen nahe.

Im Nachfragesegment des Fernverkehrs werden individuelle Präferenzstrukturen und Restriktionen besonders deutlich und ziehen sich als eine Art „roter Faden“ durch das individuelle Verkehrsverhalten der auf den ersten Blick als unabhängig erscheinenden Fernreiseereignisse einer Person.

Zur Abschätzung von Veränderungen in der Struktur der Nachfrage als Reaktion auf ein verändertes Verkehrsangebot sind daher haushalts-, personen- und reisespezifische Einflüsse auf das Verkehrsverhalten im Allgemeinen und auf das Wahlverhalten im Besonderen zu berücksichtigen.

Mit dem folgenden Modellkonzept wird ein mikroskopischer Ansatz zur Abschätzung von Fernverkehrsverhalten unter veränderten Rahmenbedingungen vorgeschlagen. Der vorliegende Ansatz umfasst neben einer fernverkehrsspezifischen Verkehrsentstehung zur mikroskopischen Wiedergabe der Nachfragestruktur und ein auf den Fernverkehr ausgerichtetes Zielwahlmodul einen mikroskopischen Ansatz zur Modellierung der Verkehrsmittelwahl unter Berücksichtigung der Einflüsse des Individuums, des Reisekontextes und des Verkehrssystems.

### **5.1 Modellgrundlagen**

#### **5.1.1 Ziel der Modellierung**

Die Konzeption eines Modells ist in erster Linie von der Fragestellung der Anwendung abhängig. Erst wenn der Anwendungsbereich eines Modells umrissen wurde und somit die Modellbereiche definiert sind, in denen Sensibilität für Maßnahmen und Veränderungen der Ausgangssituation gegeben sein soll, sind Überlegungen zu dessen Konzeption möglich. Bei der anschließenden Umsetzung kann der Modellentwickler auf vielfältige Module zurückgreifen, die bereits mit Erfolg angewendet wurden und in der Literatur ausführlich dokumentiert sind.

Im vorliegenden Fall soll ein Modell für den Anwendungsbereich des Fernverkehrs entwickelt werden, in dem bisher kaum Erfahrungen im Bereich der Mikrosimulation vorliegen. Deshalb ist es notwendig, sich mit dem grundsätzlichen Aufbau eines Individualverhaltensmodells für den Fernverkehr auseinander zu setzen und zu prüfen,

inwieweit vorhandene Modellkonzepte und Module aus dem Alltagsverkehr übertragbar sind und welche Modifikationen für diesen speziellen Anwendungsfall notwendig werden. Dem vorliegenden Modell für den Fernverkehr liegen zwei Überlegungen zugrunde:

Einerseits soll es sensibel für Maßnahmen (z. B. im Bereich der Verkehrsmittelwahl) sein und hierbei hinsichtlich der Veränderung des Verkehrsangebots auf Ebene des Individuums die Situation des Haushalts, der Person und der Reise berücksichtigen. Die Sensibilität für derartige Maßnahmen wird durch die Anwendung des Autonomieprinzips (vgl. ZUMKELLER [1989]) erreicht, das dem Individuum die alleinige, autonome Möglichkeit zu Reaktion aufgrund veränderter Rahmenbedingungen zubilligt.

Andererseits soll es möglich sein, die Auswirkung auf kollektive Zustände im Verkehrssystem infolge von Verhaltensreaktionen einzelner Individuen aufgrund einer Maßnahme abschätzen zu können. Dies geschieht durch die Summation des Verhaltens aller Individuen, dem sogenannten Querschnittsprinzip (vgl. ZUMKELLER [1989]).

Somit ermöglicht diese mikroskopische Vorgehensweise einerseits die Mechanismen des Entscheidungsprozesses im originären Kontext des einzelnen Individuums realitätsbezogen durchzuführen, während gleichzeitig durch die Zusammenführung aller Einzelprozesse ein Blick auf das Kollektiv ermöglicht wird.

Dies soll an einem fiktiven Beispiel kurz erläutert werden: Eine Maßnahme soll die Attraktivität eines Verkehrsträgers verbessern und einzelne Individuen zum Wechsel zu diesem Verkehrsträger animieren. Zunächst ist zu prüfen, welche Reisen in ihrer individuellen Ausprägung für einen maßnahmebedingten Wechsel in Betracht kommen. Unter Berücksichtigung der individuellen Situation der Reisen kann analytisch bzw. simulativ entschieden werden, unter welchen Rahmenbedingungen eine Nutzung des Verkehrsträgers möglich ist und wie wahrscheinlich die Nutzung des Verkehrsträgers ist. In einer Auswertung eines repräsentativen Datensatzes der Verkehrsnachfrage mit allen relevanten Einflussgrößen der Entscheidung kann nun gezeigt werden, welche Veränderungen sich für das Verkehrssystem aufgrund der Maßnahme ergeben. Durch die Verknüpfung der Reisedaten mit den Haushalts- und Personeninformationen kann anschließend analysiert werden, welche Kundenkreise von der Maßnahme angesprochen werden, und in welcher individuellen Situation ein Übergang erfolgt.

Voraussetzung zur Entwicklung eines derartigen maßnahmesensiblen Modells sind sowohl umfassende Kenntnisse der Struktur der Nachfrage in der Ausgangslage selbst als auch das Verständnis für die Abläufe der individuellen Entscheidungsprozesse, die zur vorliegenden Nachfragestruktur führen. Das zugrundeliegende empirische Daten-

material und die in der Verkehrswissenschaft entwickelten Methoden zur Modellierung bilden hervorragende Voraussetzungen zur Erfüllung beider Ansprüche.

Ziel des Modellkonzeptes ist die Messung von Verhaltensreaktionen auf veränderte Rahmenbedingungen in der Bundesrepublik Deutschland. Das Modellkonzept erlaubt ein breites Spektrum von Anwendungsfällen. So können prinzipiell die verkehrlichen Auswirkungen veränderter Rahmenbedingungen wie z.B. eine Alterung der Gesellschaft oder Veränderungen in der Sozialstruktur der Bevölkerung evaluiert werden. Mit Hilfe des Modells lassen sich aber auch die Wirkungen von Maßnahmen wie eine Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur (z.B. durch Neubaumaßnahmen) oder steuerpolitische Eingriffe (Kraftstoffpreiserhöhungen) auf die Verkehrsnachfrage abschätzen. In Kapitel 6 wird in zwei Beispielen mit Hilfe des Modells einerseits die Auswirkungen verschiedener Schulferientermine auf die Verkehrsnachfrage in den Sommermonaten abgeschätzt, andererseits werden die Auswirkungen von Angebotsveränderungen der Bahn auf die Verkehrsnachfrage evaluiert. Über diese Beispiele hinaus sind weitere vielseitige Anwendungen des Modells, wie z.B. eine bundesweite, gemeindgenaue Fernverkehrsverflechtung möglich.

Bei der Modellanwendung ist zu berücksichtigen, dass sich die zugrundeliegenden Daten auf das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland beziehen und allen Aussagen das Inländerprinzip<sup>86</sup> zugrunde liegt. Die geeichten Modellparameter beziehen sich daher auf das Verhalten von in der Bundesrepublik wohnenden Individuen und originär nicht auf das Verhalten von Individuen, die aus dem Ausland in das Gebiet der Bundesrepublik einreisen oder dieses im Transit durchreisen. Es können somit – bezogen auf die Quelle einer Reise – im eigentlichen Sinne nur Binnen- bzw. Quellverkehre simuliert werden. Zur Abschätzung von Netzbelastungen für den Fernverkehr sind somit zusätzliche Module zur Abschätzung der Ziel- bzw. Durchgangsverkehre notwendig, die nicht Gegenstand des vorgestellten Modellkonzeptes sind.

Eine Übertragung des Modells auf andere europäische Länder bzw. das außereuropäische Ausland ist prinzipiell möglich, erfordert aber eine anwendungsspezifische Prüfung und Eichung.

---

<sup>86</sup> Bei Anwendung des Inländerprinzips finden alle Ortsveränderungen einer räumlich abgegrenzten Population Berücksichtigung, auch wenn diese die Grenze des Untersuchungsraumes überschreiten. Im Gegensatz hierzu berücksichtigt das Inlandsprinzip alle Ortsveränderungen innerhalb eines räumlich abgegrenzten Gebietes, also auch solche von einstrahlenden Verkehrsströmen.

Der Erstellung eines Modells zur Abbildung von Fernverkehr muss eine analytische Auseinandersetzung mit dem Untersuchungsgegenstand vorausgehen, deren Schlüsselergebnisse in Kapitel 3 vorgestellt wurden. Aus den empirischen Befunden ergeben sich zur Gewährleistung einer annehmbaren Güte eine Reihe von Forderungen an das Modell.

Das Modell soll auf räumlich definierte Untersuchungsgebiete angewendet werden. Als kleinste räumliche Bezugseinheit werden politische Gemeinden verwendet. Für größere Gebiete ergeben sich bei einer vollständigen Abbildung aller Haushalte sehr große Dateien. Es ist daher die Möglichkeit zur Simulation von Teilmengen der Grundgesamtheit mit anschließender Hochrechnung vorzusehen.

Die notwendige Bildung von Haushalten muss in ihrer Zusammensetzung, Eckwerten und Verteilungen der zu simulierenden Grundgesamtheit entsprechen. Als Referenz werden die Ergebnisse des Mikrozensus und der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) herangezogen.

Die zu den Haushalten gehörenden Personen müssen innerhalb der Haushalte sinnvolle Merkmalskombinationen aufweisen. Weiterhin muss die Bevölkerungszusammensetzung der simulierten Personen im Haushalt der zu simulierenden Grundgesamtheit entsprechen.

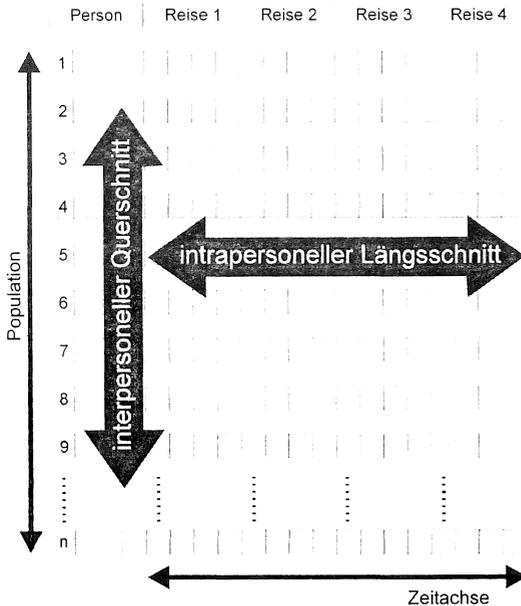
Das Modul der Verkehrsentstehung muss in der Lage sein, die in der Bevölkerung gefundenen Strukturen und Verteilungen der Fernverkehrsnachfrage wiederzugeben. Ein spezielles, auf den Fernverkehr zugeschnittenes Verfahren ist zu entwickeln.

Die zur Modellierung der Zielwahl bekannten Verfahren sind auf den Fernverkehr zu übertragen und geeignet anzupassen.

Das Modul der Verkehrsmittelwahl soll einen möglichst großen Anteil der vorhandenen Varianz in der Wahl der Verkehrsmittel auf empirisch beschreibbare Faktoren zurückführen. Hierzu werden Einflüsse aus Person, Reiseereignis und Verkehrssystem berücksichtigt.

### **5.1.2 Längsschnittorientierte Modellierung**

Längsschnittorientierte Modellansätze dienen dazu, das Verhalten von Personen über Zeiträume hinweg abbilden und analysieren zu können. Derartige Ansätze sind daher darauf ausgerichtet, nicht nur im interpersonellen Querschnitt sondern auch im intrapersonellen Längsschnitt plausible Ergebnisse liefern zu können (Abbildung 45). Dies setzt in der Modellentwicklung längsschnittbasierte Datenquellen für die Analyse und Modellkonzeption voraus.



**Abbildung 45 Quer- und Längsschnitt (eigene Darstellung)**

Eine besondere Bedeutung bei der längsschnitorientierten Modellierung kommt der Variation des Verhaltens der einzelner Person zu (vgl. z.B. LIPPS [2001]). Die in den Ausgangsdaten gefundenen längsschnittbezogenen Effekte wie z.B. Schiefe in der Verteilung der Mobilität in der Bevölkerung (vgl. Kapitel 3.3.1) oder die Nutzungsmuster der Verkehrsmittel (vgl. z.B. Kapitel 3.3.4) sollen in das Modellkonzept einbezogen werden.

Das längsschnitorientierte Modellkonzept ermöglicht in zweierlei Hinsicht neuartige längsschnitorientierte Analysen. So können erstens mit einem solchen Modellkonzept Kundensegmente differenziert und Nicht-Nutzer von Nutzern eines Verkehrsangebotes unterschieden werden. Zweitens kann das Verhalten von Personen im Zeitverlauf betrachtet werden. Dies ist z.B. zur Prognose von Nachfragespitzen zum Schulferienbeginn oder an Feiertagen wichtig. Die Berücksichtigung von Aspekten des Längsschnittes im Modellkonzept ermöglicht somit erweiterte Analyse- und Prognosemöglichkeiten und einen verbesserten Realitätsbezug.

### 5.1.3 Abstraktion von Reiseereignissen

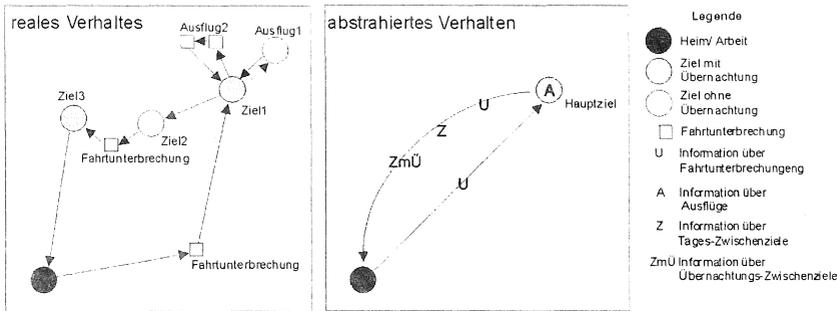
Reisen im Fernverkehr setzen sich aus Fahrten und Etappen zusammen, die mit hohem Detaillierungsgrad in der zugrundeliegenden Fernverkehrserhebung erfasst wurden. Für

Zwecke der Analyse und für eine spätere Modellarchitektur sind jedoch algorithmische Vereinfachungen notwendig, um die relevanten Elemente der einzelnen Reiseereignisse zu identifizieren. Hierzu sind Abstraktionen der Daten notwendig, die einerseits die Datenstrukturen vereinfachen und deren Operationalisierbarkeit verbessern, andererseits die vorhandene Vielfalt der Reismuster erhalten. Bei der hierzu notwendigen Aggregation der Daten werden durch geeignete Strukturen Informationsverluste minimiert. Folgende Schritte der Aggregation werden durchgeführt (Abbildung 46):

- A. Es werden nur verkehrsbedingte Etappen (z.B. aufgrund eines Verkehrsmittelwechsels) berücksichtigt. Alle verkehrsfremden Unterbrechungen einer Fahrt, die zu einer Aufspaltung in mehrere Etappen führt, werden eliminiert (z.B. Pausen an Rasthöfen). Es wird lediglich festgehalten, dass eine derartige Unterbrechung stattgefunden hat.
- B. Während der Aufenthaltszeit an einem Ziel werden detaillierte Informationen über Ausflüge mit Rückkehr zum gleichen Ziel eliminiert. Es wird lediglich festgehalten, dass derartige Ausflüge durchgeführt wurde.
- C. Rundreisen mit mehreren Reisezielen werden auf ein Hauptziel begrenzt. Dabei wird das Ziel mit dem längsten Aufenthalt beibehalten, weitere Zwischenziele werden ausgelassen. Da der überwiegende Teil der Reisen Ein-Ziel-Reisen sind, werden nur bei einem kleinen Anteil Veränderungen der Reisestruktur vorgenommen.

Durch die vorgenommenen Abstraktionen ergeben sich die folgenden Eigenschaften für die Reiseelemente Fahrt und Aufenthalt:

Fahrten	verkehrsfremde Unterbrechung (ja/nein)
	weitere Reiseziele (ja/nein)
Aufenthalt	Ausflüge durchgeführt (ja/nein)



**Abbildung 46 Vergleich der Detaillierung von Reiseereignissen in der Realität und in der Analyse/ Modell (eigene Darstellung)**

Die durchgeführten Abstraktionen werden auch auf das Simulationsmodell angewendet und begrenzen die mögliche Komplexität einzelner Reisen zur Verbesserung der Operationalisierbarkeit.

## 5.2 Modellstruktur

Das Grundprinzip des Modells besteht in einer mikroskopischen Nachbildung der Nachfrage des Fernverkehrs durch die virtuelle Bildung von Haushalten mit Personen und allen zugehörigen Reisen. Auf den Ebenen des Haushaltes, der Person und der Reise werden die erforderlichen mikroskopischen Eigenschaften zur Simulation des Wahlverhaltens der reisenden Individuen ermittelt. Basis hierzu ist ein Simulationsdatensatz, der die Datenebenen Haushalt, Person und Reise umfasst und eine intrapersonelle Verknüpfung dieser Ebenen erlaubt (vgl. Abbildung 42).

Das vorliegende Modell ist modular aufgebaut. Die Module werden sequentiell abgearbeitet, in jedem Modul wird im Simulationsdatensatz auf den einzelnen Datenebenen entsprechende Eigenschaftsvariablen hinzugefügt.

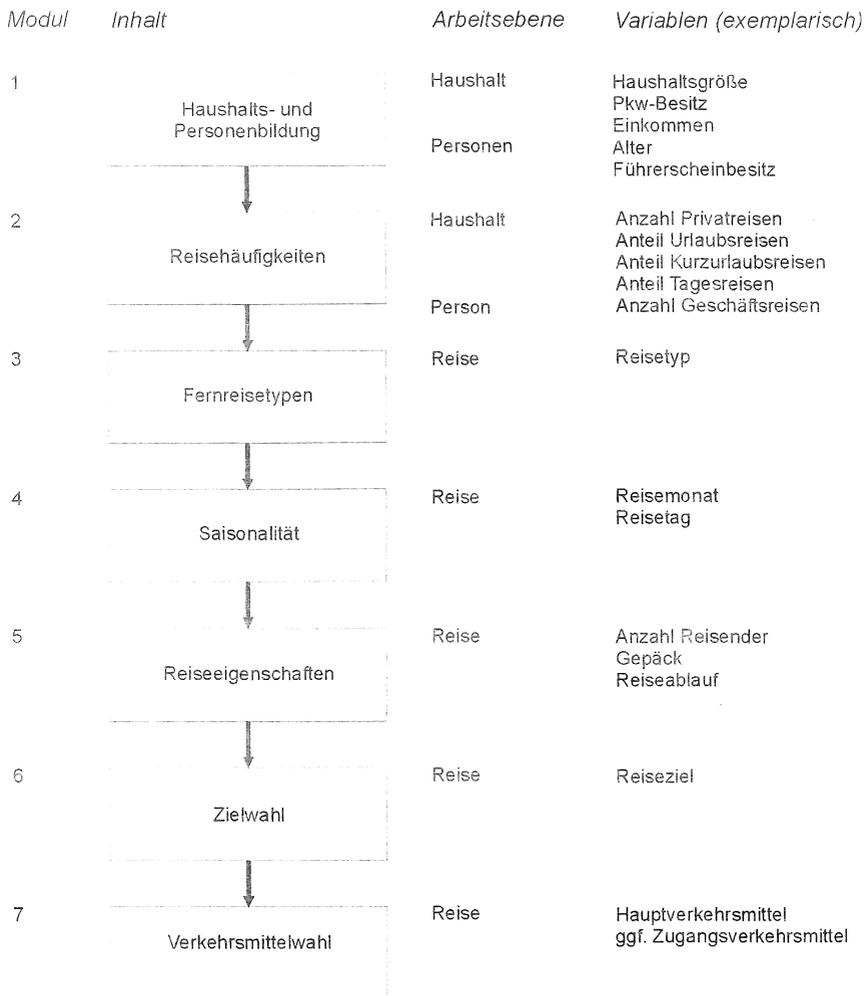
Auf Ebene des Haushaltes und der Person werden einzelne Eigenschaften im Sinne einer Partialsimulation über statistische Zusammenhänge sequentiell ergänzt. Die im Modell enthaltenen Haushalte und Individuen entsprechen keinen bestimmten, in der Realität beobachteten Haushalten und Personen, sondern weisen prototypischen Charakter auf.

Auf Ebene der Reisen werden wesentliche Eigenschaften ebenfalls über statistische Zusammenhänge sequentiell ergänzt. Ein Teil der für die Verkehrsmittelwahlmodellierung erforderlichen Reiseeigenschaften wird als kompletter Datensatz aus den Erhebungsdaten in das Modell implementiert. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass die simulierten Reisen einen in sich plausiblen Kontext aufweisen.

Das Simulationsmodell zur Abbildung der Nachfrage im Fernverkehr umfasst insgesamt sieben aufeinander aufbauende Module. Das *Modul Haushalts- und Personenbildung* beinhaltet die Generierung einer entsprechenden Population für die mikroskopische Betrachtung. Zuerst werden Haushalte gebildet und mit entsprechenden Eigenschaften ausgestattet. Anschließend werden die Haushalte um Personen ergänzt und die relevanten personenbezogenen Eigenschaften zugespielt. Das folgende *Modul Reisehäufigkeiten* beinhaltet die Prozesse der Verkehrsentstehung, im Fall des Fernverkehrs die Generierung von Fernreisen für die Haushalte der Population.

Die folgenden Module befassen sich mit den Reiseereignissen selbst. Das *Modul Fernreisetypen* beinhaltet eine mehrstufige Gliederung der Fernreisen, im *Modul Saisonalität* wird der längsschnittorientierte Aspekt der jahreszeitlichen Verteilung der Reisen behandelt. Im *Modul Reiseeigenschaften* schließlich findet eine Ausgestaltung der Reiseereignisse mit Eigenschaften zum Reisekontext statt.

Das folgende *Modul Zielwahl* beinhaltet die Entscheidung für ein Reiseziel, im *Modul Verkehrsmittelwahl* findet schließlich die Auswahl eines Verkehrsmittels für die Reise statt.



**Abbildung 47 Modellüberblick Nachfragemodellierung (eigene Darstellung)**

Eine eigenständige Umlegung ist im Modell nicht implementiert. Informationen zur Fahrtroute werden jedoch im Zuge der Verkehrsmittelwahl für alle Reiseereignisse zur Ermittlung der Parameter Kosten und Reisezeit in grober Auflösung ermittelt und können ggf. weiterverarbeitet werden.

Eine schematische Darstellung des Modellablaufs zur Generierung der Nachfrage im Fernverkehr ist in Abbildung 47 dargestellt.

In den folgenden Kapiteln 5.2.1 bis 5.2.7 werden die Module im einzelnen erläutert.

### **5.2.1 Modul Haushalts- und Personenbildung**

Grundlage des mikroskopischen Modellansatzes ist eine auf Verkehrszellen aufgeteilte virtuelle Bevölkerung, die über alle simulationsrelevanten Eigenschaften verfügt. Im Verkehrssegment des Fernverkehrs spielt der Haushalt neben der Person eine dominierende Rolle, wie in Kapitel 3.2.2 gezeigt werden konnte. Daher kann in einer mikroskopischen Simulation des Fernverkehrs neben der Person (Individuum) auf den Haushalt als personenzusammenfassende Einheit nicht verzichtet werden.

Durch eine Totalsimulation (vgl. ZUMKELLER [1989]) werden prototypische Haushalte und Personen gebildet, die in mehreren Arbeitsschritten mit simulationsrelevanten Eigenschaften ausgestattet werden. Hierzu werden neben dem vorhandenen empirischen Material zum Fernverkehr aus dem Projekt INVERMO Sekundärstatistiken und Mikrodaten zur Bildung von Verteilungen und Anteilssätzen benötigt. Die verwendeten Quellen sind in Kapitel 2.4 vorgestellt. Der überwiegende Teil der Analysen und Berechnungen basiert auf den umfangreichen Haushalts- und Personendaten des MOP der Jahre 1996 bis 2001, die weiteren Quellen wurden zur Überprüfung der Ergebnisse herangezogen.

Die bundesweite, gemeindegroße Bildung von Haushalten basiert auf einer bundeslanddifferenzierten Haushaltsgrößenverteilung, die im Rahmen des Mikrozensus zur Verfügung gestellt wird und die Ortsgrößenklasse von Gemeinden berücksichtigt. Mithilfe dieser Verteilungen lässt sich je Gemeinde eine entsprechende Anzahl von Haushalten mit der zugehörigen Haushaltsgröße bilden.

Der Anspruch, konsistente Haushalte zu simulieren führt zu einer Vorgehensweise, in einem einzigen Arbeitsschritt die Struktur jedes Haushaltes durch Vorgabe der sozialen Rollen aller Personen im Haushalt zu erzeugen. Als Schlüsselkriterien zur Beschreibung der Personen im Haushalt werden die Attribute soziale Rolle im Haushalt und beruflicher Status der Person verwendet (vgl. Tabelle 8). Hierzu werden, differenziert nach Haushaltsgröße, in der Realität vorhandene Kombinationen der sozialen Rolle im Haushalt und der zugehörigen Berufstätigkeit für verschiedene Ortsgrößenklassen analysiert und für eine Simulation aufbereitet. Hierdurch ergeben sich insgesamt 16 verschiedene Haushaltsstrukturtypen (vgl. Anhang 1); durch die Kombination mit verschiedenen Berufsstatusstrukturtypen ergeben sich insgesamt 120 verschiedene Haushalts-Berufs-Konstellationen.

Rolle im Haushalt
A Mann/ Vater
B Frau/ Mutter
C Kind
D Sonstige Person

Berufstyp
A vollzeitbeschäftigt
B teilzeitbeschäftigt
C Hausfrau/ Hausmann/ Arbeitsloser
D Rentner
E Schüler/ Fachschüler/ Azubi (ab 14 Jahre), Student/ Wehrdienstleistender/ Zivildienstleistender
F Kind bis 14 Jahre

**Tabelle 8 Soziale Rolle im Haushalt (eigene Darstellung)**

In den folgenden Arbeitsschritten werden den Personen jedes Haushaltes weitere Eigenschaften über statistisch signifikant erklärende Variablen zugespielt, so dass eine Basisdatei mit Haushalten und Personen vorliegt, die die in Tabelle 9 dargestellten Attribute aufweist (vgl. auch Anhang 2).

Für die Verkehrsmittelwahlmodellierung werden zusätzliche haushalts- bzw. personenbezogene Eigenschaften zur Beschreibung der modalen Prägung benötigt, da diese in der Haupterhebung erfassten Variablen einen für das Verkehrsmittelwahlmodell relevanten Erklärungsgehalt aufweisen. Die modale Prägung besteht aus einem Datensatz mit 36 Variablen und wird den virtuellen Personen im Modell über sozioökonomische Schlüsselgrößen als vollständiger Informationsblock zugespielt. Eine Beschreibung dieser Variablen erfolgt in Kapitel 5.2.7.

<b>Datenebene</b>	<b>Attribut</b>
Haushalt	Bundesland/ Gemeinde
	Haushaltsgröße
	Haushaltsstruktur
	Führerscheinbesitz im Haushalt
	Pkw-Besitz
	Einkommen

Person	Rolle im Haushalt
	Geschlecht
	Altersklasse
	Schulabschluss
	Berufstatus
	Berufsausbildung
	Führerschein

**Tabelle 9 Simulierte Attribute für Haushalte und Personen  
(eigene Darstellung)**

Abbildung 48 zeigt in einem schematischen Ablaufdiagramm den Aufbau des Moduls Haushalts- und Personenbildung.

# Modul Haushalts- und Personengenerierung

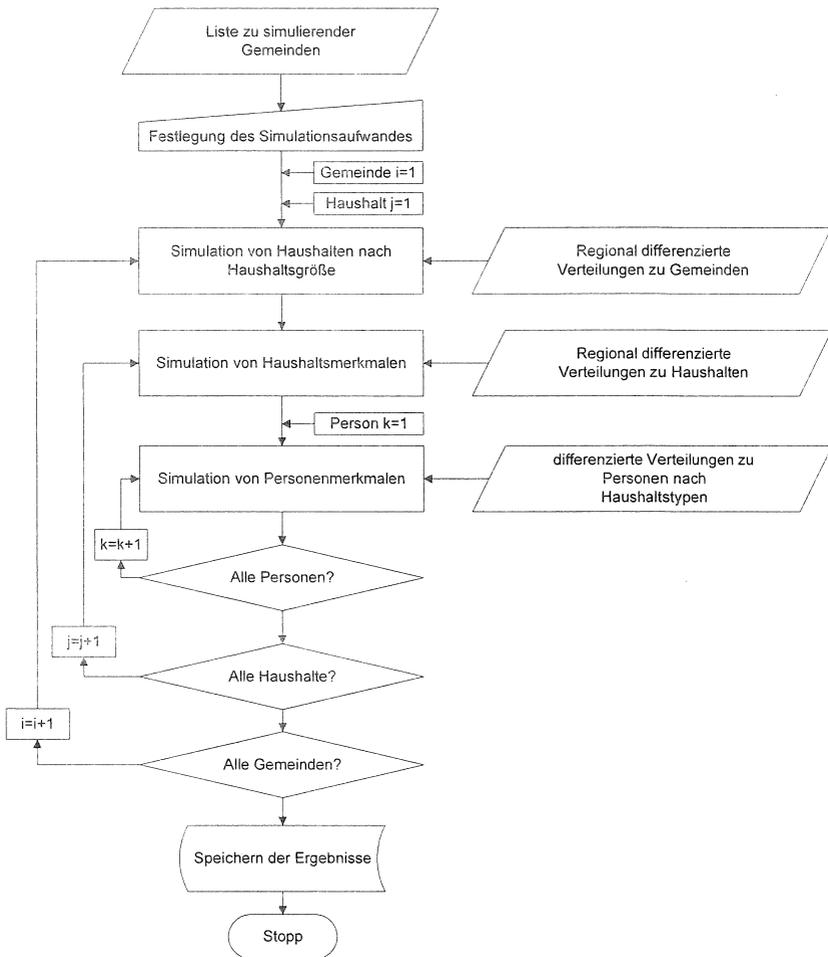


Abbildung 48 Schematisches Ablaufdiagramm zur Haushalts- und Personengenerierung (eigene Darstellung)

### 5.2.2 Modul Reishäufigkeiten

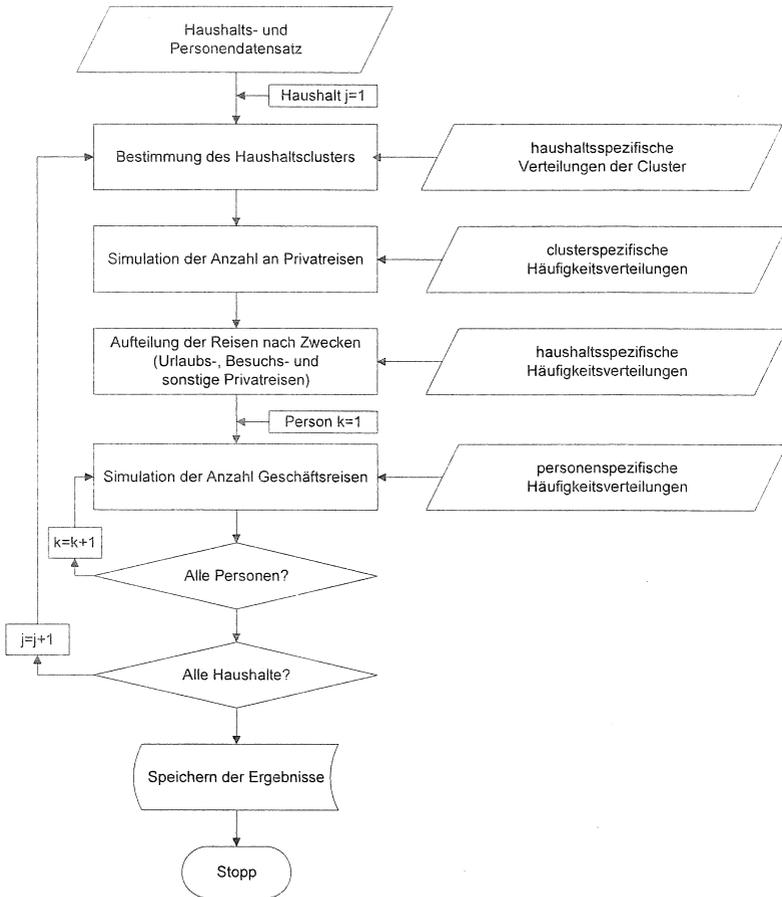
Das zur Modellierung der Verkehrsentstehung des Alltagsverkehrs angewendete Verfahren von Aktivitäten- und Wegeketten ist aufgrund der abweichenden Rahmenbedingungen nicht auf den Fernverkehr übertragbar. Im Fernverkehr treten Reisen unterschiedlicher Zwecke als diskrete Ereignisse im Jahresverlauf auf. Auch wenn die Ereignisse selbst als voneinander unabhängig betrachtet werden können, so sind hinsichtlich der Frage, ob und wie viele Reisen mit einem bestimmten Reisezweck ein Haushalt bzw. eine Person durchführt, haushalts- und personenbezogene Zusammenhänge zu berücksichtigen, um das in Kapitel 3.3.1 dargelegte Bild der Nachfrage im Modell wiedergeben zu können.

Zur Simulation der Verkehrsnachfrage im Fernverkehr wird eine mehrstufige Vorgehensweise vorgestellt, die zuerst auf private Reisen der Haushalte eingeht und anschließend Geschäftsreisen auf Personenebene hinzufügt. Dieser Prozess wird in fünf Simulationsschritten abgearbeitet und ist im schematischen Ablaufdiagramm in Abbildung 49 dargestellt.

In der ersten Stufe der Modellierung wird den Haushalten mittels einer Monte-Carlo-Simulation zugespielt, ob private Reisen durchgeführt werden. Hierbei werden die sozio-ökonomischen Eigenschaften Einkommen, Altersstruktur, Bildungsniveau und Pkw-Verfügbarkeit berücksichtigt.

In der zweiten Stufe wird den Haushalten eine Gesamtzahl an privaten Fernreisen zugespielt. Verkehrsberechnungsmodelle für den Alltagsverkehr greifen hierbei in der Regel auf Gruppen mit homogenem Verhalten zurück und verwenden je Gruppe mittlere Wegezahlen bzw. Wegeketten zur Simulation der Verkehrsentstehung (vgl. z.B. SCHMIEDEL [1984]). In Kapitel 3.3.1 wurde für private Reisen gezeigt, dass eine entsprechende Regressionsanalyse zur Erklärung der Anzahl der jährlich durchgeführten Fernreisen durch sozio-ökonomische Eigenschaften im statistischen Sinne ein nur unbefriedigendes Ergebnis liefert. Dies liegt in der hohen Variation der Reishäufigkeit in Gruppen mit gleichen sozio-ökonomischen Eigenschaften bzw. in der unbefriedigenden Qualität sozio-ökonomischer Eigenschaften als erklärende Prädiktoren der Verkehrsentstehung im Fernverkehr.

## Modul Reisehäufigkeiten



**Abbildung 49 Schematisches Ablaufdiagramm zur Verkehrsentstehung (eigene Darstellung)**

Die Verwendung von Mittelwerten der Anzahl der jährlich durchgeführten privaten Fernreisen auf sozio-ökonomische Gruppen würde folglich einen großen Teil der beobachteten Schiefe in der Verteilung der Nachfrage egalisieren. Um diesen Effekt zu vermeiden wird zur modellhaften Beschreibung der Verkehrsentstehung im Fernverkehr auf eine Mittelwertbildung zugunsten entsprechender Verteilungsfunktionen sozio-

ökonomischer Bevölkerungscluster verzichtet. Hierdurch wird im Simulationsmodell die Wiedergabe der beobachteten Schiefe der Verteilung der Nachfrage sichergestellt.

Ausgangspunkt des Cluster-Prozesses ist eine Einteilung der Bevölkerung nach den vier Merkmalen Nettoeinkommen, Bildungsabschluss, Pkw-Besitz und Alter analog zu Kapitel 3.3.1 (vgl. Tabelle 10).

<b>Merkmal</b>	<b>Anzahl Klassen</b>	<b>Klassenbeschreibung</b>
Nettoeinkommen	4	(1) bis 750€ (2) 750-1.500€ (3) 1.500-3.000€, (4) 3.000 € und mehr
Höchster Bildungsabschluss im Haushalt	3	(1) Hauptschulabschluss, (2) Mittlere Reife, (3) Abitur
Pkw-Besitz im Haushalt	2	(0) kein Pkw vorhanden, (1) Pkw vorhanden
Alter	2	(1) 14-60 Jahre, (2) 60+ Jahre

**Tabelle 10      Verwendete Merkmale zur Bildung von Bevölkerungsclustern  
(eigene Darstellung)**

Insgesamt ergibt sich eine Einteilung in 48 Gruppen, die in den empirischen Daten z.T. nur schwach besetzt sind und daher auch auf Basis der großen Stichprobe des Screenings mit 17.000 Interviews keine statistisch valide Ableitung von Verteilungskurven erlauben. Daher wurden mittels einer Clusteranalyse diese 48 Gruppen zu 7 Clustern mit ähnlichem Reiseverhalten zusammengefasst. Das Ergebnis der Clusteranalyse ist in Tabelle 11 dargestellt. Die vorgenommene Zusammenfassung zu Clustern dient lediglich zur Operationalisierung der empirischen Daten unter den gegebenen Stichprobenrestriktionen. Im Prozess der Clusterung ist ein möglichst großer Teil der Variation der Nachfrageverteilung zu erhalten.

Der angegebene vierstellige Code in Tabelle 11 bezeichnet die sozio-ökonomische Merkmalskombination der insgesamt 48 Gruppen zu Beginn der Clusterung. Die erste Stelle entspricht der Einkommensgruppe, gefolgt von Bildungsabschluss, Pkw-Besitz und Alter an den Stellen 2 bis 4 entsprechend Tabelle 10.

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6	Cluster 7
1101	1201	1301	2311	3301	2201	3101
1102	1202	1302	2312	3302	2202	3201
1111	1211	1311	4201	3311	2211	3202
1112	1212	1312	4202	3312	2212	3111
2101	2111	4101	4211	4301	2301	3211
2102		4102	4212	4302	2302	3212
2112		4111		4311	3112	
		4112		4312	3102	

**Tabelle 11 Zusammenfassung sozio-ökonomischer Gruppen zu Bevölkerungsklustern (eigene Darstellung)**

Betrachtet man die Zugehörigkeit einzelner Merkmalsausprägungen zu den Clustern, wird offensichtlich, dass die Ausprägungen Einkommen und Bildungsniveau die entscheidenden Eigenschaften zur Clusterung darstellen. Im Cluster 3 lassen sich Kompensationseffekte zwischen hohem Einkommen und niedrigem Bildungsabschluss bzw. niedrigem Einkommen und hohem Bildungsabschluss finden. Dies kann in Analogie zu Budgetüberlegungen interpretiert werden. Die Ausprägungen Pkw-Besitz und Alter spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Die aus den 48 Gruppen gebildeten sieben Cluster lassen sich wie folgt charakterisieren:

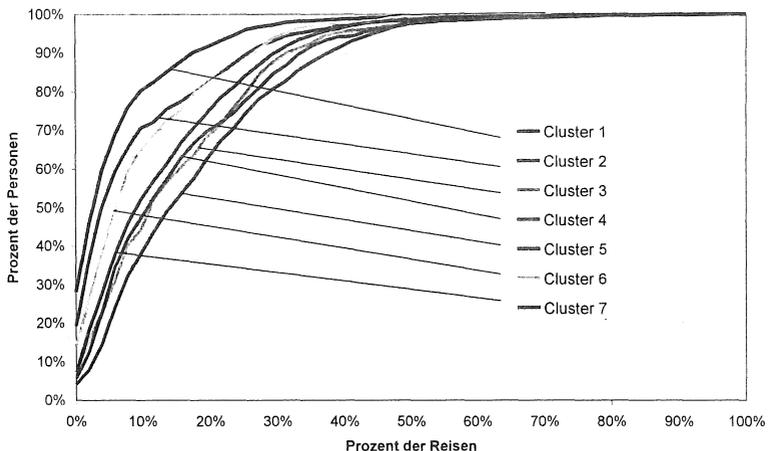
Cluster 1 enthält Haushalte mit geringem Einkommen und geringem Bildungsniveau; entsprechend weist die Summenlinie einen hohen Anteil immobilier Haushalte auf, die zugehörige Verteilungskurve zeigt, dass dieses Cluster das am wenigsten mobilste ist.

Das Cluster 2 enthält Haushalte mit unterdurchschnittlichem Einkommen und mittlerem Bildungsniveau, im Cluster 6 sind Haushalte mit mittlerem Einkommen und mittlerem Bildungsabschluss zusammengefasst. Beide Verteilungskurven sind sich ähnlich, weisen jedoch Unterschiede hinsichtlich des Anteils immobilier Haushalte auf.

Die Cluster 3 und 4 enthalten sowohl Haushalte mit geringem Einkommen und hohem Bildungsniveau als auf solche mit hohem Einkommen aber geringem Bildungsabschluss. Cluster 7 umfasst Haushalte mit überdurchschnittlichem Einkommen und gehobenem Bildungsabschluss. Alle drei Cluster weisen ähnliche, überdurchschnittlich mobile Verteilungskurven auf.

Cluster 5 enthält Haushalte mit hohem Einkommen, hohem Bildungsniveau und überwiegend mit Personen im mittleren, aktiven Alter. Die zugehörige Verteilungskurve weist dieses Cluster als am aktivsten im Fernverkehr aus.

Die zu den Clustern zugehörigen empirisch ermittelten Verteilungskurven sind in Abbildung 50 dargestellt.



**Abbildung 50 Summenlinien der Reishäufigkeiten der Bevölkerungscluster (eigene Darstellung)**

Auf Basis der ermittelten empirischen Verteilungskurven lassen sich für jeden Haushalt, entsprechend der Cluster-Zugehörigkeit die Anzahl der jährlichen Privatreisen zuspiegeln. Erst in einem späteren Schritt werden die Reisezwecke weiter verfeinert (vgl. Kapitel 5.2.3).

In der folgenden dritten Stufe der Modellierung der Verkehrsentstehung von Privatreisen auf Haushaltsebene wird die in der vorangegangenen Stufe ermittelte Anzahl von Privatreisen auf die Reisezwecke Urlaubsreise, Privatreise mit Übernachtung und Privatreise ohne Übernachtung aufgeteilt. Basis dieser Stufe ist eine entsprechende Analyse der Reisezusammensetzung der Daten der Screening-Erhebung. Eine feinere Unterteilung der Reisen nach Reisetyp folgt in einem späteren Arbeitsschritt und ist in Kapitel 5.2.3 beschrieben.

Die vierte und fünfte Stufe dient der Ermittlung von Personen mit Geschäftsreisetaetigkeit. Hierbei werden Personen verschiedener Berufstatus unterschieden. Vollzeitbeschäftigte weisen den höchsten Anteil an Geschäftsreisenden auf und unternehmen im Mittel auch die meisten Reisen. Einzelne Geschäftsreisen sind aber auch bei Teilzeitbeschäftigten sowie Schülern, Studenten und Auszubildenden vorzufinden. Bei beiden Berufsstatusgruppen ist der Anteil der Geschäftsreisenden im Jahr jedoch gering. Obwohl Geschäftsreisen nur in geringer Anzahl auftreten, werden bei beide Gruppen diese im Modell berücksichtigt. Bei Personen mit dem Berufstatus

96

Hausfrau/ -mann bzw. Rentner wird auf eine Berücksichtigung von Geschäftsreisen verzichtet, da derartige Reisen im empirischen Material nur in wenigen Ausnahmefällen beobachtet werden konnten.

Analog zu den Privatreisen werden in der vierten Stufe differenziert nach Berufsstatus erst die Personen bestimmt, die prinzipiell Geschäftsreisen unternehmen. Hierzu werden als erklärende Variable Bildungsabschluss und Einkommen verwendet. In der abschließenden fünften Stufe werden differenziert nach Berufsstatus, Einkommen und privater Reishäufigkeit jährliche Geschäftsreiseanzahlen zugespielt. Durch die Berücksichtigung der privaten Reisetätigkeit in der fünften Stufe kann der Anteil geschäftlich- bzw. privat-hochmobiler Personen ausgesteuert werden (vgl. Kapitel 3.3.3). Auch für diese beiden Stufen wird das Monte-Carlo-Verfahren herangezogen.

Nach Anwendung des Moduls „Reishäufigkeiten“ verfügt jeder simulierter Haushalt über Anzahlen jährlicher Fernreisen, differenziert nach den Reisezwecken Urlaub, Privatreise mit/ ohne Übernachtung und Geschäftsreise.

### **5.2.3 Modul Fernreisetypen**

Im Alltagsverkehr ist eine Gliederung der Ortsveränderungen in Verkehrsarten durch eine Unterscheidung der Art der Aktivität am Ziel zur mikroskopischen Abbildung von Nachfragestrukturen hinreichend (vgl. z.B. SPARMANN [1980]). Auch im Fernverkehr wird häufig auf eine Typisierung der Nachfrage nach den Reisezwecken Geschäftsreise, Urlaubsreise, sonstige Privatreisen vorgenommen. Diese Typisierung wurde im Modul „Reishäufigkeiten“ bereits entsprechend angelegt.

Im einem längsschnittorientierten mikroskopischen Modellkonzept ist eine vielschichtigere Gliederung der Nachfrage notwendig, will man Einflüsse aus Haushalt und Person einerseits und saisonale Effekte auf die Struktur der Nachfrage andererseits berücksichtigen. Denn nur, wenn es z.B. gelingt, im Modell eine mehrwöchige Sommerurlaubsreise von einem Kurzurlaub an einem verlängerten Wochenende zu unterscheiden, können im intrapersonellen Längsschnitt plausible Verhaltensweisen modelliert werden.

Hieraus ergibt sich die Aufgabe, eine disjunkte Gliederung der Fernreisen nach prototypischen Mustern zu entwickeln, die den aufgezeigten Anforderungen gerecht wird. In einer Analyse der Nachfragestruktur wurden insgesamt vier wesentliche Merkmale identifiziert, die zur Bildung einer Fernreisetypisierung herangezogen werden. Dies sind die Merkmale *Reisezweck*, *Reiseziel*, *Reiseorganisation* und *Reisedauer* (vgl. auch LORENZ [2001]).

Hinsichtlich des Reisezwecks wird eine Einteilung in vier Typen vorgenommen:

- *Geschäftsreisen* – Reisen mit geschäftlichem bzw. dienstlichem Zweck.
- *Besuchsreisen* – Inlandsreisen beliebiger Dauer zum Besuch von Verwandten oder Bekannten. Reisen zum Besuch von Verwandten oder Bekannten ins Ausland werden aufgrund ihres geringen Anteils je nach Reisedauer den *sonstigen Privatreisen* bzw. *Urlaubsreisen* zugeordnet.
- *sonstige Privatreisen* – Reisen mit bis zu drei Übernachtungen.
- *Urlaubsreisen* – Reisen mit mindestens vier Übernachtungen, die nicht zu den Geschäfts- oder Besuchsreisen zählen, auch Kuraufenthalte etc..

Hinsichtlich des *Reiseziels* wird eine Unterscheidung in *Inlands-* und *Auslandsreisen* vorgenommen. Die Trennung von Inlands- und Auslandsreisen ist nicht nur hinsichtlich der Unterschiedlichkeit der Reiseeigenschaften<sup>87</sup> beider Reisearten begründet, sondern dient auch zur intrapersonell konsistenten Modellierung der Zielwahl.

Die *Reiseorganisation* betrifft die Reisezwecke Urlaubs- und sonstige Privatreisen und dient der Identifizierung von Pauschal- und Gruppenreisen. Diese beiden Organisationsformen weisen deutlich abweichende Eigenschaften von den privat organisierten Reisen auf, z.B. hinsichtlich der gewählten Reiseziele und Verkehrsmittel.

Mit Hilfe der *Reisedauer* werden bei Geschäfts-, Besuchs- und sonstigen Privatreisen Reisen mit bzw. ohne Übernachtung zur Verbesserung der Zielwahlmodellierung differenziert (vgl. Kapitel 3.2.4). Bei den Besuchs- und Urlaubsreisen werden Reisen mit Übernachtungen zur besseren Abbildung des intrapersonellen Längsschnittes, des Haushalts- bzw. Personenkontextes und der saisonalen Einflüsse zusätzlich nach der Zahl der Übernachtungen differenziert.<sup>88</sup>

Aus diesen Differenzierungen ergibt sich durch Zusammenfassungen eine Fernreisetypisierung mit insgesamt 20 Kategorien. In Abbildung 51 ist die Struktur der Typisierung dargestellt und für alle Reisekategorien eine Schlüsselnummer sowie die zugehörige Stichprobengröße aus der INVERMO Haupterhebung angegeben.

---

<sup>87</sup> z.B. Reisedauer und Organisationsform

<sup>88</sup> Der intrapersonelle Längsschnitt wird verbessert, wenn z.B. aus dem Haushalts- und Personenkontext Geldbudgets und z.B. bei Arbeitnehmern bzw. Schülern Restriktionen hinsichtlich der zu Verfügung stehenden Urlaubstage bzw. Schulfertitage berücksichtigt werden können. Saisonale Effekte beziehen sich z.B. auf die überdurchschnittliche Durchführung mehrwöchiger Urlaubsreisen in den Sommermonaten, während einwöchige Urlaubsreisen bevorzugt in den Frühjahrs- und Frühsommermonaten durchgeführt werden.

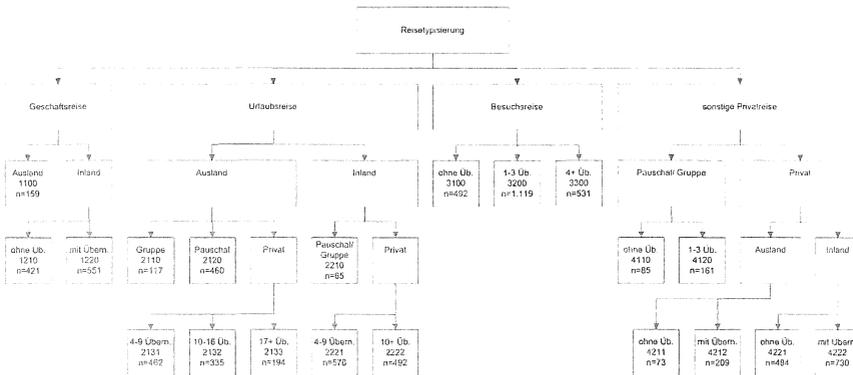


Abbildung 51 Konzept der Fernreisetypisierung (eigene Darstellung)

Es ist nun jedem modellierten Reiseereignis der Simulationsdatei ein entsprechender Reisetyp zuzuordnen. Aus dem Modul Reisehäufigkeiten ist die Anzahl der Fernreisen der Zwecke Urlaubsreise und sonstige Privatreise je simuliertem Haushalt sowie die Anzahl der Geschäftsreise je Person bekannt. Die vorgestellte Fernreisetypisierung ist hinsichtlich dieser Differenzierung disjunkt, daher kann jeder Reise mit den Zwecken Geschäftsreise, Urlaubsreise, sonstige Privatreise mittels Monte-Carlo-Simulation genau eine der zwanzig Kategorien der Fernreisetypisierung zugeordnet werden. Zur Verbesserung der Abbildungsgenauigkeit werden nach unterschiedlichen Haushaltsgößen und Reisehäufigkeiten differenzierte Verteilungen verwendet.

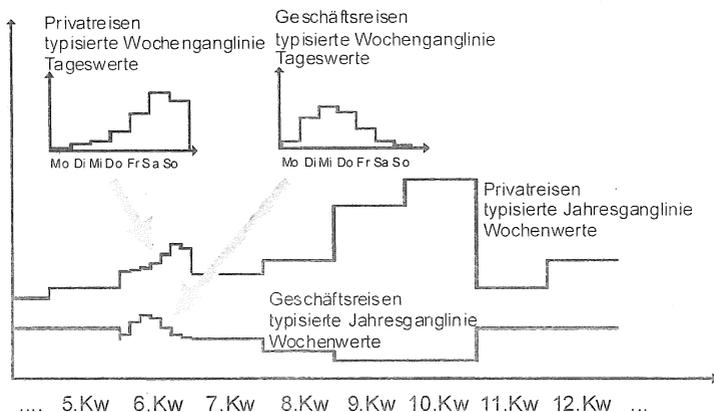
Im Ergebnis liegt für jede simulierte Reise eine Charakterisierung des Reisetyps vor, der neben des Reisezweckes auch Informationen über Reiseziel (In-/ Ausland), Reiseorganisation (Privat-/ Pauschal- oder Gruppenreise) und die Reisedauer (mit/ ohne Übernachtung, ggf. Kategorie für die Anzahl der Übernachtungen) enthält. Im Querschnitt über alle Fernreisen wird die empirisch erhobene Struktur der Nachfrage abgebildet, die mikroskopische Datenstruktur erlaubt zusätzlich eine Prüfung der Konsistenz für den Einzelfall.

### 5.2.4 Modul Saisonalität

Eine längsschnitorientierte Modellkonzeption für den Fernverkehr soll ein ganzes Kalenderjahr abdecken, um die saisonalen Effekte abbilden zu können. In Kapitel 3.2.1 wurden Wochen- und Jahreszyklen als nachfragebestimmende Rhythmen beschrieben.

An das Simulationsmodell besteht der Genauigkeitsanspruch, die Verkehrsnachfrage auf Kalendertagesebene abzubilden. Hierzu werden die Effekte aus Wochen- und des Jahresrhythmus separiert. Dabei werden typisierte Wochenganglinien verwendet, die den Wochenzyklus des Abreisetages verschiedener Reisetypen wiedergeben. Die

Struktur des Wochenzyklus weist im Jahresverlauf nur geringe Variationen auf, so dass für den jahreszeitlichen Längsschnitt ein Ausgleich unterschiedlichen Nachfrageniveaus einzelner Kalenderwochen ausreichend ist. Durch die Überlagerung beider Effekte in der Simulation wird eine tagesgenaue Abbildung der Nachfragezyklen erreicht (vgl. Abbildung 52).



**Abbildung 52 Überlagerung von Wochen- und Jahreszyklus (eigene Darstellung)**

Die Zerlegung der Jahrespanglinie der Fernverkehrsnachfrage in Wochen- und Jahresrhythmen erlaubt eine einfache Berücksichtigung von Effekten des Haushaltes, der Person und der Reisen selbst sowie besondere Kalendereffekte:

- Auf Haushaltsebene werden für verschiedene Haushaltstypen unterschiedliche Wochen- und Jahrespanglinien entwickelt. So kommen z.B. für Haushalte mit bzw. ohne schulpflichtige Kinder eigene jahreszeitliche Ganglinien zum Einsatz (vgl. Kapitel 3.3.6). Für ersteren Haushaltstyp werden wegen unterschiedlicher Schulerferntermine eigene Ganglinien für die Bundesländer generiert.
- Auf Personenebene können bei Vielreisenden Wechselwirkungen zwischen Geschäfts- und Privatreisen berücksichtigt werden.
- Wochen mit Feiertagen mit festem Datum<sup>89</sup> werden in der Jahrespanglinie automatisch berücksichtigt. Durch die unterschiedlichen Wochentage der

<sup>89</sup> Tag der Arbeit, Tag der Deutschen Einheit, Weihnachten, Silvester/ Neujahr

Feiertage in verschiedenen Jahren müssen spezifische Wochenganglinien in Abhängigkeit des Feiertag-Wochentages angewendet werden.

- Wochen mit beweglichen Festen<sup>90</sup> werden je nach Kalenderwoche im simulierten Jahr berücksichtigt. Regionale Feiertage<sup>91</sup> werden bundeslandspezifisch in die Simulation integriert. An Sonntage fixierte Festtage haben keinen signifikanten Effekt auf die Verkehrsnachfrage und bleiben unberücksichtigt.
- Für verschiedene Reisetypen (vgl. Kapitel 5.2.3) werden spezifische Wochenganglinien verwendet.

Im Ergebnis liegen für verschiedene Haushalts- und Reisetypen tagesgenaue Jahresganglinien der Reisewahrscheinlichkeit unter Berücksichtigung von Schulferien und Feiertagen vor, mit deren Hilfe die Verteilung von Fernreisen beliebiger Jahre tagesgenau modelliert werden können. Mit Hilfe einer Monte-Carlo-Simulation werden allen simulierten Reisen entsprechende Reiseternine zugespielt.

### 5.2.5 Modul Reiseeigenschaften

Bei der statistischen Modellierung der Verkehrsmittelwahl erweisen sich verschiedene Reiseeigenschaften als signifikant. Diese, im empirischen Datensatz der Erhebung vorhandenen Daten werden auch im Simulationsdatensatz benötigt, um die entsprechenden Effekte in der Verkehrsmittelwahlmodellierung berücksichtigen zu können.

Für eine verbesserte Güte der Simulation ist entscheidend, dass einerseits die Variablen einer Reise in einer plausiblen Kombination vorliegen, andererseits bei der Simulation im Querschnitt den empirischen Verteilungen entsprechen.

Bei der Beschreibung der Struktur der Nachfrage als auch für den Prozess der Verkehrsmittelwahl nimmt die Anzahl der gemeinsam reisenden Personen eine Schlüsselstellung ein. Die Bedeutung für die Nachfragestruktur liegt darin begründet, dass durch die Anzahl gemeinsam reisender Personen der Zusammenhang zwischen den zurückgelegten Personenkilometern und den zugehörigen Fahrzeugkilometern determiniert wird, beide Größen sind in der Messung der Nachfrage von zentraler Bedeutung. Hinsichtlich der Verkehrsmittelwahl wird die Rolle der Größe der Reisegruppe deutlich, wenn man die Eigenschaften unterschiedlicher Verkehrsmittel

---

<sup>90</sup> Fasching, Ostern, Christi Himmelfahrt, Pfingsten

<sup>91</sup> Heilige drei Könige, Fronleichnam, Buß- und Bettag, Mariä Himmelfahrt, Allerheiligen, Reformationstag

betrachtet: Da im Pkw-Verkehr bis zur Vollbesetzung des Fahrzeugs zusätzlich mitreisende Personen keine nennenswerten Mehrkosten verursachen, ist dieses Verkehrsmittel insbesondere für Familien und kleine Gruppen kostengünstig. Im Bahn- und Luftverkehr hingegen spielt die Anzahl mitreisender Personen eine weitaus größere Rolle, auch wenn z.B. das Tarifangebot der Deutschen Bahn AG für Mitreisende und Familien entsprechende Rabatte anbietet. Für Einzelreisende hingegen sind Bahn- und Luftverkehr entsprechend attraktiv, da das über weite Strecken oft als anstrengend empfundene Fahren entfällt.

Wie in Kapitel 3.2.2 gezeigt, werden Privatreisen überwiegend im Haushaltskontext geplant und durchgeführt, während bei Geschäftsreisen die reisende Person als erklärende Einheit dominiert. Daher sind zur Bestimmung der Anzahl reisender Personen je nach Reisezweck unterschiedliche Vorgehensweisen zur Simulation notwendig.

Im Geschäftsreiseverkehr ergeben sich für die Anzahl reisender Personen signifikante Einflüsse aus dem Reisetyp (insbesondere mit/ ohne Übernachtung und In-/ Auslandsreise) und dem Berufsstatus der reisenden Person. Beide Größen können bei der Simulation berücksichtigt werden. Da gemeinsam Geschäftsreisende in der Regel unterschiedlichen Haushalten entstammen, muss im Falle einer Reise mit mehr als einer Person eine entsprechende Korrektur der Anzahl insgesamt durchgeführter Geschäftsreisen vorgenommen werden, um den Zusammenhang zwischen Personen- und Fahrzeugkilometern zu wahren.

Für Privatreisen stellt der Haushalt die dominierende Einheit dar, auch wenn ein geringer Teil der Reisen haushaltsübergreifend durchgeführt wird, kann auf eine Simulation bei Zwei- und Mehrpersonenhaushalten verzichtet werden, da sich die Effekte zwischen den Haushalten kompensieren. Lediglich bei Einpersonenhaushalten werden haushaltsübergreifende Reisen in der Simulation berücksichtigt und wiederum eine Korrektur der Anzahl durchgeführter Reisen vorgenommen. Zur simulativen Bestimmung der Anzahl reisender Personen erweist sich die Haushaltsgröße als zentrale Variable, aber auch der Reisetyp (mit Zweck, Dauer und In-/ Auslandsreise) und die Häufigkeit von Privatreisen als signifikante Variablen.

Für alle weiteren Eigenschaften, die in den weiteren Simulationsmodulen benötigt werden und so dem Reisedatensatz zuzuspielen sind, wird das Verfahren der Partialsimulation (vgl. ZUMKELLER [1989]) angewendet. Hierzu werden aus den empirisch erhobenen Reisen der INVERMO-Haupthebung die benötigten Variablen aufbereitet, entsprechend ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit gewichtet und nach Reisetyp und Anzahl reisender Personen gruppiert. Mittels einer Monte-Carlo-Simulation werden nun den Simulationsdaten entsprechend Reisezweck/ Anzahl

reisender Personen und der Auftretenswahrscheinlichkeit entsprechende Variablenkombinationen (vgl. Tabelle 12) in einem Block zugespielt.

Attribut	Variablentyp
Anzahl Personen	kardinal
Anzahl Etappen/ Reiseziele	kardinal
Etappenunterbrechungen	binär
Ausflüge am Reiseziel	binär
Anzahl Gepäckstücke pro Person	kardinal
Sondergepäck	binär
Fahrradmitnahme	binär
Tiermitnahme	binär

**Tabelle 12 Übersicht Reiseattribute**

Die Vorteile des Verfahrens liegen in der einfachen Umsetzung und hohen Plausibilität der gewonnen Simulationsdaten, da alle Informationen eines Datensatzes einer real durchgeführten Reise entsprechen und somit in sich konsistent sind. Zu beachten ist, dass durch dieses Verfahren in den Simulationsdaten kein „echter“ Informationsgewinn gegenüber den empirischen Daten zu erzielen ist, die vorhandenen empirischen Informationen werden lediglich repräsentativ hochgerechnet. Nachteilig ist der notwendige empirische Stichprobenumfang zur Sicherung der statistischen Güte. Im vorliegenden Fall kann die Stichprobe jedoch als ausreichend angesehen werden.

Abschließend ist die Konsistenz der zugespielten Reisedaten mit den übrigen Daten der Simulationsdatei zu prüfen. Dies betrifft z. B. den Wochentag der Rückreise, da Datum der Hinfahrt und Reisedauer aus unterschiedlichen Quellen kombiniert wurden. Durch geeignete Prüfprozeduren werden auftretende Unstimmigkeiten korrigiert.

Für erweiterte Fragestellungen können aus den empirischen Reisedaten auch Fahrtzeitpunkt (Uhrzeit für Abfahrt und Ankunftszeit) den mikroskopischen Reisen zugespielt werden. Im Modul Zielwahl sind hierzu jedoch Plausibilitätskontrollen und Korrekturalgorithmen notwendig, um diese mit dem Reisewiderstand der Fahrtzeit in Einklang zu bringen.

### 5.2.6 Modul Zielwahl

Die Wahl eines Reisezieles stellt in einem verkehrszellenbasierten Modell eine diskrete Wahlentscheidung für das Individuum dar. Zur modellhaften Nachbildung solcher

Zielwahlentscheidungen werden Entropie- bzw. Opportunity-Modelle<sup>92</sup> verwendet, die auf Gravitationsansätze der Physik zurückführbar sind. Für eine Reise ist die Wahrscheinlichkeit der Auswahl jeder möglichen Zielzelle zu berechnen. Die Auswahlwahrscheinlichkeit einer Zielzelle in einem einfachen Modell ergibt sich dabei als

$$p_{ji}^k = \frac{Att_{ji}^k}{\sum_n Att_{ni}^k} \quad (5-1)$$

mit i aktuelle Startzelle  
j untersuchte mögliche Zielzelle  
n Menge möglicher Zielzellen  
k Reisezweck  
 $Att_{ji}^k$  Attraktivität der Zielzelle j von der Startzelle i für den Reisezweck k  
 $p_{ji}^k$  Auswahlwahrscheinlichkeit Zielzelle j von der Startzelle i für den Reisezweck k

Die Attraktivität jeder möglichen Zielzelle berechnet sich als

$$Att_{ji}^k = \frac{G_j^k}{f(w_{ji})} \quad (5-2)$$

mit i aktuelle Startzelle  
j untersuchte mögliche Zielzelle  
n Menge möglicher Zielzellen  
k Reisezweck  
 $G_j^k$  Gelegenheit der möglichen Zielzelle j für den Reisezweck k  
 $Att_{ji}^k$  Attraktivität der Zielzelle j von der Startzelle i für den Reisezweck k

Die Gelegenheiten  $G_j^k$  der Zielzellen sind mit geeigneten Kenngrößen<sup>93</sup> zu beschreiben.

Für eine Modellierung der Verkehrsverflechtungen innerdeutscher Fernreisen, die einen Anteil von 84% am Verkehrsaufkommen im Fernverkehr stellen, ist eine gemeindegroße Auflösung sinnvoll. Für Ziele im Ausland sind landes- bzw. regionale Auflösungen ausreichend.

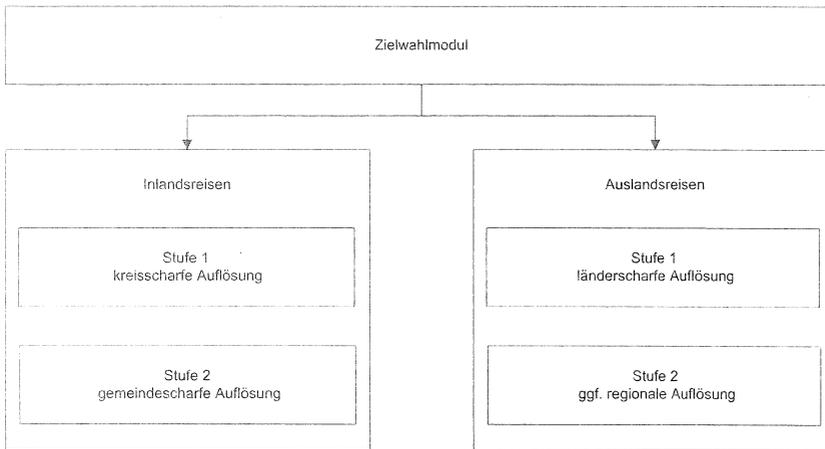
Im Falle des vorliegenden Verkehrsmodells für den Fernverkehr wurden getrennte Zielwahlmodule für Inlands- und Auslandsreisen entwickelt. Durch die vorangegangene

---

<sup>92</sup> vgl. z.B. BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR [1988], Wermuth [1986]

<sup>93</sup> Einwohnerzahl, Wirtschaftskraft bzw. touristische Attraktivität

Typisierung der Reisen (vgl. Kapitel 5.2.3) sind Inlands- und Auslandsreisen eindeutig identifizierbar. Für In- und Auslandsreisen wird jeweils eine zweistufige Vorgehensweise zur schrittweisen Verfeinerung der Zielzellenwahl vorgeschlagen (vgl. Abbildung 53).



**Abbildung 53 Aufbau Modul Zielwahl (eigene Darstellung)**

Für Inlandsreisen wird auf Basis eines Attraktivitätenmodells in der ersten Stufe der Zielwahl die Auswahlwahrscheinlichkeit für Kreise (NUTS 3) ermittelt und mit Hilfe einer Monte-Carlo Simulation gewählt. Es werden für die vier Reisezwecke (Geschäftsreise, Urlaubsreise, Besuchsreise und sonst. Privatreise) und unterschiedliche Reisedauern (mit/ ohne Übernachtungen) eigene Modelle zur Ermittlung von Auswahlwahrscheinlichkeiten geschätzt. Zur Schätzung wird eine logistische Form des Gravitationsmodells verwendet, die Parameter durch eine Likelihood-Schätzung bestimmt.

$$Att_{ji}^{k'} = \ln(Att_{ji}^k) = \ln\left(\frac{G_i^\alpha}{w_{ji}^\beta}\right) = \alpha \ln(G_i^k) - \beta \ln(w_{ji}) \quad (5-3)$$

- mit
- i aktuelle Startzelle
  - j untersuchte mögliche Zielzelle
  - n Menge möglicher Zielzellen
  - k Reisezweck
  - $G_j^k$  Gelegenheit der möglichen Zielzelle j für den Reisezweck k
  - $Att_{ji}^k$  Attraktivität der Zielzelle j von der Startzelle i für den Reisezweck k
  - $Att_{ji}^{k'}$  Attraktivität der Zielzelle j von der Startzelle i für den Reisezweck k, logarithmiert
  - $\alpha, \beta$  Schätzparameter

und

$$p_{ji}^k = \frac{e^{\text{Att}_{ji}^k}}{\sum_n e^{\text{Att}_{nj}^k}} \quad (5-4)$$

mit i aktuelle Startzelle

j untersuchte mögliche Zielzelle

n Menge möglicher Zielzellen

k Reisezweck

$\text{Att}_{ji}^k$  Attraktivität der Zielzelle j von der Startzelle i für den Reisezweck k, logarithmiert

$p_{ji}^k$  Auswahlwahrscheinlichkeit Zielzelle j von der Startzelle i für den Reisezweck k

Als Widerstand wird in allen Fällen die Reisezeit zwischen den Zellen verwendet. Als Gelegenheit  $G_j^k$  werden für die Reisezwecke Besuchsreisen und private Reisen Einwohnerzahlen (Kardinalskala) der Zellen, für Geschäftsreisen die Wirtschaftskraft (Kardinalskala) vorgeschlagen. Im Urlaubsverkehr werden als Kenngrößen zur Beschreibung der Gelegenheiten die in Tabelle 13 dargestellten signifikanten Kenngrößen verwendet.

Beschreibung	Variablentyp
Küste/ Binnensee	binär
Bergregion/ Mittelgebirge	binär
Temperatur im Monat Juli	kardinal
Niederschlagsmenge	kardinal
Raumstrukturtyp nach Intraplan	Dummy-Variablen, binär

**Tabelle 13 Variablensatz zur Schätzung der Zielwahl für Urlaubsreisen**

Die Raumstrukturtypen nach Intraplan (vgl. Abbildung 54) bieten eine deutlich bessere Modellschätzung als die gängige Einteilung der siedlungsstrukturellen Kreistypen nach BBR (vgl. INTRAPLAN [2003]).



**Abbildung 54 Raumstrukturtypen nach Intraplan (Quelle: INTRAPLAN [2003])**

In der zweiten Stufe der Zielwahl für innerdeutsche Reiseziele wird aus dem gewählten Kreis (NUTS 3) eine Gemeinde (NUTS 5) bestimmt. Hierzu werden einwohnerproportionale Auswahlwahrscheinlichkeiten verwendet und wiederum unter Anwendung der Monte-Carlo-Methode eine mikroskopische Wahl durchgeführt. Mit diesem zweistufigen Verfahren werden für alle innerdeutschen Reisen gemeindegrenze Reiseziele festgelegt.

Für die Zielwahlmodellierung der Auslandsreisen wird eine Gliederung des Auslandes in 59 Länder bzw. Regionen vorgenommen (vgl. Anhang 3). Im benachbarten europäischen Ausland ist eine regionenscharfe Auflösung notwendig, um grenzüberschreitende Verkehrsströme angemessen beschreiben zu können. Für Reiseziele im entfernten europäischen Umfeld ist eine länderscharfe Einteilung ausreichend. Im interkontinentalen Entfernungsbereich sind Zusammenfassungen von Ländern zu wenigen Kontinentalregionen aufgrund des geringen Anteils am Fernverkehrsaufkommen und der damit verbundenen statistischen Unschärfe notwendig. Da diese Verkehrsströme an den Luftverkehr gebunden sind und Flugverbindungen nur über die großen europäischen Luftverkehrshubs abgewickelt werden, ist diese vereinfachte Zelleneinteilung zur Abbildung der Verkehrsabläufe innerhalb der Bundesrepublik Deutschland ausreichend.

Für Auslandsreisen ist eine Modellschätzung der Zielwahlattraktivität auf Basis der gewählten Zelleneinteilung mit Hilfe eines Attraktivitätenmodells aufgrund von

Stichprobenanforderungen zur Modellschätzung und der Verfügbarkeit international vergleichbarer Kenngrößen nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich. Alternativ wird eine Bestimmung der Wahlwahrscheinlichkeit einzelner Reiseländer und Kontinentalregionen für verschiedene Reisezwecke und Reisedauern auf Basis der empirisch erhobenen Reisezielverteilungen aus dem Projekt INVERMC vorgeschlagen. Auch wenn diese Vorgehensweise keine „Erklärung“ des Zielwahlverhaltens ermöglicht, können die Strukturen der Nachfrage wirklichkeitsgetreu nachgebildet werden.

In der zweiten Stufe der Zielwahlmodellierung für Auslandsreisen werden auf Basis der empirisch erhobenen Reisezielverteilungen für benachbarte europäische Länder mit Hilfe der Monte-Carlo-Methode regionale Gliederungen eingeführt.

### 5.2.7 Modul Verkehrsmittelwahl

In den Kapiteln 3.2.5 und 3.3.5 wurde bereits auf Befunde eingegangen, die Anforderungen an das Modul der Verkehrsmittelwahl definieren: So konnten Einflussfaktoren auf die Wahl von Verkehrsmitteln im Fernverkehr aus den Bereichen der *Einstellung der Person*, des *situativen Reisekontextes* und der *Attribute des Verkehrssystems* identifiziert werden. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass das Wahlverhalten auch durch den vom Wählenden berücksichtigten Auswahlset der Alternativen (Choice-Set) bestimmt wird.

Die dargestellten Befunde führen zu der Überlegung, den Prozess der Choice-Set-Generierung stärker in den Fokus der Abbildung des Wahlverhaltens zu rücken und gleichzeitig die Einflüsse aus persönlichen Präferenzen der wählenden Personen und den Rahmenbedingungen der Reise detaillierter zu berücksichtigen. Diese Überlegungen legen ein zweistufiges Konzept der Verkehrsmittelwahlmodellierung nahe. Die Modellierung wird dabei auf solche Reisen beschränkt, in denen der Reisende eine Wahl des Verkehrsmittels tatsächlich selbst vornehmen kann; von der Modellierung ausgeklammert sind folglich (Urlaubs-)Pauschalreisen, Gruppen- und Interkontinentalreisen.

In einer ersten Stufe des Moduls soll aus den vorgenannten Einflussfaktoren auf den der Wahl zugrundeliegenden *reduzierten Choice-Set* geschlossen werden, also die im folgenden Auswahlprozess berücksichtigten und somit wählbaren Alternativen. Diese Vorgehensweise begründet sich auf Befunde, die zeigen, dass im Fernverkehr in vielen Fällen keine Verkehrsmittelwahl im klassischen Sinne der Modellierung durch einen Vergleich von Reisezeiten und Kosten zu beobachten ist. Bei einem großen Teil der Fernreisen ergibt sich das zu wählende Verkehrsmittel nahezu aus der besonderen

Situation<sup>94</sup>. Wenn die Situation einer Reise mehrere Verkehrsmittel ermöglicht und somit der reduzierte Choice-Set mehrere Alternativen bietet, ist eine eigentliche Wahlentscheidung im klassischen Sinne der Modellierung durchzuführen. Erst in einer folgenden zweiten Modellstufe wird daher aus den Alternativen des reduzierten Choice-Set ein Verkehrsmittel unter Beachtung von Systemwiderständen gewählt.

Die besondere Berücksichtigung der Personeneigenschaften im Verkehrsmittelwahlprozess ist vor dem Hintergrund der Längsschnitorientierung des vorgestellten Modells zu sehen. Werden in einem modellierten Zeitabschnitt von einem Individuum mehrere Reisen durchgeführt, so müssen allen Wahlentscheidungen gleiche Präferenzstrukturen zugrunde liegen, um im Längsschnitt ein konsistentes Wahlverhalten abbilden zu können.

Fall	Verkehrsmittel	Anzahl Alternativen
A	Pkw und Bahn	2
B	Pkw und Flugzeug	2
C	Bahn und Flugzeug	2
D	Pkw	1
E	Bahn	1
F	Flugzeug	1

**Tabelle 14** Verkehrsmittelkombinationen des *reduzierten Choice-Set* (eigene Darstellung)

In der Simulation werden die drei Verkehrsmittelalternativen Pkw<sup>95</sup>, Bahn und Flugzeug berücksichtigt, die übrigen Alternativen<sup>96</sup> (z.B. Schiff, Fahrrad etc.) weisen im Fernverkehr vernachlässigbare Anteile am Modal-Split auf. Der reduzierte Choice-Set als Ergebnis der ersten Stufe der Verkehrsmittelwahlmodellierung kann daher theoretisch aus einer, zwei oder drei möglichen Alternativen bestehen. In der Erhebung wurden jedoch maximal zwei alternative Verkehrsmittel erfasst (vgl. Kapitel 3.2.5), um

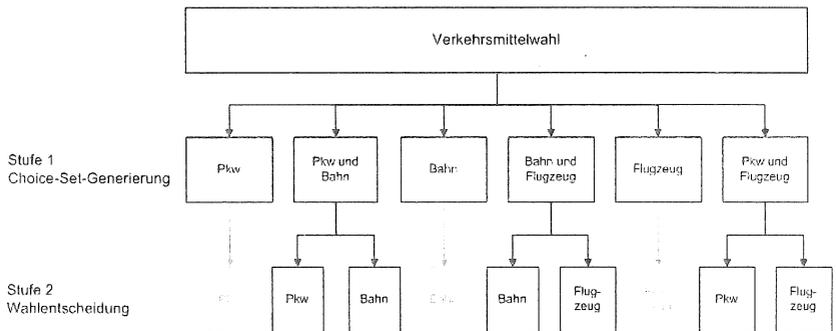
<sup>94</sup> So bedingen beispielsweise bei einer einwöchigen Urlaubsreise einer vierköpfigen Familie in eine ländliche Urlaubsregion diese Rahmenbedingungen quasi den Pkw als Verkehrsmittel. Ein Vergleich von Reisezeiten und Kosten zur Bestimmung des Nutzens einzelner Verkehrsmittelalternativen ist daher wenig zielführend.

<sup>95</sup> Die Wahlalternative „Pkw“ schließt auch artverwandte straßengebundene Individualverkehrsmittel (z.B. Wohnmobile)mit ein.

<sup>96</sup> Das Verkehrsmittel „Bus“ spielt nur bei Pauschal- und Gruppenreisen eine nennenswerte Rolle, diese werden in diesem Modul jedoch nicht berücksichtigt.

die Komplexität für den Probanden zu begrenzen. Daher umfassen die empirischen Daten des *reduzierten Choice-Set* maximal zwei Alternativen. Dies führt zu den in Tabelle 14 aufgeführten möglichen sechs Verkehrsmittelkombinationen des *reduzierten Choice-Set*.

In den Fällen A bis C umfasst der *reduzierte Choice-Set* folglich je zwei Wahlalternativen, in den Fällen D bis F nur eine. In den zweitgenannten Fällen ergibt sich für das vorgestellte Konzept ein einstufiger Auswahlprozess maßgeblich unter Berücksichtigung der *Einstellung der Person* und des *situativen Reisekontextes*. Für den Bereich des Fernverkehrs erscheint dieser Modellansatz aufgrund der besonderen Rahmenbedingungen des Untersuchungsgegenstandes als zielführend.



**Abbildung 55 Struktur des Modells zum Verkehrsmittelwahlprozess (eigene Darstellung)**

Beide Stufen der Modellierung können auf ein Problem diskreter Wahlentscheidung zurückgeführt werden. Die Generierung reduzierter Choice-Sets aus dem vollständigen Auswahlsatz der Alternativen ist im originären Verständnis zwar im eigentlichen Sinne keine vom Reisenden durchgeführte Wahl, jedoch wird auch hier in Anlehnung an eine Wahlentscheidung versucht, aus beschreibenden Attributen der Wahlalternativen und des Wählenden selbst auf den empirisch erhobenen diskreten Choice-Set zu schließen. Da mehr als zwei Alternativen in Form von reduzierten Choice-Sets möglich sind, liegt ein multinomiales Auswahlproblem vor. Die zweite Stufe der Verkehrsmittelwahlmodellierung stellt eine Wahl im eigentlichen Sinne dar, da hier nur maximal zwei Auswahlalternativen verfügbar sind, liegt ein binäres Wahlproblem zugrunde. Für den zweistufigen Modellaufbau ergibt sich die in Abbildung 55 dargestellte Ablaufstruktur. In der ersten Stufe ergibt sich ein multinomialer Modellansatz, in der zweiten Stufe sind entsprechend drei binäre Modelle zu schätzen.

Zur Modellierung diskreter Wahlentscheidungen ist in der Literatur<sup>97</sup> eine Reihe von Entscheidungsmodellen dokumentiert. In den Verkehrswissenschaften am gebräuchlichsten sind neben linearen Modellkonzepten die Ansätze des Probit- und Logit-Modells. Beiden Modellkonzepten liegt ein Vergleich des Nutzens  $U$  der Alternativen des Choice-Set  $C_n$  für einen Wählenden zugrunde. Der Nutzen jeder Alternative lässt sich in einen messbaren, deterministischen Teil  $V_{ni}$  und einen zufälligen, stochastischen Teil  $\varepsilon_{ni}$  zerlegen.

$$U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni} \quad (5-5)$$

mit	$n$	Person
	$i$	Alternative
	$U_{ni}$	Nutzen des Verkehrsmittel $i$ für Person $n$
	$V_{ni}$	deterministischer Teil des Nutzens $U$ für Verkehrsmittel $i$ für Person $n$
	$\varepsilon_{ni}$	stochastischer Teil des Nutzens $U$ für Verkehrsmittel $i$ für Person $n$

Der deterministische Teil  $V_{ni}$  beinhaltet die Einflüsse der messbarer Einflussgrößen  $x_j$ ; durch die Schätzparameter  $\beta$  wird Wirkungsrichtung und Stärke der einzelnen Einflussgrößen beschrieben.

$$V_{ni} = \beta_0 + \sum_j \beta_j x_j \quad (5-6)$$

mit	$j$	Menge aller Einflußgrößen
	$n$	Untersuchungseinheit (Person/ Haushalt)
	$i$	Alternative
	$x_j$	Ausprägung der Einflussgröße $j$
	$\beta_0$	konstanter Schätzparameter
	$\beta_j$	Schätzparameter zur Einflussgröße $x$
	$V_{ni}$	deterministischer Teil des Nutzens $U$ für Verkehrsmittel $i$ für Person

Der stochastische Teil  $\varepsilon_{ni}$  ist als Störterm aufzufassen und beinhaltet die Einflüsse nicht gemessener bzw. nicht messbarer Größen und Messfehler. Die mathematische Funktion des Störterms ist prinzipiell beliebig wählbar. Während das Probit-Modell eine Normalverteilung des Störterms voraussetzt, wird im Logit-Modell eine Gumbel-Typ-3 Verteilung angenommen, die erhebliche Vorzüge in der mathematischen Berechnung bietet. Voraussetzung zur Anwendung ist jedoch die Annahme der Unabhängigkeit der Auswahlalternativen.

---

<sup>97</sup> vgl. z.B. BEN-AKIVA [1985], ORTUZAR [1990], TRAIN [2003] u.a.

Für eine Person bzw. einen Haushalt mit der Möglichkeit zur Entscheidung zwischen verschiedenen Alternativen beträgt die Auswahlwahrscheinlichkeit somit

$$p_{ni} = p(U_{ni} \geq U_{nj} \forall j \neq i) = p(V_{ni} + \varepsilon_{ni} \geq V_{nj} + \varepsilon_{nj}) \forall j \neq i \quad (5-7)$$

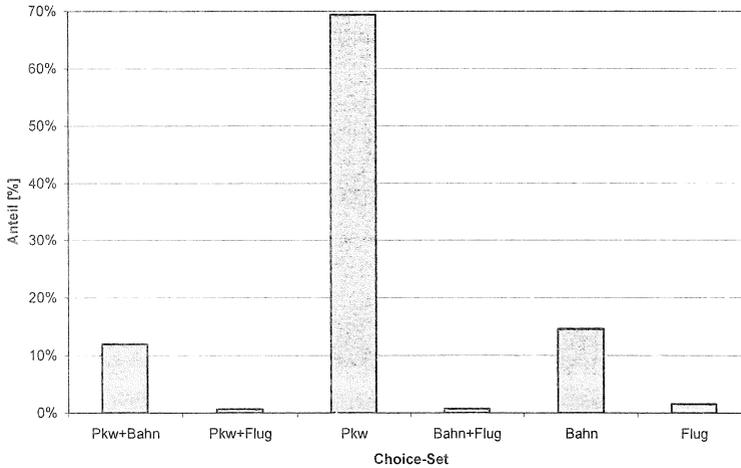
mit	j	Menge aller Alternativen
	n	Untersuchungseinheit (Person/ Haushalt)
	i	Alternative
	$U_{ni}$	Nutzen des Verkehrsmittel i für Person n
	$V_{ni}$	deterministischer Teil des Nutzens U für Verkehrsmittel i für U.-einheit n
	$\varepsilon_{ni}$	stochastischer Teil des Nutzens U für Verkehrsmittel i für U.-einheit n
	p	Wahrscheinlichkeit
	$p_{ni}$	Auswahlwahrscheinlichkeit der Alternative i für Person n

Nach Integration über die Funktion des Störterms  $\varepsilon_{ni}$  ergibt sich für das Logit-Modell eine geschlossene Form der Gleichung, die Auswahlwahrscheinlichkeit einer Wahlalternative berechnet sich im binären wie multinomialen Fall zu

$$p_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_j e^{V_{jn}}} \quad (5-8)$$

mit	n	Untersuchungseinheit (Person/ Haushalt)
	i	Verkehrsmittel
	j	Menge aller Alternativen
	$V_{ni}$	deterministischer Teil des Nutzens U für Verkehrsmittel i für U.-einheit n
	$p_{ni}$	Auswahlwahrscheinlichkeit der Alternative i für U.-einheit n

In der ersten multinomialen Stufe des Modells wird die Auswahlwahrscheinlichkeit der reduzierten Choice-Sets bestimmt. Betrachtet man die Anteile der Choice-Set in den empirischen Daten (vgl. Abbildung 56), so ist die Dominanz des Choice-Set „Pkw“ mit einem Anteil von fast 70% überragend. Nennenswerte Anteile erhalten die Choice-Sets „Pkw+Bahn“ und „Bahn“ mit 12% bzw. 15%. Die geringe Bedeutung der Choice-Sets, die das Verkehrsmittel Flugzeug enthalten, ist auf den geringen Anteil des Flugzeugs am Fernverkehr unter Ausschluss von Pauschal-, Gruppen- und Interkontinentalreisen zurückzuführen.



**Abbildung 56 Anteile der verschiedenen Choice-Set (eigene Darstellung)**

Bei der Wahlmodellierung der Choice-Set sollen Einflüsse der wählenden Person, des Reisekontextes und des Verkehrssystems berücksichtigt werden. Hierzu wurde für die Reisezwecke Geschäftsreisen, Urlaubsreisen und Privatreisen jeweils ein eigenes multinomiales Logit-Modell geschätzt. Bei der Modellschätzung wurden die in Tabelle 15 wiedergegebenen Variablen berücksichtigt. Mittels Backward-Elimination wurden in der Modellschätzung nicht signifikante Variablen eliminiert (vgl. Kapitel 5.3.2).

Die zweite Stufe des Modells umfasst für die Choice-Sets (Pkw+Bahn), (Pkw+Flug) und (Bahn+Flug) drei unabhängige, binäre Modelle. In dieser Stufe werden nur verkehrssystemspezifische Eigenschaften berücksichtigt, da hier von einer rational geprägten Entscheidung des Reisenden ausgegangen werden kann, wesentliche Einflüsse aus persönlichen Vorlieben und Reisekontext sind bereits in die Auswahl des Choice-set eingegangen. In die Modellschätzung sind die in Tabelle 16 dargestellten Variablen eingeflossen.

<b>Einflussbereich</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Variablentyp</b>
	Konstanten	kardinal
Person	Geschlecht	binär
	Altersklasse (4 Klassen), spezifisch	Dummy-V., binär
	Führerscheinbesitz	binär
	Pkw-Verfügbarkeit	binär
	Geschäftswagen-Verfügbarkeit	binär
	Subjektive Einschätzung der Verkehrsmittel	kardinal
	Ranking-Variablen zur Verkehrsmittelpräferenz	kardinal
	Ausschluss-Variablen zur Verkehrsmittelpräferenz	binär
Reisekontext	Reiseentfernung, spezifisch	kardinal
	Reiseziel Ausland, spezifisch	binär
	Anzahl Gepäckstücke, spezifisch	kardinal
	Tiere mitgenommen, spezifisch	binär
	Fahrrad mitgenommen, spezifisch	binär
	Sondergepäck mitgenommen, spezifisch	binär
	Anzahl Reiseetappen, spezifisch	kardinal
	Ausflüge am Reiseziel durchgeführt, spezifisch	binär
	Anzahl Reisender, spezifisch	kardinal
Verkehrssystem	Günstigstes Verkehrsmittel im Choice-Set enthalten	binär
	Schnellstes Verkehrsmittel im Choice-Set enthalten	binär

**Tabelle 15 Variablen der ersten Stufe des Modells zur Verkehrsmittelwahl (choice-set generation)**

<b>Einflussbereich</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Variablentyp</b>
	Konstante	kardinal
System	Reisezeit (logarithmiert)	kardinal
	preiswerteres Verkehrsmittel	binär
	Anzahl Umstiege	kardinal

**Tabelle 16 Variablen der zweiten Stufe des Modells zur Verkehrsmittelwahl (choice)**

Das vorgestellte Modellkonzept wird auf Fernreisen angewendet, welche die folgenden beiden Bedingungen erfüllen:

- Reisen zu Zielen im Inland und im europäischen Ausland<sup>98</sup>, die mit Landverkehrsmitteln erreichbar sind. Reisen zu den übrigen Reisezielen wird automatisch das Verkehrsmittel „Flugzeug“ zugeordnet.
- Selbstorganisierte Reisen, bei denen der Reisende die Wahl des Verkehrsmittels unabhängig entscheiden kann. Für Pauschal- bzw. Gruppenreisen ist daher ein Wahrscheinlichkeitsansatz ausreichend, bei dem in Abhängigkeit vom Reiseziel<sup>99</sup> und Reisetyp das verwendete Verkehrsmittel ermittelt wird.

### **5.3 Modellkalibrierung**

Bevor ein Modell für Simulationszwecke eingesetzt werden kann, müssen die Schätzparameter der statistischen Modelle bestimmt werden. Erst nach der Kalibrierung sind Wirkungsrichtung und Maß der Einflüsse der einzelnen erklärenden Variablen bekannt. Stehen einzelne Ergebnisse der Modellkalibrierung in Widerspruch zu Überlegungen zur Modellkonsistenz, ist die erarbeitete Modellkonzeption zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen, um z.B. unerwünschte Wechselwirkungen zwischen erklärenden Variablen zu vermeiden. In einem iterativen Prozess mit Modellanpassung und Prüfung der Schätzergebnisse werden die Modelle variiert, bis ein in der Gesamtheit konsistentes Ergebnis erzielt werden kann. Die vorgestellten Schätzparameter der Kalibrierung sind das Ergebnis eines solchen iterativen Prozesses.

Zur Bestimmung der Schätzparameter der vorgestellten logistischen Funktionen wird das Maximum-Likelihood-Schätzverfahren eingesetzt, das die Wahrscheinlichkeit zur richtigen Vorhersage eines Ereignis maximiert.

---

<sup>98</sup> Dies umfasst den Bereich der Europäischen Union einschließlich der ost- und südosteuropäischen Staaten.

<sup>99</sup> Da im Verkaufsangebot das Verkehrsmittel vom Reiseveranstalter bestimmt wird, hat der Reisende nur durch die Auswahl von Pauschalreiseangeboten indirekt die Möglichkeit, auf das Verkehrsmittel Einfluss zu nehmen. Bei Pauschalreisen, bei denen Unterkunft und Reise im Verkaufsangebot enthalten sind, werden überwiegend mit dem Flugzeug durchgeführt, abgesehen von einem geringen Anteil an Busreisen. Die übrigen Verkehrsmittel (z.B. Kreuzfahrten) weisen nur einen vernachlässigbaren Anteil an der Nachfrage auf.

### 5.3.1 Kalibrierung Zielwahl Deutschland

In der ersten Stufe der Inlands-Zielwahl wird ein innerdeutscher NUTS3-Kreis aus allen, mindestens 100 km entfernten Kreisen ermittelt. Dies wird, wie in Kapitel 5.2.6 beschrieben, als diskretes Wahlproblem behandelt und es wird eine logistische Funktion geschätzt. Zur Bestimmung der Parameter wird das Maximum-Likelihood-Schätzverfahren der Prozedur PHREG aus dem Programmpaket SAS verwendet. Für die Reisezwecke Geschäftsreise, Besuchsreise und Privatreise werden getrennte Modelle jeweils für Reisen mit bzw. ohne Übernachtung geschätzt. Für Urlaubsreisen entfällt aufgrund der Definition die Unterscheidung nach Übernachtungen, es wird nur ein Modell benötigt. In Tabelle 17 werden die Schätzparameter aller sieben Modelle der Zielwahl wiedergegeben. Der Wert des Chi-Square zeigt die statistische Signifikanz der Einflussgrößen, alle Variablen sind auf 1%-Niveau signifikant.

Reisezweck	Variable	Schätzparameter	Chi-Square
Geschäftsreisen ohne Übern.	Reisezeit, logarithmiert	-3,54	2433,8
	Einwohnerzahl, logarithmiert	1,16	1165,5
Geschäftsreise mit Übern.	Reisezeit, logarithmiert	-1,29	461,7
	Einwohnerzahl, logarithmiert	1,22	1949,8
Besuchsreise ohne Übernachtung	Reisezeit, logarithmiert	-4,17	2508,7
	Einwohnerzahl, logarithmiert	0,80	386,8
Besuchsreise mit Übernachtung	Reisezeit, logarithmiert	-1,56	1732,7
	Einwohnerzahl, logarithmiert	0,89	2116,3
Privatreise ohne Übernachtung	Reisezeit, logarithmiert	-4,05	3785,8
	Einwohnerzahl, logarithmiert	1,00	1119,7
Privatreise mit Übernachtung	Reisezeit, logarithmiert	-1,67	855,8
	Einwohnerzahl, logarithmiert	0,85	751,0
Urlaubsreise	Reiseentfernung	-0,0016	255,4
	Küste/ Binnensee	1,87	1195,1
	Bergregion/ Mittelgebirge	0,66	89,9
	Temperatur im Monat Juli	0,156	146,3
	Niederschlagsmenge	0,0012	64,8
	Hauptzentrum Ballungsraum	1,42	316,9
	Großstadt im Ballungsraum	-0,50	17,8
	Umland von Verdichtungsraum	-0,81	53,1
	Ländlicher Raum mit hohem Freizeitwert	0,93	175,3
Übrige ländliche Räume	-0,16	5,8	

**Tabelle 17      Parameterschätzung der Zielwahl  
(eigene Berechnungen, Daten: INVERMO)**

Die Modellschätzung zeigt plausible Ergebnisse. Die Einwohnerzahl als Maß zur Bestimmung der Attraktivität einer Verkehrszelle bei Geschäfts-, Besuchs- und Privatreisen ergibt Schätzparameter zwischen 0,80 und 1,22. Dies ist als linearer Zusammenhang zwischen Attraktivität einer Zielzelle und der Einwohnerzahl zu interpretieren. Für Besuchsreisen sind Schätzparameter in der Größenordnung um den Wert 1 zu erwarten, da Verwandten- bzw. Bekanntenbesuche eine direkte Proportionalität zur Einwohnerzahl erwarten lassen. Für Geschäftsreisen werden höhere Werte für den Schätzparameter ermittelt, dies ist als überproportional höhere Attraktivität von Großstädten gegenüber kleinen Gemeinden zu interpretieren, was mit Erwartungen zur Verteilung der Reiseziele von Geschäftsreisen in Einklang steht.

Die Schätzparameter der Widerstandsgröße Reisezeit nimmt für Geschäfts-, Besuchs- und Privatreisen ohne Übernachtung Werte im Intervall  $[-3,54, -4,17]$  an, während für Reisen mit Übernachtung Werte im Intervall  $[-1,29, -1,67]$  ermittelt werden. Dies spiegelt deutlich die in Kapitel 3.2.4 dargestellten Befunde zur Reiseweitenverteilung wider.

Für die Modellierung der Zielwahl von innerdeutschen Urlaubsreisen werden mehrere Parameter zur Beschreibung der Attraktivität der NUTS3-Kreise herangezogen. Liegt eine Region an der Küste oder liegt diese in einem deutschen Mittelgebirge bzw. am Alpenrand so erhöht sich die Attraktivität dieser Regionen. Die Einflüsse von Temperatur und Niederschlag auf die Attraktivität sind jeweils signifikant positiv, die Effekte auf die Attraktivität sind jedoch aufgrund der moderaten Temperatur- und Niederschlagsschwankungen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland weniger stark. Die nach INTRAPLAN [2003] verwendete Einteilung der Kreise in Raumstrukturtypen zeigt, dass „Hauptzentren von Ballungsräumen“ und „ländliche Räume mit hohem Freizeitwert“ einen positiven Effekt auf die Attraktivität ausüben, während bei den übrigen Raumstrukturtypen eine Verringerung der Attraktivität bei der Zielwahl von Urlaubsreisen zu beobachten ist.

### **5.3.2 Kalibrierung Verkehrsmittelwahl**

Die vorgestellte Gestaltung der Verkehrsmittelwahl bedingt die Schätzung mehrerer Modelle auf zwei Modellstufen. In der ersten Stufe wird für die Reisezwecke Geschäfts-, Urlaubs- und Besuchs-/Privatreise jeweils ein Modell zur Bestimmung des reduzierten Choice-Set geschätzt. Auf der zweiten Stufe, der eigentlichen Verkehrsmittelwahl, ist die Schätzung eines Modells je Alternativensatz notwendig.

Für die Modellschätzung des Modells der Geschäftsreisen standen 866 Datensätze, für die Urlaubsreisen 922 und für Besuchs- und Privatreisen 3.211 Datensätze zur Verfügung. Bei der Schätzung der ersten Stufe ergeben sich für die verschiedenen Reisezwecke die Tabelle 18 bis Tabelle 20 wiedergeben Parameter für die einzelnen

Einflussgrößen. Variablen, deren Signifikanz das 10%-Niveau überschreiten, wurden eliminiert (vgl. Tabelle 15). Der Wert des Chi-Square zeigt die statistische Signifikanz der einzelnen Einflussgrößen.

In allen drei Modellen liegt spezifischen Variablen als Referenz das choice-set Pkw zugrunde. Die Schätzparameter spezifischer Variablen sind daher als Nutzendifferenzen gegenüber dem choice-set Pkw zu verstehen.

Die Variable Geschlecht wurde nur im Modell der Geschäftsreisen berücksichtigt, da bei privaten Reisen von einer Organisation auf Haushaltsebene ausgegangen wurde. Die Altersvariablen im Modell berücksichtigen die Altersklasse der entscheidenden Personen im Haushalt. Bei z.B. Familienhaushalten wird folglich die Altersklasse der Eltern berücksichtigt.

Die Einschätzungen der Verkehrsmittel werden in allen choice-sets berücksichtigt, die das zugehörige Verkehrsmittel beinhalten. So wird beispielsweise die Eigenschaft „Pkw ist preiswert“ in den Choice-sets (Pkw), (Pkw+Bahn) und (Pkw+Flugzeug) bei der Berechnung des Nutzens berücksichtigt.

Die reisespezifischen Eigenschaften sind überwiegend als spezifische Variablen in das Modell eingeflossen. Hierbei wurden neben dem Choice-set (Pkw) als Referenzfall die übrigen Wahlalternativen zu zwei Gruppen zusammengefasst. Die erste Gruppe umfasst die Verkehrsmittelkombinationen aus Pkw und Bahn (Pkw+Bahn) bzw. Flugzeug (Pkw+Flugzeug) sowie die drei Choice-set (Bahn), (Flugzeug) (Bahn+Flugzeug), die den Pkw nicht enthalten.

Die Schätzung des Modells zu den Geschäftsreisen basiert auf einem Schätzdatensatz mit 663 Strata, bei den Urlaubsreisen standen 681 Beobachtungen zur Verfügung. Dem Modell zu den Privat- und Besuchsreisen liegen 2.361 Beobachtungen zugrunde. Die verbleibenden Datensätze wurden zur Modellevaluation herangezogen.

Einflussbereich	Variable	Schätzparameter	Chi-Square
	Konstante Bahn	-0,90206	13,1
	Konstante Flugzeug	-3,09266	132,1
Person	Geschlecht, spezifisch CS B	-0,76400	12,1
	Geschlecht, spezifisch CS F	1,03506	10,9
	Alter (18-30 Jahre), spezifisch CS P+B	0,91473	7,7
	Pkw im Haushalt	0,42439	8,7
	Pkw, Einschätzung preiswert	0,46749	2,9
	Pkw, Einschätzung sympathisch	0,69078	6,7
	Pkw, Einschätzung umweltfreundlich	0,64849	3,4
	Pkw, Einschätzung sicher	-0,68478	4,4
	Bahn, Einschätzung pünktlich	0,54198	4,5
	Bahn, Einschätzung flexibel	0,72694	6,5
	Bahn, Einschätzung unkompliziert	0,46487	3,7
	Bahn, Einschätzung erholsam	-0,62368	5,5
	Flugzeug, Einschätzung schnell	2,40251	4,5
	Flugzeug, Einschätzung preiswert	0,59853	3,5
Reise	Anzahl Gepäckstücke, spezifisch CS B, F, B+F	-0,42229	14,0
	Sondergepäck, spezifisch CS P+B, P+F	-0,90443	2,8
	Sondergepäck, spezifisch CS B, F, B+F	-3,60880	10,2
	Etappenzahl, spezifisch CS P+B, P+F	-0,61748	19,0
	Reiseentfernung, spezifisch CS P+B, P+F	0,00249	13,5
	Reiseentfernung, spezifisch CS B, F, B+F	0,00471	53,2
System	Schnellstes Verkehrsmittel im Choice-Set	0,87002	31,6
	Günstigstes Verkehrsmittel im Choice-Set	0,25523	5,2

Abkürzungen: CS Choice-set, P Pkw, B Bahn, F Flugzeug

**Tabelle 18** Parameter der 1. Stufe der Verkehrsmittelwahl, Geschäftsreisen (eigene Berechnungen, Daten: INVERMO)

Einflussbereich	Variable	Schätzparameter	Chi-Square
	Konstante Bahn	-1,17713	27,8
	Konstante Flugzeug	-4,13193	104,6
Person	Alter (18-30 Jahre), spezifisch CS P+B	1,41677	14,4
	Alter (18-30 Jahre), spezifisch CS B+F	2,91957	6,8
	Pkw im Haushalt	1,06343	20,9
	Pkw, Einschätzung preiswert	0,63058	4,1
	Pkw, Einschätzung schnell	0,95647	8,2
	Bahn, Einschätzung flexibel	0,54656	3,4
	Bahn, Einschätzung pünktlich	-0,42018	2,6
	Bahn, Einschätzung sympathisch	0,81579	9,5
	Flugzeug, Einschätzung fortschrittlich	-1,14181	5,5
	Präferenzranking Pkw	-0,62281	7,8
Reise	Anzahl Gepäckstücke, spezifisch CS P+B, P+F	-0,21344	10,4
	Anzahl Gepäckstücke, spezifisch CS B, F, B+F	-0,41239	24,6
	Sondergepäck, spezifisch CS P+B, P+F	-1,10194	5,5
	Sondergepäck, spezifisch CS B, F, B+F	-2,00619	7,7
	Etappenzahl, spezifisch CS B, F, B+F	0,76647	33,1
	Ausflüge am Reiseziel, spezifisch CS P+B, P+F	-0,44111	2,7
	Anzahl Reisende, spezifisch CS B, F, B+F	0,08832	2,5
	Reiseentfernung, spezifisch CS B, F, B+F	0,0000128	3,8
	Reiseziel Ausland, spezifisch CS P+F	2,78503	17,8
	Reiseziel Ausland, spezifisch CS F	2,31253	12,6
System	Schnellstes Verkehrsmittel im Choice-Set	0,80052	16,0
	Günstigstes Verkehrsmittel im Choice-Set	0,32698	4,8

Abkürzungen: CS Choice-set, P Pkw, B Bahn, F Flugzeug

**Tabelle 19 Parameter der 1. Stufe der Verkehrsmittelwahl, Urlaubsreisen (eigene Berechnungen, Daten: INVERMO)**

Einflussbereich	Variable	Schätzparameter	Chi-Square
	Konstante Bahn	-0,43495	2,7
	Konstante Flugzeug	-3,75471	184,4
Person	Alter (18-30 Jahre), spezifisch CS P+B	0,74993	18,1
	Alter (60+ Jahre), spezifisch CS P+B	-0,67497	10,5
	Alter (60+ Jahre), spezifisch CS B	0,28990	3,7
	Führerscheinbesitz	0,40638	7,5
	Pkw im Haushalt	1,26828	125,7
	Pkw, Einschätzung preiswert	0,34715	4,7
	Pkw, Einschätzung unkompliziert	0,60966	8,5
	Bahn, Einschätzung preiswert	0,24863	3,2
	Bahn, Einschätzung flexibel	0,46825	10,6
	Bahn, Einschätzung umweltfreundlich	0,37959	4,5
	Bahn, Einschätzung sympathisch	0,44079	8,0
	Flugzeug, Einschätzung sympathisch	1,08296	4,8
	Präferenzranking Bahn	-0,42072	16,2
Reise	Anzahl Gepäckstücke, spezifisch CS P+B, P+F	0,06719	2,8
	Sondergepäck, spezifisch CS P+B, P+F	-0,73513	6,3
	Sondergepäck, spezifisch CS B, F, B+F	-1,39144	7,0
	Mitreisende Tiere, spezifisch CS B, F, B+F	-1,70766	7,7
	Etappenzahl, spezifisch CS P+B, P+F	-0,78192	35,3
	Etappenzahl, spezifisch CS B, F, B+F	0,57547	20,2
	Ausflüge am Reiseziel, spezifisch CS P+B, P+F	0,31633	2,7
	Ausflüge am Reiseziel, spezifisch CS B, F, B+F	-0,79410	8,1
	Anzahl Reisende, spezifisch CS B, F, B+F	-0,11619	4,4
System	Schnellstes Verkehrsmittel im Choice-Set	0,99494	93,2

Abkürzungen: CS Choice-set, P Pkw, B Bahn, F Flugzeug

**Tabelle 20 Parameter der 1. Stufe der Verkehrsmittelwahl, Privat- und Besuchsreisen (eigene Berechnungen, Daten: INVERMO)**

Bei der Schätzung der zweiten Stufe ergeben sich für die drei Choice-sets mit zwei alternativen Verkehrsmitteln die in Tabelle 21 bis Tabelle 23 wiedergegeben Parameter für die Einflussgrößen. Für alle Choice-sets wurden prinzipiell die Variablen eliminiert, deren Signifikanzniveau das 10%-Niveau überschreiten (vgl. Tabelle 15). Die Reisezeit

weist in zwei der drei Modellen eine geringe Signifikanz auf, wird jedoch in allen Modellen belassen.

Die Schätzung des Modells für das choice-set (Pkw+Bahn) basiert auf 425 Beobachtungen. Als Systemgrößen verbleiben Reisezeit (logarithmiert), preiswerteres Verkehrsmittel (binär) ebenso wie die Zahl der Umstiege (kardinal), welche die Angebotsqualität des Verkehrsmittels Bahn beschreiben.

Für die Schätzung der beiden übrigen Choice-set standen in der Schätzstichprobe nur etwa 30 Beobachtungen zur Verfügung. Für die Modelle der Choice-sets (Pkw+Flugzeug) und (Bahn+Flugzeug) verbleiben auf 10%-Signifikanzniveau keine signifikanten Variablen in den Modellen, die Reisezeit wurde dennoch in den Modellen belassen.

Obwohl die Reisezeiten zur Gewährleistung zuverlässiger Messwerte mit hohem Aufwand für alle Alternativen ermittelt wurden, erweist sie sich als nicht signifikant. Dies hat im Modell zur Folge, dass die raumspezifischen Charakteristiken in der Modalwahl eine untergeordnete Rolle spielen. Eine Ursache kann z. T. in der kleinen Schätzstichprobe (vgl. Abbildung 56) gesehen werden. Eine weitere Ursache kann darin gesehen werden, dass die Eigenschaft „schnellstes Verkehrsmittel im Choice-set enthalten“, bereits in der ersten Stufe eingegangen ist.

Einflussbereich	Variable	Schätzparameter	Chi-Square
Konstante	Konstante (Basis Pkw)	1,9129	17,1
System	Reisezeitdifferenz, ln	0,1423	0,2
	preiswerteres Verkehrsmittel	-1,2788	29,7
	Anzahl Umstiege	0,4780	19,4

**Tabelle 21 Parameter der 2. Stufe der Verkehrsmittelwahl, Choice-Set Pkw-Bahn (eigene Berechnungen, Daten: INVERMO)**

Einflussbereich	Variable	Schätzparameter	Chi-Square
Konstante	Konstante (Basis Pkw)	-1,0170	4,0
System	Reisezeitdifferenz, ln	0,3796	0,2

**Tabelle 22 Parameter der 2. Stufe der Verkehrsmittelwahl, Choice-Set Pkw-Flugzeug (eigene Berechnungen, Daten: INVERMO)**

Einflussbereich	Variable	Schätzparameter	Chi-Square
Konstante	Konstante (Basis Bahn)	-0,2750	0,3
System	Reisezeitdifferenz, ln	0,5657	0,4

**Tabelle 23 Parameter der 2. Stufe der Verkehrsmittelwahl, Choice-Set Bahn-Flugzeug (eigene Berechnungen, Daten: INVERMO)**

Als gängiger Ansatz zur Bestimmung der Güte von Logit-Modellen wird das Gütemaß  $\rho$  verwendet, das sich als Quotient der Werte der Log-Likelihood-Funktionen für das zu bewertende Modell gegenüber einem Null-Modell ohne erklärende Variablen ergibt (vgl. TRAIN [2003]). Die  $\rho$ -Werte der Modelle beider Stufen sind in Tabelle 24 dargestellt.

Die Modelle der ersten Stufe leisten gute Erklärungsbeiträge zur Verkehrsmittelwahl, mit einem Gütemaß  $\rho$  zwischen 42% und 63% werden entsprechende Anteile der Varianz mit den Modellvariablen erklärt. Der Erklärungsgehalt der zweiten Stufe ist, wie unter den gegebenen Randbedingungen zu erwarten war, deutlich geringer. Besonders die Modelle der Coice-set (Pkw+Flugzeug) und (Bahn+Flugzeug) mit einem problematischen Gütemaß von unter 5% leisten nur einen geringen Erklärungsbeitrag, die Modellkonstanten dominieren den Entscheidungsprozess deutlich. Aufgrund der sehr geringen Anteile dieser Choice-sets (vgl. Abbildung 56) an den Fernreisen gefährdet der geringe Erklärungsgehalt die Qualität des Gesamtmodells jedoch nicht. Für spezifische Anwendungsfälle kommt ggf. die Schätzung ein vereinfachtes Modell ohne die Choice-sets (Pkw+Flugzeug) und (Bahn+Flugzeug) in Betracht; zur Modellschätzung werden die entsprechenden Fälle dann je nach verwendetem Verkehrsmittel den übrigen Choice-sets zugeordnet.

Stufe/ Modell	-2LL mit erklärenden Variablen	-2LL im Nullmodell	$\rho$
1. Stufe, Geschäftsreisen	1356,4	2375,9	0,429
1. Stufe, Urlaubsreisen	896,3	2440,4	0,633
1. Stufe, Besuchs- und Privatreisen	3156,9	8460,7	0,627
2. Stufe, Pkw + Bahn	468,939	521,751	0,101
2. Stufe, Pkw + Flugzeug	25,926	26,992	0,039
2. Stufe, Bahn + Flugzeug	31,467	31,840	0,012

**Tabelle 24 Gütemaß  $\rho$  der Modelle zur Verkehrsmittelwahl (eigene Berechnung)**

Die Berücksichtigung der in Betracht gezogenen Verkehrsmittel im Auswahlprozess der Verkehrsmittelwahl des Fernverkehrs stellt einen neuartigen Ansatz dar. Mittels der vorgestellten Modellschätzungen konnte die prinzipielle Eignung des Verfahrens unter Beweis gestellt werden, dennoch bleiben bei kritischer Betrachtung einige Fragen offen, die den weiteren Forschungsbedarf im Bereich der Verkehrsmittelwahl des Fernverkehrs zeigen.

- Die Modellschätzung zeigt den Einfluss der Bereiche *Einstellung der Person*, *situativer Reisekontext* und *Attribute des Verkehrssystems* auf die Verkehrsmittelwahl. Die vorgestellten Schätzwerte zeigen ein in sich weitgehend schlüssiges Bild der Einflussfaktoren. Dennoch sind einige Zusammenhänge und Abhängigkeiten schwer zu interpretieren. Einen Vergleich der Ergebnisse mit weiteren Modellschätzungen aus weiteren, unabhängigen empirischen Quellen ist aufgrund der Datenverfügbarkeit derzeit nicht möglich. Hiervon sind jedoch weitere Erkenntnisse zu erwarten.
- Die gemessene Verteilung der Reisen auf die reduzierten Choice-sets sind Ergebnis eines ersten Erhebungsansatzes. Mit variierenden Erhebungsformen ist die Sensitivität dieser Verteilung zu validieren: Im vorliegenden Ansatz erfolgte die Erfassung der Choice-sets unter restriktiven Vorgaben, was unmittelbar zu einem hohen Anteil an Choice-sets mit nur einer Verkehrsmittelalternative führt<sup>100</sup>. In künftigen Erhebungen sind hierzu weitere Erhebungsansätze zu entwickeln (vgl. Kapitel 5.5.4)

#### **5.4 Modellevaluierung**

Nach Abschluss der Kalibrierung können mit einem Modell Simulationsrechnungen durchgeführt werden. Bevor es jedoch für Prognosen eingesetzt wird, ist mittels einer Evaluierung die Konsistenz und Güte der Ergebnisse zu ermitteln. Dies ist durch einen Vergleich der empirischen Eckwerte und Verteilungen aus den Erhebungen mit den Ergebnissen der Simulation, die unter gleichen Rahmenbedingungen durchgeführt wurden, möglich.

Basis des Vergleichs ist eine bevölkerungsrepräsentative Simulation der Fernverkehrsmobilität in Deutschland. Anstelle einer mikroskopischen Vollsimulation mit

---

<sup>100</sup> Der Anteil der Choice-sets mit zwei Verkehrsmittelalternativen wird maßgeblich durch die Formulierung im Befragungsbogen bestimmt (vgl. Kapitel 3.2.5). Im Vorfeld der Erhebung lagen diesbezüglich nur wenige Erfahrungen vor.

82 Mio. Einwohnern wurde eine 0,5 %-ige Stichprobensimulation durchgeführt. Die Reduktion auf eine derartige Stichprobe hat keine messbaren Auswirkungen auf die dargestellten globalen Eckwerte und Verteilungen. Bei detaillierteren Auswertungen (z.B. einzelner Ströme einer Fernverkehrsmatrix) ist mit statistischen Unschärfen zu rechnen. Die simulierte Vergleichsstichprobe umfasst 76.055 Haushalte mit 159.161 Personen und insgesamt 602.994 Reisen ohne Fernpendelfahrten.

In den Kapiteln 5.4.1 bis 5.4.3 wird anhand von drei exemplarischen Vergleichen die Abbildungsgenauigkeit des vorgestellten Modells beurteilt. Die verwendeten empirische Vergleichswerte zur Beurteilung der Modellgüte sind empirische Befunde der Projekte INVERMO und MOP.

#### 5.4.1 Mobilitätseckwert und -schiefe in der Bevölkerung

Zur Beurteilung der Güte der vorgestellten Module zur Verkehrsentstehung wird ein Vergleich des globalen Eckwertes der Anzahl Reisen pro Person und Jahr durchgeführt (vgl. Kapitel 3.1.1). In Tabelle 25 ist der globale Eckwert „Fernreisen pro Person und Jahr“ sowie eine Differenzierung nach Reisezweck vergleichend für Simulation und Empirie dargestellt. Insgesamt ist eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse festzustellen, eine Differenz von 2,5 Prozent zwischen dem Eckwert des Modells und dem entsprechenden empirischen Befund liegt im statistischen Vertrauensbereich und kann als unkritisch eingestuft werden.

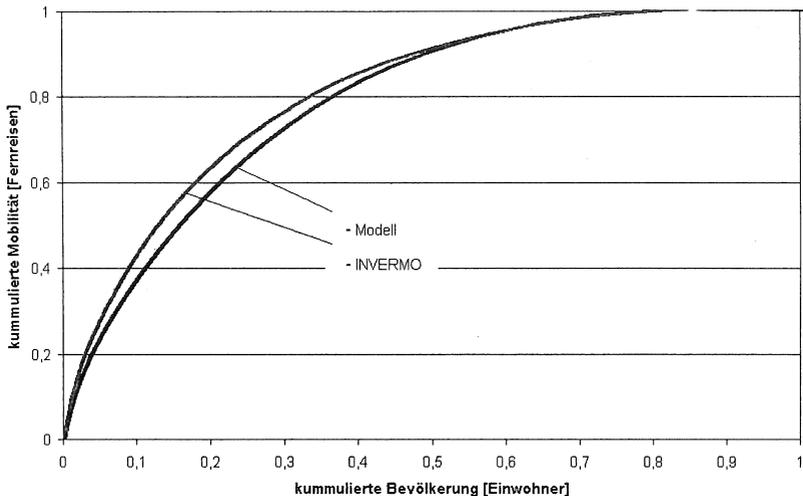
[Reisen pro Person und Jahr]	Modell	INVERMO
Fernreisen gesamt (ohne Fernpendeln)	7,3	7,5
Geschäftsreisen	1,1	1,3
Urlaubsreisen	1,4	1,5
Privatreisen	4,8	4,7

**Tabelle 25 Vergleich von Eckwerten der Fernmobilität (eigene Berechnungen)**

Darüber hinaus ist ein Vergleich der Schiefe der Verteilung der Mobilität in der Bevölkerung zur Beurteilung der Modellgüte sinnvoll (vgl. Kapitel 3.3.1). In Abbildung 57 ist analog zur Abbildung 24 die Fernmobilität kumuliert über die Bevölkerung darstellt.

Hinsichtlich des Anteils immobiler Personen ist eine sehr gute Übereinstimmung festzustellen. Es ist darüber hinaus festzustellen, dass im Simulationsmodell ein Teil der empirisch gemessenen Schiefe in der Verteilung der Fernmobilität egalisiert wird. Dies wird in einer maximalen Abweichung beider Verteilungskurven von sechs Prozentpunkten deutlich. Dieser Befund ist auf Vereinfachungen und Zusammenfassungen im Zuge der Gewährleistung der Operationalisierbarkeit

zurückzuführen. Die Übereinstimmung kann trotz der festgestellten Differenzen als ausreichend bezeichnet werden.



**Abbildung 57 Verteilung der Fernmobilität in der Bevölkerung, Vergleich von Empirie und Modell (eigene Darstellung)**

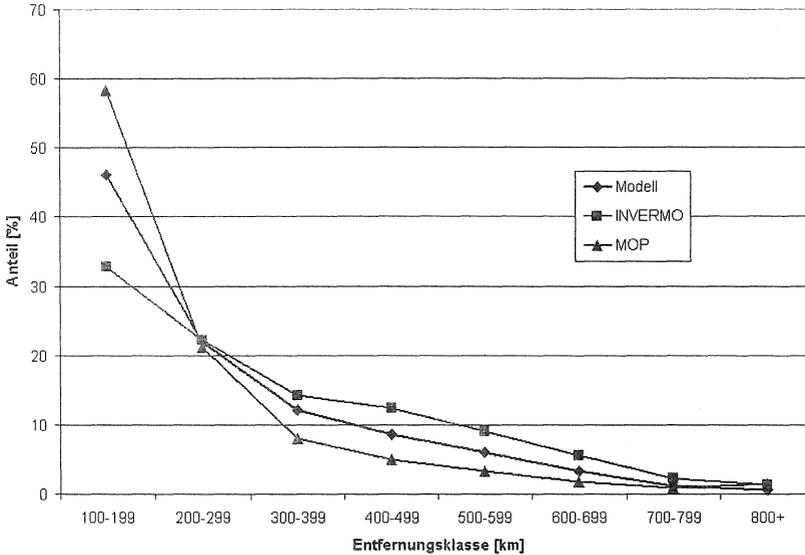
#### **5.4.2 Weglängenverteilung**

Ein Vergleich der Weglängenverteilung zwischen Modell und empirischen Befunden ist zur Beurteilung der Güte der Zielwahl und der modellierten Verkehrsleistungen von besonderer Bedeutung. Zur Einschätzung der Weglängenverteilung sollen Fahrtentfernungen innerdeutscher Reisen verglichen werden. Als empirische Vergleichswerte werden neben den Ergebnissen des Projektes INVERMO auch eine Weglängenverteilung des MOP gegenübergestellt, diese Kurve beinhaltet abweichend jedoch auch Auslandsreisen (vgl. Abbildung 58).

Vergleicht man die Weglängenverteilung des Modells mit der entsprechenden Verteilungen aus INVERMO, ist der deutlich geringere Anteil an kurzen Reisen mit 100 bis 200 Kilometern Fahrtentfernung bei INVERMO offensichtlich. Der geringere Anteil

kurzer Reisen bei INVERMO ist auf Probleme der Abgrenzung in der Erhebung zurückzuführen<sup>101</sup>.

Im Vergleich der Modellwerte zum MOP wird der deutlich höhere Anteil kurzer Reisen mit 100 bis 200 Kilometern Fahrtentfernung im MOP deutlich, obwohl das MOP auch Fernreisen enthält. Ursache für diesen Befund ist in der Beschränkung der Feldarbeit des MOP auf die Monate September und Oktober zu sehen. Die in diesen Monaten durchgeführten Fernreisen weichen in ihrer Art vom Jahresdurchschnitt ab<sup>102</sup>.



**Abbildung 58 Weglängenverteilung innerdeutscher Fernreisen, Vergleich von Empirie und Modell (eigene Darstellung)**

Eine exakte Weglängenverteilung für den Fernverkehr kann aus den vorliegenden Erhebungen aufgrund der aufgezeigten Einschränkungen nicht ermittelt werden. Die Modellwerte der Weglängenverteilung liegen in etwa im Mittel beider empirischen

<sup>101</sup> Es sollten nur Reisen mit mindestens 100 km Fahrtstrecke erfasst werden, die Entscheidung, ob eine Reise berichtet wurde, oblag dem Probanden. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass ein Teil der Fernmobilität aufgrund einer Unterschätzung der Entfernung nicht berichtet wurde. Dieser Effekt wurde mittels einer Gewichtung abgedefert, kann aber nicht vollständig eliminiert werden.

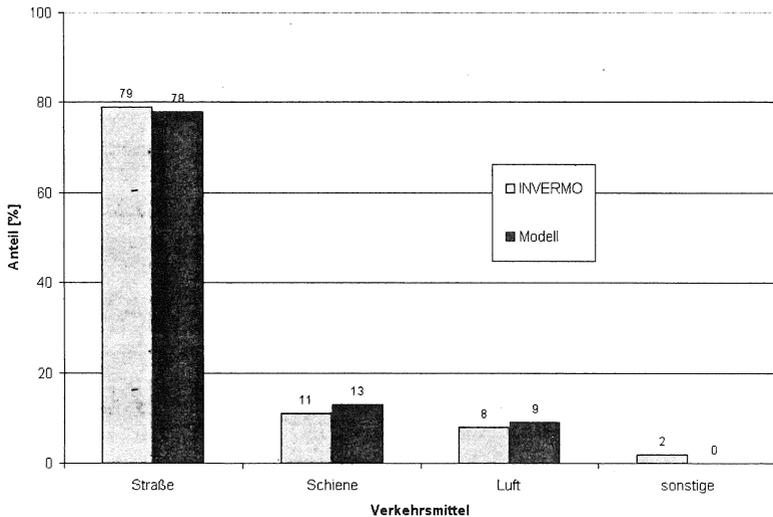
<sup>102</sup> Es fehlen die typischen Sommerurlaubsreisen sowie die zwischen Ostern und Pfingsten typischen Kurzreisen.

Verteilungen. Die Weglängenverteilung des Modells wird daher als plausibel und konsistent beurteilt.

### 5.4.3 Modal-Split

Die Beurteilung der Güte der Verkehrsmittelwahlmodellierung erfolgt auf Basis eines Vergleichs der gewählten Verkehrsmittel auf Inlandsreisen.

Hinsichtlich des Modal-Splits sind keine wesentlichen Abweichungen zwischen Erhebungsergebnissen und Simulation festzustellen. Die in der Realität gemessenen Verkehrsmittelanteile werden im Modell zuverlässig wiedergegeben.



**Abbildung 59 Modal-Split-Verteilung innerdeutscher Fernreisen, Vergleich von Empirie und Modell (eigene Darstellung)**

Neben der Kalibrierungsstichprobe wurde ein Teil der empirischen Daten für eine Modellevaluierung reserviert. Hierbei werden den empirischen Datensätzen mit allen erklärenden Variablen die in der Realität verwendeten Verkehrsmittel abgeschnitten und mittels einer Monte-Carlo-Simulation wieder ergänzt. Ein Vergleich von tatsächlich gewählten und simulierten Verkehrsmitteln zeigt, dass in 73,6 Prozent der Datensätze das richtige Verkehrsmittel simuliert wurde, in 26,4 Prozent ermittelt das Modell eine abweichende Wahl.

## 5.5 *Ausblick und Ansätze zur Modellerweiterung*

Das vorgestellte Modellkonzept bietet einen Ansatz zur längsschnittorientierten mikroskopischen Modellierung von Fernverkehrsreisen unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften der Nachfrage. Im folgenden Kapitel 6 werden Anwendungen beschrieben, die den Einsatz des Modells an zwei praxisrelevanten Beispielen aufzeigen. Bei der Modellkonzeption und –umsetzung haben sich Fragestellungen ergeben, die weiteren Forschungsbedarf notwendig erscheinen lassen und neben einem verbesserten Verständnis der Nachfragestrukturen auch zusätzliche Möglichkeiten zur Verbesserung des Modellkonzeptes und seiner Güte bieten können.

In den folgenden Kapiteln 5.5.1 bis 5.5.5 wird auf Schwerpunkte eingegangen, die zu einem verbesserten Verständnis der Nachfrage beitragen können.

### 5.5.1 Ereignisorientierte Abgrenzung des Fernverkehrs

Es ist intuitiv zu vermuten, dass Individuen im Fernverkehr auf Stimuli reagieren und sich anders verhalten als in ihren gewohnten Alltagsabläufen und sich aufgrund fehlender oder zumindest schwach ausgeprägter Routinen entsprechend anders auf Fernreisen vorbereiten und einstellen. Aufbauend auf diesen Sachverhalt ist es sinnvoll, solche Reiseereignisse zu separieren, die zwar die per Definition zugrundeliegende Mindestentfernung von hier 100 km überschreiten, aufgrund ihrer Regelmäßigkeit und ihres Alltagscharakters jedoch eine Sonderstellung innerhalb des Fernverkehrs einnehmen und von ihrem Charakter dem Alltagsverkehr zuzuordnen sind.

Eine ereignisorientierte Betrachtung des Fernverkehrs versucht dieser Schwäche entgegenzuwirken, in dem verfeinerte Kriterien<sup>103</sup> zur Abgrenzung von Ereignissen des Fernverkehrs von denen des Alltagsverkehrs herangezogen werden. Ein solcher Ansatz sollte nur solche Ortsveränderungen erfassen, bei denen sich das Individuum als Fernreisender *fühlt*, die Reise als solche *erlebt* und sich entsprechend *verhält*<sup>104</sup>. Ein derartiger Ansatz verspräche eine Abgrenzung von Reiseereignissen, das eine weitergehende Homogenität des Verhaltens erwarten lässt als es mit heutigen Definitionen erreichbar ist. Eine derartige Definition ließe schärfere und leichter interpretierbare empirische Befunde erwarten und würde folglich darauf

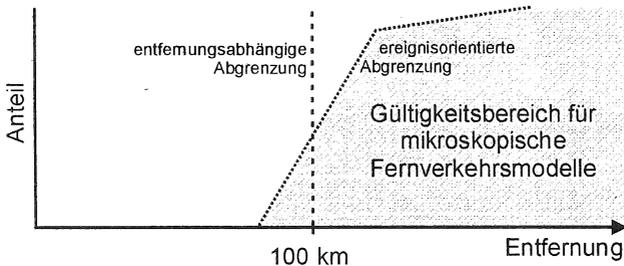
---

<sup>103</sup> So könnte z.B. die Häufigkeit und Reiseweite einer Reise zu einem bestimmten Ziel unter Berücksichtigung der Gesamtzahl und Reiseweiten aller Reisen herangezogen werden. Auf diese Weise werden einzelne Reisen in den Kontext des Handelns der durchführenden Person betrachtet.

<sup>104</sup> Dabei spielt es eine ganz wesentliche Rolle, z.B. wie häufig eine Person Reisen über größere Entfernungen unternimmt und z.B. über welche Erfahrungen/ Kenntnisse diese über den Ablauf solcher Reisen verfügt.

aufzubauende Modellstrukturen zur Abbildung und Prognose des Personenfernverkehrs verbessern.

In Abbildung 60 ist eine mögliche ereignisorientierte Abgrenzung des Fernverkehrs und der zugehörige Gültigkeitsbereich vorgeschlagen.



**Abbildung 60** Entfernungabhängige und ereignisorientierte Abgrenzung des Fernverkehrs (eigene, schematische Darstellung)

Entscheidend für eine inhaltliche Abgrenzung des Fernverkehrs ist, welche Eigenschaften als „typisch“ für den Untersuchungsgegenstand gelten können. Erst mit Hilfe scharf trennender Kriterien wird eine inhaltliche Gliederung des Fern- vom Alltagsverkehr realisierbar werden.

Bei näherer Betrachtung der Problematik kommt man zu der Erkenntnis, dass eine solche Abgrenzung nicht wie bisher auf Basis *reisebezogener* Eigenschaften erreicht werden kann, der Einfluss des *haushalts-* und *personenbezogenen* Kontextes<sup>105</sup> des Individuum darf nicht vernachlässigt werden. Mit den folgenden Thesen wird eine mögliche inhaltliche Abgrenzung des Fernverkehrs von der Alltagsmobilität vorgeschlagen:

- Fernverkehr findet in Form von definierten Einzelereignissen statt.
- Fernverkehr ist ein für das Individuum seltenes Ereignis. Ereignisse mit gleicher Situation<sup>106</sup> finden – wenn überhaupt – nur in großen zeitlichen Intervallen eine Wiederholung.

<sup>105</sup> z.B. auch Wertvorstellungen, Milieu, Einstellungen, Ethik

<sup>106</sup> z.B. Ziel, Zweck, Verkehrsmittel, Mitreisende, Gepäck usw.

- Fernverkehr veranlasst den Reisenden, gewohnte Alltagsroutinen zu verlassen. Im Gegensatz zum Alltagsverkehr befindet sich der Reisende während einer Fernreise in prinzipiell wenig geübten Situationen. Er rechnet aber schon im Vorfeld des Ereignisses damit und ist in der Lage, sich darauf einzustellen.

Für eine vollständig ereignisorientierte Abgrenzung des Fernverkehrs bedarf es vertiefender Untersuchungen unter Verwendung sozialwissenschaftlicher Methoden und soll im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden.

Um diesem Aspekt Rechnung zu tragen wurden jedoch einzelne Verkehrsnachfragesegmente, die bei einer einfachen entfernungs-basierten Abgrenzung des Personenfernverkehrs Berücksichtigung finden müssten, bei der Analyse und Modellkonzeption ausgeklammert. Dies betrifft (tägliche) Fahrten von Berufspendlern zwischen Wohnung und Arbeitsplatz, auch wenn diese eine größere Distanz als 100 km aufweisen, da für diese die formale Zugehörigkeit zur Alltagsmobilität offensichtlich ist.

### **5.5.2 Modellkonzept**

Der modulare Modellaufbau erleichtert eine Modellanpassung für veränderte Fragestellungen. Gegenwärtig ist das Modell im Schwerpunkt für die Beantwortung von Fragestellungen hinsichtlich Jahresganglinien, Zielwahl und Verkehrsmittelwahl ausgelegt, während das Modul der Verkehrsentstehung beschreibend angelegt ist und somit Veränderungen infolge externer Entwicklungen nicht Rechnung tragen kann.

Diese Vereinfachung stellt für die Fragestellung der Anwendungsbeispiele keinen Nachteil dar, da hinsichtlich des Verkehrsentstehungsprozesses keine nennenswerten Reaktionen zu erwarten sind. Durch den modularen Aufbau kann ohne Schwierigkeiten eine Erweiterung in das Modell implementiert werden. Dies könnte z.B. folgende Aspekte betreffen:

- Berücksichtigung von Veränderungen in der Zusammensetzung der Population im Zeitverlauf durch ein prognosefähiges Bevölkerungsmodell
- Berücksichtigung von externen Einflüssen auf die Verkehrsnachfrage wie z.B. Verhaltensänderungen aufgrund steuerpolitischer Änderungen der Reisekosten, oder veränderte individuelle Einstellungen hinsichtlich des Schutzes der Umwelt oder der Sicherheit einzelner Verkehrsträger.

### **5.5.3 Präferenzstrukturen**

In Kapitel 5.2.7 konnte gezeigt werden, dass einstellungsbeschreibende Attribute und modale Kompetenzen des Reisenden einen signifikanten Beitrag zur Erklärung von

Wahlentscheidungen leisten. Diese im Rahmen der Befragungen erhobenen Personeneigenschaften leisten einen ersten Beitrag zur besseren Berücksichtigung von persönlichen Präferenzen bei Wahlentscheidungen. Der bisherige Kenntnisstand ist jedoch nur als ein erster Ansatz zu verstehen und weist noch prinzipielle Schwächen auf.

Die verwendeten Attribute charakterisieren die Präferenzen von Personen und können über sozio-ökonomische Schlüsselgrößen den virtuellen Personen des Modells mit statistischer Wahrscheinlichkeit zugespielt werden und leisten folglich einen Erklärungsbeitrag zur Verkehrsmittelwahl. Diese Eigenschaften sind jedoch nur als ein kleiner Ausschnitt eines persönlichen Präferenzprofils zu verstehen, der auch für weitergehende Fragestellungen der Verkehrsmodellierung vielfältige Möglichkeiten zum vertieften Verständnis der Nachfragestrukturen und zur Verbesserung von Modellen bietet. Daher erscheint eine grundlegende Betrachtung der Präferenzstrukturen als sinnvoll.

Die in den Sozialwissenschaften entwickelten Methoden zur Analyse von Präferenzstrukturen und deren Zuordnung z.B. zu Lebenswelten<sup>107</sup> bieten eine sinnvolle Grundlage für derartige Ansätze. Von derartigen Ansätzen darf erwartet werden, dass über die heute überwiegend beschreibenden Modelle hinaus ein mehr erklärendes Konzept entwickelt werden kann. Neben der Betrachtung der gegenwärtigen Präferenzstrukturen bietet die Einbeziehung biographischer Aspekte auch die Möglichkeit zur Analyse von Entwicklungen und Erklärung von Veränderungen. Ein solches längsschnittorientiertes Konzept lässt für die Prognose zukünftiger Entwicklungen der Nachfragestrukturen einen wesentlichen Aufklärungsbeitrag erwarten.

Die Ergebnisse derartiger Forschungen lassen nicht nur im Bereich des Fernverkehrs sondern für alle Bereiche der Mobilitätsverhaltensforschung einen Fortschritt in der Abbildung und Prognose der Verkehrsentstehung, Ziel- und Verkehrsmittelwahl erwarten.

#### **5.5.4 Verkehrsmittelwahlmodellierung**

Die umgesetzte, zweistufige Modellierung des Verkehrsmittelwahlprozesses ist prinzipiell geeignet, die in der Realität gefundenen Abläufe im Modell wiederzugeben und gleichzeitig eine zufriedenstellende Modellgüte zu erreichen.

---

<sup>107</sup> bzw. Milieu-Analysen, vgl. z.B. NOELLE-NEUMANN [2000] und sinus-Milieus, vgl. NOWAK et al [1981]

Eine Schwierigkeit in der Anwendung des Ansatzes mit dem vorhandenen empirischen Material liegt darin, dass ein Teil der Datensätze einen Choice-Set mit nur einer Alternative aufweist (vgl. Kapitel 3.2.5) und somit nur eine Modellstufe zum Tragen kommt. Dies ist als eine spezifische Eigenschaft der verwendeten Daten zur Modellschätzung zu verstehen, da der Anteil der Choice-Sets mit zwei Verkehrsmittelalternativen maßgeblich von der Formulierung im Befragungsbogen bestimmt (vgl. Kapitel 3.2.5) wird. Im Vorfeld der Erhebung lagen diesbezüglich nur wenige Erfahrungen vor. In zukünftigen Erhebungen wird daher eine Variation der Erhebungsform empfohlen, um Sensitivitäten in diesem Bereich ermitteln zu können. Mit einer weniger restriktiven Erfassung können höhere Anteile von Choice-sets mit zwei Alternativen erwartet werden. Dies führt in der folgenden Modellimplementierung zu einem größeren Anteil an Reisen, die in der zweiten Modellstufe sensitiv auf veränderte Systembedingungen<sup>108</sup> reagieren können.

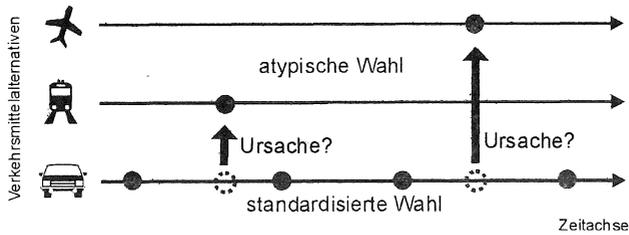
Ein weiterer wichtiger Aspekt ist in einer Bindung der Reisenden an ein bestimmtes Verkehrsmittel zu sehen. Dieser Effekt wird im vorliegenden Modellansatz indirekt berücksichtigt, da sich diese Bindung in den Präferenzen der Verkehrsmittel wiederfindet und somit die Auswahl des Choice-Sets maßgeblich beeinflusst. Der große Anteil von Datensätze mit nur einer Alternative im Choice-Set kann auch als Indiz für eine besondere Bindung an ein bestimmtes Verkehrsmittel im Fernverkehr interpretiert werden, empirische Belege für diese Vermutung können mit dem vorliegenden Material jedoch nicht lückenlos geführt werden.

Liegt eine starke Präferenz für ein bestimmtes Verkehrsmittel vor, so kann dieses in einer entsprechenden Analyse als „standardisierte Wahl“ ermittelt werden. Für die Datenanalyse und Modellkonzeption sind dann besonders Reisen von Bedeutung, in denen von der „standardisierte Wahl“ abweichende Verkehrsmittel benutzt werden.

Ein entsprechendes Modellkonzept könnte einer Person mit Bindung an ein bestimmtes Verkehrsmittel dieses als „standardisierte Wahl“ vorgeben. Für ein Reiseereignis ist nun zu prüfen, ob von dieser standardisierten Wahl abgewichen werden muss oder nicht. Hierzu können sowohl determinierende Einflüsse (z.B. Interkontinentalreise) als auch Schwellenwerte für verschiedene Attribute (z.B. *zu langsam*, *zu teuer*) definiert werden. Nur wenn ein determinierender Einfluss oder für Attribute eine Überschreitung der Schwellenwerte vorliegt, ist eine atypische Wahlentscheidung zu modellieren.

---

<sup>108</sup> z.B. Reisezeit und Reisekosten. Auch wenn beide Variablen bei der Schätzung mit den vorliegenden Daten sich z.T. als nur schwach signifikant erwiesen haben, ist unter veränderten empirischen Bedingungen mit einer höheren Signifikanz zu rechnen.



**Abbildung 61 Standardisierte und atypische Wahlentscheidungen (eigene Darstellung)**

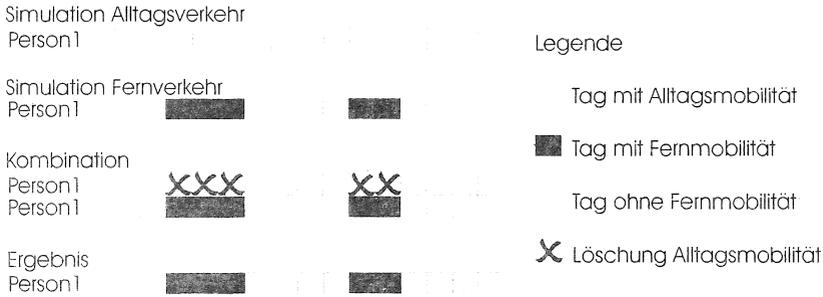
In Abbildung 61 ist ein Fall von Bindung an den Pkw beispielhaft anhand von sechs nacheinander durchgeführten Reisen illustriert. Als standardisierte Wahl wird von der Person im „Normalfall“ der Pkw präferiert (im Beispiel in vier Fällen). In zwei Fällen wird anstelle des Pkw jedoch atypisch die Bahn bzw. das Flugzeug gewählt. Das vorgeschlagene Modellkonzept fokussiert auf die Fälle abweichender Wahl und versucht, die Ursachen hierfür zu erfassen. Diese Vorgehensweise lässt im intrapersonellen Längsschnitt sinnvolle Modellergebnisse für Personen mit starker Bindung an ein bestimmtes Verkehrsmittel erwarten.

Werden die aufgeführten Aspekte bei der Wahlmodellierung berücksichtigt, so sind weitere Verbesserungen der Modellqualität zu erwarten.

### 5.5.5 Übergreifende Modellierung von Alltags- und Fernverkehr

Die Abbildung des Fernverkehrs in einem eigenständigen Modell bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsfälle. Aus Sicht der Verkehrswissenschaften wie auch aus der anwendenden Planung muss als Vision der mikroskopischen Simulation jedoch ein Konzept mit einer integrierten Behandlung des Alltags- und des Fernverkehrs gelten. Nur mit einem solchen Modellkonzept können die vielschichtigen Wechselwirkungen und Verflechtungen des Mobilitätsverhaltens in seiner Gänze erfasst werden.

Als ersten Schritt für einen umfassenden Ansatz zur Simulation von Alltags- und Fernverkehr ist eine kombinierte Simulation beider Segmente denkbar, in der die spezifischen Wechselwirkungen berücksichtigt werden können. In Abbildung 62 ist ein einfacher Ansatz eines derartigen Modellkonzeptes aufgezeigt. Prinzipiell werden Alltags- und Fernverkehrsmobilität in getrennten Segmentmodellen bearbeitet. Durch die Kombination beider Segmentmodelle ergibt sich eine umfassende, längsschnittorientierte Abbildung des Mobilitätsverhaltens.



**Abbildung 62 Intrapersonelle Überlagerung aus Alltags- und Fernverkehr in einer Längsschnittsimulation (eigene Darstellung)**

Eine offensichtliche Herausforderung für den Modellierer liegt in der Gestaltung der Übergänge zwischen beiden Segmenten aufgrund von Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen dem Verhalten im Alltag und dem auf Fernreisen. Zur Gestaltung der Schnittstellen zwischen beiden Segmentmodellen<sup>109</sup> liegen gegenwärtig nur rudimentäre Erkenntnisse hinsichtlich Wirkungszusammenhängen und Abhängigkeiten vor.

Auch die Problematik der Abgrenzung des Alltags- vom Fernverkehr kann mit einer über die Entfernung kontinuierlichen Simulation der Nachfrage entschärft werden. Selbst mit zwei eigenständigen Modellen für Alltags- und Fernverkehr lassen sich in kombinierten Auswertungen die Schwierigkeiten und Fehler der Simulation in Segmenten beurteilen und ggf. korrigieren. Dies ist mit den heutigen, getrennten Modellkonzepten nur bedingt möglich, weil Modellen zur Simulation des Alltagsverkehrs kaum Informationen zur Beurteilung und Validierung des Fernverkehrs vorliegen, während spezielle Modelle für den Fernverkehr keine mikroskopischen Informationen zum Alltagsverkehr verarbeiten.

Besonders aber in Hinblick auf die Längsschnittorientierung zukünftiger Modelle stellen die personenbezogenen Einflussfaktoren des Verhaltens eine Herausforderung dar. Im vorgestellten Modellansatz konnten persönliche Präferenzen als wesentliche Determinanten des Fernverkehrs identifiziert und berücksichtigt werden, um ein im Längsschnitt konsistentes Verhalten zu modellieren. Bezogen auf die Verkehrsverhaltensforschung ist ein Meilenstein in der Bestimmung von personenbezogenen

<sup>109</sup> Diese lassen sich in etwa mit folgenden Fragen charakterisieren: Welche Alltags-Aktivitäten werden im Vorfeld von Fernreisen durchgeführt? Wie werden die unmittelbaren Schnittstellen zwischen Alltags- und Fernmobilität organisiert?

Eigenschaften zu sehen, die dem Alltags- wie auch dem Fernverkehrsverhalten gleichermaßen zugrunde liegen und eine gemeinsame „Plattform“ des Verhaltens beider Verkehrssegmente bilden. Sind die wechselseitigen Zusammenhänge zwischen beiden Verkehrssegmenten bekannt, bietet dies für Fragestellungen der Prognose vielfältige Chancen in der verbesserten Abschätzung zukünftigen Mobilitätsverhaltens.

## **6 Anwendung und Ausblick**

Die Funktionsfähigkeit und Wirkungsweise des entwickelten Simulationsmodells soll an zwei beispielhaften Anwendungsfällen gezeigt werden. Beide Anwendungsfälle sind Ergebnisse politischer Entscheidungen und wurden in den Medien kontrovers diskutiert.

Im ersten Anwendungsfall werden die Auswirkungen der Sommerschulferienregelung der Bundesländer auf die Nachfrage im Urlaubsreiseverkehr untersucht. Mit diesem Anwendungsfall werden exemplarisch die Möglichkeiten zur Darstellung der zeitlichen Verteilung der Nachfrage im Fernverkehr aufgezeigt. Der zweite Anwendungsfall beschäftigt sich mit den Wirkungen eines ICE-Haltepunktes in einer ländlichen Region auf die Verkehrsmittelnutzung. Mit diesem Anwendungsfall wird auf die Möglichkeit zur Analyse von Nutzer- und Kundenkreisen eingegangen. Kapitel 6.3 geht auf die Bedeutung der Modellierung in Planungsprozessen ein und beurteilt in diesem Kontext das entwickelte Modellkonzept.

### ***6.1 Auswirkungen der Lage der Schulsommerferien auf die Verkehrsnachfrage***

#### **6.1.1 Aufgabe**

Regelmäßig werden auf der Konferenz der Kultusminister/-innen der Bundesländer die Termine der Schulferien für die kommenden Jahre beschlossen. Über viele Jahre hinweg wurde dabei ein rotierendes System angewendet, welches eine Verteilung der Schulferien der Bundesländer auf den Zeitbereich von Mitte Juni bis Mitte September zur Folge hatte.

Im Jahr 1999 wurde eine Neuordnung der Sommerferientermine beschlossen, um allen Bundesländern Sommerferien in den attraktiven Monaten Juli und August zu ermöglichen. Diese Neuordnung der Sommerferientermine führte zu einer Verkürzung der Ferienzeit in Deutschland auf 72 Tage – statt bisher 91 Tage im rotierenden System (vgl. Abbildung 63).

Die Regelung der Schulsommerferientermine hat sowohl auf die Tourismusbranche als auch auf die Belastung der Verkehrsinfrastruktur Auswirkungen. Die Tourismusbranche ist aufgrund von Wirtschaftlichkeitsüberlegungen auf eine gleichmäßige Auslastung der Bettenkapazitäten angewiesen. Dies führt zu dem Wunsch nach einer langen Sommersaison mit möglichst homogener Nachfrage, also einem möglichst konstanten Anteil an Außer-Haus-Tagen in der Bevölkerung über die Sommermonate.

Die Dienstleistungsanbieter im Verkehrssystem sind an einer Vermeidung von Nachfragespitzen interessiert. Für die Deutsche Bahn AG, die Luftverkehrsunternehmen als auch die Flughafenbetreiber ist eine gleichmäßige Auslastung der Infrastruktur für einen wirtschaftlichen Betrieb unerlässlich, da die zur Abdeckung von Nachfragespitzen notwendigen Transporteinheiten und Infrastrukturen nur unter unwirtschaftlichen Bedingungen vorgehalten werden können. Für Dienstleistungsanbieter im Verkehrssystem sind hinsichtlich der Urlaubsreisen nur die Reisetage, also die Tage der Anreise zum bzw. Rückreise vom Urlaubsziel zur Beurteilung der Situation maßgeblich. Dies gilt ebenso hinsichtlich einer besseren Auslastung der Straßenkapazitäten unter Vermeidung von Nachfragespitzen.

SOMMERFERIEN 2003

## Bilanz eines Desasters

Die Neuordnung der Schulferien kostete die deutsche Tourismusindustrie mehr als eine Milliarde Euro

Anfang August tauchte die deutsche Urlauberkarawane tief in die pan-europäische Gefühlswelt ein. Was in Frankreich und Italien längst zum alljährlichen Sommerszenario gehört, feierte hierzulande bei Temperaturen von über 40 Grad Premiere: das ministeriell verordnete kollektive Stauerlebnis auf der Autobahn. Erstmals packte das Volk der Schüler und Werktätigen in den drei bevölkerungsreichsten Bundesländern – Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen – fast gleichzeitig die Koffer. Den Befehl für diesen vorprogrammierten Ferien-GAU erteilte die Kultusministerkonferenz bereits im Jahr 1999 mit der Neuordnung der Ferientermine. Damals wurde in Leipzig beschlossen, den Zeitkorridor für die großen Ferien von 91 auf nur noch 72 Tage zu verkürzen. Die Folge: Eine nie zuvor erlebte Ferien(un)ordnung, denn erstmals befand sich die gesamte Schüler- und Elternschaft der Republik eine Woche lang gleichzeitig im Erholungszustand.

Was die Kultusminister einst als fairen Länderausgleich lobten, bilanziert sich nun zu einer wirtschaftlichen Katastrophe. „Die Umsatzeinbußen durch die neue Ferienordnung belaufen sich auf über eine Milliarde Euro“, zieht Klaus Laepfle für den Bundesverband der Deutschen Tourismuswirtschaft (BTW) das Fazit einer Saison, in der „im Juni

und Juli viele Betten in Deutschland leer geblieben sind, während sie im August an Nord- und Ostseeküste sowie in den Alpen zum Teil dreimal hätten belegt werden können“. Vor allem heimische Hotels und Gaststätten litten. „Deutliche Umsatzeinbußen“, registrierte der Branchenverband DEHOGA in den Monaten Juli und August bei der überwältigenden Mehrheit seiner Mitglieder. Lediglich der extrem schöne Sommer habe ein wirtschaftliches Chaos bei vielen der rund 80.000 heimischen Hotels und Gaststätten verhindert. „Uns fehlen 20 Tage, an denen wir sonst ausgebucht waren“, so die Einschätzung an Nord- und Ostsee angesichts zahlreicher leerer Strandkörbe im Juli. Freie Betten und ungewöhnlich viel Platz vor den Hütten gab es zudem in Österreich, der Schweiz sowie auf der Baleareninsel Mallorca.

Erhebliche wirtschaftliche Einbußen registrierten Reiseveranstalter und Charterflug-Airlines. „Für Juni, Juli und September verzeichnen wir große Auslastungsverluste“, so Delfe Altmann, Thomas-Cook-Bereichsvorstand. Allein bei Autoreisen gab es ein Umsatzminus von sieben bis acht Prozent. Ähnlich hoch dürfte der Rückgang bei Flugreisen ausfallen, so die Prognose. Besonders gravierend: Die deutschen Ferien überschritten sich stark mit den Terminen in

Spanien und Italien. „Eigentlich müssten wir von den verantwortlichen Politikern Schadenersatz verlangen“, forderte bereits Air-Berlin-Chef Joachim Hunold, der die Mindereinnahmen allein im Mai und Juni auf 35 Millionen Euro schätzt.

Erst 2005 kehren die Bundesländer wieder zu dem „rollierenden“ Ferienmodell zurück, das über drei Jahrzehnte erfolgreich angewendet wurde – auf Anordnung der Kultusminister. ■

PETER HINZE

### AB IN DEN SÜDEN?

So liegen die Schulfertientermine in den nächsten beiden Jahren:

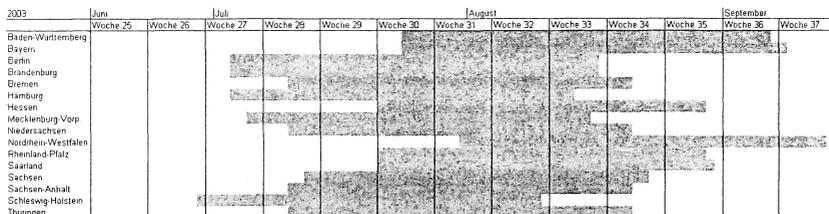
Bundesland	2004	2005
Baden-Würt.	29.07.–11.08.	28.07.–10.08.
Bayern	02.08.–13.08.	01.08.–12.08.
Berlin	24.06.–07.08.	23.06.–03.08.
Brandenburg	24.06.–07.08.	23.06.–06.08.
Bremen	08.07.–18.08.	14.07.–24.08.
Hamburg	24.06.–04.08.	20.06.–10.08.
Hessen	19.07.–27.08.	25.07.–03.08.
Meckl.-Vorp.	26.06.–05.08.	27.06.–06.08.
Niedersachsen	08.07.–18.08.	14.07.–24.08.
Nordrhein-W.	22.07.–04.09.	07.07.–19.08.
Rheinland-Pfalz	19.07.–27.08.	25.07.–03.08.
Saarland	19.07.–28.08.	25.07.–03.08.
Sachsen	10.07.–20.08.	18.07.–28.08.
Sachsen-Anh.	08.07.–18.08.	14.07.–24.08.
Schleswig-H.	28.06.–07.08.	27.06.–06.08.
Thüringen	08.07.–18.08.	14.07.–24.08.

Alle Angaben ohne Gewähr

Abbildung 63 Artikel zur Neuordnung der Schulferien in den Bundesländern (Quelle: Hinze, P. [2003] in: Fokus, 08.09.2003)

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie eine Schulferienordnung beschaffen sein muss, um die von Seiten der Tourismusbranche und den Anbietern von Verkehrsdienstleistungen formulierten Anforderungen zu genügen.

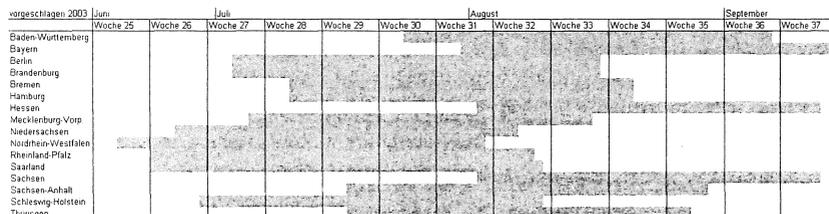
Grundlage der Untersuchung ist die vorliegende Schulferienordnung für das Jahr 2003 (vgl. Abbildung 64). Diese Regelung ist im Wesentlichen durch eine späte Ferienlage der einwohnerstarken Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Hessen und Nordrhein-Westfalen mit zusammen etwa 45 Millionen Einwohner gekennzeichnet. Die Bundesländer mit frühem Ferienbeginn (Berlin, Brandenburg, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein) weisen dagegen nur etwa 20 Millionen Einwohner auf.



**Abbildung 64 Schulferienterminaleiste 2003 (eigene Darstellung)**

Um eine ausgeglichene Auslastung von Tourismus- und Verkehrsinfrastruktur zu erreichen wird eine alternative Ferienregelung simuliert, die die Sommerferien der einwohnerstarken Bundesländer gleichmäßiger über die Sommermonate verteilt (vgl. Abbildung 65). In dieser Ferienordnung werden den einwohnerstarken Bundesländern Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen jeweils mit geringem Zeitversatz frühe Sommerferienterminale zugeordnet, während die Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern und Hessen späte Ferienterminale erhalten. Bei der Wahl der Ferienterminale der übrigen Bundesländer wurde auf eine Verteilung geachtet, die zusätzliche Nachfragespitzen im Verkehrssystem vermeidet. Der bundeslandspezifische Wochentag des Ferienbeginns und -endes wurde beibehalten.

Diese Regelung führt dazu, dass in den Monaten Juli und August jeweils Sommerferien in Bundesländern mit etwa 40 Millionen Einwohnern vorliegen. Lediglich in den ersten beiden Augustwochen ist eine Überlappung der Ferienterminale festzustellen.



**Abbildung 65 vorgeschlagene Schulferienterminaleiste 2003 (eigene Darstellung)**

Die Auswirkungen dieser vorgeschlagenen Ferienordnung auf die Verkehrsnachfrage im Urlaubsverkehr wird mittels Simulationsrechnungen denen der von den Kultusministern vorgeschlagenen Schulferienordnung verglichen. Hierzu wird ein Vergleich der Außer-Haus-Tage sowie der Reisetage für beide Fälle durchgeführt.

### **6.1.2 Simulation**

Mit dem entwickelten Simulationsmodell lassen sich die durch die Schulferienordnung bedingten Wirkungen quantifizieren. Das entwickelte Modell berücksichtigt dabei die Gebundenheit von Haushalten mit Schulkindern an die Schulferien sowie die Verteilung von Fernreisen innerhalb der Schulferien. Daher ist das Modell in der Lage, für beliebige Schulferienkonstellationen der Bundesländer sowohl die Außer-Haus-Tage als auch die Reisetage von Urlaubsreisen zuverlässig zu ermitteln. Eine „scheinbare“ Bindung von Haushalten ohne Schulkinder an die Schulferien konnte trotz vereinzelter Betriebs- und Handwerkerferien, die beinahe ausschließlich in den Schulferien liegen, nicht nachgewiesen werden. Dies ist auf die regional sehr unterschiedlichen Lösungen und den geringen Anteil Betroffener zurückzuführen. Ein solcher Effekt wird daher in der Simulation vernachlässigt.

Die Simulation erfolgt auf Basis einer bundesrepräsentativen Simulationsstichprobe mit einem Umfang von 76.000 Haushalten und etwa 160.000 zugehörigen Personen. Für diese Haushalte werden für beide Schulferienordnungen Teilsimulationen der Sommermonate durchgeführt, wobei im Status-quo-Fall die von den Kultusministern für das Jahr 2003 beschlossenen Ferientermine zugrunde liegen (vgl. Abbildung 64). Der zweite, fiktive Fall basiert auf der in Abbildung 65 vorgeschlagenen Ferienordnung. In der Simulation werden vollständige Urlaubsreisen mit Personenzahl, Anreise- und Rückreisetag, Startpunkt der Reise, Reiseziel und Verkehrsmitteln simuliert. Für An- und Rückreise sind die Uhrzeiten der Abfahrt und Ankunft verfügbar.

### **6.1.3 Ergebnisse**

Hinsichtlich der Aufgabenstellung sind besonders die Bettenauslastung infolge von Urlaubsreisen sowie die Hauptreisetage von Bedeutung. Für beide Schulferienordnungen werden daher sowohl die Außer-Haus-Tage als auch die Reisetage simuliert, ausgewertet und vergleichend gegenüber gestellt.

Urlaubsreisen

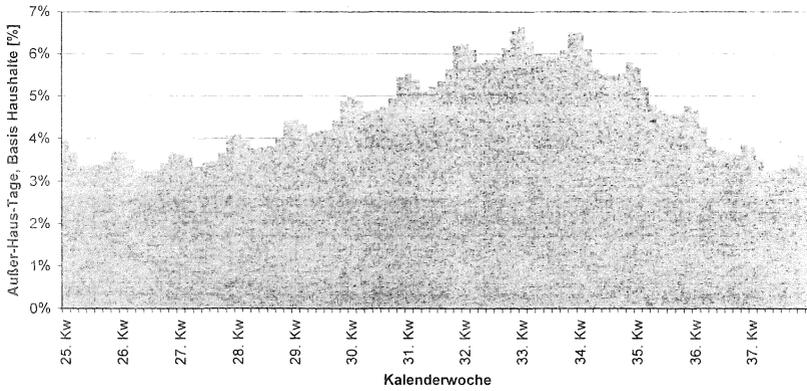


Abbildung 66 Status-quo-Fall, Außer-Haus-Tage der Urlaubsreisen (eigene Darstellung)

Urlaubsreisen

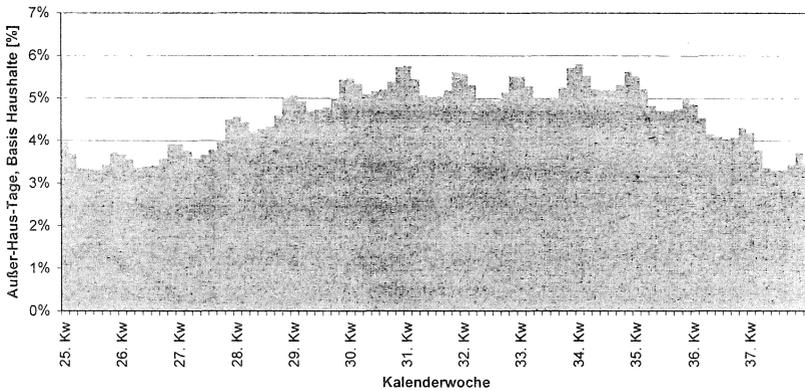
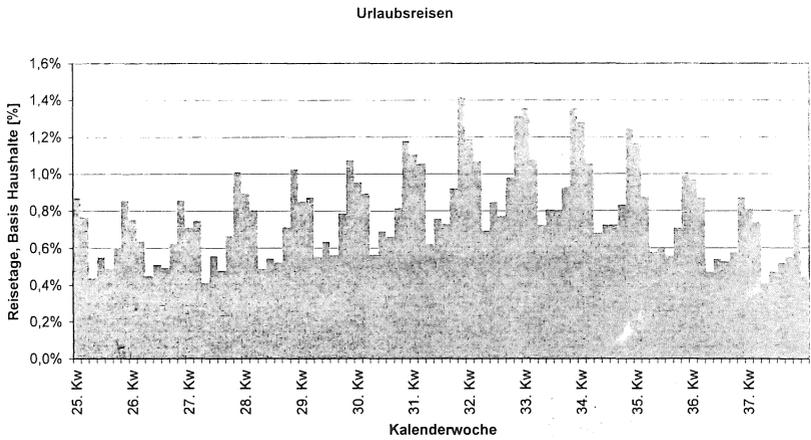
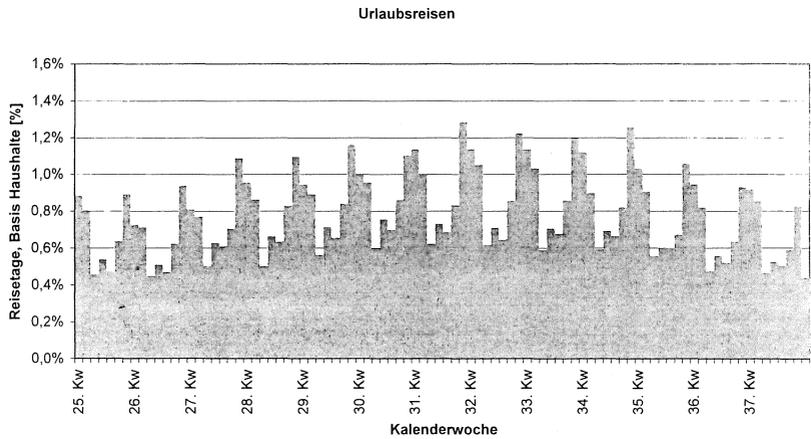


Abbildung 67 Fiktiver Fall, Außer-Haus-Tage der Urlaubsreisen (eigene Darstellung)



**Abbildung 68** Status-quo-Fall, Reisetage der Urlaubsreisen  
(eigene Darstellung)



**Abbildung 69** Fiktiver Fall, Reisetage der Urlaubsreisen  
(eigene Darstellung)

Für beide Fälle wurden die Ergebnisse als Außer-Haus-Tage für den Zeitraum zwischen der 25. (Mitte Juni) und 38. (Mitte September) Kalenderwoche aufbereitet. Der Nachfrageverlauf des Status-Quo-Falles (vgl. Abbildung 66) ist durch eine geringe Nachfrage bis Mitte Juli (30. Kalenderwoche) geprägt, im Zeitraum von der 31. bis zur 35. Kalenderwoche liegt eine deutliche Nachfragespitze vor. Neben dem generellen Verlauf der Nachfrage über die Kalenderwochen ist der wöchentliche Rhythmus mit Spitzenwerten an den Wochenenden zu erkennen. Dies ist auf den kompakten Urlauberwechsel an den Wochenendtagen zurückzuführen, da an- und rückreisende Urlauber am gleichen Wochentag unterwegs sind. Hinsichtlich der Frage nach der notwendigen Übernachtungskapazitäten zur Befriedigung der Nachfrage sind diese Spitzenwerte an den Wochenendtagen ohne Auswirkungen. In der Zeit der höchsten Nachfrage weisen bis zu 6% der Haushalte Außer-Haus-Tage aufgrund einer Urlaubsreise auf.

Für den zweiten, fiktiven Fall liegt eine deutlich homogenere Nachfrage vor, im Zeitraum von Mitte Juli (29. Kalenderwoche) bis Ende August (35. Kalenderwoche) kann von einer konstanten Nachfrage mit Werten um 5% aller Haushalte gesprochen werden. Bezogen auf die Spitzenwerte des Status-quo-Falles bedeutet dies ein Rückgang um etwa 20% während sich gleichzeitig die Zeitspanne, in der 5% der Haushalte verreist sind, von vier auf sieben Wochen verlängert.

Die Darstellung der Reisetage zeigt gegenüber dem homogenen Verlauf der Außer-Haus-Tage wie erwartet einen starken Wochenzyklus (vgl. Kapitel 3.2.1) mit Spitzenwerten an den Wochenendtagen. Beim Vergleich der Abbildungen für den Status-Quo-Fall (Abbildung 68) und dem fiktiven Fall (vgl. Abbildung 69) zeigt sich für den fiktiven Fall eine deutlich homogenere Nachfrage. Der Spitzenwert des Urlaubsverkehrsaufkommens am Samstag der 31. Kalenderwoche reduziert sich durch die veränderte Ferienordnung um etwa 10%.

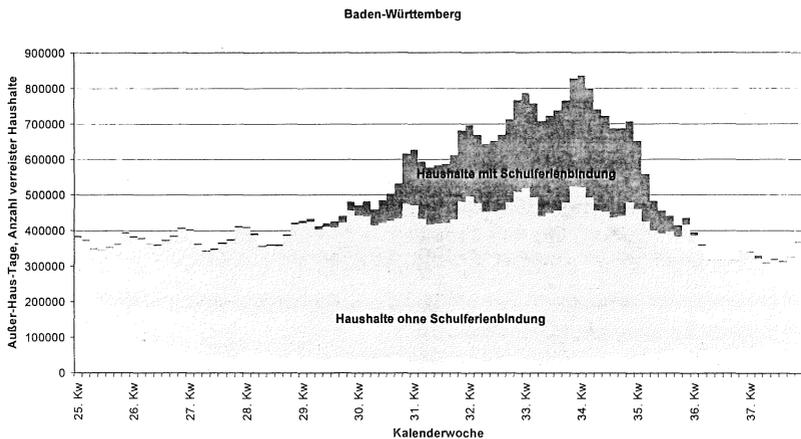
Die Plausibilität der Modellergebnisse lässt sich anhand zweier überschlägiger Abschätzungen belegen. Auf Basis empirischer Eckdaten aus dem Projekt INVERMO ergibt sich im Durchschnitt ein Außer-Haus-Anteil aufgrund von Urlaubsreisen von ca. 5% der Haushalte während der zwölfwöchigen Sommerferienzeit<sup>110</sup>. Dieser Wert deckt sich gut mit den Simulationsergebnissen.

---

<sup>110</sup> 2/3 der Bevölkerung unternehmen pro Jahr mindestens eine Urlaubsreise; 2/3 davon unternehmen eine Urlaubsreise während der allgemeinen zwölfwöchigen Schulferienzeit; eine durchschnittliche Urlaubsreise dauert ca. 11 Tage

Eine Analyse der Haushaltsstichprobe zeigt weiterhin, dass 20% der Urlaubsreisen direkt an die Schulsommerferien gebunden sind. Hierbei wurden bereits solche Reisen von Haushalten mit schulpflichtigen Personen ausgeklammert, bei denen einzelne Personen eines Haushaltes verreisen, die nicht an die Schulferienpflicht gebunden sind. Auch dieser Eckwert ist in den Modellergebnissen wiederzufinden und bestätigt die Plausibilität der Ergebnisse.

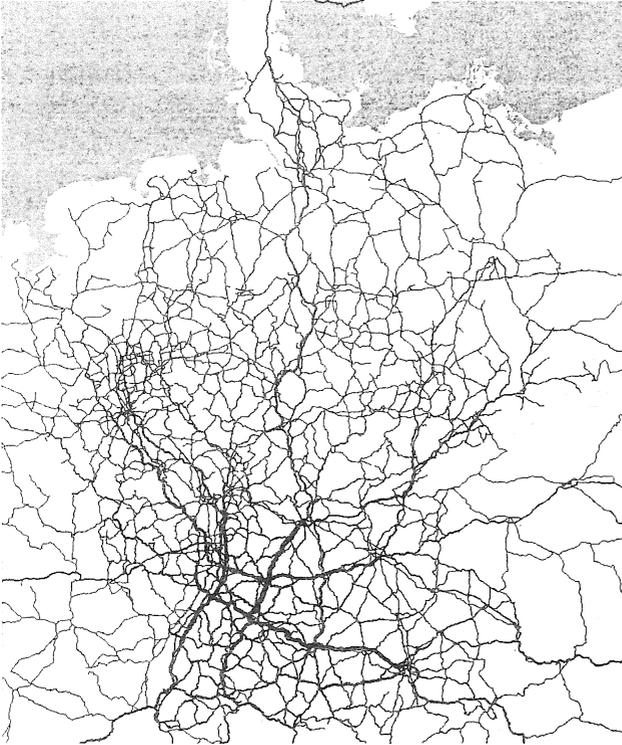
Die vorgestellten Darstellungen basieren auf einer aggregierten Auswertung über alle Bundesländer. Der mikroskopische Ansatz erlaubt aufgrund seiner Datenstruktur darüber hinaus beinahe beliebige Differenzierungen. So ist in Abbildung 70 die Sommerurlaubsreisesaison für das Bundesland Baden-Württemberg dargestellt, differenziert nach Haushalten mit und ohne Schulferienbindung. Deutlich sichtbar wird hier die in den Sommermonaten vorliegende „Basisnachfrage“ von 80% der nicht schulferiengebundenen Haushalte, die sich in der Ferienzeit mit den Reisen der Haushalte mit Schulkindern überlagert. Deutlich erkennbar sind die baden-württembergischen Schulsommerferien zwischen der 30. und 36. Kalenderwoche.



**Abbildung 70 Fiktiver Fall für das Bundesland Baden-Württemberg, Außer-Haus-Tage der Urlaubsreisen differenziert nach Schulferienbindung der Haushalte (eigene Darstellung)**

Da die Simulationsergebnisse in ebenenbezogenen Datensätzen mit allen Details zu Haushalten, Personen und Reisen abgelegt sind und jeweils alle Informationen dieser Ebenen verfügbar und verknüpfbar sind, bestehen keine Beschränkungen in der Analyse, wie sie sich in makroskopischen Betrachtungen trotz Segmentierungen ergeben können. Die dargestellten Analysen lassen sich ohne zusätzlichen

Simulationsaufwand regional und/ oder temporär differenzieren, alle Informationen werden für Analysezwecke stets nur aggregiert.



**Abbildung 71 Strombündel des Ziel- und Quellverkehrs im Fernverkehr bezogen auf Baden-Württemberg am ersten Samstag der Schulsommerferien [Quelle: eigene Berechnungen; Umlegung und Darstellung, PTV AG]**

So können die mikroskopischen Nachfragedaten mit Hilfe von Netzdaten zur Ermittlung von Streckenbelastungen umgelegt werden (vgl. Abbildung 71), das Aufkommen an Reisenden an Bahnhöfen und Flughäfen ermittelt werden sowie die Tourismusnachfrage in einzelnen Tourismusregionen tagesscharf abgebildet werden. Die Informationen der Haushalts- und Personendatenbanken erlauben darüber hinaus eine vielschichtige Differenzierung nach Kundensegmenten und eine Analyse deren Eigenschaften.

## 6.2 Veränderte Verkehrsmittelnutzung aufgrund verbesserter Schienenangebote

### 6.2.1 Aufgabe

Im Juli 2002 wurde nach sechsjähriger Bauzeit die Hochgeschwindigkeitsbahnstrecke zwischen Frankfurt und Köln eröffnet, welche die Fahrzeit zwischen beiden Metropolen um eine Stunde auf 76 Minuten verkürzt. Die 177 km lange Strecke überquert den Westerwald mit Steigungen von bis zu 40 Promille und ist als reine Personenfernverkehrsstrasse konzipiert; die Höchstgeschwindigkeit ist auf 300 km pro Stunde ausgelegt.

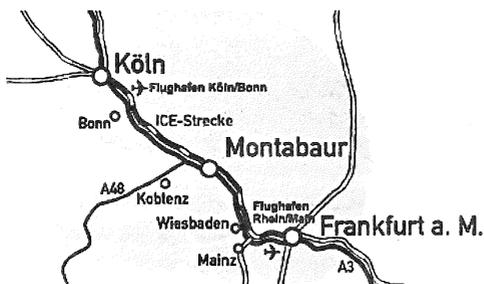


Abbildung 72 Montabaur, Lage (Quelle: ICE-Park-Montabaur [2004])

Im Rahmen der politischen Diskussion um die Trassenführung wurde neben dem Bahnhof Bonn/ Siegburg der Bau zweier weiterer ICE-Bahnhöfe in den Städten Limburg (43.000 Einwohner) und Montabaur (13.000 Einwohner) beschlossen. Der ab dem Jahr 1993 vorgesehene Halt in Montabaur (vgl. Abbildung 72) gilt als politisches Zugeständnis für die Durchfahrung rheinland-pfälzischen Landesgebietes. Der Bau des 27 Mio. Deutsche Mark teuren Bahnhofs wird dabei nicht nur in der Presse kritisch diskutiert (vgl. Abbildung 73) sondern auch vom Bund der Steuerzahler als „Fall öffentlicher Verschwendung“ angeprangert.

# ERKENNTNIS

## Operation Größenwahn

Montabaur und Limburg – zwei Provinzstädte leisten sich einen ICE-Bahnhof. Abstand: 20 Kilometer. Eine Provinzprojekte von ANDREAS MOLITOR

Klein, aber fein. Die neue Bahnstation in Montabaur hat ein Ausmaß von 20000 Quadratmetern. In Limburg sind es 10000. Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg. Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg.

Limburg und Montabaur haben ICE-Bahnhöfe. Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg. Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg.

Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg. Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg.



Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg. Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg.

Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg. Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg.

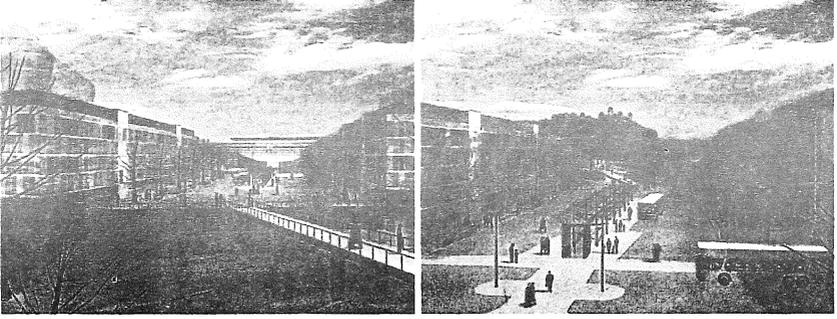
Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg. Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg.

Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg. Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg.

Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg. Die Stationen sind die größten in der Provinz. Die Baukosten betragen 10 Millionen Euro in Montabaur und 5 Millionen in Limburg.

Abbildung 73 Überschrift eines Presseartikels zur den ICE Bahnhöfen Montabaur und Limburg (Quelle: Molitor, A. [2001] in: DIE ZEIT, 26. Juli 2001)

Im rheinland-pfälzischen Montabaur erhofft man sich von der Anbindung an den Schienenschnellverkehr zusätzliche Impulse für die Stadt: In unmittelbarer Bahnhofsnähe wurden umfangreiche Baugebiete für Industrie, Dienstleistung und Wohnen ausgewiesen, die neue Arbeitsplätze schaffen und zusätzliche Einwohner anziehen sollen. Mit Unterstützung des Landes Rheinland-Pfalz wird für 56 Mio. Deutsche Mark das Bahnhofsumfeld neu gestaltet und der Stadtteil ICE-Park geschaffen (vgl. Abbildung 74).



**Abbildung 74 Montabaur, 3D-Visionen Stadtteil ICE-Park, Ansichten Richtung ICE-Bahnhof und Richtung Stadt (Quelle: ICE-Park-Montabaur [2004])**

Durch die Angebotsverbesserungen infolge des ICE-Anschlusses und den parallelen baulichen Maßnahmen am Standort Montabaur sind die folgenden Entwicklungen zu erwarten:

1. Die Einwohner von Montabaur werden ihr Verkehrsmittelwahlverhalten im Fernverkehr infolge des deutlich verbesserten Schienenangebotes kurzfristig verändern.
2. Die Einwohner von Montabaur werden ihr Zielwahlverhalten infolge des deutlich verbesserten Schienenangebotes mittelfristig verändern (Induzierter Verkehr).
3. Durch die verbesserte Verkehrsinfrastruktur ist mittelfristig mit Zuzügen in den Raum Montabaur zu rechnen (Sekundär induzierter Verkehr).
4. Die Investitionen am Standort Montabaur führen mittelfristig zur Ansiedlung von neuen Gewerbe- und Industrieunternehmen. Neben Berufspendlern nach Montabaur ist infolge der zusätzlichen Arbeitsplätze langfristig mit einem weiteren Zuwachs an Einwohnern zu rechnen.

Im vorliegenden Anwendungsfall sollen die unter 1. genannten kurzfristigen Veränderungen im Fernverkehrsverhalten der Bewohner im Einzugsgebiet des ICE-Bahnhofs Montabaur quantifiziert werden. Neben der querschnittsorientierten Betrachtung sollen Längsschnittanalysen die Struktur der Veränderungen in der Bevölkerung aufzeigen.

### **6.2.2 Simulation**

Für beide Simulationsfälle „ohne ICE-Bahnhof“ und „mit ICE-Bahnhof“ wird eine Population aus Haushalten und Personen generiert, die der Bevölkerungsstruktur des Untersuchungsgebietes entspricht. Anschließend werden für beide Fälle Fernreisen<sup>111</sup> simuliert, die in ihren Ausprägungen für beide Anwendungsfälle identisch sind. Auf eine Anpassung der Zielwahl für den Mit-Fall wird verzichtet, da hiervon nur sehr geringe Verschiebungen bei der geplanten Maßnahme erwartet werden können. Reisen der Zwecke Urlaub, Verwandten-/ Bekanntenbesuch und Geschäftsreisen müssen als

---

<sup>111</sup> Fahrten von Fernpendlern werden hierbei nicht berücksichtigt.

weitgehend unabhängig vom Verkehrsangebot angesehen werden, nur bei den Privatreisen sind kleinere Verschiebungen<sup>112</sup> in der Zielwahl zu erwarten.

Für alle simulierten Reisen werden anschließend Netzeigenschaften<sup>113</sup> zugespielt, die in den beiden Stufen der Verkehrsmittelwahl benötigt werden. Unter den verschiedenen Rahmenbedingungen des Verkehrssystems im Fall „ohne ICE-Bahnhof“ bzw. „mit ICE-Bahnhof“ wird anschließend für die Fernreisen jeweils eine Verkehrsmittelwahl durchgeführt.

Beim Vergleich beider Zustände sind zusätzlich auch intrapersonelle Analysen der Verkehrsmittelwahl möglich. Der längsschnittorientierte Simulationsansatz ermöglicht darüber hinaus einen personenbezogenen Vergleich des Mobilitätsverhaltens im Längsschnitt über ein Jahr.

Das Untersuchungsgebiet der Simulation wurde mit einem 15 km-Luftlinienradius um den Bahnhof Montabaur eingegrenzt. Im Untersuchungsgebiet liegen insgesamt 127 Gemeinden mit zusammen etwa 163.000 Einwohnern. Durch die Nähe von Montabaur zu Limburg und Koblenz in jeweils etwa 20 km Luftlinienentfernung können zusätzliche, Nachfragepotentiale außerhalb des Untersuchungsgebietes nur in nordöstlicher Richtung erwartet werden. Aufgrund der zunehmenden Entfernung und der guten Anbindung an das Autobahnnetz über die A3 sind jedoch nur geringe Effekte zu erwarten.

In der Simulation wurden 50% der Haushalte und ihr Verhalten modelliert und anschließend hochgerechnet. Der Datensatz umfasst insgesamt 35.605 Haushalte mit insgesamt 81.301 Personen. Der Reisedatensatz der Simulationspopulation enthält insgesamt 289.159 Fernreisen. Hierunter sind 12% Pauschalreisen enthalten, bei denen das Hauptverkehrsmittel<sup>114</sup> aufgrund der Buchung bei einem Reiseveranstalter unabhängig vom Bahnangebot in Montabaur ist und nicht simuliert wird.

---

<sup>112</sup> Da in beiden Fällen Köln und Frankfurt als wichtige Zentren des Privatreise-Fernverkehrs anzusehen sind, ist nur eine Verschiebung von örtlichen Zielen im Ohne-Fall zu diesen Metropolen im Mit-Fall zu erwarten.

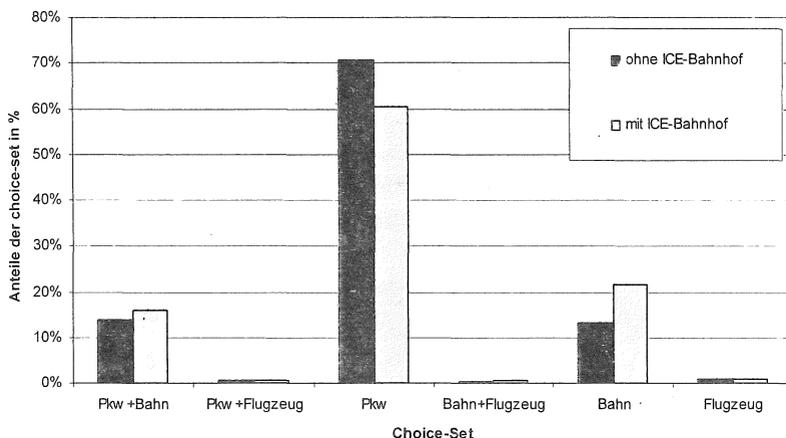
<sup>113</sup> Reisezeit, Reisepreis, Anzahl Umsteigen etc.

<sup>114</sup> Zu- bzw. Abgangsmittel z.B. zum Flughafen werden bei der Modellanwendung nicht berücksichtigt.

Bezogen auf die Population von 163.000 Einwohnern im Untersuchungsgebietes ist somit per annum mit etwa 578.000 Fernreisen<sup>115</sup> zu rechnen.

### 6.2.3 Ergebnisse

In der vorliegenden Modellanwendung wird der Fall „ohne ICE-Bahnho:“ und „mit ICE-Bahnho:“ verglichen, um die Auswirkungen der Maßnahme auf den Raum Montabaur zu quantifizieren.



**Abbildung 75** Anteile der Choice-Sets für den Fall „ohne ICE Bahnhof“ und „mit ICE-Bahnhof“ im Vergleich, ohne Pauschal-, Gruppen- und Interkontinentalreisen (eigene Darstellung)

Die Betrachtung der gewählten Choice-sets für Fernreisen zeigt einen Rückgang der Anteile des Choice-set Pkw um ca. 10 Prozentpunkte zugunsten der Choice-set „Pkw+Bahn“ und „Bahn“ (vgl. Abbildung 75). Die übrigen Choice-set weisen vernachlässigbare Anteile auf. Aus der Analyse wurden Pauschal-, Gruppen und Interkontinentalreisen ausgeklammert, da hier keine Verkehrsmittelwahl vorliegt.

In Tabelle 26 sind in Form einer Übergangsmatrix die intrapersonellen Veränderungen bei der Wahl der Choice-sets durch die Inbetriebnahme des ICE-Bahnhofes Montabaur dargestellt. In der Tabellendiagonale sind dabei durch die Inbetriebnahme unveränderte

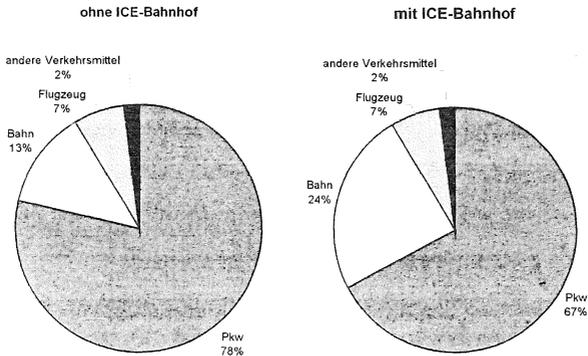
<sup>115</sup> Zu berücksichtigen ist hierbei die mittlere Anzahl reisender Personen je Fernreise. Diese ergibt sich in der Simulation zu 1,97 Personen pro Reise. Im Mittel ergeben sich somit 6,98 Fernreisen pro Person und Jahr (vgl. auch Tabelle 2).

Reisen enthalten, während die Prozentzahlen der übrigen Zellen Veränderungen zwischen dem „Ohne-Fall“ und dem „Mit-Fall“ zeigen. Zu erkennen ist in allen Zeilen eine konsequente Verschiebung zu Choice-sets, die das Verkehrsmittel „Bahn“ enthalten.

		mit ICE-Bahnhof					
		Pkw+Bahn	Pkw+Flug	Pkw	Bahn+Flug	Bahn	Flug
Summe		16,0%	0,5%	60,3%	0,7%	21,6%	0,9%
ohne ICE-Bahnhof	Pkw+Bahn	14,0%	14,0%				
	Pkw+Flug	0,6%	0,2%	0,4%			
	Pkw	70,8%	2,0%	0,1%	60,2%	0,4%	8,1%
	Bahn+Flug	0,4%			0,2%	0,2%	
	Bahn	13,3%				13,3%	
	Flug	0,9%				0,1%	0,8%

**Tabelle 26 Übergangsmatrix der Choice-Set für den Fall „ohne ICE Bahnhof“ und „mit ICE-Bahnhof“ im Vergleich (eigene Berechnung)**

Abbildung 76 zeigt den Modal-Split der Fernreisen für den Raum Montabaur für beide Simulationsfälle. In der Darstellung wurden auch Pauschal-, Gruppen und Interkontinentalreisen berücksichtigt.



**Abbildung 76 Modal-Split für den Fall „ohne ICE Bahnhof“ und „mit ICE-Bahnhof“ im Vergleich (eigene Darstellung)**

Die Darstellung der Verkehrsmittelanteile zeigt eine deutliche Verschiebung der Verkehrsmittelnutzung vom Pkw zur Bahn. Während der Pkw einen Rückgang von 78% Anteil auf 67% zu verzeichnen hat, kann die Bahn ihren Anteil von 13% auf 24% fast verdoppeln. Der Anteil des Flugverkehrs und der anderen Verkehrsmittel liegt in beiden Fällen bei nahezu unveränderten 9%. Der mit 13% ansehnliche Anteil der Bahn am Modal-Split im „Ohne-Fall“ wird nur teilweise über den „alten“ Bahnhof Montabaur

abgewickelt. Die Bahnhöfe Limburg und insbesondere Koblenz am Rhein mit guter Anbindung an den Fernverkehr ziehen einen Großteil der bahnbezogenen Ziel- und Quellverkehre ab.

Eine längsschnitorientierte Auswertung beider Nachfragezustände gibt Aufschluss über das Verkehrsmittelnutzungsverhalten bezogen auf den Zeithorizont eines Jahres. Bezogen auf die Verkehrsträger kann dies als die Unterscheidung in Kunden bzw. Nicht-Kunden interpretiert werden.

Eine Querschnittsauswertung für das Verkehrsmittel Bahn ergibt einen Nachfragezuwachs um den Faktor 1,9 zwischen dem „Ohne-Fall“ und dem „Mit-Fall“. Die zusätzliche Nachfrage wird sowohl durch die Gewinnung von Neukunden als auch durch die verstärkte Nutzung der Bahn durch Bestandskunden erreicht.

Die längsschnitorientierte, intrapersonelle Analyse erlaubt es, Bestands- und Neukunden zu differenzieren und die zusätzlichen Fahrten den jeweiligen Gruppen zuzuordnen. Tabelle 27 zeigt die Nutzung der Verkehrsmittel durch die Bevölkerung für den Ohne- und den Mit-Fall. Als „Nutzer“ eines Verkehrsmittels gilt eine Person dann, wenn sie mindestens einmal im Jahr eine Fernreise mit dem entsprechenden Verkehrsmittel durchführt. Während im Pkw-Verkehr nur ein leichter Rückgang um 2 Prozentpunkte zu verzeichnen ist, erhöht sich der Anteil der Bahn-Kunden in der Population von 14% auf 31%, es können also 17% der Bevölkerung als Neukunden gewonnen werden.

Verkehrsmittelnutzung in %		Pkw	Bahn	Flugzeug
Ohne-Fall	Nutzer in der Bevölkerung	76%	14%	30%
Mit-Fall	Nutzer in der Bevölkerung	74%	31%	30%

**Tabelle 27 Nutzungsanteile der Verkehrsmittel im Ohne- und Mit-Fall (eigene Berechnung)**

Welchen Anteil an der Erhöhung der Nachfrage der Bahn im Raum Montabaur auf Bestands- bzw. Neukunden zurückzuführen ist, zeigt Tabelle 28. Durch den Bau des Bahnhofs ist mit etwa 118.000 zusätzlichen Bahnfahrten pro Jahr aus dem definierten Untersuchungsgebiet zu rechnen. 81% dieser Fahrten werden von den schon bisherigen Bahnfahrern, den Bestandskunden, unternommen. Die zusätzlich gewonnenen Neukunden, 17% der Population im Untersuchungsgebiet, sind hingegen für 19% der Nachfragesteigerung verantwortlich. Ursache für die deutliche Nachfragesteigerung unter den Bestandskunden gegenüber den Neukunden liegt in der unterschiedlichen Anzahl an Fernreisen pro Jahr beider Gruppen: Während die Bestandskunden im Mittel 12,3 Fernreisen pro Jahr unternehmen, sind es bei den Neukunden etwa 7 Fernreisen pro Jahr.

Verkehrsaufkommen [Reisen]		Bestandskunden	Neukunden	Gesamt
Ohne-Fall	Aufkommen [Reisen per a.]	109.742	0	109.742
	Anteil am Verkehrsaufkommen [%]	100%	0%	100%
Mit-Fall	Aufkommen [Reisen per a.]	185.254	42.794	228.048
	Anteil am Verkehrsaufkommen [%]	81%	19%	100%

**Tabelle 28 Verteilung des Verkehrsaufkommens auf Bestands- und Neukunden (eigene Berechnung)**

Die Modellrechnung wurde unter Annahme einer durch die Maßnahme unveränderten Population gerechnet. Zusätzlich zu den dargestellten Veränderungen ergeben sich weitere Nachfrageeffekte durch Personen, die außerhalb des Untersuchungsgebietes leben und Reisen in das Untersuchungsgebiet unternehmen. Weiterhin ist mittel- bis langfristig durch die in Kapitel 6.2.1 aufgezeigten Veränderungen durch den Zuzug neuer Einwohner und die Ansiedelung zusätzlicher Arbeitsplätze im Umfeld des ICE-Bahnhofs zu rechnen. Für den Anbieter von Verkehrsdienstleistungen auf der Schiene ergeben sich durch eine abweichende Nutzung der Bahnhöfe in der Region Montabaur im „Mit-Fall“ zusätzliche Veränderungen.

### **6.3 Ausblick**

Im Vorfeld zukunftsbezogener Entscheidungen sind Wirkungsabschätzungen notwendig, um Nutzen und Schaden einzelner Maßnahmen für Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt quantifizieren und vergleichen zu können. Simulationsrechnungen werden daher oft auch als Grundlage unternehmerischer und politischer Entscheidungsprozesse herangezogen.

Bei den in den Kapiteln 6.1 und 6.2 vorgestellten unterschiedlichen Einsatzbereichen konnten mit Hilfe der Simulationsrechnungen Informationen über Zustände unter veränderten Rahmenbedingungen gewonnen werden.

Die Anforderungen an Simulationsmodelle haben in den letzten Jahrzehnten stetig zugenommen. Dies ist auch auf den gestiegenen Grad der Vernetzung innerhalb der Gesellschaft, den stetig schneller werdenden Trendveränderungen und der damit einhergehenden Steigerung der Komplexität der Probleme zurückzuführen.

Diese aus den Aufgaben heraus gestiegenen Anforderungen haben zu einer zunehmenden Verbesserung und Verfeinerungen der Simulationsmethoden geführt. Dabei konnte mithilfe leistungsfähiger Rechnersysteme nicht nur der Entwicklungsschritt hin zu den mikroskopischen Ansätzen geleistet werden.

Die neue Modellgeneration längsschnittorientierter Ansätze, zu denen auch das in dieser Arbeit vorgestellte Simulationsmodell für den Personenfernverkehr gehört, ist für eine Vielzahl neuartiger Einsatzbereiche geeignet und verspricht eine neue Ergebnisdimension. Die Erweiterung des Blickwinkels um den zeitlichen Längsschnitt spielt hierbei eine entscheidende Rolle, da diese neue Modellgeneration die intrapersonelle Variation des Verhaltens im zeitlichen Längsschnitt erfasst und in der Simulation operationalisiert. Die hier vorgestellten Anwendungsfälle zeigen die Bandbreite in der Anwendung dieses Modellansatzes. Hier können Wirkungszusammenhänge abgeschätzt werden, die mit bisherigen Modellkonzepten nicht erklärbar gewesen wären. So können mit Hilfe derartiger Modelle durch die Längsschnittorientierung erstmals durch Simulation Nutzer von Nicht-Nutzern unterscheiden werden. Dies ist ein wichtiger Schritt z.B. auf dem Weg zur Einschätzung der Bedeutung von Kundensegmenten für ein Unternehmen.

Die heute vorhandenen leistungsfähigen Rechnersysteme erlauben auch für große Untersuchungsgebiete Simulationen bei zufriedenstellenden Rechenzeiten. Dem Einsatz dieser mikroskopischen Modelle für nationale oder europäische Fragestellungen stehen in Zukunft hard- und softwareseitig kaum Schwierigkeiten im Wege. Die entscheidende Beschränkung zur Entwicklung solcher Modellsysteme ist daher eher in der notwendigen Datengrundlage zu sehen.

Die hervorragende Ausgangslage zur Entwicklung von mikroskopischen, längsschnittorientierten Modellen ist besonders den in den letzten Jahren verstärkten Anstrengungen zur Erhebung von Verhalten im intrapersonellen Längsschnitt zu verdanken. Die Erhebungen des Deutschen Mobilitätspanels und des Projektes INVERMO ermöglichen eine zusätzliche Dimension der Analyse und Modellierung. Mit dem vorliegenden Modell ist ein erster konsequenter Schritt in diese Richtung getan. Dennoch steht die Wissenschaft erst am Anfang längsschnittorientierter Betrachtungen. Deren wahre Bedeutung und ihr Nutzen wird sich erst in den nächsten Jahren zeigen.

Simulationsmodelle sind als Grundlage politischer und unternehmerischer Entscheidungen zu sehen. Die Entscheidungen selbst werden nach wie vor von Unternehmern bzw. Politikern und nicht von Gutachtern getroffen. Die gutachterliche Aufgabe besteht darin, der Wirtschaft und der Politik weitestgehend objektive Entscheidungshilfen zu liefern. Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Simulationsmodell stellt eine Erweiterung der gutachterlichen Möglichkeiten für das Segment des Personenfernverkehrs dar.

## 7 Literatur

- Alonso, W. [1968] *The Quality of Data and the Choice and Design of Predictive Models*, Highway Research Board, Special Report 97, Washington 1968
- Axhausen, K.W. et al [1996] *Hinweise zur Messung von Präferenzstrukturen mit Methoden der Stated Preferences*, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 1996
- Axhausen, K.W. [1989] *Eine ereignisorientierte Simulation von Aktivitätenketten zur Parkstandswahl*, Schriftenreihe des Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe, Heft 40, Karlsruhe 1989
- Axhausen, K.W.; Youssefzadeh, Maria [1999a] *MEST, Methods for european surveys of travel behavior*, Deliverable D2, Innsbruck, 1999
- Axhausen, K.W.; Youssefzadeh, Maria [1999b] *MEST, Methods for european surveys of travel behavior*, Final Report, Innsbruck, 1999
- Axhausen, K.W. [2001] *Modellierung der Verkehrsnachfrage auf Basis von Individualentscheidungen*, DLR Sommerschule, Berlin, September 2001
- Beckmann, K. J. [2003] *Grundlagen der Verkehrsplanung*, Skriptum zur Vorlesung, Lehrstuhl für Stadtbauwesen der RWTH Aachen
- Beecroft, M.; Chatterjee, K.; Lyons, G. [2003] *Long Distance Travel*, The sixth of eight reports from Transport Visions Network, Transport Research Group, University of Southampton, London 2003
- Ben-Akiva, M; Lerman, S. R. [1985] *Discrete Choice Analysis Theorie and Application to Travel Demand*, MIT Press, Cambridge, London 1985
- Bleching, W.; Brög, W.; Zumkeller, D. [1981] *Marktanalyse des Verhaltens im Personenfernverkehr (KONTIFERN)*, Socialdata GmbH, München 1981
- Bleching, W. et al [1982] *Individualverhaltensmodell des Personenfernverkehrs auf Basis des Situationsansatzes*, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, München 1982

- Brög, W. [1981] *Individuelles Verhalten als Basis verhaltensorientierter Modelle*, in: Verkehrsnachfragemodelle, Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft DVWG, Band B57, S.136-188, Köln 1981
- Brüggemann, U.; Kröpel, S.; Lehmann, H. [2003] *Das Verkehrsnachfragemodell AVENA und seine Anwendung*, in: Internationales Verkehrswesen Heft 3/2003
- Bundesminister für Verkehr (Hrsg.) [1988] *Ermittlung der Verkehrsnachfrage*, Forschung Stadtverkehr, Reihe Auswertungen, Heft A4, Köln 1988
- Cabanne, I. [2003] *A long term model for long distance travel in France*, Conference Proceedings der European Transport Conference, Straßburg, 8.-10.10.2003
- Chlond [1996] *Zeitverwendung und Verkehrsgeschehen*, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe, Heft 55, Karlsruhe 1996
- Chlond, B., Manz, W., Zumkeller, D. [2000] *Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerakzeptanz (INVERMO)*, 1. Zwischenbericht, Karlsruhe 2000
- Chlond, B.; Manz, W. [2000] *INVERMO das Mobilitätspanel für den Fernverkehr, Dynamische und statische Elemente des Verkehrsverhaltens – Das Deutsche Mobilitätspanel*, Wissenschaftliches Kolloquium Karlsruhe 2000, erschienen in: Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft e. V., Heft B 234, Bergisch Gladbach 2001
- Chlond, B.; Manz, W.; Zumkeller, D. [2001a] *Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerakzeptanz (INVERMO)*, 2. Zwischenbericht, Karlsruhe 2001
- Chlond, B.; Manz, W.; Zumkeller, D. [2001b] *Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerakzeptanz (INVERMO)*, 3. Zwischenbericht, Karlsruhe 2001

- Chlond, B. et al [2001] *Auswertung zum Deutschen Mobilitätspanel 1999-2001, Haushaltsbefragung zur Alltagsmobilität in verschiedenen Raumtypen, Schlussbericht zum FE-Projekt 70608 / 00 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Institut für Verkehrswesen, Karlsruhe 2001*
- Chlond, B.; Last, J.; Manz, W.; Zumkeller, D. [2002a] *Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerakzeptanz (INVERMO), 4. Zwischenbericht, Karlsruhe 2002*
- Chlond, B.; Last, J.; Manz, W.; Zumkeller, D. [2002b] *Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerakzeptanz (INVERMO), 5. Zwischenbericht, Karlsruhe 2002*
- Chlond, B.; Last, J.; Manz, W.; Zumkeller, D. [2003a] *Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerakzeptanz (INVERMO), 6. Zwischenbericht, Karlsruhe 2003*
- Chlond, B.; Last, J.; Manz, W.; Zumkeller, D. [2003b] *Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerakzeptanz (INVERMO), 7. Zwischenbericht, Karlsruhe 2003*
- Chlond, B.; Last, J.; Manz, W.; Zumkeller, D. [2004] *Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Nutzerakzeptanz (INVERMO), 8. Zwischenbericht, Karlsruhe 2004*
- DATELINE [2004] Internetpräsentation unter URL <http://www.ncl.ac.uk/datetime/>
- DESTATIS [2002] Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, unter URL <http://www.destatis.de/download/verk/vdow231.xls>, 15.10.02
- DESTATIS [2003] Informationen Mikrozensus und EVS (Einkommens- und Verbrauchsstichprobe) unter URL [www.destatis.de](http://www.destatis.de)
- Engelhardt, K. et al [2002] *Mobilität in Deutschland*, in: Internationales Verkehrswesen Heft 4/2002

- Escher, A. [2001] *Individuelles Entscheidungsverhalten bei der Verkehrsmittelwahl im Fernverkehr*, Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Karlsruhe 2003
- EUROSTAT [1995] Proposal for definitions and variables of a household survey for mobility, in *Minutes of the Task Force on Transport and Tourism Statistics*, Luxembourg, 31.1.-1.2.1995
- Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen e.V. (F.U.R.) (Hrsg.) [1989] *Die Reiseanalyse RA 98 Urlaub + Reisen*, Zentralarchiv für empirische Sozialforschung, Köln 1989
- Hägerstrand, T. [1970] *What about people in Regional Science?*, Papers of the Regional Science Association, 24, S. 7-21, Pennsylvania 1970
- Hautzinger, H.; Kessel, P. [1977] *Mobilität im Personenverkehr*, in: Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, Heft 231, Bonn
- Heidemann, D.; Wimber, P. [1982] *Typisierung von Verkehrsstärkeganglinien durch clusteranalytische Verfahren*, Straßenverkehrszählungen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Straßenwesen, Köln 1982
- Heinickel, G., Dienel, H.-L. [2002] *Mobilitäts- und Verkehrsforschung, Neuere empirische Methoden im Vergleich*, Bonn 2002
- Hensher, D.; Button, K. (Hrsg.) [2000] *Handbook of Transport Modelling*, edited by Hensher, Button, Elsevier 2000
- Hinze, P. [2003] *Bilanz eines Desasters*, Zeitschriftenartikel, in: Focus, 8. September 2003
- Holz, S. [1978] *Verhaltensorientierte Modelle in der Verkehrsplanung*, Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Karlsruhe 1978
- Holzappel, H. [1980] *Verkehrsbeziehungen in Städten*, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau der TU Berlin, Heft 5, Berlin 1980
- ICE-Park-Montabaur [2004] Internetpräsentation des ICE-Park Montabaur unter URL [www.ice-park-montabaur.de](http://www.ice-park-montabaur.de), Verbandsgemeinde Montabaur, Wirtschaftsförderung, Stand 2004

- Infratest [2001] *INVERMO – Die intermodale Vernetzung von Personenverkehrsmitteln unter Berücksichtigung von Nutzerbedürfnissen*, 2. Zwischenbericht, München 2001
- Intraplan [2003] *Bemessungsverkehrsstärken vor dem Hintergrund sich verändernder Pegel*, Entwurf des Schlussberichtes, München 2003
- Keppeler, B. [1989] *Methodische Ableitung eines preiselastischen Nachfragemodells für den Schienenpersonenfernverkehr*, Hannover 1989
- Keuchel, S. [1994] *Wirkungsanalyse von Maßnahmen zur Beeinflussung des Verkehrsmittelwahlverhaltens*, Münster, 1994
- Kickner, S. [1998] *Kognition, Einstellung und Verhalten – Eine Untersuchung des individuellen Verkehrsverhaltens in Karlsruhe*, Schriftenreihe des Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe Heft 56, Karlsruhe 1998
- Krämer, T [1992] *Der Modal-Split im Personenfernverkehr*, Veröffentlichung des Verkehrswissenschaftlichen Institutes der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen Heft 47, Aachen 1992
- Küchler, R. [1985] *Wegekettenorientierte Verkehrsberechnungsmodelle*, TH Darmstadt, Darmstadt 1985
- Kunert, U. et al [2003] *Mobilität in Deutschland – KONTIV 2002. Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten*, Projektbericht (Entwurf), Bonn 2003
- Kutter, E. [1972] *Demographische Determinanten städtischen Personenverkehrs*, Veröffentlichung des Institut für Stadtbauwesen Heft 9, Braunschweig 1972
- Kutter, E. [2003] *Modellierung für die Verkehrsplanung*, ECTL Working Paper 21, Technische Universität Hamburg-Harburg (Hrsg.), Hamburg 2003
- Last, J.; Manz, W. [2003] *Unselected mode alternatives: What drives modal choice in long-distance passenger transport*, 10<sup>th</sup> International Conference on Travel Behaviour (IATBR), Luzern 2003

- Last, J.; Manz, W.; Zumkeller, D. [2003] Heterogenität im Fernverkehr: Wie wenige reisen wie viel?, in: Internationales Verkehrswesen, Heft 6/2003
- Last, J. [2004] *Barrieren und Nachfragepotentiale intermodaler Angebotskonzepte im Personenfernverkehr*, unveröffentlicht
- Lipps, O. [2001] *Modellierung der individuellen Verkehrsvariation bei der Verkehrsentstehung*, Schriftenreihe des Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe Heft 58, Karlsruhe 2001
- Lorenz, J.-P. [2003] *Typisierung von Reisen im Fernverkehr*, Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Karlsruhe 2003
- Mäcke, P. [1964] *Das Prognoseverfahren in der Straßenverkehrsplanung*, Wiesbaden 1964
- McFadden, D. L. [2002] *The Path to Discrete-Choice Models*, in ACCESS Nr. 20, Transportation Research at the University of California, www.uctc.net, Berkeley 2002
- Molitor, A. [2001] *Operation Größenwahn*, Zeitungsartikel, in: DIE ZEIT, Nr. 31, 26. Juli 2001
- Noelle-Neumann, E. [2000] *Alle, nicht jeder: Einführung in die Methoden der Demoskopie*, Berlin 2000
- Nowak, H.; Becker, U. [1981] *The Everyday Life Approach as a New Perspective in Opinion and Marketing Research*, in MARKETING AND RESEARCH TODAY; E.S.O.M.A.R., Amsterdam 1981
- Ortuzar, J. de D.; Willumsen, L. G. [1990] *Modelling Transport*, John Wiley Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 1990
- Ottmann, P. [2003] *Ansätze zur Modellierung von Wahlentscheidungen im Fernverkehr*, Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Karlsruhe 2003
- Radke, S. [2000] *Verkehr in Zahlen 2000/2001*, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.), Berlin 2001
- Radke, S. [2002] *Verkehr in Zahlen 2002/2003*, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.), Berlin 2002
- Richardson, A.J.; Ampt, E.S.; Meyburg, A.H. [1995] *Survey Methods for Transport Planning*, S. 306 ff, Melbourne 1995

- Roth, Gerhard [2003] *Fühlen, Denken, Handeln – Wie das Gehirn unser Verhalten steuert*, S. 375 ff, Frankfurt 2003
- Schmiedel, R. [1984] *Bestimmung verhaltensähnlicher Personenkreise für die Verkehrsplanung*, Schriftenreihe des Instituts für Städtebau und Landesplanung der Universität Karlsruhe, Band 18, Karlsruhe 1984 [661-18]
- Schnabel, W.; Lohse, D. [1997] *Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung*, Berlin 1997
- Schnell, R. [1997] *Nonresponse in Bevölkerungsumfragen*, S. 245 ff, Opladen 1997 [5113]
- Schultz, C. [2001] *Segmentierung von Fernverkehrskunden nach soziodemographischen Aspekten*, Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Karlsruhe 2001
- Sparmann, U. [1980] *ORIENT - Ein verhaltensorientiertes Simulationsmodell zur Verkehrsprognose*, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe, Heft 20, Karlsruhe 1980
- Train, K. [2003] *Discrete Choice Methods with Simulation*, University Press Cambridge 2003
- Treiber, M. [2001] *Methoden zur mikroskopischen Simulation von Reiseereignissen im Fernverkehr*, Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Karlsruhe 2001
- Verron, H. [1986] *Verkehrsmittelwahl als Reaktion auf ein Angebot*, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau der Technische Universität Berlin, Heft 20, Berlin 1986
- Walker, J. [2001] *Extended Discrete Choice Models: Integrated Framework, Flexible Error Structures, and Latent Variables*, Ph.D. Dissertation, Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology
- Waßmuth, V. [2001] *Modellierung der Wirkung verkehrsreduzierender Siedlungskonzepte*, Schriftenreihe des Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe Heft 60, Karlsruhe 2001

- Wermuth, M. [1978] *Struktur und Effekte von Faktoren der individuellen Aktivitätennachfrage als Determinanten des Personenverkehrs*, München 1978
- Wermuth, M. [1979] *Verhaltensorientierte Nachfragemodelle*, Entwicklung und Stand der Kunst, WIST, Inf. Nr. 45, 1979
- Wermuth, M. [1981] *Verhaltensorientierte Verkehrsnachfragemodelle, Konzeption und praktische Anwendbarkeit*, in: Verkehrsnachfragemodelle, Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft DVWG, Band B57, S.96-135, Köln 1981
- Wermuth, M. [1986] *Modellvorstellung zur Prognose*, in: Steierwald, K. (Hrsg.) *Stadtplanung Grundlagen – Methoden – Ziele*, Springer-Verlag 1986
- Wössner, H. [2001] *Analyse kundenspezifischer Aspekte des Mobilitätsverhaltens im Fernverkehr*, Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Karlsruhe 2001
- Zumkeller, D.; Chlond, B.; Lipps, O. [1999] *Das Mobilitäts-Panel (MOP) – Konzept und Realisierung einer bundesweiten Längsschnittbetrachtung*, Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft, Heft B 217, S. 33-72, Bergisch Gladbach 1999
- Zumkeller, D.; Chlond, B.; Kuhnimhof, T. [2003] *Panelauswertung 2002*, Schlussbericht, Karlsruhe 2003
- Zumkeller, D.; Chlond, B.; Manz, W. [2001] *Panelauswertung 1999/2000*, Schlussbericht, Karlsruhe 2001
- Zumkeller, D.; Herry, M.; Heinisch, R. [1985] *Wie verändert der IC-E den Markt? Eine Prognose zum Hochgeschwindigkeitsverkehr der Deutschen Bundesbahn*, in: Internationales Verkehrswesen, Heft 6/1985
- Zumkeller, D. [1989] *Ein sozialökologisches Verkehrsmodell zur Simulation von Maßnahmewirkungen*, Braunschweig 1989

- Zumkeller, D. [2000] *Eigenschaften von Paneluntersuchungen – Anwendungen und Einsatzmöglichkeiten im Verkehrsbereich, Dynamische und statische Elemente des Verkehrsverhaltens – Das Deutsche Mobilitätspanel*, Wissenschaftliches Kolloquium Karlsruhe 2000, erschienen in: Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft e. V., Heft B 234, Bergisch Gladbach 2001
- Zumkeller, D. [2001] *Materialsammlung zur Vorlesung Verkehrsplanung - Modellierung von Verkehrsverhalten*, Skriptum zur Vorlesung, Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe
- Zumkeller, D. [2002] *Von der Mono- zur Multimodalität im Personenfernverkehr: Wie wenige reisen wie viel?*, Tagungsband Deutscher Straßen und Verkehrskongress, München 2002

# ANHANG 1 - Haushaltsstrukturtypen

## Codeplan

Rolle im Haushalt (6 Kategorien)	V= Mann/ Vater, M= Mutter, K= Kind, P= sonstige Person, A= alleinerziehende Mutter, F= Frau ohne Kinder
Berufsstatus (6 Kategorien)	V= Vollzeitbeschäftigte, T= Teilzeitbeschäftigte, H= Hausfrau/ Hausmann/ Arbeitsloser, R= Rentner, S= Schüler/ Fachschüler/ Azubi/ Student/ Wehrdienstleistender/ Zivildienstleistende ab 14 Jahre, K= Kind bis 14 Jahre
Paar im Haushalt (2 Kategorien)	0= nicht-Paar haushalt, 1= Paarhaushalt

Haushaltsgröße	Haushaltsstruktur	Paar im Haushalt
1-Personenhaushalte	P	0
2-Personenhaushalte	M - F	1
	A - K	0
	P - P	0
3-Personenhaushalte	V - M - K	1
	V - F - P	1
	A - P - K	0
	A - K - K	0
	P - P - P	0
4-Personenhaushalte	V - M - K - K	1
	V - M - P - K	1
	V - M - P - P	1
	A - K - K - K	0
	A - P - K - K	0
	A - P - P - K	0
	P - P - P - P	0

## ANHANG 2 - Codeplan Haushalts- und Personenvariablen

### Haushalt

Einwohnerzahl Gemeinde (8 Kategorien)	1= unter 5T, 2= 5T-10T, 3= 10T-20T, 4= 20T-50T, 5= 50T-100T, 6= 100T-200T, 7= 200T-500T, 8= 500T-
Haushaltsgröße (4 Kategorien)	1= 1 Person, 2= 2 Personen, 3= 3 Personen, 4= 4 (und mehr) Personen
Führerscheinbesitz im Haushalt (2 Kategorien)	0= keine Person im HH besitzt einen Führerschein, 1= mindestens eine Person im Haushalt besitzt einen Führerschein
Pkw-Besitz (2 Kategorien)	0= kein Pkw im Haushalt vorhanden, 1= mindestens ein Pkw im Haushalt vorhanden
Einkommen (4 Kategorien)	1= unter 750 €, 2= 750 bis unter 1500 €, 3= 1500 bis unter 3000 €, 4= über 3000 €

### Person

Rolle im Haushalt (6 Kategorien)	1= Mann/ Vater, 2= Mutter, 3= Kind, 4= sonstige Person, 5= alleinerziehende Mutter, 6= Frau ohne Kinder
Geschlecht (2 Kategorien)	1= männlich, 2= weiblich
Altersklasse (6 Kategorien)	1= 0 bis 13 Jahre, 2= 14 bis 17 Jahre, 3= 18 bis 29 Jahre, 4= 30 bis 44 Jahre, 5= 45 bis 59 Jahre, 6= 60 Jahre und älter
Schulabschluss (3 Kategorien)	1= Hauptschulabschluss, 2= Realschulabschluss, 3= Gymnasium
Berufsstatus (6 Kategorien)	1= Vollzeitbeschäftigte, 2= Teilzeitbeschäftigte, 3= Hausfrau/ Hausmann/ Arbeitsloser, 4= Rentner, 5= Schüler/ Fachschüler/ Azubi ab 14 Jahre, Student/ Wehrdienstleistender/ Zivildienstleistende, 6= Kind bis 14 Jahre
Berufsausbildung (3 Kategorien)	1= ohne Berufsausbildung, 2= mit Berufsausbildung, 3= Akademiker/ Studium
Führerschein Klasse 3 (2 Kategorien)	0= kein Pkw-Führerschein Klasse 3, 1= PKW-Führerschein Klasse 3

### Anhang 3 - Zelleneinteilung Ausland

Kontinent	Land/ Ländergruppe	Regionen	mögl. Verkehrsmittel
Europa	Albanien		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Baltikum		Flugzeug
	Belgien		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Bosnien-Herzegovina		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Bulgarien		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Dänemark		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Finnland		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Frankreich	5 Regionen	Pkw - Bahn - Flugzeug
	Griechenland		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Großbritannien	2 Regionen	Pkw - Bahn - Flugzeug
	Irland		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Island		Flugzeug
	Italien	3 Regionen	Pkw - Bahn - Flugzeug
	Jugoslawien		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Kroatien		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Luxemburg		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Malta		Flugzeug
	Niederlande		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Norwegen		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Österreich	2 Regionen	Pkw - Bahn - Flugzeug
	Polen		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Portugal	2 Regionen	Pkw - Bahn - Flugzeug
	Rumänien		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Schweden		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Schweiz/ Lichtenstein		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Slowakei		Pkw - Bahn - Flugzeug
	Slowenien		Pkw - Bahn - Flugzeug
Spanien	5 Regionen	Pkw - Bahn - Flugzeug	
Tschechische Republik		Pkw - Bahn - Flugzeug	
Türkei		Pkw - Bahn - Flugzeug	
Ungarn		Pkw - Bahn - Flugzeug	
Zypern		Pkw - Bahn - Flugzeug	
Afrika	Afrika (West, Zentral, Ost)		Flugzeug

	Algerien		Flugzeug
	Ägypten		Flugzeug
	Lybien		Flugzeug
	Marokko		Flugzeug
	Südafrika		Flugzeug
	Tunesien		Flugzeug
Asien, Naher Osten, Ozeanien	Asien (Pazifisch)		Flugzeug
	Asien (Ost)		Flugzeug
	Asien (West)		Flugzeug
	Australien/ Neuseeland		Flugzeug
	China		Flugzeug
	Israel		Flugzeug
	Japan		Flugzeug
	Korea		Flugzeug
	Libanon		Flugzeug
	Mittelost		Flugzeug
	Ozeanien		Flugzeug
	Russland/ sonst. GUS- Staaten		Flugzeug
	Syrien		Flugzeug
Nord- und Mittelamerika	Kanada		Flugzeug
	Mittelamerika		Flugzeug
	USA		Flugzeug
Südamerika	Karibik		Flugzeug
	Südamerika (Nordost)		Flugzeug
	Südamerika (Nordwest)		Flugzeug
	Südamerika (Süd)		Flugzeug

## **Lebens- und Bildungsgang**

<b>Name</b>	Wilko Dirk Manz
<b>Geboren am</b>	14. Januar 1972 in Balingen
<b>Familienstand</b>	verheiratet, zwei Kinder (Viktoria, geb. 2001, Richard, geb. 2003)
<b>1978 - 1982</b>	Schildrain Grundschule Tuttlingen
<b>1982 - 1991</b>	Otto-Hahn-Gymnasium Tuttlingen
<b>1991 - 1992</b>	Zivildienst beim Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland e. V., Ortsgruppe Friedrichshafen
<b>1992 - 1998</b>	Studium der Studienrichtung Bauingenieurwesen an der Universität Karlsruhe
<b>1996</b>	Tätigkeit als studentische Hilfskraft im Bereich Verkehrsnachfrageberechnungen bei VCK GmbH, Karlsruhe
<b>1996 - 1998</b>	Tätigkeit als studentische Hilfskraft im Bereich Verkehrsplanung bei TTK GmbH, Karlsruhe
<b>1998 – 2004</b>	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe

## **Veröffentlichungen aus dem Institut für Verkehrswesen**

(Die mit \* versehenen Veröffentlichungen sind vergriffen)

## Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen (ISSN 0341–5503)

Die Hefte der Schriftenreihe können über das Institut für Verkehrswesen zum Preis von 10,25 Euro sowie über den Buchhandel bestellt werden. Mit \* gekennzeichnete Hefte sind leider vergriffen.

**Heft 62 – Manz, W. (2005)**

Mikroskopische längsschnittorientierte Abbildung des Personenfernverkehrs

**Heft 61 – Eberhard, O. (2005)**

Wirkungsanalyse individuell-dynamischer Zielführungssysteme im Straßenverkehr

**Heft 60 - Waßmuth, V. (2002)**

Modellierung der Wirkungen verkehrsreduzierender Siedlungskonzepte

**Heft 59 - Oketch, T. (2001)**

A Model for Heterogeneous Traffic Containing Non-Motorised Vehicles

**Heft 58\* - Lipps, O. (2001)**

Modellierung der individuellen Verhaltensvariationen bei der Verkehrsentstehung

**Heft 57 - Lee, S. (1999)**

Wechselwirkungen zwischen Verkehr und Telekommunikation in einer asiatischen Stadtumgebung

**Heft 56 - Kickner, S. (1998)**

Kognition, Einstellung und Verhalten – Eine Untersuchung des individuellen Verkehrsverhaltens in Karlsruhe

**Heft 55 - Chlond, B. (1996)**

Zeitverwendung und Verkehrsgeschehen – Zur Abschätzung des Verkehrsumfangs bei Änderungen der Freizeitdauer

**Heft 54 - Schwarzmann, R. (1995)**

Der Einfluß von Nutzerinformationssystemen auf die Verkehrsnachfrage

**Heft 53 - Reiter, U. (1994)**

Simulation des Verkehrsablaufs mit individuellen Fahrbeeinflussungssystemen

**Heft 52 - Nickel, F. (1994)**

Stationsmanagement von Luftverkehrsgesellschaften - Eine systemanalytische Betrachtung und empirische Untersuchung der Stationsmanagement-Systeme internationaler Luftverkehrsgesellschaften

**Heft 51 - Rekersbrink, A. (1994)**

Verkehrsflußsimulation mit Hilfe der Fuzzy-Logic und einem Konzept potentieller Kollisionszeiten

**Heft 50 - Höfler, F. (1994)**

Leistungsfähigkeit von Ortsdurchfahrten bei unterschiedlichen Geschwindigkeitsbeschränkungen - untersucht mit Hilfe der Simulation

**Heft 49 - Liu, Y. (1994)**

Eine auf FUZZY basierende Methode zur mehrdimensionalen Beurteilung der Straßenverkehrssicherheit

**Heft 48 (1992)**

30 JAHRE INSTITUT FÜR VERKEHRSWESEN

**Heft 47 - Grigo, R. (1992)**

Zur Addition spektraler Anteile des Verkehrslärms

**Heft 46 - Hsu, T.P. (1991)**

Optimierung der Detektorlage bei verkehrsabhängiger Lichtsignalsteuerung

**Heft 45 - Schnittger, ST. (1991)**

Einfluß von Sicherheitsanforderungen auf die Leistungsfähigkeit von Schnellstraßen

**Heft 44 - Zoellmer, J. (1991)**

Ein Planungsverfahren für den ÖPNV in der Fläche

**Heft 43 - Aly, M.S. (1989)**

Headway Distribution Model and Interrelationship between Headway and Fundamental Traffic Flow Characteristics

**Heft 42 - Heidemann, D. (1989)**

Ein mathematisches Modell des Verkehrsflusses

**Heft 41 - Becker, U. (1989)**

Beobachtung des Straßenverkehrs vom Flugzeug aus: Eigenschaften, Berechnung und Verwendung von Verkehrsgrößen

**Heft 40 - Axhausen, K. (1989)**

Eine ereignisorientierte Simulation von Aktivitätenketten zur Parkstandwahl

**Heft 39 - Maier, W. (1988)**

Bemessungsverfahren für Befragungszählstellen mit Hilfe eines Warteschlangenmodells

**Heft 38 - Bleher, W.G. (1987)**

Messung des Verkehrsablaufs aus einem fahrenden Fahrzeug – Beurteilung der statistischen Genauigkeit mittels Simulation

**Heft 37\* - Möller, K. (1986)**

Signalgruppenorientiertes Modell zur Optimierung von Festzeitprogrammen an Einzelknotenpunkten

**Heft 36\* (1987)**

25 JAHRE INSTITUT FÜR VERKEHRSWESEN

**Heft 35 - Gipps, P.G. (1986)**

Simulation of Pedestrian Traffic in Buildings

**Heft 34 - Young, W. (1985)**

Modelling the Circulation of Parking Vehicles - A Feasibility Study

**Heft 33 - Stucke, G. (1985)**

Bestimmung der städtischen Fahrtenmatrix durch Verkehrszählungen

**Heft 32 - Benz, TH. (1985)**

Mikroskopische Simulation von Energieverbrauch und Abgasemission im Straßenverkehr (MISEVA)

**Heft 31\* - Baass, K. (1985)**

Ermittlung eines optimalen Grünbandes auf Hauptverkehrsstraßen

**Heft 30 - Bosserhoff, D. (1985)**

Statistische Verfahren zur Ermittlung von Quelle-Ziel-Matrizen im Öffentlichen Personennahverkehr - Ein Vergleich

**Heft 29 - Haas, M. (1985)**

LAERM - Mikroskopisches Modell zur Berechnung des Straßenverkehrslärms

**Heft 28 - May, A.D. (1984)**

Traffic Management Research at the University of California

**Heft 27\* - Mott, P. (1984)**

Signalsteuerungsverfahren zur Priorisierung des Öffentlichen Personennahverkehrs

**Heft 26\* - Hubschneider, H. (1983)**

Mikroskopisches Simulationssystem für Individualverkehr und Öffentlichen Personennahverkehr

**Heft 25\* (1982)**

20 JAHRE INSTITUT FÜR VERKEHRSWESEN - Ein Institut stellt sich vor

**Heft 24\* - Leutzbach, W. (1982)**

Verkehr auf Binnenwasserstraßen

**Heft 23\* - Jahnke, C.-D. (1982)**

Kolonnenverhalten von Fahrzeugen mit autarken Abstandswarnsystemen

**Heft 22\* - Adolph, U.-M. (1981)**

Systemsimulation des Güterschwerverkehrs auf Straßen

**Heft 21\* - Allsop, R.E. (1980)**

Festzeitsteuerung von Lichtsignalanlagen

**Heft 20\* - Sparmann, U. (1980)**

ORIENT - Ein verhaltensorientiertes Simulationsmodell zur Verkehrsprognose

**Heft 19\* - Willmann, G. (1978)**

Zustandsformen des Verkehrsablaufs auf Autobahnen

**Heft 18\* - Handschmann, W. (1978)**

Sicherheit und Leistungsfähigkeit städtischer Straßenkreuzungen unter dem Aspekt der Informationsverarbeitung des Kraftfahrzeugführers

**Heft 17\* - Zahn, E.M. (1978)**

Berechnung gesamtkostenminimaler außerbetrieblicher Transportnetze

**Heft 16\* - Sahling, B.-M. (1977)**

Verkehrsablauf in Netzen - ein graphentheoretisches Optimierungsverfahren

**Heft 15 - Laubert, W. (1977)**

Betriebsablauf und Leistungsfähigkeit von Kleinkabinenbahnstationen

**Heft 14\* - Bahm, G. (1977)**

Kabinengröße und Betriebsablauf neuer Nahverkehrssysteme

**Heft 13\* - Haenicke, W. (1977)**

Der Einfluß von Verflechtungen in einem bedarfsorientierten Nahverkehrssystem auf die Reisegeschwindigkeit

**Heft 12 - Koffler, TH. (1977)**

Vorausschätzung des Verkehrsablaufs über den Weg

**Heft 11 - Pape, P. (1976)**

Weglängen-Reduzierung in Fluggast-Empfangsanlagen durch flexible Vorfeldpositionierung

**Heft 10 - Thomas, W. (1974)**

Sensitivitätsanalyse eines Verkehrsplanungsmodells

**Heft 9\* - Köhler, U. (1974)**

Stabilität von Fahrzeugkolonnen

**Heft 8\* - Wiedemann, R. (1974)**

Simulation des Straßenverkehrsflusses

**Heft 7\* - Bey, I. (1972)**

Simulationstechnische Analyse der Luftfrachtabfertigung

**Heft 6\* (1972)**

10 JAHRE INSTITUT FÜR VERKEHRSWESEN

**Heft 5 - Droste, M. (1971)**

Stochastische Methoden der Erfassung und Beschreibung des ruhenden Verkehrs

**Heft 4\* - Böttger, R. (1970)**

Die numerische Behandlung des Verkehrsablaufs an signalgesteuerten  
Straßenkreuzungen

**Heft 3\* - Koehler, R. (1968)**

Verkehrsablauf auf Binnenwasserstraßen - Untersuchungen zur  
Leistungsfähigkeitsberechnung und Reisezeitverkürzung

**Heft 2\* - Stoffers, K.E. (1968)**

Berechnung von optimalen Signalzeitenplänen

**Heft 1\* - Baron, P.S. (1967)**

Weglängen als Kriterium zur Beurteilung von Fluggast-Empfangsanlagen

---

**Sonderdruck 1/96 – Leutzbach, W.**

Institutsgeschichte 1962 - 1991

**Sonderdruck 2/96**

ÖPNV in Mittelstädten – Dokumentation eines Fachgesprächs mit Planungshinweisen

**Sonderdruck 3/03**

80 Jahre Wilhelm Leutzbach – Vorträge zur Festveranstaltung am 14. November 2002.

## Im Buchhandel erhältliche Publikationen

### **Zumkeller, D., (2004)**

"Verkehrliche Wirkungen des demografischen Wandels – Erkenntnisse aus zehn Jahren Panel", Vortrag beim Deutschen Straßen- und Verkehrskongress der FGSV, 13.-15. Oktober 2004 in Berlin, in: Straßenverkehrstechnik 12/04, S. 651-658.

### **Zumkeller, D./ Chlond, B./ Manz, W. (2004)**

"Infrastructure Development under Stagnating Demand Conditions – a new Paradigm?", Conference paper presented at TRB Annual Meeting January 11-15, 2004 in Washington DC, In: Transportation Research Record No. 1864, Transportation Finance, Economics and Economic Development 2004, S. 121 – 128.

### **Zumkeller, D. (2004)**

"Fördert Telekommunikation den Bedeutungsverlust der Nähe? – ein Zukunftsbild unserer Mobilität", Vortrag bei der Tagung „City.net – Städte im Zeitalter der Telekommunikation“ am 19.6.2003 in Weimar, in: Hassenpflug, D., Tegeder G. (Hrsg.), City.net – Städte im Zeitalter der Telekommunikation, Marburg 2004, ISBN 3-8288-8711-2, S. 149-173.

### **Zumkeller, D./ Aillsop, R. (Hrsg.) (2003)**

Kleines Fachwörterbuchs Verkehrswesen Englisch-Deutsch/Deutsch-Englisch, Klett-Verlag (PONS-Wörterbücher), ISBN 3-12-518276-6

### **Zumkeller, D. (2002)**

„Ein Zukunftsbild unserer Mobilität“, Vortrag beim 5. Mainauer Mobilitätsgespräch am 17. Juli 2002, in: 5. Mainauer Mobilitätsgespräch, Mainauer Gesprächsbeiträge zu gesellschaftlichen Fragen unserer Zeit, Schriftenreihe der Lennart Bernadotte-Stiftung, S. 11-18, ISBN 3-926937-90-4

### **Zumkeller, D. (2002)**

„Transport and Telecommunication: First Comprehensive Surveys and Simulation Approaches“, in: Mahmassani, H.S. (Hrsg.): In Perpetual Motion: Travel Behavior Research Opportunities and Application Challenges, Amsterdam et al., ISBN 0-08-044044-4

### **Zumkeller, D. (2001)**

„Personenverkehr“, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Forschungsberichte, Hrsg. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Bonn–Bad Godesberg, Heft 800/2001, ISBN 3-934458-2

### **Zumkeller, D. (2001)**

„Telekommunikation, Telematik und Verkehr im Jahre 2020 – Ein Zukunftsbild unserer Mobilität“, in: Perspektiven und Konzepte für Mobilität und Infrastruktur, Analysen, Materialien und Beschreibung des Mobilitätskongresses 2000 vom 8./9. November in Berlin, Hrsg. Informationszentrum Beton GmbH, 2001, S. 134–145

### **Zumkeller, D. (2001)**

„The Impact of Telecommunication and Transport on Spatial Behaviour“, in: Henschler, David, International Association for Travel Behaviour Research (Hrsg.): Travel Behaviour Research – The Leading Edge IATBR '2000, the 9<sup>th</sup> Meeting of the International Association for Travel Behaviour Research, Brisbane, Australia 2000, ISBN 008-043924-1

**Zumkeller, D. (2001)**

„Erhebungen, Prognose- und Szenariotechnik“, in: Der Ingenieurbau – Fachwissen Verkehr, Wiley–VCH–Verlag, Weinheim

**Zumkeller, D./ Köhler, U. (2001)**

„Induzierter Verkehr“, Kap. A-9 in: Köhler, U. (Hrsg.), Ingenieurbau: Verkehr – Straße, Schiene, Luft, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2001, ISBN 3-433-01576-7, S. 120-125 sowie Kap. B-2.2, S. 153-167, B-2.4, S. 192-204

**Zumkeller, D. (2000)**

„Eigenschaften von Paneluntersuchungen – Anwendungen und Einsatzmöglichkeiten im Verkehrsbereich“, in: Dynamische und statische Elemente des Verkehrsverhaltens – Das Deutsche Mobilitätspanel, Wissenschaftliches Kolloquium in Karlsruhe am 28./ 29. September 2000, Reihe B 234, S. 3–34, ISBN 3–933392–34–9

**Chlond, B.; Manz, W. (2000)**

„INVERMO. Das Mobilitätspanel für den Fernverkehr“, in: Dynamische und statische Elemente des Verkehrsverhaltens – Das Deutsche Mobilitätspanel, Reihe B 234, S. 203–227, ISBN 3–933392–34–9

**Lipps, O. (2000)**

„Variation im individuellen Mobilitätsverhalten und Anwendungsmöglichkeiten für die Verkehrsplanung“, in: Dynamische und statische Elemente des Verkehrsverhaltens – Das Deutsche Mobilitätspanel, Reihe B 234, S. 203–227, ISBN 3–933392–34–9

**Zumkeller, D.; Schwarzmann, R.; Heinze, G.W.; Kill, H.H. (2000)**

50 Jahre Straßenwesen in der Bundesrepublik Deutschland. 1949–1999. Ein Rückblick, Hrsg. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn, ISBN 3–00–007506–2

**Zumkeller, D.(1999)**

„Verkehr und Telekommunikation – Grundlagen und Simulationsansätze“, in: Arbeitsmaterial der Akademie für Raumforschung und Landesplanung – Hannover ARL, Nr. 251, ISBN 3–88838–651–9

**Zumkeller, D. (1999)**

„Verhaltensmodelle in den Verkehrswissenschaften“, Verhaltensänderungen im Verkehr: „Restriktionen versus Soft-Policies“, Ergebnisse der Veranstaltung X der Workshop-Reihe im Themenbereich Verkehr und Raumstruktur, Akademie für Technikfolgenabschätzung, Arbeitsbericht Nr. 147, Stuttgart-Hohenheim

**Zumkeller, D.; Chlond, B.; Lipps, O. (1998)**

„Das Mobilitäts-Panel (MOP) – Konzept und Realisierung einer bundesweiten Längsschnittbeobachtung“, in: Hrsg. Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, 9. DVWG-Workshop über Verkehrsstatistik: „Innovative Konzepte und Methoden – dringlicher denn je“, Reihe B 217, S. 33–53, Heilbronn

**Zumkeller, D.; Chlond, B. (1997)**

„Future Time Use and Travel Time Budget Changes – Estimation Transportation Volumes in the Case of Increasing Leisure Time“, IATBR '97, the 8<sup>th</sup> Meeting of the International Association for Travel Behaviour Research, Austin, Texas

**Zumkeller, D. (1997)**

„Modelle und Szenarien der Verkehrsplanung“, in: Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung, Hrsg.: Apel; Holzapfel; Kiepe; Lehmbrock; Müller; Economia Verlag Bonn, 18. Ergänzungslieferung, Teil 3.2.4. 1, S.1–27

**Zumkeller, D.; Blechinger, W.; Chlond, B.; Seitz, H.; Axhausen, K.; van Maanen, T. (1994)**

„Paneluntersuchungen zum Verkehrsverhalten“, Hrsg. Bundesministerium für Verkehr, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 688 Bonn–Bad Godesberg

**Zumkeller, D., Seitz, H. (1993)**

„Aufbereitung vorhandener Daten für Verkehrsplanungszwecke als Ersatz für neue Befragungen“, Hrsg. Bundesministerium für Verkehr, Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 642, Bonn–Bad Godesberg

**Zumkeller, D. et al. (1993)**

Part I: Europe: A Heterogeneous 'Single Market' und Part III: Germany: On the Verge of a New Era, in: Salomon, I.; Bovy, P.; Orfeuill, J.-P. (Hrsg.): "A Billion Trips a Day - Tradition and Transition in European Travel Patterns", Kluwer Academic Publishers Group, Dordrecht, ISBN 0-7923-229-5

**Zumkeller, D., Steinbach, J. (1992)**

„Integrierte Planung von Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa“, Hrsg. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Heft 4, Bonn

**Zumkeller, D. (1989)**

„Ein sozialökologisches Verkehrsmodell zur Simulation von Maßnahmewirkungen“, Diss., TU-Braunschweig 1988, in: Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen, TU Braunschweig, ISSN 0341-5805

**Leutzbach, W. (1988)**

Introduction to the Theorie of Traffic Flow, Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York, ISBN 3-540-17113-4

**Wiedemann, R.; Hubschneider, H. (1987)**

„Simulationsmodelle“, in: Lapiere, R.; Steierwald, G. (Hrsg.) Verkehrsleittechnik für den Straßenverkehr, Band 1, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, ISBN 3-540-16850-8

**Ruppert, W.-R.; Leutzbach, W.; Adolph, U.-M. et al. (1981)**

Achslasten und Gesamtgewichte schwerer Lkw, Nutzen-Kosten-Untersuchung der zulässigen Höchstwerte, Hrsg. Bundesminister für Verkehr, Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln, ISBN 3-88585-035-4

**Herz, R.; Schlichter, H.-G.; Siegener, W. (1976)**

Angewandte Statistik für Verkehrs- und Regionalplaner, Werner-Ingenieur-Texte 42, Werner-Verlag, Düsseldorf, ISBN 3-8041-1934-4, 2. neu bearbeitete und erweiterte Auflage (1992), ISBN 3-8041-1971-9

**Beckmann, H.; Jacobs, F.; Lenz, K.-H.; Wiedemann, R.; Zackor, H. (1973)**

Das Fundamentaldiagramm, Kirschbaum-Verlag, Bad Godesberg, ISBN 3-7812-0846X

**Leutzbach, W. (1972)**

Einführung in die Theorie des Verkehrsflusses, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, ISBN 3--540-05724-2

**Lenz, K.-H.; Garsky, J. (1968)**

Anwendung mathematisch-statistischer Verfahren in der Straßenverkehrstechnik, Kirschbaum-Verlag, Bad Godesberg