

Modellierung der individuellen Verhaltensvariation bei der Verkehrsentstehung

Zur Erlangung des akademischen Grades eines
DOKTOR-INGENIEURS
von der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen
der Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH)

genehmigte

DISSERTATION

von

Dipl.-Math. Oliver Lipps

aus

Freiburg im Breisgau

Tag der mündlichen Prüfung: 25.1.2001

Hauptreferent: Prof. Dr.-Ing. D. Zumkeller

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. K.W. Axhausen

Karlsruhe, 2001

KURZFASSUNG

Lipps, Oliver

Modellierung der individuellen Verhaltensvariation bei der Verkehrsentstehung

147 Seiten, Glossar, 39 Abbildungen, 75 Tabellen, Literaturverzeichnis

In dieser Arbeit werden die Grundlagen für eine kurz- und langfristige längsschnittorientierte Modellierung des Verkehrsverhaltens einzelner Personen erarbeitet. Diese baut auf einer Analyse der Stabilität und Variabilität von relevanten Verkehrsverhaltenskomponenten auf. Die Variation des Verkehrsverhaltens hat dabei eine zeitliche und eine personengruppenspezifische Dimension. Im Zusammenhang mit der zeitlichen Ebene lassen sich verschiedene Betrachtungszeiträume, im Zusammenhang mit der Personengruppe unterschiedlich stark aggregierte Bevölkerungsgruppen bis hin zum einzelnen Individuum unterscheiden. Der Anwendungsbezug bei der Betrachtung des einzelnen Individuums über einen längeren Zeitraum liegt bei der Abschätzung der potentiellen Reaktionsmöglichkeit auf verkehrsplanerische Maßnahmen oder verkehrsexogene Störungen. Die in der vorliegenden Arbeit untersuchte Reaktionsmöglichkeit bezieht sich dabei auf die Reorganisation des alltäglichen Aktivitätsverhaltens. Im Zentrum steht dabei die Frage, welche Person wie reagieren kann.

Der potentielle Handlungsspielraum wird dabei aus der Verhaltensvariation abgeleitet, die einen ersten Aufschluß auf individuelle Verhaltensspielräume geben kann. Zum anderen spielt die persönliche Gebundenheit und die subjektive Flexibilität eine Rolle. Diese Indikatoren werden auf Basis der kurzfristigen Reorganisation von Aktivitäten gewichtet, um ein Maß für die Reaktionsmöglichkeit zu berechnen. Diese Kenngrößen werden auf personenspezifische Unterschiede untersucht. Das Ziel besteht darin, ein besseres Verständnis für potentielle Verhaltensänderungen bestimmter Personen zu entwickeln. Damit wird eine Plattform für eine kontextabhängige Modellierung der Auswirkungen von speziellen Maßnahmen definiert.

Am Ende wird eine längsschnittbasierte Simulation des Aktivitätsverhaltens über eine Woche durchgeführt, die in einem Verkehrsnachfragemodell als Verkehrsentstehungsmodul für beliebige Untersuchungsgebiete eingesetzt werden kann. Die genauen Ursache-Wirkungszusammenhänge spezieller Maßnahmen müssen auf Basis einer kleinen Stichprobe noch zusätzlich untersucht werden. Das vorgestellte Simulationsmodell kann solche „Kausalzusammenhänge“ auf eine große Stichprobe beziehen.

Für die Verkehrsplanung kann erwartet werden, daß ein auf einem zeitlichen Längsschnitt aufbauendes Instrument eine adäquate Möglichkeit zur Abschätzung der Auswirkung kurzfristig wirksamer Maßnahmen und Einflüsse darstellt.

ABSTRACT

Lipps, Oliver

Modelling the individual variation of traffic generation

147 pages, glossary, 39 figures, 75 tables, references

The thesis presents a modelling approach for the description of the short and long term traffic behaviour of single persons. It is based on an analysis of the stability and variability of relevant travel behaviour components. The variation has both a temporal and a person-group specific dimension: In terms of the temporal dimension different observation periods, in terms of the person-group different levels of aggregation including the single individual can be differentiated. Considering the single individual over a longer period it is possible to assess the potential to react to transport planning measures or to exogenous disturbances. This thesis considers possible reactions as changes in the organisation of everyday activity behaviour. The central question is: who can react in which way?

The potential room for manoeuvre is derived from the observed variation of individual behaviour which gives a first idea of the individual behavioural range. On the other hand the individual constraints and the subjective flexibility play an important role. These indicators are weighted on the basis of the short term reorganisations of activities in order to calculate a measure for the individual possibility to react. These indicators are analysed for person-group specific differences. The aim is to develop a better understanding of potential behavioural changes of specific persons.

The second part of the thesis presents a tool to generate stochastically the activity behaviour of a week for a user specified sample of travellers. The results can be used as a longitudinal traffic generation module within a transportation planning model. The cause and effect relations of specific measures have still to be analysed on the basis of a small sample.

SOMMAIRE

Lipps, Oliver

Modélisation de la variation du comportement individuel dans la génération du trafic

147 pages, 39 illustrations, 75 tableaux, références

Dans cette thèse sont développées les bases d'une modélisation longitudinale à court et long terme du comportement de trafic d'individus. Cette modélisation se base sur une analyse de la stabilité et de la variabilité d'indicateurs importants du comportement de trafic. La variation du comportement de trafic a une dimension temporaire et une dimension spécifique aux groupes de personnes. Concernant le niveau du temps on peut observer les différentes périodes de temps; concernant les groupes de personnes on peut observer des groupes de population d'un niveau d'agrégation différent allant jusqu'à l'individu. Lors de l'observation de l'individu pendant une plus longue période de temps, on peut estimer son potentiel de réaction vis-à-vis de mesures de planification dans le trafic ou vis-à-vis de perturbations exogènes du trafic. La possibilité de réagir étudiée dans cette thèse concerne surtout la réorganisation des activités quotidiennes. Au centre se trouve la question de savoir quelle personne peut réagir comment.

On déduit la marge de manœuvre de la variation du comportement qui peut donner une première idée sur les marges de comportement individuelles. Un autre rôle important jouent la contrainte personnelle et la flexibilité subjective. Ces indicateurs sont pondérés sur la base d'une réorganisation à court terme d'activités pour ensuite calculer une mesure pour les possibilités de réaction individuelles. Ces indicateurs sont étudiés en vue des différences spécifiques aux personnes. Le but est de développer une meilleure compréhension du changement de comportement potentiel de certains groupes de personnes.

La deuxième partie présente un moyen pour générer stochastiquement le comportement d'activité d'une semaine pour un échantillon de personnes donné. Les résultats peuvent être utilisés comme un module longitudinal de génération de trafic dans le cadre d'un modèle de planification de trafic. Ce sont les résultats de mesures spécifiques qui doivent encore être étudiés sur la base d'un petit échantillon pour voir les relations de cause à effet.

<u>Zusammenfassung</u>	7
<u>1. Ausgangslage und Lösungsansätze</u>	11
<u>2. Stand der Forschung: Variation des Mobilitätsverhaltens</u>	15
<u>2.1 Der aktivitätsorientierte Verkehrsverhaltensansatz</u>	15
<u>2.2 Querschnitt, Längsschnitt und Variation</u>	16
<u>2.3 Meßbarkeit von Verhalten und seiner Variation</u>	19
<u>2.4 Bisherige Ergebnisse: Variation des Verhaltens</u>	22
<u>3. Datengrundlage</u>	29
<u>3.1 Deutsches Mobilitätspanel</u>	29
<u>3.1.1 Stichprobenentwicklung des Deutschen Mobilitätspanels</u>	30
<u>3.1.2 Korrektur und Plausibilisierung der Daten</u>	31
<u>3.1.3 Ausgleich der Berichtsmüdigkeit innerhalb einer Welle</u>	34
<u>3.1.4 Ausgleich des unterschiedlichen Berichtsverhaltens zwischen Wellen</u>	35
<u>3.1.5 Untersuchung eines selektiven Aussteigens nach dem Erstbericht</u>	37
<u>3.2 Zeitbudgeterhebung</u>	42
<u>4. Definition und Merkmale des Grundverhaltensmusters</u>	44
<u>4.1 Reduktion des Tagesmusters</u>	45
<u>4.2 Verhalten an normalen und nicht normalen Tagen</u>	52
<u>4.3 Das Referenzmuster</u>	57
<u>4.4 Vergleich von Aktivitätsmustern</u>	59
<u>4.5 Der Referenztag</u>	62
<u>4.6 Eigenschaften des Referenztages</u>	64
<u>4.7 Vergleich von Verkehrsmittelmustern</u>	67
<u>5. Verkehrsverhalten und interpersonelle Variation</u>	70
<u>5.1 Anzahl der Aktivitätswechsel</u>	70
<u>5.2 Anzahl der Verkehrsmittelwechsel</u>	72
<u>5.3 Dauer der aushäusigen Aktivitäten</u>	72
<u>5.4 Aktivitätsrhythmen</u>	74
<u>5.5 Anfangs- und Endzeit des Hauptausgangs</u>	76
<u>5.6 Zeitliche Gebundenheit</u>	77
<u>5.7 Subjektive Flexibilität</u>	78
<u>6. Intrapersonelle Variation und diskriminierende Personenmerkmale</u>	80
<u>6.1 Schätzung bereinigter Mittelwerte</u>	82
<u>6.2 Variation des Aktivitätsmusters</u>	84
<u>6.3 Variation des Verkehrsmittelmusters</u>	89
<u>6.4 Variation der Komplexität: Anzahl der Aktivitätswechsel</u>	91
<u>6.5 Variation der Dauer der aushäusigen Aktivitäten</u>	94
<u>6.6 Variation der Aktivitätsrhythmen</u>	96
<u>6.7 Variation der Anfangs- und Endzeit des Hauptausgangs</u>	97
<u>6.8 Zeitliche Gebundenheit unterschiedlicher Personen</u>	99
<u>6.9 Subjektive Flexibilität unterschiedlicher Personen</u>	101
<u>6.10 Zusammenhang der untersuchten Maße</u>	102
<u>6.11 Das Reaktionspotential</u>	103
<u>6.12 Raunabhängigkeit des Verkehrsverhaltens und seiner Variation</u>	107
<u>7. Verhalten und Variation des Verhaltens zwischen Wellen</u>	112
<u>7.1 Indikatoren bei gleichbleibendem beruflichen Status</u>	114
<u>7.1.1 Referenzmuster</u>	114
<u>7.1.2 Referenzverkehrsmittelmuster</u>	115
<u>7.1.3 Verhaltenskenngößen</u>	116
<u>7.1.4 Variationskenngößen und Reaktionspotential</u>	117
<u>7.2 Indikatoren beim Übergang Vollzeit–Teilzeit</u>	117
<u>7.2.1 Referenzmuster und Referenzverkehrsmittelmuster</u>	118
<u>7.2.2 Verhaltenskenngößen</u>	118
<u>7.2.3 Variationskenngößen und Reaktionspotential</u>	119
<u>7.3 Fazit der Analyse der Übergänge</u>	120

<u>8. Simulation der Verkehrsentstehung über eine Woche</u>	122
<u>8.1. Ziele der Simulation und Anwendungsmöglichkeiten</u>	122
<u>8.2 Beschreibung der Simulation</u>	123
<u>8.3 Ablauf der Sukzessivsimulation</u>	125
<u>8.4 Überprüfung der Konsistenz</u>	128
<u>8.4.1 Aktivitätsketten</u>	128
<u>8.4.2 Verkehrsmittelketten</u>	130
<u>8.4.3 Ganglinie der Ausgänge</u>	131
<u>8.4.4 Beurteilung der Simulation</u>	132
<u>8.5 Variation der Arbeitszeit - intrapersonelle Kompensationseffekte</u>	132
<u>9. Möglichkeiten und Ausblick</u>	137
<u>Glossar</u>	139
<u>Abbildungsverzeichnis</u>	145
<u>Tabellenverzeichnis</u>	147
<u>Literaturverzeichnis</u>	150
<u>Anhang: Verwendete Variablen des Mobilitätspanels und ihre Ausprägungen</u>	154

ZUSAMMENFASSUNG*

In der vorliegenden Arbeit werden neue Konzepte aufgezeigt, wie potentielle Auswirkungen von verkehrsplanerischen Maßnahmen oder verkehrsexogenen Störungen auf das individuelle Verkehrsverhalten modelliert und empirisch analysiert werden können.

Die Reaktion einer Person auf Maßnahmen hängt von ihrem Handlungsspielraum und ihrer Handlungsbereitschaft ab. Eine zentrale Annahme besteht darin, daß der Handlungsspielraum durch das Ausmaß der Variation des ungestörten Verhaltens abgeschätzt werden kann. Es wird unterstellt, daß stärkere Verhaltensvariationen einen größeren Handlungsspielraum implizieren. Diese Annahme geht davon aus, daß der Handlungsspielraum im Rahmen der individuellen Möglichkeiten im Lauf eines längeren Zeitraums auch ausgeschöpft wird. Auf diese Weise werden die tatsächlichen Gründe für eine starke Variation oder Abweichung von einem gewohnheitsmäßigen Verhalten, die im sozialen und ökonomischen Kontext liegen, mit hypothetischen Maßnahmen identifiziert, mit denen die Individuen potentiell konfrontiert gewesen sein könnten.

Die Variation des ungestörten, individuellen Verhaltens läßt sich mit einer längsschnittbasierten* Datenbasis untersuchen. Eine solche Datenbasis liefert das Deutsche Mobilitätspanel*, das vom Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe in den frühen 90er Jahren konzipiert und seit der ersten Erhebungswelle* im Herbst 1994 wissenschaftlich betreut wird. Das Panel umfaßt bislang sechs jeweils im Herbst erhobene Wellen mit einem für die alten Bundesländer repräsentativen Datenumfang von etwa 7500 Personenwochen*. Ungefähr 1200 Personen berichteten bisher drei Folgewellen, was die Untersuchung von langfristigen Verhaltensentwicklungen ermöglicht. Zudem können Auswirkungen, die eine veränderte Soziodemographie auf das Verkehrsverhalten bewirken, analysiert werden.

In dieser Arbeit werden intrapersonelle* Verhaltensvariationen auf unterschiedlichen Verhaltensebenen* untersucht. Auf der Verkehrsmitelebene ist dies etwa das Ausmaß der Stabilität des verwendeten Verkehrsmittels zwischen Tagen, auf der Aktivitätsebene das Ausmaß der Variation des Anfangszeitpunkts des Hauptausgangs*. Operationalisiert wird die Variation des Verhaltens zunächst durch die Identifikation der stabilen und routinisierten* Elemente des werktäglichen Verhaltens jeder Person. Auf Basis dieser Routineelemente, die das Verhaltensskelett darstellen, wird jeder Person als Referenztag* derjenige Werktag zugeordnet, der diesem Routineverhalten am besten entspricht. Im Anschluß werden Abweichungen von diesem Tag auf verschiedenen Verhaltensebenen gemessen. In Zusammenhang mit dem Ausmaß der Abweichung werden geeignete diskriminierende*

* Die mit * gekennzeichneten Begriffe werden im Glossar in alphabetischer Reihenfolge erläutert.

soziodemographische Variablen identifiziert. Unterschiede zwischen Personen mit unterschiedlichen Eigenschaften werden für verschiedene Variationsmaße aufgezeigt und interpretiert.

Das mögliche Ausmaß der Reaktion hängt vom individuellen Reaktionspotential ab. Dieses wird als gewichtete Summe der zu konzipierenden Variationsindikatoren und der zeitlichen Gebundenheit sowie der subjektiven Flexibilität berechnet. Die beiden letztgenannten Indikatoren stammen aus dem Datensatz der Zeitbudgeterhebung* und treffen Aussagen über die verfügbaren Zeitfenster und der Bereitschaft zur Reaktion. Es zeigt sich, daß vollzeitbeschäftigte Personen und Auszubildende ein geringes Reaktionspotential aufweisen. Auch weitere Variablen wie der Pkw-Besitz spielen eine Rolle.

Das dieser Arbeit zugrundeliegende Konzept der Abschätzung der Wirkung von Maßnahmen auf einzelne Personen kann durch folgendes Schaubild verdeutlicht werden:

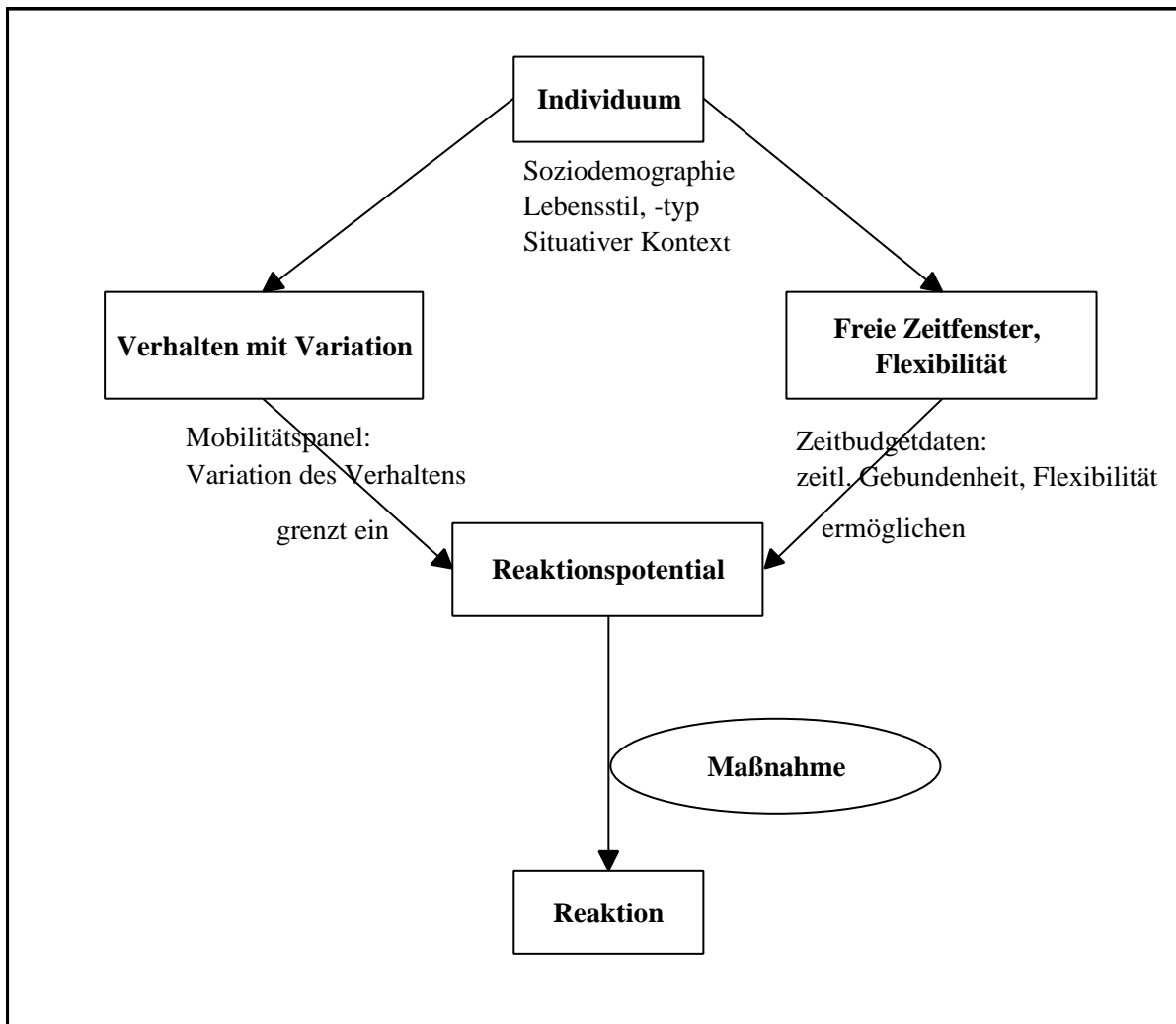


Abbildung 1: Konzept der Abschätzung der Wirkung von Maßnahmen auf einzelne Personen.

Am Ende wird eine zeitliche Längsschnittsimulation der Verkehrsentstehung durchgeführt. Diese erzeugt das Tagesverhalten einer synthetischen Population über eine ganze Woche. Exemplarisch wird für vollzeitberufstätige Personen im Längsschnitt untersucht, wie sich unterschiedliche

Arbeitszeitdauern, die als Reaktion auf eine hypothetische „Maßnahme“ aufgefaßt werden können, auf mobilitätsspezifische Kenngrößen auswirken. Der empirischen Untersuchung zugrundegelegt werden in diesem Beispiel für jede Person zwei verschiedene Werktage mit unterschiedlicher Arbeitszeitdauer (sachlicher* Längsschnitt). Somit wird angenommen, daß als „Reaktion“ nur das komplette Tagesmuster als Ganzes verändert werden kann. Im Gegensatz zu bisher auf Basis von Querschnittsdaten* durchgeführten Modellierungen* von Maßnahmenwirkungen wird hier also nur eine tatsächlich berichtete Verhaltensweise als Reaktion zugelassen. Als Untersuchungsmöglichkeiten bieten sich unterschiedliche Kompensationseffekte an, d.h. eine Umschichtung von Arbeitszeit auf Zeiten mit anderen Aktivitäten bei einer kürzeren Arbeitsdauer. Aber auch verkehrsspezifische „Reaktionen“ wie der Wechsel von Verkehrsmitteln lassen sich analysieren. Das Verfahren kann als Grundlage etwa zur Abschätzung der Auswirkungen einer Arbeitszeitverkürzung genutzt werden.

Wie das Längsschnittverhalten aufbauend auf den erarbeiteten Resultaten für ein Untersuchungsgebiet erzeugt werden kann, wird durch folgende Abbildung verdeutlicht:

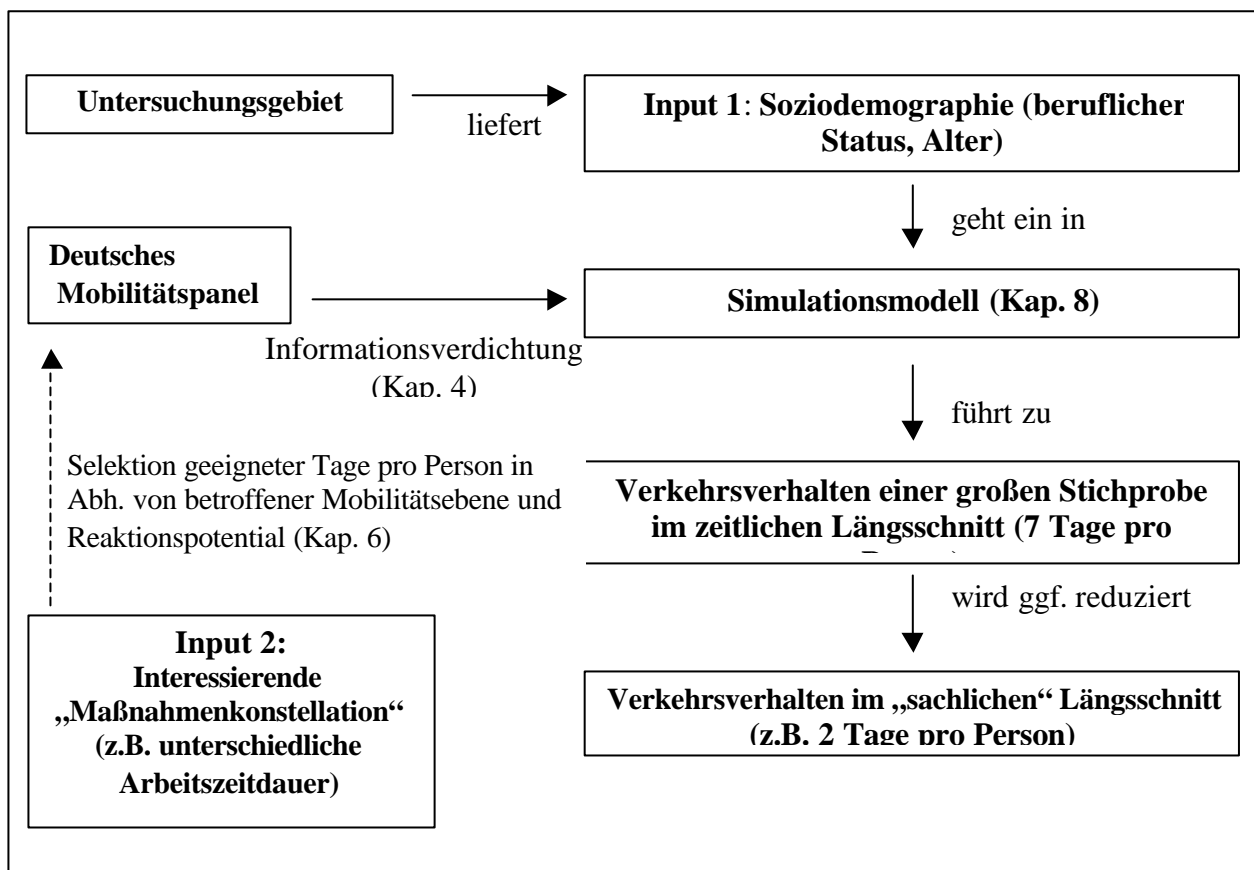


Abbildung 2: Schema des Ablaufs der Erzeugung von zeitlichem Längsschnittverhalten in einem Untersuchungsgebiet zur Untersuchung der Auswirkung einer Maßnahme.

Die Simulation* des Längsschnittverhaltens kann als längsschnittbasiertes Verkehrsentstehungsmodell im Rahmen eines Verkehrsnachfragemodells* verwendet werden. Dieses kann in einem beliebigen

Untersuchungsgebiet eingesetzt werden, vorausgesetzt, die relevanten soziodemographischen Daten sowie das Verkehrsnetz sind verfügbar.

Die dargestellten Ansätze sollen zu einem besseren Verständnis des Verkehrsverhaltens und seiner Variation beitragen und als Grundlage für eine geeignete Modellierung der Effekte von kurzfristig wirksamen Maßnahmen und Störungen verwendet werden können. Von den Simulationsergebnissen können in Bezug auf die Abschätzung der Reaktion der Verkehrsteilnehmer auf verkehrliche Maßnahmen und exogene Einflüsse erheblich validere Aussagen erwartet werden als auf der Grundlage einer Simulation eines zeitlichen Querschnitts*.

1. AUSGANGSLAGE UND LÖSUNGSANSÄTZE

Kurzfristig wirksame Eingriffe zur Verbesserung des Verkehrssystems erfolgen vor allem durch organisatorische Maßnahmen. Beispiele hierfür sind die Organisation der Intermodalität oder der Einsatz von verkehrstelematischen Einrichtungen. Deren Zielsetzung besteht vorrangig in einem effizienteren Ablauf des Verkehrsgeschehens. Wichtig für die langfristige Einschätzung der zukünftigen Verkehrsnachfrage sind dagegen besonders verkehrsexogene Entwicklungen, wie z.B. von Lebensstilen [CROMM und GIEGLER, 1998] oder der Arbeitszeitlagen und -dauern [ZIMMER, 1999; CHLOND, 1996].

Zur Planung und zur Abschätzung der Auswirkungen kurz- und langfristig wirksamer Maßnahmen und Einflüsse werden Kenntnisse darüber benötigt, wie diese auf unterschiedliche Personen wirken. Die erhofften Auswirkungen von Maßnahmen können nur dann im Vorfeld richtig abgeschätzt werden, wenn bekannt ist, welche Personen in welchem Ausmaß positive Sanktionen nutzen oder negative umgehen können. In Zusammenhang mit der Betroffenheit und potentiellen Reaktionen von Personen stellen sich folgende Fragen:

- Wie groß sind für die am Verkehr teilnehmenden Personen die Handlungsspielräume, innerhalb derer sie auf Maßnahmen reagieren können?
- Inwieweit sind Menschen zur Reorganisation von Aktivitäten und Wegen bereit und in der Lage?

Grundsätzlich könnten Verkehrsteilnehmer auf verschiedenen Verhaltensebenen reagieren¹:

- Auf der Aktivitätsebene durch Modifikation eines Standardaktivitätsmusters (dessen Definition noch zu klären ist) sowie durch Umverteilung von Aktivitäten, z.B. innerhalb des Haushalts.
- Auf der Ebene der zeitlichen Disposition durch Verschiebung einzelner Aktivitäten.
- Auf der Ebene der Verkehrsmittelwahl durch Verwendung alternativer Verkehrsmittel.
- Auf der Ebene der Routenwahl durch Nutzung alternativer Strecken.
- Auf allen Ebenen durch Verzicht auf eine Aktivität oder Generierung einer neuen Aktivität.

Angesichts der vielfältigen Optionen fehlen Informationen, auf deren Grundlage potentielle Verhaltensänderungen vorhergesagt werden können. Dieses Defizit beruht darauf, daß bisher fast ausschließlich Querschnittsdaten eines Tages zur Verfügung standen, die keine Aussage über die Verhaltensvariation im zeitlichen Längsschnitt, von Handlungsspielräumen und Zwängen zulassen.

Bisherige Ansätze – insbesondere im englischsprachigen Raum – verfolgen das Ziel, zu erwartende Auswirkungen von Maßnahmen mit Hilfe von Nutzenmaximierungsmodellen* abzuschätzen, die auf der Basis von Querschnittuntersuchungen berechnet werden (vgl. etwa [BOWMAN, BRADLY, YORAM, LAWTON und BEN-AKIVA, 1998]). Um solche Modelle ursachenadäquat anwenden zu können, müßten zunächst folgende Personengruppen identifiziert und jeweils mit spezifischen Verfahren differenziert untersucht werden [BURNETT und HANSON, 1982]:

- Personen mit einem stark routinisierten Verhalten.
- Personen mit einem Verhalten, das aus nicht bekannten Gründen dem Kostenminimum nicht entspricht (vgl. auch [BOWMAN *et al.*, 1998]).
- Personen, die sich im Sinne der Theorie der Nutzenmaximierung rational verhalten.

Aufgrund der zunehmenden Differenzierung der Gesellschaft [CHLOND, 1996] kann nicht davon ausgegangen werden, daß es Personengruppen gibt, die ausschließlich einer dieser Klassen angehören. Da allerdings Nutzenmaximierungsverfahren implizit davon ausgehen, daß die zugrundeliegenden Personen alle der letzten Gruppe angehören, ist diese Annahme unrealistisch und verfälscht die Modellergebnisse.

Durch Nutzenmaximierungsmodelle werden die mit Hilfe einer Personenstichprobe ermittelten aggregierten Verhaltensänderungen einzelnen Personen zugeordnet. Das heißt also, daß den Personen neue Verhaltensweisen auf Basis der geänderten Verteilung im Aggregat zugeordnet werden. Das ist aber auf individueller Ebene² nur dann sinnvoll, wenn das neue Verhalten für das Individuum eine positive Nutzendifferenz impliziert und auch realisierbar ist. Insbesondere die letzte Voraussetzung ist auf der Basis von Querschnittsdaten nicht nachprüfbar. Zudem ist die Annahme derselben Nutzenfunktion für alle Personen nicht realistisch.

Zu konstatieren ist das fehlende Ursache-Wirkungsgefüge bei Nutzenmaximierungsverfahren, die auf Querschnittsdaten basieren. Hinzu tritt die fehlende Möglichkeit, ein auf der Basis mehrerer Personen beruhendes, „zurückdisaggregiertes“ Verhalten auf die potentielle Realisierbarkeit bei einer bestimmten Person zu überprüfen. Darüber hinaus wird häufig eine nicht adäquate Vereinfachung der untersuchten, zu erklärenden Verhaltensvariable vorgenommen [BURNETT und HANSON, 1982].

Mit dem seit 1994 bestehenden und von Beginn an vom Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe wissenschaftlich betreuten Deutschen Mobilitätspanel liegen nun erstmals

¹ In Zusammenhang mit IT: „information technologies [...] support the decision making [...] on several levels: while driving, while choosing routes, while planning their day [AXHAUSEN *et al.*, 1991], vgl. auch [SCHWARZMANN, 1995].

² Die Frage nach der Veränderung des Verhaltens als Reaktion auf eine Maßnahme kann nur auf Basis der einzelnen Person problemadäquat untersucht werden, vgl. [ZUMKELLER, 1989]. Zu den Schätzfehlern aufgrund der sog. Heterogenität bei Zuordnung aggregierter Verhaltensweisen auf einzelne Individuen vgl. [HAUTZINGER, 2000].

Längsschnittverhaltensdaten in ausreichender Stichprobengröße vor. Dadurch ist es möglich, das Verkehrsverhalten und seine Variation im zeitlichen Längsschnitt zu untersuchen. Das Mobilitätspanel repräsentiert das im Lauf einer Woche auftretende Alltagsverhalten, das von einzelnen Verkehrsteilnehmern realisiert wird. Insofern kann davon ausgegangen werden, daß das Spektrum des Verhaltensspielraums unter alltäglichen Bedingungen während einer Woche untersucht werden kann. Zusätzlich beinhalten die Daten zur Zeitverwendung des Statistischen Bundesamts [1999] Informationen über die zeitlichen Bindungen und das Ausmaß der Flexibilität einzelner Personen. Auf der Basis dieser Datengrundlagen besteht für Wissenschaft, Politik und Planung somit erstmals die Möglichkeit, mit deutschen Daten nicht nur Aussagen über die Variation des Verhaltens sowohl zwischen Personen als auch innerhalb einer Person machen zu können, sondern auch über die dem Verhalten zugrunde liegenden Dispositionen.

Die Aktivitäten, Ziele und Verkehrsmittel innerhalb eines Tages hängen unmittelbar miteinander zusammen [AXHAUSEN *et al.*, 1991]. Reaktionen auf Maßnahmen können also nicht einfach dadurch modelliert werden, daß einzelne Aktivitäten oder die dafür benutzten Verkehrsmittel ausgetauscht werden oder die Aktivität zeitlich verschoben wird. Im allgemeinen stellen ganze Tagesabläufe mehr oder weniger abgeschlossene Zyklen dar, die – wie noch gezeigt wird, besonders bei Schülern und vollzeitberufstätigen Personen – einem relativ festen Schema folgen.

Da die Woche im Rahmen des Alltagsverhaltens üblicherweise ein regelmäßig wiederkehrendes Aktivitätspensum beinhaltet, kann zumindest ein Großteil der Gesamtvariation innerhalb einer Woche erfaßt werden [HUFF und HANSON, 1990; SCHLICH, KÖNIG und AXHAUSEN, 2000]. Für die vorliegende Untersuchung wird unterstellt, daß innerhalb einer Woche für jede Person mehr oder weniger stark ausgeprägt die Möglichkeit besteht, einzelne Tagesabläufe auszutauschen. Somit kann abhängig von der Maßnahme und den Reaktionsmöglichkeiten einzelnen Tagen eine bestimmte Auswahlwahrscheinlichkeit zugeordnet werden.

Die zentrale Annahme ist, daß ein Zusammenhang besteht zwischen der tatsächlichen Variation des Verhaltens im Wochenverlauf und den Möglichkeiten einer Person, ihr Verhalten unterschiedlichen Gegebenheiten anzupassen. Ist das Verhalten stark routinisiert, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, daß keine Änderungsbereitschaft vorhanden ist oder andere Verhaltensweisen unbekannt oder nicht möglich sind. Um schnell und angemessen reagieren zu können, ist es zudem grundsätzlich notwendig, daß eine gewisse persönliche Bereitschaft zu flexiblem Handeln vorhanden ist. Ebenso erleichtern Ausweichmöglichkeiten in Form von hinreichenden Zeitfenstern ein flexibles Handeln. Ist also die grundsätzliche Voraussetzung für ein flexibles Verhalten gegeben, kann bei zusätzlichem Vorliegen einer starken Verhaltensvariation auf einer oder mehreren Verhaltensebenen davon ausgegangen werden, daß tatsächlich die Möglichkeit einer Reaktion gegeben ist.

Eine Person mit großen Reaktionsmöglichkeiten könnte also folgendermaßen charakterisiert werden:

- Die Person ist ein flexibler Zeittyp.
- Die Person besitzt freie Zeitkapazitäten.
- Es besteht eine geringe Routinisierung des Verhaltens, das heißt die Person praktiziert unterschiedliche Tagesmuster innerhalb der Woche.
- Die Person variiert ihre täglichen Aktivitäten und zeigt unterschiedliche Aktivitätsrhythmen*.
- Die täglichen Zeitbudgets für Pflicht*- und fakultative* Aktivitäten weisen starke Variationen zwischen Tagen auf.

Das entwickelte Konzept dient als Grundlage für die Ermittlung des Reaktionspotentials unterschiedlicher Personen.

2. STAND DER FORSCHUNG: VARIATION DES MOBILITÄTSVERHALTENS

2.1 Der aktivitätsorientierte Verkehrsverhaltensansatz

Der aktivitätsorientierte Ansatz verfolgt das Ziel, die Verkehrsnachfrage auf die dieser Nachfrage zugrundeliegenden Aktivitäten zu beziehen. Dies basiert auf der Erkenntnis, daß die aushäusigen Aktivitäten die originären Ursachen von Wegen sind [HÄGERSTRAND, 1970; BOWMAN und BEN-AKIVA, 1997; KURANI und LEE-GOSSELIN, 1997] und die Verkehrsnachfrage eine abgeleitete Nachfrage darstellt [etwa KITAMURA, FUJII und PAS, 1997]. Eine wichtige Konsequenz besteht darin, daß zum Verständnis des Verkehrsverhaltens die zugrundeliegenden Aktivitäten analysiert werden müssen. Neuere Umsetzungen dieses Ansatzes in der Verkehrsnachfragemodellierung [RDC Inc., 1995] unterscheiden sich grundlegend vom Vierstufenansatz* (vgl. etwa [SCHNABEL und LOHSE, 1997]), der allerdings eine einfachere Operationalisierung besitzt. Der Vierstufenansatz prognostiziert die Verkehrsnachfrage lediglich aufgrund statistischer Zusammenhänge, denen jedoch die verhaltensbasierten Grundlagen fehlen.

Um das Aktivitätsverhalten hinreichend genau modellieren zu können, müssen ganze Aktivitätsabfolgen untersucht werden, in denen die Aktivitäten und die zu ihrer Ausübung notwendigen Wege durchgeführt werden. Dies folgt aus der Tatsache, daß Verkehrsverhalten eine komplette, zusammengehörige Abfolge von Wegen und Aktivitäten darstellt und nicht eine willkürliche Aneinanderreihung einzelner Wege. Die in einer Zeiteinheit (Tag, Woche) durchgeführten Aktivitäten stellen ein Aktivitätsprogramm dar. Anstatt einzelner Wege wie in konventionellen Ansätzen bilden diese Aktivitätsprogramme die kleinste Verhaltenseinheit.

Einzelne Dimensionen einer Aktivität sind etwa:

- Art der Aktivität, verbunden mit dem Grad ihrer Priorität.
- Ort, an dem die Aktivität ausgeübt wird.
- Dauer der Aktivität sowie Zeitpunkte von Beginn und Ende.
- Häufigkeit des Auftretens der Aktivität in einem bestimmten Zeitraum.
- Stellung der Aktivität innerhalb einer gesamten Aktivitätskette*.

Der aktivitätsorientierte Ansatz bietet gegenüber konventionellen Modellen erhebliche Vorteile. Er kann die Aktivitäts- und Wegekettenbildung sowie die Aktivitätsdauer berücksichtigen und somit Zeitbudgetkonzepte³ nutzen.

³ Eine sehr ausführliche Literaturübersicht über Zeit- und Kostenbudgets im Verkehrsverhalten mit Zusammenfassungen der wichtigsten Aspekte findet sich in [CHEN und MOKHTARIAN, 1999].

Es wird deutlich, daß für das Verständnis der Ursachen des Verkehrs zunächst die zugrundeliegenden Aktivitätsprogramme in ihrer zeitlichen Aneinanderreihung analysiert werden müssen. Um diese einzugrenzen, wird die raum-zeitliche Dimension im Rahmen der verkehrlichen Möglichkeiten des Individuums identifiziert. Dieser sogenannte „constrained-based approach“ identifiziert realisierbare Aktivitätsmuster [HÄGERSTRAND, 1970; TIMMERMANN, 1997]. Die Anzahl frei wählbarer Aktivitätsmuster kann als Maß der Flexibilität innerhalb der raum-zeitlichen Umgebung verwendet werden. Entscheidungsfreiheiten erfahren Einschränkungen, die von der Stufe im Lebenszyklus, sonstigen sozioökonomischen Variablen [KURANI und LEE-GOSSELIN, 1997] sowie durch folgende Faktoren abhängen:

- Institutionell vorgegebene, zeitliche Regelungen und Fixierungen, wie z.B. Arbeitszeit und Öffnungszeiten öffentlicher Einrichtungen.
- Individuelle Eigenschaften und Rollen, die das Individuum in seinem sozialen Umfeld binden.
- Erworbene Routinen.

2.2 Querschnitt, Längsschnitt und Variation

Erhebungen an Stichtagen* unterliegen, bezogen auf das Verhalten einer Person, großen Zufälligkeiten (vgl. [HANSON und HUFF, 1986; HUFF und HANSON, 1990]). Die Bestimmung eines typischen Tagesverhaltens erfordert aber selbst bei Verwendung von Längsschnittdaten mit langen Erhebungsdauern ein äußerst genaues Vorgehen, um Zufälligkeiten beim täglichen Verhalten herauszufiltern und somit systematische Verhaltensmuster zu extrahieren.

Die Problematik wirft verschiedene Fragen auf:

- Wie kann man die systematischen Komponenten des Tagesverhaltens einer Person von den nicht systematischen trennen?
- Wie läßt sich ein Maß für die Abweichung vom systematischen Tagesverhalten definieren?

Es ist offensichtlich, daß etwa der Einbau einer kleineren Zwischenaktivität auf dem Weg zur Arbeit die Bestimmung der Dauer oder der Länge des regelmäßig durchgeführten Arbeitsweges verfälscht. Durch Identifikation und Ausblenden solcher Aktivitäten ohne regelmäßigen Charakter kann der Pendelweg von seinem Umfang her richtig eingeordnet und abgeschätzt werden [CHLOND, 1996]. Bei Stichtagerhebungen werden mögliche Unterschiede zwischen Personen verwischt; bei der Wahl eines längeren Untersuchungszeitraums können diese Unterschiede darstellbar gemacht werden.

Voraussetzung für ein verbessertes Verständnis des Mechanismus, der der individuellen Verkehrsnachfrage und ihrer Variation zugrunde liegt, sind somit empirische Daten über das Verkehrsverhalten derselben Personen über mehrere Tage. Nur mit einer solchen Datenbasis ist es

möglich, Fragen über die intrapersonelle Verteilung verschiedener Aspekte der Verkehrsteilnahme zu beantworten [JONES und CLARKE, 1988]. Herkömmliche Querschnittbefragungen können demgegenüber nicht zur Ermittlung der Verteilung bestimmter Verhaltenskomponenten einer Person dienen, sondern lediglich die Mittelwerte des intrapersonellen Verhaltens abbilden.

Die Trennung von intrapersonellen und interpersonellen* Verhaltensvariationen können folgendermaßen veranschaulicht werden:

Angenommen, es werden zwei Personen an jeweils zwei Tagen mit folgendem Ergebnis (ohne Einheiten) zu ihrer Mobilität befragt.

Mobilität	Tag 1	Tag 2
Person 1	1	2
Person 2	5	3

Es gilt: Die mittlere Mobilität von Person 1 beträgt: 1,5, von Person 2: 4. Die interpersonelle Variation beträgt somit 2,5. Die mittlere intrapersonelle Variation von Person 1 beträgt: 0,5, von Person 2: 1.

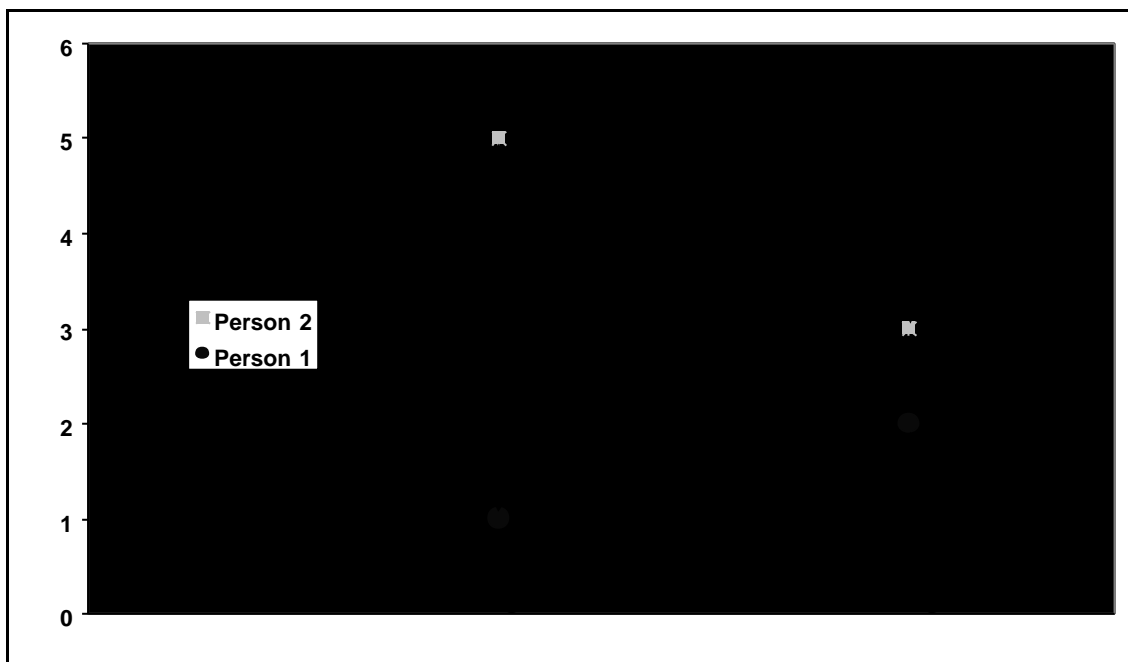


Abbildung 3: Darstellung und Trennung der intrapersonellen und der interpersonellen Variation.

Innerhalb eines längeren Zeitraums spielt sowohl die intrapersonelle als auch die interpersonelle Variation eine Rolle. Zur Schätzung von Regressionsmodellen für die Prognose einer längerfristigen Verkehrsnachfrage kann die Modellgüte im Vergleich zu konventionellen Querschnittsdaten erheblich verbessert werden, wenn Kenntnisse über die intrapersonelle Variation durch Verwendung von Längsschnittdaten vorliegen [PAS, 1987b]. Aber auch für kürzerfristige Zeiträume ist die Kenntnis der intrapersonellen Variation für am Planungsprozeß beteiligte Personen von entscheidender Bedeutung [JONES und CLARKE, 1988]:

- Sozialforscher sind am höheren Erklärungsgehalt und besseren Verständnis des individuellen Verhaltens interessiert.
- Politiker sind am besseren Verständnis der Auswirkungen verkehrspolitischer Maßnahmen interessiert.
- Planer sind an der kostengünstigeren Durchführung von Datenerhebungen interessiert.

Kenntnisse über die Verhaltensvariationen sind besonders vor dem Hintergrund aktueller Fragestellungen zur Wirksamkeit z.B. von Restriktionen im motorisierten Individualverkehr interessant. Hierzu ist auch ein besseres Verständnis der Gebundenheit von Individuen bezüglich ihres Verhaltens und der individuellen Einflußfaktoren erforderlich.

Da die kurzfristige intrapersonelle Variation stark von Zufallseinflüssen, die durch Stichtagserhebungen nicht beobachtet werden können, beeinflusst wird, bereitet gerade die intrapersonelle Variation bei der Modellierung des individuellen Verhaltens immense Probleme. Eine gute Annäherung an die Charakterisierung des Individualverhaltens über mehrere Tage erhält man, wenn man dieses weder als völlig habitualisiert, noch als völlig zufällig auffaßt, sondern es als zyklisch interpretiert [HANSON und HUFF, 1986]. Die verhaltenstheoretische Begründung für die Existenz habitualisierten Verhaltens besteht in der Annahme, daß das Individuum bei gleichbleibenden äußeren Umständen bestrebt ist, im Rahmen eines bestimmten Zyklus (hier eines Tages) ein etabliertes Verhaltensschema zu wiederholen, das sich in der Vergangenheit bewährt hat. HUFF und HANSON [1986] stellten in diesem Zusammenhang fest, daß ein großer Anteil des wiederholten Verhaltens als Ergebnis einer Entscheidungsstrategie gedeutet werden kann, die darauf beruht, eine ständige Neuorientierung und Neubewertung und der damit verbundenen Belastung zu reduzieren⁴. Habitualisiertes Verhalten ist Ausdruck

- der Notwendigkeit eines vorhersehbaren Verhaltens, um z.B. Interaktionen mit anderen Personen zu synchronisieren.
- der Tatsache, daß die ständige Suche nach verbesserten Verhaltensweisen mehr Aufwand erfordert, als einem mehr oder weniger routinisierten Verhalten zu folgen. Dies kann durch zwei verschiedene Handlungsweisen erfolgen [GORR, 1997, 33f]:
 1. Durch Zufriedengeben mit einer suboptimalen, aber als befriedigend betrachteten Lösung.
 2. Durch die Konstruktion eines bewußt vereinfachten Abbilds der Realität, das die notwendige Informationssuche dadurch verkürzt, daß bereits aufbereitete Informationen aus vergleichbaren Entscheidungssituationen wiederverwendet werden.

⁴ Vgl. hierzu die „Theory of bounded rationality“ (etwa: eingeschränkte Rationalität), die derjenigen Rationalität entspricht, die die beschränkten Gedächtnis- und Rechenfähigkeiten und die Implikationen dieser Beschränkungen berücksichtigt (vgl. etwa [SIMON, 1957]).

Die Ursachen für variables Verhalten können sein [HANSON und HUFF, 1988]:

- Das Bedürfnis oder der Wunsch, etwas Neues kennenzulernen.
- Der Wunsch nach Abwechslung.
- Die Notwendigkeit, kurzfristig auf geänderte Bedingungen oder Wünsche zu reagieren.
- Das Auftreten unvorhergesehener Umstände.

2.3 Meßbarkeit von Verhalten und seiner Variation

Die Identifikation von variablem und stabilem Verhalten wird dadurch erschwert, daß selbst habitualisiertes Verhalten in Bezug auf Anzahl und Art der Aktivitäten nicht ausschließlich eine ständige Wiederholung einer bestimmten Verhaltensweise zu sein scheint [HUFF und HANSON, 1990]. Jede Person weist mehrere typische Tagesmuster, ja sogar mehrere Wochenmuster auf. Insgesamt ist also die intrapersonelle Variation verhältnismäßig hoch und der Anteil vollständig wiederholter Tagesmuster gering.

PAS [1987a, 1988] interpretiert die Bildung von Aktivitätsmustern als zweistufigen Prozeß, bei dem zunächst das Muster, das im Laufe mehrerer Tage (etwa Woche) absolviert wird, als eine Menge von Tagesmustern gebildet wird. Bei der übergeordneten Festlegung des Wochenmusters spielen soziodemographische Eigenschaften und der Lebensstil eine zentrale Rolle. Kurzfristig gewählte (Tages-)muster und Variationen sind - zumindest bei Erwerbstätigen - vom Tagestyp und auch von soziodemographischen Eigenschaften des Akteurs weitgehend unabhängig. Statt dessen sind für die speziellen Tagesmuster situative Gründe und Zufallseinflüsse relevant, wie etwa Krankheit, Wetter oder (unvorhergesehene) Nichtverfügbarkeit eines Pkw.

HIRSH, PRASHKER und BEN-AKIVA [1986] zeigen am Beispiel des Einkaufsverhaltens, daß Personen am Anfang der Woche ihr Verhalten planen. Diese Planung wird im Lauf der Periode ständig überprüft und für die nachfolgende kürzere Periode (hier ein Tag) - basierend auf dem bereits absolvierten Muster - kurzfristig angepaßt.

HERZ [1983] erkennt schon Anfang der 80er Jahre die Relevanz von Stabilität und Variabilität des individuellen Verhaltens, räumt aber ein, daß ohne zuverlässige Paneldaten⁵ keine umfassende Untersuchung möglich ist. Bezüglich des interpersonellen Verhaltens (Zeitbudget und Häufigkeit verschiedener Aktivitäten) stellt er mit Hilfe der KONTIV⁶ 1976-Daten fest, daß die Periode mit der größten Verhaltensvariation der Tag ist. Wöchentliche, monatliche und jahreszeitliche Schwankungen spielen dagegen keine bedeutende Rolle (vgl. auch [HIRSH, PRASHKER und BEN-AKIVA, 1986]).

⁵ Eine umfassende Untersuchung der Vorteile und Probleme von ‚multiday‘ und ‚multiperiod‘ Erhebungen derselben Personen bietet [PENDYALA und PAS, 1997].

⁶ **Kontinuierliche Verkehrserhebungen.** Bislang wurden in der BRD drei KONTIV Erhebungen durchgeführt: 1976, 1982 und 1989.

Auf Basis von fünf verhaltenshomogenen Bevölkerungsgruppen wird die Häufigkeitsverteilung der täglichen Aktivitätsketten untersucht. Etwa 12 Aktivitätsketten werden als Standardprogramm jeder Gruppe identifiziert. Das individuelle Verhalten kann auf der Basis dieser Gruppen aber nicht erklärt werden, so daß „das Individuum selbst die Hauptquelle wissenschaftlicher Forschung sein muß“ [HERZ, 1983, 399]. Dies wird folgendermaßen belegt: Mit Hilfe einer Clusteranalyse werden insgesamt 271 Personenkategorien zu fünf bis sieben Clustern aggregiert, so daß die erklärte Variation zwischen den 271 Einheiten bei 60 bis 90% liegt. Die durch die üblichen soziodemographischen Variablen charakterisierten Personengruppen lassen sich also auf effektive Art zu wenigen Clustern zusammenfassen. Allerdings wird die Variation zwischen den ursprünglichen Beobachtungseinheiten (etwa 65000 Personen) lediglich zu 3-30% erklärt. Dieser geringe Erklärungsgrad kann auch durch Differenzierung aller 271 Personengruppen nur unwesentlich erhöht werden. Dies beweist, daß die größte Variation zwischen den Einzelpersonen liegt und konventionelle soziodemographische Variablen zur Differenzierung des Verhaltens wenig geeignet sind.

Ein zentrales Problem ist, wie die Variation des Verhaltens überhaupt gemessen werden soll. HANSON und HUFF [1988, 117] sprechen sogar davon, daß „the important point is that the level of day-to-day repetition or variability observed in the individual’s travel pattern will be a function of the complexity of the travel measure used“. Je detaillierter und komplexer das Maß angesetzt wird, um so geringer ist das Ausmaß der Wiederholung eines (zyklischen) Verhaltensmusters [JONES und CLARKE, 1988; HUFF und HANSON, 1990].

Einige Autoren [z.B. DAMM, 1980] beschränken sich bei der Quantifizierung von Verhalten auf die Entscheidung der Probanden, eine Aktivität auszuüben und Zeit mit dieser Aktivität zu verbringen. Andere [BURNETT und HANSON, 1979; HANSON und HUFF, 1986; RECKER *et al.*, 1980] verwenden für die Messung des Aktivitätsverhaltens Aspekte wie Uhrzeit und Dauer, Ort, Häufigkeit, Verkehrsmittelwahl, Abfolge und Relevanz der Aktivitäten, die Variation bei der Betrachtung mehrerer Perioden und anderes. Schwierigkeiten, die mit diesem Ansatz verbunden sind, bestehen neben der Interpretation des multidimensionalen Maßes in der wechselseitigen Abhängigkeit der Dimensionen.

PAS [1983, 405ff] betrachtet zur Messung der Ähnlichkeit zwischen verschiedenen Aktivitätsmustern das komplette Tagesmuster. Er erstellt für die Aktivitätskette einen zweistufigen Vektor, für den in der ersten Komponente festgestellt wird, ob eine Aktivität stattfindet oder nicht. Falls eine Aktivität stattfindet, werden in der zweiten Komponente die relevanten Eigenschaften dieser Aktivität, wie Zweck, Verkehrsmittel und Zeit gespeichert.

Werden bei zwei zu vergleichenden Aktivitätsketten dieselbe Anzahl von Aktivitäten ausgeführt, so werden nur noch die Attribute der zweiten Ebene verglichen. PAS wendet seine

Ähnlichkeitsmessungen nur auf Daten aus Stichtagsbefragungen an, um Muster verschiedener Personen zu vergleichen und soziodemographische Gruppen mit ähnlichen Aktivitätsmustern zu bestimmen. Seine Methode ist aber auch auf den Vergleich verschiedener Tagesmuster derselben Person anwendbar. Ein Problem der Methode von PAS ist, daß bei der Entscheidung, welche Wege miteinander verglichen werden, weder die Zeit noch der Zweck berücksichtigt werden. Das heißt, es ist nur die Reihenfolge innerhalb der Wegeketten entscheidend. Der erste Weg der ersten Aktivitätskette wird mit dem ersten Weg der zweiten Aktivitätskette verglichen. Zwei fast identische Ketten, die sich nur darin unterscheiden, daß am ersten Tag morgens ein zusätzlicher Weg gemacht wird, haben bei PAS' Methode eine sehr geringe Ähnlichkeit.

RECKER und MCNALLY [1985, 280ff] entwickeln mit Hilfe von Mustererkennungsverfahren eine Methode zur Klassifizierung von Raum-Zeit-Pfaden. Als Ausgangsbasis dient ein dreidimensionaler Raum-Zeit-Pfad mit dem Zweck der Aktivität als dritte Dimension. Dieser dreidimensionale Raum-Zeit-Zweck-Pfad wird in zwei zweidimensionale Pfade zerlegt (Raum/Zeit und Zweck/Zeit). Im Anschluß daran werden diese graphischen Pfade in einen Vektor mit 50 Koeffizienten transformiert. Diese Vektoren kann man mit Hilfe einer Clusteranalyse untersuchen. Wie PAS verwenden auch RECKER und MCNALLY diese Methode, um die Muster zu klassifizieren und Gruppen mit gleichen Mustern zu bestimmen.

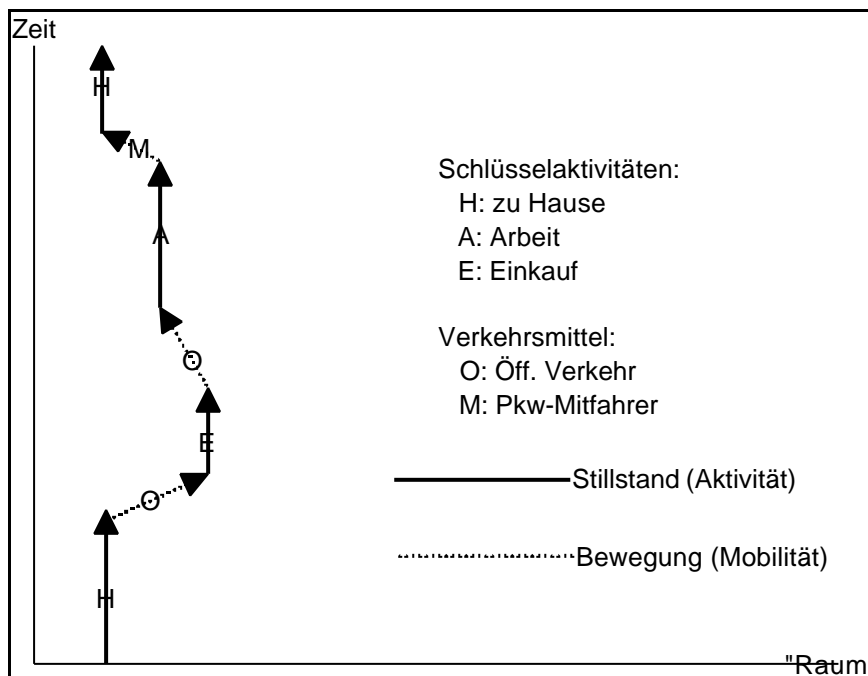


Abbildung 4: Mobilitätsverhalten abgebildet durch einen Raum-Zeit-Zweck-Pfad.
Grafik nach: [BURNETT und HANSON, 1982, 93]

2.4 Bisherige Ergebnisse: Variation des Verhaltens

Auf Basis einer 35-tägigen Erhebung mit Hilfe eines Wegetagebuchs in Uppsala konnten erstmals Längsschnittaspekte auf Basis eines längeren Zeitraums untersucht werden [HANSON und HUFF, 1988]. Mit Hilfe des sogenannten R-days, des Tages, der das mittlere Tagesverhalten am besten repräsentiert, werden die systematischen Komponenten des individuellen Verkehrsverhaltens bestimmt. Diese umfassen typische und mehr oder weniger notwendigerweise durchzuführende Teilmuster, die - je nach Erfordernis - täglich modifiziert werden können. Die systematischen Komponenten bestehen aus Mustern, die sich aus vier Attributen (Aktivität, Zeitpunkt, Verkehrsmittel und Zielzone) zusammensetzen. Diese werden benutzt, um innerhalb der 35-tägigen Beobachtungsperiode Brüche im routinierten Verkehrsverhalten identifizieren zu können. Konkret werden fünf, das mittlere Tagesverhalten am stärksten diskriminierende Äquivalenzklassen⁷ ermittelt. In Tabelle 1 wird der mittlere Anteil von Tagen, der innerhalb der 35-tägigen Beobachtungsperiode mit den jeweiligen R-days assoziiert wird, dargestellt:

R-day Typ (Äquivalenzklasse)	Mittlerer Anteil Tage
R-day 1	0,36
R-day 2	0,19
R-day 3	0,17
R-day 4	0,16
R-day 5	0,11

Tabelle 1: Aufteilung der 35 Tage des Uppsala Panels in die jeweiligen Äquivalenzklassen.
Quelle: [HANSON und HUFF, 1988, 122].

Ein wichtiges Resultat von HUFF und HANSON besteht in der Feststellung, daß sich die fünf Äquivalenzklassen bei jeder Person deutlich unterscheiden.

Interessant ist in diesem Zusammenhang zu untersuchen, wieviel Information, die in den R-days über fünf Wochen liegt, in nur einer Woche enthalten ist. Implizit ist darin die Frage enthalten, inwieweit die Woche innerhalb der 35 Tage einen abgeschlossenen, sich wiederholenden Verhaltenszyklus darstellt. In Abbildung 5 wird die beobachtete Verteilung der R-days und die Verteilung unter der Annahme, daß die Tage in den unterschiedlichen R-day-Gruppen gleichmäßig über die fünf Wochen verteilt sind, vergleichend aufgeführt.

⁷ Mathematisches Konzept, vergleichbar mit Clustern. Hier werden pro Person fünf Tagesgruppen gebildet, die innerhalb einer Gruppe eine möglichst hohe Homogenität, zwischen den Gruppen eine möglichst hohe Heterogenität aufweisen.

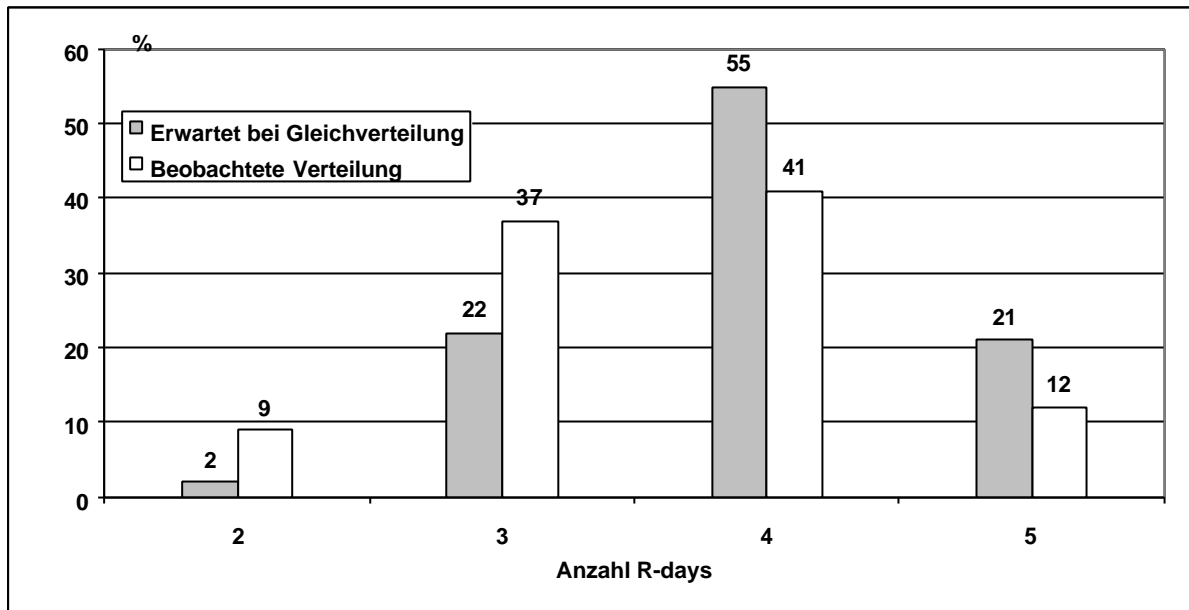


Abbildung 5: Beobachtete Verteilung und Verteilung der R-days unter Annahme der gleichmäßigen Verteilung der R-day-Gruppen über die fünf Wochen. Quelle: [HANSON und HUFF, 1988, 123].

Die beiden Verteilungen sind signifikant verschieden, was zeigt, daß die Personen weniger R-days in einer beliebigen Woche haben als bei gleichmäßiger Verteilung über die fünf Wochen erwartet werden konnte. Wie Abbildung 5 zeigt, beinhaltet eine beliebige Woche jedoch bei über 90% der Personen 3 und mehr verschiedene Äquivalenzklassen. Genauer gilt:

$$\text{Mittlerer Anteil Äquiv. Klassen [\%]} = \frac{9 * \frac{2}{5} + 37 * \frac{3}{5} + 41 * \frac{4}{5} + 12 * \frac{5}{5}}{99} = 71,3\%$$

Im Mittel sind also gut 70% der Tagesäquivalenzklassen, die das Verhalten über fünf Wochen charakterisieren, in einer beliebigen Woche enthalten.

Im Gegensatz zu dem komplexen Maß der Variabilitätsanalyse von HANSON und HUFF untersuchen PAS und KOPPELMAN den Grad der intrapersonellen Variation von Tag zu Tag alleine durch einen Vergleich der durchschnittlichen täglichen Wegehäufigkeiten [1987, 11ff]. Als Datenbasis dienen ihnen Daten der einwöchigen 'Reading Activity Diary Survey' aus dem Jahr 1973. Der Anteil der intrapersonellen Variation an der Gesamtvariation ist bei PAS und KOPPELMAN mit 66% deutlich geringer als bei HANSON und HUFF mit über 80%.

Pas und Koppelman analysieren die unterschiedlichen Ausprägungen der intrapersonellen Variation bei verschiedenen soziodemographischen Gruppen. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß die intrapersonelle Variation bei Nichterwerbstätigen signifikant höher ist als bei Erwerbstätigen. Innerhalb der Gruppe der Erwerbstätigen haben die soziale Klasse, das Einkommen, die Pkw-Verfügbarkeit und die Bildung keinen signifikanten Einfluß auf den Grad der Variation des

Mobilitätsverhaltens. Anders sieht dies bei der Gruppe der Nichterwerbstätigen aus, die zum Großteil aus Frauen besteht. Hier haben die soziale Klasse, das Einkommen und die Pkw-Verfügbarkeit einen signifikanten Effekt auf den Grad der intrapersonellen Variation. Die Anwesenheit von Kindern im Haushalt bewirkt bei Frauen eine signifikant höhere Variation im Vergleich zu Frauen ohne Kinder. Bei Männern ist dieser Effekt nicht zu beobachten.

Einen anderen Ansatz zur Messung der Variation des Mobilitätsverhaltens stellen MAHMASSANI, HATCHER und CAPLICE vor [1997, 357ff]. Sie untersuchen die Abfahrtszeit von zu Hause, die Häufigkeit von Zwischenstops auf dem Weg zur Arbeit und die Routenwahl. Grundlage ihrer Untersuchung sind Daten von Autopendlern in Austin, Texas, im Jahre 1989, die über eine Dauer von 10 Werktagen über ihr Pendelverhalten berichteten. Mahmassani, Hatcher und Caplice beschränken ihre Auswertungen auf den morgendlichen Pendelweg.

Um den Grad der Variation auf dem morgendlichen Pendelweg zu messen, untersuchen sie die auftretenden Wegeketten. Diese werden zunächst nach der Anzahl und dem Ort der Zwischenstops auf dem Weg zur Arbeit unterschieden. Ein Pendler, der zum Beispiel dreimal keinen Stop macht, viermal einen Zwischenstop am Ort A einlegt, und dreimal einen Zwischenstop an Ort B, besitzt drei verschiedene Wegeketten ('distinct trip chains'). Diese Anzahl verschiedener Wegeketten setzen Mahmassani, Hatcher und Caplice nun ins Verhältnis zur Anzahl aller Wegeketten. Die kumulierte Verteilung dieses so gewonnenen Variationsindex' zeigt die Abbildung 6. Auch auf dem als sehr stabil angenommen Pendelweg zur Arbeit weisen knapp 60% aller Pendler mindestens zwei unterschiedliche Wegeketten auf:

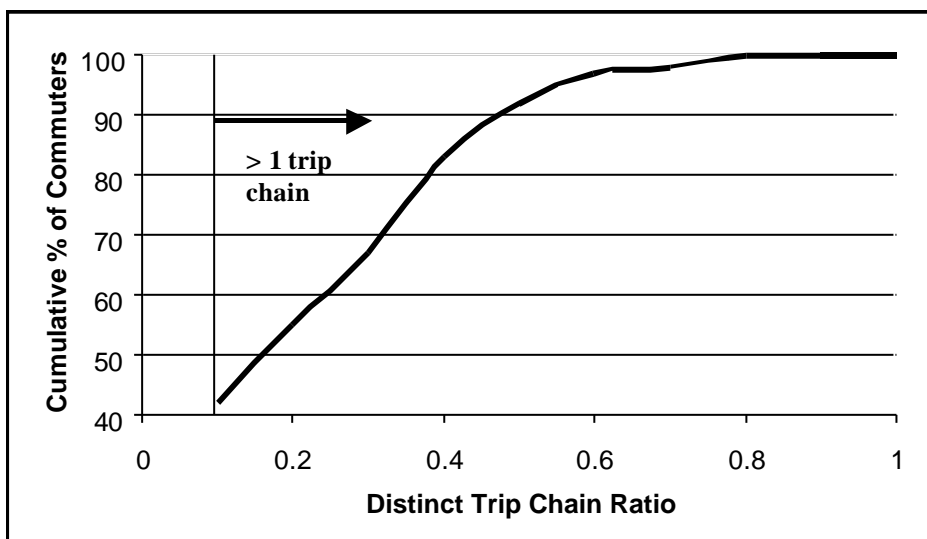


Abbildung 6: Kumulierter Anteil verschiedener Wegeketten im Verhältnis zur Anzahl aller Wegeketten. Grafik nach: [MAHMASSANI, HATCHER und CAPLICE, 1997, 359]

Mahmassani, Hatcher und Caplice entwickeln außerdem noch eine weitere Variante des Variationsindex' für Wegeketten. Sie bestimmen dafür zunächst die am häufigsten auftretende

Wegekette. Die Anzahl der Pendelwegketten, die dieser Wegekette entspricht, setzen sie dann ins Verhältnis zur Anzahl aller Pendelwegketten. Die kumulierte Verteilung des so gebildeten 'Mode Chain Ratio' zeigt Abbildung 7. Hier wird deutlich, daß bei 40% aller Pendler höchstens 8 der 10 Pendelwegketten der häufigsten Kette entsprechen.

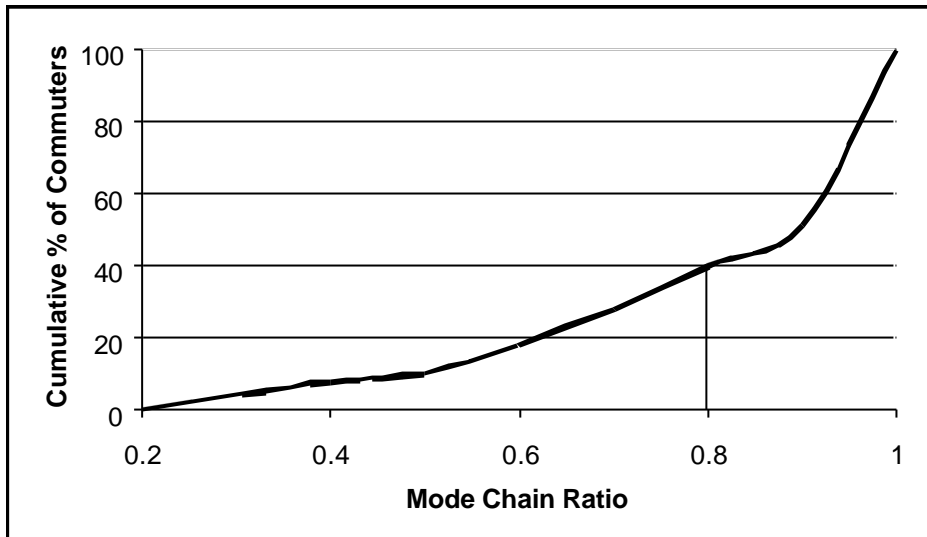


Abbildung 7: Kumulierter Anteil des Auftretens der häufigsten Wegekette.
Grafik nach: [MAHMASSANI, HATCHER und CAPLICE 1997, 360]

JONES und CLARKE benutzen zur Analyse der Variation des Mobilitätsverhaltens neben einer graphischen Visualisierung auch einen numerischen Index [1988, 73f]. Dieser vergleicht, ob an zwei Tagen zur selben Zeit auch dieselbe Aktivität ausgeübt wurde. Die Ausprägungen dieses Index', der den Grad der intrapersonellen Variation widerspiegelt, untersuchen JONES und CLARKE in Bezug auf unterschiedliche Situationen im Lebenszyklus. Als Datengrundlage dienen ihnen Daten über sieben Tage aus der 'Adelaide Travel Demand and Time Allocation Study'. Die Analyse ergibt, daß Männer im allgemeinen einen geringeren Grad der Variation in ihrem Mobilitätsverhalten zeigen als Frauen. Dieser Unterschied ist besonders in Haushalten mit Kleinkindern sehr ausgeprägt. Wenn die Rollen und Lebensstile von Mann und Frau dagegen sehr ähnlich sind, wie bei Singles oder Rentnern, sind auch nur geringe Unterschiede festzustellen. Die beiden letztgenannten Gruppen zeigen insgesamt die stärksten Variationen. Über alle Lebenszyklusgruppen hinweg zeigen Nichterwerbstätige eine deutlich größere Variation als Erwerbstätige.

KUNERT untersucht den Einfluß personengebundener Faktoren auf die Variation der täglichen Wegehäufigkeiten [1992, 184ff]. Die ermittelte Variation der Wegehäufigkeiten untersucht er mit Hilfe der Varianzanalyse* auf einen Zusammenhang mit soziodemographischen Variablen. Als Datengrundlage dienen ihm die über eine Woche⁸ erhobenen Daten aus der SIGMO-Haushaltsbefragung in den Niederlanden. Es stellt sich heraus, daß über die Werktage die Pkw-

⁸ Eine Welle umfaßt eine Woche; die Befragungswellen liegen in halbjährigem Abstand.

Verfügbarkeit, der Ausbildungsgrad, die Stellung im Erwerbsleben und das Alter signifikanten Einfluß auf die Variation der Wegehäufigkeit ausüben. Die Geschlechtszugehörigkeit und das Einkommen sind nicht von Bedeutung. Bei der Untersuchung der Stellung im Erwerbsleben zeigt sich, daß Berufstätige und sich in Ausbildung befindende Personen die geringste Variation besitzen, wesentlich höher ist diese hingegen bei Rentnern und Hausfrauen, am größten bei Arbeitslosen. Wenn man die Variable Alter betrachtet, zeigt sich eine geringere Variation bei jungen und alten Personen und eine höhere bei mittleren Jahrgängen.

Bei qualitativen Ansätzen werden häufig graphische Methoden verwendet, um das individuelle Verhalten und seine Variationen darzustellen und zu analysieren [JONES und CLARKE, 1988; SCHULMEYER, 1994]. In einem Beispiel werden für die fünf beobachteten Werktage jeweils Viertelstundenintervalle gebildet und untersucht, an wie vielen Tagen in jedem Intervall dieselbe Aktivität ausgeübt wird⁹.

Ein Resultat besteht beispielsweise darin, daß bei Vollzeitarbeitnehmern, die an allen fünf Tagen arbeiten, „weniger stabile Episoden“¹⁰ während der Mitte des Tages verschwinden, wohingegen sie am Abend häufiger auftreten. Dies bedeutet, daß Vollzeitarbeitnehmer während des Tages ein sehr stark von Routine geprägtes Aktivitätsverhalten zeigen, das gegen Abend variabler wird [JONES und CLARKE, 1988]. Interessant ist auch der Befund, daß, je seltener eine Aktivität ausgeübt wird, diese um so eher am Abend erfolgt. Personen mit weniger stark festgelegten sozialen Rollenstrukturen weisen insgesamt höhere intrapersonelle Variationen bezüglich ihres tageszeitlichen Aktivitätsverhaltens auf [PAS und KOPPELMAN, 1987].

Ergebnisse empirischer Untersuchungen berichten auch DOHERTY und AXHAUSEN [1998]: Das gesamte wöchentliche Aktivitätsverhalten sollte im Rahmen einer Haushaltsbefragung von den Probanden vor Beginn einer Stichwoche genau beschrieben werden. Das solchermaßen a priori berichtete Verhalten stellt die habitualisierten Elemente des Wochenverhaltens dar. Unmittelbar vor Beginn der Woche sowie während der Woche sollten Modifikationen und Änderungen des vorher berichteten Aktivitätsverhaltens „online“ aufgezeichnet werden. Dadurch kann der Anteil von lang-, mittel- und kurzfristigen Aktivitätsentscheidungen sowie die Art der Änderungen abgeschätzt werden. Obwohl die Stichprobe mit 40 Haushalten in Hamilton, Ontario, sehr klein ist, können erste Erkenntnisse gewonnen werden: 45% der Aktivitäten an Werktagen werden im voraus geplant, hiervon 70% für mehrere Tage, von denen die meisten wiederum an mindestens 4 Tagen stattfinden sollen. Auf der anderen Seite werden diese ‚multiday entries‘ nur sehr selten reorganisiert, so daß hier von einem Aktivitätsverhaltensskelett gesprochen werden kann. 15% der Reorganisationen der Aktivitäten werden ein oder mehrere Tage vor Beginn der Stichwoche, 38% am Anfang der Woche, 20% am selben Tag und 28% unmittelbar vor der Ausführung der Aktivität vorgenommen. Dies zeigt,

⁹ Vgl. die in dieser Arbeit untersuchten Aktivitätsrhythmen.

daß ein beträchtlicher Anteil der Aktivitätsentscheidungen sehr kurzfristig getroffen wird. In Zusammenhang mit der Art der Reorganisation zeigt sich, daß bei den meisten Aktivitäten (73%) Anfangs- oder Endzeitpunkt verändert werden. Änderungen bezüglich der in die Aktivität involvierten Personen (8%), der Art der Aktivität (7%), des Ausführungsorts (6%), der Wegedauer (4%) und der Verkehrsmittel (2%) sind nur selten festzustellen.

JOH, ARENTZE, HOFMAN und TIMMERMANS stellen einen neuartigen Ansatz zur Untersuchung des Mobilitätsverhaltens vor. Sie analysieren Aktivitätsmuster mit einem aus der molekularen Biologie entlehnten Verfahren zur Mustererkennung [1997, 2ff]. Diese sogenannten Sequence-Alignment*-Verfahren untersuchen Zeichenketten auf gleichartige Sequenzen. Die Anwendung dieses Ansatzes in der Mobilitätsforschung erfolgte erstmals durch WILSON [1998, 1017ff]. Eine Anwendung liegt in der Ermittlung des typischen Tagesmusters¹¹ mit Hilfe der Identifikation des Musters mit dem geringsten „Aufwand“ (vgl. [HELLER-KEMP, 2000]). Die Messung des Aufwandes wird kurz erläutert:

Sequence-Alignment-Verfahren vergleichen zwei Zeichenketten in Bezug auf ihre Ähnlichkeit, indem sie die kleinste Anzahl von Änderungen bestimmen, mit denen man die beiden Zeichenketten einander angleichen kann. Zum Angleichen der Zeichenketten gibt es Austausch-, Einfüge- und Löschoptionen. Jede dieser Operationen bedingt einen gewissen Aufwand. Der Grad der Ähnlichkeit von zwei Zeichenketten wird als die kleinste Summe der Aufwendungen definiert, die nötig sind, um die beiden Zeichenketten anzugleichen. Mit dieser Methode kann man eindimensionale Zeichenketten untersuchen, zum Beispiel, in welcher Weise verschiedene Aktivitäten angeordnet sind. JOH, ARENTZE, HOFMAN, und TIMMERMANS erweitern dieses Verfahren auf die simultane Untersuchung von mehreren Merkmalen [1997, 6ff].

GOULIAS [1999] untersucht individuelle Übergänge des Aktivitäts- und Mobilitätszeitverhaltens auf der Basis von zwei aufeinanderfolgenden Tagen und auf Jahresbasis mit Hilfe des Pudget Sound Transportation Panels. Die Übergänge finden dabei zwischen bestimmten Aktivitäts- und Mobilitätszuständen statt. Diese Zustände werden mit Hilfe geeigneter Indikatoren beschrieben und mittels eines verallgemeinerten Markovkettenansatzes* analysiert, der die Einbeziehung nicht beobachteter (latenter) Übergangsvariablen ermöglicht. Erste Ergebnisse deuten auf die Existenz von mehreren verschiedenen Übergangspfaden für unterschiedliche Personengruppen bezüglich des Zeitbudgets zwischen Jahren hin. Der Aktivitätsmusterübergang zwischen einzelnen aufeinanderfolgenden Tagen scheint stationär* zu sein, der Aktivitätsmusterübergang zwischen Jahren

¹⁰ Stabile Episoden sind Viertelstundenintervalle, bei denen an vielen Tagen dieselbe Aktivität ausgeübt wird.

¹¹ vgl. [SCHÄFER, 1993] und [HELLER-KEMP, 2000]. Genau genommen wird durch die Sequence-Alignment Methode nicht der typische Tag, sondern ähnlich wie mittels des in der vorliegenden Arbeit vorgestellten Verfahrens der Tag, der das Grundverhaltensmuster am besten wiedergibt, repräsentiert, vgl. [RINDSFÜSER, DOHERTY, 2000]. In der vorliegenden Arbeit kommt zur Identifikation eines typischen Tagesmusters eine andere Methode zur Anwendung.

dagegen nicht. Der Mobilitätsmusterübergang läßt sich durch einen einzigen Übergangspfad mit stationären Übergangswahrscheinlichkeiten beschreiben. Dies läßt auf eine höhere Stationarität beim Mobilitätsmuster schließen, auf eine geringe Stationarität beim Aktivitätsmuster.

Für den in der vorliegenden Arbeit vorgestellten methodischen Ansatz der Untersuchung von Verhaltensübergängen zwischen Wellen, das heißt für die langfristige Verhaltensvariation, wird die Änderung des Verhaltens explizit auf die Änderung bzw. Konstanz der zur Verfügung stehenden, relevanten soziodemographischen Variablen bezogen. Insofern werden nur zwei zeitliche Zustände unterschieden (vorher und nachher), das heißt der Zustand vor und der Zustand nach einer potentiellen Änderung einer soziodemographischen Variablen. Diese Vorgehensweise bereitet geringere Probleme in Zusammenhang mit der statistischen Signifikanz der Aussagen, da weniger Zeitpunkte unterschieden werden und somit die Stichprobengröße pro Zeitpunkt steigt.

3. DATENGRUNDLAGE

3.1 Deutsches Mobilitätspanel

Die in dieser Arbeit durchgeführte empirische Auswertung basiert wesentlich auf den Daten des Deutschen Mobilitätspanels, das eine Haushaltsbefragung einer repräsentativen Stichprobe der Bundesrepublik Deutschland (West) über das Verkehrsverhalten während einer Woche darstellt. Seit der jüngsten Welle¹² von 1999 werden auch die neuen Bundesländer in die Erhebung mit einbezogen. Die Befragung wird seit 1994 von der Firma Infratest München jährlich im Herbst durchgeführt¹³ und vom Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe wissenschaftlich begleitet und ausgewertet. Details zur Pilotstudie können aus [ZUMKELLER, BLECHINGER, CHLOND und SEITZ, 1993], Details zum Mobilitätspanel aus [CHLOND, LIPPS und ZUMKELLER, 1996, 1997, 1998], [ZUMKELLER, CHLOND und LIPPS, 1999] sowie [CHLOND, LIPPS, MANZ und ZUMKELLER, 1999] entnommen werden.

Bei der Haushaltsbefragung werden zunächst Angaben über die wichtigsten soziodemographischen und ökonomischen Eigenschaften des befragten Haushalts und der Personen im Haushalt erhoben. Jede Person im Haushalt ab 10 Jahren soll pro Welle während einer Woche zusätzlich ein Wegetagebuch führen, in das alle relevanten Aspekte des Verkehrsverhaltens (Zeitpunkte von Beginn und Ende aller Wege, Entfernung, verwendete Verkehrsmittel, Zweck u.a.) eingetragen werden.

Da gerade die analytischen Möglichkeiten des Panelverfahrens zum Tragen kommen sollen, ist eine weitestgehende Fehlerfreiheit der Datensätze anzustreben. In Zusammenhang mit der berichteten Mobilität spielen gerade unter dem Aspekt der intrapersonellen Analysierbarkeit des Mobilitätsverhaltens die Richtigkeit, Vollständigkeit und Vergleichbarkeit der Daten eine wesentliche Rolle. Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen werden verschiedene Arbeiten durchgeführt, die im folgenden vereinfacht aufgelistet und im weiteren Verlauf genauer beschrieben werden:

- Untersuchung der Stichprobe und der Datenqualität.
- Untersuchung der Teilnehmer mehrerer Wellen und Identifikation von selektiven* Ausfällen.
- Korrektur und Plausibilisierung, um eine weitestgehende Vollständigkeit und Fehlerfreiheit der Daten zu erhalten.
- Identifikation systematischer Fehler, die auf dem Erhebungsdesign beruhen.
- Gewichtung und Hochrechnung der Haushalte und Personen auf Querschnittsbasis, d.h. innerhalb einer Welle. Dabei werden auf Haushaltsebene* Verteilungsschiefen nach Ortsgrößenklasse, Pkw-

¹² Als Welle wird im folgenden eine Erhebungswoche in einem bestimmten Erhebungsjahr bezeichnet. Jede Person sollte nach Möglichkeit über drei Wellen berichten.

¹³ Vgl. die Feldberichte von Infratest, [INFRAEST, 1997, 1998, 1999].

Besitz und Haushaltsgröße ausgeglichen. Die Schiefen bei den „haushaltsgewichteten“ Personen bezüglich Alter und Geschlecht werden im Anschluß ausgeglichen.

- Gewichtung der Weganzahl nach Weglänge.
- Gewichtung betroffener Mobilitätskenngrößen auf Ebene der Personentage* aufgrund zunehmender Berichtsmüdigkeit mit zunehmender Berichtsdauer innerhalb einer Welle.
- Gewichtung betroffener Mobilitätskenngrößen auf Ebene der Personen nach Rückgang berichteter Verkehrsbeteiligung und Weganzahl mit zunehmender Panelzugehörigkeit.

3.1.1 Stichprobenentwicklung des Deutschen Mobilitätspanels

Die Haushaltsbefragung ist als Panel angelegt, das heißt dieselben Haushalte sollen über mehrere Wellen hinweg immer wieder zu ein und demselben Sachverhalt befragt werden. Um systematische Verzerrungen, die durch Gewöhnungseffekte hervorgerufen werden können, zu vermeiden, können die Panelteilnehmer jedoch nur an maximal drei Wellen teilnehmen. Der bisher erzielte Stichproben- und Wiederholerumfang mit verwertbaren Mobilitätsdaten läßt sich wie folgt darstellen:

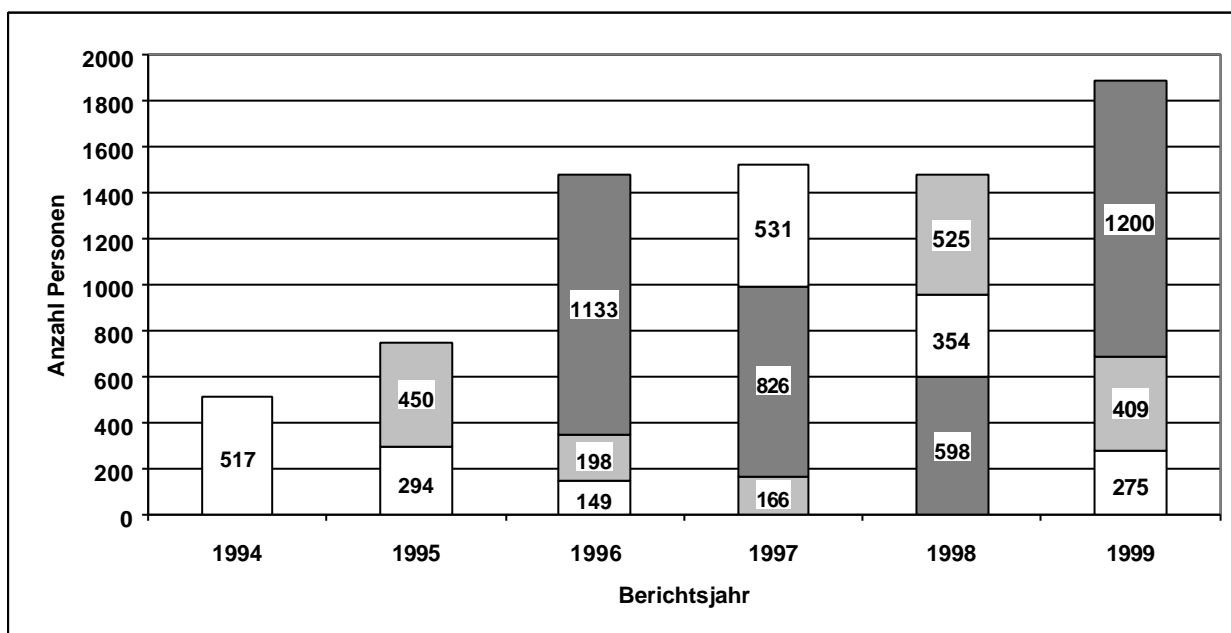


Abbildung 8: Stichprobenentwicklung und Aufteilung der Jahresquerschnitte in Erstberichter (oberer Block), Zweitberichter (mittlerer Block) und Drittberichter (unterer Block).

Aufgrund von Verbesserungen bei der Anwerbung¹⁴ von Teilnehmern durch eine engere Bindung an das Panel sind die Wiederholerraten zwischen 1994 und 1995 sowie 1995 und 1996 mit etwa 50% nur bedingt mit denjenigen ab 1996 mit etwa 75% vergleichbar. Tendenziell ist die Wiederholerquote bei Personen, die bereits zwei Mal berichtet hatten, etwas höher als bei Erstwiederholern.

¹⁴ Diese Personen werden seit 1996 gebeten, eine rechtlich nicht bindende „Verpflichtungserklärung“ zu unterzeichnen.

Wichtig für die Antizipation der in der nächsten Panelwelle verstärkt anzuwerbenden Personengruppen ist die Untersuchung eines selektiven Ausscheidens aus dem Panel. Bezüglich des Alters ist ein etwas höheres Ausscheiden bei jungen Erwachsenen festzustellen, ein etwas geringeres bei älteren Personen. Dieser letzte Befund überrascht etwas, da ältere Personen die Gruppe darstellt, die besonders schwer für die Teilnahme am Panel zu gewinnen ist. Sind diese Personen aber einmal zur Teilnahme bereit, ist eine Wiederholung wahrscheinlicher als bei anderen Personen. Ebenso wiederholen Personen aus kleineren Haushalten tendenziell eher als Personen aus Haushalten mit drei und mehr Personen, was besonders für die Übergänge 1994 nach 1995 und 1995 nach 1996 gilt. Dieser Befund korreliert eng mit dem Alter und ist demzufolge Ausdruck des höheren Durchschnittsalters der Bewohner von Kleinhaushalten. Eine detailliertere Analyse des selektiven Ausscheidens nach dem Erstbericht findet sich auf den Seiten 37ff.

In Bezug auf die Stichprobenschiefe kann festgehalten werden, daß in den Stichproben kleine Haushalte ohne Pkw und besonders Einpersonenhaushalte etwas unter-, große Haushalte mit mehreren Pkw etwas überrepräsentiert sind. Auf Personenebene* enthält das Panel eine leichte Unterrepräsentierung älterer Frauen. Diese Verzerrungen werden durch das verwendete kombinierte Haushalts-/Personengewicht ausgeglichen.

Um eine ausreichend große Datenbasis zur Verfügung zu haben, wird auf die Daten aller bisherigen sechs Panelwellen (1994-1999) zurückgegriffen. In den Personenbögen wird zusätzlich gefragt, ob innerhalb der erhobenen Woche Besonderheiten auftreten und an welchen Tagen dies der Fall ist. Diese betreffen Krankheit, Urlaub oder andere Anomalitäten, die das Mobilitätsverhalten in der Woche beeinflussen haben. Da, wie noch gezeigt wird, sich das Aktivitäts- und Mobilitätsverhalten an diesen Tagen von dem der normalen* Werktage grundlegend unterscheidet, werden die entsprechenden Tage bei der Bildung des Referenztages aus der Analyse entfernt. Bei sämtlichen anderen Untersuchungen werden die nicht normalen Werktage berücksichtigt.

3.1.2 Korrektur und Plausibilisierung der Daten

Da einerseits verhältnismäßig hohe Anforderungen an die Befragten gestellt werden, andererseits die Datenübertragung in den Computer aufgrund handgeschriebener Blätter nicht immer eindeutig ist, erweist sich die Datenqualität insbesondere der Wegetagebücher zum Teil als nicht ausreichend für eine weitergehende Analyse.

Fehlende Werte auf Haushalts- und Personenebene lassen sich zum Teil mittels Daten einer anderen Welle korrigieren, falls der Haushalt bzw. die Person mindestens zweimal erfaßt wird. Dies erfolgt unter Annahme der Konstanz der betreffenden Variablen, z.B. des Schulabschlusses, sofern dies mit den übrigen soziodemographischen Merkmalen der Person kompatibel ist.

Zur Fehleridentifikation und anschließenden Plausibilisierung der Wegedaten werden grundsätzlich drei voneinander weitgehend unabhängige Verfahren eingesetzt:

- Einfache Abfragen in einer Datenbank zur Überprüfung von Extremwerten und fehlenden Werten.
- Konsistenzprüfung mit Hilfe des am Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe entwickelten Visualisierungsprogramms GRADIV¹⁵.
- Konsistenzsichtprüfung und Plausibilisierung anhand einer Liste mit den Wege- und Personenmerkmalen.

Wege mit fehlenden oder unmöglichen Merkmalen, etwa zu hohen Dauern oder Geschwindigkeiten, werden anhand der Liste geprüft und plausibel korrigiert. Da Korrekturen häufig nur kontextabhängig erfolgen können, muß in der Liste oft auf die Attribute gewohnheitsmäßiger Wege zurückgegriffen werden. Zusätzlich werden - bei gemeinsamen Wegen - oft auch Wege anderer Haushaltsmitglieder berücksichtigt. Dies ist besonders bei der Verkehrsmittelwahl Pkw-Fahrer oder Pkw-Mitfahrer wichtig, wenn ein Weg gleiche Merkmale trägt und bei einer Person das Verkehrsmittel nicht angegeben wird.

Zur Plausibilisierung steht das Visualisierungstool GRADIV zur Verfügung. Diese Anwendungssoftware ermöglicht in kürzester Zeit einen Überblick über den Inhalt der Wegedaten der Teilnehmer. In der Grafik werden der Zeitverlauf der Wege als breite Balken, der Aktivitäten als schmale Balken dargestellt. In der Originalversion wird zusätzlich unterhalb der Legende das für den jeweiligen Weg verwendete Verkehrsmittel angezeigt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind hier die Aktivitäten stark zusammengefaßt dargestellt, auf die Darstellung der Verkehrsmittel wird verzichtet. Die Verwendung des Programms GRADIV hat sich bei der Plausibilisierung der Wegedaten als außerordentlich effektiv erwiesen. Das folgende Beispiel behandelt einen typischen Aufgabenbereich der Plausibilisierung, die sogenannte Rundwegeproblematik.

¹⁵ Vgl. die Grafiken in den nachfolgenden Kapiteln.

Beispiel: Rundwegeproblematik

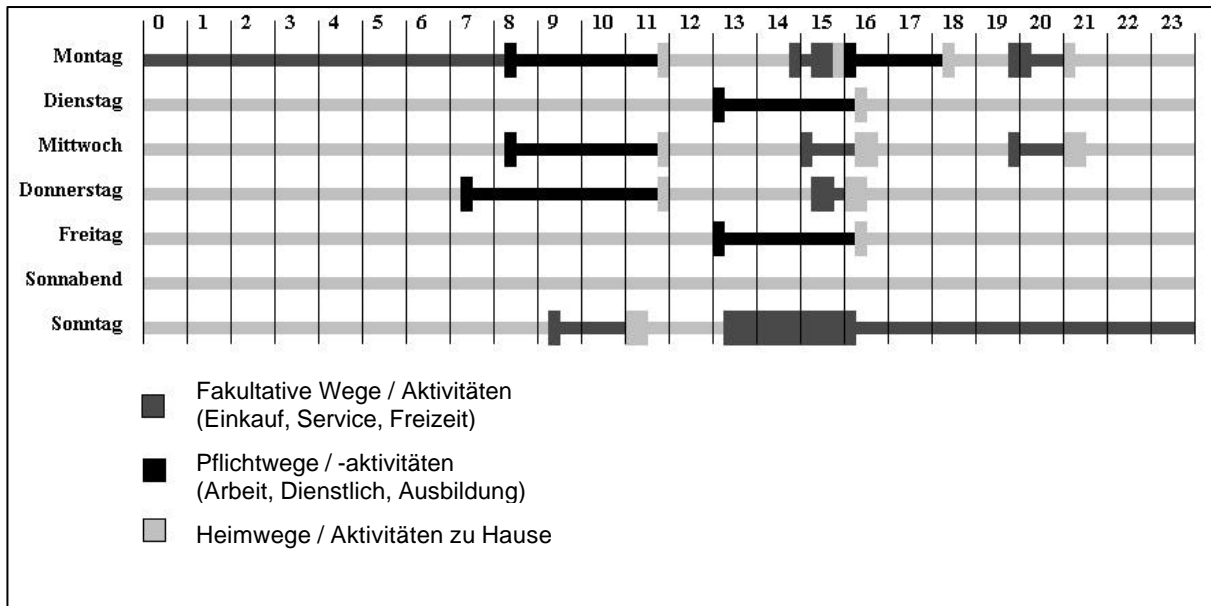


Abbildung 9: Vereinfachte GRADIV-Darstellung (Haushalts-ID 7431, Person 2, 1998), vor Plausibilisierung.

Die Person legt laut Tabelle am Sonntag von 13:15 bis 16:15 zu Fuß eine Wegstrecke von 10 km mit dem Wegezweck Freizeit zurück. Dabei fehlt von Sonntag auf Montag offensichtlich ein Nachhauseweg, da die Person über Nacht nicht nach Hause geht und am Montag direkt von der Freizeit mit dem Pkw zur Arbeit fährt.

Angesichts des Wochentags (Sonntag) und des verwendeten Verkehrsmittels ist es sehr wahrscheinlich, daß es sich hierbei um einen Spaziergang handelt: Da bei Spaziergängen üblicherweise Start- und Zielort des Weges identisch sind (Rundweg), ist es für den Befragten schwierig, einen Nachhauseweg anzugeben. Es liegt daher nahe, den Zweck dieses Weges in der Datenbank zu einem „Rundweg“ zu verbessern.

Die meisten dieser Plausibilisierungen haben keinen oder nur einen geringen Einfluß auf die Mobilitätskenngrößen im Kollektiv. Solche Plausibilisierungen dienen überwiegend dazu, das berichtete Verhalten der Teilnehmer transparent zu machen.

Plausibilisierungen, die zum Löschen oder Einfügen von Wegen führen, sind relativ kritisch. Daher werden Veränderungen dieser Art sehr sorgfältig und nur in zweifelsfreien Fällen durchgeführt. Ist der berichtete Wochenverlauf einer Person nicht eindeutig zu berichtigen oder findet ein unwahrscheinliches Verhalten statt, das jedoch praktisch durchführbar ist, werden keine Plausibilisierungen durchgeführt. Die Person verbleibt dann mit den berichteten Wegen im Panel.

3.1.3 Ausgleich der Berichtsmüdigkeit innerhalb einer Welle

Eine schlechte Berichtsgenauigkeit kann als schlechte Qualität des zugrundeliegenden Erhebungsdesigns aufgefaßt werden. Besonders abnehmende Weganzahlen mit zunehmender Berichtsdauer innerhalb einer Welle sind ein guter Indikator. Folgende Übersicht zeigt die Attritionraten*, das heißt die mittlere prozentuale Abnahme wichtiger Mobilitätsindikatoren pro Berichtstag in den bisherigen Wellen:

Attritionraten [%]	Verkehrsbeteiligung	Weganzahl	Entfernung	Mobilitätszeit
1994	- 0,58	- 0,88	- 1,70	- 1,30
1995	- 1,10 [#]	- 1,30 [#]	- 3,62 [#]	- 1,78 [#]
1996	- 0,15	- 0,21	+ 0,46	+ 0,04
1997	- 0,23	- 0,06	+ 0,44	+ 0,08
1998	- 0,42 [#]	- 0,55	- 0,28	- 0,44
1999 (West)	- 0,28	- 0,30	+ 0,70	+ 0,48
1999 (Ost)	- 0,56	- 0,83	+ 1,10	+1,10

[#] = signifikant* ((Prob > F) < 0,05)

Tabelle 2: Attritionraten innerhalb der Wellen, alle Tage.

Insgesamt treten innerhalb der Wellen, abgesehen von den Wellen 1995 und bedingt 1994 sowie der Verkehrsbeteiligung in 1998, keine nennenswerten Attrition-Effekte auf. Dies spricht für eine hohe Datenqualität insbesondere der Wellen ab 1996.

Die Schätzung der tatsächlich durchgeführten Mobilität erfolgt unter der Annahme, daß die berichtete Mobilität am ersten Berichtstag der tatsächlich realisierten Mobilität entspricht. Das statistische Instrument für die Identifikation der Attrition und zur Ermittlung der zu vergebenden Gewichte ist die lineare Regression.

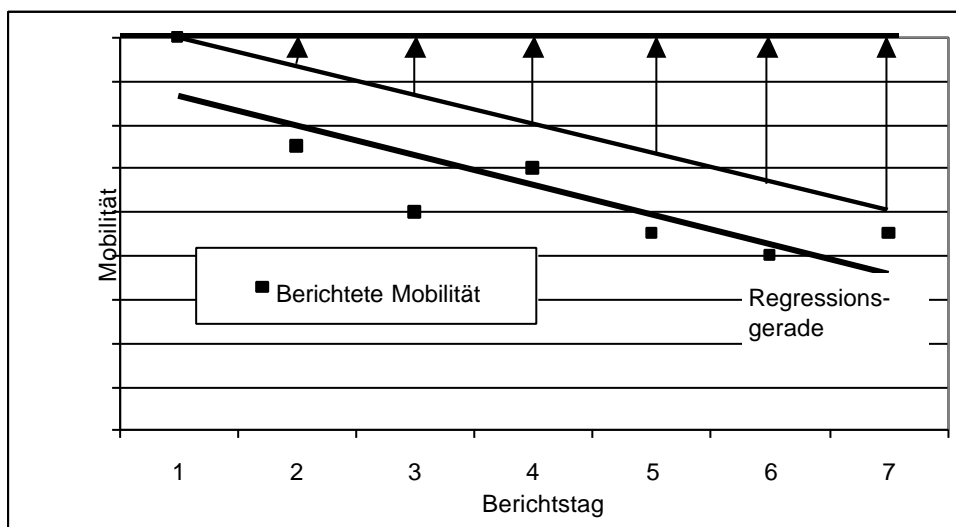


Abbildung 10: Darstellung des Ausgleichs der Attrition innerhalb einer Welle.

Eine ungenaue Messung der Mobilität durch zunehmende Berichtsmüdigkeit kann dadurch ausgeglichen werden, daß bei einem signifikant negativen Regressionskoeffizienten die Tage nach dem ersten Berichtstag ein Gewicht größer 1 erhalten, das mit zunehmender Berichtsdauer ansteigt (vgl. die Pfeile in Abbildung 10). Dieses bringt das über das gesamte Aggregat gemessene Mobilitätsniveau (auf Basis der Schätzwerte der Regression) der übrigen Berichtstage auf das Niveau des ersten Berichtstages.

3.1.4 Ausgleich des unterschiedlichen Berichtsverhaltens zwischen Wellen

Ein weiterer Effekt der Berichtsmüdigkeit kann im Rückgang der berichteten Mobilität mit zunehmender Anzahl berichteter Wellen liegen. Folgende Tabelle gibt zunächst eine Übersicht über die Anzahl berichteter Wege und Ausgänge* bei den Wiederholerpersonen nach einer Berichtswelle:

Kohorte*: ¹⁾ 1. Bericht → 2. Bericht → 3. Bericht	Stich- probe [Pers.]	Berichtete Weganzahl / Ausgänge pro Woche im Erstbericht	Berichtete Weganzahl / Ausgänge pro Woche im Zweitbericht	berichtete Weganzahl / Ausgänge pro Woche im Drittbericht
(1994 → 1995 → 1996)	149	(25,3) / (10,8)	(22,8 [#]) / (9,9 [#])	(25,0 [#]) / (10,4)
(1995 → 1996 → 1997)	166	(23,4) / (10,1)	(23,0) / (10,1)	(23,2) / (10,0)
1996 → 1997 → 1998	598	26,1 / 10,6	24,9 [#] / 10,3 [#]	24,5 / 10,2
1997 → 1998 → 1999	275	26,6 / 10,9	25,0 [#] / 10,3 [#]	26,7 [#] / 10,7
1998 → 1999	394	24,5 / 10,4	24,1 / 10,4	-

[#] = signifikant auf 5%-Niveau gegenüber Vorjahr

¹⁾ Aufgrund der geringen Stichprobe und Verbesserungen bei der Anwerbung von Teilnehmern sind die Jahre 1994 und 1995 nur bedingt mit den Erhebungen ab 1996 vergleichbar.

Tabelle 3: Berichtete Weganzahlen und Anzahl Ausgänge pro Woche bei Erstberichtern und Wiederholern (ungewichtet)

Die Anzahl berichteter Wege geht beim Übergang vom Erst- zum Zweitbericht jeweils zurück, wobei dieser Rückgang in drei von fünf Fällen signifikant ist. Dieser Befund bestätigt sich auch bei der Anzahl der berichteten Ausgänge.

Beim Drittbericht wird in der Hälfte der Fälle die Weganzahl des Erstberichts nicht wieder erreicht, in den anderen Fällen liegt es etwa auf Ausgangsniveau. Die Schwankungen bei den berichteten Ausgängen fallen beim Übergang vom Erst- zum Zweitbericht und beim Übergang vom Zweit- zum Drittbericht nicht so stark aus wie die Schwankungen bei der Anzahl der Wege.

Somit ist insgesamt davon auszugehen, daß tendenziell eine schwache Attrition beim Übergang vom Erst- zum Zweitbericht besteht, die ausgeglichen werden muß. Bei der Panelbasisauswertung auf Querschnittebene wird ein Gewicht derart festgelegt, daß für die jeweiligen Teilnehmer das Niveau ihres Erstberichtes erreicht wird. Dieses Gewicht ist auf der Ebene der Personentage implizit enthalten.

Die im oben angeführten Arbeitskatalog erwähnte Gewichtung der Anzahl der Wege in Abhängigkeit von ihrer Weglänge wird damit begründet, daß zwischen Wellen unterschiedliche Verteilungen der Weglängen bestehen.

Die Ursachen hierfür liegen

- in unterschiedlichen Erhebungsdesigns, d.h. etwa in unterschiedlichen Nachverfolgungsstrategien in Bezug auf die Personen, die nicht anzutreffen sind. Dies betrifft vor allem kurze Wege.
- in Zufallsfehlern, was vor allem lange Wege betrifft, die bei kleinen Stichproben seltene Ereignisse darstellen.
- in geringfügig unterschiedlichen Berichtszeiträumen, d.h. der zeitlichen Lage der Berichtswoche zwischen Anfang September und Anfang Dezember. Dies betrifft ebenfalls vor allem lange Wege.

Diese Effekte können mit der Weglängenverteilung graphisch in Zusammenhang gebracht werden:

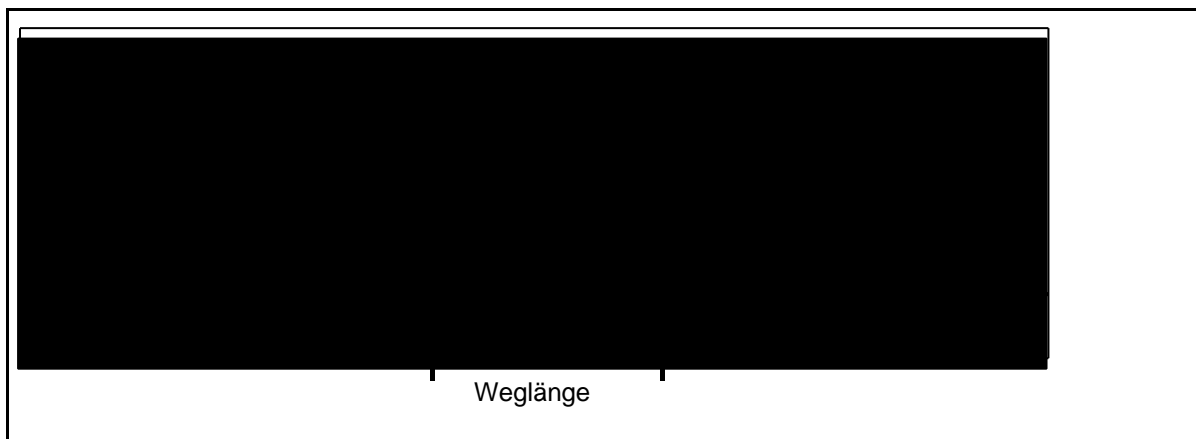


Abbildung 11: Design- und Zufallsfehler bei unterschiedlicher Weglänge.

Eine hohe Übereinstimmung der Weglängenverteilung in unterschiedlichen Wellen kann für kurze Wege also bei gleichem Design, für lange Wege bei großen Stichproben und ähnlichem Berichtszeitraum erwartet werden. Unterschiedliche Entfernungverteilungen in den einzelnen Wellen, die auf diesen Effekten beruhen, können mit Hilfe einer aus der kombinierten Weglängenverteilung ermittelten Gesamtverteilung ausgeglichen werden. Diese gleicht Designfehler aus, da angenommen werden kann, daß singuläre Effekte mit einer zunehmenden Anzahl von Wellen verschwinden. Zufallsfehler und unterschiedliche Berichtszeiträume werden aufgrund der größeren Stichprobe ausgeglichen. Die entsprechenden Gewichte werden für jede Welle in Abhängigkeit von der aktuellen und von den drei¹⁶ zurückliegenden Wellen ermittelt und auf Wegeebe* vergeben.

¹⁶ Weiter zurückliegende Wellen werden nicht verwendet, da sonst die Gefahr besteht, daß zeitliche Veränderungen im aggregierten Verhalten verwischt werden können.

3.1.5 Untersuchung eines selektiven Aussteigens nach dem Erstbericht

In diesem Abschnitt wird untersucht, ob bei den Panelteilnehmern nach dem ersten Bericht in der nächsten Welle ein selektives Aussteigen aus dem Panel auftritt. Falls dies der Fall ist, muß bei der Längsschnittanalyse eine Längsschnittgewichtung zum Ausgleich der Selektivität erfolgen. Für die Ausstiegsuntersuchung wird aus zwei Gründen der Übergang vom Erst- zum (potentiellen) Zweitbericht gewählt:

1. Die Untersuchung der Berichtsmüdigkeit zwischen Wellen suggeriert eine stärkere Attrition beim Übergang vom Erst- zum Zweitbericht (vgl. Tabelle 3).
2. Die zur Verfügung stehende Stichprobengröße ist beim Übergang vom Erst- zum (potentiellen) Zweitbericht erheblich höher als beim Übergang vom Zweit- zum (potentiellen) Drittbericht und erlaubt somit eine exaktere Analyse der betroffenen Personenmerkmale.

Für die in diesem Kapitel erfolgte Auswertung werden alle Übergänge zusammengefaßt.

Zur Untersuchung des selektiven Ausstiegs könnte ein Probit*- oder Logit*-Modell verwendet werden [ARENTZE, BORGERS, PONJE und TIMMERMANS, 2000]. Dieses liefert maximum-likelihood*-Schätzungen für das Intercept¹⁷ und den Steigungsparameter für sogenannte Dosis-Wirkungsanalysen. Dabei wird die Wahrscheinlichkeit einer Reaktion, hier für das Aussteigen aus dem Panel nach dem ersten Bericht, in Abhängigkeit von der Dosis, hier von soziodemographischen und verkehrsverhaltensspezifischen Eigenschaften, gesucht. Da bezüglich der nominal skalierten soziodemographischen Eigenschaften kein „Schwellenwert“ existiert, bei dessen „Überschreitung“ eine Reaktion erfolgt, können lediglich Wahrscheinlichkeiten für den Ausstieg in Abhängigkeit der einzelnen Ausprägungen geschätzt werden. Im Zusammenhang mit der metrisch skalierten Variablen Weganzahl, die als einzige Verhaltensvariable den Ausstieg nach dem Erstbericht diskriminiert*, kommt ein Probit- oder Logit-Modell in Frage.

Um die relevanten Ausprägungen zu ermitteln, wird der Zusammenhang zwischen dem Ausstieg und soziodemographischen Eigenschaften sowie der Weganzahl zunächst gesondert mit Hilfe eines Chi²-Tests* untersucht. Dabei wird der Zusammenhang auf Basis einer Kontingenztafel* geprüft. Der Chi² Test besitzt gegenüber einem Logit-Test den Vorteil einer einfacheren Interpretierbarkeit der resultierenden Statistiken. Das zugrundeliegende Konzept soll hier kurz erläutert werden:

Angenommen, es soll der Zusammenhang zwischen dem Ausstieg aus dem Panel und dem Geschlecht untersucht werden. Der Einfachheit halber gebe es nur 15 Probanden: zehn Männer und fünf Frauen, die Ausstiegsquote betrage 20%.

¹⁷ y-Achsenabschnitt.

Durch Kenntnis nur dieser Zeilen- und Spaltensummen ließe sich die Kontingenztafel lediglich wie folgt ausfüllen

Ausstieg	Geschlecht		Zeilen- summen
	Männlich	Weiblich	
ja			3
nein			12
Spaltensumme n	10	5	15

Die bei Unabhängigkeit der beiden Variablen Geschlecht und Ausstieg zu erwartende Anzahl in jeder Zelle i,j wird berechnet als Produkt der entsprechenden Randsummen dividiert durch die Gesamtzahl der Personen:

$$\text{ErwarteteAnzahlbeiUnabhängigkeit}_{i,j} = \frac{\text{Anzahl}_i * \text{Anzahl}_j}{\text{AnzahlallerPersonen}}$$

Ausstieg	Geschlecht		Zeilen- summe n
	Männlich	Weiblich	
ja	2	1	3
nein	8	4	12
Spaltensumme n	10	5	15

Unter der Annahme der Unabhängigkeit des Ausstiegs vom Geschlecht wäre daher auf Basis der Kenntnis der Zeilen- und Spaltensummen folgende Verteilung zu erwarten:

Das Verhältnis von Panelverbleibern zu Panelaussteigern beträgt also in jeder Personengruppe dasselbe. Gibt es in Wirklichkeit einen unterschiedlichen Anteil von Aussteigern bei Männern und Frauen, so existiert eine Abhängigkeit des Ausstiegs vom Geschlecht. Das Ausmaß des Zusammenhangs berechnet sich als normierte Summendifferenzen der Zellenwerte, die unter der Annahme der Unabhängigkeit zu erwarten wären und der tatsächlichen Zellenwerte. Die resultierende Prüfgröße wird als Chi^2 -Wert bezeichnet.

Die den Ausstieg am stärksten diskriminierende Variable ist das Alter. Im folgenden wird eine Tabelle mit der tatsächlichen und der unter der Annahme der Unabhängigkeit des Ausstiegs vom Alter zu erwartende* Anzahl Personen in jeder Altersklasse aufgeführt.

Zusätzlich wird der sogenannte Cell chi^2 *, das heißt der Beitrag der einzelnen Zellen zum gesamten Chi^2 aufgeführt. Diese Zahl hat den Vorteil, daß damit die Diskriminierung des Ausstiegs direkt auf die stark beitragenden Ausprägungen bezogen werden kann.

Chi ² -Wert / Signifikanz	Altersklasse	Verlassen des Panels nach Erstbericht	Anzahl	Cellchi ²
40,1 0,001	10-17	Ja	119	0,2
		Erwartet unter Unabhängigkeit	114	
	18-25	Ja	109	15,7
		Erwartet unter Unabhängigkeit	75	
	26-35	Ja	232	2,1
		Erwartet unter Unabhängigkeit	211	
	36-50	Ja	270	0,1
		Erwartet unter Unabhängigkeit	275	
	51-60	Ja	136	2,4
		Erwartet unter Unabhängigkeit	155	
	61-70	Ja	121	4,6
		Erwartet unter Unabhängigkeit	147	
	71+	Ja	67	1,3
		Erwartet unter Unabhängigkeit	77	

Tabelle 4: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit des Ausstiegs vom Alter zu erwartende Anzahl der Aussteiger nach dem Erstbericht, Panel 1994-1998 (3101 Personen).

Der aufgeführte Befund kann durch die prozentuale Abweichung von der erwarteten (0%) Aussteigerquote nach Altersklassen veranschaulicht werden:



Abbildung 12: Prozentuale Abweichung der Aussteigerquote nach dem Erstbericht in jeder Altersklasse von der Aussteigerquote aller Personen, Panel 1994-1998 (3101 Personen).

Es ist ersichtlich, daß bei jungen Erwachsenen nach dem ersten Bericht eine gegenüber dem Durchschnitt aller Personen erhöhte Aussteigerquote festzustellen ist. Bei den über 50-Jährigen steigen weniger Personen als erwartet aus. Der Cellchi² ist bei diesen Personen aber relativ klein.

Bei keiner der Ausprägungen der sonst untersuchten soziodemographischen Variablen tritt ein Cellchi² von über 4,2 auf. Somit kann lediglich bei Personen zwischen 18 und 25 Jahren eine leicht erhöhte Aussteigerrate konstatiert werden.

Bezüglich der Verhaltensvariablen kann ein Zusammenhang mit Hilfe eines T-Tests* untersucht werden. Der hier verwendete Test prüft die Nullhypothese, daß der Unterschied der Mittelwerte bei Panelverbleibern und Panelaussteigern zufällig ist, sowohl unter der Annahme derselben als auch einer verschiedenen Varianz bei den beiden Personengruppen [SAS INSTITUTE INC., 1994b]. In Bezug auf die untersuchten Verhaltensvariablen zeigt sich bei der Weganzahl ein auf dem 5%-Niveau signifikanter Zusammenhang mit dem Panelausstieg. Ein signifikanter Zusammenhang in Bezug auf die Entfernungsleistung und die Mobilitätsdauer kann nicht festgestellt werden.

Folgende Tabelle gibt die wichtigsten Statistiken der mittleren Weganzahlen, Mobilitätsdauern und Entfernungsleistungen in der ersten Berichtswelle bei Panelverbleibern und Aussteigern nach dem ersten Bericht wieder: Da die T-Statistiken und demzufolge auch die Wahrscheinlichkeiten für ein größeres t unter der Annahme sowohl derselben als auch einer verschiedenen Varianz sehr ähnlich sind, werden diese nur für den Fall gleicher Varianzen angegeben.

	Weganzahl		Mobilitätsdauer n		Entfernungsleistung	
	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Verlassen des Panels nach Erstbericht						
Mittelwert pro Berichtswoche	24,3	25,4	575,6	572,9	287,5	278,6
T-Statistik (gleiche Varianz)	2,9		-0,2		-0,7	
Pr > ITI (gleiche Varianz)	0,004		0,840		0,497	

Tabelle 5: Ausgabe der Prozedur T-Test: Abhängigkeit der Weganzahl, Mobilitätsdauer und Entfernungsleistung vom Ausstieg aus dem Panel, Panel 1994-1998, 3101 Personen (ungewichtet).

Es ist deutlich zu erkennen, daß sich nur die Weganzahlen bei Personen, die nach dem ersten Bericht im Panel verbleiben, beim Erstbericht signifikant von der Weganzahl der Aussteiger unterscheidet.

Differenziert betrachtet, erweisen sich also die Weganzahl und die Altersklasse zwischen 18-25 Jahren im Zusammenhang mit dem Ausstieg aus dem Panel als diskriminierend. Im nächsten Schritt wird mit folgenden Variablen ein Logit-Modell zur Erklärung des Ausstiegs aus dem Panel nach dem Erstbericht geschätzt:

- Alter18-25 als binäre Größe: 18-25 Jahre ja oder nein
- Weganzahl
- Quadrat der Weganzahl
- Logarithmus der Weganzahl
- Hyperbolische Weganzahl (1/Wegezahl)

- Weganzahl in Klassen (0-5, 6-10, 11-15 usw., über 50)

Geschätzt wird ein multiples Logit-Modell, in das die signifikanten Variablen schrittweise ins Modell einbezogen werden. Dabei wird das Modell um die sich bereits in einer früheren Stufe im Modell befindenden Variablen jeweils bereinigt (vgl. Seite 80 ff.), d.h. diese Variablen herauspartialisiert. Im ersten Schritt wird das Intercept einbezogen (Signifikanzniveau <0,0001) im zweiten die Variable Alter18-25 (partiell Signifikanzniveau 0,0021), im dritten die logarithmierte Weganzahl (partiell Signifikanzniveau 0,36). Folgende Tabelle enthält die relevanten Statistiken des geschätzten Modells:

Unabhängige Variable	Parameterschätzung	Standardfehler	Chi ²	Pr > Chi ²
Intercept	0,701	0,292	5,77	0,016
Alter18-25	0,378	0,071	28,49	0,001
Logarithmus der Weganzahl	-0,772	0,205	14,25	0,001

Tabelle 6: Logit-Modell zur Schätzung der Wahrscheinlichkeit des Ausstiegs aus dem Panel nach dem Erstbericht, Panel 1994-1998, 3101 Personen (ungewichtet).

Im (linearen) Modell mit den simultan betrachteten Größen spielt die Altersklasse 18-25 Jahre die größte Rolle, danach der Logarithmus der Weganzahl. Es wird folgendes Logit-Modell für die Wahrscheinlichkeit des Ausstiegs aus dem Panel nach dem Erstbericht geschätzt:

$$\frac{p}{1-p} = e^{0,701 + 0,378 * (\text{Alter}18-25) - 0,772 * (\log(\text{Weganzahl}))}$$

wobei die Variable (Alter18-25) = 1 für Personen zwischen 18 und 25 Jahren ist, 0 sonst.

Insgesamt kann sowohl bezüglich der Soziodemographie als auch der Mobilität konstatiert werden, daß es durchaus Ausprägungen gibt, die ein signifikant höheres Aussteigen nach dem ersten Bericht erwarten lassen. Allerdings sind diese Erkenntnisse eher für eine geeignete Stichprobensteuerung bei der Anwerbung von neuen Panelteilnehmern als für eine Längsschnittgewichtung interessant. Eine solche wird aus Stichprobengründen und auch aufgrund der nicht stabilen Ausstiegsraten nicht durchgeführt. Sollten sich im weiteren Verlauf des Panels stabile Verhältnisse von Wiederholern und Aussteigern nach gewissen soziodemographischen und mobilitätsspezifischen Merkmalen einstellen, kann zusätzlich zur derzeit durchgeführten Querschnittgewichtung eine Längsschnittgewichtung etwa nach dem Vorbild des Deutschen Sozioökonomischen Panels (SOEP) angestellt werden [CHLOND, LIPPS und ZUMKELLER, 1998].

3.2 Zeitbudgeterhebung

Die Daten aus der Zeitbudgeterhebung oder Befragung zur Zeitverwendung im Auftrag des Statistischen Bundesamts¹⁸ finden bei der Untersuchung des Ausmaßes der zeitlichen Gebundenheit und der Flexibilität verschiedener Personengruppen Anwendung. Die Zeitbudgeterhebung des Statistischen Bundesamts wurde mit rund 7200 Haushalten mit deutschem Haushaltsvorstand im Zeitraum Herbst 1991 bis Sommer 1992 im gesamten Bundesgebiet durchgeführt. Der lange Zeitraum wurde gewählt, um saisonale Einflüsse erfassen zu können. Die Stichprobe BRD West umfaßt dabei 4900 Haushalte.

Unter anderem sollten sich die Personen in Bezug auf ihren Zeittyp einschätzen:

- Spontane Zeiteinteilung
- Geplante Zeiteinteilung
- Nicht einzuordnen

Diese Frage nach dem Zeittyp ist dabei eine „Was wäre wenn“ – Frage, unter der Annahme, daß die Zeiteinteilung nicht durch äußere Zwänge, sondern durch eigene Präferenzen organisierbar wäre [STATISTISCHES BUNDESAMT, 1999, 46]. Damit eignet sich diese Frage zur Einschätzung der subjektiven Flexibilität der Personen.

Bei der Erhebung wurden die Aktivitäten aller Haushaltsmitglieder ab 12 Jahren an zwei aufeinanderfolgenden Tagen im 5-Minuten-Raster in einem Tagebuch erfaßt. Im Datensatz zur Zeitverwendung sind über jeden Personentag summierte Aktivitätszeiten zu drei unterschiedlichen Zeitdimensionen enthalten, die nicht nur aufgrund der Aktivität an sich, sondern auch aufgrund der sozialen Interaktionen Aussagen über das Ausmaß der Verpflichtung der durchgeführten Aktivitäten zulassen:

1. **Öffentliche Zeit:** Zeit für Erwerbstätigkeit und Ehrenamt, beruflich bedingte Verpflichtungen und darauf aufbauende Sozialkontakte, Schule, Studium sowie beruflich bedingte Fortbildung. Enthalten sind auch sämtliche Wegezeiten und Fahrdienste für diese Tätigkeiten.
2. **Familiale Zeit:** traditionelle Hausarbeit, Kinderbetreuung, Betreuung Pflegebedürftiger und soziale Kontakte im Haushalt sowie sämtliche Wegezeiten und Fahrdienste für diese Tätigkeiten.
3. **Persönliche Zeit:** Zeit, die die Person nur für sich selbst aufwendet.

Die Zuordnung der Tätigkeiten zu den drei Zeitdimensionen orientiert sich am Auslösegrund. Im Rahmen der verfügbaren Informationen wurde ein dreistufiges System der Zuordnung entwickelt [STATISTISCHES BUNDESAMT, 1999, VI 13]:

¹⁸ Details können aus dem Handbuch der Datenbeschreibung [STATISTISCHES BUNDESAMT, 1999] entnommen werden

Zuordnungshierarchie	Zeitdimension		
	Öffentliche Zeit	Familiale Zeit	Persönliche Zeit
1. Aktivitätsbereich	Arbeit, Schule, Studium, usw.	Hauswirtschaftliche / Hand-werkliche Tätigkeiten usw.	Schlafen, Körperpflege, Besuche, usw.
2. Für wen ?	Ehrenamt, soziale Hilfeleistung usw.	Eigener/anderer Haushalt	Für sich selbst
3. Mit wem ?	Arbeitskollegen, Mitschüler usw.	Haushaltsmitgliedern, Nachbarn, usw.	Freunden, Bekannten, usw.

Tabelle 7: System der Zuordnung der drei Zeitdimensionen im Zeitbudgetdatensatz

In der ersten Hierarchiestufe wird die Aktivität selbst untersucht. Ist diese für eine Zuordnung nicht ausreichend, wird untersucht, für wen die Aktivität ausgeübt wird. Ist die Sinnsetzung einer Handlung auch dann nicht nachvollziehbar, wird sie über die teilnehmende(n) Person(en) identifiziert. In der letzten Hierarchiestufe werden soziale Bezugssysteme über Personen definiert, mit denen Zeit gemeinsam verbracht wird, wenn die Aktivität als solche nicht ausreicht. Beispielsweise wird das Mittagessen mit Kollegen (Öffentliche Zeit) anders bewertet als das Mittagessen mit der Familie (Familiale Zeit).

Die öffentliche Zeit zeichnet sich also in einem gewissen Umfang durch eine geringe Disponibilität und einen hohen Verpflichtungsgrad aus. Demgegenüber läßt sich die familiäre Zeit als Summe der Handlungen, die mit und für die Familie ausgeübt werden, als mittel disponibel interpretieren. Die persönliche Zeit ist gekennzeichnet durch eine hohe kurzfristige Zeitsouveränität und -disponibilität, somit ist der Verpflichtungscharakter relativ gering.

4. DEFINITION UND MERKMALE DES GRUNDVERHALTENS MUSTERS

In diesem Kapitel werden geeignete Indikatoren für die intrapersonelle Variation des Aktivitäts- und Mobilitätsverhaltens gebildet. Der Indikator, der die Variation des Aktivitätsmusters beschreibt, quantifiziert Abweichungen vom wöchentlichen Grundverhaltensmuster*. Basis hierfür ist die Identifikation der werktäglichen Routineelemente des Aktivitätsmusters mit ihren standardisierten Komponenten für eine einzelne Person. Das Grundverhaltensmuster ist dabei Ausdruck der speziellen Lebenssituation, in der sich eine Person befindet. Es ist gegenüber geringeren Einflüssen relativ stabil und stellt den im Werktagsverlauf wiederkehrenden Anteil des Verhaltens dar. Das Ausmaß seiner Stabilität kann zur Abschätzung der Wahrscheinlichkeit für die Beibehaltung des Grundverhaltens verwendet werden.

Im ersten Arbeitsschritt wird ein Algorithmus entwickelt, der in der Lage ist, ein werktägliches Grundverhaltensmuster einer Person für Aktivitäten und benutzte Verkehrsmittel zu beschreiben. Empirische Untersuchungen von Erhebungsdaten über einen längeren Zeitraum, wie das 35-Tages Panel 1971 in Uppsala (Schweden) [HANSON und HUFF, 1988] oder das 42-Tages Panel 1999 in Karlsruhe und Halle [SCHLICH, KÖNIG und AXHAUSEN, 2000] zeigen, daß es im allgemeinen nicht einen einzigen charakteristischen, das Verhalten einer Person hinreichend genau beschreibenden Tag gibt (vgl. Tabelle 1). Daher wird in dieser Arbeit nicht der Versuch unternommen, innerhalb einer Woche einen typischen Tag zu identifizieren, sondern ein Grundverhaltensmuster.

Im Einzelnen wird zur Identifikation des Grundverhaltensmuster folgendermaßen vorgegangen: Aus den vorliegenden normalen, das heißt nach Einschätzung der Befragten „mehr oder weniger wie immer“ ablaufenden Werktagen werden die berichteten Aktivitätsmuster auf die relevanten Elemente reduziert. Dies geschieht durch Reduktion der an dem betrachteten Tag enthaltenen Ausgänge auf die Hauptaktivität*. Im nächsten Schritt erfolgt eine Ordnung und Reduktion der Hauptaktivitäten auf genau¹⁹ vier maßgebliche Hauptaktivitäten* für diesen Tag. Als Ergebnis erhält man das maßgebliche Muster*, das sich mit den maßgeblichen Mustern der anderen Werktage dieser Person vergleichen läßt. Aus den maßgeblichen Mustern der Normalwerkzeuge wird ein Referenzmuster* gebildet, das als Kern des täglichen Aktivitätsverhaltens betrachtet werden kann. Da das Referenzmuster aus den einzelnen Hauptaktivitäten zusammengesetzt wird, muß es selbst an einem Tag nicht auftreten. Mit Hilfe des Referenzmusters wird aus dem Pool der normalen Werkzeuge der Person der Referenztag ermittelt. Das ist der Tag, dessen maßgebliches Muster dem Referenzmuster am ähnlichsten ist. Diese Ähnlichkeit basiert auf einem geeigneten, noch zu entwickelnden Maß.

¹⁹ Ausgänge können auch „leer“ sein, die zugeordnete Hauptaktivität wird dann mit „-“ bezeichnet.

Auf dieser Basis wird danach für jeden Tag durch Vergleich der Hauptaktivitäten des maßgeblichen Musters an dem entsprechenden Tag und des maßgeblichen Musters am Referenztag der Grad der Abweichung des Aktivitätsmusters vom Referenztag entwickelt. In ähnlicher Weise erfolgt die Berechnung des Grades der Abweichung des Verkehrsmittelmusters. Eine kurze Übersicht über das weitere Vorgehen soll folgendes Schema geben:

Basis: *Aktivitätskette* eines Tages



Beschränkung auf *Hauptaktivitäten der Ausgänge* nach Festlegung einer Priorität der Aktivitäten



Ordnung und Selektion der Hauptaktivitäten: Bildung des *Maßgeblichen Musters* aus *maßgeblichen Hauptaktivitäten*



Zusammensetzung des maßgeblichen Musters aus den häufigsten maßgeblichen Hauptaktivitäten der Normalwerkzeuge: *Referenzmuster*



Identifikation des Normalwerktags, dessen maßgebliches Muster die größte Ähnlichkeit zum Referenzmuster aufweist: *Referenztag*

Dieser Ansatz des Vergleichs unterschiedlicher Aktivitätsketten unterscheidet sich grundlegend von bisherigen Arbeiten. Im vorliegenden Ansatz wird die Ähnlichkeit zweier Ketten stärker auf die Priorität der Aktivitäten bezogen. Ketten, bei denen nur untergeordnete Aktivitäten verschieden sind, sollen einen höheren Ähnlichkeitsgrad erhalten als wenn wichtigere Aktivitäten nicht übereinstimmen.

4.1 Reduktion des Tagesmusters

Im ersten Schritt wird eine Rangfolge der Aktivitätskategorien bestimmt. Diese Bestimmung erfolgt nach dem Grad des Pflichtcharakters der Aktivität.

Um die täglichen Aktivitätsmuster hinreichend genau beschreiben und auf dieser Basis vergleichen zu können, muß zunächst eine geeignete Verdichtung des Tagesmusters erfolgen (vgl. z.B. [KÜCHLER, 1985]). Als geeignete Einheiten, auf deren Basis einzelne Komponenten der Grundstruktur des täglichen Verhaltens verglichen werden können, werden die täglich unternommenen Ausgänge betrachtet. Diese bilden einen abgeschlossenen Unterzyklus des Aktivitätsverhaltens und lassen sich sinnvoll einer einzigen Hauptaktivität zuordnen, falls die innerhalb des Ausgangs durchgeführten Aktivitäten geeignet hierarchisiert werden.

Gegenüber einer Verhaltensuntersuchung mit einzelnen Wegen als kleinster Einheit, entfällt insbesondere das Problem der Zuordnung von Heimwegen zu bestimmten Aktivitätszwecken [BRUNS, 1999; KLOAS *et al.*, 1999]. Zudem besitzen Ausgänge den Vorteil, daß bei 87,3% aller

ersten und 94,5% aller zweiten Ausgänge eines Werktags lediglich ein Verkehrsmittel verwendet wird. Genauer gilt, daß dies zumindest für aus höchstens drei Wegen bestehende Ausgänge im allgemeinen gilt, wie folgende Tabelle zeigt:

Anzahl Wege	Anzahl benutzter Verkehrsmittel	Erster Ausgang		Zweiter Ausgang	
		Anteil [%]	Mittelwert	Anteil [%]	Mittelwert
2 Wege	Ein Verkehrsmittel	94,5	1,05	94,8	1,05
	Zwei verschiedene Verkehrsmittel	5,5		5,2	
3 Wege	Ein Verkehrsmittel	67,5	1,34	65,1	1,38
	Zwei verschiedene Verkehrsmittel	30,6		31,6	
	Drei verschiedene Verkehrsmittel	1,9		3,3	
4 und mehr Wege	Ein Verkehrsmittel	49,6	1,61	54,2	1,52
	Zwei verschiedene Verkehrsmittel	41,5		40,2	
	Drei verschiedene Verkehrsmittel	7,6		5,4	
	Vier und mehr verschiedene Verkehrsmittel	1,3		0,2	

Tabelle 8: Verteilung und Mittelwert der Anzahl benutzter, verschiedener Verkehrsmittel nach Weganzahl für die ersten beiden Ausgänge an Werktagen. Panel 1997²⁰ (gewichtet).

Für die Untersuchung und den Vergleich sich täglich wiederholender Aktivitätsmuster eignen sich Ausgänge besonders gut, da bei der Informationsverdichtung kleinere Nebenaktivitäten ausgeblendet werden können. Als charakterisierende Merkmale des Tagesmusters werden die Reihung der Ausgänge und die jedem Ausgang zugrunde liegende, noch zu definierende Hauptaktivität angenommen.

KUTTER geht ebenfalls von einem Grundmuster aus, das als Einheit den Ausgang verwendet [1972, 163f]. Zur Bestimmung der Hauptaktivität innerhalb eines Ausgangs führt Kutter folgende Rangfolge der Aktivitäten ein, räumt aber gleichzeitig ein, daß die Rangfolge je nach Stellung im Lebenszyklus für einzelne Personen auch unterschiedlich sein kann:

Tätigkeiten	Rang
Arbeit, Geschäft, Schule	1
Kindergarten	2
Einkaufen	3
Private Erledigungen	4
Vergnügen	5
Begleitung	6

Tabelle 9: Rangfolge der Aktivitäten nach Kutter, [1972, 164].

²⁰ Für die Untersuchung der Verhaltensindikatoren werden hier und im folgenden die gewichteten Werte der Welle 1997 verwendet, da sie die bislang größte Querschnittsstichprobe darstellt, die auch im Rahmen weiterer Untersuchungen valide Ergebnisse lieferte ([KLOAS, KUHFIELD und KUNERT, 1999; HEIDEMANN *et al.*, 1999]). Zudem ist ein Vergleich mit den in [CHLOND, LIPPS, MANZ und ZUMKELLER, 1999] ausgewiesenen Mobilitätsstatistiken möglich.

In dieser Arbeit wird die Priorität der Aktivitäten *innerhalb der Ausgänge* folgendermaßen festgelegt:

Dienstlich > Ausbildung > Arbeit > Service > Einkauf > Freizeit > sonstige Aktivität

Die Aktivität mit der höchsten Priorität innerhalb eines Ausgangs wird als Hauptaktivität bezeichnet, so daß z.B. jedem Ausgang, der eine dienstliche Aktivität beinhaltet, ungeachtet der damit verbundenen zusätzlichen Aktivitäten die Hauptaktivität ‚Dienstlich‘ zugeordnet wird. Aufgrund der notwendigen intrapersonellen Vergleichbarkeit der Ausgänge wird lediglich diese Rangfolge verwendet. Eine Hinzunahme weiterer Aktivitätsattribute, wie z.B. von Zeitdauern, würde die Vergleichbarkeit der Ausgänge zwischen Tagen erschweren, da kleine Zeitdifferenzen unter Umständen die Auswahl einer anderen Hauptaktivität bedeuten würde. Somit wird die Hauptaktivität als das einen Ausgang intrapersonell am stärksten charakterisierendes Merkmal angenommen.

Der Algorithmus für den Vergleich zweier Tagesaktivitätsmuster beruht wesentlich darauf, daß die Relevanz der Aktivitäten und das Ausmaß der Wiederholung bezüglich wichtiger Elemente²¹ mit fortschreitendem Tagesablauf abnimmt.

Dies wird zunächst anhand der Abnahme der mittleren Dauer der nach der Hauptaktivität differenzierten Ausgänge im Tagesverlauf verdeutlicht:

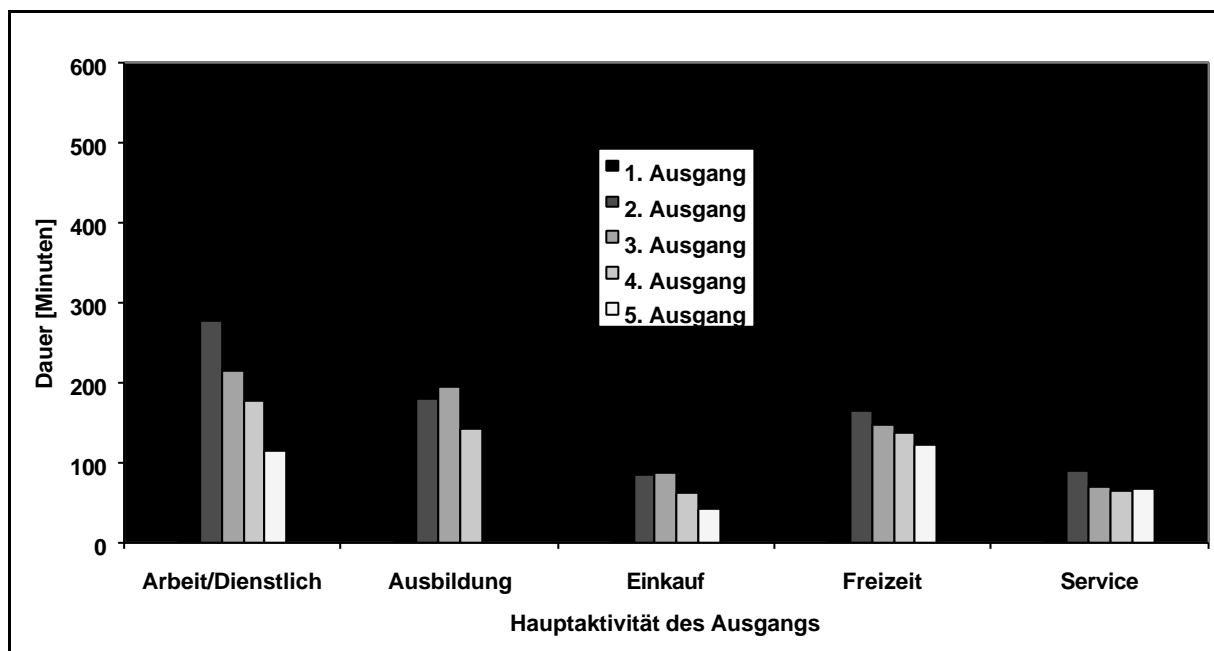


Abbildung 13: Mittlere Dauer der Ausgänge im (Werk)Tagesverlauf. Panel 1997 (gewichtet).

Eine Abnahme der mittleren Dauer ist tendenziell bei allen Hauptaktivitäten festzustellen. Verwendet man die Dauer eines Ausgangs als Kriterium für seine Relevanz, kann also von einer abnehmenden

Relevanz der Ausgange im Tagesverlauf ausgegangen werden.

Im folgenden wird die Aktivitätenfolge²² an Werktagen dargestellt. Auch die Relevanz der Aktivitäten nimmt im Sinne des Verpflichtungsgrads im Tagesverlauf ab:

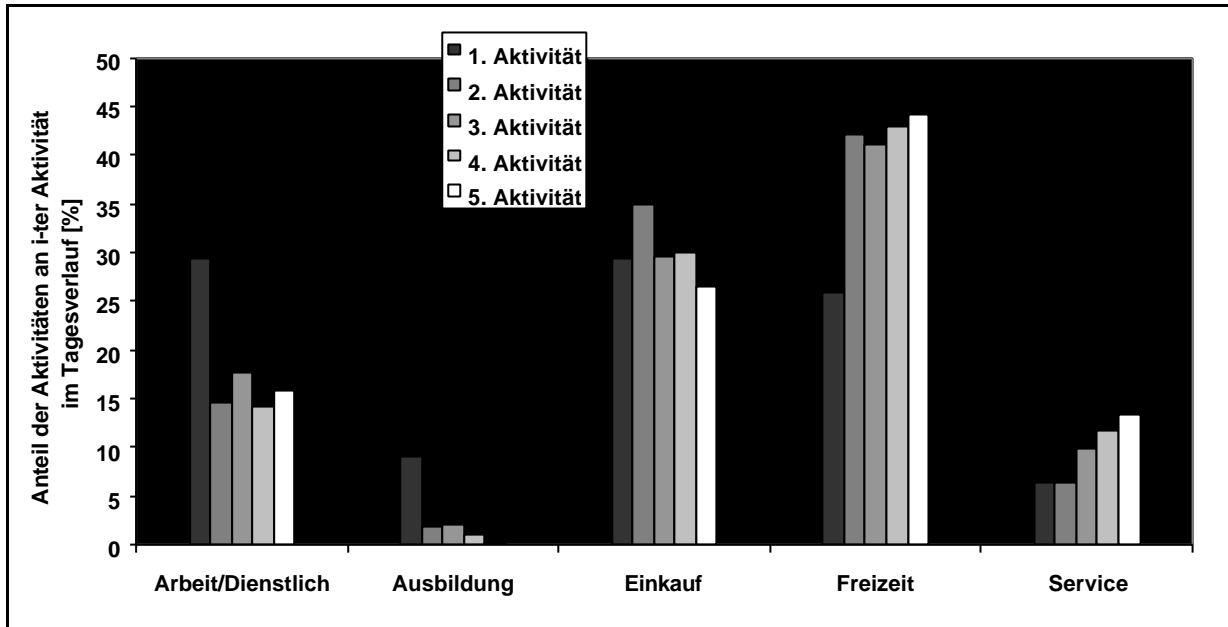


Abbildung 14: Aufeinanderfolge unterschiedlicher Aktivitäten an Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Die relative Abnahme der Aktivitäten Arbeit/Dienstlich und Ausbildung im Tagesverlauf ist offensichtlich, ebenso die relative Zunahme der Aktivität Freizeit: Als erste Aktivität wird an 29,4% aller Werktage Arbeit/Dienstlich berichtet, der Anteil dieser an der zweiten im Tagesverlauf ausgeübten Aktivität beträgt nur noch 14,6%.

Mit Hilfe der nächsten Abbildung wird gezeigt, daß die Häufigkeit der Wiederholung der gleichen Aktivität an „derselben Stelle“ im Tagesverlauf, über die fünf Werktage betrachtet, abnimmt.

²¹ Hier ist etwa zu denken an den Zeitpunkt der Wiederholung.

²² Mehr als vier Aktivitäten kommen lediglich an 6,6% aller Werktage vor.

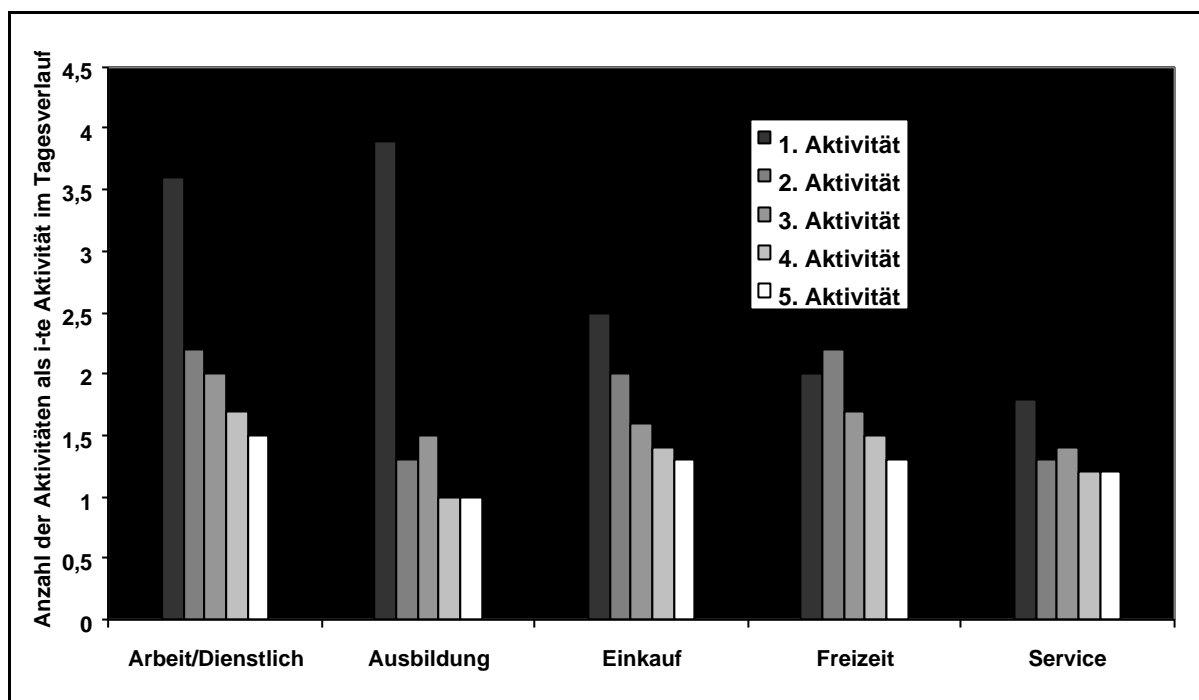


Abbildung 15: Mittlere Anzahl der gleichen Aktivitäten als i-te Aktivität im Tagesverlauf an den fünf Werktagen. Panel 1997 (gewichtet), nur wenn Aktivität mindestens einmal vorkommt.

Es wird deutlich, wie sich das Ausmaß der Wiederholung der gleichen Aktivitäten im Tagesverlauf verringert: Wird die Aktivität Arbeit/Dienstlich mindestens ein Mal als erste Aktivität ausgeübt, ist sie an 3,6 von fünf Werktagen die erste Aktivität. Falls sie überhaupt einmal als dritte Aktivität ausgeübt wird, ist sie nur an zwei Tagen die dritte Aktivität.

Insgesamt ist tendenziell für alle Aktivitäten von einer höheren Wiederholungsrate am Anfang des Tages auszugehen.

Zur Festlegung der Prioritäten der Ausgänge nach Verpflichtungsgrad wird *zwischen den Hauptaktivitäten der Ausgänge von Personen mit unterschiedlichem beruflichen Status* die folgende Reihenfolge festgelegt²³:

- Berufstätige: Arbeit/dienstlich > Ausbildung > Service > Einkauf > Freizeit
- Arbeitslose²⁴ und Auszubildende: Ausbildung > Arbeit/dienstlich > Service > Einkauf > Freizeit
- Sonstige: Service > Arbeit/dienstlich > Ausbildung > Einkauf > Freizeit

Im folgenden wird beschrieben, wie aus den Hauptaktivitäten der einzelnen Ausgänge für diese Personengruppen ein maßgebliches Muster definiert werden kann. Dieses besteht aus genau vier Hauptaktivitäten (Spalten) die intrapersonell zwischen verschiedenen Tagen vergleichbar sind. Die vier Spalten des maßgeblichen Musters werden wie folgt besetzt:

²³ Vgl. [MAHMASSANI, 1997]. Diese Reihenfolge trägt auch der Häufigkeit der Hauptaktivitäten Rechnung.

1. Schritt: Bestimme (falls vorhanden) die (erste) Hauptaktivität mit der höchsten Priorität
→ Spalte 2 (Tages-)Hauptaktivität*.
2. Schritt: Bestimme (falls vorhanden) die danach folgende Hauptaktivität mit der höchsten Priorität
→ Spalte 3.
3. Schritt: analog 2 (falls vorhanden) → Spalte 4.
4. Schritt: Bestimme (falls vorhanden) die (erste) vor der Hauptaktivität (Schritt 1) liegende Hauptaktivität mit der nächst niedrigen Priorität → Spalte 1.

Ein Beispiel soll die Bildung des maßgeblichen Musters bei Berufstätigen verdeutlichen:

Beispiel für eine Tagesaktivitätskette: 11 Wege mit dazugehöriger Reihenfolge an einem Tag

1. Wegeebene (original)

Einkauf	Heim	Arbeit	Einkauf	Heim	Freizeit	Heim	Arbeit	Heim	Freizeit	Heim
---------	------	--------	---------	------	----------	------	--------	------	----------	------

2. Orientierung: Ausgänge

Einkauf (1) Heim	Arbeit (1) Einkauf (1) Heim	Freizeit (1) Heim	Arbeit (2) Heim	Freizeit (2) Heim
---------------------	-----------------------------------	----------------------	--------------------	----------------------

3. Reduktion auf die Hauptaktivität pro Ausgang

Einkauf (1)	Arbeit (1)	Freizeit (1)	Arbeit (2)	Freizeit (2)
-------------	------------	--------------	------------	--------------

4. Reduktion auf die 4 maßgeblichen Hauptaktivitäten und Reihung:

1. Schritt: Bestimme (falls vorhanden) die (erste) Hauptaktivität mit der höchsten Priorität für Berufstätige → Arbeit (1)

	Arbeit (1)		
--	------------	--	--

2. Schritt: Bestimme (falls vorhanden) die danach folgende Hauptaktivität mit der höchsten Priorität für Berufstätige → Arbeit (2)

	Arbeit (1)	Arbeit (2)	
--	------------	------------	--

3. Schritt: analog 2 (falls vorhanden) → Freizeit (2)

	Arbeit (1)	Arbeit (2)	Freizeit (2)
--	------------	------------	--------------

²⁴ Für Arbeitslose werden Fortbildungsmaßnahmen als höchstrangig betrachtet.

4. Schritt: Bestimme (falls vorhanden) die (erste) vor der Hauptaktivität (Schritt 1) liegende Hauptaktivität mit der nächst niedrigen Priorität für Berufstätige → Einkauf (1)

Einkauf (1)	Arbeit (1)	Arbeit (2)	Freizeit (2)
-------------	------------	------------	--------------

Das maßgebliche Muster besteht also aus den vier Hauptaktivitäten Einkauf, Arbeit, Arbeit und Freizeit.

Der der (Tages-)Hauptaktivität zugeordnete (Tages-)Hauptausgang* (zweiter maßgeblicher Ausgang*) besitzt eine überragende Bedeutung. Dies wird deutlich, wenn man die Verteilung der vier maßgeblichen Hauptaktivitäten sowie die mittlere Dauer der zugrundeliegenden maßgeblichen Ausgänge in der (gewichteten) Stichprobe 1997 an den Werktagen betrachtet:

Maßgebliches Muster Hauptaktivität	Maßg.Ausgang 1		Maßg.Ausgang 2		Maßg.Ausgang 3		Maßg.Ausgang 4	
	[%]	Dauer [Min.]	[%]	Dauer [Min.]	[%]	Dauer [Min.]	[%]	Dauer [Min.]
Ausgang nicht vorhanden	94,0	0	7,1	0	58,6	0	90,5	0
Arbeit / Dienstlich	0,2	252	38,9	506	4,2	244	0,3	171
Ausbildung	0,1	234	11,6	380	1,1	189	0,1	131
Einkauf	3,1	79	24,3	118	14,1	87	2,7	82
Freizeit	1,9	142	11,9	221	17,9	170	5,5	147
Service	0,7	58	6,2	126	4,1	74	0,9	57
Alle Hauptaktivitäten		6		302		56		10

Tabelle 10: Verteilung der Hauptaktivitäten und mittlere Dauer der maßgeblichen Ausgänge an Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Für die jeweils aktiven maßgeblichen Ausgänge stellen sich (mit Ausnahme der Dauern für alle Aktivitäten, bei denen alle maßgeblichen Ausgänge erfaßt sind) die Dauern folgendermaßen dar:

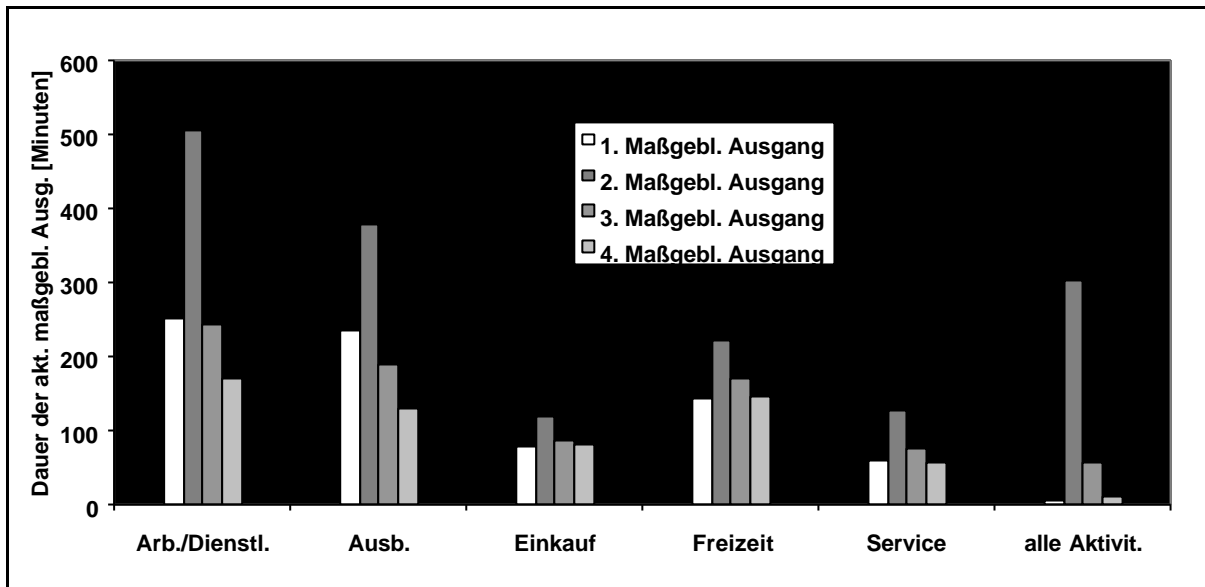


Abbildung 16: Mittlere Dauer der aktiven maßgeblichen Ausgänge an Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Deutlich wird besonders, daß der Hauptausgang den größten Anteil des Zeitbudgets an der werktäglichen aushäusigen Aktivitätsausübung besitzt. Zudem werden im Rahmen des Hauptausgangs vornehmlich die Pflichtaktivitäten Arbeit / Dienstlich sowie Ausbildung ausgeübt, was die Relevanz des Hauptausgangs zusätzlich belegt.

4.2 Verhalten an normalen und nicht normalen Tagen

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie sich wichtige Mobilitäts- und Aktivitätskenngrößen des Hauptausgangs an normalen und nicht normalen Werktagen, also Tagen, an denen Urlaub, Krankheit oder eine sonstige Anomalität angegeben wird, unterscheiden. Das ist wichtig für die Beantwortung der Frage, ob zur Bildung der Referenzmuster auch nicht normale Tage berücksichtigt werden sollen.

Zunächst wird mit Hilfe eines T-Tests untersucht, ob sich die Dauer des Hauptausgangs nach Art des Werktags signifikant unterscheidet. Folgende Tabelle enthält die zu Tabelle 5 analogen Statistiken:

	Werktage mit					
	Urlaub		Krankheit		Sonstige Anomalität	
	ja	nein	ja	nein	ja	Nein
Mittlere Dauer [Minuten]	162	319	149	316	198	318
T-Statistik (ungleiche Varianz)	14,6		11,5		8,3	
Pr > ITI (ungleiche Varianz)	0,0001		0,0001		0,0001	
T-Statistik (gleiche Varianz)	11,3		9,0		8,9	
Pr > ITI (gleiche Varianz)	0,0001		0,0001		0,0001	

Tabelle 11: Ausgabe der Prozedur T-Test: Hauptausgang Werktage, Panel 1997.

Es ist deutlich zu erkennen, daß die mittlere Dauer des Hauptausgangs an Werktagen mit Urlaub, Krankheit oder einer sonstigen Anomalität signifikant geringer ist als an Werktagen, an denen dies jeweils nicht zutrifft.

Im folgenden wird mittels eines χ^2 -Tests²⁵ ermittelt, ob an allen Werktagen andere Hauptaktivitäten vorliegen als an nicht normalen Werktagen.

Zuerst wird die Anzahl der tatsächlichen und unter der Annahme der Unabhängigkeit von Urlaub zu erwartende Anzahl nach ihrer Hauptaktivität verglichen (vgl. die Herleitung zur Tabelle 4).

Urlaub	Hauptaktivität	Immobil	Arbeit / dienstlich	Ausbildung	Einkauf	Freizeit	Service
Nein	Anzahl	429	3083	872	1559	759	517
	Erwartet	454	2980	846	1613	790	536
Ja	Anzahl	44	24	10	123	65	42
	Erwartet	19	127	36	69	33	23

Tabelle 12: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von *Urlaub* zu erwartende Anzahl der Hauptaktivitäten an Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Der χ^2 -Wert 231,0 ist auf dem 0,01%-Niveau signifikant, das heißt an Urlaubstagen liegen andere Hauptaktivitäten vor als an allen Werktagen. Dies gilt erwartungsgemäß besonders für die Hauptaktivität Arbeit/Dienstlich, die an Urlaubstagen weniger als ein Fünftel der unter der Annahme der Unabhängigkeit zu erwartenden Häufigkeit besitzt. Die Stärke des Zusammenhangs (Kontingenzkoeffizient*) beträgt 0,17.

Die Anzahlen für Krankheitstage stellen sich wie folgt dar:

Krankheit	Hauptaktivität	Immobil	Arbeit / dienstlich	Ausbildung	Einkauf	Freizeit	Service
Nein	Anzahl	435	3085	876	1605	812	544
	Erwartet	462	3037	862	1644	805	546
Ja	Anzahl	38	22	6	77	12	15
	Erwartet	11	70	20	38	19	13

Tabelle 13: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von *Krankheit* zu erwartende Anzahl der Hauptaktivitäten an Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Wieder ergibt sich ein signifikanter χ^2 -Wert von 159,1, die Stärke des Zusammenhangs ist aber mit 0,14 nicht ganz so hoch wie an Urlaubstagen. An den Krankheitstagen werden deutlich mehr immobile Tage sowie Tage mit der Hauptaktivität Einkauf berichtet, als unter Annahme der Unabhängigkeit zu

²⁵ Da der Cellchi² bei den folgenden Tests durchweg sehr hoch liegt, wird er anders als bei Tabelle 4 nicht aufgeführt.

erwarten wäre. Demgegenüber „fehlen“ wiederum Tage mit der Hauptaktivität Arbeit/dienstlich und Ausbildung.

Die Diskrepanz für Tage mit sonstigen Anomalitäten:

Anormal	Hauptaktivität	Immobil	Arbeit / dienstlich	Ausbildung	Einkauf	Freizeit	Service
Nein	Anzahl	335	3042	862	1637	789	528
	Erwartet	452	2969	843	1607	787	534
Ja	Anzahl	138	65	20	45	35	31
	Erwartet	21	137	39	75	37	25

Tabelle 14: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von *sonstigen Anomalitäten* zu erwartende Anzahl der Hauptaktivitäten an Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Insbesondere an sonstigen nicht normalen Werktagen tritt eine signifikant andere Verteilung der Hauptaktivitäten auf; der χ^2 -Wert beträgt 746,7. Besonders starke Abweichungen der erwarteten von den tatsächlichen Häufigkeiten sind bei den immobilen Tagen zu verzeichnen; die Pflichthauptaktivitäten Arbeit/dienstlich und Ausbildung sind an nicht normalen Tagen wieder stark unterrepräsentiert. Der Kontingenzkoeffizient beträgt 0,3.

Zusammenfassend läßt sich dieser Befund analog zu Abbildung 12 durch die prozentuale Abweichung von der Verteilung der einzelnen Hauptaktivitäten aller Werktage (0%) nach Art der Anomalität veranschaulichen:

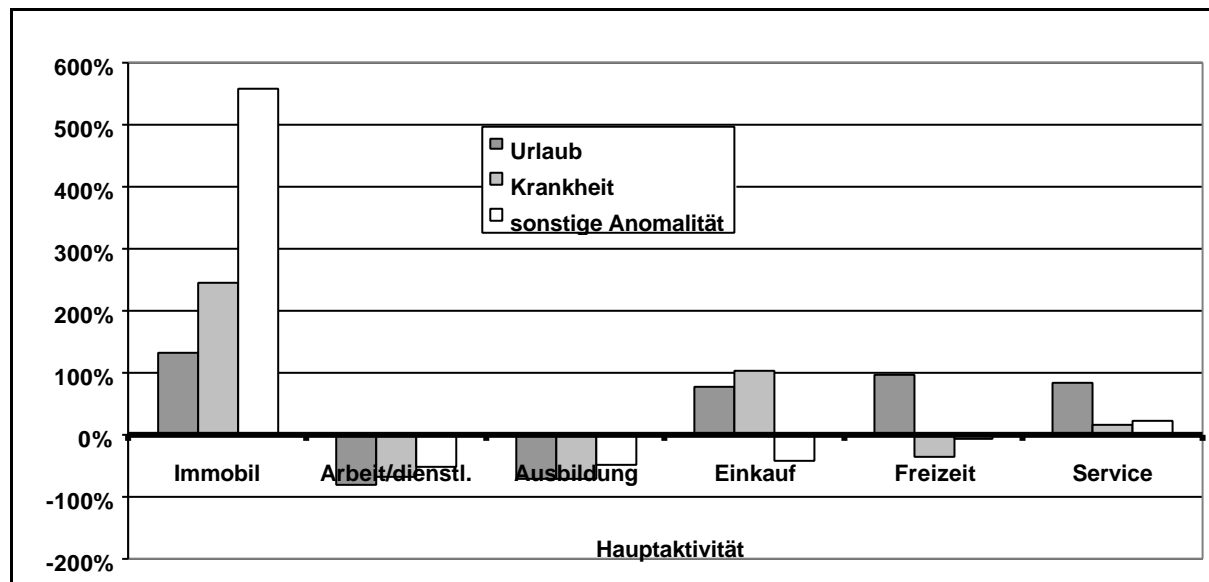


Abbildung 17: Prozentuale Abweichung der Anteile der Hauptaktivitäten an nicht normalen Werktagen von allen Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Im nächsten Abschnitt wird analog zum vorhergehenden ermittelt, ob an normalen Tagen für den Weg zur Hauptaktivität ein anderes Verkehrsmittel verwendet wird als an nicht normalen Tagen. Zunächst

wieder die Anzahl der tatsächlichen und unter der Annahme der Unabhängigkeit von der Art des Werktags zu erwartenden Anzahl der Werktage nach ihrem Hauptverkehrsmittel*:

Urlaub	Verkehrsmittel	Immobil	Zu Fuß / Rad	Pkw Fahrer	Pkw Mitfahrer	ÖV
Nein	Anzahl	451	1963	3280	717	808
	Erwartet	476	1963	3265	729	786
Ja	Anzahl	45	84	124	43	12
	Erwartet	20	84	139	31	34

Tabelle 15: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von *Urlaub* zu erwartende Anzahl der Hauptverkehrsmittel an Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Die beiden Verteilungen stimmen abgesehen von den immobilen Tagen und dem Öffentlichen Verkehr gut überein. An Urlaubstagen wird seltener der ÖV benutzt als an allen Werktagen. Der auf dem 0,01%-Niveau signifikante χ^2 -Wert beträgt 52,3, der Kontingenzkoeffizient 0,08.

Krankheit	Verkehrsmittel	Immobil	Zu Fuß / Rad	Pkw Fahrer	Pkw Mitfahrer	ÖV
Nein	Anzahl	458	2002	3354	742	801
	Erwartet	485	2001	3327	743	801
Ja	Anzahl	38	45	50	18	19
	Erwartet	11	46	77	17	19

Tabelle 16: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von *Krankheit* zu erwartende Anzahl der Hauptverkehrsmittel an Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Auch an Krankheitstagen wird ein auf dem 0,01%-Signifikanzniveau unterschiedliches Hauptverkehrsmittel ($\chi^2=75,3$) verwendet. Hier differieren die tatsächliche und die zu erwartende Anzahl von Pkw-Fahrer und insbesondere die Anzahl der immobilen Tage. Der Kontingenzkoeffizient beträgt 0,1.

Anormal	Verkehrsmittel	Immobil	Zu Fuß / Rad	Pkw Fahrer	Pkw Mitfahrer	ÖV
Nein	Anzahl	358	2015	3280	743	797
	Erwartet	474	1956	3253	726	784
Ja	Anzahl	138	32	124	17	23
	Erwartet	22	91	151	34	36

Tabelle 17: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von *sonstigen Anomalitäten* zu erwartende Anzahl der Hauptverkehrsmittel an Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

An Tagen mit sonstigen Anomalitäten ist der Unterschied zwischen der zu erwartenden und der tatsächlichen Verkehrsmittelverteilung am signifikantesten ($\chi^2=698,4$), der Kontingenzkoeffizient beträgt 0,29. Besonders häufig sind Personen an solchen Tagen immobil, nichtmotorisierte Verkehrsmittel werden sehr selten verwendet.

Zusammenfassend läßt sich dieser Befund wieder durch die prozentuale Abweichung der Verteilung der Hauptverkehrsmittel von allen Werktagen veranschaulichen. Die Hauptverkehrsmittel der immobilen Tage entfallen hier.

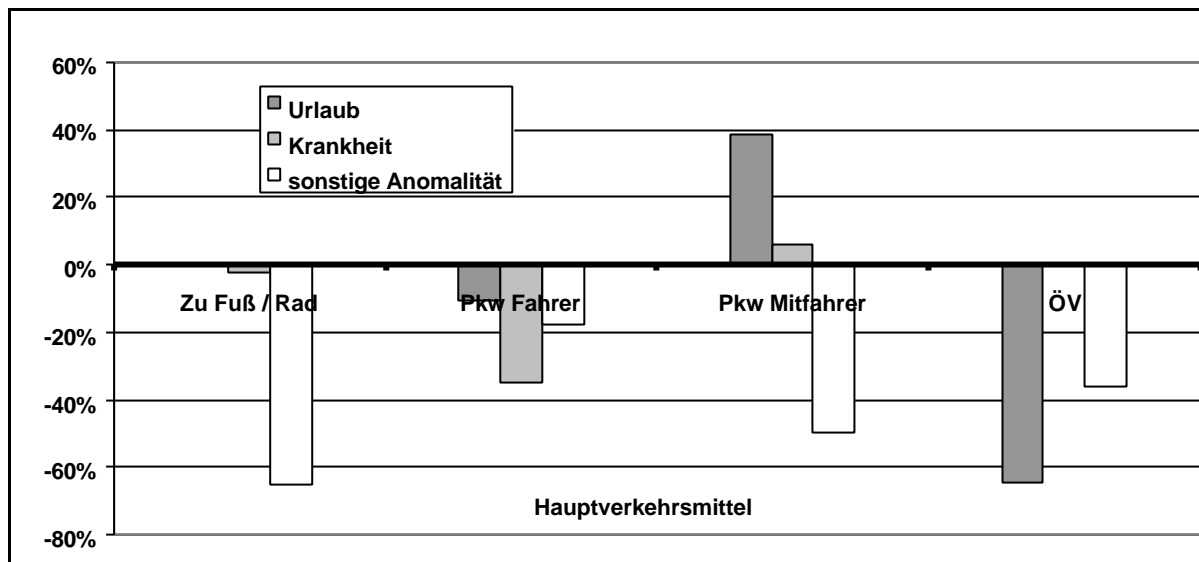


Abbildung 18: Prozentuale Abweichung der Anteile der Hauptverkehrsmittel an nicht normalen Werktagen von allen Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Insgesamt unterscheiden sich normale Werktage und Werktage mit Urlaub, Krankheit oder sonstigen Anomalitäten bezüglich der untersuchten Kenngrößen des Hauptausgangs Aktivitätsdauer, Hauptaktivität und Hauptverkehrsmittel deutlich. Dies läßt den Schluß zu, daß die Mobilität an solchen Tagen gegenüber Normalwerktagen so unterschiedlich ausfällt, daß diese in die Bildung eines Verhaltensmusters, das die routinisierten Elemente enthält, nicht eingehen können. Aus diesem Grund werden die nicht normalen Werktage bei der Bildung des Referenzmusters ausgeschlossen. Referenztage können ebenfalls nur normale Werktage sein. Bei den Berechnungen der verschiedenen Indikatoren der mittleren Variationen der fünf Werktage gehen die nicht normalen Tage allerdings ein.

Personen, die nicht mindestens vier normale Werktage berichten, werden aus den nachfolgenden Untersuchungen ausgeschlossen.

4.3 Das Referenzmuster

Das Referenzmuster jeder Person wird spaltenweise aus den jeweils häufigsten maßgeblichen Hauptaktivitäten der berichteten normalen Werkstage gebildet. Treten mehrere Hauptaktivitäten gleich oft auf, so wird die Hauptaktivität mit der höchsten Priorität gewählt. Dies ist z.B. der Fall, wenn vier Normalwerktage zur Bildung des Referenzmusters berücksichtigt werden und an zwei Tagen die Hauptaktivität Arbeit und an zwei Tagen die Hauptaktivität Einkauf ermittelt wird. In diesem Fall ist die Hauptaktivität des Referenzmusters Arbeit.

Ist eine Spalte am häufigsten nicht besetzt, weil an diesem Tag etwa nur ein Ausgang berichtet wird, so ist die Aktivität ‚leer‘ die häufigste Aktivität. Ein Beispiel soll die Bildung des Referenzmusters verdeutlichen:

Beispiel: Eine Person berichtet 4 normale Werkstage (Montag bis Donnerstag) und einen Krankheitstag (Freitag). Der Krankheitstag bleibt unberücksichtigt.

Die maßgeblichen Muster der Normalwerktage seien wie folgt:

Einkauf	Arbeit	Arbeit	Freizeit
-	Arbeit	Freizeit	-
Einkauf	Service	Service	-
-	Arbeit	Arbeit	-

Hieraus ergibt sich folgendes Referenzmuster:

Einkauf	Arbeit	Arbeit	-
---------	--------	--------	---

Die Interpretation des Referenzmusters als Grundverhaltensmuster oder „Verhaltensgerippe“ liegt nahe. Das Beispiel deutlicht, daß das Referenzmuster innerhalb der betrachteten Tage selbst nicht auftreten muß.

Im folgenden Abschnitt wird untersucht, welche maßgeblichen Muster und Referenzmuster das Verhalten an den Normalwerktagen vornehmlich repräsentieren. In den Tabellen werden diejenigen Muster der Welle 1997 aufgeführt, die einen Anteil von mindestens 2% besitzen.

Insgesamt treten an normalen Werktagen in der Welle 1997 161, in allen Wellen von 1994 bis 1999 237 verschiedene maßgebliche Muster auf.

Muster Nr.	Maßgebliches Muster (Hauptakt. der maßgeb. Ausg.)				Anteil [%]	Kumul. Anteil [%]
1	-	Arbeit	-	-	16,8	16,8
2	-	Einkauf	-	-	12,1	28,9
3	-	Freizeit	-	-	9,7	38,6
4	-	Arbeit	Freizeit	-	4,8	43,4
5 ²⁶	-	-	-	-	4,8	48,2
6	-	Arbeit	Einkauf	-	4,5	52,7
7	-	Einkauf	Freizeit	-	4,3	57,1
8	-	Ausbildung	Freizeit	-	4,1	61,2
9	-	Ausbildung	-	-	4,1	65,2
10	-	Dienstlich	-	-	3,8	69,1
11	-	Einkauf	Einkauf	-	3,4	72,5

Tabelle 18: Verteilung der maßgeblichen Muster an normalen Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Insgesamt dominiert die Hauptaktivität Arbeit; bei den drei häufigsten maßgeblichen Mustern wird jeweils nur ein Ausgang unternommen. Deutlich wird, wie die maßgeblichen Muster auch die Stellung der durchführenden Personen im Lebenszyklus repräsentieren.

Die maßgeblichen Muster führen bei der intrapersonellen Bildung des Referenzmusters zu folgender Verteilung der Referenzmuster. In 1997 treten insgesamt 80 verschiedene Referenzmuster auf.

Muster Nr.	Referenzmuster				Anteil [%]	Kumul. Anteil [%]
1	-	Arbeit	-	-	21,6	21,6
2	-	Einkauf	-	-	16,5	38,1
3	-	Ausbildung	Freizeit	-	6,0	44,1
4	-	Arbeit	Einkauf	-	5,5	49,6
5	-	Freizeit	-	-	5,0	54,6
6	-	Arbeit	Freizeit	-	4,4	59,0
7	-	Ausbildung	-	-	4,2	63,2
8	-	Dienstlich	-	-	4,2	67,4
9	-	Einkauf	Einkauf	-	4,1	71,6
10	-	Einkauf	Freizeit	-	3,7	75,3
11	-	Service	-	-	2,8	78,0
12	-	-	-	-	2,7	80,7
13	-	Arbeit	Arbeit	-	2,3	83,0

Tabelle 19: Verteilung der Referenzmuster. Panel 1997 (gewichtet).

Die Verteilung der Referenzmuster folgt im wesentlichen der Verteilung der maßgeblichen Muster, wobei die Muster mit Aktivitäten höherer Verpflichtung etwas stärker vertreten sind.

²⁶ immobile Tage, soweit nicht anders angegeben, sind diese „normale“ Werktagen.

4.4 Vergleich von Aktivitätsmustern

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie ein Maß der Ähnlichkeit der Aktivitätsmuster von zwei Tagen bestimmt werden kann. Diese Ähnlichkeit wird durch den Abstand der maßgeblichen Muster ermittelt. Der mittlere Abstand der fünf maßgeblichen Werktagmuster zum Referenzmuster läßt sich interpretieren als Ausmaß der *Variation des werktäglichen Aktivitätsverhaltens*.

Die Übereinstimmungen der vier maßgeblichen Hauptaktivitäten werden in Abhängigkeit von ihrer Priorität (Spalte) gewichtet addiert. Bei der Gewichtung der Spalten wird davon ausgegangen, daß die Ähnlichkeit zweier Tagesmuster höher ist, falls zwei Spalten höherer Priorität gleich sind, unabhängig von den übrigen Spalten. Die Priorität der Spalten ergibt sich aus der Priorität der maßgeblichen Ausgänge:

Priorität: Hauptaktivität des zweiten maßgeblichen Ausgangs (Hauptausgang: 2. Spalte).

Priorität: Hauptaktivität des dritten maßgeblichen Ausgangs (3. Spalte).

Priorität: Hauptaktivität des vierten maßgeblichen Ausgangs (4. Spalte).

Priorität: Hauptaktivität des ersten maßgeblichen Ausgangs (1. Spalte).

Eine Konsequenz liegt etwa darin, daß zwei Tagesmuster, die nur bezüglich der Hauptaktivität gleich sind, eine höhere Ähnlichkeit besitzen als zwei Muster, die nur bezüglich der drei anderen maßgeblichen Hauptaktivitäten gleich sind. Dies entspricht der Relevanz der Spalten höherer Priorität gegenüber den Spalten geringerer Priorität, wie im letzten Abschnitt aufgezeigt wurde. Aus dieser Überlegung ergibt sich folgende Definition der *Ähnlichkeit von zwei maßgeblichen Mustern* und damit die Ähnlichkeit der Aktivitätsmuster von zwei Tagen. Der Grad höchster Ähnlichkeit beträgt 15.

Maßgebliche Hauptaktivität	1	2	3	4	Ähnlichkeitsgrad Σgewichtete Spalten	
Gewichtung der Spalten	1	8	4	2		
1: maßgebliche Hauptaktivitäten stimmen überein.	1	1	1	1	15	
	0	1	1	1	14	
	1	1	1	0	13	
	0	1	1	0	12	
	1	1	0	1	11	
	0: maßgebliche Hauptaktivitäten stimmen nicht überein.	0	1	0	1	10
		1	1	0	0	9
		0	1	0	0	8
		1	0	1	1	7
		0	0	1	1	6
		1	0	1	0	5
		0	0	1	0	4
		1	0	0	1	3
		0	0	0	1	2
		1	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	

Tabelle 20: Definition des Grades der Ähnlichkeit* von zwei maßgeblichen Mustern.

Zwei alternative Gewichtungsverfahren werden im Rahmen der Untersuchung der individuellen Variation der Aktivitätsmuster mit der hier gewählten Gewichtung verglichen:

1. Jede übereinstimmende Spalte wird mit 1 gewichtet, es bestehen also keine Unterschiede in der Wertigkeit der Spalten.
2. Die Spalten werden entsprechend der mittleren Zeitdauer des entsprechenden Ausgangs gewichtet (vgl. Tabelle 10), also die erste Spalte mit dem Gewicht 6, die zweite Spalte mit dem Gewicht 302, die dritte Spalte mit dem Gewicht 56 und die vierte Spalte mit dem Gewicht 10.

Die Ergebnisse der Untersuchung der Variation des Aktivitätsmusters auf Basis der drei Gewichtungen werden später untersucht.

Die Verteilung des Ähnlichkeitsgrades der maßgeblichen Muster *zum jeweiligen Referenzmuster* besitzt unter Zugrundelegung der in Tabelle 20 definierten Gewichtung folgende Form:

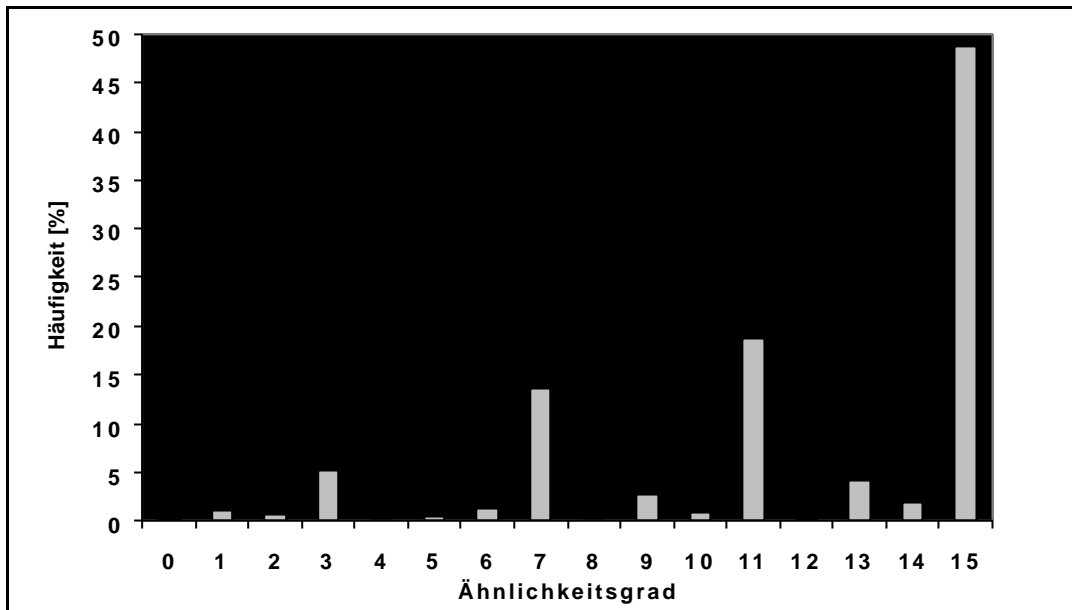


Abbildung 19: Verteilung des Ähnlichkeitsgrades der maßgeblichen Aktivitätsmuster zum jeweiligen Referenzmuster, normale Werktage. Panel 1997 (gewichtet).

Es wird deutlich, daß knapp die Hälfte der normalen Werktage bezüglich der Struktur der Aktivitätsmuster genau dem jeweiligen Referenzmuster entsprechen. Ungeradzahlige Ähnlichkeitsgrade, besonders die Grade 3, 7, 11 und 15 treten häufiger auf. Der Grund dafür liegt darin, daß die erste und die vierte Spalte sowohl beim Referenzmuster als auch bei den maßgeblichen Mustern häufig leer sind und somit übereinstimmen.

Zu beachten ist, daß dieses Maß lediglich Aussagen über die Ähnlichkeit der Aktivitätsketten zweier Tage macht und keine Sensitivität bezüglich Zeitpunkten und Zeitdauern beinhaltet. Maße, die Zeitaspekte berücksichtigen, werden später betrachtet.

Bildet man für jede Person den Mittelwert des Grades der Ähnlichkeit des Aktivitätsmusters der Werktage mit dem Referenzmuster, kann jeder Person ein Wochenmaß zugeordnet werden, das Aussagen über die Variation des Aktivitätsmusters macht. Im folgenden wird für einen in diesem Sinn hohen und geringen Variationsgrad jeweils ein Beispiel für das wöchentliche Aktivitätsmuster gegeben:

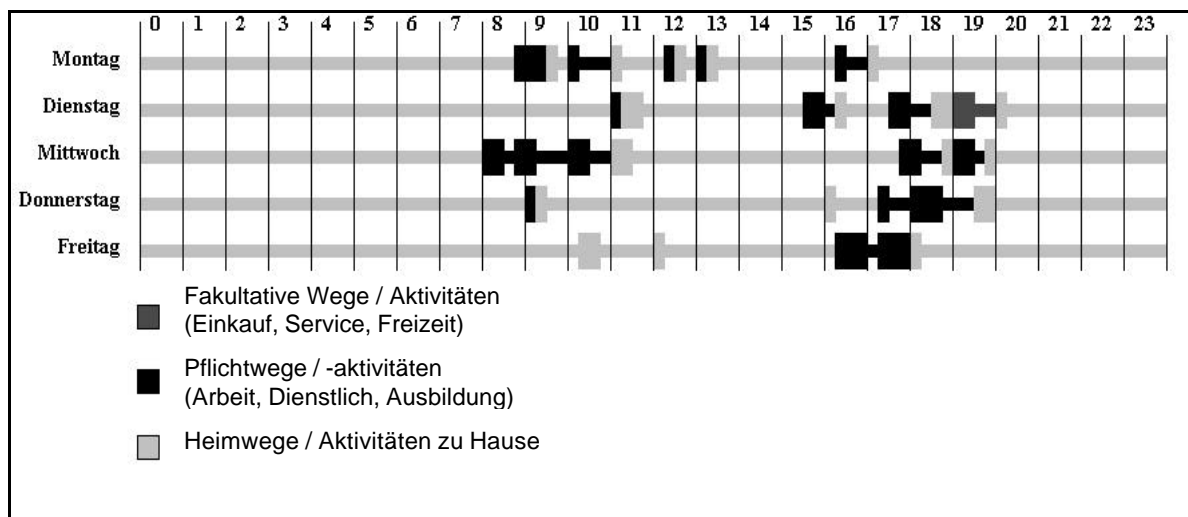


Abbildung 20: Person mit hohem Variationsgrad: Teilzeitbeschäftigte Mutter von drei Kindern. Vereinfachte GRADIV-Darstellung (Haushalts-ID 6323, Person 1, 1997).

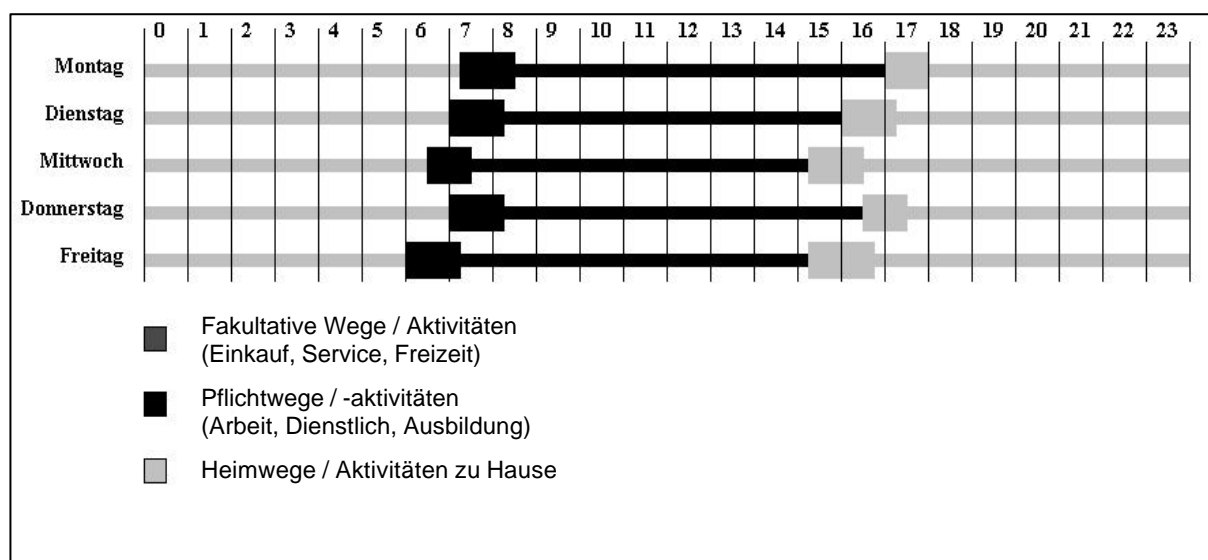


Abbildung 21: Person mit geringem Variationsgrad: 47-jähriger Vollzeitbeschäftigter. Vereinfachte GRADIV-Darstellung (Haushalts-ID 12, Person 1, 1994).

4.5 Der Referenztag

Als Referenztag* wird für jede Person derjenige Tag ausgewählt, dessen Aktivitätsmuster im Sinne des in Tabelle 20 definierten Abstands die höchste Ähnlichkeit zum Referenzmuster aufweist. Unter Umständen existieren innerhalb der maximal fünf Werktage mehrere Tage mit geringstem Abstand zum Referenzmuster. In diesem Fall wird derjenige Tag ausgewählt, dessen Differenz der Summe der doppelt gewichteten Pflichtaktivitätsdauer²⁷ und der einfach gewichteten Dauer der fakultativen Aktivitäten²⁸ zum jeweiligen Median der Normalwerkstage betragsmäßig am geringsten ist.

²⁷ Summe der Aktivitätsdauer der Aktivitäten Arbeit, dienstlich und Ausbildung.

²⁸ Summe der Aktivitätsdauer der Aktivitäten Einkauf, Service und Freizeit, vgl. [RINDSFÜSER und DOHERTY, 2000].

An einem Beispiel soll die Auswahl des Referenztages verdeutlicht werden:

Die Werktagmuster haben folgende Gestalt:

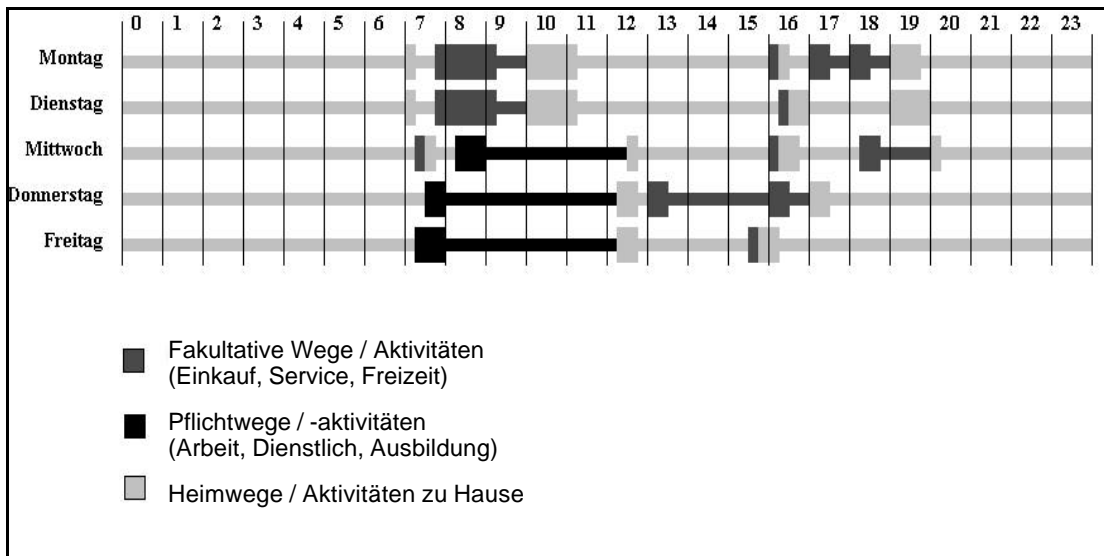


Abbildung 22: Werktagmuster zur Verdeutlichung der Bildung des Referenztages. Vereinfachte GRADIV-Darstellung (Haushalts-ID 1, Person 1, 1994).

Das Referenzmuster hat folgende Form:

Einkauf	Arbeit	Einkauf	-
---------	--------	---------	---

Der Ähnlichkeitsgrad der werktäglichen Aktivitätsmuster zum Referenzmuster beträgt am

- Montag: 3 (Übereinstimmung 1. Spalte Einkauf / 4. Spalte -).
- Dienstag: 7 (Übereinstimmung 1. Spalte Einkauf / 3. Spalte Einkauf / 4. Spalte -).
- Mittwoch: 13 (Übereinstimmung 1. Spalte Einkauf / 2. Spalte Arbeit / 3. Spalte Einkauf).
- Donnerstag: 14 (Übereinstimmung 2. Spalte Arbeit / 3. Spalte Einkauf / 4. Spalte -).
- Freitag: 14 (Übereinstimmung 2. Spalte Arbeit / 3. Spalte Einkauf / 4. Spalte -).

Da die Aktivitätsmuster am Donnerstag und Freitag dieselbe (höchste) Ähnlichkeit zum Referenzmuster aufweisen, müssen die Mediane der Pflichtaktivitätsdauer und der Dauer der fakultativen Aktivitäten über die normalen Werktage getrennt berechnet werden. Der Median der Pflichtaktivitätsdauer beträgt 220 Minuten (Mittwoch), der Median der Dauer der fakultativen Aktivitäten 57 Minuten (Montag). Die Pflichtaktivitätsdauer beträgt am Donnerstag 275 Minuten, am Freitag 278 Minuten, die Dauer der fakultativen Aktivitäten am Donnerstag 217 Minuten, am Freitag 10 Minuten. Somit ergeben sich die folgenden Differenzen:

Dauern	2*Dauer Pflichtakt. [Min.]	Differenz zum Median	1*Dauer fakult. Akt. [Min.]	Differenz zum Median	Summe Diff. [Min.]
Median	440		57		
Donnerstag	550	110	217	160	270
Freitag	556	116	10	47	163

Tabelle 21: Bestimmung des Referenztages mittels Zeitbudgetdifferenzen zum Median.

Damit ist der Freitag Referenztag. Dieser Befund korrespondiert auch mit einer intuitiven Einschätzung eines Tages, der die täglichen Routineelemente des Aktivitätsverhaltens am ehesten aufgrund der Darstellung des Aktivitätsmusters in Abbildung 22 repräsentiert.

4.6 Eigenschaften des Referenztages

Die folgende Tabelle zeigt, daß aufgrund der Verteilung der Referenztage obiges Beispiel eine Ausnahme darstellt:

Werktag	Anteil an den Referenztagen [%]
Montag	25,4
Dienstag	24,1
Mittwoch	18,4
Donnerstag	20,9
Freitag	11,1

Tabelle 22: Verteilung der Referenztage. Panel 1997 (gewichtet).

Es wird deutlich, daß der Referenztag eher am Anfang der Woche liegt²⁹. Dieser Befund korrespondiert auch mit den Erwartungen eines „strafferen“ Aktivitätsverhaltens am Wochenanfang.

In Bezug auf die mittlere Anzahl der Ausgänge und Wege unterscheiden sich Referenztage nicht von allen Werktagen, wie folgende Tabelle³⁰ zeigt.

Werktagstyp	Anzahl der Wege	Anzahl der Ausgänge
Alle Werktage	3,72	1,57
Referenztag	3,74	1,55

Tabelle 23: Weganzahl und Anzahl Ausgänge: Referenztag und Werktag. Panel 1997 (gewichtet).

Durch die folgenden Abbildungen wird gezeigt, daß sich die Zeitbudgetanteile unterschiedlicher Aktivitäten an allen Werktagen und den Referenztagen deutlich unterscheiden:

²⁹ Der Werktag mit der größten Unähnlichkeit zum Referenzmuster ist dagegen zu 40,2% ein Freitag.

³⁰ Zu beachten ist, daß die Gesamtzahl der Ausgänge auf sechs beschränkt wurde.

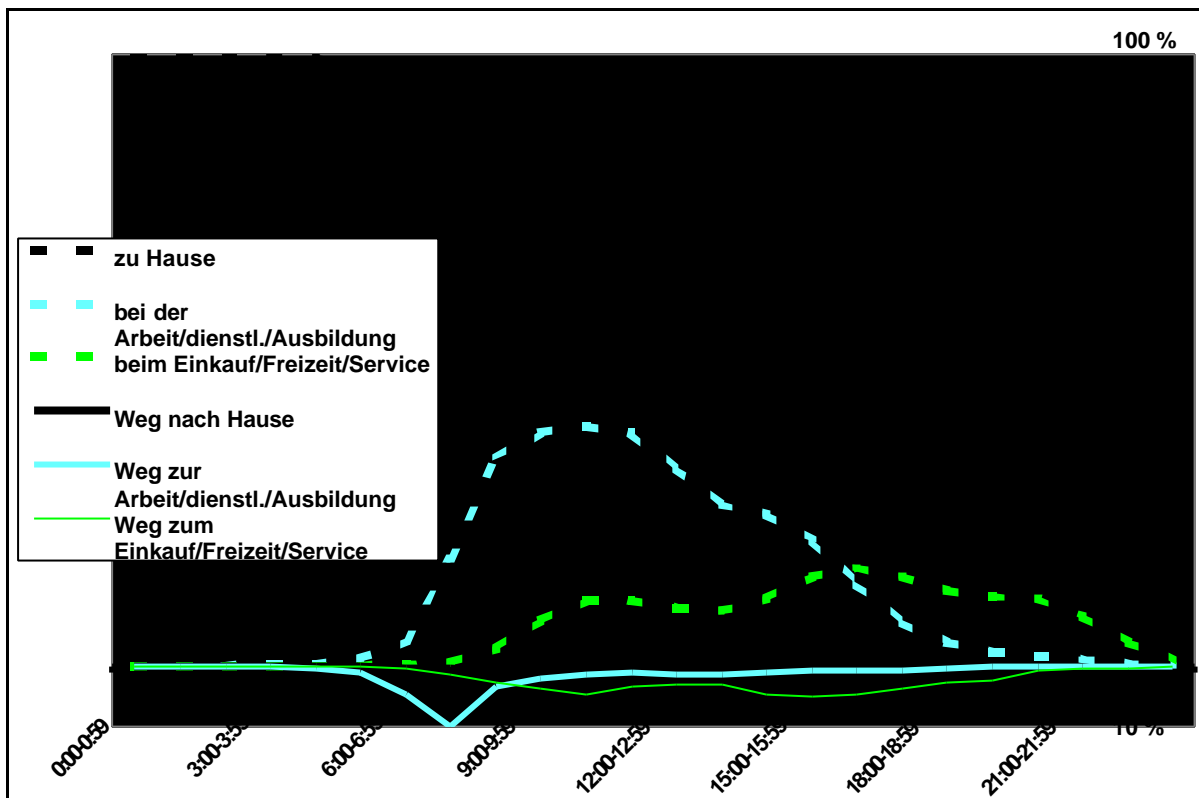


Abbildung 23: Ganglinie der Zeitbudgetanteile der Aktivitäts- (oben) und Mobilitätszeiten (unten) an den Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

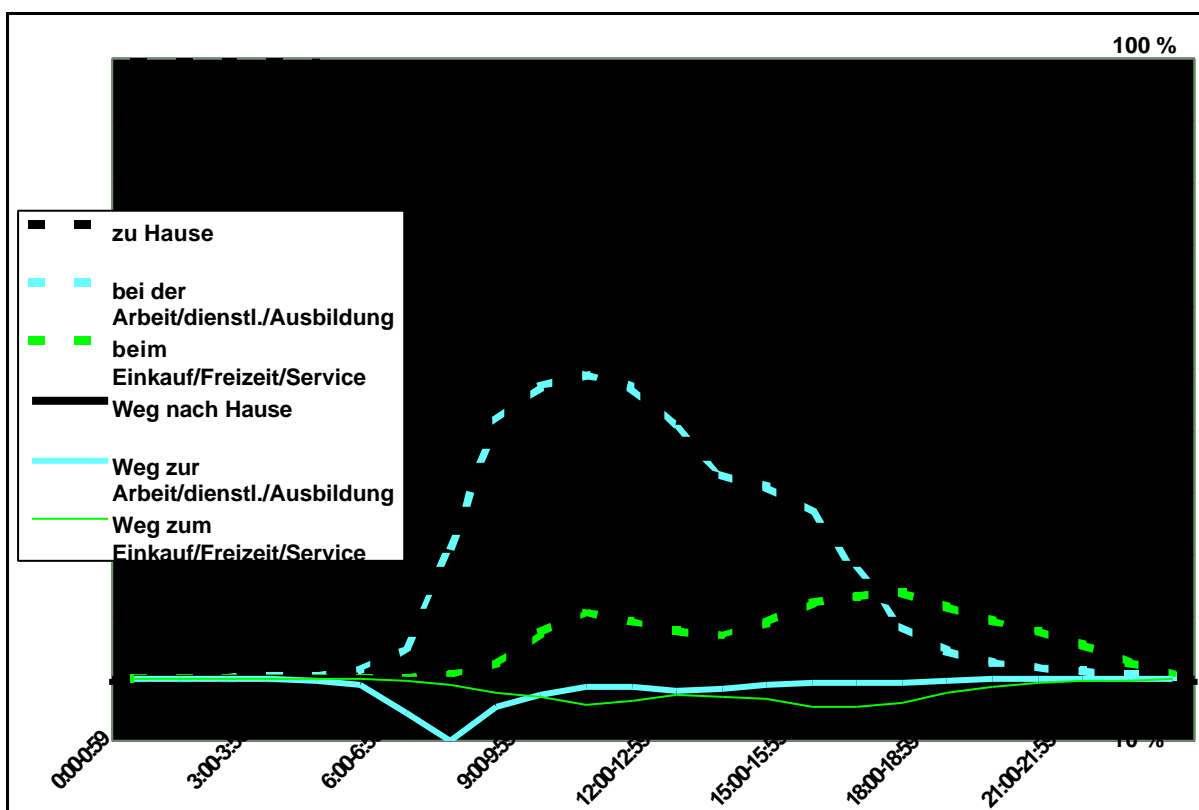


Abbildung 24: Ganglinie der Zeitbudgetanteile der Aktivitäts- (oben) und Mobilitätszeiten (unten) an den Referenztagen. Panel 1997 (gewichtet).

Erwartungsgemäß liegt das Niveau des Zeitbudgets für aushäusige Pflichtaktivitäten am Referenztag höher als an allen Werktagen. Der Grund hierfür ist in erster Linie die Eliminierung der Krankheits- und Urlaubstage bei der Auswahl des Referenztages. Der höhere Zeitbudgetanteil der aushäusigen Aktivitäten an den Referenztagen setzt sich beim Zeitbudgetanteil für Mobilität in abgeschwächter Form fort.

Die Zugrundelegung des Referenztages erfolgt also unter der Annahme, daß an diesem Tag keine unvorhergesehenen Ereignisse eingetreten sind, die den Verkehrs- und Aktivitätsteilnehmer von seinem gewohnten Handlungsschema abgebracht hätten. Es kann angenommen werden, daß der Referenztag den Normalwerkttag am ehesten repräsentiert. In diesem Sinn kann bei der Simulation eines Tages ohne äußere Einflüsse als Vergleichsfall (0-Fall) der Referenztag zugrundegelegt werden.

Im folgenden werden die nach Verkehrsmitteln differenzierten Mobilitätszeiten an den Referenztagen mit den entsprechenden Zeiten an allen Werktagen verglichen. Die Zeitverbrauchsganglinie (dargestellt ist der jeweilige Stundenanteil am gesamten Tagesmobilitätszeitbudget) für den Referenztag gestaltet sich wie folgt:

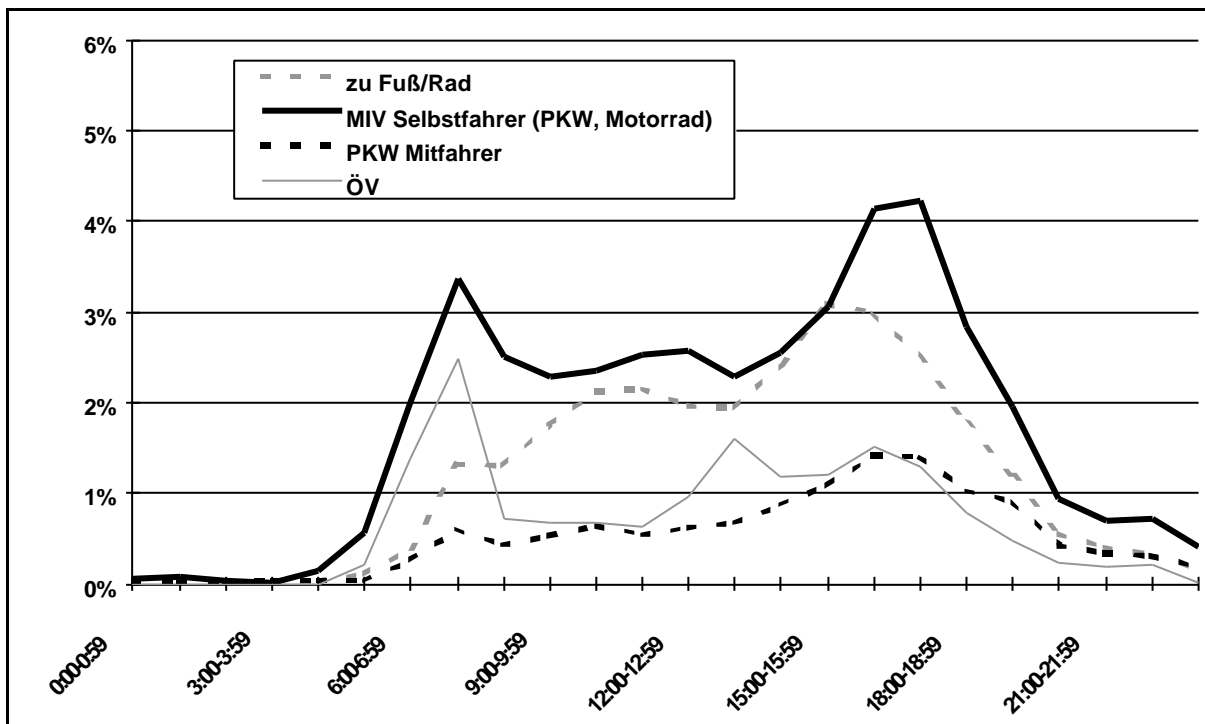


Abbildung 25: Ganglinie der Zeitverbrauchsanteile der Mobilitätszeiten an den *Werktagen*. Panel 1997 (gewichtet).

Im Vergleich dazu die Ganglinie für die Referenztage:

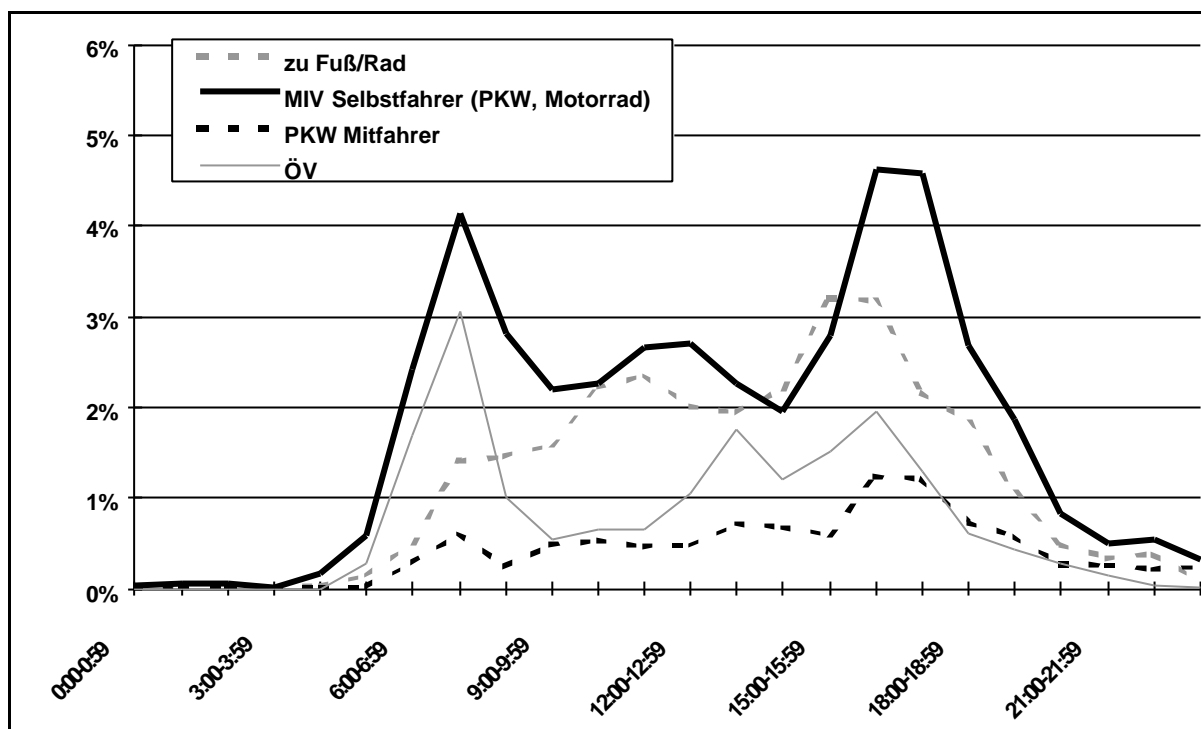


Abbildung 26: Ganglinie der Zeitverbrauchsanteile der Mobilitätszeiten an den *Referenztagen*. Panel 1997 (gewichtet).

Bei den Referenztagen ist gegenüber dem Mittel aller Werktage ein höheres Zeitverbrauchs-niveau in den Spitzenstunden zu konstatieren, ein ähnlich hohes im Schwachlastbereich. Diese höhere Spitzenbelastung an den Referenztagen gilt nur für MIV Selbstfahrer und den ÖV. Somit entstehen stärkere Diskrepanzen zwischen Spitzen- und Schwachlastbereich bei diesen beiden Verkehrsmitteln an Referenztagen.

4.7 Vergleich von Verkehrsmittelmustern

Die Bildung eines geeigneten Maßes zur Beschreibung des Ausmaßes der Variation des täglichen Verkehrsmittelmusters orientiert sich eng an der Bildung des im letzten Abschnitt besprochenen Ähnlichkeitsmaßes der Aktivitätsmuster. Zugrundegelegt werden die zu den Hauptaktivitäten der maßgeblichen Ausgänge verwendeten Verkehrsmittel, die maßgeblichen Hauptverkehrsmittel*.

Wie im letzten Abschnitt wird hier ebenfalls untersucht, welche maßgeblichen Verkehrsmittelmuster*, d.h. die aus den vier maßgeblichen Hauptverkehrsmitteln zusammengesetzten Verkehrsmittelketten, das Verkehrsmittelverhalten an den Normalwerktagen vornehmlich repräsentieren. In der folgenden Tabelle werden diejenigen maßgeblichen Verkehrsmittelmuster aufgeführt, die einen Anteil von mindestens 2% an den normalen Werktagen besitzen. Insgesamt treten in der 1997er Welle 217, in allen Wellen 1994 bis 1999 383 verschiedene maßgebliche Verkehrsmittelmuster auf.

Muster Nr.	Maßgebliches Verkehrsmittelmuster				Anteil [%]	Kumul. Anteil [%]
1	-	Pkw	-	-	21,3	21,3
2	-	Pkw	Pkw	-	10,0	31,3
3	-	Zu Fuß	-	-	9,0	40,3
4	-	ÖV	-	-	7,4	47,7
5	-	Pkw Mitf.	-	-	6,1	53,9
6 ³¹	-	-	-	-	4,8	58,7
7	-	Rad	-	-	4,5	63,2
8	-	Zu Fuß	Zu Fuß	-	3,2	66,4
9	-	Rad	Rad	-	2,3	68,7

Tabelle 24: Verteilung der maßgeblichen Verkehrsmittelmuster an normalen Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).

Das maßgebliche Hauptverkehrsmittel Pkw-Fahrer dominiert deutlich. Zwischen den anderen maßgeblichen Hauptverkehrsmitteln zeigt sich eine gleichmäßigere Verteilung.

Das Referenzverkehrsmittelmuster* wird analog zum Referenzmuster gebildet und besteht aus den spaltenweise häufigsten maßgeblichen Verkehrsmittelmustern der normalen Werktage. Dabei resultieren insgesamt 61 verschiedene Muster. Muster mit einem Auftretensanteil von mindestens 2% werden in folgender Tabelle aufgeführt:

Muster Nr.	Referenzverkehrsmittelmuster				Anteil [%]	Kumul. Anteil [%]
1	-	Pkw	-	-	29,8	29,8
2	-	Zu Fuß	-	-	14,5	44,4
3	-	Pkw	Pkw	-	10,0	54,4
4	-	ÖV	-	-	8,6	62,8
5	-	Rad	-	-	7,2	70,0
6	-	Pkw Mitf.	-	-	4,7	74,7
7	-	Zu Fuß	Zu Fuß	-	3,8	78,5
8 ³¹	-	-	-	-	2,7	81,1
9	-	Rad	Rad	-	2,2	83,4

Tabelle 25: Verteilung der Referenzverkehrsmittelmuster an Referenztagen. Panel 1997 (gewichtet).

Hier zeigen sich dieselben Tendenzen, die bereits bei der Untersuchung des Referenzmusters beobachtet wurden: Die häufigen Verkehrsmittelmuster verstärken sich in Bezug auf ihren Anteil und es wird somit ein höherer kumulierter Anteil erreicht. Das Verkehrsmittel ‚Zu Fuß‘ tritt bei den Referenzverkehrsmittelmustern etwas deutlicher zum Vorschein als bei allen maßgeblichen Verkehrsmittelmustern.

Die Ähnlichkeit der Verkehrsmittelmuster von zwei Tagen wird in Analogie zur Ähnlichkeit von zwei Tagesaktivitätsmustern definiert. Es werden also die maßgeblichen Hauptverkehrsmittel spaltenweise

³¹ immobile Tage.

mit denjenigen des Referenzverkehrsmittelmusters verglichen. Auftretende Unterschiede zum Referenzverkehrsmittelmuster werden wie in Tabelle 20 gemessen.

Folgende Abbildung zeigt die Verteilung des Grades der Ähnlichkeit der maßgeblichen Verkehrsmittelmuster zum jeweiligen Referenzverkehrsmittelmuster:

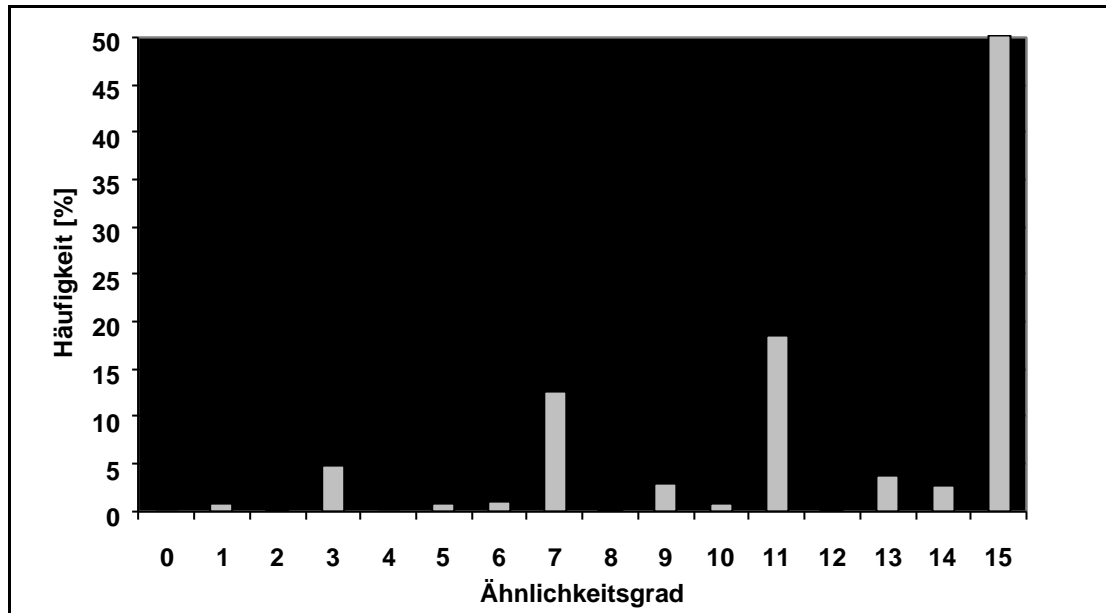


Abbildung 27: Verteilung des Ähnlichkeitsgrades der maßgeblichen Verkehrsmittelmuster zum jeweiligen Referenzverkehrsmittelmuster, normale Werktage. Panel 1997 (gewichtet).

Die Hälfte aller maßgeblichen Verkehrsmittelmuster an Normalwerktagen stimmt mit dem Referenzverkehrsmittelmuster überein. Gegenüber der Verteilung des Ähnlichkeitsgrades der maßgeblichen Aktivitätsmuster unterscheidet sich die Verteilung des Ähnlichkeitsgrades der maßgeblichen Verkehrsmittelmuster nur wenig.

Bildet man den Mittelwert der Ähnlichkeitsgrade der maßgeblichen Verkehrsmittelmuster zum jeweiligen Referenzverkehrsmittelmuster an allen Werktagen für jede Person, drückt dieses Maß die intrapersonelle Variation des Verkehrsmittelmusters aus. Dieses ist analog zur intrapersonellen Variation des Aktivitätsmusters zu interpretieren.

5. VERKEHRSVERHALTEN UND INTERPERSONELLE VARIATION

In diesem Kapitel wird das Verhalten anhand verschiedener Verkehrsverhaltensindikatoren am Referenztag im Vergleich zu allen Werktagen quantifiziert. Durch die Betrachtung des Verhaltens an allen Werktagen werden spezifische Eigenschaften des Referenztages identifiziert. Bezüglich der betrachteten Indikatoren wird das Ausmaß der interpersonellen Variation als mittlere Absolutabweichung vom personengruppenspezifischen Mittelwert aufgezeigt³². Im nächsten Kapitel werden die entsprechenden intrapersonellen Variationen berechnet und beide miteinander verglichen.

Die Betrachtung des Verhaltens am jeweiligen Referenztag ermöglicht die Abschätzung der interpersonellen Variation des Grundverhaltens. Zudem kann die interpersonelle Variation unter Zugrundelegung aller Werktage berechnet werden, so daß ein Vergleich mit den intrapersonellen Variationen als mittlerer Abweichung der Werktage vom individuellen Referenztag ermöglicht wird. Die interpersonelle Variation wird auch innerhalb einer Personengruppe ermittelt. Zu beachten ist, daß der Bezugswert dabei der Gruppenmittelwert ist.

Die interpersonelle Variation wird bezüglich der folgenden Faktoren quantifiziert:

- Der Variation der Anzahl der Aktivitäten- und Verkehrsmittelwechsel.
- Der Variation der Zeitnutzung.
- Der Variation der Aktivitätsrhythmen.

Eine Berechnung der interpersonellen Variation der im letzten Kapitel entwickelten Aktivitäts- und Verkehrsmittelmuster ist nicht sinnvoll, da die Referenzmuster, auf Basis derer die Abweichungen ermittelt werden, individuell festgelegt werden. Somit sind die Abweichungen vom Referenzmuster oder Referenzverkehrsmittelmuster per definitionem intrapersonell.

Am Ende des Kapitels werden das individuelle Ausmaß der Flexibilität und der zeitlichen Gebundenheit quantifiziert.

5.1 Anzahl der Aktivitätswechsel

Nach der Variation des Aktivitäts- und Verkehrsmittelmusters mißt eine weitere Komponente zur Bestimmung des individuellen Handlungsspielraums das Ausmaß der Abweichung des Aktivitätsspektrums vom Referenztag. Quantifiziert wird dies durch die mittlere Abweichung der Anzahl der Wechsel der täglich durchgeführten Aktivitäten zum Referenztag.

Dabei erfolgt innerhalb eines Tages immer beim Übergang von einer Aktivität zu einer anderen Aktivität ein Aktivitätswechsel. Ist die Anzahl der Wechsel der täglich durchgeführten Aktivitäten ein

Maß für die *Komplexität* des täglichen Aktivitätsverhaltens, so läßt sich die Abweichung als das Ausmaß der *Variation der Komplexität* interpretieren. Bei Auftreten einer Störung werden flexible Personen mit einer höheren Variation(smöglichkeit) eher ein weniger komplexes Tagesmuster wählen. Personen, die eine geringe Variation aufweisen, können annahmegemäß lediglich in geringem Maße reagieren.

In den folgenden Tabellen wird die mittlere Anzahl der Aktivitätswechsel am Referenztag sowie an allen Werktagen aufgelistet, wobei nach dem beruflichen Status differenzierte Personengruppen betrachtet werden. Alle Statistiken sind *innerhalb der Personengruppen* berechnet. Die in der Stichprobe Panel 1997 aufgetretene Maximalzahl von täglichen Aktivitätswechseln beträgt 19.

Beruflicher Status	Anzahl Aktivitätswechsel am Referenztag			
	Mittelwert	Median	Absolutabweich. v. Mittelwert ³⁴	Variationskoeffizient ³³ [%]
Vollzeitbeschäftigte / in berufl. Ausb.	3,6	3	1,4	50
Teilzeitbeschäftigte	4,1	4	1,5	51
Schüler/Student	3,9	4	1,0	33
Hausfrau/Arbeitsloser/Rentner (HAR)	3,1	2	1,3	52
Alle Personen	3,5	4	1,4	51

Tabelle 26: Mittlere Anzahl Aktivitätswechsel am *Referenztag*. Panel 1997 (gewichtet).

Beruflicher Status	Anzahl Aktivitätswechsel an allen Werktagen			
	Mittelwert	Median	Absolutabweich. v. Mittelwert ³⁴	Variationskoeffizient [%]
Vollzeitbeschäftigte / in berufl. Ausb.	3,7	4	1,5	52
Teilzeitbeschäftigte	4,0	4	1,6	54
Schüler/Student	3,8	4	1,3	44
Hausfrau/Arbeitsloser/Rentner (HAR)	3,2	2	1,5	60
Alle Personen	3,5	4	1,5	55

Tabelle 27: Mittlere Anzahl Aktivitätswechsel an *allen Werktagen*. Panel 1997 (gewichtet).

Bezüglich der Anzahl der Aktivitätswechsel unterscheiden sich Referenztage nicht gravierend von allen Werktagen. Schüler/Studenten weisen eine niedrige Absolutabweichung auf, was besagt, daß sich ihre Referenztage ähnlicher sind als alle Werktage.

Die höchste Komplexität des Tagesverhaltens weisen teilzeitbeschäftigte Personen auf, die geringste HAR. Dies wird besonders beim Median deutlich. Die stärkste Variation zwischen den einzelnen Personen besteht ebenfalls innerhalb der Gruppe der Teilzeitbeschäftigten. Den geringsten Variationskoeffizient* (relative Variation) zeigen Schüler/Studenten.

Die interpersonelle Variation³⁴ der Anzahl Aktivitätswechsel beträgt an allen Werktagen 1,5. Innerhalb der Gruppe der Teilzeitbeschäftigten ist sie mit 1,6 am größten, innerhalb der

³² Um diese interpersonellen Variationen mit der intrapersonellen Variation vergleichen zu können, werden hier keine Quadratabweichungen, sondern Absolutabweichungen verwendet.

³³ 100*Standardabweichung / Mittelwert

Schüler/Studenten mit 1,3 am geringsten. Auffallend ist, daß Schüler/Studenten an den Referenztagen mit 1,0 Aktivitätswechseln eine erheblich geringere interpersonelle Variation aufweisen.

5.2 Anzahl der Verkehrsmittelwechsel

Analog zur Komplexität des Aktivitätsverhaltens wird auch die Komplexität des Verkehrsmittelverhaltens untersucht. Dabei ist die Anzahl der Verkehrsmittelwechsel geringer als die Anzahl der Aktivitätswechsel, die in der Stichprobe Panel 1997 aufgetretene Maximalzahl von täglichen Verkehrsmittelwechseln beträgt 10. Ein Verkehrsmittelwechsel erfolgt, wenn für einen neuen Weg ein anderes Verkehrsmittel als für den letzten Weg verwendet wird.

In der folgenden Tabelle wird die mittlere Anzahl von Verkehrsmittelwechseln aufgelistet.

Beruflicher Status	Anzahl Verkehrsmittelwechsel am Referenztag			
	Mittelwert	Median	Absolutabweich. v. Mittelwert ³⁴	Variationskoeffizient [%]
Vollzeitbeschäftigte / in berufl. Ausb.	1,6	1	0,8	63
Teilzeitbeschäftigte	1,8	1	0,9	61
Schüler/Student	1,8	2	0,7	50
Hausfrau/Arbeitsloser/Rentner (HAR)	1,5	1	0,6	53
Alle Personen	1,6	1	0,7	56

Tabelle 28: Mittlere Anzahl Verkehrsmittelwechsel am *Referenztag*. Panel 1997 (gewichtet).

Beruflicher Status	Anzahl Verkehrsmittelwechsel an allen Werktagen			
	Mittelwert	Median	Absolutabweich. v. Mittelwert ³⁴	Variationskoeffizient [%]
Vollzeitbeschäftigte / in berufl. Ausb.	1,6	1	0,8	61
Teilzeitbeschäftigte	1,7	1	0,8	59
Schüler/Student	1,8	2	0,8	53
Hausfrau/Arbeitsloser/Rentner (HAR)	1,5	1	0,7	61
Alle Personen	1,6	1	0,8	60

Tabelle 29: Mittlere Anzahl Verkehrsmittelwechsel an *allen Werktagen*. Panel 1997 (gewichtet).

Wieder unterscheiden sich die Statistiken an Referenztagen und allen Werktagen kaum.

Die meisten Verkehrsmittelwechsel am Referenztag führen Schüler/Studenten durch, die wenigsten HAR. Dies hängt auch mit der Häufigkeit der aushäusigen Aktivitätsausübung zusammen. Die höchste Variation zwischen den einzelnen Personen besteht innerhalb der Gruppe der Vollzeitbeschäftigten.

Die interpersonelle Variation der Anzahl der Verkehrsmittelwechsel beträgt 0,8.

5.3 Dauer der aushäusigen Aktivitäten

Aushäusige Aktivitäten werden in diesem Abschnitt nach dem Grad ihrer Verpflichtung unterschieden; dabei werden reine Aktivitätszeiten ohne Mobilitätszeiten betrachtet. Es kann davon

³⁴ Mittlere Absolutabweichung vom Mittelwert der jeweiligen Personengruppe.

ausgegangen werden, daß es besonders für Aktivitäten mit einem hohen Verpflichtungsgrad schwieriger ist, sie zeitlich zu verschieben oder ausfallen zu lassen.

Speziell sollen Personen mit mehr zeitlichen Optionen von Personen mit weniger zeitlichen Optionen getrennt werden. Es wird die Annahme getroffen, daß vom Ausmaß der Variation der Aktivitätsdauern an Werktagen auf die Flexibilität des Aktivitätsverhaltens geschlossen werden kann. Besonders von Personen mit einer großen Variation bei fakultativen Aktivitäten kann eher erwartet werden, daß diese Aktivitäten auf einen anderen Tag verlegt werden können. In abgeschwächter Form verhält es sich ähnlich bei den Pflichtaktivitäten, falls der Umfang dieser Aktivitäten im Mittel nicht zu groß ist. Personen mit einer geringen Variation werden besonders bei einer hohen Pflichtaktivitätsdauer weniger disponibel agieren können.

Zunächst werden die am Referenztag ermittelten mittleren Dauern der Aktivitäten und die mittleren individuellen Absolutabweichungen vom Personengruppenmittelwert nach beruflichem Status aufgeführt:

Beruflicher Status	Pflichtaktivitäten Dauer [min]			Fakult. Aktivit. Dauer [min]		
	Mittelwert	Absolut-abw. ³⁴	Variat. koeff. [%]	Mittelwert	Absolut-abw. ³⁴	Variat. koeff. [%]
Vollzeitbeschäftigte / in berufl. Ausb.	462	158	36	44	67	166
Teilzeitbeschäftigte	232	152	75	82	81	116
Schüler / Studenten	315	99	40	99	83	101
Hausfrauen / Arbeitslose / Rentner	13	24	453	103	80	100
Alle Personen	246	218	96	79	80	122

Tabelle 30: Mittlere Dauer der aushäusigen Aktivitäten am *Referenztag* nach Verpflichtungsgrad der Aktivitäten. Panel 1997 (gewichtet).

Es wird deutlich, bei welchen Personen ein lediglich geringes und bei welchen ein hohes typisches Zeitbudget für aushäusige fakultative und Pflichtaktivitäten vorliegt. Bezüglich der Dauer der Pflichtaktivitäten zeigen Schüler/Studenten und Vollzeitbeschäftigte einen geringen, Hausfrauen, Arbeitslose und Rentner einen sehr hohen Variationskoeffizienten. Bezüglich der Dauer der fakultativen Aktivitäten ist dies eher bei Vollzeitbeschäftigten der Fall. Das bedeutet, daß die relative Variation interpersonell bei den Personen höher ist, die ein geringes Zeitbudget in der jeweiligen Zeitkategorie aufweisen.

Auffallend hoch ist die mittlere Absolutabweichung der Pflichtaktivitätsdauer aller Personen zum Gesamtmittelwert im Vergleich zu den Abweichungen innerhalb der Personengruppen. Dies zeigt, daß durch die Personengruppenbildung eine relativ starke Homogenisierung des Grundverhaltens in Bezug auf das Pflichtzeitbudget erreicht wird.

Im Vergleich dazu die entsprechenden Werte der täglichen Dauer der aushäusigen Aktivitäten an allen Werktagen:

Beruflicher Status	Pflichtaktivitäten Dauer [min]			Fakult. Aktivit. Dauer [min]		
	Mittelwert	Absolut-abw. ³⁴	Variat. koeff. [%]	Mittelwert	Absolut-abw. ³⁴	Variat. koeff. [%]
Vollzeitbeschäftigte / in berufl. Ausb.	388	196	60	72	80	147
Teilzeitbeschäftigte	185	166	103	102	91	114
Schüler / Studenten	280	129	60	104	93	112
Hausfrauen / Arbeitslose / Rentner	13	24	477	117	96	107
Alle Personen	208	217	114	97	91	122

Tabelle 31: Mittlere Dauer der aushäusigen Aktivitäten an *allen Werktagen* nach Verpflichtungsgrad der Aktivitäten. Panel 1997 (gewichtet).

Im Vergleich zum Referenztag ist die Dauer der Pflichtaktivitäten bei allen Werktagen deutlich geringer, die Dauer der fakultativen Aktivitäten höher, was die Ganglinien der Zeitverbräuche schon gezeigt haben. Dies liegt an der Tatsache, daß an Referenztagen häufig wiederkehrende (Pflicht)aktivitäten im Vergleich zu allen Werktagen überrepräsentiert sind.

Die Absolutabweichungen bei den Zeitbudgets aller Werktage können wieder als Maß für die interpersonelle Variation innerhalb der jeweiligen Personengruppe bzw. für alle Personen interpretiert werden. Es zeigt sich, daß sich Personen mit mehr Verpflichtungen bezüglich ihrer Pflichtaktivitätsdauer an den Referenztagen homogener verhalten als an allen Werktagen. Für die fakultativen Aktivitäten trifft dies ebenfalls zu, allerdings ist das Ausmaß der Verringerung der „Intergruppen-“ Variation nicht so stark. Bezüglich aller Personen ist die Variation an Referenztagen lediglich bezüglich der Dauer der fakultativen Aktivitäten etwas geringer als an allen Werktagen.

5.4 Aktivitätsrhythmen

Das in diesem Abschnitt beschriebene Maß stellt nicht mehr ein Verhaltensmaß an Werktagen oder Referenztagen dar, sondern ist eine intrapersonelle Maßzahl für die Verhaltensvariation im Laufe aller Werktage einer Woche.

Der Aktivitätsrhythmus wird im folgenden definiert als Maß der zeitlichen Übereinstimmung derselben Aktivitätskategorien zwischen Tagen. Es soll gemessen werden, inwieweit ein zeitpunktstabiles, aushäusiges Aktivitätsverhalten über die Werktage einer Person vorliegt.

Pro Zeitabschnitt wird über alle Werktage hinweg die mittlere Anzahl unterschiedlicher aushäusiger Aktivitäten aller Ausgänge bestimmt. Daraus ergibt sich der Grad der täglichen zeitlichen Variation der Aktivitätsausübung. Im einzelnen wird folgendermaßen vorgegangen:

- Unterteilung alle Werktage in 1440 Minutenscheiben.

- Bestimmung der Anzahl der an den Werktagen vorliegenden *unterschiedlichen* aushäusigen Aktivitäten³⁵ pro Minutenscheibe.
- Mittelung dieser Anzahlen über die aktiven Minutenscheiben.

Folgende Abbildung soll die Ganglinie der Anzahl unterschiedlicher aushäusiger Aktivitäten nach beruflichem Status differenziert über die normalen Werktage illustrieren. Im Gegensatz zur später durchgeführten Varianzanalyse ist zu beachten, daß hier die Aktivität ‚zu Hause‘ aus Gründen der Übersichtlichkeit mit der Anzahl 0 eingeht und der (maximal eine) nicht normale Werktag nicht berücksichtigt wird.

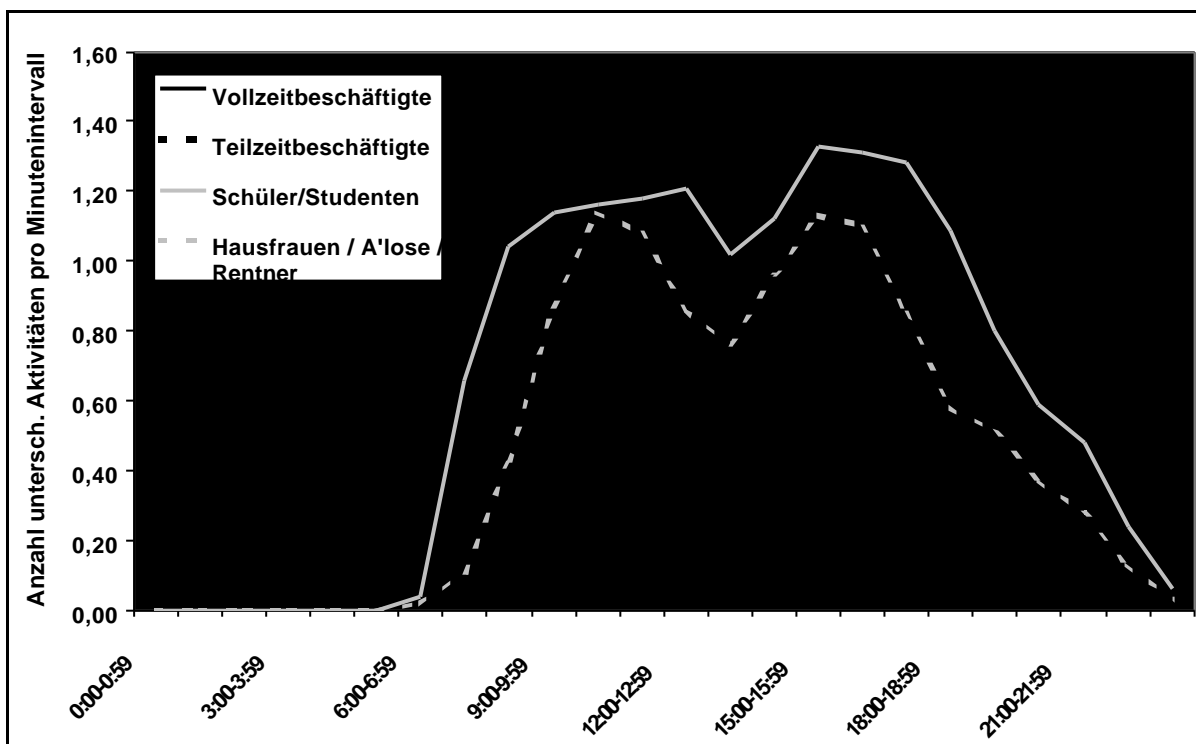


Abbildung 28: Ganglinie der mittleren Anzahl unterschiedlicher aushäusiger Aktivitäten nach beruflichem Status über die normalen Werktage (max.=5). Panel 1997 (gewichtet).

Teilzeitbeschäftigte führen maximal die höchste Anzahl unterschiedlicher aushäusiger Aktivitäten aus, Hausfrauen, Arbeitslose und Rentner über den gesamten Tag hinweg die geringste. Die Anzahl unterschiedlicher aushäusiger Aktivitäten ist über die Tagesstunden verteilt bei berufstätigen Personen und Schüler/Studenten recht ähnlich.

Die hohe Anzahl unterschiedlicher aushäusiger Aktivitäten und die relativ starke Schwankung innerhalb des aktiveren Tagesbereichs bei Teilzeitbeschäftigten verdeutlichen die geringe Gleichförmigkeit des Aktivitätsverhaltens bei dieser Gruppe. Auf deutlich niedrigerem Niveau ist bei Hausfrauen, Arbeitslosen und Rentnern der qualitative Verlauf der Kurve ähnlich.

³⁵ Aktivitäten beinhalten hier auch Wegezeiten (zu den Aktivitätsorten). Die Aktivitäten werden innerhalb des betreffenden Ausgangs der jeweiligen Hauptaktivität zugeordnet, so daß jeder Ausgang nur eine Aktivität

5.5 Anfangs- und Endzeit des Hauptausgangs

Die im letzten Abschnitt diskutierten Aktivitätsrhythmen machen eine Aussage über die zeitliche Variation aller aushäusiger Aktivitäten an Werktagen, das heißt auch sämtlicher Nebenaktivitäten. Im Hinblick auf die Relevanz der Ausgänge und die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Tagen spielen die Hauptausgänge jedoch eine weitaus größere Rolle. Weil sie darüber hinaus eine hohe Bedeutung für die Spitzenbelastungen haben, werden die Anfangs- und Endzeiten des täglichen Hauptausgangs gesondert untersucht. Die folgende Tabelle zeigt die an den mobilen Referenztagen berichteten mittleren Anfangs- und Endzeiten des täglichen Hauptausgangs nach der am stärksten diskriminierenden soziodemographischen Variable, dem beruflichen Status:

Beruflicher Status	Mittlere Anfangszeit		Mittlere Endzeit	
	Mittelwert [Uhrzeit]	Absolutabw. ³⁴ [min]	Mittelwert [Uhrzeit]	Absolutabw. ³⁴ [min]
Vollzeitbeschäftigte / in berufl. Ausb.	7:43	95	16:33	121
Teilzeitbeschäftigte	9:10	134	14:07	163
Schüler / Studenten	8:08	98	14:55	106
Hausfrauen / Arbeitslose / Rentner	11:09	142	13:15	176
Alle Personen	8:51	144	14:43	168

Tabelle 32: Mittlere tägliche Anfangs- und Endzeiten des Hauptausgangs an mobilen *Referenztagen*. Panel 1997 (gewichtet).

Interessant ist, die tägliche Variation der Endzeiten der Hauptausgänge intrapersonell zu untersuchen, da mittlere Werte etwa von Vollzeitbeschäftigten aufgrund von u.U. intrapersonell immer vorhandenen oder immer fehlenden Mittagspausen ein verzerrtes Bild von der nicht vorhandenen Variation zeigt. Bei Teilzeitbeschäftigten, die in der Woche sowohl am Vormittag als auch am Nachmittag arbeiten, wird selbst eine intrapersonelle Betrachtung eine hohe Variation ergeben. Insgesamt ergeben sich bei Schüler/Studenten die geringsten interpersonellen Variationen (Absolutabweichungen vom Gruppenmittelwert) zwischen den Referenztagen.

In der folgenden Tabelle sind die Zeiten für alle mobilen Werktage aufgeführt:

Beruflicher Status	Mittlere Anfangszeit		Mittlere Endzeit	
	Mittelwert [Uhrzeit]	Absolutabw. ³⁴ [min]	Mittelwert [Uhrzeit]	Absolutabw. ³⁴ [min]
Vollzeitbeschäftigte / in berufl. Ausb.	8:10	109	16:14	140
Teilzeitbeschäftigte	9:50	154	14:23	167
Schüler / Studenten	8:40	122	14:37	127
Hausfrauen / Arbeitslose / Rentner	11:12	154	13:36	189
Alle Personen	9:31	152	14:50	176

Tabelle 33: Mittlere tägliche Anfangs- und Endzeiten des Hauptausgangs an mobilen *Werktagen*. Panel 1997 (gewichtet).

Die Anfangszeiten der Hauptausgänge aller mobilen Werktage liegen später als die der Referenztage, die Endzeiten ähneln sich relativ stark. Wie bei den Zeitbudgets können auch hier die Absolutabweichungen an allen Werktagen als Maß für die interpersonelle Variationen im Verlauf der fünf Werktage interpretiert werden. Es zeigt sich wieder eine höhere interpersonelle Homogenität an den Referenztagen.

Im nächsten Kapitel werden diese interpersonellen Variationen mit den ebenfalls nach dem beruflichen Status differenzierten intrapersonellen Variationen verglichen.

5.6 Zeitliche Gebundenheit

Die in diesem und im nächsten Abschnitt untersuchten Maße treffen Aussagen über das Ausmaß der zeitlichen Gebundenheit und der subjektiven Einschätzung des eigenen Zeittyps. Die Analysen werden mit Hilfe des Zeitbudgetdatensatzes durchgeführt, der diese Variablen beinhaltet.

Die zeitliche Gebundenheit spielt bezüglich der Anzahl der individuellen Freiheitsgrade eine entscheidende Rolle. Eine hohe zeitliche Gebundenheit begrenzt die Dispositionsmöglichkeiten; umgekehrt bedeutet eine geringe Gebundenheit allerdings nicht unbedingt eine starke Reaktionsmöglichkeit. Um diese Möglichkeiten genauer quantifizieren zu können, treten subjektive Einschätzungen über den eigenen Zeittyp („wie spontan bin ich?“) hinzu. Dieser wird im nächsten Abschnitt untersucht.

Die hier entwickelte Definition der zeitlichen Gebundenheit verwendet das in den Zeitbudgetdaten enthaltene Konzept³⁶ der Kategorisierung der Zeit in die drei Bereiche [STATISTISCHES BUNDESAMT, 1999, VI 11]:

1. Öffentliche Zeit.
2. Familiäre Zeit.
3. Persönliche Zeit.

Wesentlich ist, daß sich bei dieser Kategorisierung in Bezug auf den Grad der Gebundenheit eine Hierarchie bilden läßt:

Öffentliche Zeit > Familiäre Zeit > Persönliche Zeit

Um dieser Hierarchie gerecht zu werden, wird in der Auswertung die öffentliche Zeit doppelt bewertet und die familiäre Zeit einfach. Die individuelle zeitliche Gebundenheit berechnet sich dann folgendermaßen:

$$\text{GradderGebundenheit} = \frac{2 * \text{ÖffentlicheZeit}[\text{Min.proTag}] + \text{FamiliäreZeit}[\text{Min.proTag}]}{2 * 1440[\text{Min.proTag}]}$$

Bei der später durchgeführten Varianzanalyse wird der Grad der Gebundenheit auf das Intervall [0,100%] normiert. 100% entspricht dann der maximal möglichen Gebundenheit, das heißt der Situation, in der der gesamte Tag der öffentlichen Zeit gewidmet wird.

Vollzeitbeschäftigte Personen sind zeitlich am stärksten gebunden, nicht Erwerbstätige am geringsten.

5.7 Subjektive Flexibilität

In diesem Abschnitt soll die Flexibilität von Verkehrsteilnehmern geeignet quantifiziert werden. Dies geschieht mit Hilfe der im Zeitbudgetdatensatz enthaltenen Variablen ‚Zeittyp‘. Diese beschreibt, in welche der folgenden Kategorien sich die befragten Personen in Bezug auf ihren Zeittyp einschätzen:

- Spontane Zeiteinteilung
- Geplante Zeiteinteilung
- Nicht einzuordnen

Der Zeittyp läßt Aussagen zu über die Bereitschaft, das Verhalten innerhalb des Handlungsspielraums einer geänderten Situation anzupassen.

Um eine Varianzanalyse durchführen zu können, die zu Ergebnissen führt, die mit den Analysen der anderen Variationsindikatoren vergleichbar sind, wird jeder der Zeittypkategorien ein numerischer Wert für das Ausmaß der Spontaneität zugeordnet:

- Spontane Zeiteinteilung: Spontaneitätsgrad 1

³⁶ Details sowie weiterführende Literatur können aus der angegebenen Quelle entnommen werden. Eine Erläuterung der drei Zeitkategorien findet sich in Tabelle 7.

- Geplante Zeiteinteilung: Spontaneitätsgrad 0
- Nicht einzuordnen: Spontaneitätsgrad 0,5

Mit Hilfe eines χ^2 -Tests kann die am stärksten diskriminierende Größe, das Alter, ermittelt werden. Personen zwischen 12 und 17 Jahren haben einen mittleren Spontaneitätsgrad von 0,73, Personen über 70 Jahre einen mittleren Spontaneitätsgrad von 0,38. Die genauen Zusammenhänge werden im nächsten Kapitel dargestellt.

6. INTRAPERSONELLE VARIATION UND DISKRIMINIERENDE PERSONENMERKMALE

In diesem Kapitel werden Personengruppen identifiziert, die sich bezüglich der Variation ihres intrapersonellen Verkehrsverhaltens im Laufe aller Werktage der Berichtswoche möglichst stark voneinander unterscheiden. Danach werden die entsprechenden Unterschiede berechnet. Als Datenbasis werden die Berichtswochen sämtlicher³⁷ Wellen berücksichtigt, wobei hier lediglich die Verhaltensvariation von Personen innerhalb einer Welle betrachtet wird. Die Verhaltensänderung zwischen Wellen wird in Kapitel 7 untersucht.

Die im letzten Kapitel entwickelten Maße lassen durch einen intrapersonellen Vergleich der einzelnen Werktage mit dem Referenztag Aussagen zu über das Ausmaß der Variation des Verhaltensmusters, des Aktivitätsrhythmus', der Gebundenheit und der subjektiven Flexibilität. Es wird beschrieben, wie diese Variationsindikatoren mit den zur Verfügung stehenden soziodemographischen Variablen in Zusammenhang gebracht werden können. Das verwendete statistische Instrument ist dabei die Varianzanalyse.

In den aufgeführten Tabellen werden lediglich diejenigen soziodemographischen Variablen aufgelistet, die die höchste Signifikanz besitzen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit und der zum Teil starken Multikollinearität* der untersuchten soziodemographischen, unabhängigen* Variablen wird eine Beschränkung auf meist maximal zwei Variablen vorgenommen. Abbruchkriterium bei der Auswahl ist ein starker Rückgang beim F-Wert* der Variablen im Vergleich zur nächst weniger signifikanten Variablen³⁸. Dabei ist zu beachten, daß hier der F-Wert einer Variablen, das heißt der Beitrag der Variablen zur Erklärung der Variation der abhängigen Variable, nach Bereinigung* um sämtliche anderen sich bereits im Modell befindenden Variablen berechnet wird. Das bedeutet, daß die Variable im multiplen Modell als letzte Variable ins Modell einbezogen wird [SCHUEMER, STRÖHLEIN und GOGOLOK, 1990].

Die Voraussetzung für die Gültigkeit der Resultate der Varianzanalyse besteht darin, daß die Residuen* unabhängig normalverteilt sind [CHATTERJEE und PRICE, 1977]. Eine Analyse der Residuen ergibt, daß diese Voraussetzung auf der Grundlage des sehr empfindlichen Kolmogoroff-Tests* nicht gegeben ist, allerdings ist das Signifikanzniveau nicht sehr hoch. Da die dem linearen Modell zugrundeliegende Methode der kleinsten Quadrate robust gegenüber geringfügigen Verletzungen dieser Voraussetzung ist, werden die vorliegenden Resultate als nicht kritisch betrachtet.

³⁷ Die Datensätze gehen gewichtet in die Analyse ein, Verzerrungen bezüglich Personen- und Haushaltsmerkmalen werden also ausgeglichen.

³⁸ Vgl. die FORWARD-Option im Regressionsmodell [SCHUEMER, STRÖHLEIN und GOGOLOK, 1990, 130]

Die ausgewiesenen Bestimmtheitsmaße* (R^2) der Varianzmodelle erscheinen auf den ersten Blick relativ niedrig. Dabei muß jedoch berücksichtigt werden, daß das Bestimmtheitsmaß als Quotient aus der Modellquadratsumme^{39*} und der gesamten* Quadratsumme definiert ist. Setzt man diese in das Verhältnis zu den jeweiligen Freiheitsgraden*, resultieren relativ hohe F-Werte. Diese bestimmen die Güte des Modells, d.h. die Relevanz der betrachteten unabhängigen Variablen. Der Sinn der in diesem Kapitel durchgeführten Varianzanalysen liegt nicht darin, möglichst hohe Bestimmtheitsmaße zu finden, sondern geeignete soziodemographische Variablen, die in der Lage sind, die Variation der betrachteten Verhaltens- und Variationsindikatoren zu erklären. Hier spielt der F-Wert eine weitaus größere Rolle, weil dieser auch die Anzahl der Ausprägungen der unabhängigen Variablen berücksichtigt.

Inhaltlich rühren die geringen Bestimmtheitsmaße in erster Linie aus dem Umstand einer immer stärkeren Ausdifferenzierung der Bevölkerung. Das heißt, daß sich – im Gegensatz zur Vergangenheit – mittels der zur Verfügung stehenden Personenkategorien immer schwieriger „verhaltenshomogene“ Bevölkerungsklassen bilden lassen [SCHMIEDEL, 1984]. Klassische Schichten oder, allgemeiner, in der amtlichen Statistik verfügbare Personenkategorien sind also immer weniger in der Lage, die Bevölkerung bezüglich der untersuchten abhängigen Verhaltensvariablen zu diskriminieren. Dies ist auch der Grund, weshalb neue Kategorien wie Lebensstilgruppen immer stärker Eingang auch in quantitative Untersuchungen erfahren [etwa SCHNEIDER und SPELLERBERG, 1999].

In den Tabellen, die die Ergebnisse der Varianzanalysen dokumentieren, sind das Bestimmtheitsmaß R^2 , der F-Wert und die Stichprobengröße des Modells aufgeführt, das sich unter Verwendung der aufgelisteten unabhängigen Variablen ergibt. Die verwendeten unabhängigen Variablen werden zusammen mit ihrem F-Wert und ihrer Signifikanz in der ersten Spalte aufgelistet, in der zweiten die Ausprägungen. Danach folgen die 95%-Konfidenzintervalle für die geschätzten Mittelwerte der einzelnen Ausprägungen der abhängigen Variablen. Der Mittelwert kann als Ausmaß der intrapersonellen Variation in der entsprechenden Personengruppe aufgefaßt werden. Dieser Mittelwert wird mit den in Kapitel 5 berechneten interpersonellen Variationen verglichen.

In den beiden rechten Spalten wird die Schätzung der bereinigten Mittelwerte der einzelnen Ausprägungen zusammen mit ihren Standardschätzfehlern ausgewiesen.

Werte, auf die in der Interpretation spezieller eingegangen wird, sind grau unterlegt dargestellt.

³⁹ Besser bekannt unter der englischen Bezeichnung „explained sum of squares“. Hier wird zur Berechnung der F-Werte der unabhängigen Variablen die sog. „Type III sum of squares“ verwendet, [SCHUEMER, STRÖHLEIN und GOGOLOK, 1990].

6.1 Schätzung bereinigter Mittelwerte

Im Rahmen des allgemeinen linearen Modells können nicht nur einfache Mittelwerte geschätzt werden, sondern auch die um die übrigen Variablen bereinigten Mittelwerte⁴⁰. Eine entsprechende Option ist in der verwendeten Prozedur GLM (General Linear Model) [SCHUEMER, STRÖHLEIN und GOGOLOK, 1990] implementiert. Bereinigte Mittelwerte können als Mittelwerte unter der Ceteris paribus Bedingung interpretiert werden, d.h. andere, kovariierende unabhängige Variablen werden (künstlich) konstant gehalten.

Ein Beispiel soll das Konzept der bereinigten Mittelwerte erläutern [FREUND und LITTELL, 1981, 110 f]:

Angenommen, es wird ein Versuch mit zwei unabhängigen Variablen (A und B) und einer abhängigen Variablen (Y) durchgeführt. Es soll gezeigt werden, wie Y von A und B abhängt. Die Variable A habe zwei, die Variable B drei Ausprägungen. Insgesamt werden 18 Versuche mit folgenden Beobachtungswerten durchgeführt:

Beobachtung	A	B	Y
1	1	1	5
2	1	1	6
3	1	2	2
4	1	2	3
5	1	2	5
6	1	2	6
7	1	2	7
8	1	3	3
9	2	1	2
10	2	1	3
11	2	2	8
12	2	2	8
13	2	2	9
14	2	3	4
15	2	3	4
16	2	3	6
17	2	3	6
18	2	3	7

Tabelle 34: Beispiel für die Ausprägung einer abhängigen Variable (Y) in Abhängigkeit von zwei unabhängigen Größen (A und B). Quelle: [FREUND und LITTELL, 1981, 110].

Die im linearen Modell geschätzten (unbereinigten⁴¹) und bereinigten Mittelwerte der Faktorstufen von A und B gestalten sich wie folgt:

⁴⁰ Die bereinigten Mittelwerte entsprechen bei der Schätzung der Regressionsgleichung im Falle metrisch skaliertter unabhängiger Variablen den Regressionskoeffizienten.

⁴¹ Zur Unterscheidung von den bereinigten Mittelwerten wird der (gewöhnliche) arithmetische Mittelwert im folgenden z.T. als 'unbereinigter Mittelwert' bezeichnet.

Faktor	Faktorstufen	Anzahl Beobachtungen	(unbereinigte) Mittelwerte von Y	Bereinigte Mittelwerte von Y
A	1	8	4.625	4.366
	2	10	5.700	5.411
B	1	4	4.000	4.000
	2	8	6.000	6.466
	3	6	5.000	4.200

Tabelle 35: (unbereinigte) Mittelwerte und bereinigte Mittelwerte.

Lediglich für die Ausprägung B=1 werden dieselben Mittelwerte geschätzt, da diese Ausprägung in Bezug auf den Faktor A „balanciert“ ist, das heißt für B=1 existieren gleich häufig die Ausprägungen A=1 und A=2.

Die unterschiedlichen Schätzwerte können durch die unterschiedlichen Schätzer der Mittelwerte im varianzanalytischen Modell ausgedrückt werden. Dies wird am Beispiel der Ausprägung B=3 verdeutlicht:

Der (unbereinigte) Mittelwert 5,0 für B=3 ist ein Schätzer der Gleichung:

$$(\mu_1 + 5\mu_2) / (1 + 5), \text{ wobei } \mu_1 \text{ den Erwartungswert von B für A=1, } \mu_2 \text{ für A=2 bezeichnet.}$$

Der bereinigte Mittelwert 4,2 für B=3 ist ein Schätzer der Gleichung:

$$(\mu_1 + \mu_2) / 2$$

Mit anderen Worten: der (unbereinigte) Mittelwert ist eine Funktion der Stichprobengröße, der bereinigte nicht. Der bereinigte Mittelwert ergibt sich also als Mittelwert der um die ungleiche Besetzung in den Stufen von A bereinigten Anzahlen:

$$\text{Mittelwert von Y über B=3 für A=1: (N=1) 3}$$

$$\text{Mittelwert von Y über B=3 für A=2: (N=5) 5,4}$$

Der Mittelwert dieser beiden Mittelwerte beträgt 4,2, was dem bereinigten Mittelwert für B=3 entspricht.

Auf diese Weise kann der Einfluß einzelner Effekte alleine, das heißt unabhängig von Korrelationen mit den anderen unabhängigen Variablen abgeschätzt werden. Eine solche sogenannte Kollinearität* liegt etwa zwischen dem Status der Berufstätigkeit (z.B. Schüler) und dem Verkehrsmitteltyp (z.B. ÖV-Benutzer) vor, da der Status Schüler / Student eng mit dem Status ÖV-Benutzer korreliert.

Mit Hilfe der ‚predicted‘-Anweisung [SAS INSTITUTE INC., 1994b] können die nach den Ausprägungen der signifikanten unabhängigen Variablen differenzierten, durch das lineare Modell geschätzten Mittelwerte der abhängigen Variablen bestimmt werden. Dies ist wichtig bei der Übertragung⁴² der Ergebnisse, die mit den Zeitbudgetdaten berechnet werden, auf die Paneldaten. In Abhängigkeit von der Ausprägung der gemeinsamen signifikanten unabhängigen Variablen werden den Paneldatensätzen die predicted-Werte des Zeitbudgetdatensatzes für die abhängigen Variablen ‚zeitliche Gebundenheit‘ und ‚subjektive Flexibilität‘ zugespielt.

6.2 Variation des Aktivitätsmusters

Folgende Tabelle gibt Auskunft darüber, wie stark die werktäglichen Aktivitätsmuster variieren. Gemessen werden die mittleren Abweichungen der fünf Werktagsaktivitätsmuster zum Aktivitätsmuster des jeweiligen Referenztages. Im Gegensatz zur Definition der *Ähnlichkeit* von Aktivitätsmustern (Tabelle 20) beträgt bei der hier verwendeten *Unähnlichkeit* (mittlere Abweichung) das Minimum der intrapersonellen Differenz 0. Das bedeutet, daß das maßgebliche Muster aller Werkstage mit dem des Referenztages übereinstimmt. Das Maximum ist 15, das heißt keine Spalte der maßgeblichen Werktagsmuster stimmt mit der des Referenztages überein.

Da der berufliche Status im Modell unter Einbezug aller in Tabelle 75 und Tabelle 76 aufgeführten unabhängigen Variablen mit einem F-Wert von 105,3 die anderen Variablen deutlich dominiert⁴³, verbleibt alleine die unabhängige Variable ‚beruflicher Status‘ im Modell. Dadurch erhöht sich der F-Wert des Modells auf 311,3 gegenüber 24,3 unter Einbezug aller Variablen.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Mittelwert aller Personen: 3,1	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke	Obere Schranke	Schätzung Mittelwert	Standard- fehler
Beruflicher Status 311,3 0,001	Vollzeit / in berufl. Ausb.	2,3	2,5	2,4	0,03
	Teilzeit	3,5	3,7	3,6	0,06
	Schüler / Studenten	2,4	2,6	2,5	0,06
	Hausfrau/Arb.löser/ Rentner	3,6	3,8	3,7	0,03

Tabelle 36: Mittlere Abweichung der werktäglichen Aktivitätsmuster (Unähnlichkeit) vom Referenztag, $R^2=0,14$; Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.

Da im Modell lediglich eine unabhängige Variable verwendet wird, stimmen die geschätzten bereinigten Mittelwerte natürlich mit den (unbereinigten) Mittelwerten überein. Vollzeitberufstätige Personen haben aufgrund der Regelmäßigkeit ihrer beruflichen Verpflichtungen, Personen in Ausbildung aufgrund der Regelmäßigkeit ihrer Ausbildungsverpflichtungen eine erheblich geringere Variation ihres Aktivitätsverhaltens als Personen mit einem anderen beruflichen Status.

Im folgenden wird exemplarisch für die in den nachfolgenden Abschnitten durchgeführten Varianzanalysen die Verteilung der Residuen der Unähnlichkeit der Aktivitätsmuster vom Referenztag illustriert, falls in das Varianzmodell lediglich der berufliche Status eingeht:

⁴² Sog. Data-Merging*.

⁴³ Die nächstwichtigste Variable Verkehrsmitteltyp besitzt im kompletten Modell* einen auf dem 1%-Niveau signifikanten F-Wert von lediglich 17,1.

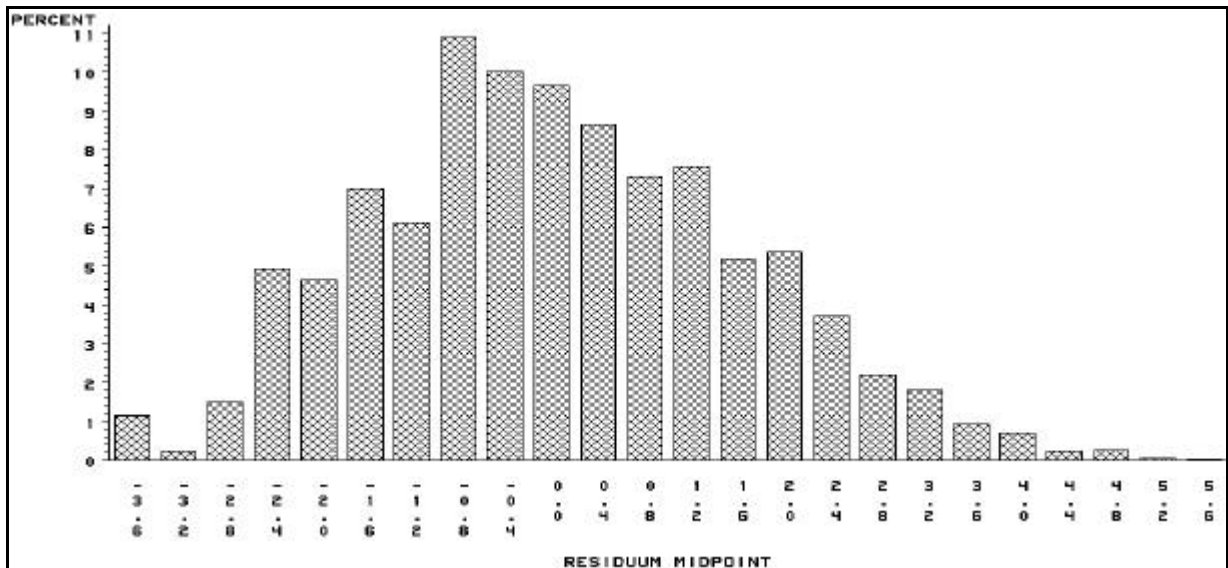


Abbildung 29: Verteilung der Residuen der Variation der Aktivitätsmuster, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.

Obwohl diese Verteilung augenscheinlich einer Normalverteilung ähnlich ist, wird die Hypothese, die Residuenverteilung entstamme einer normalverteilten Grundgesamtheit, auf Basis des Kolmogoroff-Tests auf dem 5%-Niveau abgelehnt.

Im folgenden werden die auf Seite 60 beschriebenen alternativen Gewichtungsverfahren zur Ermittlung der intrapersonellen Variation des Aktivitätsmusters verwendet und ebenfalls einer Varianzanalyse unterzogen. Hiermit soll gezeigt werden, daß die Ergebnisse der Varianzanalyse gegenüber des speziellen Gewichtungsverfahrens der Unähnlichkeit der maßgeblichen Hauptaktivitäten unempfindlich sind. Die Verhältnisse der Gewichtung der Unterschiede der maßgeblichen Hauptaktivitäten betragen beim ursprünglichen Gewichtungsverfahrens 1:8:4:2 (vgl. Tabelle 20), bei der Gewichtung der Unterschiede nach dem Zeitbudget der maßgeblichen Ausgänge etwa 1:50:9:2 (vgl. Tabelle 10).

1. Uniforme Gewichtung der Spalten der maßgeblichen Muster

Folgende Tabelle enthält die zu Tabelle 36 analogen Statistiken für die erste alternative Gewichtung, das heißt unter Zugrundelegung desselben Gewichts (=1) für Unterschiede in jeder der maßgeblichen Hauptaktivität.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Mittelwert aller Personen: 0,61	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke	Obere Schranke	Schätzun- g Mittelwer- t	Standard- fehler
Beruflicher Status 122,4 0,001	Vollzeit / in berufl. Ausb.	0,50	0,53	0,52	0,01
	Teilzeit	0,72	0,77	0,75	0,01
	Schüler / Studenten	0,54	0,59	0,57	0,01
	Hausfrau/Arb.loser/ Rentner	0,65	0,68	0,67	0,01

Tabelle 37: Mittlere Abweichung der werktäglichen Aktivitätsmuster (Unähnlichkeit) vom Referenztag, *uniforme Gewichtung* der Spaltenabweichung, $R^2=0,06$; Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.

Zunächst fällt auf, daß die Güte des Modells (F-Wert) und das Bestimmtheitsmaß (R^2) gegenüber dem ursprünglichen Gewichtungsverfahren zurückgehen. Nach wie vor zeigen Vollzeitberufstätige und Personen in Ausbildung die geringste Variation, die Variation von Teilzeitbeschäftigten übertrifft hier allerdings die von Hausfrauen, Arbeitslosen und Rentnern. Aufgrund der geringeren Gewichtung der Hauptaktivität zeigt dies die vergleichsweise geringere Variation der Hauptaktivität bei teilzeitbeschäftigten Personen gegenüber Hausfrauen, Arbeitslosen und Rentnern.

2. Gewichtung der Unterschiede der Spalten nach dem Zeitbudget der maßgeblichen Ausgänge

In Tabelle 38 sind die zu Tabelle 37 analogen Statistiken für die Gewichtung nach dem mittleren Zeitbudget jedes maßgeblichen Ausgangs aufgeführt.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Mittelwert aller Personen: 82,9	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke	Obere Schranke	Schätzun- g Mittelwer- t	Standard- fehler
Beruflicher Status 463,2 0,001	Vollzeit / in berufl. Ausb.	55,6	60,2	57,9	1,2
	Teilzeit	92,4	100,4	96,4	2,1
	Schüler / Studenten	48,2	56,3	52,2	2,1
	Hausfrau/Arb.loser/ Rentner	109,4	113,8	111,6	1,1

Tabelle 38: Mittlere Abweichung der werktäglichen Aktivitätsmuster (Unähnlichkeit) vom Referenztag, Gewichtung der Spaltenabweichung nach dem *Zeitbudget der Ausgänge*, $R^2=0,19$; Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.

Durch die stärkere Differenzierung der Spalten erhöhen sich Signifikanz und Bestimmtheitsmaß des Modells. Personen in Vollzeitbeschäftigung und Schüler/Studenten zeigen ähnlich geringe, Teilzeitbeschäftigte und Hausfrauen/Arbeitslose/Rentner ähnlich hohe mittlere Unähnlichkeiten zum Aktivitätsmuster des Referenztages.

Die unter Zugrundelegung dieser Gewichtung berechneten Ergebnisse entsprechen relativ gut den Resultaten, die auf der Basis des ursprünglichen Gewichtungsverfahrens gewonnen wurden. Es zeigt sich die Bedeutung der Hauptaktivität in Bezug auf die Unempfindlichkeit der Gewichtung der Spalten der maßgeblichen Muster.

Aufgrund der Ergebnisse dieser einfachen Sensitivitätsanalyse kann angenommen werden, daß die untersuchten varianzanalytischen Verfahren unempfindlich gegenüber den speziellen Gewichtungsverhältnissen der einzelnen maßgeblichen Hauptaktivitäten sind. Dies gilt, falls der hohen Bedeutung des Hauptausgangs durch eine höhere Gewichtung Rechnung getragen wird.

Anwendung: Stabilität der Hauptaktivität

Eine für die Planungspraxis relevante Anwendung könnte sich auf die intrapersonelle Stabilität der Hauptaktivität des Referenztages beziehen. Ausgehend vom Referenztag ist die Frage interessant, an wie vielen Werktagen dieselbe Hauptaktivität ausgeübt wird und an wie vielen ein Wechsel stattfindet. In der folgenden Übergangsmatrix wird die Übergangswahrscheinlichkeit der Hauptaktivität *ausgehend vom Referenztag* betrachtet. Wer etwa am Referenztag die Hauptaktivität Arbeit ausübt, führt diese zu 86% an einem beliebigen Werktag ebenfalls durch. Insgesamt entspricht die Hauptaktivität an 78,2% aller Werktage derjenigen des Referenztages (Mittelwert der Elemente der Hauptdiagonalen). Die Werte sind auf volle % gerundet.

Hauptaktivität Referenztag	Alle Werktage [%]	Leer (immobil)	Arbeit	Dienst- lich	Ausbil- dung	Ein- kauf	Frei- zeit	Service
Leer (immobil)		64	2	2	1	21	8	2
Arbeit		1	86	4	1	4	2	2
Dienstlich		2	12	71	1	7	3	3
Ausbildung		2	2	1	89	3	3	1
Einkauf		7	1	1	1	70	15	5
Freizeit		8	1	2	1	25	62	2
Service		4	2	2	1	19	8	65
Summe		88	106	83	95	149	101	80

Tabelle 39: Stabilität der Hauptaktivität aller Werktage ausgehend von der Hauptaktivität des Referenztages, Panel 1994-1999 (gewichtet), 29755 Personentage.

Am stabilsten ist erwartungsgemäß die Hauptaktivität Ausbildung, gefolgt von Arbeit. Relativ stabil ist auch die Hauptaktivität Dienstlich, die nur an 12% aller Werktage gegen eine Arbeitsaktivität „getauscht“ wird. Eine mittelhohe Stabilität besitzt die Hauptaktivität Einkauf, eine geringere die Hauptaktivität Service, ‚leer‘ und Freizeit. Bei der Referenzhauptaktivität* Einkauf stellt die Alternative tendenziell Freizeit dar, bei der Referenzhauptaktivität Service ist die Alternative Einkauf und bei der Referenzhauptaktivität Freizeit ebenfalls Einkauf. Dies zeigt auch die hohe „Attraktivität“ der Hauptaktivität Einkauf, falls die Hauptaktivität am Referenztag nicht Einkauf ist.

Auch eine nach geeigneten Personenkategorien differenzierte Stabilität der Hauptaktivität des Referenztages läßt sich untersuchen. Diskriminierende Personengruppen können mit Hilfe eines Chi²-Tests identifiziert werden. Mit dessen Hilfe wird der Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Stabilität der Hauptaktivität und den soziodemographischen Größen geprüft. Der berufliche Status⁴⁴ und das Alter⁴⁵ diskriminieren am stärksten. In Zusammenhang mit dem beruflichen Status läßt sich die Abweichung der unter Annahme der Unabhängigkeit der Stabilität vom beruflichen Status zu erwartenden von der tatsächlichen Stabilität folgendermaßen darstellen:

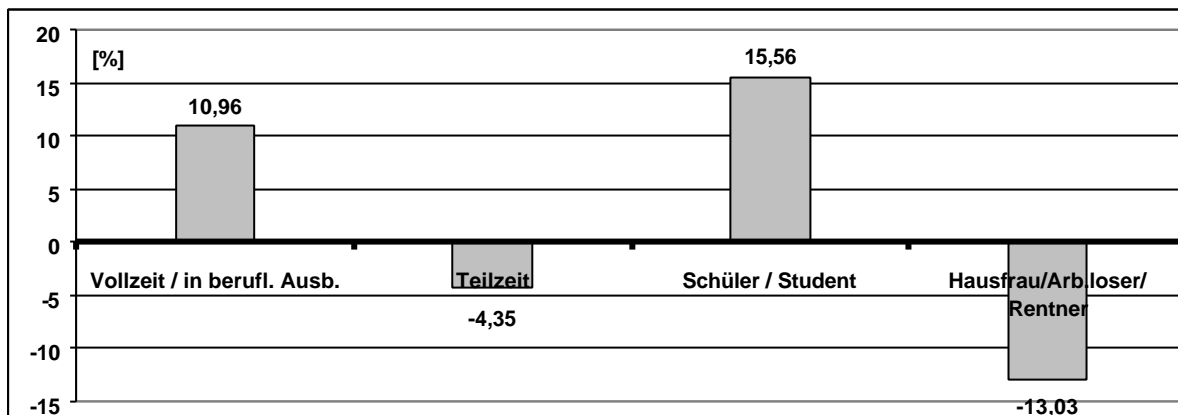


Abbildung 30: Prozentuale Abweichung des Anteils der stabilen Hauptaktivitäten aufgrund der Berufsgruppenzugehörigkeit, Panel 1994-1999 (gewichtet), 29755 Personentage.

Personen mit einem wenig variablen Aktivitätsverhalten (Vollzeit, in Ausbildung) zeigen häufiger als unter Annahme der Unabhängigkeit erwartet eine mit dem Referenztag übereinstimmende Hauptaktivität. Das bedeutet wiederum eine geringere Variation der Hauptaktivität bei diesen Personengruppen. Umgekehrt verhält es sich bei Personen mit einem variablen Aktivitätsverhalten, besonders bei Hausfrauen, Arbeitslosen und Rentnern.

Dies konnte aufgrund der Stabilität der Hauptaktivitäten in Tabelle 39 erwartet werden, da Personen in Vollzeit oder in Ausbildung eher stabile, Hausfrauen, Arbeitslose und Rentner eher instabile Hauptaktivitäten am Referenztag aufweisen.

Betrachtet man die Verteilung der Anzahl Werkstage mit der Hauptaktivität *Arbeit* von Vollzeitbeschäftigten unter der Voraussetzung, daß die Hauptaktivität *am Referenztag Arbeit* ist, ergeben sich nach dem Alter differenziert folgende Verteilungen:

⁴⁴ Kontingenzkoeffizient=0,22.

⁴⁵ Kontingenzkoeffizient=0,17.

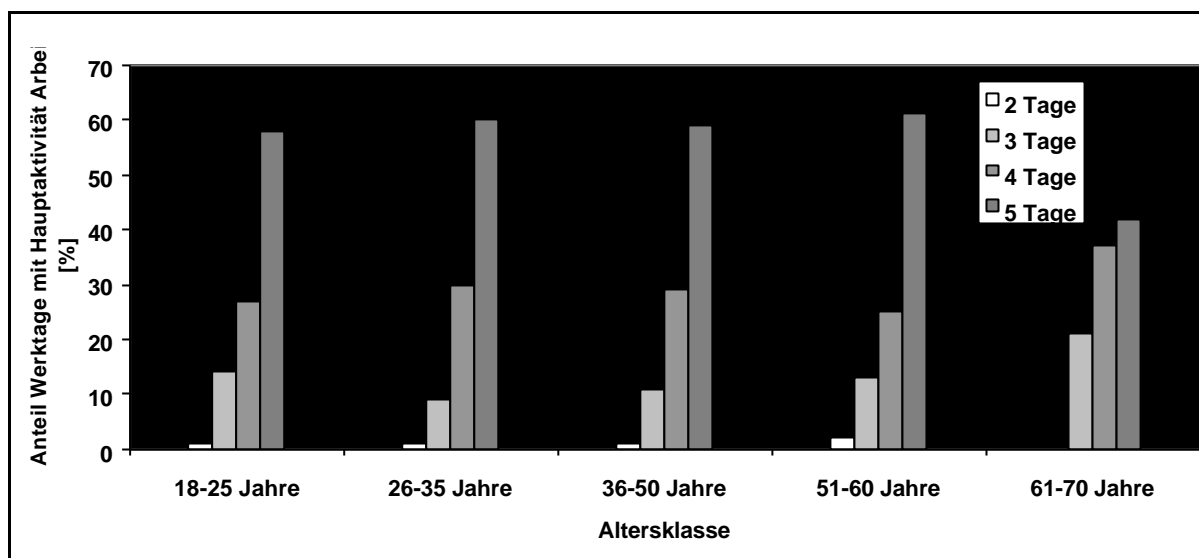


Abbildung 31: Verteilung der Anzahl Werktage mit Hauptaktivität Arbeit bei Vollzeitbeschäftigten mit Referenzhauptaktivität Arbeit, Panel 1994-1999 (gewichtet), 10960 Personentage.

Während Vollzeitbeschäftigte unter 61 Jahren eine ähnliche Verteilung mit im Mittel 4,4 Tagen mit Hauptaktivität Arbeit aufweisen, deutet die Verteilung bei 61-70 Jährigen auf eine geringere Anzahl von Arbeitstagen hin (Mittelwert 3,6 Tage). Dies kann die Folge von Altersteilzeit oder auch einer höheren Zahl von Krankheitstagen sein. Letzteres kann ausgeschlossen werden, da die mittlere Anzahl von Krankheitstagen bei der Gruppe der 61-70 Jährigen niedriger liegt als bei den jüngeren Vollzeitbeschäftigten.

6.3 Variation des Verkehrsmittelmusters

Analog zur Untersuchung des Ausmaßes der Variation des Aktivitätsverhaltens wird auch bezüglich des Ausmaßes der Variation des Verkehrsmittelmusters eine Varianzanalyse durchgeführt. Auch hier werden die Abweichungen vom jeweiligen Referenzverkehrsmittelmuster wie in Tabelle 20 gemessen. Die minimale Variation beträgt wie oben 0, das heißt alle Werktage stimmen in ihrer Verkehrsmittelstruktur mit dem jeweiligen Referenzverkehrsmittelmuster überein, die (theoretisch) maximale 15, das heißt keine Spalte des maßgeblichen Verkehrsmittelmusters der Werktage stimmt mit der des Verkehrsmittelmusters überein.

Der berufliche Status dominiert im Modell unter Einbezug aller in Tabelle 75 und Tabelle 76 aufgeführten unabhängigen Variablen mit einem F-Wert von 44,9 die anderen Variablen wieder, aber auch der Verkehrsmitteltyp (F-Wert 18,8) ist zur Erklärung der Variation des Verkehrsmittelmusters von Relevanz⁴⁶. Somit verbleiben die unabhängigen Variablen beruflicher Status und Verkehrsmitteltyp im untersuchten Modell.

⁴⁶ Die nächstwichtigste Variable Schulabschluß hat einen F-Wert von 11,3. Das komplette Modell mit allen potentiellen unabhängigen Variablen hat einen F-Wert von 18,6.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Mittelwert aller Personen: 2,6	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke	Obere Schranke	Schätzun g Mittelwer t	Standard- fehler
Beruflicher Status 168,9 0,001	Vollzeit / in berufl. Ausb.	2,0	2,1	2,1	0,04
	Teilzeit	2,7	2,8	2,9	0,06
	Schüler / Studenten	2,3	2,4	2,4	0,06
	Hausfrau/Arb.loser/ Rentner	3,1	3,2	3,2	0,04
Verkehrsmittel- typ 16,4 0,001	Am Referenztag immobil [#]	-	-	-	-
	Fußgänger	2,9	3,0	2,8	0,05
	Radfahrer	2,8	2,9	2,9	0,06
	Pkw-Fahrer	2,4	2,5	2,6	0,03
	ÖV-Benutzer	2,3	2,4	2,4	0,05

[#] Statistiken nicht signifikant

Tabelle 40: Mittlere Abweichung der werktäglichen Verkehrsmittelmuster (Unähnlichkeit) vom Referenztag, $R^2=0,10$; F-Wert=112,0; Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.

Die Variation der werktäglichen Verkehrsmittelmuster verhält sich in Bezug auf den beruflichen Status ähnlich wie die Variation der werktäglichen Aktivitätsmuster. Die ausgewiesenen Unterschiede bei der Variation des Verkehrsmittelmusters sind zum Großteil auf die Variation des Aktivitätsmusters zurückzuführen. Vollzeitbeschäftigte Personen behalten für ihre Standardaktivitäten das/die gewohnte(n) Verkehrsmittel eher bei, Hausfrauen/Arbeitslose/Rentner variieren häufiger. Besonders ÖV-Benutzer, aber auch Fahrer von Pkw verhalten sich in Bezug auf ihre Verkehrsmittelwahl stabiler als Benutzer nichtmotorisierter Verkehrsmittel.

Die Ähnlichkeit der bereinigten und (unbereinigten) Mittelwerte zeigen, daß keine gegenläufigen Abhängigkeiten der beiden soziodemographischen Variablen bezüglich der Variation des Verkehrsmittelmusters bestehen. Beispielsweise haben Vollzeitbeschäftigte als stabile Personen auch in Bezug auf ihren vorherrschenden Verkehrsmitteltyp Ausprägungen, die ebenfalls mit einer geringen Variation verbunden sind.

Anwendung: Stabilität des für die Hauptaktivität benutzten Verkehrsmittels

Eine der Stabilität der Hauptaktivität des Referenztags analoge Fragestellung bezieht sich auf die Stabilität des Hauptverkehrsmittels des Referenztags. Untersucht man - ausgehend von dem am Referenztag für die Hauptaktivität benutzten Verkehrsmittel - die an allen Werktagen mit derselben Hauptaktivität verwendeten Verkehrsmittel, resultieren die in folgender Tabelle dargestellten Übergangswahrscheinlichkeiten. Der Mittelwert der Hauptdiagonalen (grau unterlegt), das heißt der Anteil der Werktage, an denen das Hauptverkehrsmittel gegenüber dem Referenztag unverändert bleibt, beträgt 77,2% (Werte auf volle % gerundet):

HauptVM Referenztag	Alle Werktage [%]	Leer (immobil)	Zu Fuß	Fahrrad	Pkw	Pkw- Mitfahrer	ÖV
Leer (immobil)		64	9	2	12	8	5
Zu Fuß		4	70	3	9	6	6
Fahrrad		4	7	73	9	5	2
Pkw		3	4	2	86	4	1
Pkw-Mitfahrer		6	11	4	15	59	5
ÖV		2	9	2	4	5	78
Summe		83	110	86	135	87	97

Tabelle 41: Stabilität des für die selbe Hauptaktivität verwendeten Verkehrsmittels, ausgehend vom Referenztag, Panel 1994-1999 (gewichtet), 29755 Personentage.

Erwartungsgemäß am stabilsten sind die Verkehrsmittel Öffentlicher Verkehr und insbesondere Pkw als Fahrer. Hingegen wird der Pkw als Mitfahrer an nur etwas mehr als der Hälfte der Werktage als Hauptverkehrsmittel (wieder) verwendet. Relativ hoch ist der Anteil des Verkehrsmittels Pkw-Fahrer als „Zielverkehrsmittel“, falls das für die Hauptaktivität des Referenztages verwendete Verkehrsmittel nicht Pkw-Fahrer ist. Lediglich „normalerweise“ den ÖV benutzende Personen wählen als Alternativverkehrsmittel nicht am häufigsten den Pkw, sondern gehen zu Fuß.

6.4 Variation der Komplexität: Anzahl der Aktivitätswechsel

In diesem Abschnitt werden die Absolutdifferenzen der Anzahl der Aktivitätswechsel am Referenztag zu der Anzahl der Aktivitätswechsel an allen Werktagen analysiert⁴⁷. Ein hoher Mittelwert zeigt eine zum Referenztag stark unterschiedliche mittlere Komplexität des Aktivitätsverhaltens an den Werktagen.

⁴⁷ Werden in einer Woche am Tag mit der geringsten Anzahl von Aktivitätswechseln vier Wechsel vollzogen (etwa beim Tagesmuster Wohnung – Arbeit – Einkauf - Wohnung) und am Tag mit der größten Anzahl von Aktivitätswechseln sechs Wechsel (etwa beim Tagesmuster Wohnung – Arbeit – Einkauf – Einkauf – Arbeit – Freizeit - Wohnung), so beträgt die Differenz der Aktivitätswechsel der beiden Tagesmuster zwei.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Mittelwert aller Personen: 0,97 Aktivitätswechsel	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke	Obere Schranke	Schätzung Mittelwert	Standard- fehler
Verkehrsmittel- typ 47,8 0,001	Am Referenztag immobil [#]	-	-	-	-
	Fußgänger	0,84	0,91	0,90	0,06
	Radfahrer	0,97	1,02	1,00	0,06
	Pkw-Fahrer	1,04	1,06	1,04	0,06
	ÖV-Benutzer	0,70	0,74	0,73	0,06
Beruflicher Status 29,7 0,001	Vollzeit / in berufl. Ausb.	0,93	0,98	0,81	0,06
	Teilzeit	1,16	1,25	1,07	0,06
	Schüler / Studenten	0,88	0,98	0,87	0,07
	Hausfrau/Arb.löser/ Rentner	0,89	0,94	0,91	0,06
Haushalts- Größe 29,1 0,001	1	0,83	0,90	0,84	0,06
	2	0,89	0,94	0,86	0,06
	3	0,94	1,01	0,90	0,06
	4 und mehr	1,06	1,12	1,05	0,06
Schulabschluß 24,3 0,001	Hauptschule ohne Lehre	0,67	0,78	0,75	0,03
	Hauptschule mit Lehre	0,89	0,95	0,90	0,02
	Mittlerer Schulabschluß	0,95	1,01	0,96	0,02
	Abitur, (Fach-)hochschule	1,09	1,15	1,10	0,02
	(Noch) kein Abschluß	0,84	0,95	0,90	0,04

[#] Statistiken nicht signifikant

Tabelle 42: Mittlere Absolutabweichung der Anzahl der werktäglichen Aktivitätswechsel vom Referenztag, $R^2=0,08$; F-Wert=35,9; Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.

Bei der Untersuchung der Variation der Komplexität des Aktivitätsverhaltens spielt der Verkehrsmitteltyp die größte Rolle: Fußgängertypen und insbesondere ÖV-Benutzer variieren die Anzahl ihrer Aktivitätswechsel weniger als Radfahrer- und besonders Pkw-Typen.

In Zusammenhang mit dem beruflichen Status gilt ähnliches wie bei der Variation der Aktivitätsmuster: Teilzeitbeschäftigte Personen variieren die Komplexität des Aktivitätsverhaltens am stärksten, Vollzeitbeschäftigte ceteris paribus am geringsten. Dies kann bei Teilzeitbeschäftigten interpretiert werden als Ausdruck häufig notwendig werdender Umorientierungen. Der gegenüber Rentnern höhere Mittelwert bei Vollzeitbeschäftigten zeigt, daß dieser durch die starke Zugehörigkeit von Vollzeitbeschäftigten zu anderen Gruppen mit hoher Variation der Komplexität (Pkw-Fahrer) stark nach oben korrigiert wird.

Bei der hier untersuchten Variationsgröße tritt der Haushaltskontext im Sinne der Haushaltsgröße hinzu. Je mehr Personen im Haushalt vorhanden sind, um so stärker schwankt die Anzahl der täglichen Aktivitätswechsel um die des Referenztages. Dies ist unabhängig vom Verkehrsmitteltyp, dem beruflichen Status und dem Schulabschluß, wie die bereinigten Mittelwerte zeigen, und läßt auf eine geringere Gleichförmigkeit des Aktivitätsverhaltens bei Personen aus größeren Haushalten schließen.

In Zusammenhang mit dem Schulabschluß ist festzustellen, daß die Variation der Komplexität mit höherem Schulabschluß zunimmt. Auch dieser Befund ist unabhängig von den anderen im Modell untersuchten unabhängigen Variablen, wie die bereinigten Mittelwerte zeigen.

Die intrapersonelle Variation der Anzahl der Aktivitätswechsel beträgt für alle Personen 0,97, innerhalb der Personengruppe bei Schüler/Studenten 0,93, bei Teilzeitbeschäftigten 1,20. Die damit vergleichbare interpersonelle Variation beträgt 1,5, 1,3 bzw. 1,6 (vgl. Tabelle 27), Die interpersonelle Variation ist damit etwa 1,4 mal so groß wie die intrapersonelle Variation.

Eine entsprechende Untersuchung der Differenz der Anzahl der Verkehrsmittelwechsel zum Referenztag wird nicht durchgeführt, da das Ausmaß der Differenzen sehr gering ist und sich eng an die Differenzen der Anzahl der Aktivitätswechsel anlehnt.

Anwendung: Stabilität der Anzahl der Aktivitätswechsel

Eine Anwendung dieses Konzepts, die für eine erste Einschätzung potentieller Reaktionsmöglichkeiten unterschiedlicher Personen auf Maßnahmen geeignet ist, besteht in folgender Modifikation: Untersucht werden soll, ob bei einer Person an Werktagen gegenüber dem Verhalten am Referenztag zusätzliche, weniger oder gleich viele Aktivitätswechsel stattfinden. Dabei soll die Hauptaktivität an diesen Tagen gegenüber der des Referenztages unverändert bleiben. Eine Analyse der Werktage ergibt folgende nach dem beruflichen Status getrennten Verteilungen. Zum Vergleich ist die Verteilung für alle Personen aufgeführt.

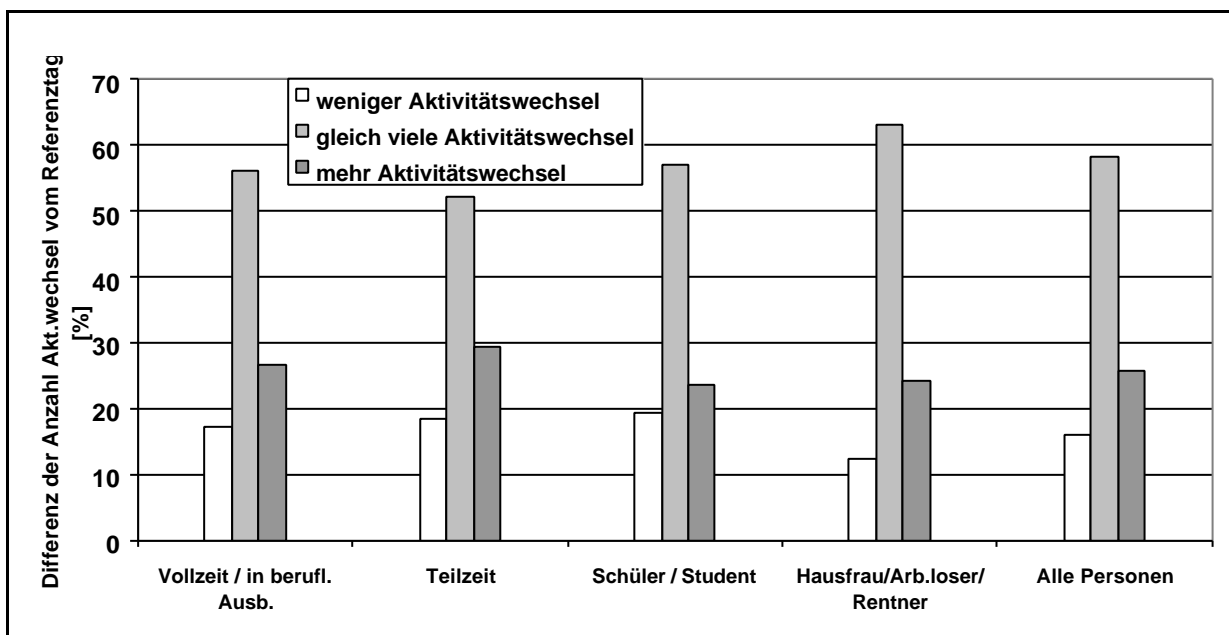


Abbildung 32: Verteilungen der Personentage mit Abweichungen der Anzahl Aktivitätswechsel nach berufl. Status, ausgehend vom Referenztag, Panel 1994-1999 (gewichtet), 29755 Werktage.

Stellt sich die Frage, ob sich für eine Person bei einer Maßnahme die Zahl der Aktivitätswechsel pro Tag bei (Bezug: Referenztag) gleicher Hauptaktivität etwa verringern läßt, gibt obige Tabelle eine erste Einschätzung. In Bezug auf die Verteilung von Personentagen mit gleich vielen Aktivitätswechseln gegenüber dem Referenztag erweist sich die Gruppe der Hausfrauen/Arbeitslose/Rentner am stabilsten. Demgegenüber ist dieser Wert bei Teilzeitbeschäftigten verhältnismäßig gering, das heißt es treten häufiger Tage mit einer vom Referenztag unterschiedlichen Anzahl von Aktivitätswechseln auf. Dies hängt natürlich auch mit den absolut höheren Weganzahlen von Teilzeitbeschäftigten zusammen.

Generell tritt an den alternativen Werktagen eine höhere Zahl von Aktivitätswechseln auf als am Referenztag.

6.5 Variation der Dauer der aushäusigen Aktivitäten

1. Fakultative Aktivitäten: Einkauf, Service, Freizeit

Bezüglich der mittleren Absolutdifferenz der Dauern der täglichen fakultativen Aktivitäten vom Referenztag zu allen Werktagen erweisen sich im kompletten Modell insbesondere die soziodemographischen Variablen Beruf (F-Wert 31,1), Alter (F-Wert 8,8) und Verkehrsmitteltyp (F-Wert 5,4) als diskriminierend. Die nächstwichtigste Variable Schulabschluß hat im Varianzmodell mit allen unabhängigen Variablen einen F-Wert von 4,5.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Absolute Differenz Mittelwert aller Personen: 64,7 Minuten	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke [Minuten]	Obere Schranke [Minuten]	Schätzun- g Mittelwer- t [Minuten]	Standard- fehler [Minuten]
Beruflicher Status 72,0 0,001	Vollzeit / in berufl. Ausb.	50,5	54,3	51,2	1,3
	Teilzeit	64,6	71,3	67,5	1,9
	Schüler / Studenten	59,9	66,7	58,4	2,9
	Hausfrau/Arb.loser/ Rentner	74,1	77,7	77,3	1,4
Verkehrsmittelty- p 7,8 0,001	Am Referenztag immobil [#]	-	-	-	-
	Fußgänger	65,2	69,9	62,5	1,4
	Radfahrer	61,9	68,8	63,5	1,8
	Pkw-Fahrer	63,1	66,4	68,1	1,0
Alter 7,3 0,001	ÖV-Benutzer	56,8	62,8	60,2	1,6
	10-17	60,2	68,0	71,5	3,1
	18-25	55,8	63,9	66,1	2,2
	26-35	60,0	65,6	64,3	1,7
	36-50	55,4	60,3	59,8	1,6
51-60	59,1	64,7	59,9	1,7	
61-70	78,0	84,3	67,9	2,1	
71+	65,9	72,0	55,5	2,2	

[#] Statistiken nicht signifikant.

Tabelle 43: Mittlere absolute Differenz der Dauern der täglich ausgeübten aushäusigen fakultativen Aktivitäten aller Werktage zum Referenztag, $R^2=0,06$; F-Wert=31,8, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.

Personen mit geringeren beruflichen Verpflichtungen sowie jüngere Personen haben im Mittel der fünf Werktage im Vergleich zum Referenztag ein deutlich unterschiedliches Zeitbudget für fakultative Aktivitäten. Umgekehrt verhält es sich besonders bei vollzeitbeschäftigten Personen.

Die bereinigten Mittelwerte zeigen, daß der relativ hohe Variationswert bei Personen über 70 Jahren nicht vom Alter, sondern vom beruflichen Status (Rentner) herrührt. In diesem Fall kann eine Fehleinschätzung aufgrund des (unbereinigten) Mittelwerts durch die zusätzliche Berücksichtigung der bereinigten Mittelwert vermieden werden: Betrachtet man die bereinigten Mittelwert der Variablen Alter, erkennt man eine stetige Abnahme mit Ausnahme der 61-70 jährigen Personen. Das bedeutet - abgesehen von den „jungen Rentnern“ - eine ceteris paribus kontinuierliche Abnahme der Variation des Zeitbudgets für fakultative Aktivitäten mit zunehmendem Alter. Umgekehrt erkennt man bei Pkw-Fahrern eine relativ geringe (unbereinigte) Variation, aber eine hohe ceteris paribus Variation.

Auch die intrapersonellen Variationen der Zeitbudgets für fakultative Aktivitäten werden mit den in Tabelle 31 ausgewiesenen interpersonellen Variationen verglichen. Das Verhältnis der interpersonellen zur intrapersonellen Variation beträgt bei allen Personen 91 Minuten zu 64,7 Minuten, d.h. wieder etwa 1,4. Innerhalb der Vollzeitbeschäftigten liegt dieses Verhältnis bei gut 1,5, innerhalb der Gruppe der Hausfrauen, Arbeitslosen und Rentnern bei knapp 1,3. Insgesamt ähneln sich das Verhältnis von interpersoneller zur intrapersonellen Variation bei allen Personengruppen aber relativ stark.

2. Pflichtaktivitäten: Arbeit, dienstlich, Ausbildung

Die Variation der mittleren Absolutdifferenz der Dauern der täglichen Pflichtaktivitäten von Referenztag zu allen Werktagen wird maßgeblich durch den beruflichen Status bestimmt. Diese Variable hat im kompletten Modell, das heißt im Modell mit sämtlichen potentiell verfügbaren unabhängigen Variablen den F-Wert 86,6, die nächstwichtige Variable Geschlecht über Kinder unter 10 Jahren im Haushalt den F-Wert 5,1. Somit verbleibt im zu beschreibenden Modell lediglich der berufliche Status.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Absolute Differenz Mittlerer aller Personen: 50,7 Minuten	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke [Minuten]	Obere Schranke [Minuten]	Schätzung Mittelwert [Minuten]	Standard- fehler [Minuten]
Beruflicher Status 730,2 0,001	Vollzeit / in berufl. Ausb.	76,1	80,7	78,4	1,1
	Teilzeit	80,0	88,0	84,0	2,0
	Schüler / Studenten	60,8	68,9	64,8	2,1
	Hausfrau/Arb.loser/ Rentner	8,1	12,5	10,3	1,1

Tabelle 44: Mittlere absolute Differenz der Dauern der täglich ausgeübten aushäusigen Pflichtaktivitäten aller Werktage zum Referenztag, $R^2=0,27$; F-Wert=730,2, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.

Da im Modell nur eine unabhängige Variable verbleibt, entspricht der bereinigte Mittelwert natürlich dem (unbereinigten) Mittelwert.

Vollzeitbeschäftigte und besonders Teilzeitbeschäftigte weisen am Referenztag ein im Vergleich zu allen Werktagen deutlich unterschiedliches Zeitbudget für Pflichtaktivitäten auf, auch bei Schüler/Studenten gibt es deutliche Differenzen. Hausfrauen, Arbeitslose und Rentner weisen für Pflichtaktivitäten ein geringes Zeitbudget auf, zeigen aber im Verhältnis zum Absolutniveau nicht nur interpersonell (vgl. Tabelle 31) sondern auch intrapersonell die stärksten Schwankungen.

Das Verhältnis der interpersonellen zur intrapersonellen Variation der Zeitbudgets für Pflichtaktivitäten beträgt bei allen Personen 217/50,7. Das bedeutet, die Variation zwischen allen Personen ist gut vier mal so hoch wie die Variation innerhalb einer Person, jeweils über die Werktage betrachtet. Innerhalb der Personengruppen ist dieses Verhältnis aber erheblich geringer und beträgt zwischen 2,0 bei Schüler/Studenten und 2,5 (Vollzeitbeschäftigte). Dies reflektiert die hohe Diskriminierung des beruflichen Status: Bezogen auf den Gruppenmittelwert ist die Variation nur etwa halb so groß wie bezogen auf den Gesamtmittelwert (vgl. Tabelle 31).

6.6 Variation der Aktivitätsrhythmen

Die Untersuchung der werktäglichen Aktivitätsrhythmen bezieht sich auf die Verschiedenartigkeit der Aktivitäten, genauer der Hauptaktivitäten der maßgeblichen Ausgänge. Ein hoher Wert bedeutet eine zeitpunktspezifisch stark verschiedenartige Aktivitätsausübung. Dies kann interpretiert werden als eine hohe Anzahl an Umorientierungen zu gleichen Zeitpunkten an unterschiedlichen Werktagen.

Im kompletten Modell mit sämtlichen zur Verfügung stehenden unabhängigen Variablen beträgt der F-Wert der Variablen Haushaltsgröße $6,4^{48}$, der F-Wert der nächstwichtigsten Variablen Alter 9,0. In

⁴⁸ Mehrere Variablen (Pkw-Verfügbarkeit, Geschlecht über Kinder im Haushalt, Lage der Wohnung, Schulabschluß) besitzen einen F-Wert zwischen 5,0 und 6,0.

das Modell gehen die Variablen beruflicher Status und Alter ein. Es werden nur Mittelwerte der aktiven Tagesanteile geschätzt.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Mittelwert aller Personen: 1,26 Aktivitäten	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke [Aktivit.]	Obere Schranke [Aktivit.]	Schätzun g Mittelwer t [Aktivit.]	Standard- fehler [Aktivit.]
Beruflicher Status 79,9 0,001	Vollzeit / in berufl. Ausb.	1,18	1,20	1,19	0,01
	Teilzeit	1,32	1,35	1,35	0,01
	Schüler / Studenten	1,21	1,25	1,22	0,02
	Hausfrau/Arb.loser/ Rentner	1,30	1,32	1,32	0,01
Alter 9,2 0,001	10-17	1,19	1,24	1,27	0,02
	18-25	1,27	1,32	1,35	0,01
	26-35	1,23	1,26	1,26	0,01
	36-50	1,21	1,24	1,25	0,01
	51-60	1,23	1,26	1,25	0,01
	61-70	1,30	1,34	1,27	0,01
	71+	1,27	1,31	1,24	0,01

Tabelle 45: Anzahl unterschiedlicher Aktivitäten während der aktiven Minutenintervalle aller aushäusigen Aktivitäten an Werktagen, $R^2=0,05$; F-Wert=38,3, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.

Bezüglich der Variation der Aktivitätsrhythmen besitzt der berufliche Status wieder den bei weitem höchsten Erklärungsgehalt. Berufstätige Personen in Teilzeit üben pro Zeitintervall über die Werktage die meisten unterschiedlichen Aktivitäten aus, dicht gefolgt von Hausfrauen, Arbeitslosen und Rentnern. Schüler/Studenten und besonders Vollzeitberufstätige zeigen über die Werktage geringere Variationen. Ähnliche Tendenzen der bereinigten Werte zeigen, daß dieser Effekt nicht in der anderen betrachteten unabhängigen Modellvariablen Alter enthalten ist.

In Zusammenhang mit dem Alter zeigen insbesondere junge Erwachsene eine höhere zeitliche Variation ihres Aktivitätsverhaltens. Personen über 70 Jahre sind ceteris paribus die Personengruppe mit der geringsten Variation. Die mit dem Alter verbundenen Unterschiede sind in erster Linie durch die Korrelation mit dem beruflichen Status verbunden, wie ein Vergleich der (unbereinigten) Mittelwerte und der bereinigten Mittelwerte, etwa bei der Gruppe der über 70-Jährigen zeigt. In dieser Personengruppe befinden sich ausschließlich Rentner und Hausfrauen, die eine hohe Variation aufweisen, aber auch unter 70 Jahre alt sein können. Ein Alter über 70 Jahren alleine spricht allerdings für eine geringere Variation.

6.7 Variation der Anfangs- und Endzeit des Hauptausgangs

In diesem Abschnitt wird die Variation der mittleren absoluten Differenz der am Referenztag und der an allen Werktagen berichteten Minuten zwischen Mitternacht und Beginn sowie Ende des täglichen Hauptausgangs betrachtet. Immobilitätige Tage werden nicht berücksichtigt.

Im kompletten Varianzmodell mit sämtlichen unabhängigen Variablen zur Erklärung der Variation beträgt der F-Wert der Variable beruflicher Status 37,2, der F-Wert der nächstwichtigen Variable Verkehrsmitteltyp 6,9. Im Modell verbleibt lediglich die Größe beruflicher Status.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Mittelwert aller Personen: 85,1 Minuten	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke [Minuten]	Obere Schranke [Minuten]	Schätzung Mittelwert [Minuten]	Standard- fehler [Minuten]
Beruflicher Status 330,1 0,001	Vollzeit / in berufl. Ausb.	39,5	48,4	44,0	2,3
	Teilzeit	77,8	93,7	85,8	4,1
	Schüler / Studenten	32,5	48,6	40,5	4,1
	Hausfrau/Arb.loser/ Rentner	132,7	141,4	137,0	2,2

Tabelle 46: Mittlere absolute Differenz der Anfangszeit des Hauptausgangs der mobilen Werkzeuge zum Referenztag, $R^2=0,14$; F-Wert=330,1, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5948 Personenwochen.

Das Verhältnis der interpersonellen zur intrapersonellen Variation beträgt für alle Personen 152/85,1 (vgl. Tabelle 33). Dieses Verhältnis ist mit 1,8 aber erheblich höher als etwa innerhalb der Gruppe der Hausfrauen, Arbeitslosen und Rentnern mit etwa 1,1 aufgrund der sehr hohen intrapersonellen Variation bei diesen Personen. Besonders hoch ist das Verhältnis der interpersonellen zur intrapersonellen Variation bei Vollzeitbeschäftigten und Schüler/Studenten mit jeweils etwa 1,8.

In Zusammenhang mit der Variation der mittleren absoluten Differenz der Endzeit des Hauptausgangs beträgt der F-Wert der Variablen beruflicher Status 15,5, Verkehrsmitteltyp 9,8 sowie Anzahl Pkw im Haushalt 8,0. Die nächstwichtige Variable Alter hat einen F-Wert von 5,0 und wird nicht mehr berücksichtigt. Da beim reduzierten Modell mit den drei unabhängigen Variablen beruflicher Status, Verkehrsmitteltyp und Anzahl Pkw im Haushalt die F-Werte 187,0, 8,8 und 4,9 betragen, wird in diesem Modell ebenfalls lediglich der berufliche Status berücksichtigt.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Mittelwert aller Personen: 120,2 Minuten	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke [Minuten]	Obere Schranke [Minuten]	Schätzung Mittelwert [Minuten]	Standard- fehler [Minuten]
Beruflicher Status 212,8 0,001	Vollzeit / in berufl. Ausb.	78,2	88,8	83,5	2,7
	Teilzeit	110,8	129,7	120,2	4,8
	Schüler / Studenten	60,8	80,0	70,4	4,9
	Hausfrau/Arb.loser/ Rentner	164,5	174,8	169,7	2,6

Tabelle 47: Mittlere absolute Differenz der Endzeit des Hauptausgangs der mobilen Werktage zum Referenztag, $R^2=0,10$; F-Wert=212,8, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5948 Personenwochen.

Vollzeitbeschäftigte Personen und besonders Schüler/Studenten verhalten sich auch bezüglich der Anfangs- und Endzeit des täglichen Hauptausgangs intrapersonell stabiler als andere Personen. Entsprechend der geringeren Verpflichtung ihrer Aktivitäten zeigen Hausfrauen, Arbeitslose und Rentner an den Werktagen die höchsten Schwankungen von Anfangs- und Endzeit der täglichen Hauptausgänge. Dies deutet auf hohe Freiheitsgrade bei diesen Personengruppen hin.

Erwartungsgemäß fallen besonders die intrapersonellen Variationen bei der Anfangszeit des Hauptausgangs deutlich geringer aus als beim Endzeitpunkt.

Das Verhältnis der interpersonellen zur intrapersonellen Variation bei der Endzeit des Hauptausgangs beträgt für alle Personen knapp 1,5 (vgl. Tabelle 33). Das höchste Verhältnis weisen Schüler/Studenten mit etwa 1,8, das niedrigste Hausfrauen, Arbeitslose und Rentner mit etwa 1,1 auf. Das bedeutet wiederum, daß sich Schüler/Studenten „personengruppenbezogen“ zu intrapersonell relativ heterogen, Hausfrauen, Arbeitslose und Rentner relativ homogen verhalten.

6.8 Zeitliche Gebundenheit unterschiedlicher Personen

Wie schon bei der Definition des Maßes für die zeitliche Gebundenheit festgestellt, ist eine geringe zeitliche Gebundenheit eine wichtige Voraussetzung, um Maßnahmen geeignet begegnen zu können, z.B. durch Ausnutzen von freien Zeitfenstern.

Zu beachten ist, daß dieser Analyse der Datensatz der Zeitbudgeterhebung zugrunde liegt. Diese Variable wurde der besseren Interpretierbarkeit wegen auf das Intervall $[0, 100]$ [%] normiert, so daß 100% einer ausschließlichen Widmung der öffentlichen Zeit entspricht⁴⁹.

Die Variablencodierungen weichen beim Datensatz der Zeitbudgeterhebung etwas von den im Mobilitätspanel verwendeten ab. Eine Vergleichbarkeit ist bei den Modellvariablen aber trotzdem gegeben. Variablen, die in dieser Form im Mobilitätspanel nicht erhoben wurden, finden beim

⁴⁹ Die in diesem Sinne höchste aufgetretene zeitliche Gebundenheit beträgt 80,7%.

folgenden Varianzmodell keine Verwendung. Es resultieren als unabhängige Größen der berufliche Status (Nichterwerbstätige in einer Gruppe zusammengefaßt), die Haushaltsgröße und das Alter.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Mittelwert aller Personen: 33,8%	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke [%]	Obere Schranke [%]	Schätzung Mittelwert [%]	Standard- fehler [%]
Beruflicher Status 1734,2 0,001	Vollzeit	42,9	43,5	41,5	0,2
	Teilzeit	33,8	35,1	32,9	0,4
	Nicht erwerbstätig	24,6	25,2	25,8	0,2
Haushaltsgröße 119,3 0,001	1 Person	26,0	26,9	29,3	0,3
	2 Personen	32,1	32,8	34,5	0,2
	3 Personen	36,4	37,3	34,9	0,2
	4+ Personen	37,0	37,8	35,0	0,2
Alter 71,7 0,001	12-17	32,6	34,2	38,0	0,5
	18-25	38,0	39,2	34,8	0,3
	26-35	38,9	39,8	35,3	0,3
	36-50	38,9	39,7	35,0	0,2
	51-60	33,7	34,7	32,9	0,3
	61-70	23,3	24,3	30,3	0,3
	71+	18,3	19,7	27,7	0,4

Tabelle 48: Zeitliche Gebundenheit während aller Werktage, $R^2=0,46$; F-Wert=763,2; Zeitbudgeterhebung 1991/1992 (gewichtet), 10063 Personentage.

Die Variablen, die im Rahmen der Analyse die zeitliche Gebundenheit weitaus am stärksten bestimmt, ist der berufliche Status. Alle anderen untersuchten Variablen besitzen eine untergeordnete Bedeutung. Vollzeiterwerbstätige Personen sind zeitlich am stärksten gebunden, teilzeiterwerbstätige Personen mittelstark und (in etwa gleichem Abstand) nichterwerbstätige Personen am geringsten.

Bezüglich der Haushaltsgröße kann festgestellt werden, daß die zeitliche Gebundenheit mit sinkender Haushaltsgröße abnimmt. Die bereinigten Werte zeigen, daß die geringe Gebundenheit von Singles auch durch die anderen Variablen nicht erklärt wird, sondern zum Großteil auf den Effekt der Haushaltsgröße zurückgeführt werden kann. Umgekehrt zeigt der relativ höhere bereinigte Mittelwert bei Personen in Zweipersonenhaushalten, daß der geringe Mittelwert seine Ursachen in anderen Variablen⁵⁰ hat.

In Bezug auf das Alter nehmen die bereinigten Mittelwerte mit zunehmendem Alter kontinuierlich ab, was in erster Linie durch die abnehmende Dauer der sozialen Kontakte erklärt werden kann. Die Mittelwerte zeigen, daß die Gebundenheit bei „jüngeren“ Erwachsenen am höchsten ist; hier sind die sozialen und vor allem erwerbsspezifischen Verpflichtungen am stärksten ausgeprägt.

6.9 Subjektive Flexibilität unterschiedlicher Personen

Auch der Analyse der subjektiven Flexibilität liegt der Datensatz der Zeitbudgeterhebung zugrunde. Aufgrund des ordinalen Skalenniveaus der Variablen ‚Subjektive Flexibilität‘ kann genau genommen nur ein ordinales Zusammenhangsmaß in Form eines Paarvergleichskoeffizienten (z.B. Spearman rank coefficient, Pearson t-b, vgl. etwa [SAS INSTITUTE INC., 1994a]) berechnet werden. Zur Vergleichbarkeit der ausgewiesenen Statistiken mit denen der anderen Kenngrößen wird hier aber ebenfalls die Varianzanalyse als Instrument zur Identifikation diskriminierender Personengruppen gewählt. Die Ergebnisse und insbesondere die Teststatistiken sind entsprechend vorsichtig zu interpretieren. Dies gilt besonders auch aufgrund des niedrigen Bestimmtheitsmaßes. Die ausgewiesenen Mittelwerte sind zu verstehen als Grad der subjektiven Flexibilität in %.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Mittelwert aller Personen: 51,9%	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke [%]	Obere Schranke [%]	Schätzun- g Mittelwer- t [%]	Standard- fehler [%]
Alter 35,2 0,001	12-17	61,9	68,7	66,6	3,1
	18-25	57,5	62,3	64,8	2,3
	26-35	53,0	57,2	59,0	2,2
	36-50	50,3	53,9	54,5	2,2
	51-60	46,4	50,6	49,8	2,3
	61-70	44,2	48,6	48,2	2,3
	71+	36,8	42,6	41,9	2,5
Schulabschluß 25,5 0,001	Hauptschulabschluß	52,6	55,2	56,7	0,8
	Mittlerer Schulabschluß	49,1	52,3	51,0	0,9
	Abitur, (Fach-)hochschule	44,0	47,7	45,1	1,0
	(Noch) kein Abschluß	60,4	67,2	53,6	2,6

Tabelle 49: Subjektive Flexibilität, $R^2=0,03$; F-Wert=31,7; Zeitbudgeterhebung 1991/1992 (gewichtet), 10064 Personen.

Die beiden Variablen Alter und Schulabschluß machen im Rahmen der zur Verfügung stehenden Variablen den Hauptteil der Variation der subjektiven Flexibilität aus. Je jünger eine Person und je niedriger der Schulabschluß, um so höher die subjektive Flexibilität. Wie die bereinigten Mittelwerte zeigen, besteht dieser Zusammenhang auch aufgrund der Variation der betrachteten Variablen alleine, das heißt nach Bereinigung um die jeweils andere Variable. Eine Ausnahme stellen Personen (noch) ohne Schulabschluß dar, die (unbereinigt) eine hohe, bereinigt eine relativ geringe Flexibilität aufweisen. Die Ursache liegt darin, daß beim bereinigten Wert das Alter konstant gehalten wird. Das

⁵⁰ Aufgrund der Dominanz des beruflichen Status' v. a. in der Tatsache, daß diese Personen oft nicht

heißt, Personen ohne Schulabschluß weisen ungeachtet des (im allgemeinen geringen) Alters eine tendenziell geringere subjektive Flexibilität auf, als ihrer Altersgruppe entspricht.

6.10 Zusammenhang der untersuchten Maße

In diesem Abschnitt wird mit den untersuchten intrapersonellen Variationsindikatoren eine paarweise Korrelationsanalyse durchgeführt. Gemessen wird damit das Ausmaß des linearen Zusammenhangs dieser Variablen. Der Zweck der Korrelationsanalyse besteht darin zu prüfen, ob die verschiedenen Maße plausible Zusammenhänge aufweisen. Als Beispiel sollten die Variationsmaße positiv miteinander korrelieren.

Auch die Variablen für die subjektive Flexibilität und die zeitliche Gebundenheit werden in die Untersuchung einbezogen. Später sollen für jede Person im Panel aus den Variations- und Gebundenheitsmaßen eine aggregierte Größe gebildet werden, die Aussagen über den Handlungsspielraum der Person machen kann. Daher müssen im Paneldatensatz für jede Person auch eine Schätzung der subjektiven Flexibilität und der zeitlichen Gebundenheit vorliegen.

Für die Verwendung dieser beiden Größen aus dem Zeitbudgetdatensatz müssen sie mittels data-merging in den Paneldatensatz übertragen werden. Zunächst werden im Zeitbudgetdatensatz mit Hilfe einer linearen Regression für beide Variablen die wichtigsten kovariierenden unabhängigen Größen ermittelt, die im Mobilitätspanel ebenfalls enthalten sind⁵¹.

Dies sind beim Ausmaß der zeitlichen Gebundenheit:

- Der Status der Erwerbstätigkeit.
- Die Haushaltsgröße.
- Das Alter.

Beim Ausmaß der subjektiven Flexibilität:

- Das Alter.
- Der Schulabschluß.

Die im entsprechenden reduzierten Regressionsmodell⁵² geschätzten Werte („predicted values“) der beiden abhängigen Variablen Zeitliche Gebundenheit und Subjektive Flexibilität werden über die gemeinsamen Ausprägung der unabhängigen Variablen ins Panel übertragen. Genau genommen hätte bei der Größe Subjektive Flexibilität, die eine kategoriale Variable mit drei Stufen ist, ein multinomiales Modell für diskrete abhängige Variablen (Logit- oder Probit) für die Schätzung zugrundegelegt werden müssen. Aus Gründen der Vergleichbarkeit kommt hier aber ebenfalls ein lineares Regressionsmodell zum Einsatz. Hieraus folgt eine nur sehr grobe Näherung, die entsprechend vorsichtig interpretiert werden muß.

erwerbstätig sind.

⁵¹ vgl. die beiden letzten Abschnitte.

⁵² Das heißt das Modell, das als unabhängige Größen nur die oben aufgelisteten enthält.

Die folgende Tabelle zeigt die symmetrische Matrix der Korrelationskoeffizienten zwischen den jeweiligen Größen. Die Korrelationskoeffizienten sind nur dann aufgeführt, wenn sie auf dem 1⁰/1000 – Niveau signifikant sind.

Indikator	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
Var. Aktivitätsmuster (X ₁)	+1									
Var. Verkehrsmittelmuster (X ₂)	0,41	+1								
Var. Aktivitätsrhythmen (X ₃)	0,45	0,16	+1							
Var. Aktivitätswechsel (X ₄)	0,35	0,22	0,21	+1						
Var. Zeitbudget Pflichtakt. (X ₅)	0,17	-	0,19	0,12	+1					
Var. Zeitbudget fak. Akt. (X ₆)	0,35	0,20	0,44	0,27	-	+1				
Var. Anfangszeit Hauptakt. (X ₇)	0,33	0,23	0,11	-	-	0,11	+1			
Var. Endzeit Hauptakt. (X ₈)	0,27	0,20	0,13	-	-	0,15	0,82	+1		
Subjektive Flexibilität (X ₉)	-0,20	-0,14	-0,07	-	0,15	-0,08	-0,19	-0,17	+1	
Zeitliche Gebundenheit (X ₁₀)	-0,30	-0,28	-0,18	-	0,43	-0,23	-0,34	-0,28	0,36	+1

Tabelle 50: Korrelationsmatrix der untersuchten Variationsindikatoren sowie der subjektiven Flexibilität und der zeitlichen Gebundenheit. Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.

Die ermittelten Zusammenhänge entsprechen in Bezug auf das Vorzeichen der Erwartung: Die Indikatoren der intrapersonellen Variation des Verhaltens korrelieren positiv miteinander (grau unterlegt), d.h. eine stärkere Variation bezüglich eines Indikators ist tendenziell mit einer stärkeren Variation bezüglich eines anderen Indikators verbunden.

Die Größe Subjektive Flexibilität, das heißt die subjektive Einschätzung des Zeittyps, besitzt mit den anderen Variablen bis auf die Variation des Zeitbudgets für Pflichtaktivitäten (X₅) einen schwach negativen linearen Zusammenhang. Ein etwas stärkerer positiver Zusammenhang besteht mit der Variablen zeitliche Gebundenheit. Es kann davon ausgegangen werden, daß Personen, die eine hohe zeitliche Gebundenheit aufweisen und ihr Verhalten weniger variieren, sich als etwas flexibler einschätzen.

Die zeitliche Gebundenheit korreliert, abgesehen von der Variation des Zeitbudgets für Pflichtaktivitäten und der subjektiven Flexibilität, negativ mit den übrigen Variationsindikatoren. Die Werte zeigen das quantitative Ausmaß der Tatsache, daß eine starke Gebundenheit wenig Raum für ein variables Verhalten zuläßt. Bei einer hohen zeitlichen Gebundenheit ist das mittlere Niveau des Zeitbudgets für Pflichtaktivitäten so hoch, daß dieses Zeitbudget intrapersonell auch relativ stark schwankt.

6.11 Das Reaktionspotential

Die Reaktionsmöglichkeit, hängt – wie anfangs erläutert – ab von

- dem Grad der Variation des Verhaltens der Person auf der (den) entsprechenden Verhaltensebene(n),

- dem Aktivitätsrhythmus der Person,
- der zeitlichen Gebundenheit der Person,
- dem Ausmaß der subjektiven Flexibilität der Person.

Im folgenden wird eine Faktorenanalyse* [etwa SCHUCHARD-FICHER, 1980] mit den zehn im letzten Abschnitt untersuchten Variablen durchgeführt. Damit wird vermieden, daß ähnliche Variablen stärker in die Berechnung des Reaktionspotentials eingehen, als es ihrer Bedeutung entspricht. Zudem wird das Ausmaß der Multikollinearität verringert.

Bei der Faktorenanalyse ist zu beachten, daß so viele Faktoren resultieren müssen, daß sich die einzelnen Variablen inhaltlich getrennt in den resultierenden Faktoren wiederfinden. Aufgrund ihrer positiven Korrelation gehen die beiden Variablen zeitliche Gebundenheit und subjektive Flexibilität bei bis zu fünf Faktoren in einen gemeinsamen Faktor mit demselben Vorzeichen ein, was ihrer inhaltlichen Bedeutung in Zusammenhang mit dem Reaktionspotential nicht entsprechen würde. Aus diesem Grund müssen sechs Faktoren gebildet werden, um die beiden Variablen zu trennen.

Die gebildeten Faktoren erklären die ursprünglichen Variations- und Gebundenheitsindikatoren zu 85,1%⁵³. Im folgenden werden die standardisierten Koeffizienten zur Berechnung der sechs Faktoren aus den zehn Ausgangsvariablen sowie die Eigenwerte⁵⁴ aufgeführt:

		Faktoren (Eigenwert)					
		1 (2,9)	2 (1,8)	3 (1,3)	4 (0,9)	5 (0,8)	6 (0,7)
Indikator	Kommunalität ⁵³ [%]	Standardisierte (Scoring-)koeffizienten					
Var. Aktivitätsmuster	71,4	0	0,16	0,19	0,32	-0,16	0,02
Var. Verkehrsmittelmuster	90,0	-0,10	-0,18	-0,05	0,89	0,18	-0,08
Var. Aktivitätsrhythmen	78,7	-0,08	0,58	0,15	-0,04	-0,03	-0,28
Var. Anzahl Aktivitätswechsel	93,8	0,01	-0,11	-0,04	-0,08	-0,06	0,96
Var. Dauer Pflichtaktivitäten	86,8	0,04	0,04	0,73	0,05	-0,15	-0,12
Var. Dauer fakultative Aktivitäten	75,8	0,01	0,54	-0,28	-0,24	0,23	0,20
Var. Anfangszeitpunkt Hauptausg.	91,8	0,53	-0,07	0,02	-0,06	0,05	0,02
Var. Endzeitpunkt Hauptausgang	91,6	0,55	-0,03	0,03	-0,12	0,09	0,03
Subjektive Flexibilität	93,0	0,07	0,11	-0,12	0,15	0,95	-0,10
Zeitliche Gebundenheit	77,8	0,02	-0,14	0,37	-0,14	0,15	0,19

Tabelle 51: Statistiken der Faktorenanalyse der Variations – und Gebundenheitsindikatoren.

Die grau unterlegten Koeffizienten sind die betragsmäßig höchsten der einzelnen Indikatoren. Das heißt etwa, daß in Faktor1 vor allem die Variation der Anfangs- und Endzeitpunkte des Hauptausgangs eingehen. Die anderen Indikatoren haben eine weniger wichtige Bedeutung. Festzuhalten ist zusätzlich, daß Faktor 1 knapp 35% des gesamten durch alle sechs Faktoren erklärten Varianzanteil auf sich vereinigt. Bei Faktor 2 beträgt dieser Wert gut 21%, bei Faktor 3 gut 15%.

⁵³ Sog. Kommunalitätenschätzung.

⁵⁴ Ein Eigenwert ergibt dividiert durch die Summe aller Eigenwerte den durch diesen Faktor erklärten Varianzanteil an der gesamten erklärten Varianz.

Mit Hilfe dieser Koeffizienten wird versucht, jeden Faktor geeignet zu charakterisieren:

- Faktor1 macht Aussagen über das Ausmaß der Variabilität der zeitlichen Lage der Hauptausgänge.
- Faktor2 beschreibt die Variabilität der Aktivitätsrhythmen bei fakultativen Aktivitäten.
- Faktor3 trifft Aussagen über das Ausmaß der Variabilität für Pflichtaktivitäten.
- Faktor4 ist ein Maß für die Variabilität der Aktivitätsmuster.
- Faktor5 beinhaltet Informationen über die Bereitschaft, zeitlich flexibel zu handeln.
- Faktor6 macht Aussagen über die Variabilität der täglichen Komplexität des Aktivitätsverhaltens.

Die Tatsache, daß Faktor 1 den bei weitem höchsten Eigenwert aufweist, deckt sich mit der Interpretation der Variationsindikatoren als Potential für die kurzfristige Reorganisation des Aktivitätsverhaltens: Als weitaus am wichtigsten zeigt sich die zeitliche Verschiebung von Aktivitäten, vgl. Seite 27.

Um die Interpretierbarkeit der Faktoren zu verbessern, gehen in jeden Faktor nur die Koeffizienten der am höchsten ladenden Indikatoren ein (oben grau unterlegt). Im weiteren wird das Reaktionspotential von Personen als gewichtete Summe der Faktoren berechnet. Dies ermöglicht die Durchführung einer Varianzanalyse, da die untersuchte abhängige Variable metrisch sein muß. Die Gewichtung wird nach der folgenden Tabelle vorgenommen, die die Ebenen der tatsächlichen kurzfristigen Reaktionen berücksichtigt, vergleiche die Ausführungen auf Seite 26 [DOHERTY und AXHAUSEN, 1998]:

Faktor	Gewichtung
Zeitliches Verschieben von Aktivitäten (Faktor1)	+10
Variabilität der Aktivitätsrhythmen (Faktor2)	+1
Variabilität der Dauer der Pflichtaktivitäten (Faktor3)	-1
Variabilität der Aktivitätsmuster (Faktor4)	+1
Bereitschaft zur zeitlichen Flexibilität (Faktor5)	+3
Variabilität der Komplexität des Aktivitätsverhaltens (Faktor6)	+1

Tabelle 52: Gewichtung der Faktoren für die Variable Reaktionspotential.

Mit der derart definierten Variablen „Reaktionspotential“ wird, analog zu den vorhergehenden Abschnitten, nach Durchführung einer Normierung auf den Mittelwert 0 und der Standardabweichung 1 eine Varianzanalyse mit den zur Verfügung stehenden unabhängigen Größen durchgeführt. Die im Modell verwendeten unabhängigen Variablen weisen eine Signifikanz von mindestens 1% auf.

⁵⁵ Der durch die Faktoren erklärte Anteil der Ursprungsvariablen.

Unabhängige Variable F-Wert Signifikanz	Ausprägung Mittelwert aller Personen: 0	Mittelwert, 95%- Konfidenzintervall		Bereinigter Mittelwert	
		Untere Schranke	Obere Schranke	Schätzung Mittelwert	Standard- fehler
Beruflicher Status 79,8 0,001	Vollzeit / in berufl. Ausb.	-0,38	-0,31	-0,35	0,03
	Teilzeit	-0,08	0,05	-0,08	0,04
	Schüler / Studenten	-0,46	-0,32	-0,18	0,06
	Hausfrau/Arb.löser/ Rentner	0,41	0,48	0,29	0,03
Anzahl Pkw im HH 11,6 0,001	0	0,08	0,19	-0,20	0,04
	1	0,02	0,09	-0,01	0,02
	2+	-0,21	-0,12	-0,04	0,03
Alter 10,2 0,001	10-17	-0,58	-0,42	-0,46	0,07
	18-25	-0,29	-0,13	-0,09	0,05
	26-35	-0,22	-0,10	-0,11	0,04
	36-50	-0,23	-0,13	-0,11	0,03
	51-60	-0,10	0,02	-0,08	0,04
	61-70	0,39	0,52	0,12	0,05
	71+	0,46	0,58	0,16	0,05
Verkehrsmitteltyp 6,8 0,01	Am Referenztag immobil [#]	-	-	-	-
	Fußgänger	0,12	0,22	-0,10	0,03
	Radfahrer	-0,22	-0,07	-0,18	0,04
	Pkw-Fahrer	-0,07	-0,01	-0,08	0,03
	ÖV-Benutzer	-0,09	0,03	0,03	0,04
Geschl. über Kinder u. 10 J. im HH 5,8 0,01	Frau ohne Kind	0,12	0,19	-0,15	0,02
	Frau mit Kind	-0,04	0,11	-0,08	0,04
	Mann ohne Kind	-0,15	-0,07	-0,03	0,02
	Mann mit Kind	-0,40	-0,25	-0,07	0,05

[#] Statistiken nicht signifikant

Tabelle 53: Reaktionspotential, $R^2=0,16$; F-Wert=64,3, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5947 Personenwochen.

Die das Reaktionspotential mit Abstand am stärksten diskriminierende Variable ist wieder der berufliche Status. Vollzeitbeschäftigte und Schüler, die relativ regelmäßige Tagesabläufe mit einem hohen Anteil von Pflichtaktivitäten absolvieren, haben ein geringes Reaktionspotential, was in stark abgeschwächter Form auch für teilzeitbeschäftigte Personen zutrifft. Diese besitzen zwar starke Verhaltensvariationen, die aber eher Ausdruck geringer Freiheitsgrade sind. Der gegenüber Schülern sehr geringe bereinigte Mittelwert bei Vollzeitbeschäftigten zeigt, daß der Status ‚vollzeitbeschäftigt‘ ceteris paribus ein geringeres Reaktionspotential impliziert, was seine Ursachen z.T. in der geringeren subjektiven Flexibilität hat.

Ein hohes Reaktionspotential besitzen Hausfrauen, Arbeitslose und Rentner. Hier treten zwar geringere Variationen auf, die allerdings Ausdruck hoher Freiheitsgrade sind und dementsprechend ein hohes Reaktionspotential implizieren.

Da der F-Wert für den beruflichen Status die anderen unabhängigen Variablen stark dominiert, besitzen die übrigen Variablen eine untergeordnete Bedeutung, zumal sie zum Teil auch mit dem beruflichen Status korrelieren.

Bezüglich der nächstwichtigen Variablen Pkw-Besitz kann ausgesagt werden, daß besonders Personen in Haushalten mit zwei und mehr Pkw ein geringes Reaktionspotential besitzen. Dies hängt allerdings mit ihrem höheren sozialen Status zusammen, wie die bereinigten Mittelwerte zeigen: Ceteris paribus haben Personen in Haushalten ohne Pkw das geringste Reaktionspotential, was wiederum Ausdruck eher geringer Freiheitsgrade bei dieser Personengruppe ist.

Zum Alter kann festgehalten werden, daß das Reaktionspotential mit zunehmendem Alter steigt, was auch für die bereinigten Mittelwerte gilt. Dies resultiert aus der Tatsache, daß das Ausmaß der Verpflichtungen mit zunehmendem Alter immer weiter zurückgeht und der Alltag tendenziell weniger geregelt abläuft.

In Zusammenhang mit dem Verkehrsmitteltyp kann kein auffallender Befund festgestellt werden.

Bezüglich der Interaktionsvariablen Geschlecht über Kinder unter 10 Jahren im Haushalt zeigt sich, daß das Reaktionspotential mit Kind geringer ausfällt als ohne Kind, besonders bei Männern. Daß dies im wesentlichen auf die anderen Modellvariablen zurückzuführen ist, zeigen die bereinigten Mittelwerte, die nur geringe Unterschiede aufweisen. Die Erklärung für diese Diskrepanz bei Männern mit Kindern im Haushalt ist, daß diese tendenziell vollzeitbeschäftigt sind; diese Personen besitzen ein generell geringeres Reaktionspotential.

6.12 Raumunabhängigkeit des Verkehrsverhaltens und seiner Variation

In diesem Abschnitt wird gezeigt, daß Variablen, die alleine die Raumstruktur⁵⁶ beschreiben, für das individuelle Verkehrsverhalten und seine Variation eine ceteris paribus eher untergeordnete Bedeutung besitzen. Dieser Befund ist wesentlich für die auf Seite 122ff. durchgeführte Simulation des Verkehrsverhaltens von Personen über eine Woche. Diese Simulation sieht eine Übertragbarkeit der Verhaltensindikatoren auf beliebige Untersuchungsgebiete vor.

Die Raumunabhängigkeit des Verkehrsverhaltens und seiner Variation gilt allerdings nur unter der Voraussetzung, daß die Indikatoren um den Effekt der (relevanteren) soziodemographischen Größen bereinigt werden (ceteris paribus Bedingung). In diesem Zusammenhang muß betont werden, daß einige soziodemographische Größen, besonders der Pkw-Besitz und der Verkehrsmitteltyp, bereits

⁵⁶ Dies gilt bei der Beschreibung der Raumstruktur durch aggregierte Größen wie dem Siedlungstyp und der Einwohnerzahl. Genau genommen ist ein Raumtyp aber durch weitere Attribute gekennzeichnet, die

Eigenschaften der Raumstruktur beinhalten und somit im Rahmen der *ceteris paribus* Bedingung auch raumstrukturelle Komponenten *implizit* berücksichtigt werden.

Um die Behauptung zeigen zu können, wird eine Varianzanalyse mit – neben den bereits verwendeten soziodemographischen Variablen - zwei raumspezifischen Größen durchgeführt:

- Dem Siedlungstyp der Wohngemeinde, in der die Person wohnt.
- Der Einwohnerzahl der Wohngemeinde, in der die Person wohnt.

Die differenziertere Variable Einwohnerzahl ist erst seit der 1996er Panelwelle verfügbar, so daß sich die Untersuchung auf die Wellen 1996 bis 1999 beschränkt. Beide Variablen liegen in diskretisierter Form vor:

1. Siedlungstyp (BIK-Typ von Bonstedt, vgl. bzgl. der in diese Größe eingehenden, über politische Gemeinden sehr stark aggregierten verdichtungsraumstrukturellen Kriterien [<http://www.bbr.bund.de/>]). Grob lassen sich die Kategorien des BIK-Typs nach folgenden Einwohnergrößenklassen einteilen:

- über 500 000 Einwohner Kern
- über 500 000 Einwohner Rand
- 100 000 - 500 000 Einwohner Kern
- 100 000 - 500 000 Einwohner Rand
- 50 000 - 100 000 Einwohner Kern
- 50 000 - 100 000 Einwohner Rand
- 20 000 - 50000 Einwohner
- 5 000 - 20 000 Einwohner
- 2 000 - 5 000 Einwohner
- unter 2 000 Einwohner

2. Einwohnerzahl der Wohngemeinde der Person:

- über 500 000 Einwohner
- 100 000 – unter 500 000 Einwohner
- 50 000 - unter 100 000 Einwohner
- 20 000 - unter 50000 Einwohner
- 5 000 - unter 20 000 Einwohner
- 2 000 - unter 5 000 Einwohner
- unter 2 000 Einwohner

verkehrsrelevante, kleinräumige Raumelemente beinhalten [KICKNER, 1998]. Diese können hier nicht

Der Nachweis der Raumanabhängigkeit verläuft nun analog der in diesem Kapitel bereits durchgeführten Varianzanalysen. Dabei wird wie oben die betrachtete unabhängige Variable als letzte ins Modell einbezogen, d.h. der F-Wert wird unter Konstanthaltung der übrigen Variablen berechnet.

Im weiteren werden sämtliche intrapersonellen Variationsindikatoren des Verhaltens als abhängige Variablen analysiert. In der folgenden Tabelle werden die (bereinigten) F-Werte für die einzelnen untersuchten unabhängigen Variablen aufgelistet. Aufgrund der bereits bekannten Ergebnisse über diskriminierende unabhängige Variablen können die potentiell zur Verfügung stehenden unabhängigen Haushalts- und Personenvariablen auf die folgende relevante Menge reduziert werden:

HH-Größe: Haushaltsgröße.

Pkw-Besitz: Anzahl der dem Haushalt zur Verfügung stehenden Pkw.

Alter: Alter der Person.

Schulabschluß: Höchster erreichter Schulabschluß.

Beruf: Status der Berufstätigkeit.

Geschl. über Ki. im HH: Interaktionsvariable Geschlecht über Kinder unter 10 Jahren im Haushalt.

VMTyp: Welchem Verkehrsmitteltyp die Person angehört.

Als die Raumstruktur differenzierende Variablen werden verwendet:

SiedlungsTyp: Siedlungstyp nach Boustedt (s.o.).

Einw. Zahl: Einwohnerzahl der Wohngemeinde.

Folgende Tabelle zeigt sämtliche (bereinigten) F-Werte der unabhängigen Variablen zur Erklärung der Variation der Variationsindikatoren und des Reaktionspotentials als abhängige Variablen:

Variationsindikator	Zshg. mit Variable	HH-Größe	Pkw-Besitz	Alter	Schulabschluß	Beruf	Geschl. über Ki. im HH	VM-Typ	Siedlungs-Typ	Einw.-Zahl
Var. Aktivitätsmuster		1,7	6,1	2,4	11,2	127,5	1,5	17,0	2,0	2,6
Var. Verkehrsmittelmuster		5,8	10,1	3,7	12,0	72,0	1,3	13,0	3,1	2,1
Var. Aktivitätsrhythmen		2,7	1,1	8,8	9,5	42,2	7,9	7,5	1,1	2,1
Var. Aktivitätswechsel		10,4	2,6	10,2	17,1	20,9	6,3	24,4	3,0	2,9
Var. Zeitbudget Pflichtakt.		1,3	5,0	8,3	2,7	222,2	5,4	2,0	2,8	4,3
Var. Zeitbudget fak. Akt.		4,0	10,8	5,8	4,9	45,1	3,3	6,1	2,4	2,5
Var. Anfangszeit Hauptakt.		5,4	3,2	3,0	4,0	80,8	3,8	3,5	2,8	2,6
Var. Endzeit Hauptakt.		0,5	11,8	6,5	3,5	35,2	3,4	6,1	2,4	1,9
Reaktionspotential		2,4	9,8	5,9	17,4	85,4	3,7	3,9	2,3	2,1
Summe der F-Werte		34,2	60,5	54,6	82,3	731,3	36,6	83,5	21,9	23,1

Tabelle 54: Bereinigte F-Werte der Varianzanalysen zur Erklärung der Variation der *Variationsindikatoren* und des *Reaktionspotentials*. Panel 1996-1999 (gewichtet), 4737 Personenwochen.

untersucht werden.

Tabelle 54 zeigt deutlich die Dominanz des beruflichen Status‘ (Variable Beruf) für die Erklärung der Variation der untersuchten Variationsindikatoren und des Reaktionspotentials. Eine mittlere Erklärung liefern die Variablen Pkw-Besitz, Alter, Schulabschluß, VM-Typ, einen geringeren HH-Größe und Geschl. über Ki. im HH. Den geringsten Erklärungsgehalt haben die beiden Raumvariablen Siedlungs-Typ und Einw.-Zahl.

Das bedeutet, daß Personen in unterschiedlichen Raumtypen ceteris paribus, das heißt unter Konstanthaltung der übrigen soziodemographischen Variablen, eine ähnliche Variation ihres Verkehrsverhaltens aufweisen.

Analoge Varianzanalysen werden auch für die wichtigsten Verkehrsverhaltensindikatoren durchgeführt. Untersucht werden die abhängigen Größen:

Weganzahl: die im Lauf der Berichtswoche durchgeführte Anzahl der Wege.

Entfernungsleistung: die im Lauf der Berichtswoche absolvierte Entfernungsleistung.

Mobilitätszeitbudget: das im Lauf der Berichtswoche absolvierte Mobilitätszeitbudget.

Aktivitätszeitbudget: das im Lauf der Berichtswoche absolvierte Aktivitätszeitbudget.

Anteil der MIV-Wege: der Anteil der Wege, die in der Berichtswoche mit einem motorisierten Individualverkehrsmittel durchgeführt wurden (inkl. Pkw-Mitfahrer).

Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend wieder die bereinigten F-Werte zur Erklärung der Variation der Verhaltensindikatoren (abhängige Variablen):

Verhaltensvariable	Zshg. mit Variable	HH-Größe	Pkw-Besitz	Alter	Schulabschluß	Beruf	Geschl. über Ki. im HH	VM-Typ	Siedlungs-Typ	Einw.-Zahl
Weganzahl		18,1	2,5	19,4	25,0	13,6	10,7	41,3	6,4	7,5
Entfernungsleistung		9,3	44,2	11,1	7,8	22,1	24,0	33,6	3,3	1,3
Mobilitätszeitbudget		10,3	11,7	2,0	7,1	7,0	19,9	48,3	2,9	1,8
Aktivitätszeitbudget		16,9	10,6	33,9	2,6	1144,4	32,7	14,5	1,5	2,5
Anteil der MIV-Wege		1,1	167,1	3,7	8,0	36,0	7,5	1650,4	4,7	3,9
Summe der F-Werte		55,7	236,1	70,1	50,5	1223	94,8	1788	18,8	17

Tabelle 55: Bereinigte F-Werte der Varianzanalysen zur Erklärung der Variation der Verhaltensindikatoren. Panel 1996-1999 (gewichtet), 4737 Personenwochen.

Bei der Erklärung der Variation der Verkehrsverhaltensindikatoren dominieren deutlich der berufliche Status (Beruf) und der Verkehrsmitteltyp (VMTyp). Da die Variable VMTyp das individuell am häufigsten verwendete Verkehrsmittel darstellt, ist ihre hohe Erklärungskraft in Zusammenhang mit dem Verkehrsverhalten nicht überraschend. Dies gilt besonders bei der Erklärung des Anteils der MIV-Wege.

Einen mittleren bis hohen Erklärungsgehalt hat die Variable Pkw-Besitz, einen mittleren HH-Größe, Alter, Schulabschluß und Geschlecht über Kinder im HH. Den geringsten Erklärungsgehalt besitzen

um die übrigen Variablen bereinigt wieder die beiden Raumvariablen Siedlungstyp und Einw.-Zahl. Das bedeutet auch bezüglich des Verkehrsverhaltens, daß Personen in unterschiedlichen Raumtypen *ceteris paribus* ein ähnliches Verkehrsverhalten aufweisen.

7. VERHALTEN UND VARIATION DES VERHALTENS ZWISCHEN WELLEN

In diesem Kapitel wird die intrapersonelle Variation des Verhaltens nicht innerhalb einer Welle, sondern zwischen Wellen betrachtet. Genauer wird untersucht, wie sich die im vorhergehenden Kapitel analysierten intrapersonellen Verhaltenskenngößen und deren intrapersonelle Variation in Abhängigkeit von relevanten soziodemographischen Variablen im Jahresverlauf entwickeln. Insbesondere soll ermittelt werden, ob diese Indikatoren auch für die Analyse einer potentiellen Verhaltensänderung zwischen Wellen geeignet sind, d.h. als Fernziel für den Einsatz im Rahmen einer längsschnittbasierten Langfristprognose.

Da sich in Zusammenhang mit einem selektiven Panelausstieg keine besonderen Befunde gezeigt haben (vgl. Kapitel 3), müssen Stichprobenverzerrungen über Wellen nicht ausgeglichen werden. Im Rahmen dieser Untersuchung soll aber ohnehin nur die generelle Eignung des Mobilitätspanels als Instrument für eine Langfristanalyse gezeigt werden. Daher kann hier auf eine differenzierte Gewichtung verzichtet werden.

Da sie innerhalb der Woche am ehesten den (stabilen) Verhaltenskern beschreiben, werden die Referenztage sowie die Referenzmuster als die das Alltagsverhalten repräsentierenden Tage untersucht.

Der berufliche Status diskriminiert sowohl das Verkehrsverhalten als auch seine Variation im Wochenverlauf insgesamt am stärksten. Daher werden im folgenden nur Übergänge bezüglich des beruflichen Status⁴ analysiert. Ohnehin verändern sich andere, das Wochenverhalten diskriminierende Variablen häufig nicht (Geschlecht), trivial (Alter) oder sehr selten (Schulabschluß). Es werden zuerst potentielle Verhaltensänderungen bei den Personen untersucht, die ihren beruflichen Status nicht ändern. Exemplarisch für Personen mit einem geänderten beruflichen Status werden Übergänge von Voll- zu Teilzeitbeschäftigung untersucht.

Um eine möglichst große Datenbasis zur Verfügung zu haben, werden alle Übergänge sämtlicher Wiederholer zu einem Übergang zusammengefaßt. Die Wiederholerpersonen erhalten auf diese Art einen Vorher-Status und einen Nachher-Status. Personen, die drei Mal berichten, sind auf diese Weise in zwei Wellenpaaren^{*57} enthalten: im Wellenpaar Erst- und Zweitbericht und im Wellenpaar Zweit- und Drittbericht.

⁵⁷ Im folgenden wird anstelle von Personen von ‚Wellenpaaren‘ gesprochen um zu verdeutlichen, daß einige Personen auch zweimal einen Vorher-nachher Status haben.

Das bedeutet z.B. für die Wellen 1994/1995 die Einbeziehung aller 294 Wiederholer, für die Wellen 1995/1996 die Einbeziehung aller 347⁵⁸ Wiederholer usw. (vgl. auch Abbildung 8). Insgesamt werden 2024 Wellenpaare⁵⁹ berücksichtigt. Die Anzahl berichteter Wellenpaare und die Summe der Jahrespaare entwickelten sich bislang wie folgt:

Wellenpaar	Anzahl Übergänge
1994/1995	294
1995/1996	347
1996/1997	992
1997/1998	952
1998/1999	683
Summe vorher/nachher	3268

Tabelle 56: Anzahl⁶⁰ berichteter Wellenpaare und Summe der Übergänge (Vorher-nachher).

In der folgenden Tabelle werden die in der Stichprobe zur Verfügung stehenden Übergänge des beruflichen Status⁴ zwischen zwei Wellen (vorher und nachher) dargestellt.

Übergang Von [Personen]	nach ÜbergangsWS [%]	Vollzeit / in berufl. Ausb.	Teilzeit	Schüler / Studenten	(HAR)	Summe [%]
Vollzeit / in berufl. Ausb.		711 / 92,6	20 / 2,6	1 / 0,5	33 / 4,3	37,9
Teilzeit		20 / 7,3	223 / 81,1	1 / 0,4	31 / 11,3	13,6
Schüler / Studenten		23 / 10,5	2 / 0,9	194 / 88,2	1 / 0,5	10,9
Hausfrau/Arb.löser/ Rentner (HAR)		20 / 2,6	36 / 4,7	1 / 0,1	704 / 92,5	37,6
Summe [%]		38,2	13,9	9,9	38,0	100,0

Tabelle 57: Übergänge des beruflichen Status⁴ mit Übergangswahrscheinlichkeiten (Zeilenprozente), Panel 1994-1999 (ungewichtet), 2024 Wellenpaare.

Mit der Untersuchung der Übergänge kann – wenn auch bei Übergängen mit Statuswechseln nur geringe Stichproben vorliegen – ein erster Ansatz zur Beurteilung der Hypothese der Ergodizität* [WERMUTH, 1978] und der Reversibilität* gemacht werden:

Aus der Annahme der Ergodizität würde folgen, daß das Verhalten von Personen, die ihren Status ändern, im Vorher-Zustand dem Verhalten des Querschnitts mit dem entsprechenden Vorher-Status, im Nachher-Zustand dem Verhalten des Querschnitts mit dem entsprechenden Nachher-Status entspricht. Das bedeutet, daß z.B. die 23 Schüler/Studenten, die nach ‚Vollzeit‘ übergehen, vor dem Übergang ceteris paribus dasselbe Verhalten aufweisen würden, wie alle Schüler/Studenten. Analog zeigten sie nach dem Übergang dasselbe Verhalten wie sämtliche Vollzeitbeschäftigte. Diese Hypothese soll untersucht werden.

⁵⁸ 149 Berichter 1994/1995/1996 und 198 Berichter 1995/1996.

⁵⁹ Berücksichtigt werden nur Personen, die mindestens vier normale Werktage in jedem Wellenpaar aufweisen.

⁶⁰ Hier inklusive der Wellenpaare von Personen, die in einem Wellenpaar weniger als vier Normalwerktage aufweisen.

Um den Alterungseffekt um ein Jahr bei den Übergängern⁶¹ auch bei den Personen ohne den betrachteten Übergang⁶² zu berücksichtigen, wird der Vorher-Status der Übergänger (in Abbildung 33 dunkler Teil des linken Balkens) mit dem Vorher-Status der „Querschnittpersonen“ verglichen (gesamter linker Balken). Analog wird beim Nachher-Status verfahren.

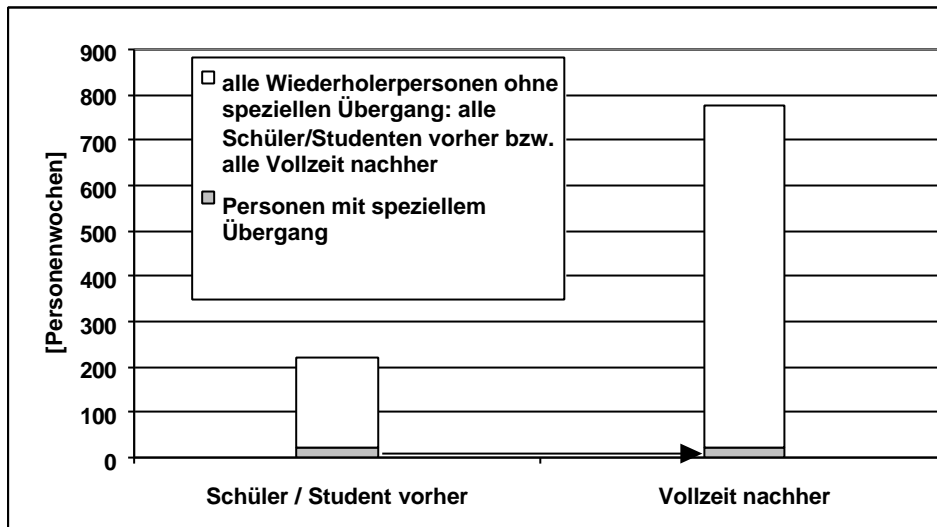


Abbildung 33: Darstellung des „Vorher-Querschnitts“ (222 Schüler / Studenten) und Übergänger (23 Schüler / Studenten vorher) und des „Nachher-Querschnitts“ (774 Vollzeit) und Übergänger (23 Vollzeit nachher).

Da die „Längsschnittpersonen“ vorher und nachher identisch sind, stimmt die Anzahl vorher und nachher natürlich überein. Beim Vergleich mit den Querschnittpersonen muß beachtet werden, daß sich nicht berücksichtigte, soziodemographische Merkmale vorher und nachher zum Teil deutlich unterscheiden können.

7.1 Indikatoren bei gleichbleibendem beruflichen Status

Für die Analyse der Entwicklung der Verhaltensindikatoren bei gleichbleibendem beruflichen Status stehen 1832 Wellenpaare zur Verfügung. Insgesamt verändert sich damit bei 90,5% der Übergänge der berufliche Status nicht. Ein Vergleich mit den entsprechenden Querschnittpersonen ist daher wenig sinnvoll, da die beiden Stichproben beinahe identisch sind.

7.1.1 Referenzmuster

Zunächst wird die Stabilität des Referenzmusters bei Übergängen mit gleichbleibendem beruflichen Status zwischen Jahren untersucht. Dies erfolgt mit Hilfe einer Übergangsmatrix, in der die Übergänge der Referenzmuster aufgeführt werden.

⁶¹ Personen, deren Längsschnittverhalten vorher und nachher betrachtet wird.

⁶² Personen, die als Wiederholer nur für eine Welle betrachtet werden. Genaugenommen muß von Personenwochen gesprochen werden.

Ein Referenzmusterpaar (Referenzmuster vorher / Referenzmuster nachher) wird nur berücksichtigt, wenn sein Auftretensanteil an allen Paaren mindestens zwei Prozent beträgt⁶³. Somit verbleiben von 1832 Referenzmusterpaaren 701 Musterpaare, was einem Anteil von 38,3% entspricht.

Die Hauptdiagonale wird wieder grau unterlegt. In der folgenden Tabelle werden in der ersten Zeile die folgenden Abkürzungen benutzt:

A: Arbeit, , Aus: Ausbildung, E: Einkauf, F: Freizeit, -: keine Aktivität.

Referenzmuster nachher Referenzmuster vorher	- Aus F - [Anzahl]	- A E - [Anzahl]	- A F - [Anzahl]	- A - - [Anzahl]	- E - - [Anzahl]	- E E - [Anzahl]	Summe [Anzahl]
- Ausbildung Freizeit -	47	0	0	0	0	0	47
- Arbeit Einkauf -	0	49	0	40	0	0	89
- Arbeit Freizeit -	0	0	0	47	0	0	47
- Arbeit - -	0	0	0	307	0	0	307
- Einkauf - -	0	0	0	0	170	41	211
- Einkauf Einkauf -	0	0	0	0	0	0	0
Summe	47	49	0	394	170	41	701

Tabelle 58: Übergänge der Referenzmuster bei Personen mit gleichbleibendem beruflichen Status, 701 Wellenpaare.

Die Referenzmuster [- Ausbildung Freizeit -] und [- Arbeit -] sind zwischen Wellen sehr stabil, die Hauptaktivität bleibt bei allen Übergängen erhalten. Zwischen der dritten Spalte ‚Einkauf‘ und ‚Freizeit‘ bestehen mit ‚keine Aktivität‘ gewisse Austauschbeziehungen, so daß bei der Hauptaktivität Arbeit im Nachher-Status in 87 Fällen die dritte Spalte Einkauf oder Freizeit wegfällt. Bei der Hauptaktivität Einkauf tritt in 41 Fällen die dritte Spalte Einkauf hinzu. Die Ursache für eine etwaige Verhaltensänderung kann auf Basis der Stichprobe nicht näher untersucht werden. Es kann festgehalten werden, daß der statistische Zusammenhang zwischen den Referenzmustern vorher und nachher sehr hoch ist, wie der Kontingenzkoeffizient von 0,85 zeigt.

7.1.2 Referenzverkehrsmittelmuster

Bei einem Auftretensanteil an allen Paaren von mindestens zwei Prozent verbleiben von 1832 Referenzverkehrsmittelmusterpaaren 925 Paare, was einem Anteil von 50,5% entspricht. Die Verteilung der Verkehrsmittelmuster ist also etwas weniger heterogen als die der Aktivitätsmuster.

Im folgenden werden wieder die Übergänge der Referenzverkehrsmittelmuster für den Vorher- und den Nachher-Status, der hier wieder derselbe ist, aufgeführt. Die Hauptdiagonale wird ebenfalls grau unterlegt. In der folgenden Tabelle werden in der ersten Zeile die folgenden Abkürzungen benutzt:

F: Zu Fuß, R: Rad, P: Pkw oder Motorrad: M: Pkw-Mitfahrer, O: Öff. Verkehr, -: keine Aktivität.

⁶³ Vgl. Seite 57 ff.

Referenzmuster nachher	- F - - [Anzahl]	- R - - [Anzahl]	- P - - [Anzahl]	- P P - [Anzahl]	- M - - [Anzahl]	- O - - [Anzahl]	Summe [Anzahl]
Referenzmuster vorher							
- zu Fuß - -	113	0	0	0	0	0	113
- Rad - -	0	47	0	0	0	0	47
- Pkw - -	0	0	392	67	0	0	459
- Pkw Pkw -	0	0	89	85	0	0	174
- M - -	0	0	0	0	48	0	48
- O - -	0	0	0	0	0	84	84
Summe	113	47	481	152	47	84	925

Tabelle 59: Übergänge der Referenzverkehrsmittelmuster bei Personen mit gleichbleibendem beruflichen Status, 925 Wellenpaare.

Die Referenzverkehrsmittelmuster sind generell sehr stabil. Lediglich zwischen den dritten Spalten ‚Pkw‘ und ‚keine Aktivität‘ besteht beim Hauptverkehrsmittel Pkw eine Austauschbeziehung, die überdies eine ähnliche Größenordnung besitzt. Die hohe Stabilität wird durch den Kontingenzkoeffizienten von 0,90 bestätigt.

7.1.3 Verhaltenskenngrößen

Als zu untersuchende Verhaltenskenngrößen werden die Entwicklungen der Zeitbudgets für Pflichtaktivitäten und fakultative Aktivitäten sowie die entsprechenden Mobilitätszeiten untersucht. Heimwege werden bei den Mobilitätszeiten aufgrund des Problems der Zuordnung zu Pflicht- oder fakultativen Aktivitäten nicht berücksichtigt (Werte auf volle Minuten gerundet).

Verhaltenskenngröße	Vorher [Minuten]	Nachher [Minuten]	Differenz ⁶⁴ [Minuten]
Pflichtaktivitätsdauer n	262	263	-1
Pflichtmobilitätsdauer rn	19	19	0,0
Fak. Aktivitätsdauer n	76	76	0,0
Fak. Mobilitätsdauer rn	23	22	-1

Tabelle 60: Zeitbudgets zwischen Wellen bei Personen mit gleichbleibendem beruflichen Status, Panel 1994-1999 Referenztag, 1832 Wellenpaare.

Die Zeitbudgets für Pflichtaktivitäten und fakultative Aktivitäten sowie die entsprechenden Mobilitätsdauern ändern sich beim Übergang nicht signifikant. Bei der Analyse der Anfangs- und Endzeiten des werktäglichen Hauptausgangs ergibt sich:

⁶⁴ Berechnet wird die Differenz der Nachher- und der Vorher-Werte. Falls die Differenz auf dem 1%-Niveau signifikant ist, wird sie mit einem Kreuz (#) gekennzeichnet.

Verhaltenskenngröße	Vorher [Uhrzeit]	Nachher [Uhrzeit]	Differenz ⁶⁴ [Minuten]
Anfangszeitpunkt Hauptausgang	8:51	8:48	-3
Endzeitpunkt Hauptausgang	14:31	14:26	-5

Tabelle 61: Zeitpunktverhalten zwischen Wellen bei Personen mit gleichbleibendem beruflichen Status, Panel 1994-1999 Referenztag, 1832 Wellenpaare.

Auch bezüglich der Wahl der Anfangs- und Endzeiten für den werktäglichen Hauptausgang zeigen sich keine signifikanten Unterschiede.

7.1.4 Variationskenngrößen und Reaktionspotential

Als Variationskenngrößen dienen sämtliche im letzten Kapitel untersuchten Variationskenngrößen sowie das Reaktionspotential im Vorher- und im Nachher-Status. Eine Ausnahme stellen die beiden aus dem Zeitbudgetdatensatz stammenden, dem Mobilitätspanel zugespielten Größen Subjektive Flexibilität und Zeitliche Gebundenheit dar, die nicht aus einer Längsschnittbetrachtung stammen.

Kenngroße	Vorher	Nachher	Differenz ⁶⁴
Var. Aktivitätsmuster (Unähnlichkeitsgrad)	3,11	3,12	0,01
Var. Verkehrsmittelmuster (Unähnlichkeitsgrad)	2,71	2,65	-0,06
Var. Aktivitätsrhythmen [Anz. Versch. Aktivitäten]	1,25	1,25	0,0
Var. Anzahl Aktivitätswechsel	1,00	0,97	-0,03
Var. Dauer Pflichtaktivitäten [Minuten]	50,9	52,7	1,7
Var. Dauer fakultative Aktivitäten [Minuten]	64,7	63,5	-1,3
Var. Anfangszeitpunkt Hauptausgang [Minuten]	76,7	79,9	3,3
Var. Endzeitpunkt Hauptausgang [Minuten]	108,2	111,7	3,6
Reaktionspotential	-0,06	-0,06	0,004

Tabelle 62: Variationskenngrößen zwischen Wellen bei Personen mit gleichbleibendem beruflichen Status, Panel 1994-1999, 1832 Wellenpaare.

Bei keiner der aufgeführten Kenngrößen ergibt sich eine signifikante Änderung. Das bedeutet, daß die Variationsindikatoren und das Reaktionspotential bei Personen, die ihren beruflichen Status nicht ändern, stabil sind. Dieses Ergebnis legt es nahe, die Entwicklung dieser Indikatoren bei verändertem beruflichen Status zu betrachten.

7.2 Indikatoren beim Übergang Vollzeit–Teilzeit

Der Übergang von einer Vollzeit- zu einer Teilzeitbeschäftigung läßt - auch im Hinblick auf weitere potentielle Arbeitszeitverkürzungen [CHLOND, 1996] - einen ersten Einblick in dann zu erwartende Folgen für die Verkehrsverhaltensänderung zu. Zu beachten ist hier allerdings, daß auf Basis des Panels im allgemeinen unbekannt, exogene Einflüsse für eine zwischen den Wellen veränderte Arbeitszeit sorgen und somit die Ursachen-Wirkungszusammenhänge nicht analysiert werden können.

Für die Analyse der Verhaltensindikatoren stehen für die Längsschnittuntersuchung für den Übergang Vollzeit–Teilzeit 20 Wellenpaare zur Verfügung. Obwohl diese Stichprobe sehr klein ist, liefert die Analyse jedoch einige interessante Erkenntnisse. Die Querschnittstichproben umfassen vorher (Vollzeit) 765 Personenwochen und nachher (Teilzeit) 281 Personenwochen.

7.2.1 Referenzmuster und Referenzverkehrsmittelmuster

Aus Gründen der kleinen Stichprobe wird hier vereinfacht nur der Übergang der Hauptaktivität des Referenzmusters untersucht. Zudem werden nur diejenigen Ausprägungen aufgeführt, die beim Längsschnittübergang besetzt sind.

Hauptaktivität nachher	Einkauf	Arbeit / D.	Freizeit	Summe	Querschnitt
Hauptaktivität vorher	[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl / %]	[%]
Einkauf	0	2	0	2 / 10,0	0,5
Arbeit / Dienstlich	1	13	4	18 / 90,0	95,1
Freizeit	0	0	0	0 / 0,0	0,7
Summe [Anzahl / %]	1 / 5,0	15 / 75,0	4 / 20,0	20 / 100,0	
Querschnitt [%]	5,7	84,3	6,4		

Tabelle 63: Übergänge der Hauptaktivität beim Übergang Vollzeit –Teilzeit, Panel 1994-1999, 20 Wellenpaare, Querschnitt 765 Personenwochen vorher (Vollzeit), 281 nachher (Teilzeit).

Erwartungsgemäß dominieren bei den Übergängern vorher die Hauptaktivitäten Arbeit/Dienstlich. Zum Teil können bei den Vorher-Hauptaktivitäten Verhaltensweisen konstatiert werden, die eher dem Nachher-Status entsprechen (Einkauf). Der Übergang erfolgt zumeist zur Hauptaktivität Arbeit/Dienstlich. Überraschend hoch ist der Übergang zu Freizeit.

Die Übergänger und die Querschnittspersonen zeigen insgesamt ähnliche Tendenzen.

Bei den Übergängen der Verkehrsmittelmuster zeigt sich bei den Übergängern eine hohe Stabilität, bei der der Pkw als Fahrer sowohl vorher als auch nachher in 13 Fällen (65%) dominiert.

Die Querschnittstichprobe bestätigt dieses Resultat im wesentlichen.

7.2.2 Verhaltenskenngrößen

Die Übergänge der Zeitbudgets für Pflicht- und fakultative Aktivitäten sowie die entsprechenden Mobilitätsdauern und die Anfangs- und Endzeiten des Hauptausgangs im vorher und im nachher Status werden hier analog zum letzten Abschnitt für die Referenztage untersucht. Zu beachten ist hier, daß aufgrund der sehr geringen Stichprobengröße⁶⁵ die Differenz der Vorher- und nachher-Werte schon bei einem Niveau von 5% als signifikant betrachtet wird. Eine Vergleichbarkeit mit obigen Werten ist daher nicht gegeben. Als zweite Werte sind die Querschnittsdaten angegeben.

⁶⁵ Der Stichprobenfehler sinkt proportional zum Faktor \sqrt{n} (n Stichprobengröße).

Verhaltenskenngröße	Vorher Übergänger - / Querschnitt [Minuten]	Nachher Übergänger - / Querschnitt [Minuten]	Differenz Übergänger ⁶⁶ [Minuten]
Pflichtaktivitätsdauern	341 / 493	259 / 256	-82
Pflichtmobilitätsdauern	39 / 35	21 / 20	-18
Fak. Aktivitätsdauern	32 / 43	70 / 79	38 [#]
Fak. Mobilitätsdauern	12 / 14	17 / 21	5

Tabelle 64: Zeitbudgets zwischen Wellen beim Übergang Vollzeit–Teilzeit, Panel 1994-1999 Referenztag, 20 Wellenpaare, Querschnitt 765 Personenwochen vorher (Vollzeit), 281 nachher (Teilzeit).

Die Zeitbudgets im Vorher- und im Nachher-Status ändern sich bei den Übergängen nur bei den Dauern für fakultative Aktivitäten signifikant. Die Dauer für Pflichtaktivitäten reduziert sich stark, wenn auch nicht signifikant. Die Zeitbudgets für fakultative Aktivitäten und die Mobilität sowie die Pflichtmobilitätsdauern unterscheiden sich bei den Übergängern und beim Querschnitt relativ wenig. Die im Vergleich zum Querschnitt beim Längsschnitt geringen Pflichtaktivitätsdauern vorher zeigen, daß schon vor einem Übergang zu einer Teilzeitbeschäftigung kürzer gearbeitet wird, was zeigt, daß das Verhalten des nachfolgenden Status zum Teil bereits vor dem Übergang praktiziert wird.

Verhaltenskenngröße	Vorher Übergänger - / Querschnitt [Uhrzeit]	Nachher Übergänger - / Querschnitt [Uhrzeit]	Differenz Übergänger ⁶⁶ [Minuten]
Anfangszeitpunkt Hauptausgang	8:16 / 7:21	9:47 / 8:47	91 [#]
Endzeitpunkt Hauptausgang	14:50 / 16:27	14:35 / 13:57	-15

Tabelle 65: Zeitpunktverhalten zwischen Wellen beim Übergang Vollzeit–Teilzeit, Panel 1994-1999 Referenztag, 20 Wellenpaare, Querschnitt 765 Personenwochen vorher (Vollzeit), 281 nachher (Teilzeit).

Der Endzeitpunkt des Hauptausgangs ändert sich bei den Übergängern nur geringfügig, der Anfangszeitpunkt liegt nach dem Übergang signifikant später als beim Querschnitt. Überraschend ist der frühe Endzeitpunkt im Vorher-Status, der den Endzeitpunkt im Nachher-Status vorwegnimmt. Auch bezüglich der Endzeitpunkte sind bei Übergängern also im Vorher-Status schon Verhaltensweisen des Nachher-Status zu verzeichnen.

7.2.3 Variationskenngrößen und Reaktionspotential

Bezüglich der den Handlungsspielraum festlegenden Kenngrößen wird aufgrund der Stichprobengröße lediglich das Reaktionspotential im Hinblick auf eine Änderung hin untersucht.

⁶⁶ Berechnet wird die Differenz der Nachher- und der Vorher-Werte. Falls die Differenz auf dem 5%-Niveau signifikant ist, wird sie mit einem Kreuz (#) gekennzeichnet.

Kenngröße	Vorher Übergänger -/ Querschnitt	Nachher Übergänger -/ Querschnitt	Differenz Übergänger ⁶⁶
Reaktionspotential	-0,23 / -0,44	-0,06 / 0,01	0,16

Tabelle 66: Reaktionspotential zwischen Wellen beim Übergang Vollzeit–Teilzeit, Panel 1994-1999, 20 Wellenpaare, Querschnitt 765 Personenwochen vorher (Vollzeit), 281 nachher (Teilzeit).

Das Reaktionspotential erhöht sich beim Übergang Vollzeit–Teilzeit geringfügig, die Differenz der beiden Querschnittswerte suggeriert einen erheblich stärkeren Anstieg. Dieser Befund läßt den Schluß zu, daß die Anzahl der Freiheitsgrade beim Übergang von Vollzeit- zu Teilzeitberufstätigkeit nur geringfügig zunimmt. Somit scheinen auch hier nicht gemessene, persönliche Eigenschaften der Personen selbst für die nur geringe Steigerung verantwortlich zu sein, die sich im Jahresverlauf auch bei der Änderung des beruflichen Status' kaum ändern.

7.3 Fazit der Analyse der Übergänge

Das Konzept der Ergodizität kann auf Basis der kleinen Stichprobe der Personen mit Änderungen ihres Status' nur ansatzweise nachgeprüft werden. Bei Gültigkeit der Ergodizitätsannahme müßten sich die Übergänger vor dem Übergang wie alle Querschnittspersonen mit dem Vorher-Status verhalten, nach dem Übergang wie alle Querschnittspersonen mit dem Nachher-Status. Dies wurde exemplarisch für den Wechsel von Vollzeit- zu Teilzeitberufstätigkeit untersucht. Die Ergodizität kann nur zum Teil bestätigt werden, was mehrere Gründe haben kann:

- Das Prinzip der Ergodizität gilt nicht oder nur zum Teil.
- Die Stichprobe ist (noch) zu gering.
- Zusätzlich zum Übergang des beruflichen Status müssen weitere Übergangsvariablen vorher und nachher berücksichtigt werden.

Sicherlich treffen alle Gründe zu.

Als Ergebnis der in diesem Kapitel untersuchten Übergänge zwischen Wellen kann festgehalten werden, daß auch die das Verhalten weitaus am stärksten diskriminierende Variable ‚beruflicher Status' nur teilweise in der Lage ist, etwaig auftretende Verhaltensänderungen bei Personen, die ihren Status ändern, hinreichend zu erklären. Es zeigen sich bei einem Wechsel bei diesen Personen vorher und nachher sehr ähnliche Verhaltensmuster. Das heißt zum einen, daß für die mit Hilfe des Querschnitts, d.h. interpersonell beobachteten Differenzen andere, nicht erfaßte Variablen verantwortlich sind und zum anderen eine zeitliche Antizipation oder auch eine Verzögerung vorliegt. Das bedeutet, daß die Personen zunächst gewohnte Verhaltensmuster beibehalten und ihr Verhalten erst nach einer gewissen Zeit, wenn der Anpassungsdruck zu stark wird, an das (aufgrund des Verhaltens der Querschnittspersonen) zu erwartende Verhalten anpassen oder aber vorgegebene, neue Verhaltensweisen frühzeitig praktizieren.

Generell zeigt sich, daß auf Basis der Stichprobe bislang lediglich bei Personen mit gleichbleibendem beruflichen Status valide Längsschnittanalysen zwischen Jahren realisierbar sind. Das Verhalten

zwischen Wellen ist bei diesen Personen stationär, d.h. es ändert sich bei gleichbleibendem beruflichen Status nicht. Bezüglich Veränderungen des Status ist die Stichprobe des Panels (noch) zu klein. Nichtsdestotrotz weisen die Resultate darauf hin, daß die in Kapitel vier und fünf entwickelten Indikatoren geeignet sind, die kurzfristig stabilen Elemente des Verhaltens und seiner Variation auch im Hinblick auf eine Längsschnittanalyse zwischen Jahren richtig zu erfassen.

8. SIMULATION DER VERKEHRSENTSTEHUNG ÜBER EINE WOCHEN

8.1. Ziele der Simulation und Anwendungsmöglichkeiten

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie mit Hilfe der Daten des Mobilitätspanels sowie der gewonnenen Erkenntnisse über die Variation des Verhaltens die Verkehrsentstehung von Verkehrsteilnehmern in einem beliebigen Untersuchungsgebiet für eine gesamte Woche simuliert werden kann. Das vorgestellte Konzept bietet somit die Möglichkeit der Simulation eines zeitlichen Längsschnittverhaltens einzelner Personen über mehrere Tage. Dadurch geht es über bislang bestehende Möglichkeiten hinaus, Indikatoren des Verkehrsverhaltens auf Basis von Stichtagen zu simulieren [ZUMKELLER und SEITZ, 1993]. Durch die Möglichkeit, in der Simulationsstichprobe die Verteilung der relevanten Soziodemographie gemäß der des betrachteten Untersuchungsgebiets zu steuern, kann das Simulationsmodell auf unterschiedliche, raumspezifische Personengruppen bezogen werden.

Anwendungen bestehen z.B. darin, der Simulation unterschiedliche Tage mit verschiedenen Konstellationen für jede Person (sachlicher Längsschnitt) zugrunde zu legen. Das bedeutet, daß als Simulationsbasis geeignete Tage mit entsprechenden aktivitätsbezogenen Vorgaben für jede Person festgelegt werden. Untersucht werden können nachgelagerte, mobilitätsspezifische Auswirkungen. Unterschiedliche Tage können etwa Tage mit Krankheit vs. Tagen ohne Krankheit oder Tage mit Regen vs. Tagen ohne Regen sein. Im Anschluß werden exemplarisch Tage mit einer etwas kürzeren Arbeitsdauer mit Tagen mit einer etwas längeren Arbeitsdauer als am Referenztag bei Vollzeitbeschäftigten im Hinblick auf Kompensationen mobilitätsrelevanter Aspekte verglichen.

Zunächst werden gemäß den Ausführungen in Kapitel 4 die maßgeblichen Ausgänge identifiziert. Auf Grundlage dieser Komponenten wird eine große Anzahl neuer Tagesverhaltensmuster für jeden Tag getrennt zusammengesetzt.

Die Simulation erfolgt konsistent, d.h. die neuen Verhaltensmuster sind real durchführbar. Die Vorteile einer Simulation über eine Woche liegen darin, daß

1. die Variation der Verkehrsnachfrage im Verlauf einer Woche, das heißt im zeitlichen Längsschnitt auf Basis einer großen Anzahl von synthetischen* Verkehrsteilnehmern abgeschätzt werden kann,
2. durch die Erzeugung einer großen Anzahl konsistenter, kompletter Tagesmuster auch innerhalb eines Tages eine weitaus größere Verhaltensvielfalt als in der zugrundeliegenden Stichprobe abgedeckt wird.

Die Ergebnisse, das heißt die prognostizierte Verkehrsentstehung für eine große Population, können in ein Verkehrsnachfragemodell eingehen, um dann für planerische Aufgaben etwa zur Abschätzung der Auswirkung von Maßnahmen verwendet zu werden.

Die Simulation erfolgt auf Basis der in Tabelle 54 und Tabelle 55 gezeigten ceteris paribus Unabhängigkeit des Verkehrsverhaltens und seiner Variation von speziellen raumstrukturellen Merkmalen. Simuliert werden die Aktivitätsmuster der maßgeblichen Ausgänge sowie die Anfangs- und Endzeiten dieser Ausgänge. Stark raumspezifische Verhaltenskomponenten wie die Entfernungsleistung oder die Verkehrsmittelwahl müssen mit Hilfe von aggregierten Querschnittsdaten im betrachteten Untersuchungsgebiet, das heißt mittels Aggregatdaten über die Verkehrsmittelverteilung und die Entfernungsverteilung nach Verkehrsmittel geschätzt werden. Sind diese untersuchungsgebietspezifischen Strukturdaten bekannt, kann im Rahmen von geeigneter Verkehrsplanungssoftware⁶⁷ der Verkehrsablauf in einem Netzmodell simuliert werden.

Als Grundlage der Simulation werden sämtliche Personentage aus den Wellen 1994 bis 1999 einbezogen, das heißt auch die Tage derjenigen Personen, die mehr als einen nicht normalen Tag im Verlauf der fünf Werkzeuge berichten. Der Grund dafür liegt darin, daß hier über eine Woche hinweg für dieselben Personen das gesamte Verkehrsverhalten in seinem realen Spektrum simuliert werden soll, das heißt auch unter Einbezug von Personen mit einem hohen Anteil anormaler Tage. Um Untersuchungen des Grundverhaltens durchführen zu können, wird das Verkehrsverhalten zusätzlich zu den einzelnen Wochentagen auch für den Referenztag simuliert.

Die durchgeführte Simulation des Tagesmusters als Aneinanderreihung von Ausgängen besitzt gegenüber der Simulation des Tagesmusters als Aneinanderreihung von Wegen den Vorteil, daß in sich abgeschlossene kleinere Muster erzeugt werden. Diese Methode erfordert erheblich weniger Konsistenzprüfungen und damit weniger exogene Plausibilisierungen und (subjektive) Eingriffe. Die Konsistenz zwischen den Ausgängen, das heißt die Simulation real durchführbarer Verhaltensmuster in ihrer chronologischen Ordnung, wird im vorgestellten Verfahren berücksichtigt.

8.2 Beschreibung der Simulation

Für die im folgenden durchzuführende Simulation wird die Monte-Carlo Methode* [ZUMKELLER, 1989] verwendet. Im ersten Schritt wird ein synthetischer Personendatensatz mit einer beliebig großen Anzahl Personen mit ihrem soziodemographischen Status in beliebiger Zusammensetzung erzeugt [ZUMKELLER und SEITZ, 1993]. Die sukzessive Zuordnung geeigneter Ausprägungen der zu simulierenden Verhaltensvariablen zu jedem Personendatensatz erfolgt durch zufällig gezogene Zahlen. Die Klassengrenzen dieser Zufallszahlen werden derart festgelegt, daß die Verteilung der Verhaltensvariablen ihrer Verteilung in der zugrundeliegenden Grundgesamtheit entspricht. Dies wird am Beispiel der der ersten Person zuzuspielenden Variable Hauptaktivität erläutert: Beträgt etwa die Wahrscheinlichkeit für die Hauptaktivität Arbeit für diese Person 9%, dann bedeutet dies, daß alle

⁶⁷ etwa das Simulationsprogramm VISEM / VISUM der Fa. PTV AG, vgl.: <http://www.ptv.de>

gezogenen Zufallszahlen zwischen 0 und 9 beim ersten Datensatz der Hauptaktivität Arbeit entsprechen, eine gezogene Zufallszahl über 9 bis 100 einer anderen Hauptaktivität.

Wie in Kapitel 6 gezeigt, erweisen sich der berufliche Status und das Alter für die durchgeführte Simulation als ausreichend. Nach diesen Merkmalen differenzierte Personen können sowohl bezüglich ihres Aktivitätsverhaltens als auch der Variation des Verhaltens als weitgehend homogen eingeschätzt werden.

Um Abhängigkeiten zu berücksichtigen, wird die Verteilung der jeweils in der aktuellen Stufe zu simulierenden Verhaltenskomponente nach den Verhaltensindikatoren getrennt, die in einer früheren Simulationsstufen bereits simuliert wurden und die neu zu simulierende Verhaltenskomponente stark diskriminieren. Dieses Vorgehen setzt eine a priori Festlegung der Reihenfolge⁶⁸ der zu simulierenden Verhaltensindikatoren voraus:

1. Simulation der Hauptaktivität des zu simulierenden Ausgangs.
2. Simulation der Anzahl der Wege⁶⁹ des zu simulierenden Ausgangs
3. Simulation des Anfangszeitpunkts des zu simulierenden Ausgangs.
4. Simulation des Endzeitpunkts des zu simulierenden Ausgangs.
5. Simulation des Hauptverkehrsmittels für den zu simulierenden Ausgang.
6. Simulation der vollständigen Wegekette des zu simulierenden Ausgangs.

Aufgrund der großen Bedeutung des Hauptausgangs werden die Komponenten der benachbarten simulierten Ausgänge, d.h. des ersten und des dritten maßgeblichen Ausgangs in Abhängigkeit der relevanten Indikatoren des vorab erzeugten Hauptausgangs simuliert.

Das zur jeweiligen Hauptaktivität verwendete Verkehrsmittel wird zwar simuliert, ist aber aufgrund der starken Abhängigkeit der Verkehrsmittelwahl von der Raumstruktur lediglich als „Präferenzverkehrsmittel“ aufzufassen. Das in einem Netzmodell verwendete Verkehrsmittel muß mit Vorgaben des Untersuchungsgebiets abgeglichen werden.

Auf diese Weise werden die relevanten Verkehrsentstehungskomponenten aller sieben Wochentage getrennt simuliert. Als Ergebnis resultiert das „Gerüst“ des Wochenverhaltens der Bevölkerung des Untersuchungsgebiets.

⁶⁸ Diese gilt außer bei der Simulation des Anfangszeitpunkts des ersten maßgeblichen Ausgangs, der nach dem Endzeitpunkt simuliert wird.

⁶⁹ Die Simulation der Anzahl der Wege ist als Zwischenstufe zwischen der Simulation der Hauptaktivität und der Simulation des kompletten Aktivitätsmusters des entsprechenden Ausgangs nützlich.

8.3 Ablauf der Sukzessivsimulation

In der Sukzessivsimulation* werden – wie oben beschrieben - die Verteilungen der zu simulierenden Verhaltensindikatoren nach den diskriminierenden, in einem vorausgehenden Schritt bereits simulierten Indikatoren differenziert. Zunächst wird daher ein Test durchgeführt, welche der vorher simulierten Indikatoren für die neu zu simulierenden Indikatoren diskriminierend sind. Als Test zur Abschätzung des Zusammenhangsmaßes wird dabei je nach Skalenniveau der beteiligten Variablen ein χ^2 -Test bei nominal skalierten Variablen oder ein F-Test bei metrisch skalierten abhängigen Variablen verwendet. Zusätzlich wird die Simulation ebenfalls dann nach relevanten Variablen differenziert, wenn die Unterscheidung aus Konsistenzgründen notwendig ist. Zum Beispiel wird die Schätzung der Verteilung der Endzeiten der Ausgänge in Abhängigkeit von den Anfangszeiten durchgeführt.

Dabei ist darauf zu achten, daß nicht zu viele Differenzierungen vorgenommen werden, wenn in der Stichprobe ohnehin wenige Ausprägungen zur Verfügung stehen. Wenn die zugrundeliegende Verteilung nicht zu viele Differenzierungen beinhaltet, können Indikatoren aber auch nach mehreren vorab simulierten Indikatoren unterschieden werden.

Das simulierte Untersuchungsgebiet wird exemplarisch als aus den alten Bundesländern bestehend angenommen. Beispielhaft werden die Signifikanzen für den Referenztag angeführt; für die einzelnen Wochentage bewegen sie sich in ähnlichen Größenordnungen. Da sämtliche Statistiken auf dem 1⁰/₀₀-Niveau signifikant sind, wird das Signifikanzniveau nicht explizit aufgeführt. Die vier maßgeblichen Ausgänge werden voneinander getrennt simuliert, daher sind die entsprechenden Tabellen getrennt gelistet. Die Anzahl der Wege besitzt die Ausprägungen 0, 2, mehr als 2, die Zeitpunkte sind auf 15 Minuten gerundet.

1. Hauptausgang (2. maßgeblicher Ausgang)

Stufe	Indikator	Statistischer Zusammenhang mit	Maß des Zusammenhangs ⁷⁰
1	Hauptaktivität	Berufl. Status, Alter	χ^2 : 12483, χ^2 : 7606
2	Anzahl Wege	Hauptaktivität	χ^2 : 8848
3	Abfahrtszeit	Hauptaktivität	FIII: 568
4	Endzeit	Abfahrtszeit	FIII: 930
5	Hauptverkehrsmittel	Hauptaktivität, Anzahl Wege ⁷¹	χ^2 : 7770, χ^2 : 6186
6	Wegekette	Hauptaktivität, Anzahl Wege	χ^2 : 28896, χ^2 : 88178

⁷⁰ χ^2 : χ^2 -Test bei nominal skalierten Variablen, F: (bereinigter) F-Test (vgl. Fußnote 39) bei metrisch skalierten Variablen.

⁷¹ Die Einbeziehung der Anzahl der Wege ist notwendig, da die Verkehrsmittelwahl häufig von Nebenaktivitäten innerhalb des selben Ausgangs abhängt.

2. 3. maßgeblicher Ausgang

Stufe	Indikator	Statistischer Zusammenhang mit	Maß des Zusammenhangs ⁷⁰
1	Hauptaktivität	Hauptaktivität Hauptausg. (Spalte 2)	Chi ² : 1287
2	Anzahl Wege	Hauptaktivität	Chi ² : 7471
3	Abfahrtszeit	Hauptaktivität, Endzeit Hauptausgang	FIII: 84366, FIII: 20
4	Endzeit	Abfahrtszeit	FIII: 916
5	Hauptverkehrsmittel	Hauptaktivität, Anzahl Wege	Chi ² : 7557, Chi ² : 7238
6	Wegekette	Hauptaktivität, Anzahl Wege	Chi ² : 28896, Chi ² : 50568

3. 4. maßgeblicher Ausgang

Stufe	Indikator	Statistischer Zusammenhang mit	Maß des Zusammenhangs ⁷⁰
1	Hauptaktivität	Hauptaktivität 3. maßg. Ausgang	Chi ² : 1676
2	Anzahl Wege	Hauptaktivität	Chi ² : 7464
3	Abfahrtszeit	Hauptaktivität, Endzeit 3. maßg. Ausg.	FIII: 85982, FIII: 20
4	Endzeit	Abfahrtszeit	FIII: 189
5	Hauptverkehrsmittel	Hauptaktivität	Chi ² : 7867
6	Wegekette	Hauptaktivität	Chi ² : 28896

4. 1. maßgeblicher Ausgang

Stufe	Indikator	Statistischer Zusammenhang mit	Maß des Zusammenhangs ⁷⁰
1	Hauptaktivität	Hauptaktivität Hauptausgang	Chi ² : 174
2	Anzahl Wege	Hauptaktivität	Chi ² : 7495
3	Endzeit	Hauptaktivität, Abfahrtszeit Hauptausg.	FIII: 24237, FIII: 311
4	Abfahrtszeit	Hauptaktivität, Abfahrtszeit	FIII: 887, FIII: 27932
5	Hauptverkehrsmittel	Abfahrtszeit	Chi ² : 17589
6	Wegekette	Hauptaktivität, Anzahl Wege	Chi ² : 28896, Chi ² : 36120

Tabelle 67: Reihenfolgen und Zusammenhang der zu simulierenden Indikatoren mit vorab simulierten Indikator(en). Panel 1994-1999 (gewichtet), Referenztag, 7190 Personentage.

Es wird deutlich, daß lediglich die Hauptaktivität des Hauptausgangs nach der zugrundeliegenden Soziodemographie differenziert wird. Die meisten restlichen Indikatoren der maßgeblichen Ausgänge werden dagegen nach der Hauptaktivität des Ausgangs selbst differenziert, die diese Indikatoren erheblich stärker diskriminiert. Teilweise werden auch Abhängigkeiten zwischen Indikatoren verschiedener maßgeblicher Ausgänge berücksichtigt; ihrer Bedeutung entsprechend werden häufig Indikatoren des Hauptausgangs verwendet.

In der folgenden Abbildung wird der Ablauf der Sukzessivsimulation und die Differenzierung der Verteilungen nach den am stärksten diskriminierenden Variablen graphisch dargestellt. Die Abbildung ergänzt die in der Einführung dargestellte Abbildung 2 um die inneren Elemente des Simulationsmodells. Dargestellt wird die Simulation eines Tages, die simulierte Woche besteht aus den voneinander unabhängig erzeugten Tagen.

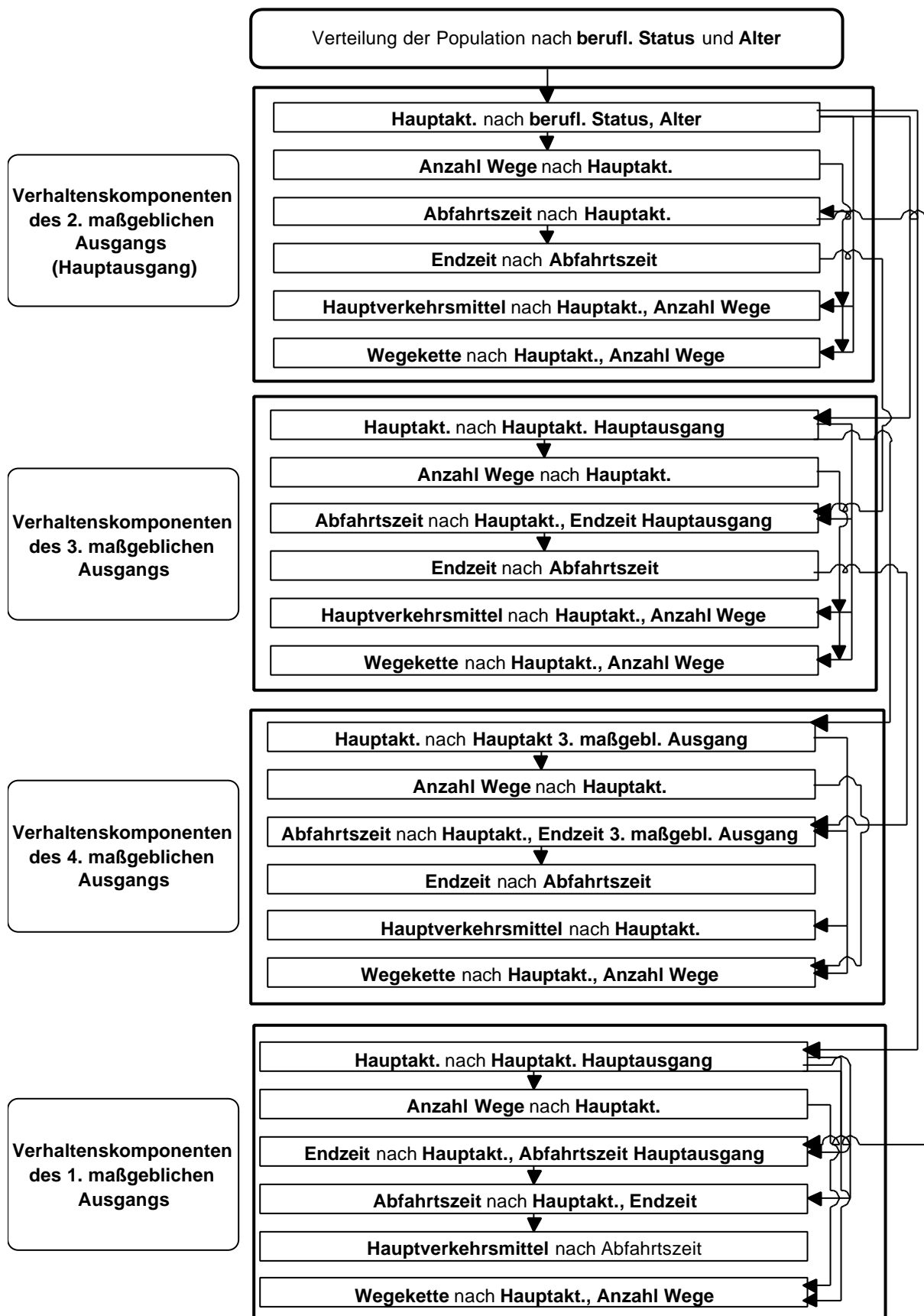


Abbildung 34: Ablauf der Simulation der Verkehrsentstehung eines Tages und Reihenfolge der simulierten Indikatoren mit Abhängigkeiten.

8.4 Überprüfung der Konsistenz

Nachdem die relevanten Verhaltensindikatoren der vier maßgeblichen Ausgänge für eine Stichprobe von $100\,000 * 8$ Personentagen (für den Referenztag sowie für die sieben Wochentage) erzeugt wurden, werden in diesem Abschnitt exemplarisch einige Konsistenzprüfungen durchgeführt. Genauer bedeutet dies die Überprüfung der Übereinstimmung der Verteilungen relevanter Tagesverhaltenskenngrößen in den Original- und den simulierten Datensätzen. Dies wird wieder beispielhaft für den Referenztag untersucht, d.h. die 100 000 simulierten Referenztage werden mit den entsprechend gewichteten 7190 Originalreferenztagen verglichen. Es kann erwartet werden, daß der Vergleich für die einzelnen Wochentage in den Original- und Simulationsdaten entsprechende Tendenzen aufweist.

8.4.1 Aktivitätsketten

Zunächst wird die Verteilung der maßgeblichen Muster verglichen. Obwohl durch die Monte-Carlo-Simulation die gleiche Verteilung der einzelnen maßgeblichen Hauptaktivitäten simuliert wird, können Unterschiede bezüglich der Komposition dieser Hauptaktivitäten auftreten. Dies liegt an der weitgehend zufallsgesteuerten Komposition, die lediglich durch die folgenden Abhängigkeiten eine deterministische Komponente besitzt:

- Differenzierung der ersten maßgeblichen Hauptaktivität nach der Hauptaktivität des Hauptausgangs.
- Differenzierung der dritten maßgeblichen Hauptaktivität nach der Hauptaktivität des Hauptausgangs.
- Differenzierung der vierten maßgeblichen Hauptaktivität nach der dritten maßgeblichen Hauptaktivität.

Die ersten, dritten und vierten maßgeblichen Hauptaktivitäten hängen daher indirekt über den Hauptausgang zusammen. Der direkte Zusammenhang zwischen diesen maßgeblichen Hauptaktivitäten dagegen ist weitgehend zufällig.

Im folgenden werden lediglich die maßgeblichen Muster aufgeführt, die in der simulierten Stichprobe einen Anteil von mindestens 2% haben. Diese besitzen in der Simulationsstichprobe einen kumulierten Anteil von 84,8%. Insgesamt umfaßt die Originalstichprobe 132, die simulierte Stichprobe 107 unterschiedliche maßgebliche Muster.

Muster Nr.	Maßgebliches Muster				simulierte Stichprobe Anteil [%]	Originalstichprobe Anteil [%]	Relative Differenz (Diff/sim) [%]
1	-	Arbeit	-	-	25,8	21,1	18,2
2	-	Einkauf	-	-	20,0	18,0	10,0
3	-	Arbeit	Einkauf	-	6,6	5,2	21,2
4	-	Einkauf	Einkauf	-	5,8	4,1	29,3
5	-	Arbeit	Freizeit	-	5,7	5,1	10,5
6	-	Freizeit	-	-	4,9	4,9	0,0
7	-	Ausb.	Freizeit	-	4,4	4,3	0,0
8	-	Ausb.	-	-	4,3	4,3	0,0
9	-	Einkauf	Freizeit	-	4,2	3,8	9,5
10	-	Arbeit	Arbeit	-	3,1	2,1	32,3

Tabelle 68: Verteilung der maßgeblichen Muster: Referenztag bei Originalstichprobe (Panel 1994-1999, gewichtet) und simulierter Stichprobe.

Tendenziell sind die Anteile der Muster, die in der simulierten Stichprobe einen Anteil von mehr als 2% haben, in der Originalstichprobe seltener. Das ist ebenso der Fall bei den maßgeblichen Mustern, die in der Originalstichprobe einen Anteil von mehr als 2% besitzen. Die Ursache liegt darin, daß in der Originalstichprobe mehr Muster repräsentiert sind und die Verteilung ihrer Muster dementsprechend breiter ist. Die Ähnlichkeit der Verteilung ist unter Berücksichtigung der lediglich geringen Abhängigkeiten beim Bildungsalgorithmus (Tabelle 67) als befriedigend zu beurteilen

Im nächsten Schritt werden die Verteilungen der durch Aneinanderreihung der in den maßgeblichen Mustern enthaltenen Aktivitätsketten verglichen. Wieder werden nur diejenigen Ketten aufgeführt, die in der simulierten Stichprobe einen Anteil von mindestens⁷² 2% haben. Die Originalstichprobe beinhaltet insgesamt 1027, die simulierte Stichprobe 5192 unterschiedliche Ketten. Hier kommt also die größere Verhaltensvielfalt der simulierten Verhaltensdaten zum Tragen.

Muster Nr.	Aktivitäten der maßgeblichen Ausgänge ⁷³				simulierte Stichprobe Anteil [%]	Originalstichprobe Anteil [%]	Relative Differenz (Differenz/simuliert) [%]
1	-	Arb-H	-	-	15,7	14,2	9,6
2	-	Ein-H	-	-	13,2	13,9	5,3
3	-	Frei-H	-	-	4,5	4,6	2,2
4	-	Aus-H	-	-	3,6	3,1	13,9
5	-	Aus-H	Frei-H	-	3,3	3,5	6,1
6	-	Arb-H	Frei-H	-	3,1	3,5	12,9
7	-	Arb-H	Ein-H	-	2,7	3,6	33,3
8	-	Ein-H	Ein-H	-	2,6	3,1	23,8
9	-	Ein-H	Frei-H	-	2,5	2,9	16,0

Tabelle 69: Verteilung der Aktivitätsketten der maßgeblichen Ausgänge: Referenztag bei Originalstichprobe (Panel 1994-1999, gewichtet) und simulierter Stichprobe.

⁷² Diese besitzen in der Simulationsstichprobe einen kumulierten Anteil von 51,2%.

⁷³ Arb=Arbeit, Dien=Dienstlich, Aus=Ausbildung, Ein=Einkauf, Frei=Freizeit, Serv=Service, H=Heim.

Die Unterschiede der Verteilungen sind besonders bei den häufigeren Ketten relativ geringer als bei den maßgeblichen Mustern (Tabelle 68). Die ausgangübergreifenden Abhängigkeiten, die bei der Simulation berücksichtigt werden, sorgen für eine hohe Übereinstimmung der beiden Verteilungen.

Insgesamt erscheint die Simulation der Aktivitätsketten im Hinblick auf einen Einsatz in einem Verkehrsnachfragemodell als geeignet.

8.4.2 Verkehrsmittelketten

Analog zum vorherigen Abschnitt werden die Verkehrsmittelketten der maßgeblichen Hauptverkehrsmittel für die Original- und die Simulationsstichprobe miteinander verglichen. Es werden wieder lediglich die Muster aufgeführt, die in der simulierten Stichprobe einen Anteil von mindestens 2% haben⁷⁴. Insgesamt umfaßt die Originalstichprobe 243, die simulierte Stichprobe 446 unterschiedliche maßgebliche Verkehrsmittelmuster.

Muster Nr.	maßgebliche Verkehrsmittelmuster				simulierte Stichprobe Anteil [%]	Original-Stichprobe Anteil [%]	Relative Differenz (Differenz/simuliert) [%]
1	-	Pkw	-	-	25,3	23,7	6,3
2	-	Zu Fuß	-	-	11,7	10,8	7,7
3	-	ÖV	-	-	6,8	3,9	42,6
4	-	Pkw	Pkw	-	6,3	9,7	54,0
5	-	Rad	-	-	6,0	4,3	28,3
6	-	Pkwmit	-	-	5,2	6,1	17,3
7	-	Pkw	Zu Fuß	-	3,8	2,3	39,5
8	-	Zu Fuß	Pkw	-	2,5	1,2	52,0
9	-	ÖV	Pkw	-	2,2	0,0	-
10	-	Pkw	Rad	-	2,1	0,7	-

Tabelle 70: Verteilung der maßgeblichen Verkehrsmittelmuster: Referenztag bei Originalstichprobe (Panel 1994-1999, gewichtet) und simulierter Stichprobe.

Es bestehen zum Teil starke Abweichungen bei der Verteilung der maßgeblichen Verkehrsmittelmuster. Zum Beispiel liegt der Anteil der Muster mit ÖV bei der simulierten Stichprobe deutlich über der Vorgabe der Originalstichprobe.

Damit kann konstatiert werden, daß - wie zu Beginn angedeutet - die simulierten Verkehrsmittel lediglich als Präferenzverkehrsmittel der simulierten Personen in ein Verkehrsnachfragemodell eingehen können. Die in einem Modellnetz verwendeten Verkehrsmittel müssen mit Vorgaben des Untersuchungsgebiets im Aggregat bestimmt und netzendogen abgeglichen werden.

Berücksichtigt man die zufallsgesteuerte Komposition der einzelnen Verkehrsmittel, kann trotzdem von einem befriedigendem Resultat gesprochen werden. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen erscheint die Modellverwendung der simulierten Verkehrsmittel als Präferenzverkehrsmittel als zulässig.

8.4.3 Ganglinie der Ausgänge

Als letzter Indikator wird die Zeitverbrauchsganglinie der simulierten maßgeblichen Ausgänge mit der Ganglinie der maßgeblichen Originalausgänge verglichen. Hierbei gehen sämtliche aushäusigen Tätigkeiten der maßgeblichen Ausgänge ein, d.h. die Aktivitäts- und Mobilitätszeiten. Dargestellt ist der Spitzenstundenanteil, d.h. die Halbstundenmeßwerte kumulieren jeweils zu 100%:

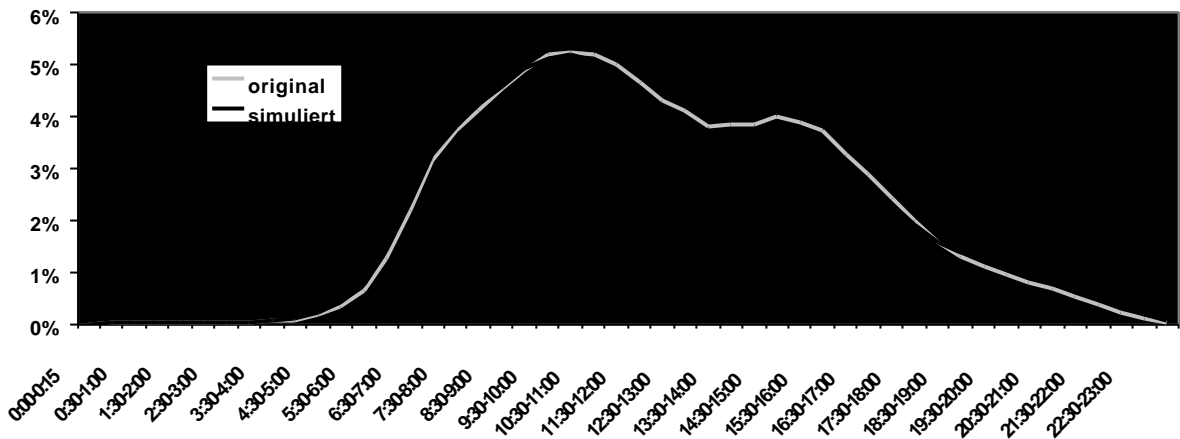


Abbildung 35: Zeitverbrauchsganglinie der maßgeblichen Ausgänge bei der Originalstichprobe und der simulierten Stichprobe, (7190 bzw. 100 000 Personentage): Referenztag.

Die beiden Ganglinien verlaufen bis etwa 10 Uhr morgens beinahe identisch, bei den Zeitabschnitten danach ergeben sich geringfügige Differenzen. Diese Differenzen stammen von der Schwierigkeit, die Verteilung der Anfangszeitpunkte fakultativer Aktivitäten originalgetreu zu simulieren, wie folgende Abbildung der Halbstundenintervallanteile der Anfangszeitpunkte zeigt⁷⁵:

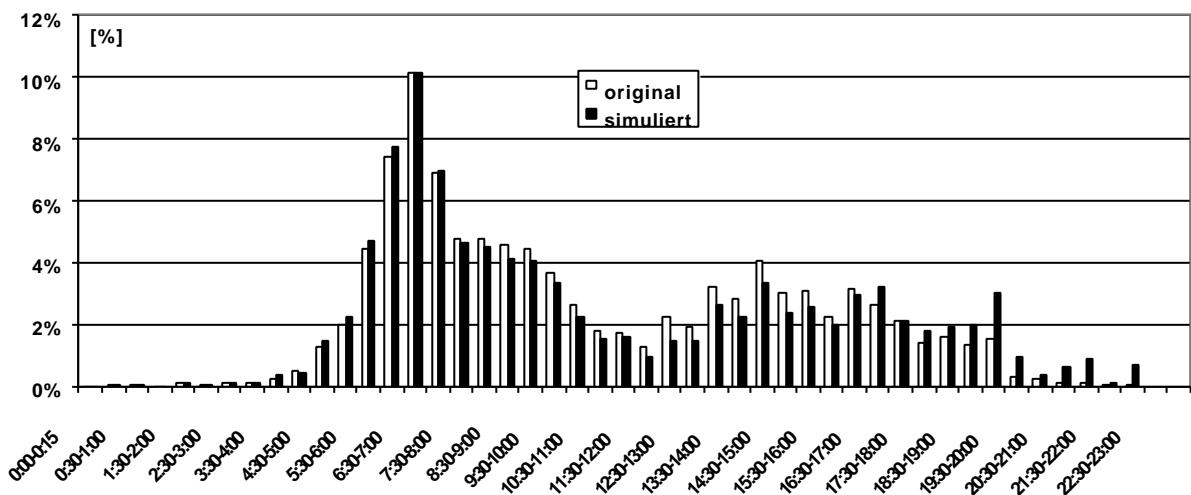


Abbildung 36: Halbstundenverteilung der Anfangszeitpunkte der maßgeblichen Ausgänge bei der Originalstichprobe und der simulierten Stichprobe, (7190 bzw. 100 000 Personentage): Referenztag.

⁷⁴ Diese besitzen in der Simulationsstichprobe einen kumulierten Anteil von 65,9%.

⁷⁵ Um zu verdeutlichen, daß es sich hierbei um Zeitpunkte handelt, wird im Gegensatz zu obiger Abbildung ein Balkendiagramm gewählt.

Bei den (Pflicht)aktivitäten, die eher am Morgen beginnen, zeigt sich eine hohe Übereinstimmung der original und der simulierten Anfangszeitpunkte. Am frühen Nachmittag werden bei der Simulation dagegen zu wenig, am Abend zu viele Aktivitäten begonnen. Die Ursache für die Unterschiede bei fakultativen Aktivitäten liegt darin, daß diese eine geringere Abhängigkeit von den Anfangszeitpunkten der Hauptaktivitäten aufweisen als dies bei Pflichtaktivitäten der Fall ist. Anders ausgedrückt sind die Anfangszeiten einer Aktivität stärker bestimmt, wenn bekannt ist, daß es sich um eine Pflichtaktivität handelt als bei einer fakultativen Aktivität. Entsprechendes gilt für die Endzeiten der Aktivitäten.

8.4.4 Beurteilung der Simulation

Insgesamt sind die Unterschiede in Zusammenhang mit dem Aktivitätsverhalten zwar deutlich, im Hinblick auf die Zielsetzung der Erzeugung real durchführbarer Muster aber relativ gering. Für eine direkte Implementierung der Simulationsergebnisse als Verkehrsentstehungskomponente in ein Verkehrsnachfragemodell sind die Ergebnisse des Simulationsmodells jedoch noch nicht hinreichend genau. Hierfür müssen die Differenzierungsmöglichkeiten der Verteilungen der zu simulierenden Indikatoren nach weiteren Komponenten noch genauer untersucht werden. Unter Umständen müssen auch mehrere Werktage für die Simulation eines Tages zugrundegelegt werden.

Die Simulation einer implementierungsfähigen Verkehrsentstehungskomponente war allerdings auch nicht Ziel dieses Abschnitts. Er sollte zeigen, daß das Mobilitätspanel grundsätzlich dazu geeignet ist, einen zeitlichen Längsschnitt nicht nur zu beschreiben, sondern die wichtigsten Verkehrsentstehungsindikatoren auch konsistent zu simulieren. Damit stehen erstmals Daten zur Verfügung, die die Simulation der intrapersonellen Verhaltensvariationen innerhalb des werktäglichen Alltagsverhaltens ermöglichen und damit die Untersuchung der Abschätzung von kurzfristig wirksamen Reaktionspotentialen auf eine verhaltensbasierte Grundlage stellen.

8.5 Variation der Arbeitszeit - intrapersonelle Kompensationseffekte

Im folgenden Abschnitt wird exemplarisch mittels unterschiedlicher Arbeitszeitdauern aufgezeigt, welche unterschiedlichen aktivitätsspezifischen Situationen⁷⁶ einer Simulation zugrunde gelegt werden können und welche mobilitätsspezifischen Untersuchungen sich anschließen können. Somit wird ein Beispiel aufgezeigt, das unter Ausnutzung des zeitlichen Längsschnitts eine adäquate Anwendungsmöglichkeit im sachlichen Längsschnitt beschreibt.

Analysiert werden auf intrapersoneller Ebene mögliche mobilitätsspezifische Folgen der Verkürzung der Arbeitszeitdauer von Vollzeitberufstätigen. Auf diese Weise können etwa Kompensationseffekte im Verlauf einer Woche aufgedeckt und ihre Auswirkungen auf andere Aktivitäts- und

Mobilitätskomponenten untersucht werden. Die Ursachen der unterschiedlichen Arbeitszeitdauern werden nicht untersucht, sondern müssen als kurzfristige Reaktion auf äußere Einflüsse interpretiert werden, auf die die Verkehrsteilnehmer in Abhängigkeit von ihrem Reaktionspotentialen reagieren können.

Dabei wird als Status Quo der Referenztag zugrundegelegt, als alternative Tage zum einen der Tag mit der nächst kürzeren Arbeitszeit, zum anderen der Tag mit der nächst längeren Arbeitszeit innerhalb der betrachteten Woche. Bei diesen Tagen mit intrapersonell relativ ähnlichen Arbeitsdauern ist weitgehend gewährleistet, daß keine außergewöhnlichen Tage untersucht werden. Diese könnten das Ergebnis eines intrapersonellen Vergleichs der Folgen alleine von unterschiedlichen Arbeitsdauern verfälschen.

Für eine Simulation der beiden Situationen können die beiden Tage unter Beachtung der unterschiedlichen mittleren Arbeitszeitdauern im Aggregat als Stützstellen verwendet werden. Für eine Sensitivitätsuntersuchung sollten auch die Tage mit der intrapersonell längsten und kürzesten Arbeitszeitdauer sowie der Referenztag einbezogen werden.

Vor dem Hintergrund der Resultate der Konsistenzprüfung kann davon ausgegangen werden, daß die Simulation auf aggregierter Ebene ähnliche Ergebnisse liefert wie die zugrunde liegende Originalstichprobe. Letztere bietet die Möglichkeit, Differenzwerte der Mobilitätskenngrößen von zwei Tagen für dieselben Personen zu bilden. Somit können intrapersonelle Differenzen direkt getestet werden. Aus diesem Grund wird die Originalstichprobe mit zwei Tagen pro Vollzeitbeschäftigtem untersucht.

Der Test der Differenzen kann direkt für die Differenzverteilung mit Hilfe eines T-Tests durchgeführt werden. In den folgenden Tabellen werden für den Hauptausgang Anfangs- und Endzeitpunkte und die Zeitbudgets der vollzeitbeschäftigten Personen, die an den betreffenden Tagen keine Anomalität berichtet haben, verglichen. Es werden lediglich Vollzeitbeschäftigte berücksichtigt, die sowohl einen Werktag mit einer Arbeitszeitdauer aufweisen, die länger als am Referenztag ist, als auch einen Werktag mit einer kürzeren Arbeitszeitdauer als am Referenztag.

Zunächst werden die wichtigsten Zeitbudgets der beiden Werktage verglichen:

⁷⁶ Durch unterschiedliche Werktage operationalisiert.

Zeitbudgetindikator	Werktag mit nächst längerer Arbeitszeit als am Referenztag		Werktag mit nächst kürzerer Arbeitszeit als am Referenztag	
	Aktivität	Mobilität	Aktivität	Mobilität
Dauer Arbeit [Minuten]	530,4 [#]	26,1	455,7	27,3
Dauer Dienstl. [Minuten]	11,5 [#]	4,0 [#]	25,1	8,4
Dauer Einkauf [Minuten]	12,7 [#]	5,1 [#]	21,3	7,4
Dauer Freizeit [Minuten]	32,9 [#]	5,7 [#]	43,2	8,0

[#] auf dem 1⁰/₀₀ Niveau signifikant vom Vergleichstag verschieden.

Tabelle 71: Zeitbudgets für aushäusige Aktivitäten: Werktag mit nächst kürzerer vs. Werktag mit nächst längerer Arbeitszeitdauer gegenüber dem Referenztag, 1718 Vollzeitbeschäftigte.

Die Differenzen lassen sich folgendermaßen veranschaulichen:

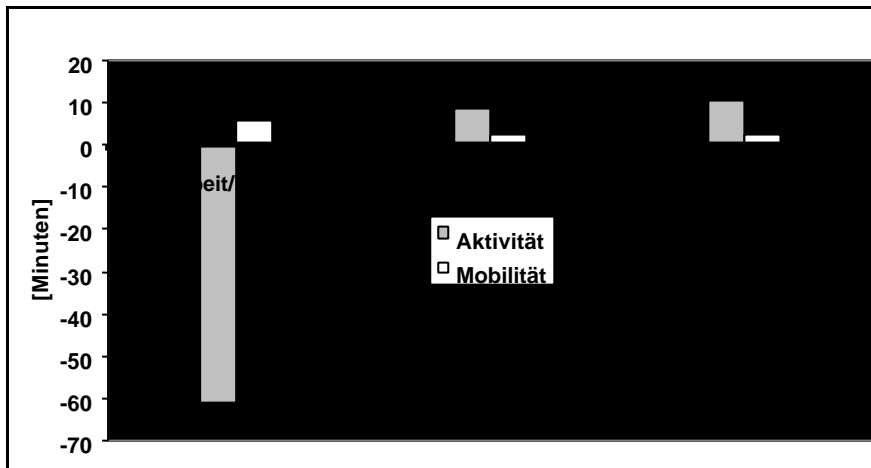


Abbildung 37: Differenzzeiten für aushäusige Aktivitäten: Werktag mit nächst kürzerer - Werktag mit nächst längerer Arbeitszeitdauer gegenüber dem Referenztag, 1718 Vollzeitbeschäftigte.

Eine um im Mittel gute Stunde (61,1 Minuten⁷⁷) kürzere Arbeitszeit bei ähnlicher Mobilitätsdauer geht einher mit einer um 10,3 Minuten längeren Freizeitdauer und 8,6 Minuten längeren Einkaufsdauer. Die Mobilitätszeiten zu diesen beiden Aktivitäten erhöhen sich signifikant um insgesamt 4,6 Minuten, die Mobilitätszeiten zu Dienstlichen Aktivitäten um signifikante 4,4 Minuten.

Die Erhöhung der Dauern zugunsten nicht arbeitsbezogener aushäusiger Aktivitäten ist mit insgesamt 28,5 Minuten⁷⁸ also beinahe so hoch wie zugunsten inhäusiger Aktivitäten, die entsprechend etwa 33 Minuten ausmachen.

Der Vergleich der Anfangs- und Endzeiten des Hauptausgangs für die Tage mit etwas längerer und etwas kürzerer Arbeitszeit als am Referenztag gestaltet sich wie folgt:

	Werktag mit nächst längerer Arbeitszeit als am Referenztag	Werktag mit nächst kürzerer Arbeitszeit als am Referenztag
Anfangszeitpunkt	7:06 [#]	7:13
Endzeitpunkt	16:54 [#]	16:18

[#] auf dem 1⁰/₀₀ Niveau signifikant verschieden.

⁷⁷ Abgezogen ist dabei die Differenzdauer für dienstliche Aktivitäten.

⁷⁸ Inklusive Serviceaktivitäten.

Tabelle 72: Anfangs- und Endzeitpunkte des Hauptausgangs: Werktag mit nächst längerer vs. Werktag mit nächst kürzerer Arbeitszeitdauer gegenüber dem Referenztag, 1718 Vollzeitbeschäftigte.

Während sich der mittlere Anfangszeitpunkt für den Hauptausgang kaum unterscheidet, enden die Hauptausgänge beim Werktag mit längerer Arbeitszeit deutlich später. Es besteht also eine stärkere Präferenz, die (längere) Arbeitszeit nach hinten zu verschieben als früher zu beginnen. Umgekehrt kann davon ausgegangen werden, daß bei kürzerer Arbeitszeit die Arbeit tendenziell eher früher beendet wird, als daß man später zur Arbeit geht.

Wie die Stabilität der Hauptverkehrsmittel an Werktagen mit unterschiedlichen Arbeitszeitdauern ausfällt, klärt folgende Tabelle. Die Stabilität kann durch eine Übergangsmatrix dargestellt werden.

Hauptverkehrsmittel -Tag Hauptverkehrsmittel + Tag ⁷⁹	Zu Fuß [%]	Rad [%]	Pkw- Fahrer[%]	Pkw- Mitfahrer[%]	ÖV[%]
Zu Fuß	90,4	0,9	3,5	2,6	2,6
Rad	3,0	84,9	8,3	2,3	1,5
Pkw-Fahrer	0,9	0,1	95,3	2,7	0,9
Pkw-Mitfahrer	1,6	1,6	20,0	72,8	3,2
ÖV	3,4	1,7	4,5	0,6	89,8
Summe	99,3	89,2	131,6	81,0	98,0

Tabelle 73: Übergang des Hauptverkehrsmittels. Werktag mit nächst längerer vs. Werktag mit nächst kürzerer Arbeitszeitdauer gegenüber dem Referenztag, 1718 Vollzeitbeschäftigte.

Wie beim mittleren Übergang vom Referenztag zu allen Werktagen (vgl. Tabelle 41 für alle Personen) erweist sich das Verkehrsmittel Pkw-Fahrer auch hier als stabil, Pkw als Mitfahrer als verhältnismäßig instabil. Dies ist bei Tagen mit unterschiedlich langen Arbeitszeiten auch plausibel. Auffallend hoch sind wieder die Übergänge zu Pkw-Fahrer, dieses Verkehrsmittel „erhält“ von allen anderen Verkehrsmitteln deutlich mehr Zeilenprozente als es „abgibt“, besonders von Pkw-Mitfahrer. Dies zeigt deutlich die hohe Flexibilität des Pkw auch innerhalb der Gruppe der Vollzeitbeschäftigten mit unterschiedlichen Aktivitätskonstellationen. Gegenüber der Stabilität der Verkehrsmittel aller Personen kann hier aber aufgrund der generell höheren Verhaltensstabilität der Vollzeitbeschäftigten eine erheblich höhere Stabilität festgestellt werden, wie die hohen Werte der Hauptdiagonalen zeigen. Für die Zukunft mit immer höheren Anforderungen an eine flexible Arbeitsform und –dauer muß somit mit einer noch stärkeren Nutzung des Pkw auf Kosten von Pkw als Mitfahrer sowie des ÖV gerechnet werden [CHLOND und LIPPS, 2000].

Insgesamt treten bei Vollzeitbeschäftigten in Bezug auf die mobilitätsspezifischen Folgen unterschiedlicher Arbeitszeitdauern zwischen Tagen die zu erwartenden Ergebnisse ein. Der Umfang anderer Aktivitäten sowie das benutzte Verkehrsmittel ändern sich nur in begrenztem Maß. Auch diese

⁷⁹ Tag mit längerer Arbeitszeitdauer.

Untersuchung bestätigt, daß sich die entwickelten Grundverhaltensindikatoren zur Untersuchung von Verhaltensvariationen und –änderungen im Rahmen des Alltagsverhaltens gut eignen.

9. MÖGLICHKEITEN UND AUSBLICK

In der vorliegenden Arbeit werden Ansätze vorgestellt, wie konventionelle querschnittorientierte Verkehrsentstehungsmodule von Verkehrsnachfragemodellen mit Hilfe einer längsschnittbasierten Datengrundlage zu einem zeitlichen Längsschnitt erweitert werden können. Die Untersuchung des individuellen Längsschnitts dient zur Abschätzung des Verhaltensspielraums und damit indirekt des Handlungsspielraums der Verkehrsteilnehmer. Damit können bestimmte Aktivitätskonstellationen, die bei speziellen Maßnahmen oder Einflüssen wahrscheinlich auftreten, auf Basis des tatsächlichen Verhaltens bei einzelnen Individuen identifiziert und bestimmt werden. Diese von der Maßnahme und dem Reaktionspotential abhängigen Konstellationen lassen sich in Form von bestimmten Auswahltagen operationalisieren. An diesen Tagen tritt ein bestimmtes Verkehrsverhalten auf, das vom Aktivitätsmuster abhängt⁸⁰.

Anwendungsmöglichkeiten bestehen in der Simulation des Verkehrsverhaltens auf der Basis von individuell „sachlich“ unterschiedlichen Tagen. Auf der Grundlage dieser Aktivitätsmuster, die von verschiedenen Tagen stammen, können verkehrliche Unterschiede ursachenadäquat untersucht werden.

Das vorgestellte Simulationsmodell bedarf zur Beurteilung seiner Belastbarkeit zunächst einer Verfeinerung der Indikatorenschätzung, der Diskretisierung besonders der Zeitschritte sowie eines Tests in einem Untersuchungsgebiet mit einem realen Netz. Damit kann untersucht werden, ob die simulierten Resultate des gesamten Wochenaktivitätsspektrums einer Population in ein vollständiges⁸¹ Verkehrsnachfragemodell eingehen können.

Der Vorteil, der bei Bestätigung besteht, liegt auf der Hand: mit einem solchen, in einem realen Netz validierten Simulationsverfahren kann prospektiv die Verhaltensbandbreite einer Population im Verlauf einer gesamten Woche abgeschätzt werden.

Eine mögliche Erweiterung des Modells kann darin bestehen, das genaue Ursache-Wirkungs-Gefüge der untersuchten Verhaltensvariationen⁸² abzuschätzen. Dies kann z.B. auf Basis des derzeit existierenden Mobilitätspanel mit einem Subsample durchgeführt werden. Für die Abschätzung der Wirkung von Maßnahmen sind Kenntnisse erforderlich, die etwa durch eine Stated-Preference Befragung (vgl. [AXHAUSEN, 2000; AXHAUSEN *et al.*, 1996]) ermittelt werden können. Denkbar ist auch die Modellierung einer dynamischen Planungsentscheidung, die von einem Routineverhalten mit vorgeplanten Aktivitäten ausgeht (vgl. z.B. das Modell SMART in [RINDSFÜSER und DOHERTY, 2000]). Dabei werden aufbauend auf dem Routineverhalten etwa freie Zeitfenster situationsabhängig kurzfristig belegt.

⁸⁰ Dies ist im Sinne des aktivitätsorientierten Ansatzes der Verkehrsentstehung.

⁸¹ Das heißt auch mit den raumspezifischen Komponenten Ziel- Verkehrsmittel- und Routenwahl.

⁸² Hier ist besonders an die Nutzung der in der Arbeit entwickelten Variablen Reaktionspotential zu denken.

Neue Erkenntnisse aus Erhebungen solcher kleiner Stichproben mit „kausalen“ Bezügen zur kurzfristigen Aktivitätsorganisation [RINDSFÜSER und DOHERTY, 2000] oder mit einer langen Erhebungszeit von sechs Wochen [AXHAUSEN *et al.*, 2000] sowie einer neu aufgelegten Befragung zur Zeitverwendung 2001/2002⁸³ können helfen, das Mobilitätspanel als Prognoseinstrument für die Abschätzung von kurzfristig wirksamen Maßnahmen einsetzbar zu machen.

Durch die Identifikation der Reaktion von (wenigen) Personen auf konkrete Maßnahmen könnte auf Basis dieser Reaktionen sowie des ungestörten Verhaltens dieser Personen eine potentielle Reaktion für eine große Stichprobe simuliert werden. Wie ein solches Ursache-Wirkungs-Gefüge operationalisiert und in das in dieser Arbeit erstellte Konzept eingebettet werden könnte, soll durch folgende Abbildung verdeutlicht werden:

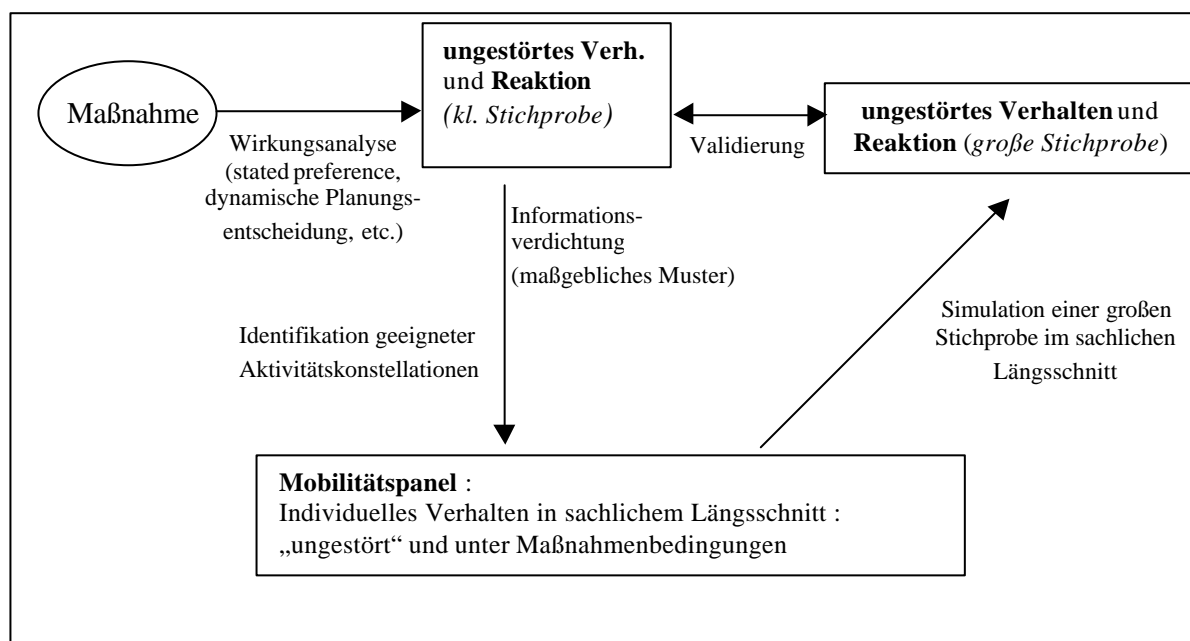


Abbildung 38: Operationalisierung eines Ursache-Wirkungs-Gefüges zur Abschätzung der Auswirkung von Maßnahmen.

Es ist geplant, das Deutsche Mobilitätspanel, um ein Fernverkehrspanel zu erweitern. Ein solches befindet sich derzeit im Aufbau und wird ebenfalls vom Institut für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe wissenschaftlich betreut. Unter Ausnutzung des Langfristcharakters und des sich ständig erweiternden Datenumfangs des Mobilitätspanels sowie einer vollständigen Erfassung des Fernverkehrs könnte als weitere Perspektive eine geeignete Langfristsimulation des gesamten Verkehrsverhaltens erfolgen. Mit Hilfe eines entsprechend weiterentwickelten Verfahrens könnten Prospektivabschätzungen nicht nur von singulären Maßnahmen oder Infrastruktureingriffen im Verkehrsbereich erfolgen, sondern auch von zukünftig zu erwartenden gesellschaftlichen und ökonomischen Entwicklungen.

⁸³ Siehe bezüglich Ankündigungen: [<http://www.uni-lueneburg.de/fb2/ffb/timeuse/>].

GLOSSAR

Die eingeklammerte Zahl nach dem Begriff bezeichnet die Seite des ersten Auftretens. Dort ist der Begriff mit einem Stern * gekennzeichnet. Die Begriffe werden im Sinne des in dieser Arbeit verwendeten Kontexts erklärt.

Abhängige Variable (80): Bei der →Varianzanalyse die zu erklärende Variable.

Ähnlichkeitsgrad (60) (von Aktivitätsketten): Maß für die Ähnlichkeit von zwei →Aktivitätsketten; gemessen wird die gewichtete Summe der binären Ähnlichkeit (0 oder 1) der →maßgeblichen Hauptaktivitäten von zwei Ketten. Die Gewichtung der vier →maßgeblichen Hauptaktivitäten erfolgt gemäß ihrer Relevanz.

Aktivitätskette (15): Mittels einer Zahlen- oder Buchstabenreihe dargestellte Folge von Aktivitäten, die von einer Person über einen bestimmten Zeitraum, meistens einen Tag, ausgeübt werden.

Aktivitätsrhythmus (14): Ausmaß der Wiederholungen derselben Aktivitätskategorien in Bezug auf die zeitliche Lage zwischen Tagen. Quantifiziert wird der Aktivitätsrhythmus durch die mittlere Anzahl unterschiedlicher aushäusiger Aktivitäten über alle Minutenscheiben an den Werktagen einer Woche.

Attrition (34): Phänomen der Abnahme der berichteten Mobilität mit zunehmender Berichtsdauer bei Haushaltsbefragungen, wie z.B. dem →Panel.

Ausgang (35): Wege und Aktivitäten, die vom Zeitpunkt des Verlassens der Wohnung bis zum Zeitpunkt der nächsten Rückkehr in die Wohnung durchgeführt werden.

Bereinigter Mittelwert (80) von Y bezüglich Z (um X): Mittelwert einer →abhängigen Variablen Y für die Ausprägungen von Z. Die ungleiche Häufigkeit der Ausprägungen von Z aufgrund des Zusammenhangs von X und Z wird ausgeglichen oder bereinigt.

Bestimmtheitsmaß (81): Maß zur Beurteilung der Stärke des linearen Zusammenhangs bei →Varianz- oder Regressionsmodellen. Das Bestimmtheitsmaß kann als Anteil der Variation der →abhängigen Variablen, die durch die →unabhängigen Variablen erklärt werden, interpretiert werden.

Cellchi² (38): Beim →Chi²-Test der Beitrag einer einzelnen Ausprägung zur gesamten Chi²-Prüfgröße.

Ceteris paribus Betrachtung (82): Untersuchung der Variation einer →abhängigen Variablen für unterschiedliche Ausprägungen von nur einer →unabhängigen Variablen. Andere beteiligte unabhängige Variablen werden (künstlich) konstant gehalten. Vgl. →Bereinigter Mittelwert.

Chi²-Test (37): Statistischer Test, mit dem der Zusammenhang von zwei nominal skalierten Variablen mit Hilfe einer →Kontingenztafel geprüft werden kann.

Data-Merging (84): Vorgang des Zuspieldens einer in einem Zieldatensatz nicht vorhandenen Variablen aus einem Quelldatensatz. Voraussetzung ist das Vorhandensein mindestens einer

gemeinsamen Variablen, die die zuzuspielende Variable stark →diskriminiert. Den verschiedenen Ausprägungen dieser Variablen werden entsprechende Ausprägungen der zu „mergenden“ Variablen zugespielt.

Diskriminierende Variable (7): →Unabhängige Variable, deren verschiedene Ausprägungen starke Unterschiede in Bezug auf die untersuchte →abhängige Variable aufweisen. Bspw. stellt der Berufliche Status in Bezug auf die Verkehrsleistung eine diskriminierende Variable dar. Das Ausmaß der Diskriminierung kann mit Hilfe der →Varianzanalyse untersucht werden.

Ergodizität (des Verkehrsverhaltensprozesses) (113): Bei Betrachtung eines →Querschnitts zu einem Zeitpunkt oder eines Einzelements im Längsschnitt ergeben sich unter Annahme der Ergodizität im Mittel die selben Resultate.

Erhebungswelle (7): →Welle.

Erwartete Häufigkeit (38): Unter der Nullhypothese, daß zwischen zwei nominal skalierten Variablen kein Zusammenhang besteht, in der →Kontingenztafel eine zu den Randsummen proportionale Häufigkeitsverteilung.

F-Wert (80): Maß für die Güte eines →Varianz- oder Regressionsmodells, definiert als Quotient der um die →Freiheitsgrade bereinigten →Modellquadratsumme und der →Gesamtquadratsumme. Der F-Wert ist auch ein Maß für die Güte der →Diskriminierung der einzelnen →unabhängigen Variablen im →Varianzmodell.

Faktorenanalyse (104): Statistisches Verfahren, das eine größere Anzahl von Variablen auf eine kleinere Anzahl (sogenannte ‚Faktoren‘) reduziert, wobei untereinander stark korrelierende Variablen zusammengefaßt werden. Die Faktoren sind voneinander statistisch unabhängig.

Fakultative Aktivität (14): Aushäusig ausgeübte Aktivität der Kategorien: Einkauf, Service (jdn. holen oder bringen), Freizeit.

Fehlerquadratsumme: Die durch das →Varianzmodell nicht erklärte Abweichung. Vgl. →Modellquadratsumme.

Freiheitsgrad (81) (eines →Varianzmodells): Anzahl der freien Parameter, entspricht der Summe der Ausprägungen der →unabhängigen Variablen minus der Anzahl der →unabhängigen Variablen. Ein hoher Freiheitsgrad verringert den →F-Wert.

Gesamtquadratsumme (81): Summe der →Modellquadratsumme und der →Fehlerquadratsumme im →Varianzmodell.

Grundverhaltensmuster (44): Handlungsschema, das den Kern des täglichen Verhaltens beinhaltet.

Hauptaktivität (44): Die innerhalb eines →Ausgangs unter Maßgabe einer bestimmten Reihenfolge⁸⁴ wichtigste Aktivität. Bei Betrachtung eines ganzen Tages wird die Hauptaktivität des →Hauptausgangs als Hauptaktivität bezeichnet.

Hauptausgang (51): Zweiter →Maßgeblicher Ausgang.

Hauptverkehrsmittel (55): Das als Zubringer zur →Hauptaktivität verwendete Verkehrsmittel.

Haushaltsebene (29): Im →Mobilitätspanel verwendete Datenerfassungsebene, die haushaltsspezifische Informationen enthält.

Intrapersonelle Variation (7): Variation des Verhaltens einer Person über die betrachtete Zeitdauer.

Interpersonelle Variation (17): Variation des Verhaltens zwischen mehreren Personen. Das Verhalten wird hier zu einem Zeitpunkt oder über einen Zeitraum aggregiert betrachtet.

Kohorte (35): Mehrfachteilnehmer des →Mobilitätspanels. Personen einer Kohorte sind je nach Betrachtungsjahr Erst-, Zweit- oder ggf. Drittberichter.

Kolmogoroff-Test (80): Statistischer Test zur Prüfung der Gleichheit zweier Häufigkeitsverteilungen.

Kollinearität (33): Existenz eines linearen Zusammenhangs von zwei →unabhängigen Variablen. Eine hohe Kollinearität führt zu Schätzfehlern bei Varianz- oder Regressionsmodellen.

Komplettes Modell (84): Varianzmodell unter Einbezug von sämtlichen in Tabelle 75 und Tabelle 76 aufgeführten →unabhängigen, soziodemographischen Variablen.

Kontingenzkoeffizient (53): Maß für die Stärke des Zusammenhangs von zwei nominal skalierten Variablen beim →Chi²-Test.

Kontingenztafel (37) (a. Kreuztabelle): Darstellungsform der paarweisen Häufigkeitsverteilung von zwei nominal skalierten Variablen. Grundlage des →Chi²-Tests.

Längsschnitt (7): Verkehrsverhaltensdaten einer Stichprobe, die abhängig von der betrachteten Zeitskala über einen Zeitraum erhoben werden.

Logit-Modell (37): Modell, das mit Hilfe der →Nutzenmaximierung eine Entscheidung mit diskretem Ausgang stochastisch nachbildet. Die zugrundeliegende Fehlerfunktion ist Weibull-verteilt.

Markovkette (27): Stochastische Zustände, hier Aktivitäts- und Mobilitätszustände, bei denen jeder Zustand nur von einem vorhergehenden Zustand abhängig ist.

Maßgeblicher Ausgang (51): Einer von vier →Ausgängen⁸⁵, die aus allen Tagesausgängen einer Person nach einem bestimmten (Relevanz)schema chronologisch geordnet bestimmt werden. Die Bildung der maßgeblichen Ausgänge einer Person erfolgt derart, daß maßgebliche Ausgänge derselben Ordnung (Spalte) zwischen Tagen miteinander verglichen werden können.

Maßgebliche Hauptaktivität (44): →Hauptaktivität eines →maßgeblichen Ausgangs.

Maßgebliches Muster (44): →Aktivitätskette, die aus den vier →maßgeblichen Hauptaktivitäten besteht.

Maßgebliches Hauptverkehrsmittel (67):, Zubringerverkehrsmittel zu einem der vier →maßgeblichen Hauptaktivitäten.

Maßgebliches Verkehrsmittelmuster (67): Muster der vier →maßgeblichen Hauptverkehrsmittel.

⁸⁴ Diese ist auf Seite 47 beschrieben.

⁸⁵ Diese werden nach einem auf Seite 49 beschriebenen Schema gebildet.

Maximum-likelihood Methode (37): Statistisches Verfahren zur Schätzung der Parameter einer Verteilung aus Stichprobenwerten. Die Parameter werden so geschätzt, daß die Wahrscheinlichkeit der Stichprobenwerte maximal ist.

Verhaltensebene (7): Eine der Ebenen, bezüglich derer Personenverkehr realisiert wird: Aktivitätsebene, Ebene der zeitlichen Disposition, Verkehrsmittel- und Routenebene.

Mobilitätspanel (7): →Panel.

Modell (9): Vereinfachtes Abbild der Realität, das die wesentlichen Elemente des betrachteten Systems beschreibt.

Modellquadratsumme (81): Die durch das →Varianzmodell erklärte Abweichung.

Monte-Carlo Simulation (123): Erzeugung einer Stichprobe mit Hilfe von Zufallszahlen. Die Simulationsstichprobe enthält gegenüber einer Basisstichprobe eine große Anzahl an Elementen. Die Verteilungen der zugrundeliegenden Zufallszahlen und die Sollverteilung der Ausprägungen der Basisstichprobe stimmen überein.

Multikollinearität (80): Existenz eines linearen Zusammenhangs zwischen mehreren →unabhängigen Variablen. Führt zu Schätzfehlern bei →Varianz- oder Regressionsmodellen.

Normaler Tag (31): Werktag im →Panel, der nach Aussagen der berichtenden Person „im großen und ganzen wie immer“ verlief.

Nutzenmaximierung (12): Handlungsstrategie, bei der unterstellt wird, daß die Nutzen verschiedener Alternativen vollständig bekannt und meßbar sind. Gewählt wird die Alternative mit dem höchsten, auf eine Dimension aggregierten Nutzen.

Panel (7): →Längsschnittdaten, die das Verkehrsverhalten derselben Personen für mehrere →Wellen umfassen.

Personenebene (31): Im →Panel verwendete Datenerfassungsebene, die personenspezifische Informationen enthält.

Personentag (30): Berichtetes Verkehrsverhalten einer Person über einen Tag.

Personenwoche (7): Berichtetes Verkehrsverhalten einer Person über eine Woche.

Pflichtaktivität (14): Aushäusig ausgeübte Aktivität der Kategorien: Arbeit, Dienstlich, Ausbildung.

Probit-Modell (37): Modell, das mit Hilfe der →Nutzenmaximierung eine Entscheidung mit diskretem Ausgang stochastisch nachbildet. Die zugrundeliegende Fehlerfunktion ist normalverteilt.

Querschnitt (10): Verkehrsverhaltensdaten einer Stichprobe, die abhängig von der betrachteten Zeitskala zu einem Zeitpunkt erhoben werden. Z.B. ist bei Festlegung eines Tages als kleinstem Verhaltenszeitraum eine →Stichtagserhebung eine Querschnitterhebung.

Referenzhauptaktivität (87): →Hauptaktivität des →Referenztages.

Referenzmuster (44): →Aktivitätskette, deren vier Aktivitäten für jede Personenwoche aus den →maßgeblichen Hauptaktivitäten der →normalen Werkstage gebildet wird. Das Referenzmuster

wird spaltenweise aus derjenigen →maßgeblichen Hauptaktivität zusammengesetzt, die jeweils am häufigsten auftritt.

Referenztag (7): Derjenige →normale Werktag einer Personenwoche, dessen →maßgebliches Muster dem →Referenzmuster nach Maßgabe des →Ähnlichkeitsgrads am ähnlichsten ist.

Referenzverkehrsmittelmuster (68): Kette mit vier Verkehrsmitteln, die aus den vier →maßgeblichen Hauptverkehrsmitteln der →normalen Werktage gebildet wird. Das Referenzverkehrsmittelmuster wird spaltenweise aus demjenigen →maßgeblichen Hauptverkehrsmittel zusammengesetzt, das jeweils am häufigsten auftritt.

Residuum (80): Schätzfehler bei →Varianz- oder Regressionsmodellen.

Reversibilität (des Verkehrsverhaltensprozesses) (113): Annahme des bereits in einem Status A praktizierten Verhaltens nach einer Statusänderung einer Person zurück zum Status A.

Routinisiertes Verhalten (7): Handlungsprogramm, das aus vielen festen, gewohnheitsmäßigen Bestandteilen besteht.

Sachlicher Längsschnitt (9): Betrachtung eines bestimmten Sachverhalts einer Person zu verschiedenen Zeitpunkten. Wichtig ist dabei die Veränderung der dem Sachverhalt zugrundeliegenden Ursachen.

Selektives Aussteigen (29): Aussteigen bestimmter Personen aus dem →Panel, bevor die maximale (und erwünschte) Anzahl von drei berichteten Wellen absolviert wurden.

Sequence-Alignment-Verfahren (27): Aus der DNA-Analyse bekanntes, modifiziertes Verfahren zum Vergleich von zwei →Aktivitätsketten (dt.: Sequenzanalyse).

Signifikanz (34): Ist x eine Z -verteilte Prüfgröße, so bedeutet $y\%$ Signifikanz, daß $\Pr(x > |Z|) < y$.

Simulation (9): Durchführung von geplanten Experimenten mit Hilfe von →Modellen.

Stated-Preference-Verfahren (137): Ermittlung möglicher Verhaltensreaktionen von Befragten durch die Vorgabe von mehreren Entscheidungssituationen mit verschiedenen Alternativen.

Stationarität (des Verkehrsverhaltensprozesses) (27): Unabhängigkeit des Verhaltens an einem Zeitpunkt vom Verhalten an einem anderen Zeitpunkt.

Stichtagserhebung (16): Erhebung von Verkehrsverhaltensdaten über einen Tag pro Person.

Sukzessivsimulation (125): Bezeichnung der in dieser Arbeit durchgeführten Simulation eines Längsschnittverhaltens, um auf die Abhängigkeiten der zu simulierten Indikatoren von in einer Vorstufe bereits simulierten, diese →diskriminierenden Indikatoren abzuheben.

Synthetische Population (122): Nach Verteilungsvorgaben künstlich erzeugte Bevölkerungsstichprobe mit einem bestimmten Umfang.

T-Test (40): Statistischer Test zur Prüfung des Mittelwerts von Paardifferenzen auf Null.

Unabhängige Variablen (80): Bei der →Varianzanalyse die erklärenden Variablen.

Variationskoeffizient (71): Streuungsmaß für die relative Variation einer Verteilung, definiert durch den Quotienten aus Standardabweichung und Mittelwert.

- Varianzanalyse (25):** Statistisches Verfahren, mit dem der Zusammenhang einer metrisch skalierten →abhängigen Variablen und einer oder mehrerer nominal skalierten →unabhängigen Variablen untersucht werden kann.
- Verhaltensebene (7):** Eine der in dieser Arbeit betrachtete, verkehrsverhaltensrelevante Ebene: Ebene der Wahl der Aktivität, ihrer Zeitpunkte und Dauern sowie die Ebene der Verkehrsmittelwahl.
- Verkehrsnachfragemodell (9):** Modell, das den Entstehungsprozeß des Personenverkehrsgeschehens abbildet. Es umfaßt alle Stufen von der Verkehrsentstehung bis zur Routenwahl.
- Vierstufenansatz (15):** Sequentielle Modellierung der Verkehrsnachfrage in vier Schritten: Verkehrsentstehung, Zielwahl, Verkehrsmittelwahl und Routenwahl.
- Wegeebene (36):** Im →Panel verwendete Datenerfassungsebene, die wegespezifische Informationen enthält.
- Welle (7):** Haushaltsbefragung im Rahmen des →Mobilitätspanels, bei der jede befragte Person über eine Woche im Herbst mobilitätsrelevante Aspekte aller durchgeführten Wege berichten soll. Jede Person soll möglichst drei Wellen berichten, das Mobilitätspanel besteht bislang aus sechs Wellen.
- Wellenpaar (112):** Zwei aufeinanderfolgende → Wellen des →Panels, bei denen eine Person teilgenommen hat. Bei dreifacher Teilnahme können zwei Wellenpaare in Bezug auf Übergänge zwischen Wellen untersucht werden.
- Zeitbudgeterhebung (8):** Haushaltsbefragung, die im Auftrag des Statistischen Bundesamts in den Jahren 1991/1992 bundesweit durchgeführt wurde. Erhoben wurden detaillierte Angaben zur Zeitverwendung aller Personen über 12 Jahren während zwei Tagen.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Konzept der Abschätzung der Wirkung von Maßnahmen auf einzelne Personen.	8
Abbildung 2: Schema des Ablaufs der Erzeugung von zeitlichem Längsschnittverhalten in einem Untersuchungsgebiet zur Untersuchung der Auswirkung einer Maßnahme.	9
Abbildung 3: Darstellung und Trennung der intrapersonellen und der interpersonellen Variation.	17
Abbildung 4: Mobilitätsverhalten abgebildet durch einen Raum-Zeit-Zweck-Pfad.	21
Abbildung 5: Beobachtete Verteilung und Verteilung der R-days unter Annahme der gleichmäßigen Verteilung der R-day-Gruppen über die fünf Wochen. Quelle: [HANSON und HUFF, 1988, 123].	23
Abbildung 6: Kumulierter Anteil verschiedener Wegeketten im Verhältnis zur Anzahl aller Wegeketten. Grafik nach: [MAHMASSANI, HATCHER und CAPLICE, 1997, 359].	24
Abbildung 7: Kumulierter Anteil des Auftretens der häufigsten Wegekette.	25
Abbildung 8: Stichprobenentwicklung und Aufteilung der Jahresquerschnitte in Erstberichter (oberer Block), Zweitberichter (mittlerer Block) und Drittberichter (unterer Block).	30
Abbildung 9: Vereinfachte GRADIV-Darstellung (Haushalts-ID 7431, Person 2, 1998), vor Plausibilisierung.	33
Abbildung 10: Darstellung des Ausgleichs der Attrition innerhalb einer Welle.	34
Abbildung 11: Design- und Zufallsfehler bei unterschiedlicher Weglänge.	36
Abbildung 12: Prozentuale Abweichung der Ausstiegsrate nach dem Erstbericht in jeder Altersklasse von der Ausstiegsrate aller Personen, Panel 1994-1998 (3101 Personen).	39
Abbildung 13: Mittlere Dauer der Ausgänge im (Werk)Tagesverlauf. Panel 1997 (gewichtet).	47
Abbildung 14: Aufeinanderfolge unterschiedlicher Aktivitäten an Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).	48
Abbildung 15: Mittlere Anzahl der gleichen Aktivitäten als i-te Aktivität im Tagesverlauf an den fünf Werktagen. Panel 1997 (gewichtet), nur wenn Aktivität mindestens einmal vorkommt.	49
Abbildung 16: Mittlere Dauer der aktiven maßgeblichen Ausgänge an Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).	52
Abbildung 17: Prozentuale Abweichung der Anteile der Hauptaktivitäten an nicht normalen Werktagen von allen Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).	54
Abbildung 18: Prozentuale Abweichung der Anteile der Hauptverkehrsmittel an nicht normalen Werktagen von allen Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).	56
Abbildung 19: Verteilung des Ähnlichkeitsgrades der maßgeblichen Aktivitätsmuster zum jeweiligen Referenzmuster, normale Werktage. Panel 1997 (gewichtet).	61
Abbildung 20: Person mit hohem Variationsgrad: Teilzeitbeschäftigte Mutter von drei Kindern. Vereinfachte GRADIV-Darstellung (Haushalts-ID 6323, Person 1, 1997).	62
Abbildung 21: Person mit geringem Variationsgrad: 47-jähriger Vollzeitbeschäftigter. Vereinfachte GRADIV-Darstellung (Haushalts-ID 12, Person 1, 1994).	62
Abbildung 22: Werktagmuster zur Verdeutlichung der Bildung des Referenztages. Vereinfachte GRADIV-Darstellung (Haushalts-ID 1, Person 1, 1994).	63
Abbildung 23: Ganglinie der Zeitbudgetanteile der Aktivitäts- (oben) und Mobilitätszeiten (unten) an den Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).	65
Abbildung 24: Ganglinie der Zeitbudgetanteile der Aktivitäts- (oben) und Mobilitätszeiten (unten) an den Referenztagen. Panel 1997 (gewichtet).	65
Abbildung 25: Ganglinie der Zeitverbrauchsanteile der Mobilitätszeiten an den Werktagen. Panel 1997 (gewichtet).	66
Abbildung 26: Ganglinie der Zeitverbrauchsanteile der Mobilitätszeiten an den Referenztagen. Panel 1997 (gewichtet).	67
Abbildung 27: Verteilung des Ähnlichkeitsgrades der maßgeblichen Verkehrsmittelmuster zum jeweiligen Referenzverkehrsmittelmuster, normale Werktage. Panel 1997 (gewichtet).	69
Abbildung 28: Ganglinie der mittleren Anzahl unterschiedlicher aushäusiger Aktivitäten nach beruflichem Status über die normalen Werktage (max.=5). Panel 1997 (gewichtet).	75
Abbildung 29: Verteilung der Residuen der Variation der Aktivitätsmuster, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.	85
Abbildung 30: Prozentuale Abweichung des Anteils der stabilen Hauptaktivitäten aufgrund der Berufsgruppenzugehörigkeit, Panel 1994-1999 (gewichtet), 29755 Personentage.	88

<u>Abbildung 31: Verteilung der Anzahl Werktage mit Hauptaktivität Arbeit bei Vollzeitbeschäftigten mit Referenzhauptaktivität Arbeit, Panel 1994-1999 (gewichtet), 10960 Personentage.....</u>	89
<u>Abbildung 32: Verteilungen der Personentage mit Abweichungen der Anzahl Aktivitätswechsel nach berufl. Status, ausgehend vom Referenztag, Panel 1994-1999 (gewichtet), 29755 Werktage.</u>	93
<u>Abbildung 33: Darstellung des „Vorher-Querschnitts“ (222 Schüler / Studenten) und Übergänger (23 Schüler / Studenten vorher) und des „Nachher-Querschnitts“ (774 Vollzeit) und Übergänger (23 Vollzeit nachher).....</u>	114
<u>Abbildung 34: Ablauf der Simulation der Verkehrsentstehung eines Tages und Reihenfolge der simulierten Indikatoren mit Abhängigkeiten.</u>	127
<u>Abbildung 35: Zeitverbrauchsganglinie der maßgeblichen Ausgänge bei der Originalstichprobe und der simulierten Stichprobe, (7190 bzw. 100 000 Personentage): Referenztag.....</u>	131
<u>Abbildung 36: Halbstundenverteilung der Anfangszeitpunkte der maßgeblichen Ausgänge bei der Originalstichprobe und der simulierten Stichprobe, (7190 bzw. 100 000 Personentage): Referenztag.</u>	131
<u>Abbildung 37: Differenzzeiten für aushäusige Aktivitäten: Werktag mit nächst kürzerer - Werktag mit nächst längerer Arbeitszeitdauer gegenüber dem Referenztag, 1718 Vollzeitbeschäftigte.</u>	134
<u>Abbildung 38: Operationalisierung eines Ursache-Wirkungs-Gefüges zur Abschätzung der Auswirkung von Maßnahmen.</u>	138

TABELLENVERZEICHNIS

<u>Tabelle 1: Aufteilung der 35 Tage des Uppsala Panels in die jeweiligen Äquivalenzklassen</u>	22
<u>Tabelle 2: Attritionraten innerhalb der Wellen, alle Tage</u>	34
<u>Tabelle 3: Berichtete Weganzahlen und Anzahl Ausgänge pro Woche bei Erstberichtern und Wiederholern (ungewichtet)</u>	35
<u>Tabelle 4: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit des Ausstiegs vom Alter zu erwartende Anzahl der Aussteiger nach dem Erstbericht, Panel 1994-1998 (3101 Personen)</u>	39
<u>Tabelle 5: Ausgabe der Prozedur T-Test: Abhängigkeit der Weganzahl, Mobilitätsdauer und Entfernungsleistung vom Ausstieg aus dem Panel, Panel 1994-1998, 3101 Personen (ungewichtet)</u>	40
<u>Tabelle 6: Logit-Modell zur Schätzung der Wahrscheinlichkeit des Ausstiegs aus dem Panel nach dem Erstbericht, Panel 1994-1998, 3101 Personen (ungewichtet)</u>	41
<u>Tabelle 7: System der Zuordnung der drei Zeitdimensionen im Zeitbudgetdatensatz</u>	43
<u>Tabelle 8: Verteilung und Mittelwert der Anzahl benutzter, verschiedener Verkehrsmittel nach Weganzahl für die ersten beiden Ausgänge an Werktagen, Panel 1997 (gewichtet)</u>	46
<u>Tabelle 9: Rangfolge der Aktivitäten nach Kutter, [1972, 164]</u>	46
<u>Tabelle 10: Verteilung der Hauptaktivitäten und mittlere Dauer der maßgeblichen Ausgänge an Werktagen, Panel 1997 (gewichtet)</u>	51
<u>Tabelle 11: Ausgabe der Prozedur T-Test: Hauptausgang Werktage, Panel 1997</u>	52
<u>Tabelle 12: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von <i>Urlaub</i> zu erwartende Anzahl der Hauptaktivitäten an Werktagen, Panel 1997 (gewichtet)</u>	53
<u>Tabelle 13: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von <i>Krankheit</i> zu erwartende Anzahl der Hauptaktivitäten an Werktagen, Panel 1997 (gewichtet)</u>	53
<u>Tabelle 14: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von <i>sonstigen Anomalitäten</i> zu erwartende Anzahl der Hauptaktivitäten an Werktagen, Panel 1997 (gewichtet)</u>	54
<u>Tabelle 15: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von <i>Urlaub</i> zu erwartende Anzahl der Hauptverkehrsmittel an Werktagen, Panel 1997 (gewichtet)</u>	55
<u>Tabelle 16: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von <i>Krankheit</i> zu erwartende Anzahl der Hauptverkehrsmittel an Werktagen, Panel 1997 (gewichtet)</u>	55
<u>Tabelle 17: Tatsächliche und unter der Annahme der Unabhängigkeit von <i>sonstigen Anomalitäten</i> zu erwartende Anzahl der Hauptverkehrsmittel an Werktagen, Panel 1997 (gewichtet)</u>	55
<u>Tabelle 18: Verteilung der maßgeblichen Muster an normalen Werktagen, Panel 1997 (gewichtet)</u>	58
<u>Tabelle 19: Verteilung der Referenzmuster, Panel 1997 (gewichtet)</u>	58
<u>Tabelle 20: Definition des Grades der Ähnlichkeit* von zwei maßgeblichen Mustern</u>	60
<u>Tabelle 21: Bestimmung des Referenztages mittels Zeitbudgetdifferenzen zum Median</u>	64
<u>Tabelle 22: Verteilung der Referenztage, Panel 1997 (gewichtet)</u>	64
<u>Tabelle 23: Weganzahl und Anzahl Ausgänge: Referenztag und Werktag, Panel 1997 (gewichtet)</u>	64
<u>Tabelle 24: Verteilung der maßgeblichen Verkehrsmittelmuster an normalen Werktagen, Panel 1997 (gewichtet)</u>	68
<u>Tabelle 25: Verteilung der Referenzverkehrsmittelmuster an Referenztagen, Panel 1997 (gewichtet)</u>	68
<u>Tabelle 26: Mittlere Anzahl Aktivitätswechsel am <i>Referenztag</i>, Panel 1997 (gewichtet)</u>	71
<u>Tabelle 27: Mittlere Anzahl Aktivitätswechsel an <i>allen Werktagen</i>, Panel 1997 (gewichtet)</u>	71
<u>Tabelle 28: Mittlere Anzahl Verkehrsmittelwechsel am <i>Referenztag</i>, Panel 1997 (gewichtet)</u>	72
<u>Tabelle 29: Mittlere Anzahl Verkehrsmittelwechsel an <i>allen Werktagen</i>, Panel 1997 (gewichtet)</u>	72
<u>Tabelle 30: Mittlere Dauer der aushäusigen Aktivitäten am <i>Referenztag</i> nach Verpflichtungsgrad der Aktivitäten, Panel 1997 (gewichtet)</u>	73
<u>Tabelle 31: Mittlere Dauer der aushäusigen Aktivitäten an <i>allen Werktagen</i> nach Verpflichtungsgrad der Aktivitäten, Panel 1997 (gewichtet)</u>	74
<u>Tabelle 32: Mittlere tägliche Anfangs- und Endzeiten des Hauptausgangs an mobilen <i>Referenztagen</i>, Panel 1997 (gewichtet)</u>	76
<u>Tabelle 33: Mittlere tägliche Anfangs- und Endzeiten des Hauptausgangs an mobilen <i>Werktagen</i>, Panel 1997 (gewichtet)</u>	77
<u>Tabelle 34: Beispiel für die Ausprägung einer abhängigen Variable (Y) in Abhängigkeit von zwei unabhängigen Größen (A und B). Quelle: [FREUND und LITTELL, 1981, 110]</u>	82

Tabelle 35: (unbereinigte) Mittelwerte und bereinigte Mittelwerte.....	83
Tabelle 36: Mittlere Abweichung der werktäglichen Aktivitätsmuster (Unähnlichkeit) vom Referenztag, $R^2=0,14$; Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.....	84
Tabelle 37: Mittlere Abweichung der werktäglichen Aktivitätsmuster (Unähnlichkeit) vom Referenztag, <i>uniforme Gewichtung</i> der Spaltenabweichung, $R^2=0,06$; Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.....	86
Tabelle 38: Mittlere Abweichung der werktäglichen Aktivitätsmuster (Unähnlichkeit) vom Referenztag, <i>Gewichtung</i> der Spaltenabweichung nach dem <i>Zeitbudget der Ausgänge</i>, $R^2=0,19$; Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.....	86
Tabelle 39: Stabilität der Hauptaktivität aller Werktage ausgehend von der Hauptaktivität des Referenztages, Panel 1994-1999 (gewichtet), 29755 Personentage.....	87
Tabelle 40: Mittlere Abweichung der werktäglichen Verkehrsmittelmuster (Unähnlichkeit) vom Referenztag, $R^2=0,10$; F-Wert=112,0; Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.....	90
Tabelle 41: Stabilität des für die selbe Hauptaktivität verwendeten Verkehrsmittels, ausgehend vom Referenztag, Panel 1994-1999 (gewichtet), 29755 Personentage.....	91
Tabelle 42: Mittlere Absolutabweichung der Anzahl der werktäglichen Aktivitätswechsel vom Referenztag, $R^2=0,08$; F-Wert=35,9; Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.....	92
Tabelle 43: Mittlere absolute Differenz der Dauern der täglich ausgeübten aushäusigen fakultativen Aktivitäten aller Werktage zum Referenztag, $R^2=0,06$; F-Wert=31,8, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.....	95
Tabelle 44: Mittlere absolute Differenz der Dauern der täglich ausgeübten aushäusigen Pflichtaktivitäten aller Werktage zum Referenztag, $R^2=0,27$; F-Wert=730,2, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.....	96
Tabelle 45: Anzahl unterschiedlicher Aktivitäten während der aktiven Minutenintervalle aller aushäusigen Aktivitäten an Werktagen, $R^2=0,05$; F-Wert=38,3, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.....	97
Tabelle 46: Mittlere absolute Differenz der Anfangszeit des Hauptausgangs der mobilen Werktage zum Referenztag, $R^2=0,14$; F-Wert=330,1, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5948 Personenwochen.....	98
Tabelle 47: Mittlere absolute Differenz der Endzeit des Hauptausgangs der mobilen Werktage zum Referenztag, $R^2=0,10$; F-Wert=212,8, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5948 Personenwochen.....	99
Tabelle 48: Zeitliche Gebundenheit während aller Werktage, $R^2=0,46$; F-Wert=763,2; Zeitbudgeterhebung 1991/1992 (gewichtet), 10063 Personentage.....	100
Tabelle 49: Subjektive Flexibilität, $R^2=0,03$; F-Wert=31,7; Zeitbudgeterhebung 1991/1992 (gewichtet), 10064 Personen.....	101
Tabelle 50: Korrelationsmatrix der untersuchten Variationsindikatoren sowie der subjektiven Flexibilität und der zeitlichen Gebundenheit, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5951 Personenwochen.....	103
Tabelle 51: Statistiken der Faktorenanalyse der Variations – und Gebundenheitsindikatoren.....	104
Tabelle 52: Gewichtung der Faktoren für die Variable Reaktionspotential.....	105
Tabelle 53: Reaktionspotential, $R^2=0,16$; F-Wert=64,3, Panel 1994-1999 (gewichtet), 5947 Personenwochen.....	106
Tabelle 54: Bereinigte F-Werte der Varianzanalysen zur Erklärung der Variation der <i>Variationsindikatoren</i> und des <i>Reaktionspotentials</i>. Panel 1996-1999 (gewichtet), 4737 Personenwochen.....	109
Tabelle 55: Bereinigte F-Werte der Varianzanalysen zur Erklärung der Variation der <i>Verhaltensindikatoren</i>. Panel 1996-1999 (gewichtet), 4737 Personenwochen.....	110
Tabelle 56: Anzahl berichteter Wellenpaare und Summe der Übergänge (Vorher-nachher).....	113
Tabelle 57: Übergänge des beruflichen Status' mit Übergangswahrscheinlichkeiten (Zeilenprozente), Panel 1994-1999 (ungewichtet), 2024 Wellenpaare.....	113
Tabelle 58: Übergänge der Referenzmuster bei Personen mit gleichbleibendem beruflichen Status, 701 Wellenpaare.....	115
Tabelle 59: Übergänge der Referenzverkehrsmittelmuster bei Personen mit gleichbleibendem beruflichen Status, 925 Wellenpaare.....	116
Tabelle 60: Zeitbudgets zwischen Wellen bei Personen mit gleichbleibendem beruflichen Status, Panel 1994-1999 Referenztag, 1832 Wellenpaare.....	116

<u>Tabelle 61: Zeitpunktverhalten zwischen Wellen bei Personen mit gleichbleibendem beruflichen Status, Panel 1994-1999 Referenztag, 1832 Wellenpaare.....</u>	117
<u>Tabelle 62: Variationskenngrößen zwischen Wellen bei Personen mit gleichbleibendem beruflichen Status, Panel 1994-1999, 1832 Wellenpaare.....</u>	117
<u>Tabelle 63: Übergänge der Hauptaktivität beim Übergang Vollzeit –Teilzeit, Panel 1994-1999, 20 Wellenpaare, Querschnitt 765 Personenwochen vorher (Vollzeit), 281 nachher (Teilzeit).....</u>	118
<u>Tabelle 64: Zeitbudgets zwischen Wellen beim Übergang Vollzeit–Teilzeit, Panel 1994-1999 Referenztag, 20 Wellenpaare, Querschnitt 765 Personenwochen vorher (Vollzeit), 281 nachher (Teilzeit).....</u>	119
<u>Tabelle 65: Zeitpunktverhalten zwischen Wellen beim Übergang Vollzeit–Teilzeit, Panel 1994-1999 Referenztag, 20 Wellenpaare, Querschnitt 765 Personenwochen vorher (Vollzeit), 281 nachher (Teilzeit).....</u>	119
<u>Tabelle 66: Reaktionspotential zwischen Wellen beim Übergang Vollzeit–Teilzeit, Panel 1994-1999, 20 Wellenpaare, Querschnitt 765 Personenwochen vorher (Vollzeit), 281 nachher (Teilzeit).....</u>	120
<u>Tabelle 67: Reihenfolgen und Zusammenhang der zu simulierenden Indikatoren mit vorab simulierten Indikator(en). Panel 1994-1999 (gewichtet), Referenztag, 7190 Personentage.....</u>	126
<u>Tabelle 68: Verteilung der maßgeblichen Muster: Referenztag bei Originalstichprobe (Panel 1994-1999, gewichtet) und simulierter Stichprobe.....</u>	129
<u>Tabelle 69: Verteilung der Aktivitätsketten der maßgeblichen Ausgänge: Referenztag bei Originalstichprobe (Panel 1994-1999, gewichtet) und simulierter Stichprobe.....</u>	129
<u>Tabelle 70: Verteilung der maßgeblichen Verkehrsmittelmuster: Referenztag bei Originalstichprobe (Panel 1994-1999, gewichtet) und simulierter Stichprobe.....</u>	130
<u>Tabelle 71: Zeitbudgets für aushäusige Aktivitäten: Werktag mit nächst kürzerer vs. Werktag mit nächst längerer Arbeitszeitdauer gegenüber dem Referenztag, 1718 Vollzeitbeschäftigte.....</u>	134
<u>Tabelle 72: Anfangs- und Endzeitpunkte des Hauptausgangs: Werktag mit nächst längerer vs. Werktag mit nächst kürzerer Arbeitszeitdauer gegenüber dem Referenztag, 1718 Vollzeitbeschäftigte.....</u>	135
<u>Tabelle 73: Übergang des Hauptverkehrsmittels. Werktag mit nächst längerer vs. Werktag mit nächst kürzerer Arbeitszeitdauer gegenüber dem Referenztag, 1718 Vollzeitbeschäftigte.....</u>	135
<u>Tabelle 74: Verwendete Wegevariablen und ihre Ausprägungen.....</u>	154
<u>Tabelle 75: Verwendete Haushaltsvariablen und ihre Ausprägungen.....</u>	155
<u>Tabelle 76: Verwendete Personenvariablen und ihre Ausprägungen.....</u>	156

LITERATURVERZEICHNIS

- ARENTZE, T., BORGERS, A., PONJE, M. und TIMMERMANS, H. (2000) Determinants of attrition rates in a two-wave, two day household activity diary: a probit analysis. Paper submitted for presentation at the 79th annual meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C..
- AXHAUSEN, K.W. (2000) Stated-Preference Ansätze im Verkehr - Überblick über die Ansätze - Grenzen und Möglichkeiten, Vortrag anlässlich des Nationalen Forschungsprogramm Verkehr und Umwelt (NFP 41), Zürich. [<http://www.nfp41.ch/events/meetings/re-tf01.html>]
- AXHAUSEN, K.W., ZIMMERMANN, A., SCHÖNFELDER, S., RINDSFÜSER, G. und HAUPT, T. (2000) Observing the rhythms of daily life: a six-week travel diary. *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **25**, Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik, ETH, Zürich. [<http://www.ivt.baug.ethz.ch/arbeit25.html>]
- AXHAUSEN, BOGNER, HERY, VERRON, VOLKMAR, WICHMANN und ZUMKELLER (1996) Hinweise zur Messung von Präferenzstrukturen mit Methoden der Stated-Preferences. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.), Köln.
- AXHAUSEN, K.W., AYERBE, A., BANNELIER, M., BERKUM, E.v., BILLOTTE, M., GOODWIN, P.B., HERRY, M., KATTELER, H., MEDE, P.v.d., MEURS, H., POLAK, J.W., SCHWARZMANN, R., SELVA, D., YUNE, A. und ZUMKELLER, D. (1991) EUROTOPP - towards a dynamic and activity- based modelling framework. In: Advanced telematics in road transport, Proceedings of the DRIVE conference. Elsevier, 1020-1039, Brussels.
- BOWMAN, J.L. und BEN-AKIVA, M. (1997) Activity-based travel forecasting. Travel model improvement program (TMIP), Conference proceedings, Texas Transportation Institute, Arlington.
- BOWMAN, J.L., BRADLY, M., YORAM, S., LAWTON, T.K., und BEN-AKIVA, M. (1998) Demonstration of an activity based model system for Portland. 8th World Conference on Transport Research, Conference proceedings, Amsterdam.
- BRUNS, R. (1999) Zusammenhang zwischen Variabilität und Flexibilität im Mobilitätsverhalten. Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.
- BURNETT, K.P. und HANSON, S. (1982) The analysis of travel as an example of complex human behaviour in spatially constrained situations: Definition and measurement issues. *Transportation Research A*, **16A**, (2), 87-102.
- BURNETT, K.P. und HANSON, S. (1979) Rationale for an alternative mathematical approach to movement as complex human behavior. *Transportation Research Record*, **723**, 11-24.
- CHATTERJEE, S. und PRICE, B. (1977) Regression analysis by example, John Wiley and Sons, New York.
- CHEN, C. und MOKHTARIAN, P.L. (1999) A review and discussion of the literature on travel time and money expenditures, Manuskript im Auftrag der Daimler Chrysler Corporation (Hrsg.), Davis.
- CHLOND, B. (1996) Zeitverwendung und Verkehrsgeschehen – Zur Abschätzung des Verkehrsumfanges bei Änderungen der Freizeitdauer. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe*, **55/96**.
- CHLOND, B. und LIPPS, O. (2000) Multimodalität im Personenverkehr im intrapersonellen Längsschnitt. *Stadt Region Land*, **69**, 171-182, Aachen.
- CHLOND, B., LIPPS, O., MANZ, W. und ZUMKELLER, D. (1999) Haushaltsbefragung zur Alltagsmobilität in verschiedenen Raumtypen (Auswertung Haushaltspanel 1998/1999), Manuskript im Auftrag des BMV, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.
- CHLOND, B., LIPPS, O. und ZUMKELLER, D. (1998) Haushaltspanel 1997/1998 - Auswertung, Manuskript im Auftrag des BMV, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.
- CHLOND, B., LIPPS, O. und ZUMKELLER, D. (1997) Fortführung der Auswertung der Paneluntersuchung zum Verkehrsverhalten, Manuskript im Auftrag des BMV, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.
- CHLOND, B., LIPPS, O. und ZUMKELLER, D. (1996) Auswertung der Paneluntersuchung zum Verkehrsverhalten, Manuskript im Auftrag des BMV, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

- CROMM, J. und GIEGLER, H. (Hrsg.) (1998) Lebensstile in der Stadt. Eine empirische Studie am Beispiel Augsburgs. *Reihe Praxis Sozialforschung*, **2**, München.
- DAMM, D. (1980) Interdependencies in activity behavior. *Transportation Research Record*, **750**, 33-40.
- DOHERTY, S.T. und AXHAUSEN, K.W. (1998) The Development of a unified modelling framework for the household activity-travel scheduling process. *Stadt Region Land*, **66**, 45-59, Aachen.
- FREUND, R.J. und LITTELL, R.C. (1981) SAS for linear models. SAS Institute, Cary.
- GORR, H. (1997) Die Logik der individuellen Verkehrsmittelwahl. Focus, Gießen.
- GOULIAS, K.G. (1999) Longitudinal analysis of activity and travel pattern dynamics using generalised mixed markov latent class models. *Transportation Research Part B* **33**, 535-557.
- HÄGERSTRAND, T. (1970) What about people in regional science. Papers of the regional science association papers, **24**, 7-21, Pennsylvania.
- HANSON, S. und HUFF, J. (1988) Systematic variability in repetitious travel. *Transportation* **15**, 111-135.
- HANSON, S. und HUFF, J. (1986) Classification issues in the analysis of complex travel behavior. *Transportation* **13**, 271-293.
- HAUTZINGER, H. (2000) Auswertung des Mobilitätspanels mittels statistisch-ökonomischer Panelmodelle. Vortrag anlässlich des DVWG-Workshops Dynamische und statische Elemente des Verkehrsverhaltens – Das Deutsche Mobilitätspanel in Karlsruhe. Erscheint in *Schriftenreihe B, DVWG* (Hrsg.), Bergisch-Gladbach.
- HEIDEMANN, D., BÄUMER, M., HAUTZINGER, H., HAAG, G. und v. STACKERLBERG, B. (1999) Erprobung und Evaluierung von Modellen der Statistik und der Künstlichen Intelligenz als Instrumente zur Analyse des Mobilitätspanels, Zwischenbericht, Unveröffentlichtes Manuskript im Auftrag des BMV, Heilbronn/Stuttgart.
- HELLER-KEMP, A. (2000) Typische Tagesmuster und ihre Variation im Verlauf einer Woche. Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.
- HERZ, R. (1983) Stability, variability and flexibility in everyday behaviour. Carpenter, S und Jones, P. (Hrsg.): Recent Advances in Travel Demand Analysis, Gower, Aldershot, 385-400.
- HIRSH, M., PRASHKER, J.N. und Ben-Akiva, M. (1986) Dynamic model of weekly activity pattern. *Transportation Science*, **20** (1), 24-36.
- HUFF, J. und HANSON, S. (1990) Measurement of habitual behaviour: Examining systematic variability in repetitive travel. In: P. Jones (Hrsg.): Developments in dynamic and activity-based approaches to travel analysis, Gower, England, 229-249.
- INFRATEST BURKE (1999) Haushaltspanel zum Verkehrsverhalten. Endbericht zum Paneljahr 1998/1999. Unveröffentlichtes Manuskript im Auftrag des BMV, München.
- INFRATEST BURKE (1998) Haushaltspanel zum Verkehrsverhalten. Endbericht zum Paneljahr 1997/1998. Unveröffentlichtes Manuskript im Auftrag des BMV, München.
- INFRATEST BURKE (1997) Haushaltspanel zum Verkehrsverhalten. Alltagsmobilität Herbst 1996. Unveröffentlichtes Manuskript im Auftrag des BMV, München.
- JOH, C.-H., ARENTZE, T. A., HOFMAN, F. und TIMMERMANS, H. (1997) Activity pattern similarity: Towards multidimensional sequence alignment, The 8th Meeting of the International Association for Travel Behaviour Research, Workshop on Time use, Conference Pre-Prints, Austin, Texas.
- JONES, P. und CLARKE, M. (1988) The significance and measurement of variability in travel behaviour. *Transportation* **15**, 65-87,
- KICKNER, S. (1998) Kognition, Einstellung und Verhalten – Eine Untersuchung des individuellen Verkehrsverhaltens in Karlsruhe. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe* **56/98**.
- KITAMURA, R., FUJII, S. und PAS, E. (1997) Time use data, analysis and modelling: toward the next generation of transportation planning methodologies. *Transport Policy*, **4** (4), 225-235.
- KLOAS, J., KUHFIELD, H. und KUNERT, U. (1999) Konstanz bzw. Variabilität des Verkehrsverhaltens bei gleichen Personen, Analyse des Mobilitätspanels 1994 bis 1998, 1. Zwischenbericht. Unveröffentlichtes Manuskript im Auftrag des BMV, Berlin.
- KLOAS, J. und KUNERT, U. (1993) Vergleichende Auswertungen von Haushaltsbefragungen zum Personennahverkehr (KONTIV 1976, 1982, 1989), DIW (Hrsg.), Berlin.
- KÜCHLER, R. (1985) Wegekettenorientierte Verkehrsberechnungsmodelle. Dissertation, Technische

Hochschule Darmstadt.

- KUNERT, U. (1992) Individuelles Verkehrsverhalten im Wochenverlauf. *DIW Beiträge zur Strukturforschung* **130**, Berlin.
- KURANI, K.S. und LEE-GOSSELIN, M.E.H. (1997) Synthesis of past activity analysis application. Travel model improvement program (TMIP), Conference proceedings, Texas Transportation Institute, Arlington.
- KUTTER, E. (1972) Demographische Determinanten des städtischen Personenverkehrs. *Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen* **9**, Technische Universität Braunschweig.
- MAHMASSANI, H. S., HATCHER, S. G. und CAPLICE, C. G. (1997) Daily variation of trip chaining, scheduling, and path selection behaviour of work commuters, in: Stopher, P., Lee-Gosselin, M.E.H. (Hrsg.), *Understanding travel behaviour in an era of change*, Pergamon, Oxford 351-379.
- PAS, E.I. (1997) Recent advances in activity-based travel demand modelling. Travel model improvement program (TMIP), Texas Transportation Institute, Conference proceedings, Arlington.
- PAS, E.I. (1988) Weekly travel-activity behavior. *Transportation* **15**, 89-109.
- PAS, E.I. (1987a) An examination of the determinants of day-to-day variability in individuals' urban travel demand. *Transportation* **14**, 3-20.
- PAS, E.I. (1987b) Intrapersonal variability and model goodness-of-fit. *Transportation Research A*, **21A**, (6), 431-438.
- PAS, E.I. (1983) A flexible and integrated methodology for analytical classification of daily travel-activity behaviour. *Transportation Science*, **17** (4), 405-429.
- PAS, E.I. und KOPPELMAN, F.S. (1987): An examination of the determinants of day-to-day variability in individuals' urban travel demand. *Transportation* **14**, 3-20.
- PENDYALA, R.M. und PAS, E. (1997) Multiday and multiperiod data. Resource Paper for Workshop 9 of Transport Surveys: Raising the Standard - International Conference on Transport Survey Quality and Innovation, May, 24-30 1997, Grainau, Germany.
- RDC Inc. (1995) Activity-based modelling system for travel demand forecasting. Metropolitan Washington Council of Governments (Hrsg.), Washington, D.C..
- RECKER, W.W., ROOT, G.S., MCNALLY, M.G., CIRRINCIONE, M.J. und SCHULER, H.J. (1980) An empirical analysis of household activity patterns. Final report by the Institute of Transportation Studies, University of California, for the U.S. Office of University Research (Hrsg.), Irvine.
- RECKER, W. W. und MCNALLY, M. G. (1985) Travel/Activity analysis: Pattern recognition, classification and interpretation, *Transportation Research* **19A** (4), 279-296.
- RINDSFÜSER, G. und DOHERTY, S. (2000) Konzept, Module und Datenerfordernisse für SMART – Simulationsmodell des Aktivitäten-(Re)Planungsprozesses. *Stadt Region Land*, **69**, 109-130, Aachen.
- SAS INSTITUTE INC. (1994a) SAS/BASICS User's Guide. Version 6, Cary.
- SAS INSTITUTE INC. (1994b) SAS/STAT User's Guide. Version 6, Cary.
- SCHÄFER, U. (1993) Ballungsanalyse zur Erkennung typischer Aktivitätsprogramme in der Verkehrsplanung. Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.
- SCHLICH, R., KÖNIG, A. und AXHAUSEN, K.W. (2000): Stabilität und Variabilität im Verkehrsverhalten, unveröff. Arbeitsbericht 39 Verkehrs- und Raumplanung des Instituts für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT 2000(10)), ETH Zürich. [<http://www.ivt.baug.ethz.ch/arbeit39.html>]
- SCHMIEDEL, R. (1984) Bestimmung verhaltensähnlicher Personenkreise für die Verkehrsplanung. *Schriftenreihe des Instituts für Städtebau und Landesplanung der Universität Karlsruhe* **18**, Karlsruhe.
- SCHNABEL, W. und LOHSE, D. (1997) Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Verlag für Bauwesen, Berlin.
- SCHNEIDER, N. und SPELLERBERG, A. (1999) Lebensstile, Wohnbedürfnisse und räumliche Mobilität, Leske+Budrich, Opladen.
- SCHUCHARD-FICHER, C. (1980) *Multivariate Analysemethoden*, Springer, Berlin.
- SCHULMEYER, D. (1994) Individuelles Verhalten und Aktivitätenoptimierung im Wochenverlauf. Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

- SCHUEMER, R., STRÖHLEIN, R. und GOGOLOK, J. (1990) Datenverarbeitung und statistische Auswertung mit SAS, Bd.2. Gustav Fischer, Stuttgart, New York.
- SCHWARZMANN, R. (1995) Der Einfluß von Nutzerinformationssystemen auf die Verkehrsnachfrage. *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe* **54/95**.
- SIMON, H.A. (1957) Models of man. John Wiley and Sons, New York.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (1999) Wo bleibt die Zeit - die Zeitverwendung der Bevölkerung in Deutschland, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- TIMMERMANN, H. (1997) Modeller's needs. Resource Paper for Workshop 9 of Transport Surveys: Raising the Standard - International Conference on Transport Survey Quality and Innovation, May, 24-30 1997, Grainau, Germany.
- VAN DER HOORN, T. (1997) Practitioner's Future Needs. Resource Paper for Workshop 8 of Transport Surveys: Raising the Standard - International Conference on Transport Survey Quality and Innovation, May, 24-30 1997, Grainau, Germany.
- WERMUTH, M. (1978) Struktur und Effekte von Faktoren der individuellen Aktivitätennachfrage als Determinanten des Personenverkehrs, Bad Honnef.
- WILSON, W. C. (1998) Activity pattern analysis by means of sequence-alignment methods, *Environment and Planning A* **30**, 1017-1038.
- ZIMMER, S. (1999) Neue Arbeitszeitformen und ihre Auswirkungen auf die Verkehrsnachfrage. Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.
- ZUMKELLER, D. (1989) Ein sozialökologisches Verkehrsmodell zur Simulation von Maßnahmewirkungen, *Schriftenreihe des Instituts für Stadtbauwesen der Universität Braunschweig*, Heft **46**.
- ZUMKELLER, D., BLECHINGER, W., CHLOND, B. und SEITZ, H. (1993) Paneluntersuchungen zum Verkehrsverhalten - Abschlußbericht zur Pilotstudie München, Universität Karlsruhe.
- ZUMKELLER, D., CHLOND, B. und LIPPS, O (1999) Das Mobilitäts-Panel (MOP) – Konzept und Realisierung einer bundesweiten Längsschnittbetrachtung. *Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft*, Heft B **217**, 33-72.
- ZUMKELLER, D. und SEITZ, H. (1993) Aufbereitung vorhandener Daten für Verkehrsplanungszwecke als Ersatz für neue Befragungen, *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik* **642**. BMV (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg.

ANHANG: VERWENDETE VARIABLEN DES MOBILITÄTSPANELS UND IHRE AUSPRÄGUNGEN

Im folgenden werden die in Zusammenhang mit dem Aktivitäts- und Mobilitätsverhalten und ihrer Variation untersuchten wegespezifischen und soziodemographischen Größen zusammen mit den Variablenamen und den relevanten⁸⁶ Ausprägungen aufgelistet:

1. Wegevariablen:

Variablen- bezeichnung	Variable	Anzahl Kategorien	Codierung
Zweck	Wegzweck	6	Arbeitsweg Dienstlicher Weg Ausbildungsweg Einkaufs- / Besorgungsweg Freizeitweg Heimweg
VMDIW	Für den Weg benutztes hauptsächliches Verkehrsmittel nach DIW ⁸⁷ Notation	5	Zu Fuß Fahrrad Pkw als Fahrer, Motorrad Pkw als Mitfahrer Öffentliches Verkehrsmittel
AbZeit	Abfahrtszeitpunkt des Weges	24*60	00:00-23:59 Uhr. Umcodierung als Anzahl Minuten nach Mitternacht
AnZeit	Ankunftszeitpunkt des Weges	24*60	00:00-23:59 Uhr. Umcodierung als Anzahl Minuten nach Mitternacht

Tabelle 74: Verwendete Wegevariablen und ihre Ausprägungen

2. Haushaltsvariablen:

Variablen- bezeichnung	Variable	Anzahl Kategorien	Codierung
HHgro	Haushaltsgröße	4	Einpersonenhaushalt Zweipersonenhaushalt Dreipersonenhaushalt Vier- und Mehrpersonenhaushalt
HHTyp	Haushaltstyp	4	Kleinhaushalt mit Berufstätigen (1-2 Personen) Kleinhaushalt ohne Berufstätige (1-2 Personen) Haushalt mit Kindern unter 18 Jahren Haushalt ohne Kinder, 3 und mehr Erwachsene
Lage	Lage der Wohnung	6	Im inneren Stadtbereich einer Großstadt Am Stadtrand / in einem Vorort einer Großstadt

⁸⁶ Die Ausprägung „fehlender Wert“ wird nicht berücksichtigt.

⁸⁷ Vgl. [KLOAS und KUNERT, 1993]. Werden für einen Weg mehrere Verkehrsmittel benutzt, so wird als VMDIW-Verkehrsmittel das in folgender Reihenfolge letzte benutzte definiert: Zu Fuß, Fahrrad, Motorrad, Pkw als Fahrer, Pkw als Mitfahrer, Öffentliches Verkehrsmittel.

			Im inneren Stadtbereich einer mittelgroßen Stadt Am Stadtrand / in einem Vorort einer mittelgroßen Stadt In einer Kleinstadt / in einer großen Gemeinde Auf dem Land / in einer kleinen Landgemeinde
ZufÖPNV	Zufriedenheit mit Anbindung an ÖV	2	Im großen und ganzen zufrieden Sollte verbessert werden
PO_10	Kinder unter 10 Jahren im Haushalt	2	Ja Nein
PKWHH	Anzahl der dem HH zur Verfügung stehenden Pkw	3	0 Pkw 1 Pkw 2+ Pkw

Tabelle 75: Verwendete Haushaltsvariablen und ihre Ausprägungen

3. Personenvariablen:

Variablen - bezeichnung	Variable	Anzahl Kategorien	Codierung
LageArb	Lage des Arbeitsplatzes	6	Im inneren Stadtbereich einer Großstadt Am Stadtrand / in einem Vorort einer Großstadt Im inneren Stadtbereich einer mittelgroßen Stadt Am Stadtrand / in einem Vorort einer mittelgr. Stadt In einer Kleinstadt / in einer großen Gemeinde Auf dem Land / in einer kleinen Landgemeinde
Alter	Alter	7	Person zwischen 10 und 17 Jahre alt Person zwischen 18 und 25 Jahre alt Person zwischen 26 und 35 Jahre alt Person zwischen 36 und 50 Jahre alt Person zwischen 51 und 60 Jahre alt Person zwischen 61 und 70 Jahre alt Person 71 Jahre und älter
Schulab	Höchster erreichter Schulabschluß	5	Volks- / Hauptschule ohne Lehre Volks- / Hauptschule mit Lehre Mittlerer Schulabschluß, Mittlere Reife Abitur, Fachhochschule, Hochschule (Noch) kein Abschluß
PkwVerf	Ausmaß der Pkw-Verfügbarkeit	3	Immer Gelegentlich Nie
Beruf	Status der Berufstätigkeit	4	Voll berufstätig / in Berufsausbildung ab 18 J. (Lehre) Teilweise berufstätig / teilzeitbeschäftigt Schüler / Student / in Berufsausbildung bis 17 J. Hausfrau (-mann) / zur Zeit arbeitslos / Rentner(in)
ZeitÖPNV	Besitz einer ÖPNV-Zeitkarte	2	Ja Nein
sex*PO_10	Interaktionsvariable Geschlecht über	4	Männlich ohne Kinder Weiblich ohne Kinder

	Kinder unter 10 Jahren im Haushalt		Männlich mit Kinder Weiblich mit Kinder
VMTyp ⁸⁸ (abgeleitete Variable)	Welchem Verkehrsmitteltyp die Person angehört	4	Fußgängertyp Radfahrertyp Pkw-Fahrertyp (inkl. Mitfahrer) ÖV-Typ

Tabelle 76: Verwendete Personenvariablen und ihre Ausprägungen

⁸⁸ Der Verkehrsmitteltyp wird durch das im Verlauf der berichteten Werkzeuge am häufigsten benutzten Verkehrsmittel festgelegt.