Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr

Fakultät für Verkehrswissenschaften „Friedrich List“

Technische Universität Dresden

Raumstrukturelle Einflüsse auf das Verkehrsverhalten – Nutzbarkeit der Ergebnisse großräumiger und lokaler Haushaltsbefragungen für makroskopische Verkehrsplanungsmodelle

Verfasser:

Dr.-Ing. Rico Wittwer

Dresden, November 2008

Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Straßenverkehr
ISSN 1432-5500 Heft11/2008
Lehrstuhl für Verkehrs- und Infrastrukturplanung

Technische Universität Dresden
Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List"
Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr
Geschäftsführender Institutsdirektor:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd-Axel Ahrens

Lehrstuhl für Verkehrs- und Infrastrukturplanung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd-Axel Ahrens
Tel.: 0351-463-32975 (Sekretariat)
Fax: 0351-463-37264
Homepage: http://www.tu-dresden.de/srv

E-Mail: gerd-axel.ahrens@tu-dresden.de
rico.wittwer@tu-dresden.de

Postanschrift:
Technische Universität Dresden
Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr
01062 Dresden

Vorwort

Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten sind seit Jahrzehnten der wichtigste Ansatz, um realisiertes Mobilitätsverhalten empirisch zu erfassen. Mit den Erhebungen MiD 2002 und SrV 2003 liegen erstmals zwei in Teilen aufeinander abgestimmte, aber unabhängig voneinander erhobene Datengrundlagen zum Verkehrsverhalten vor, deren vergleichende und verknüpfte Analyse neue Erkenntnisse, insbesondere für die Verkehrsmodellierung, verspricht.

Das hier veröffentlichte Heft 11 der Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Straßenverkehr der TU Dresden gibt in geringfügig gekürzter Fassung die Dissertationsschrift von Herrn Dr.-Ing. Rico Wittwer wieder. Die Arbeit ist während seiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Verkehrs- und Infrastrukturplanung auf Grundlage von Untersuchungen entstanden, die Herr Dr.-Ing. Wittwer zuvor im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) durchgeführt hat.

Der Autor widmet sich in der vorliegenden Arbeit raumstrukturellen Einflüssen auf das Verkehrsverhalten und der gegenseitigen Ergänzung sowie der Übertragbarkeit der Ergebnisse von MiD und SrV für die Verkehrsmodellierung. Die Arbeit untersucht, ob die beiden Großerhebungen unter vergleichbaren Rahmenbedingungen kompatibel und verknüpft nutzbar sind, inwieweit Modellparameter für makroskopische Modelle aus unterschiedlichen Erhebungen ergänzend eingesetzt werden können und ob das Verkehrsverhalten - bzgl. der Verkehrserzeugung - sogenannter verkehrsverhaltenshomogener Personengruppen durch unterschiedliche raumstrukturelle Gegebenheiten beeinflusst wird. Darüber hinaus prüft der Autor, ob die bislang a priori unterstellte Übertragbarkeit von Kenngrößen tatsächlich vorausgesetzt werden kann.

Diese Fragen wurden bislang noch nicht in vergleichbarer Tiefe und Form untersucht und sind sowohl wissenschaftlich als auch für die Praxis von hoher Bedeutung. Die in der Arbeit zur Anwendung kommende Methodik ist anspruchsvoll, die Ergebnisse sind von hohem wissenschaftlichem Wert und für die Verbesserung der Analyse und Modellierung des Verkehrsgeschehens relevant.

Der Autor hat eine alternative Herangehensweise gegenüber üblichen Erklärungsmodellen, wie beispielsweise mehrfaktoriellen Varianz- oder multivariaten Regressionsanalysen, entwickelt. Durch die fehlende Transparenz und die häufige Annahme uneingeschränkter Zufallsauswahl, ist die Überprüfbarkeit und Zuverlässigkeit klassischer Erklärungsmodelle auf Basis komplex erhobener Verkehrsverhaltensdaten oft eingeschränkt.

Diese Nachteile umgeht Herr Dr.-Ing. Wittwer durch die Entwicklung eines mehrstufigen, mehrkriteriellen Bewertungsalgorithmus, bei dem u. a.

- die Anwendungsvoraussetzungen der eingesetzten Verfahren erfüllt sind,
- dem Signifikanz-Relevanz-Problem Rechnung getragen wird,
- eine adäquate Varianzschätzung zugrunde liegt und
- abweichende Bewertungsmaßstäbe durch Sensitivitätsanalysen berücksichtigt werden können.

Somit ist eine hohe Entscheidungskonsistenz und -transparenz bei Annahme bzw. Ablehnung der Hypothesen gegeben.

Mein besonderer Dank gilt den Kollegen, die im Promotionsverfahren als Gutachter oder weitere Prüfer mitgewirkt haben: Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Dieter Lohse, Herrn Prof. Dr.-Ing. Christian Lippold und Herrn Prof. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd-Axel Ahrens Dresden, im November 2008

Inhaltsverzeichnis

Vorwort ..... **III**

Inhaltsverzeichnis ..... **V**

1 Einführung **1**

1.1 Aufbau der Arbeit 1

1.2 Ausgangssituation und Untersuchungsansatz 1

1.3 Zielstellung 7

1.4 Methodische Herangehensweise 8

1.5 Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes 13

2 Forschungs- und Kenntnisstand **15**

2.1 Raumstrukturelle Klassifizierungssysteme 15

2.1.1 Regionstypisierung nach BBR 15

2.1.2 Regionstypisierung nach BIK 17

2.1.3 Politische Ortsgrößenklassen 19

2.2 Bestimmungsgrößen des Verkehrsverhaltens 20

2.2.1 Vorbemerkung 20

2.2.2 Wissensstand der Verkehrsursachenforschung 20

2.2.3 Segmentierung verhaltenshomogener Personengruppen 28

2.3 Verkehrsmodellierung und deren Anforderungen an empirische Grunddaten 31

2.3.1 Die Aufgabe von Verkehrsplanungsmodellen 31

2.3.2 Typisierung von Verkehrsnachfragemodellen 32

2.3.2.1 Disaggregierte makroskopische Modelle 34

2.3.2.2 Disaggregierte mikroskopische Modelle 38

2.3.3 Modellkomplex EVA von Lohse 41

2.3.3.1 Grundlagen zum Modell 41

2.3.3.2 Eingangs- und Kalibrierungsgrößen aus Haushaltsbefragungen 47

2.4 Formulierung der Forschungshypothesen 49

3 Theoretische Grundlagen zur Datenanalyse 51

3.1 Grundgesamtheit und Stichprobe 51

3.2 Grundbegriffe und Notation 51

3.3 Stichprobenauswahlverfahren 54

3.4 Fehlerarten in Stichprobenerhebungen 59

3.5 Einsatz von Gewichten in Schätzverfahren 61

3.6 Varianz- und Intervallschätzung 64
3.6.1 Vorbemerkung 64
3.6.2 Varianzschätzmethoden 66
3.6.3 Intervallschätzung 70

3.7 Hypothesenprüfung 72
3.7.1 Deskription versus Induktiver Schluss 72
3.7.2 Parametrische und nichtparametrische Prüfverfahren 73
3.7.3 Statistische Signifikanz und Praxisrelevanz 76
3.7.4 Effektgrößen 79

3.8 Synthese und Entwicklung des analytischen Vorgehens 83

4 Aufbereitung der Datengrundlagen 89

4.1 Mobilität in Deutschland – MiD 2002 89
4.1.1 Datenübernahme 89
4.1.2 Plausibilitätsprüfung und Aufbereitung 90
4.1.3 Zuordnung zu Quelle-Ziel-Gruppen 100
4.1.4 Kodierung von Tagtypen 101
4.1.5 Qualifizierung verkehrssoziologischer Personengruppen 103
4.1.6 Variablen zur Berücksichtigung des Auswahlverfahrens 104
4.1.7 Gewichtung 105

4.2 Mobilität in Städten – SrV 2003 107
4.2.1 Datenübernahme 107
4.2.2 Plausibilitätsprüfungen und Aufbereitung 107
4.2.3 Prüfung und Ergänzung der Quelle-Ziel-Gruppen 108
4.2.4 Kodierung verkehrssoziologischer Personengruppen 108
4.2.5 Variablen zur Berücksichtigung des Auswahlverfahrens 108
4.2.6 Gewichtung 109

5 Datenanalyse ... 110

5.1 Analysevorbereitung ... 110

5.1.1 Eingesetztes Varianzschätzverfahren ... 110

5.1.1.1 Varianzschätzung für MiD 2002 ... 110

5.1.1.2 Varianzschätzung für SrV 2003 ... 112

5.1.2 Bildung der Bezugspersonengruppen ... 114

5.1.3 Herstellung vergleichbarer Erhebungsrandbedingungen ... 116

5.2 Vergleichende Untersuchung der SrV- und MiD-Daten ... 124

5.2.1 Auswahl von Kennziffern als Prüfgrößen ... 124

5.2.2 Vergleichende Gegenüberstellung der Prüfgrößen ... 125

5.2.2.1 Vorbemerkung ... 125

5.2.2.2 Mobilitätsbeteiligung ... 126

5.2.2.3 Spezifisches Verkehrsaufkommen ... 127

5.2.2.4 Modal Split ... 132

5.2.2.5 Mittlere Weglänge und -dauer ... 133

5.2.2.6 Pkw-Besetzungsgrad ... 136

5.2.3 Zusammenfassende Bewertung ... 137

5.3 Raumtypenspezifische Datenanalyse ... 140

5.3.1 Raumtypensondierung ... 140

5.3.1.1 Anliegen der Raumtypensondierung ... 140

5.3.1.2 Vorgehensweise und Prüfumfang ... 142

5.3.1.3 Ergebnisse ... 143

5.3.1.4 Zusammenfassende Bewertung ... 152

5.3.2 Modellbezogene Datenanalyse ... 156

5.3.2.1 Vorgehensweise ... 156

5.3.2.2 Mobilitätsbeteiligung ... 160

5.3.2.3 Spezifisches Verkehrsaufkommen ... 169

5.3.2.4 Tagesgang der Ortsveränderungen ... 190

6 Resümee und Ausblick ... 210

6.1 Methodische Erkenntnisse ... 210

6.2 Empirische Erkenntnisse ... 212

6.3 Hinweise zur Planung und Durchführung des SrV 2008 215
6.3.1 Weiterentwicklung des Wegefragebogens 215
6.3.2 Erhebungsdurchführung und Feldphase 217
6.3.3 Datenaufbereitung 220
6.3.4 Datenauswertung: Möglichkeiten und Grenzen 221

6.4 Weiterer Forschungsbedarf 221

Quellen- und Literaturverzeichnis IX

Anlage I Regionsabgrenzung und Raumtypen XVI

Anlage II Datenaufbereitung XVIII

Anlage III Eingesetzter Varianzschätzalgorithmus für MiD und SrV XX

Anlage IV Abgleich der MiD mit Strukturdaten für den MiD-SrV-Vergleich XXIII

Anlage V Raumtypensondierung XXIV

Anlage VI Modellbezogene Datenanalyse XXVIII

Anhang VII Entwurf zum Aufbau des Wegefragebogens für das SrV 2008 XXXII

1 Einführung

1.1 Aufbau der Arbeit

Die Untersuchung ist in sechs Hauptpunkte gegliedert. Im ersten Kapitel wird der Forschungsansatz dargestellt und die Zielstellung erläutert. Darauf aufbauend erfolgt die Vorstellung der methodischen Herangehensweise. Kapitel 1 schließt mit der Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes. Im zweiten Kapitel wird der aktuelle Forschungsstand umrissen. Darauf hin werden Arbeitshypothesen aufgestellt. Der nächste Abschnitt (Kapitel 3) beschreibt für die Arbeit grundlegende statistische Zusammenhänge und deren Anwendung. Im Anschluss daran stellt Kapitel 4 die Arbeitsschritte der Datenaufbereitung dar.

Darauf aufbauend dokumentiert Kapitel 5 die empirische Datenanalyse. Im ersten Schritt erfolgt die vergleichende Gegenüberstellung zentraler Kenngrößen aus MiD 2002 und SrV 2003. Der daran anschließende Abschnitt beschreibt die durchgeführte Raumtypensondierung. Darauf hin erfolgt die auf die Modellierung ausgerichtete Analyse zweier Untersuchungsgruppen in Bezug auf raumstrukturelle Einflüsse. In Kapitel 6 werden die Erkenntnisse aller Arbeitsschritte zusammengefasst, verallgemeinert und ein Ausblick zu weiterführenden Forschungsschwerpunkten gegeben. Ein Quellen und Literaturverzeichnis sowie ein Anlagenteil vervollständigen die Arbeit.

1.2 Ausgangssituation und Untersuchungsansatz

Datengrundlagen für die Verkehrsmodellierung, Verkehrspolitik und andere Einsatzfelder werden zu einem großen Teil aus Primär- und Sekundärstatistiken bereitgestellt. Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten sind seit Jahrzehnten der wichtigste Ansatz, um realisiertes Mobilitätsverhalten empirisch zu erfassen. Mit ihnen können sowohl Merkmalsausprägungen differenziert analysiert als auch Verhaltenshintergründe untersucht werden. Typische Verfahrensschwierigkeiten und Fehler bei Haushaltsbefragungen sind bereits aus einer Reihe von For-

schungsarbeiten bekannt[1]. Die gewonnenen Erkenntnisse flossen teilweise in Empfehlungen ein, beispielsweise in die „Empfehlungen für Verkehrserhebungen“ (EVE 91) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) und in eine verbandseigene Publikation des Verbands Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV)[2]. Neben diversen Veröffentlichungen zu einzelnen Durchgängen von Haushaltsbefragungen ist als ein Ergebnis des Forschungsprojektes „KONTIV/SrV-Kompatibilität von Verkehrserhebungen“[3] die Broschüre „Empfehlungen für Kernelemente von Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten“ entstanden, die grundsätzliche Anforderungen an Erhebungen enthält.

Haushaltsbefragungen können als Längsschnitt- und Querschnittanalysen angelegt sein. Gemeinsames Merkmal beider Erhebungsformen ist, dass neben Informationen zum Haushalt und zu den darin lebenden Personen das Mobilitätsverhalten der Haushaltsmitglieder, insbesondere deren Ortsveränderungen, im Allgemeinen bezogen auf einen Stichtag oder über einen längeren Erhebungszeitraum (z. B. eine ganze Woche), möglichst detailliert erfasst wird. Bei einer longitudinalen Datenstruktur (Längsschnitterhebung, Panelstruktur) sind neben der interpersonellen Analyse des Verkehrsverhaltens - wie es typischer Weise anhand von Querschnitterhebungen erfolgt - zusätzlich intrapersonelle Schlüsse möglich, da ein und dieselbe Person in mehreren Erhebungsdurchgängen wiederholt befragt wird.

Die aus Haushaltsbefragungen gewonnenen Informationen finden sowohl in der strategischen Verkehrsplanung als auch in der Verkehrspolitik ihren Einsatz. Dabei können die von den *Entscheidungsvorbereitern aufbereiteten Kennzahlen* zum Verkehrsverhalten in politischen Diskussionsprozessen als Argumentationshilfen genutzt werden. Liegen Informationen in Form von Zeitreihen vor, lassen sich Veränderungen von Verhaltensweisen über die Zeit (z. B. Verkehrsmittelwahlverhalten) beobachten bzw. analysieren. Dadurch können u. a. Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Maßnahmen gezogen, Defizite und Chancen erkannt sowie Vergleiche angestellt werden (z. B. zwischen Städten).

Darüber hinaus stehen der strategischen Verkehrsplanung zur Abbildung des realen und zur Prognose des künftigen Verkehrsgeschehens zum Teil sehr differenzierte Modellansätze zur Verfügung. Der klassische Einsatzbereich von Verkehrsplanungsmodellen umfasst dabei insbesondere die Prognose der Auswirkungen

---

1 Genannt seien exemplarisch die Arbeiten von Wermuth/Merschalk/Brög (1984), Holz-Rau (1990), Hautzinger (1990), Brög et al. (1990), Holz-Rau/Kutter (1991), Zumkeller et al. (1993), Kloas/Kunert (1994), DIW (2001), Kutter (2003).

2 Felz et al.: „Verkehrserhebungen“. Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) (Hrsg.), VDV Schriften, 10/1992

3 Ahrens/Badrow/Kunert/Liesske: „KONTIV/SrV Kompatibilität von Verkehrserhebungen“. Forschungsbericht zum Teilprojekt des FoPS-Projektes 70.0631/2000 im Auftrag des BMVBW, 2003

harter Infrastrukturmaßnahmen und veränderter gesellschaftlicher Rahmenbedingungen (z. B. veränderter demografischer Strukturen) auf die Verkehrsnachfrage bzw. das Verkehrsgeschehen. Die Datenanforderungen makroskopischer und mikroskopischer Modelltypen[4] sind dabei durchaus unterschiedlich. Einerseits betrifft dies die Herangehensweise zur Parametrisierung, andererseits den Datenbedarf für die Modellkalibrierung.

Aktuelle und repräsentativ erhobene empirische Daten zum Verkehrsverhalten der jeweils zu modellierenden Nachfragesegmente sind dabei sowohl für die Parametrisierung als auch für die Kalibrierung makroskopischer Modelle unerlässlich (siehe Abbildung 1-1). Derartige Daten werden zum Großteil aus Befragungen[5] gewonnen.

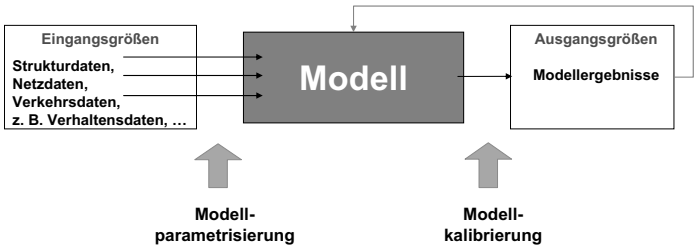


Abbildung 1-1: Funktion von Erhebungsdaten in einem makroskopischen Verkehrsplanungsmodell

Soll das Verkehrsgeschehen einer Stadt (Planungsgebiet) mit Hilfe eines Verkehrsplanungsmodells abgebildet werden, hängt die Komplexität der Aufgabe u. a. von den örtlichen bzw. nahräumlichen Gegebenheiten ab. Für Solitärstädte mit sehr schwachen Stadt-Umland-Beziehungen dürfte es in der Regel ausreichen, das Verkehrsangebot und die Verkehrsnachfrage lediglich für das eigentliche Stadtgebiet detailliert zu modellieren und die übrigen Verkehrsverflechtungen mit dem Umland im Modell zu vereinfachen (z. B. mit Hilfe von Kordonverkehrsbezirken).

Die anhaltenden Zersiedlungstendenzen bzw. die flächenhafte Ausdehnung der Städte zu Stadtregionen und die damit verbundenen verkehrlichen Wirkungen erfordern es jedoch zunehmend, das Umland eines Planungsgebietes in Modellierungsaufgaben detailliert abzubilden. Daher besteht insbesondere aus Sicht der Modellanwender die Anforderung nach entsprechend regionalisierten bzw. ortsspezifischen Daten. Aufgrund der Schwierigkeit, die erforderlichen Grunddaten im

4 In Kapitel 2.3 wird auf diese Zusammenhänge ausführlicher eingegangen.

5 Je nach Untersuchungsgegenstand können diese beispielsweise als Haushaltsbefragungen zur Erfassung des privaten Personenverkehrs und Teilen des Personenwirtschaftsverkehrs durchgeführt werden. Darüber hinaus sind zur Erhebung des Verhaltens gewerblich eingesetzter Kfz im Güterwirtschaftsverkehr u. a. Befragungen gewerblicher Kfz-Halter üblich (Betriebsbefragungen).

jeweiligen Untersuchungsraum zu erheben, dienen oftmals grobe Schätzungen aus nur bedingt übertragbaren Erhebungen als Datenbasis (Abbildung 1-2).

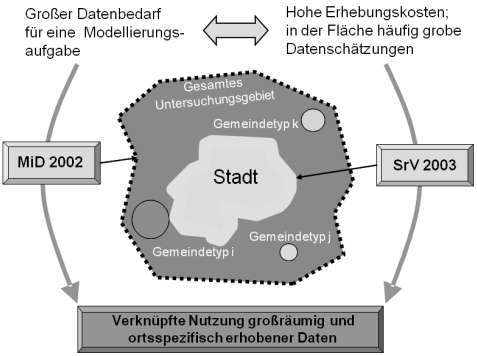


Abbildung 1-2: Untersuchungsansatz

Die Aussagekraft ortsspezifischer Daten stößt bei stärkerer Disaggregierung - aufgrund der zumeist zu kleinen Stichprobengrößen - schnell an statistische Grenzen. I. d. R. werden Verkehrsverhaltenserhebungen stadtspezifisch und v. a. nur in größeren Städten durchgeführt. Im ländlichen Raum mit seinem relativ geringen Wegeaufkommen muss großflächig mit höheren Stichproben gearbeitet werden. Hierfür stehen im Regelfall kaum finanzielle Mittel zur Verfügung. Dadurch besteht das Problem, zuverlässige Daten für den dünner besiedelten ländlichen Raum im Umland der (Kern-)Stadt kostengünstig bzw. mit vertretbarem Aufwand zu gewinnen.

Daraus ergibt sich die Frage nach Alternativen, um erforderliche Daten einerseits genauer und andererseits mit möglichst geringen Mehrkosten zu gewinnen. Ein Ansatz besteht in der *qualifizierten Nutzung* bereits vorhandener Erhebungsergebnisse (vgl. Abbildung 1-2).

Angesichts der abgeschlossenen Großerhebungen ‚Mobilität in Deutschland – MiD 2002' und ‚Mobilität in Städten – SrV 2003' bietet sich die Möglichkeit, zwei von einander unabhängig erhobene Datengrundlagen zur Beantwortung modellierungsrelevanter Fragen zu nutzen. Aufgrund des flächen- bzw. stadtspezifischen Bezuges der Erhebungen wären Erkenntnisse zur verbesserten Abbildung des Verkehrs in Stadtregionen für die Lösung der genannten Problemstellung von hohem Wert. Die aktuellen Erhebungsdurchgänge SrV 2003 und MiD 2002 wurden im Vorfeld aufeinander abgestimmt (Abbildung 1-3)[6]. Obwohl der Fragebogen der

6 Vgl. Ahrens/Badrow/Kunert/Liesske: „KONTIV/SrV Kompatibilität von Verkehrserhebungen", Forschungsbericht zum Projekt 70.631/2000 im Auftrag des BMVBW, 2003

MiD deutlich umfangreicher ist, ähnelt er grundsätzlich dem SrV-Fragebogen[7]. Damit sind sehr gute Voraussetzungen für eine derartige Untersuchung gegeben. Differenzierte wissenschaftliche Analysen zur gegenseitigen Ergänzung sowie zur räumlichen Übertragbarkeit der Ergebnisse von MiD und SrV existieren bisher noch nicht.

Abbildung 1-3: Ausgangssituation – Definierte Teilkompatibilität zwischen MiD und SrV

Die nach Raumtypen strukturierbare gesamtdeutsche Datenbasis von MiD 2002 bietet gute Voraussetzungen, um raumstrukturelle Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten zu untersuchen. Idealerweise könnten Verhaltenskennwerte aus übergeordneten, großräumigen Erhebungen auf lokale Planungsaufgaben übertragen werden. Jedoch wird dieser Sachverhalt nur in den seltensten Fällen überprüft. Eine uneingeschränkte Übertragbarkeit von Kenngrößen eines Raumtyps wird weder erwartet noch ist dies für die Modellierungspraxis zwangsläufig notwendig. Bestätigt sich jedoch die Vermutung, dass zentrale modellierungsrelevante Kennziffern räumlich differenziert nutzbar, hinreichend statistisch stabil und weitestgehend übertragbar sind, könnte dies zu deutlichen Einsparungen beim Erhebungsaufwand und zur Qualitätsverbesserung bei der Bestimmung der Modellparameter, insbesondere für den ländlichen Raum, führen.

SrV mit seinem stadtspezifischen Bezug ist vor allem dafür geeignet, ortsspezifische Eckgrößen zum Verkehrsverhalten der Einwohner bereitzustellen. Diese dienen in örtlichen Modellierungsaufgaben insbesondere als Eckwerte für Kenngrößen, die stark von lokalen Randbedingungen abhängen (z. B. Modal Split). Die

7 Vgl. dazu auch BADROW/LIEßKE/FOLLMER/KUNERT (2002) S. 23

Datenbasis des SrV ist in gewissen Grenzen und für die Neuen Bundesländer aggregierbar (z. B. zu SrV-Stadtgrößengruppen). Damit steht für raumtypenspezifische Analysen neben der MiD eine weitere Untersuchungsgruppe zur Verfügung. Die Entscheidung, Forschungshypothesen zu bestätigen oder abzulehnen, lässt sich damit weiter absichern.

Die MiD-Daten wurden für Forschungszwecke vom BMVBW freigegeben. Die SrV-Daten befinden sich grundsätzlich im Eigentum der jeweiligen Einzelstadt. Der Autor, der zum Erhebungszeitpunkt maßgeblich an der Planung, Durchführung und Auswertung des Erhebungsdurchganges SrV 2003 beteiligt war, hat die Freigabe zur Nutzung der Daten für wissenschaftliche Zwecke erhalten.

1.3 Zielstellung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Fragestellung, in welcher Form die Ergebnisse großräumiger und lokaler Haushaltsbefragungen effizient bzw. sich gegenseitig ergänzend in Modellierungsaufgaben eingesetzt werden können. Insbesondere wird untersucht, welche Erhebungsergebnisse nutzbar sind, um für eine zu modellierende Kernstadt und deren Umland verkehrserzeugungsrelevante Kenngrößen statistisch gesichert bereitzustellen. Die Arbeit richtet dabei den Fokus auf makroskopische Verkehrsplanungsmodelle. Diese stellen, insbesondere für den Schritt der Verkehrserzeugung, hohe Anforderungen an das empirische Datenmaterial.

Auf Basis dieser Zielstellung lassen sich drei zentrale Fragestellungen ableiten. Die erste Frage besteht darin, inwieweit und unter welchen Bedingungen Ergebnisse der Erhebungen MiD 2002 und SrV 2003 in einer Planungsaufgabe verknüpft Verwendung finden können. Passen die Ergebnisse unter gleichen Rahmenbedingungen zueinander, wäre dies der erste Schritt, um künftig stadt- und flächenspezifische Daten aus MiD und SrV in einer Modellierungsaufgabe kombiniert bzw. sich gegenseitig ergänzend einzusetzen.

Im Mittelpunkt der Untersuchung steht des Weiteren die Frage, ob ein Unterschied in der Ausprägung zentraler modellierungsrelevanter Kenngrößen differenziert nach Raumtypen statistisch belegbar und planungspraktisch bedeutsam ist. Dazu wird hinterfragt, inwieweit die Merkmalsausprägung eines Kennwertes von Besonderheiten des Untersuchungsraumes selbst abhängt oder ob diese sich durch die Zusammensetzung der im Raum agierenden Personen erklärt, d. h. unter Umständen eine stochastische Unabhängigkeit vom Raumtyp besteht.

Neben dem Einfluss des Raumtyps auf das Verkehrsverhalten stellt sich als logische Konsequenz drittens die Frage, ob die untersuchten Verhaltensmerkmale überregional stabil und damit übertragbar sind. Ist die Ausprägung eines Merkmals in unterschiedlichen Untersuchungsräumen in definierten Grenzen ähnlich, ist eine Übertragung dieser Kenngröße statthaft. Wird diese Annahme bestätigt, könnten Verhaltensmerkmale statistisch abgesichert auf ähnliche Planungsfälle übertragen werden. Muss diese Hypothese abgelehnt werden, wären generell ortsbezogene Daten mit einer stark disaggregierbaren Stichprobe zu erheben. Dies wäre nicht nur mit hohem logistischen Aufwand sondern vor allem mit hohen Kosten verbunden.

Im Ergebnis der Arbeit sollen gesicherte Erkenntnisse zum Raumtypeneinfluss und zur Übertragbarkeit von MiD- und SrV-Daten vorliegen. Wird dieses Ziel erreicht, könnten

- Stadt-Umland-Verkehre besser abgebildet,
- Verkehrsmodelle systematisch verbessert und höherwertig mit Daten parametrisiert sowie
- der Aufwand für Erhebungen in der Fläche angemessen verringert werden.

Bei Bestätigung der Forschungshypothesen würden als Nebeneffekt
- Wege zur Verknüpfung von MiD- und SrV-Daten in der praktischen Anwendung demonstriert,
- der Anwendungsbereich von MiD- und SrV-Daten zur Verbesserung regionaler Verkehrsdatengrundlagen erweitert sowie
- der Nutzen abgestimmter Verkehrserhebungen verdeutlicht.

1.4 Methodische Herangehensweise

Das Vorgehen zur Beantwortung der Untersuchungsfragestellungen ist hypothesengeleitet. Inhaltlich wird, ausgehend von der geschilderten Problem- und Zielstellung, die Untersuchung in folgende drei Hauptabschnitte gegliedert:
- Theoretischer Teil
- Empirischer Teil
- Verallgemeinerung der gewonnenen Erkenntnisse

Abschnitt 1: Theoretischer Teil

Im theoretischen Teil der Arbeit wird zunächst der Forschungsstand umrissen. Dieser schließt tangierende Bereiche der Mobilitätsforschung explizit ein. Zuerst werden die für die Datenanalyse in Frage kommenden raumstrukturellen Klassifizierungsansätze vorgestellt. Anschließend wird der Kenntnisstand zu Bestimmungsgrößen des Verkehrsverhaltens aufgearbeitet. Die Ausrichtung der Arbeit auf Anforderungen der Verkehrsmodellierung erfordert darüber hinaus die inhaltliche Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Modelltypen bzw. -ansätzen. Dazu werden Datenanforderungen zum Verkehrsverhalten sowohl makroskopischer als auch mikroskopischer Modelle exemplarisch zusammengestellt.

Anschließend erfolgt die Darstellung der für die statistische Analyse erforderlichen Grundlagen zur Stichprobentheorie und Hypothesenprüfung. Neben der Beschreibung unterschiedlicher Auswahlverfahren und Fehlerarten bei Stichprobenerhebungen wird insbesondere auf deren Konsequenz in Bezug auf die Genauigkeit der Parameterschätzung eingegangen (Varianzschätzproblematik). Darüber hinaus werden statistische Prüfverfahren, deren Anwendungsvoraussetzungen und der induktive Schluss im Zusammenhang mit der praktischen Bedeutsamkeit disku-

tiert. Der Überblick über statistische Zusammenhänge dient vor allem der Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Datenanalyse.

Die Beschreibung des analytischen Herangehens schließt den Theorieteil ab. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung eines mehrstufigen Bewertungsalgorithmus. Dieser dient als Entscheidungsgrundlage zur Annahme bzw. Ablehnung der Forschungshypothesen. Ein derartiges Vorgehen ist nach Ansicht des Autors erforderlich, da die Ergebnisse induktiver statistischer Verfahren (z. B. Signifikanztests) - insbesondere für ingenieurtechnische Problemstellungen - lediglich ein Hilfsmittel darstellen. Diese sollten stets im Zusammenhang mit der praktischen Bedeutsamkeit gesehen werden.

Abschnitt 2: Empirischer Teil (verknüpfte Datenanalyse)

Zur Vorbereitung der eigentlichen Datenanalyse werden zunächst die empirischen Grundlagen unter Beachtung modelltheoretischer Anforderungen aufbereitet. Die dazu notwendigen umfangreichen und sehr zeitaufwändigen Arbeitsschritte erfolgen dabei für MiD 2002 und für SrV 2003 identisch.

Zur Beantwortung der Frage, ob und in welchem Umfang eine kombinierte Nutzung von MiD- und SrV-Daten zur Stadt-Umland-Modellierung grundsätzlich denkbar ist, wird geprüft, inwieweit die Daten unter vergleichbaren Erhebungsrandbedingungen übereinstimmen. Dazu werden MiD-Daten unter SrV-Bedingungen ausgewertet, um dann zentrale Verhaltenskenngrößen beider Erhebungen vergleichend einander gegenüberzustellen. Daher sind nach SrV-Definition abgegrenzte MiD-Datensätze zu bilden.

Dafür sind die MiD-Daten in Bezug auf
- Grundgesamtheit,
- Erhebungszeitraum sowie
- Wegedefinition und Wegeabgrenzung

so gut wie möglich an die SrV-Spezifik anzugleichen.

Anhand des Kennwertvergleichs können die im Ergebnis des Forschungsprojektes „KONTIV/SrV- Kompatibilität von Verkehrserhebungen“ vorgenommenen Abstimmungen zwischen MiD und SrV bezüglich ihrer Wirksamkeit bewertet werden. Auf Basis dieser Analysen werden im Anschluss die grundsätzliche Eignung der Daten für den verknüpften Einsatz in konkreten Planungsaufgaben beurteilt sowie Grenzen der Verknüpfbarkeit aufgezeigt.

Der nächste Arbeitsschritt ist die Beantwortung der Frage, ob und in welchen Grenzen Verhaltensdaten aus MiD und SrV räumlich differenziert nutzbar sind. Dazu erfolgt zunächst die Zerlegung der Verkehrserzeugung in möglichst elemen-

tare verkehrsverhaltenshomogene Teilmengen auf Basis bereits bestehender Erkenntnisse zu Bestimmungsgrößen des Verkehrsverhaltens. Unter Zuhilfenahme eines geeigneten Indikators (Raumtypisierung) wird im Anschluss untersucht, inwieweit Eigenschaftsmerkmale des Raumes bzw. der Raumstruktur Einfluss auf die Ausprägung zentraler Verhaltensparameter der Verkehrserzeugung haben. Als Eigenschaftsmerkmale des Raumes sind v. a. die topografischen Besonderheiten, die zentralörtliche Verknüpfung/Einbettung, das Angebot und die Qualität der Verkehrsinfrastruktur für den MIV, die Erschließungs- und Bedienungsqualität des ÖPNV sowie Strukturmerkmale der Wirtschaft/Produktion und damit die Ausstattung mit Aktivitätsgelegenheiten zu nennen.

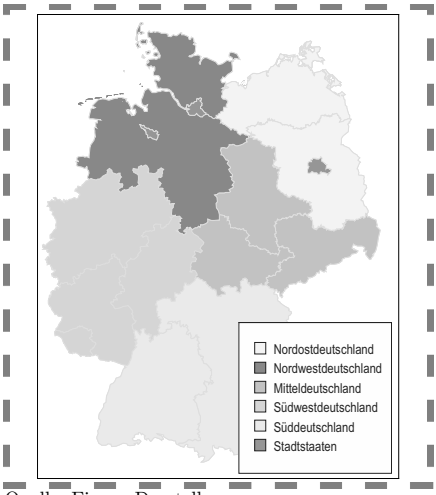
Für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland existieren verschiedene raumstrukturelle Klassifizierungssysteme, die als Indikatoren in Frage kommen. Die Analysen dieser Arbeit stützen sich zweckmäßigerweise auf diese auch in der MiD-Stichprobe kodierten Raumtypen. Die Art und Weise der Kategorisierung bestimmt maßgeblich den raumstrukturellen Erklärungsgehalt. Die Auswahl des Klassifizierungssystems mit dem höchsten Erklärungsgehalt erfolgt in der Phase einer Raumtypensondierung. Diese wird auf inhaltlicher und statistischer Ebene durchgeführt. Sie mündet in die Auswahl einer geeigneten Typisierung. Lässt sich die Raumtypisierung sinnvoll mit SrV-Daten realisieren, können die Daten des SrV 2003 als sekundäre Untersuchungsgruppe in die raumstrukturelle Datenanalyse integriert werden.

Statistisch geprüft werden die o. g. Sachverhalte unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen des Modellkomplexes EVA von Lohse, welches die Verkehrsnachfragemodellierung auf Basis eines Quelle-Ziel-Gruppen-Konzeptes realisiert. Diese Vorgehensweise wird damit begründet, dass aufgrund der engen Zusammenarbeit zwischen den Modellentwicklern und den Datenerhebern des SrV eine Vielzahl gemeinsamer Ansatzpunkte existiert. Da der Forschungsansatz einerseits verhaltensorientiert ist, andererseits andere gängige makroskopische Verkehrsplanungsmodelle - wie im theoretischen Teil gezeigt wird - grundsätzlich ähnlich strukturierte Eingangs- und Kalibrierungsdaten aus Haushaltsbefragungen benötigen, ist die Verallgemeinerbarkeit der Erkenntnisse sichergestellt.

Die Analyse der Verkehrskennziffern, differenziert nach Raumtypen, erfolgt damit vorwiegend auf disaggregierter Ebene. Zur Annahme bzw. Ablehnung der Hypothesen wird der in Abschnitt 1 entwickelte mehrstufige Bewertungsalgorithmus angewendet, der einschlägige mathematische Verfahren zur statistischen Analyse beinhaltet.

Ein weiterer Schritt zur Prüfung der Übertragbarkeit von (raumtypendifferenzierten) Verkehrsverhaltensdaten ist die Analyse der überregionalen Stabilität. Lassen es die Fallzahlen zu, wird dieser Sachverhalt auf Basis der Bundesländer

geprüft. Ist dies nicht der Fall erfolgt - um näherungsweise die räumliche Übertragbarkeit von Kennziffern abschätzen und bewerten zu können - eine Zusammenfassung der Bundesländer zu regionalisierten Raumeinheiten. Für die Zusammenfassung der Bundesländer steht im Vordergrund, dass diese weitestgehend räumlich zusammenhängen[8]. Lediglich die drei Stadtstaaten werden vereinfachend ohne Berücksichtigung dieser Randbedingung aggregiert (vgl. Tabelle in Anlage I). Abbildung 1-4 zeigt eine Zusammenfassung der Bundesländer zu Analyseregionen.



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 1-4: Regionale Raumeinheiten für den Kennwertvergleich

Abschnitt 3: Verallgemeinerung der gewonnenen Erkenntnisse

Im Ergebnis der zuvor angestellten Untersuchungen sind die Erkenntnisse zur raumtypenspezifischen Nutzbarkeit und Stabilität von Verhaltensdaten mit Fokus auf makroskopische Verkehrsplanungsmodelle zusammenzufassen. Daraus sind allgemeingültige Empfehlungen zur gezielten und kostengünstigen Erhebung und Nutzung von Verhaltensdaten für Stadtregionen abzuleiten. Insbesondere werden Vorschläge und Hinweise zur Planung, Durchführung und Auswertung der nächsten SrV-Erhebungswelle im Jahre 2008 erarbeitet. Abbildung 1-5 verdeutlicht die Untersuchungsstruktur schematisch.

8 Idealerweise wird die überregionale Stabilität geprüft, indem z. B. ein raumtypenspezifscher Kennwert für „Ort A“ in Norddeutschland mit dem für „Ort B“ gleichen Raumtyps in Süddeutschland verglichen wird. Da MiD jedoch keine Auswertungen auf Gemeindeebene zulässt (Fallzahlenproblem), kann die Prüfung lediglich vereinfacht erfolgen. Die Zusammenfassung auf Basis von Bundesländern stellt damit eine a priori Setzung aus Sicht des Autors dar.

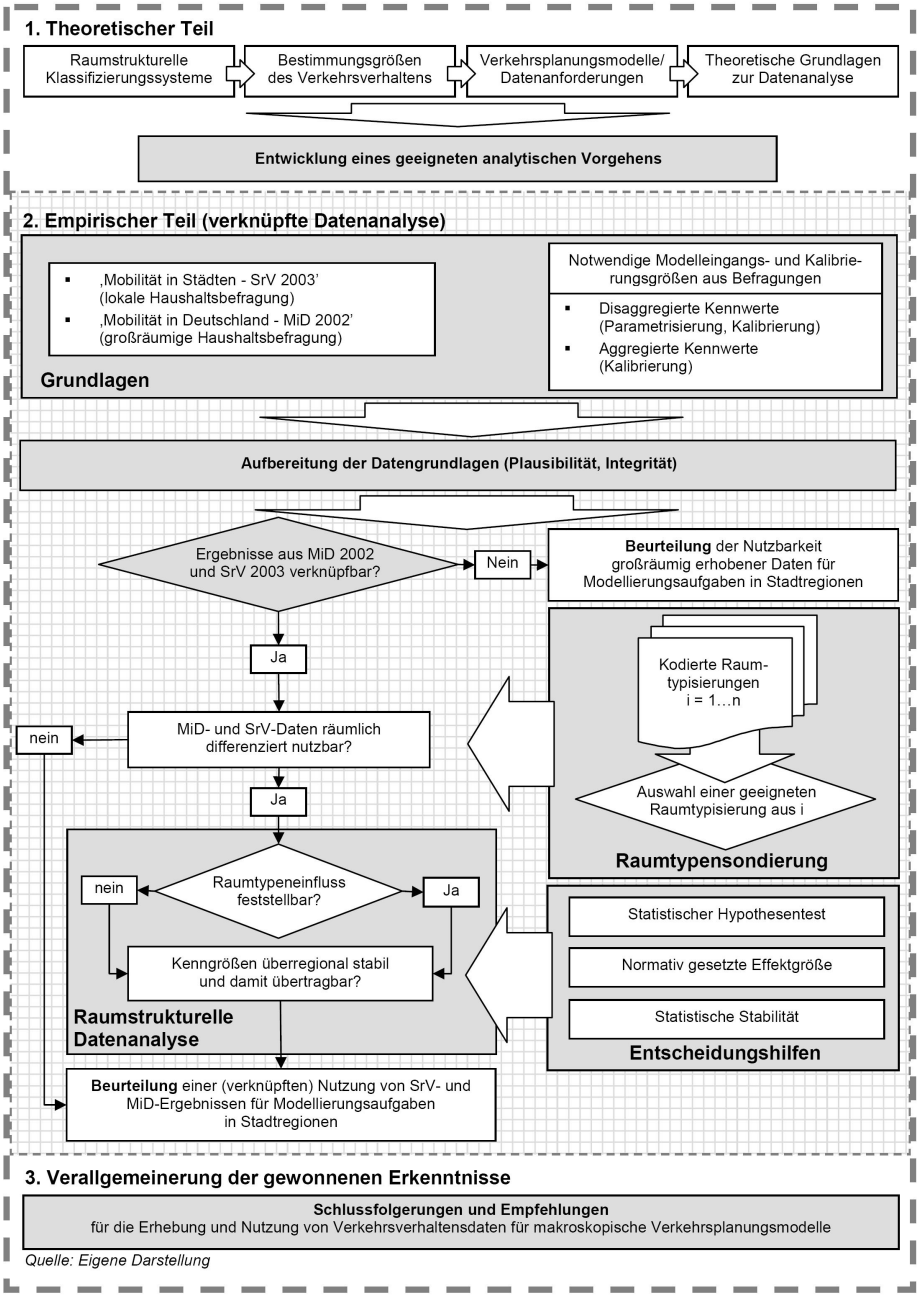


Abbildung 1-5: Untersuchungsstruktur

1.5 Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes

Aufgrund der Vielschichtigkeit der Begriffe „Mobilität“ und „Verkehr“ ist eine exakte Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes notwendige Voraussetzung. In der klassischen Definition des Verkehrsbegriffes wird im Allgemeinen vom Transport von Personen, Gütern und Nachrichten gesprochen. Lässt man den Transport von Informationen außen vor, beschränkt sich der engere Verkehrsbegriff auf den Personen- und Güterverkehr, wobei heute vielmals von Personen- und Wirtschaftsverkehr gesprochen wird. Die klare begriffliche Trennung des Wirtschaftsverkehrs vom Personenverkehr bereitet jedoch Probleme. Insbesondere ist die Abgrenzung einer Teilgesamtheit des Wirtschaftsverkehrs, des sogenannten Personenwirtschaftsverkehrs definitorisch schwierig. STEINMEYER (2003) hat in ihrer Arbeit ausführlich den Begriff „Wirtschaftsverkehr“ aufgegriffen und Definitionsversuche aus diversen Veröffentlichungen diskutiert und strukturiert. Zusammenfassend gliedert die Autorin den Wirtschaftsverkehr in Güterverkehr, Personenwirtschaftsverkehr und Personenbeförderungsverkehr[9] und trennt ihn damit klar vom übrigen (privaten) Personenverkehr ab (Abbildung 1-6).

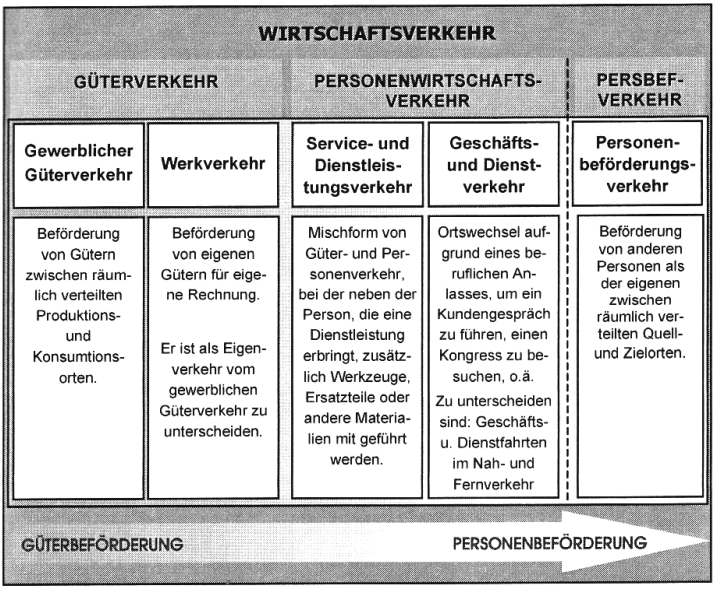


Abbildung 1-6: Begriffsverständnis Wirtschaftsverkehr nach STEINMEYER (2003) S. 31

9 Der Personenbeförderungsverkehr ist dabei auf die eigentliche Fahrtätigkeit bei einem Beförderungsfall bezogen, da der Beförderte selbst in einer anderen Kategorie des Personenverkehrs bzw. des Wirtschaftsverkehr bereits enthalten ist [vgl. dazu STEINMEYER (2003) S. 31].

Für die vorliegende Arbeit wird definiert: Untersuchungsgegenstand ist der werktägliche (private) Personenverkehr, welcher alle Ortsveränderungen umfasst, die nicht gewerblichen bzw. wirtschaftlichen Zwecken dienen. Ein gewerblicher bzw. wirtschaftlicher Zweck besteht dann, wenn Wege zum Nachgehen der Erwerbstätigkeit regelmäßig und wiederkehrend durchgeführt werden bzw. wenn diese dem Einkommenserwerb selbst dienen. Der gelegentliche Geschäfts- und Dienstverkehr, wie er im Rahmen der für die vorliegende Arbeit genutzten empirischen Datengrundlagen MiD und SrV erfasst wird, zählt für diese Untersuchung ebenfalls zum Personenverkehr und ist Gegenstand der Untersuchung.

Zeitlicher Bezugsrahmen ist grundsätzlich der mittlere Werktag (Di-Do, außerhalb von Ferien und Feiertagen sowie ohne daran angrenzende Werktage), da einerseits eine Vielzahl verkehrsplanerischer Dimensionierungsfälle auf Werktagsverkehr basiert, andererseits dieser im SrV Erhebungsgegenstand ist.

2 Forschungs- und Kenntnisstand

2.1 Raumstrukturelle Klassifizierungssysteme

Für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland existieren aus raumplanerischer Sicht zwei bedeutende raumstrukturelle Klassifizierungssysteme. Dabei handelt es sich einerseits um die BIK-Regionen (früher BIK-Stadtregionen) des Ingenieurbüros BIK Aschpurwis + Behrens GmbH und andererseits um die siedlungsstrukturellen Regions-, Kreis- und Gemeindetypen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordung (BBR). Darüber hinaus ist die räumliche Klassifizierung nach der politischen Ortsgröße eine Systematik, die für räumliche Analysen in vielen Bereichen Anwendung findet. Neben diesen Klassifizierungen existieren grundsätzlich weitere Möglichkeiten der Raumstrukturierung. Beispielsweise ist die Beschreibung der Lagegunst anhand von Standort-, Umfeld- bzw. Erreichbarkeitskriterien denkbar. Jedoch sind dem Autor dazu geschlossene und prognostizierbare Klassifizierungsansätze nicht bekannt.

In der vorliegenden Untersuchung stellen die drei erstgenannten Typisierungen eine mögliche Basis für die raumtypenspezifische Auswertung von verkehrlichen Verhaltensmerkmalen dar. Daher wird eine Kurzbeschreibung dieser Klassifizierungssysteme nach den Kriterien

- Herkunft/Entstehung,
- Sinn und Zweck der Systematiken und
- Klassifizierung des Bundesgebietes

der eigentlichen Untersuchung vorangestellt.

2.1.1 Regionstypisierung nach BBR

Die siedlungsstrukturellen Regions-, Kreis- und Gemeindetypen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordung (BBR) dienen der Beschreibung vergleichbarer räumlicher Gegebenheiten sowie der Beobachtung räumlicher Entwicklungstendenzen auf Bundesebene. Mit den siedlungsstrukturellen Gebietstypen des BBR wird ein hierarchisch strukturiertes, raumstrukturelles Gliederungsschema und Analyseraster vorgegeben, welches als gemeinsamer Bezugspunkt für regionalwissenschaftliche und raumordnerische Fragestellungen Verbreitung und Akzeptanz

gefunden hat und insbesondere – zumindest auf den Ebenen der Regions- und Kreistypen – in den Raumordnungsberichten des BBR Verwendung findet[10].

Es existieren im Wesentlichen drei raumstrukturelle Differenzierungen:
- BBR – Regionstypen (Siebener-Einteilung)
- BBR – Kreistypen (Neuner-Einteilung)
- BBR – Gemeindetypen (17er-Einteilung)

Die Regionstypen dienen dem Vergleich großräumiger Disparitäten und Entwicklungstendenzen. Räumliche Basis sind die 97 raumordnerischen Analyseregionen des BBR, die den funktionalräumlichen Zusammenhang von oberzentralen Kernstädten und ihrem Umland abbilden und sich weitgehend an den Planungsregionen der Länder orientieren. Dabei werden diese Analyseregionen nach der Größe des Oberzentrums und der Bevölkerungsdichte zu drei Regionstypen zusammengefasst. Agglomerationsräume fassen Regionen mit großen Oberzentren und hoher Bevölkerungsdichte zusammen. Verstädterte Räume sind Regionen mittlerer und höherer Dichte, wohingegen ländliche Räume Regionen geringerer Dichte (i. d. R. ohne Oberzentrum) beschreiben. Insgesamt entsteht so eine Siebener-Einteilung der BBR-Regionstypen.

Mit Hilfe der Kreistypen wird eine weitere Untergliederung der Regionstypen vorgenommen. Diese dient insbesondere zur Beobachtung von Entwicklungstendenzen bei Kernstadt-Umland-Beziehungen in verschiedenen regionalen Zusammenhängen. Zunächst wird nach Kernstädten und Kreisen bzw. Kreisregionen unterschieden. Kreisfreie Städte mit mehr als 100.000 EW werden als Kernstädte bezeichnet und bilden i. d. R. das Oberzentrum der Analyseregion. Städte unterhalb dieser Größenordnung werden mit dem mit ihnen verflochtenen Landkreis zu Kreisregionen zusammengefasst. Die Landkreise bzw. Kreisregionen werden dann nach ihrer Bevölkerungsdichte als hochverdichtete, verdichtete und ländliche Kreise klassifiziert. Nach dieser Untergliederung ergeben sich insgesamt neun Kreistypen[11].

Durch die Gemeindetypen wird unterschieden, ob die Gemeinde aus raumordnerischer Perspektive eindeutig „städtisch“ ist bzw. entsprechende Funktionen wahrnimmt oder nicht. Kleinere Gemeinden werden als „Mitgliedsgemeinden“ von Gemeinschaften zusammengefasst oder größeren Gemeinden zugeordnet. Die Gemeinden werden also nach ihrer Zugehörigkeit zu einer Verwaltungsgemeinschaft

10 Siehe auch BBR (2000) S. 1 f.

11 Eine Übersicht zur BBR-10er-Einteilung, wie sie auch in MiD kodiert ist, befindet sich in Anlage I.

und nach der höchsten zentralörtlichen Funktion klassifiziert. Es ergeben sich somit insgesamt 17 Gemeindetypen[12].

2.1.2 Regionstypisierung nach BIK

Ziel der Abgrenzung und Einteilung bestimmter siedlungsstruktureller Regionstypen ist die Gewinnung einer Systematik mit vergleichbaren Raumeinheiten, die eine Analyse von Strukturen und Entwicklungsprozessen in diesen sozioökonomisch und siedlungsstrukturell klar abgegrenzten Räumen gestattet. Die BIK-Stadtregionen sind Ergebnis der 1987 erfolgten Fortschreibung der Anfang der 50er Jahre von Olaf Boustedt erarbeiteten Stadtregionssystematik. Boustedt bestimmte auf Grundlage der Berufspendlerquote die Einzugsbereiche der Kernstädte, welche dann anhand Bevölkerungsdichte und Agrarerwerbsquote in die drei Zonen Ergänzungsgebiet, verstädterte Zone und Randzone eingeteilt wurden. Die Erstellung dieser Systematik beruhte auf den bundeseinheitlichen Daten der Volks- und Berufszählungen. Die Aktualisierung erfolgte durch die BIK Aschpurwis + Behrens GmbH auf Basis der Volkszählung von 1987. Die Deutsche Wiedervereinigung erweiterte die Anforderungen an eine gesamtdeutsche Stadtregionssystematik.

Insbesondere in der Marktforschung wird seit 1992 intensiv mit den BIK-Stadtregionen gearbeitet (Analyse des Konsumverhaltens). Weiterhin wurde zur Schichtung von Stichproben und dem Redressment[13] eine Größenklassensystematik mit zehn bzw. sieben Klassen entwickelt. Im Jahr 2000 erfolgte eine grundlegende Neuerarbeitung der BIK-Stadtregionen auf Grundlage der „Pendlerdatei“ der damaligen Bundesanstalt für Arbeit.

Dabei entstanden drei raumstrukturelle Differenzierungen:
- BIK-Regionstypen
- BIK-Strukturtypen
- BIK-Regionsgrößenklassen

Diese können unabhängig voneinander für raumstrukturelle Differenzierungen und Analysen verwendet werden.

---

12 Weitergehende Informationen finden sich unter BBR-Online (Stand: 2004). In den MiD-Datensätzen ist keine Aufschlüsselung nach 17-BBR-Gemeindetypen enthalten.

13 Mit Redressment wird i. A. die notwendige Struktur-Gewichtung bei der Datenaufbereitung von Stichprobenerhebungen bezeichnet die erforderlich ist, um Stichprobenverzerrungen durch Ausfälle in der Feldphase zu kompensieren. Das Redressment passt die Stichprobe an vorgegebene Strukturen der Grundgesamtheit (z. B. Bevölkerungsstruktur) an.

Unter dem neuen Namen BIK-Regionstypen erfolgte nun die gemeindescharfe Abbildung der gesamten Bundesrepublik bei Verwendung einer einheitlichen Datenbasis von den Städten bis hinab zu den Unterzentren. Zu einer BIK-Region gehören die Gemeinden, deren Pendlerpriorität (Arbeitsort der größten Fraktion der Auspendler) auf eine gemeinsame Kernstadt gerichtet ist, sofern die Pendlerquote mindestens 7 % beträgt. Daneben wurden weitere Schwellenwerte (Mindesteinwohnerzahl der Kernstadt und der Region bei Städten mit mindestens einer angebundenen Gemeinde sowie bei Solitärstädten ohne angebundene Gemeinden) berücksichtigt. Weiterhin wurden Kernstädte, die ihrerseits eine Pendlerpriorität von 5 % oder mehr auf eine andere Kernstadt vorweisen, mit ihrem Umland der BIK-Region der jeweils hierarchisch höher stehenden Kernstadt zugeordnet. Die unterschiedlichen BIK-Regionen werden in vier Klassen eingeteilt. Dabei handelt es sich um Ballungsräume (Kernstädte und Umland zusammen mindestens 750.000 Einwohner), Stadtregionen (mindestens 100.000 EW), Mittelzentrengebiete (zwischen 25.000 und 100.000 EW) und Unterzentrengebiete (6.000 bis 25.000 EW). Dazu kommt die Gruppe der Gemeinden, die zu keiner BIK-Region zählen[14].

Zur Abbildung der inneren Heterogenität dieser funktional zusammengehörigen Räume wurde darüber hinaus zur Bildung der BIK-Strukturtypen als Strukturierungskriterium die Einwohner- / Arbeitsplatzdichte verwendet. In Anlehnung an die Revision der Boustedt-Stadtregionen wird dieses Kriterium von BIK berechnet zu: (Bevölkerung in Einwohner [EW] + steuerpflichtig Beschäftigte am Arbeitsort [B])/Fläche [km²].

Danach können die BIK-Regionen in vier BIK-Strukturtypen eingeteilt werden. Man unterscheidet dabei in (1) Kernbereich (Einwohner-/Arbeitsplatzdichte mindestens 1000 (EW+B)/km²), (2) Verdichtungsbereich (Einwohner-/Arbeitsplatzdichte zwischen 500 und 1000 (EW+B)/km²), (3) Übergangsbereich (repräsentiert den suburbanen Bereich mit einer Einwohner-/ Arbeitsplatzdichte zwischen 150 und 500 (EW+B)/km²) und (4) Peripheren Bereich (Einwohner-/ Arbeitsplatzdichte von unter 150 (EW+B)/km²). Die Gemeinden außerhalb der BIK-Regionen bilden - unabhängig von ihrer Nutzungsdichte - wiederum eine Klasse (5)[15].

Die BIK-Regionsgrößenklassen klassifizieren die BIK-Regionen gemäß ihrer Bevölkerungszahl. Alle Gemeinden einer BIK-Region werden – unabhängig von ihrer eigentlichen Größe – einer entsprechenden BIK-Regionsgrößenklasse zugeordnet. Eine Gemeinde einer BIK-Region (Kern- und Umland) erhält die Größenklasse, die sich aus der Summe der Bevölkerung aller Gemeinden des Raumes ergibt, in

14 BIK (2001) S. 1 ff.
15 BIK (2001) S. 7 f.

den die Gemeinde funktional eingebunden ist. Eine Gemeinde, die nicht zu einer BIK-Region gehört, wird nach ihrer tatsächlichen Bevölkerungszahl eingeordnet[16]. Damit ergibt sich die BIK-Regionsgrößenklasse nicht aus der Größe der Gemeinde selbst. Daher befinden sich z. B. in einer BIK-Regionsgrößenklasse von 20.000 bis 50.000 EW auch Gemeinden mit Einwohnerzahlen von z. B. unter 2.000 EW. Für die BIK-Regionsgrößenklassen existieren eine Siebener-Systematik (GKBIK7) und eine Zehner-Systematik (GKBIK10). Letztere wird für die Ziehung von Stichproben verwendet. Dazu wird die Siebener-Systematik weiter nach Strukturtypen differenziert. Die 10er Einteilung ist die feinste BIK-Einteilung[17].

2.1.3 Politische Ortsgrößenklassen

Neben den o. g. räumlichen Klassifizierungssystemen, die insbesondere aus raumplanerischen Überlegungen heraus z. B. zur Raumbeobachtung (Analyse und Prognose) entstanden sind, lassen sich Raumeinheiten aufgrund ihrer Gemeindegröße abgrenzen. Bei dieser häufig auch als politische Ortsgrößenklassen (PolOGK) bezeichneten Klassifizierung werden Gemeinden anhand ihrer Bevölkerungszahl an einem bestimmten Stichtag (i. d. R. 30.06. bzw. 31.12.) eines Jahres Klassen zugeordnet. Eine einheitliche Klasseneinteilung existiert dabei nicht. Die Einteilung wird generell nach dem individuellen Untersuchungszweck festgelegt.

Die amtliche Statistik verwendet häufig die Kategorisierung:
- unter 2.000 EW (ländliche Bevölkerung)
- 2.000 bis unter 5.000 EW (Landstädte, Landbevölkerung)
- 5.000 bis unter 20.000 EW (Kleinstädte)
- 20.000 bis unter 100.000 EW (Mittelstädte)
- über 100.000 EW (Großstädte)

Wie auch die BIK-Regionen ermöglicht die Abgrenzung nach politischen Ortsgrößenklassen eine gemeindescharfe Abbildung des gesamten Bundesgebietes. Vorteilhaft könnte diese Raumtypisierung nach politischer Ortsgrößenklasse insofern sein, da die Gemeindegröße u. a. eine bestimmte Ausstattung mit Infrastruktur sowie Unterschiede im Aktionsraum der Personen erwarten lässt. Je größer der Ort ist, desto höherwertiger ist im Allgemeinen die Verkehrsinfrastruktur (z. B. Angebot an öffentlichen Verkehrsmitteln) und umso vielfältiger ist das Aktivitäts-

16 BIK (2001) S. 15 f.

17 Die BIK-Zehner-Einteilung ist in MiD kodiert. Eine Übersicht zur Einteilung befindet sich in Anlage I.

spektrum. Daher scheint auch diese Kategorisierung zur Darstellung realer raumrelevanter Einflüsse auf das Verkehrsverhalten geeignet[18].

2.2 Bestimmungsgrößen des Verkehrsverhaltens

2.2.1 Vorbemerkung

Die nachfolgende Darstellung zu Einflussgrößen auf das Verkehrsverhalten dient insbesondere der Einordnung der vorliegenden Untersuchung in die Forschungslandschaft sowie der Berücksichtigung wesentlicher Erkenntnisse bereits geleisteter Arbeiten für die eigene Datenanalyse. Die Darstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

2.2.2 Wissensstand der Verkehrsursachenforschung

Das theoretische Fundament für das individuelle Verkehrsverhalten bilden die Erkenntnisse der Aktionsraumforschung[19]. Diese charakterisiert das Verkehrsverhalten als eingeschränktes Wahlverhalten zwischen der Nachfrage nach Aktivitäten und dem Angebot an Gelegenheiten[20]. Die Aktivitätsnachfrage hängt dabei von individuellen Faktoren ab. Aktivitäten lassen sich dabei in Pflicht- und Wahlaktivitäten (nichtsubstituierbare und substituierbare Aktivitäten) unterscheiden. Personengebundene Faktoren sind augenscheinlich vom Lebenszyklus abhängig, der unter anderem anhand soziodemografischer Variablen beschrieben werden kann. Die Gelegenheiten definieren sich über ihre Lage im Raum, ihre Erreichbarkeit, ihre Zugänglichkeit sowie ihre Qualität, Quantität und Attraktivität. Dieser Sachverhalt gibt einen ersten Hinweis auf die Bedeutung der Raumstruktur für das individuelle Verkehrsverhalten.

Die Determinanten des Verkehrsverhaltens sind bereits seit Jahrzehnten ein wesentlicher Gegenstand der Verkehrsursachenforschung. In den Alten Bundesländern entstand im Zuge der KONTIV-Erhebungen[21] 1976, 1982 und 1989 sowie vieler örtlicher Erhebungen im KONTIV-Design ein großer Datenfundus für die

---

18 Die MiD-Daten beinhalten eine Einteilung nach politischer Ortsgröße in sieben Kategorien (vgl. Tabelle in Anlage I). Der Ortsname bzw. die Ortsgröße der in MiD befragten Gemeinden wird aufgrund der Anonymisierung der Haushaltsdaten, d. h. aus datenschutzrechtlichen Gründen, vom BMVBS nicht weitergegeben.

19 Einen Überblick dazu gibt FRIEDRICH in BARTELS (1990) S. 161 ff.

20 Das Gelegenheitsspektrum versteht sich als Gesamtheit der öffentlichen und privaten Einrichtungen im Aktionsraum (also z. B. Arbeitsstätten, Läden, Kinos, Gaststätten, aber auch Wohnungen von Freunden und Verwandten, etc.) [vgl. FRIEDRICHS (1983) S. 55].

21 KONTIV ist die Abkürzung für ***KONTI***nuierliche Erhebung zum ***V***erkehrsverhalten

Auswertung und Analyse. Vor allem aufgrund des Erfordernisses, die entwickelten Modelle auf der Basis von Individualverhaltensansätzen (aktivitätsbasiert) mit Empirie zu versorgen, erlangten Erklärungsansätze für individuelles Verkehrsverhalten in den Alten Bundesländern an Bedeutung[22].

In Begleitung der 1968 erstmals versuchsweise in Magdeburg durchgeführten Erhebungen zum Verkehrsverhalten im SrV-Design[23] und der seit 1972 begonnenen Zeitreihe, die bis zum Abschluss dieser Arbeit acht SrV-Erhebungsdurchgänge beinhaltet, entstanden auf dem Gebiet der ehemaligen DDR zahlreiche Arbeiten, die sich der gewonnenen Daten bedienten. Dabei handelt es sich sowohl um Grundlagenarbeiten, die sich mit der Entwicklung von Berechnungsmethoden zum städtischen Personenverkehr beschäftigten[24], als auch um Untersuchungen, deren Gegenstand die Analyse räumlicher Einflüsse auf das Verhalten war[25].

Somit entstanden vor allem in den 1970er, 1980er und 1990er Jahre in der Verkehrsursachenforschung eine Vielzahl an Arbeiten, die sich sowohl mit individuellen Verkehrsverhalten als auch mit Gruppenverhalten beschäftigen. Die Erhebung und Nutzung von Verkehrsverhaltensdaten und die Entwicklung von Verkehrsmodellen erfolgten bis 1989 im geteilten Deutschland beinahe parallel, jedoch mit teilweise unterschiedlichen Ansätzen und Ergebnissen[26].

Die meisten Untersuchungen widmen sich explizit dem Personenverkehr. In vielen Arbeiten wird auf Basis statistischer Erklärungsmodelle versucht, die Einflussgrößen zu quantifizieren. Dazu werden häufig induktive strukturprüfende Verfahren wie multivariate Regressions- und Korrelationsanalysen (z. B. multiple lineare Regressionsmodelle, multinominale Logitmodelle) verwendet. Andere Ansätze bedienen sich varianzanalytischer Verfahren oder bivariater Regressions- und Korrelationstechniken. Unabhänge (Erklärungs-)Variablen (Prädiktoren) werden in der Regel bezüglich ihrer Wirkung auf sogenannte abhängige (zu erklärende) Variablen, wie zum Beispiel die Verkehrsmittelwahl, Wegehäufigkeiten, Aktivitätshäufigkeiten, das Verkehrszeitbudget oder die Tagesdistanz untersucht und mit den jeweiligen Analyseinstrumenten statistisch bewertet. Zusammenhänge zwischen den Merkmalen werden mit Hilfe von Modellen analysiert.

---

22 Dazu zählen vor allem Wermuth (1978), Gottardi/Hautzinger (1989), Holz-Rau (1990) (auf Basis der KONTIV 76 und 82); Zumkeller et al. (1993) (auf Basis der KONTIV 1989); Hautzinger/Pfeifer (1996) (auf Basis der KONTIV 1989) und DIW (2001) (auf Basis des MOP 1994-2001). Ziel ist es zumeist Bestimmungsgrößen zu identifizieren, die Einfluss auf das Verkehrsverhalten haben und dessen Varianz erklären.

23 Dokumentiert in: Christfreund et al. (1969)

24 Böhme (1971), Förschner (1974), Lohse (1974), Lohse (1975), Lohse (1983), u. a.

25 Genannt seien stellvertretend die Veröffentlichungen von Ackermann/Janetzki (1981), Zander (1982), Förschner (1989), Janetzki (1984), Schöppe (1990)

26 Ahrens/Badrow/Kunert/Liesske (2003), a. a. O

Exkurs: Statistische Erklärungsmodelle erscheinen aus mathematischer Sicht elegant. Jedoch sind die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Rechengänge häufig stark eingeschränkt bzw. nicht gegeben. Darüber hinaus ist nicht selten die zu analysierende Datenbasis – stellvertretend sei hier die KONTIV 1989 genannt – bezüglich Datenqualität bzw. Methodik ungeeignet, um klassische statistische Prüfverfahren auf Basis uneingeschränkter Zufallsauswahl anzuwenden.

KUTTER (2003) geht davon aus, dass die Qualität gewonnener Verhaltensinformationen aus Befragungen von Einzelpersonen oft überschätzt wird. In diesem Zusammenhang nennt er das Verkehrsverhalten, welches erfasst wird, ein durch das Erhebungsverfahren gefiltertes „Instrumentverhalten" im Unterschied zum „Realverhalten". Die Realitätsnähe (Validität) der Informationen variiert u. a. mit dem Lebensalter, dem Sozialstatus und der Einstellung zu Erhebungen[27]. Der Autor teilt die Ansicht von KUTTER[28], dass genauere Untersuchungen zur Qualität von Erhebungsergebnissen in der Verkehrspraxis eher selten sind.

In der Fachwelt ist man sich mittlerweile weitgehend über die grundlegenden Bestimmungsgrößen des Verkehrsverhaltens einig. Aufgrund der Vielzahl an Arbeiten wird im Folgenden lediglich auf Erkenntnisse ausgewählter Untersuchungen ab 1990 zurückgegriffen. Außerdem werden ausschließlich Erkenntnisse zum Verkehrsverhalten der Wohnbevölkerung in Deutschland berücksichtigt. Dies wird damit begründet, dass länderspezifische Besonderheiten (u. a. Einstellungen, Gewohnheiten, etc.) das Verkehrsverhalten maßgeblich mit beeinflussen. Dieser Sachverhalt schränkt die Übertragbarkeit derartiger Erkenntnisse per se ein. Daher wird aus einer vertiefenden Recherche ausländischer Literatur kein Erkenntnisgewinn in Hinblick auf Bestimmungsgrößen des Verkehrsverhaltens in Deutschland erwartet.

HOLZ-RAU (1990) untersucht mit regressionsanalytischem Vorgehen Einflussgrößen auf die Mobilitätsindikatoren Mobilitätsbeteiligung/Verkehrsteilnahme, Pkw-Verfügbarkeit, Reisehäufigkeit, Verkehrsmittelanteile und mittlere Reiseweite. Die Analysen erfolgten auf Basis von KONTIV-Daten des Jahres 1989. Für alle Mobilitätsindikatoren zeigten sich die Berufstätigkeit und Pkw-Verfügbarkeit als bestimmend. Die Einflussgrößen Alter, Geschlecht, Familiensituation (Kinder unter zehn Jahren im Haushalt), Gemeindegrößenklassen, Wohnsituation (Ein- und Mehrfamilienhäuser gegenüber größeren Wohnblöcken) sowie Haushaltsgröße und -motorisierung (letztere nur in Verbindung mit der Einflussgröße Pkw-

27 Vgl. KUTTER (2003) S. 39 f.
28 KUTTER (2003) S. 40

Verfügbarkeit) erwiesen sich bei einigen Indikatoren und für einige Personengruppen als verhaltensbestimmend.

ZUMKELLER ET AL. (1993) bereiten in einer Forschungsarbeit die Daten der KONTIV 1989 für ein mikroskopisches Individualverhaltensmodell auf um zu prüfen, inwieweit die Daten als Ersatz für neue Befragungen dienen können. Die Genauigkeit der entwickelten Analysemethode wird an einem konkreten Beispiel (Erlangen) getestet. Ein wesentlicher Untersuchungsgegenstand ist die räumliche (In-)Varianz von Verhaltensmustern der im Raum agierenden Verkehrsteilnehmer. Durch die Verwendung von Ortsgrößenklassen wurde die Fragestellung für die Untersuchung operationalisiert. Eine Annahme in der Arbeit ist, dass bei der Analyse geschlossener Aktivitätenketten eine räumliche Invarianz leichter nachweisbar ist als ohne Berücksichtigung der Verkettung. Die aufgestellten Hypothesen wurden mit Hilfe nichtparametrischer Testverfahren (Kruskal-Wallis-Test und Chi²-Techniken) überprüft. Dabei wurde eine Fehlerwahrscheinlichkeit von $\alpha = 0{,}1$ % zugrunde gelegt. Die Prüfung kam zu dem Ergebnis, dass für zehn Personengruppen die Mobilität (Außer-Haus-Anteil), die Anzahl der Wege und das Zeitbudget räumlich invariant sind. Für die zehn häufigsten Aktivitätsmuster (Aktivitätenketten auf Basis der fünf Aktivitätszwecke bzw. Ziele: Wohnung, Ausbildung, Arbeit, Einkaufen/Inanspruchnahme von Dienstleistungen und Freizeit/Sonstiges) konnten lediglich für die drei Personengruppen „Schüler/Studenten mit Pkw“ „Schüler/Studenten ohne Pkw“ und „Hausfrau/-mann mit Pkw“ Unterschiede nach Ortsgröße festgestellt werden. Für weitere sieben Personengruppen wurde die Hypothese der räumlichen Invarianz nicht abgelehnt. Für die Merkmale Wegelänge und Verkehrsmittelnutzung wird nach Anwendung der Signifikanztests die Hypothese angenommen, dass die Kenngrößen räumlich variant sind. Bis auf wenige Ausnahmen zeigten die durchgeführten Analysen signifikante Unterschiede der Wegelängenverteilung und Verkehrsmittelnutzung nach Ortsgrößen.

HAUTZINGER, PFEIFER (1996) extrahieren mit Hilfe eines linearen Regressionsmodells und verschiedener Mobilitätsindikatoren auf Basis der KONTIV 1989 (z. B. Aktivitätshäufigkeit, Verkehrsmittelwahl und Verkehrsleistung) die Erklärungsmerkmale Alter, Erwerbstatus, Haushaltsgröße, Schulbildung, Wochentag insbesondere für die Aktivitätenhäufigkeit. Die Verfügbarkeit öffentlicher und privater Verkehrsmittel insbesondere die Pkw-Verfügbarkeit (Führerscheinbesitz, Pkw-Besitz) determiniert die Wahl des Verkehrsmittels, während nach der Studie siedlungsräumliche Gegebenheiten für die Wahl des Verkehrsmittels von untergeordneter Bedeutung sind[29]. Der siedlungsstrukturelle Kontext kommt nach HAUT-

29 HAUTZINGER/PFEIFER verwenden zur Untersuchung der siedlungsstrukturellen Gegebenheiten die Ortsgröße, um damit einen Indikator für das Gelegenheitsangebot (Arbeitsplätze, Freizeit- und Einkaufseinrichtungen, Dienstleistungseinrichtungen etc.) zu haben. An dieser Stelle sei jedoch angemerkt, dass die siedlungsstrukturellen Gegebenheiten nach eigener Auffassung ebenso durch das

ZINGER, PFEIFER insbesondere in Bezug auf die Verkehrsleistung (Einfluss der Wegelänge) zum Tragen. Die Autoren der Studie kommen gleichwohl zur Einschätzung, dass bei Berücksichtigung objektiv-situativer Einflussgrößen, wie sie üblicherweise mit Haushaltsbefragungen erhoben werden, eine nicht unerhebliche Restvarianz bleibt.

ZÄNGLER (2000) untersucht im Rahmen seiner Arbeit - für die Entwicklung eines sozialökonomischen Modells basierend auf einem haushaltswissenschaftlichen Modell - das Mobilitätsverhalten privater Haushalte. Auf der Grundlage einer umfangreichen eigenen Erhebung (mehr als 2.000 Personen) mit KONTIV-ähnlicher Methodik gibt ZÄNGLER einen Erklärungsansatz für das von ihm erhobene aktivitätenbasierte Mobilitätsverhalten. Mittels multipler Regressionsanalysen untersucht er für zentrale Indikatoren unterschiedliche Einflussgrößen. Er identifiziert u. a. Wochentag, Witterungsverhältnisse, Haushaltstyp, Wohnstandort, Wohnstatus, Standortrelationen zum Wohnort, Pkw- und Führerscheinbesitz bzw. haushaltsinterne Zugangsregelungen zum Fahrzeug als Bestimmungsgrößen. Das Geschlecht zeigt nach ZÄNGLER bei gleichzeitiger Berücksichtigung anderer soziodemografischer Merkmale nur geringe Erklärungskraft.

LIPPS (2001) untersucht in seiner Arbeit die individuelle Verhaltensvariation bei der Verkehrsentstehung. Dabei betrachtet der Autor u. a. die Stabilität und Variabilität von relevanten Verkehrsverhaltenskomponenten und untersucht auf Basis der Daten des Mobilitätspanels mit Hilfe unterschiedlicher statistischer Verfahren (u. a. Varianzanalyse, lineare Regression, Korrelationsanalyse) aktivitätsbasierte Variationsindikatoren auf inter- und intrapersonelle Unterschiede. U. a. wurden beruflicher Status, Pkw-Besitz bzw. die Anzahl der Pkw im Haushalt, Alter, Schulabschluss und Verkehrsmitteltyp[30] als Erklärungsgrößen identifiziert. Die Variablen Haushaltsgröße und Geschlecht-Kind[31]-Kombination zeigten mittleren Erklärungsgehalt. Die beiden Raumvariablen BIK-Siedlungstyp und Gemeindegröße zeigten den geringsten Erklärungsgehalt. LIPPS gelangt zu der Erkenntnis, dass insgesamt Personen in unterschiedlichen Raumtypen unter Konstanthaltung der übrigen soziodemografischen Variablen eine ähnliche Variation ihres Verkehrsverhaltens aufweisen[32]. Analoge Varianzanalysen führte der Autor für zentrale Verkehrsverhaltensindikatoren durch (Weganzahl pro Woche, Entfernungsleis-

infrastrukturelle Angebot der ÖV-Systeme und durch Aktivitätsgelegenheiten im Nahraum determiniert werden. Die Verwendung der Ortsgröße als Indikator erscheint jedoch auch unter Berücksichtigung dieser Zusammenhänge plausibel.

30 Als Verkehrsmitteltyp definiert der Autor das innerhalb der Woche von der Person am häufigsten verwendete Verkehrsmittel.

31 Die Variable „Geschlecht“ wurde kombiniert mit dem Haushaltsmerkmal „Kinder unter zehn Jahren im Haushalt“.

32 Vgl. LIPPS (2001) S. 110

tung, Mobilitätszeitbudget, Aktivitätszeitbudget, Anteil der MIV-Wege). Dabei dominierten beruflicher Status und Verkehrsmitteltyp. Mittleren bis hohen Erklärungsgehalt zeigen die Variablen Pkw-Besitz, Haushaltsgröße, Alter, Schulabschluss, Geschlecht-Kind-Kombination. Den geringsten Erklärungsgehalt zeigen wiederum die beiden Raumvariablen BIK-Siedlungstyp und Gemeindegröße. Auf Basis dieser Erkenntnis schlussfolgert der Autor, dass Personen in unterschiedlichen Raumtypen ceteris paribus ein ähnliches Verkehrsverhalten haben[33].

Kloas, Kuhfeld, Kunert (2001) untersuchten in ihrer Studie auf Basis des deutschen Mobilitätspanels (MOP) verschiedene Mobilitätsindikatoren wie Wegehäufigkeit, Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel und Verkehrsleistung sowohl deskriptiv als auch induktiv mit Hilfe von Erweiterungen[34] der klassischen linearen Regressionsanalyse. Als Einflussgrößen quantifizieren die Autoren für die wöchentliche Wegezahl die Variablen Pkw-Verfügung, Bildungsniveau, Erwerbsstatus, Alter, Haushaltsgröße, Pkw-Führerscheinbesitz, Anzahl Kinder im Haushalt, Raumtypen und ÖV-Erreichbarkeit. Für die wöchentliche Anzahl an ÖV-Wegen gelten die Variablen Alter, Schulabschluss, Erwerbsstatus, Pkw-Verfügung bzw. Pkw im Haushalt, der Raumtyp sowie die Erreichbarkeit des Arbeits- bzw. Ausbildungsplatzes mit dem ÖV sowie die dortige Parkraumsituation als bedeutsam. Für die wöchentliche Verkehrsleistung sind im aufgestellten Modell die Größen Beruf, Schulabschluss, Zufriedenheit mit dem ÖV-Anschluss und insbesondere der Raumtyp bestimmend.

Berger (2004) untersucht auf Basis eigener Erhebungen mit Hilfe von CHASE (Computerised Household Activity Scheduling) sowie dem Deutschen Mobilitätspanel (MOP) unter Verwendung eines komplexen Multi-Methoden-Ansatzes Wege-Aktivitätsmuster. Als signifikante Erklärungsvariablen ($p < 0{,}05$) extrahiert Berger für unterschiedliche Untersuchungszeitabschnitte (Wochentage) die Variablen Geschlecht, Alter, Berufstätigkeit, Schulabschluss Führerscheinbesitz, Zeitkartenbesitz ÖPNV und Pkw-Verfügbarkeit. Als schwach signifikant ($0{,}05 \leq p \leq 0{,}1$) stuft er den Haushaltstyp für den Zeitraum Montag - Freitag und den Raumtyp für den Zeitabschnitt Samstag - Sonntag ein. Berger stellt bezüglich der inhaltlichen Aspekte seiner Arbeit aufgrund der verwendeten Datenquantität und -qualität zusammenfassend fest, dass der Abbildungsumfang des Aktivitäts-(Verkehrs-)verhaltens seiner Arbeit relativ grob ist[35]. Die von Berger gewählte Herangehensweise ist das eigentlich innovative seiner Arbeit. Der Multimethoden-

33 Vgl. Lipps (2001) S. 111

34 Die Erweiterungen betreffen neben der logarithmischen Transformation von Untersuchungsmerkmalen aufgrund fehlender Eigenschaften für die durchzuführenden Tests die Gewichtung der beobachteten Werte mit den Kehrwerten entsprechend vorgegebener Varianz-Funktionen als äquivalent zu einer Maximum-Likelihood-Schätzung [Kloas/Kuhfeld/Kunert (2001) S. 99].

35 Berger (2004) S. 194

ansatz ist nach Einschätzung von BERGER perspektivisch gesehen viel versprechend und hilfreich.

KALINOWSKA, KLOAS, KUHFELD, KUNERT (2005) widmen sich im Zuge einer Überprüfung von Modellrechnungen im Auftrag des BMVBW auf Basis der Ergebnisse von Mobilität in Deutschland - MiD 2002 u. a. den Einflussgrößen auf das Mobilitätsverhalten. In der Studie wurde dazu zunächst eine Segmentierung der Lebenssituation auf Basis statistischer Analysen (Cluster-Bildung, Faktorenanalyse) zugrunde gelegt. Weiterhin wurden als Indikatoren für die Pkw-Verfügbarkeit vier Klassen gebildet aus den Variablen Führerschein und Pkw-Haushaltsmotorisierung. Unter Verwendung der Mobilitätsindikatoren Wegehäufigkeit mobiler Personen sowie Tagesdistanz mobiler Personen wurden diese und weitere Einflussfaktoren auf das Mobilitätsverhalten mit multivariaten Analysemodellen geschätzt und deren Effekte quantifiziert. Die Autoren kommen zu der Erkenntnis, dass der Lebenszyklus (beschrieben durch eine Variablenkombination aus Alter, Erwerbstätigkeit, Erwerbsstatus) und die Pkw-Verfügbarkeit (vier Gruppen aus Pkw-Haushaltsmotorisierung/Führerscheinbesitz) den mit Abstand stärksten Einfluss auf die Mobilität haben. Gefolgt werden diese Größen von den Variablen Pkw pro Erwachsenen im Haushalt, Haushaltsäquivalenzeinkommen, Haushaltsgröße, Gemeindetyp, Schulabschluss, Staatsangehörigkeit und Geschlecht, wobei das Geschlecht insgesamt den mit Abstand kleinsten Beitrag zur Verhaltensaufklärung leistet. Darüber hinaus stellen die Autoren fest, dass der Gemeindetyp im Erklärungsmodell nicht hervorsticht, jedoch auf Grund der Beziehung zu den Mobilitätsindikatoren Verkehrsmittelwahl und Wegelänge wesentlich ist[36].

Werden die dargestellten Befunde zusammengeführt, lassen sich die Erklärungsvariablen folgenden bereits allgemein bekannten Bereichen zuordnen:

- Individuelle Lebenssituation: Bildungsstand/Haushaltseinkommen (Sozialstatus), Erwerbstätigkeit, Haushaltsgröße, Verfügbarkeit individueller Verkehrsmittel (Pkw, Fahrrad),...
- Individuelle Einstellung zum Verkehr (Subjektive Situation): Erfahrungen, Werthaltungen, Gewohnheiten, Kenntnis von Alternativen, soziale und kulturelle Faktoren,...
- Räumliche Situation: Merkmale als Resultat der zentralörtlichen Verknüpfung/Einbettung wie z. B.:

36 Vgl. KALINOWSKA/KLOAS/KUHFELD/KUNERT (2005), S. 188 ff.; Der Gemeindetyp ging ins Modell mit der Unterscheidung Großzentrum, Oberzentrum, Mittelzentrum und sonstige Gemeinden auf Basis der Raumeinteilung des BBR ein. Ein konkreter, auf statistischen Analysen beruhender Befund der Beziehung des Gemeindetyps zur Verkehrsmittelwahl und der Wegelänge wird in der Arbeit nicht gegeben.

a) das Angebot, die Vernetzung und die Attraktivität der Verkehrsmittel und der Verkehrsinfrastruktur (insbesondere Zugang zum ÖV); ...
b) die Ausstattung mit Aktivitätsgelegenheiten, deren räumliche Verteilung und damit der Verkehrserreichbarkeit37, ausdrückbar in Strukturmerkmalen der Wirtschaft/Produktion; ...
c) lokale und topografische Besonderheiten (insbesondere Einfluss auf Radverkehr); Wohnlage und Wohnsituation/-umfeld (räumliche und soziale Umfeldgegebenheiten);...

Die benannten Bereiche existieren dabei nicht unabhängig voneinander, sondern stehen in enger gegenseitiger Wechselwirkung. Die Raum- und Siedlungsstruktur ist zweifelsohne eine wesentliche Determinante des Verkehrsverhaltens. Die Wechselwirkungen zwischen Siedlungsstruktur und Verkehr betreffen vor allem die Verkehrserreichbarkeit[38]. Als unmittelbare verhaltensbeeinflussende Größe ist neben den klassischen soziodemografischen Variablen insbesondere der Zugang zu individuellen Verkehrmitteln bzw. deren Verfügbarkeit (vor allem die Pkw-Verfügbarkeit) hervorzuheben. Diese steht auch im Zusammenhang mit der Erreichbarkeit öffentlicher Verkehrsmittel, insbesondere im ländlichen Raum. Der aufgrund der Siedlungsstruktur geringe Auslastungsgrad macht im ländlichen Raum ein konzentriertes ÖV-Angebot aus ökonomischer Sicht unmöglich[39]. Als Ausgangspunkt der Raumstrukturentwicklung, die einerseits das Verkehrsverhalten beeinflusst, andererseits aber auch durch dieses in Gang gesetzt wird, gilt im Allgemeinen der in den 1960er Jahren aufkommende und immer noch anhaltende Trend zum Wohnen im Umland, die Abwanderung von Arbeitsstätten ins Umland sowie die Entwicklung von Einkaufszentren in Umlandlage[40].

Da der Aktionsraum bzw. die räumliche Situation das Verkehrsverhalten ebenfalls beeinflussen, verwenden empirische Arbeiten zumeist prognostizierbare Indikatoren (Raumtypen, z. B. die Ortsgröße), die als Erklärungsvariable für raumstrukturelle Einflüsse auf das Verkehrsverhalten dienen.

---

37 Kutter et al. (2001) S. 24 f. benutzen den Begriff in Verbindung mit einem limitierten Verkehrszeitbudget von Personen. Interpretiert wird dieser Zusammenhang als Zielattraktivität, da bestimmte Ziele, die nicht in einem bestimmten Zeitaufwand (Reisezeit) erreicht werden können, auch nicht aufgesucht werden.

38 Einen kritischen Sachstandsbericht zur Wechselwirkung von Raumentwicklung und Verkehrsverhalten gibt Kutter et al. (2001).

39 Vgl. Beitrag von Seidenfus in Halbmayer/Gurtlich (1984)

40 Vgl. Kutter et al. (2001) S.12

2.2.3 Segmentierung verhaltenshomogener Personengruppen

Für prognostische Berechnungen mit Hilfe von Verkehrsmodellen werden häufig sogenannte verhaltenshomogene Personengruppen gebildet. Damit können u. a. soziodemografische und ökonomische Entwicklungen, d. h. neben Alter, Geschlecht insbesondere die Entwicklung der persönlichen Lebenssituation (z. B. Berufstätigkeit/(Aus)Bildungsstufe und Einkommen als Indikatoren für den Sozialstatus und die Verfügbarkeit individueller Verkehrsmittel) in der Prognose berücksichtigt werden. In der Literatur gibt es eine Vielzahl an Untersuchungen unterschiedlichster Differenzierungstiefe, die bestimmte Personenmerkmale als Einflussfaktoren für das Verkehrsverhalten identifizieren. Eine Schwierigkeit bei der Bildung von Kategorien verhaltenshomogener Gruppen ist jedoch häufig, dass verschiedene Einflussgrößen auf das Verhalten multikollinear sind, d. h. dass die verschiedenen Erklärungsvariablen in wechselseitiger Abhängigkeit stehen. Dieses Problem ist nicht nur bei Anwendung multivariater Analyseverfahren z. B. zur Faktorenbildung bedeutsam. Bei Festlegung von Personengruppen besteht gleichermaßen die Schwierigkeit, dass ein Kompromiss gefunden werden muss zwischen der Art und Anzahl der Merkmale, die in die Gruppenbildung einfließen, und möglichst großer Unabhängigkeit dieser Merkmale untereinander.

Der Aufgabe zur Bildung verhaltensähnlicher Personengruppen widmete sich die deutsche verkehrswissenschaftliche Forschung schon häufig. Dabei wurden in den Alten und Neuen Bundesländern weitgehend unabhängig voneinander Klassifizierungsvorschläge angeboten. Bei der Bildung der Gruppen beschränken sich diese zumeist auf soziodemografische Faktoren. Für Modellierungsaufgaben ist es - unabhängig davon, ob mikroskopisch oder makroskopisch modelliert wird - im Allgemeinen erforderlich, aus den verhaltenserklärenden Variablen verhaltenshomogene Personengruppen zu segmentieren. Die Bildung weitgehend homogener Teilgruppen erfolgt dabei in der Forschungspraxis sehr unterschiedlich. Neben a priori Gruppierungen und anschließender statistischer Prüfung kommen bei derartigen Fragestellungen insbesondere Cluster- und Faktorenanalysen oder auch die multidimensionale Skalierung als strukturenerkennende Verfahren zur Anwendung[41].

41 Mittlerweile gibt es auch weiterführende Ansätze. Beispielswiese versucht BERGER (2004) mit Hilfe eines Multimethodenansatzes bestehend aus der Klassifikation von Wege-Aktivitätenmustern durch den Einsatz der Optimal Matching Technik (Un)-Ähnlichkeiten zu quantifizieren und im Anschluss durch einen clusteranalytischen Fusionsalgorithmus die Wege-Aktivitätenmuster zusammenzufassen. Auf Basis dieser explorativen Vorgehensweise wird durch anschließende Anwendung eines multinominalen Logitmodells die Affinität zu Wege-Aktivitätenmustern auf Individualebene vorhergesagt [BERGER (2004) S. 191 ff.].

KUTTER (1972) widmete sich schon vor mehr als 30 Jahren in einer Arbeit den Demografischen Determinanten des städtischen Personenverkehrs. In dem von KUTTER vorgestellten Ansatz werden zunächst auf Basis einer a priori Kategorisierung Individualkategorien anhand demografischer Merkmale gebildet. Im Anschluss wird mittels Faktorenanalyse versucht, diese anhand der Variabeln gebildeter Tätigkeitsmodelle zu gruppieren. Bei der Ableitung eines reduzierten Modells bildet Kutter schließlich neun Gruppen.

Auch auf dem Gebiet der ehemaligen DDR gab es frühzeitig Überlegungen zu sogenannten verkehrssoziologischen (bzw. verhaltenshomogenen) Personengruppen[42]. Sie lieferten auf Basis von Gruppenkonzepten[43] – meist mittels a priori Gruppierungen – Erklärungsgrößen für gruppenspezifisches Verkehrsverhalten. Diese dienten insbesondere dem Modellansatz nach LOHSE, der mit dem Modellkomplex EVA ein disaggregiertes makroskopisches Gruppenverhaltensmodell auf Basis von Quelle-Ziel-Gruppen entwickelte. Auf derartige Gruppenkonzepte bauen jedoch die meisten „verhaltensorientierten Verkehrsmodelle“ auf, Faktorenkonzepte dienen hingegen im Wesentlichen zum Nachweis von Zusammenhängen[44]. In einer Arbeit von FÖRSCHNER und SCHÖPPE (1983) wurden sechs Hauptgruppen gebildet. Aufgrund der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen dieser Zeit (z. B. praktisch keine Nichterwerbstätige im erwerbsfähigen Alter) reichten diese aus, um nahezu das gesamte Bevölkerungsspektrum abzubilden.

Als weiterer klassischer Ansatz zur Bildung verhaltenshomogener Personengruppen wird in der Literatur der Alten Bundesländer häufig SCHMIEDEL (1984) genannt. Die in dieser Arbeit auf Basis einer Clusteranalyse gebildeten sieben Personengruppen (vgl. Tabelle 2-1) zeigten zum Teil interessante Besonderheiten. Zum Beispiel stellt SCHMIEDEL einen Zusammenhang in den ersten beiden Gruppen zur Schulbildung und zur Stellung im Beruf fest. Im Vergleich der ersten Gruppe mit der dritten tritt dieser Sachverhalt interessanter Weise nicht auf. Studenten sind nach den Analysen von SCHMIEDEL stark MIV affin. Variablen zur Raumstruktur finden bei der von SCHMIEDEL vorgeschlagenen Typisierung keine

42 Zu nennen sind dabei insbesondere die Publikationen von: SCHÖPPE/FÖRSCHNER (1982), SCHÖPPE/FÖRSCHNER (1983), SCHÖPPE (1984), FÖRSCHNER/SCHÖPPE (1989).

43 HOLZ-RAU (1990) S. 30 bezeichnet diese sinngemäß als verhaltensorientierte Konzepte zur Segmentierung von Erhebungsmerkmalen in unterschiedlichster Gliederungstiefe, um aus Einzelelementen (Personen oder Personenaggregaten) sinnvolle Gruppierungen zu bilden. Als gebräuchliche Verfahren werden Clusteranalysen, Faktorenanalysen oder a priori Gruppierungen genannt. WERMUTH (1978) S. 46 weist darauf hin, dass die gruppenorientierte Betrachtungsweise individuelle Verhaltensmerkmale nur indirekt berücksichtigt (nämlich bei der Gruppenzuordnung). Damit ist bei Gruppenkonzepten ein Erklärungsmodell jedes einzeln wirkenden Merkmals einer Person auf das Verkehrsverhalten nicht ableitbar. Dazu dienen Faktorenkonzepte bzw. Versuche, Erklärungsmodelle auf Individualebene zu bilden.

44 HOLZ-RAU (1990) S. 29

Berücksichtigung. Untersucht wurden zwei Klassen, bei denen die Analysen kaum Verhaltensunterschiede zeigten.

Tabelle 2-1: Klassische Kategorisierung verhaltenshomogener Personengruppen bei verschiedenen Autoren

Nr.	KUTTER (1972)	FÖRSCHNER, SCHÖPPE (1983)	SCHMIEDEL (1984)
1	Kleinkinder (0-5 J.)	Kinder und Jugendliche (<17 J.) ohne Kfz-Verfügbarkeit.	Schüler und Lehrlinge
2	Schüler (6-15 J.)	Berufstätige im Erwerbstätigenalter, ohne Kfz-Verfügbarkeit	Studenten
3	Mann 16- 65 J. mit Pkw im Haushalt	Berufstätige im Erwerbstätigenalter mit Pkw-Verfügbarkeit	Erwerbstätige mit Pkw
4	Mann 16 – 65 J. ohne Pkw im Haushalt	Berufstätige im Erwerbstätigenalter mit Krad-Verfügbarkeit	Erwerbstätige Männer ohne Pkw
5	Frau 16- 65 J., erwerbstätig, mit Pkw im Haushalt	Nichtberufstätige im Erwerbsfähigen Alter ohne Kfz-Verfügbarkeit	Erwerbstätige Frauen ohne Pkw
6	Frau 16-65 J., erwerbstätig, ohne Pkw im Haushalt	Nichtberufstätige Rentner ohne Kfz-Verfügbarkeit	Hausfrauen, Rentner und sonstige Nichterwerbstätige mit Pkw
7	Hausfrau 16-65 Jahre, mit Pkw im Haushalt		Hausfrauen, Rentner und sonstige Nichterwerbstätige ohne Pkw
8	Hausfrau 16-65 ohne Pkw im Haushalt		
9	Personen > 65 Jahre		

Quelle: Eigene Darstellung

In der verkehrsplanerischen Praxis finden auch heute noch vorwiegend diese oder ähnliche Gruppierungen von Personen Verwendung. Jedoch gibt es grundsätzlich eine Reihe weiterer Erkenntnisse zu Erklärungsgrößen bezüglich des Verkehrsverhaltens, die es erlauben eigene Gruppierungen zu bilden. Festzustellen ist, dass sich als sozusagen „durchschlagende“ Einflussgröße auf bestimmte Verhaltensmerkmale in vielen Untersuchungen die Verfügbarkeit eines Pkw im Haushalt bzw. der individuelle Zugang einer Person zu einem Haushalts-Pkw zeigt.

Eine Schwierigkeit bei der Bildung verhaltenshomogener Personengruppen besteht in deren Ausgewogenheit. Grundsätzlich sollen möglichst viele verhaltensbeeinflussende Faktoren in die Gruppenbildung integriert werden. Jedoch fehlt für einen großen Differenzierungsgrad häufig die statistische Grundlage (erforderliches Mindestmaß an Fallzahlen pro Gruppe). Häufig lässt die begrenzte Datenmenge eine, z. B. auf Basis von Cluster- und Faktorenanalysen, sehr differenziert ermittelte Gruppeneinteilung im konkreten Anwendungsfall nicht zu. Die Aussagefähigkeit zu stark differenzierter Personengruppen ist in derartigen Fällen aufgrund der zufälligen Streuung eingeschränkt. Darüber hinaus nützt die anspruchsvollste Personengruppenzusammenstellung für eine Modellierung wenig, wenn die Prognostizierbarkeit der Merkmale nicht gegeben ist.

2.3 Verkehrsmodellierung und deren Anforderungen an empirische Grunddaten

2.3.1 Die Aufgabe von Verkehrsplanungsmodellen

Bevor Aufgabe und Einsatzzweck von Verkehrsplanungsmodellen dargestellt werden, erscheint es zunächst sinnvoll, den Modellbegriff selbst aufzugreifen. Modelle gibt es in der Forschungslandschaft in den verschiedensten Formen und in den unterschiedlichsten Zusammenhängen. Eine widerspruchsfreie Strukturierung dieses Begriffs ist schwierig, da dieser in den Wissenschaftsdisziplinen zum Teil unterschiedlich verwendet wird.

In der vorliegenden Arbeit wird in Anlehnung an Ortúzar, Willumsen (2004) unter einem Modell ein vereinfachtes Abbild der Wirklichkeit verstanden. Im Original Zitat:

> *„A model can be defined as a simplified representation of a part of the real world...which concentrates on certain elements considered important for its analysis from a particular point of view." [Ortúzar, Willumsen (2004) S. 2]*

Im Prinzip wird - abgesehen von der mathematischen Logik und der mathematischen Grundlagenforschung - in fast allen Wissenschaftsdisziplinen eine derartige oder ähnliche „klassische" Definition für den Modellbegriff verwendet[45]. Daraus lassen sich für Modelle zwei Hauptkategorien ableiten. Die erste Kategorie enthält die physikalischen Modelle, wie man sie beispielsweise in der Architektur (Gebäudemodelle) oder in der Hydromechanik (Versuchsmodelle) findet. Die zweite Kategorie umfasst den Komplex abstrakter Modelle[46]. In dieser Kategorie finden sich vielfältige Modelluntertypen wieder. Abstrakte Modelle können unter anderem Gedanken- oder Erklärungsmodelle sein, wie sie beispielsweise in den Sozialwissenschaften stark verbreitet sind (z. B. Akzeptanzmodelle in der Psychologie). Öfters wird – gerade in der Verkehrsforschung – der Begriff „mathematisches Modell" verwendet[47]. Mathematische Modelle gehören ebenso zur Kategorie der abstrakten Modelle, wobei der Begriff des „mathematischen Modells" – wie oben bereits angedeutet – etwas irreführend sein kann.

In der Verkehrsforschung wird häufig der Oberbegriff „Verkehrsplanungsmodell" oder auch „Verkehrsmodell" verwendet. Die Fülle und unterschiedlichen

45 Vgl. dazu Richter (1995) S. 3
46 Siehe Ortúzar/Willumsen (2004) S. 2
47 Z. B. in Oppenheim (1995) S. 1 f.; Ortúzar, Willumsen (2004) S. 2 ; Schiller (2004) S. 17

Aufgabenbereiche derartiger Modelle erlaubt es nicht, einen vollständigen Überblick über die jeweiligen Einsatzzwecke und Aufgaben zu geben. KUTTER (2003) nennt beispielsweise als Aufgabe von Verkehrsmodellen die Abbildung realer Verkehrsvorgänge. Im Folgenden wird sich lediglich auf den Bereich der Verkehrsangebots- und Verkehrsnachfragemodellierung beschränkt.

Durch die Angebots- und Nachfragemodellierung einer Verkehrsplanungsaufgabe wird die Wirklichkeit in zwei zueinander in Wechselwirkung stehende Modellkomponenten abstrahiert. Mit der Modellierung des Verkehrsangebotes (Verkehrsnetzmodell) wird ein vereinfachtes Abbild der realen Verkehrsinfrastruktur erstellt (dazu gehört z. B. auch die Komponente der Streckenwiderstände[48]), auf dem die modellierte Verkehrsnachfrage umgelegt wird. Die Wechselwirkung von Angebot und Nachfrage beruht dabei auf ökonomischen Theorien und Grundsätzen[49]. Ein Verkehrsplanungsmodell ist im weiteren Sinne auch ein Gedanken- bzw. Erklärungsmodell. Es versucht anhand ursächlicher Zusammenhänge der Verkehrsentstehung reale Geschehnisse zu reproduzieren und künftige Verkehrsgeschehnisse zu prognostizieren. Im Forschungsbereich der Verkehrsmodellierung wird häufig auch von verkehrsplanerischen Berechnungsverfahren für den fließenden Verkehr gesprochen. Dabei soll die Entstehung der Verkehrsnachfrage soweit verstanden werden, dass Prognosen möglich werden und Kenntnis darüber erlangt wird, mit welchen Steuergrößen auf die Entwicklung in einem Planungsraum Einfluss genommen werden kann[50]. Diese dienen vor allem zur Verkehrsnachfrageermittlung. Die Verkehrsnachfrage bildet die Grundlage für die verkehrstechnische, verkehrsorganisatorische und betriebliche Gestaltung und Bemessung von Verkehrssystemen und -anlagen[51].

2.3.2 Typisierung von Verkehrsnachfragemodellen

Verkehrsplanerische Berechnungsverfahren für den fließenden Verkehr haben mittlerweile eine lange Tradition. Beginnend mit einfachen Berechnungen des Verkehrsaufkommens und von Verkehrsströmen, ausgehend von Verkehrszählungen und deren anschließender Hochrechnung mit einfachen Regressions- sowie Steigerungsfaktorenmodellen[52], haben sich – vor allem aufgrund der progressiven Ent-

48 Der Streckenwiderstand kann dabei ganz unterschiedliche Merkmale enthalten. Typische Merkmale sind dabei Fahrtdauer, Wegelänge, Fahrtkosten, Straßenausbauzustand, Auslastungsgrad, etc. [STEIERWALD/KÜNNE (1994) S. 230]

49 Ein Kurzüberblick über Angebot und Nachfrage wird in HENSHER/BUTTON (2000) S. 12 ff. gegeben.

50 KUTTER (2003) S. 9

51 SCHNABEL/LOHSE (1997) S. 137

52 Eine kurze Einführung findet sich z. B. in SCHNABEL/LOHSE (1997) S. 151 ff.

wicklung der EDV-Technik – mathematisch komplexere Modelle zur Beschreibung und Prognose des Verkehrsgeschehens für den fließenden Verkehr entwickelt.

Viele Autoren geben als Zeitpunkt wesentlicher technischer Entwicklungen und Innovationen in der Verkehrsmodellierung den Anfang oder die Mitte der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts an[53]. Wesentliche Grundlagen zur Verkehrsmodellierung wurden in den 1950er Jahren in den USA geschaffen, die in den 1960ern in Europa, speziell in Großbritannien, aufgegriffen wurden[54]. PIRATH (1949) und KORTE (1958) legten schon früh den Grundstein für modelltheoretische Betrachtungen im deutschen Sprachraum.

Die Entwicklung von verkehrsplanerischen Berechnungsverfahren für den fließenden Verkehr in Deutschland verlief seit Anfang der 1970er Jahre in Ost und West nahezu parallel. Dabei konnte sich die Modellierung auf in den 1970er Jahren entwickelten Instrumenten zur Erfassung von Verkehrsverhalten stützen. Empirie und Modellierung standen und stehen seitdem in enger Verbindung zueinander.

Eine Kategorisierung von Verkehrsplanungsmodellen kann nach ganz verschiedenen Kriterien erfolgen. Daher ist eine einheitliche Kategorisierung und eineindeutige Klassifizierung nicht oder nur schwer möglich. Die folgenden Zusammenhänge stellen daher nur knapp und überblicksartig die für die vorliegende Arbeit relevante Modellunterscheidung dar. Zwei wesentliche Unterscheidungskriterien für die Modellierung sind der Grad der Disaggregierung und der Modellierungsgegenstand. Die Anforderung an die Differenziertheit von Eingangs- und Kalibrierungsgrößen hängt maßgeblich von der Komplexität eines Modells ab. Eng verbunden mit dem Detaillierungsgrad eines Modells ist auch dessen Prognosegüte[55]. Der Modellierungsgegenstand (Einzelweg, Wegekette, Aktivitäten[56]) entscheidet mit darüber, ob ein Modell als makroskopisch oder mikroskopisch zu bezeichnen ist. Aggregierte Gruppenverhaltensmodelle sind stets makroskopisch. Disaggregierte Gruppenverhaltensmodelle können sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch sein. Aggregierte Ansätze (Raumaggregatmodelle) werden häufig als „first-generation models“, disaggregierte als „second-generation models“ bezeichnet[57].

53 So z. B. ORTÚZAR/WILLUMSEN (2004); LOHSE (1997); KUTTER (2003)

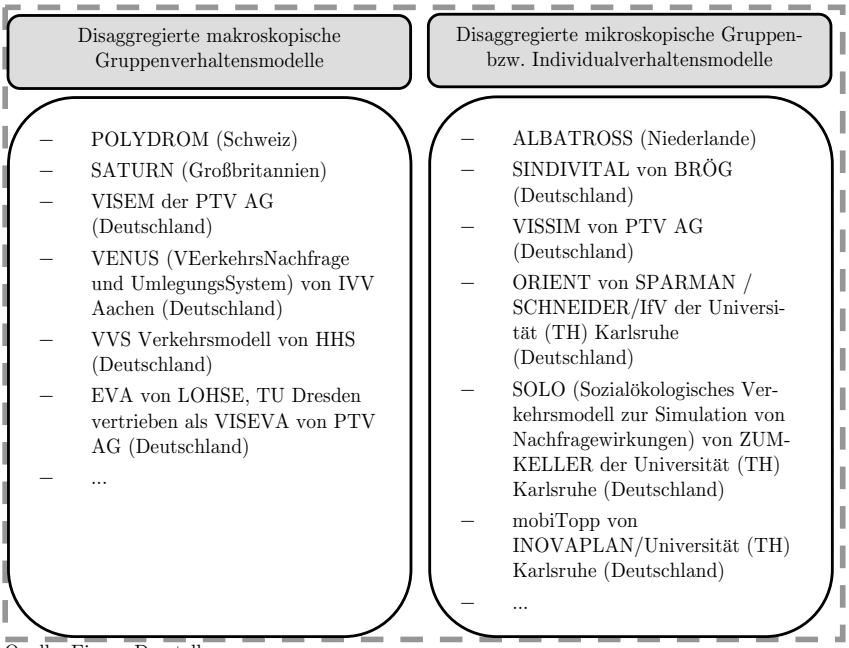
54 Vgl. HENSHER/BUTTON (2000) S. 11; OPPENHEIM (1995) S. vii

55 Siehe ORTÚZAR/WILLUMSEN (2004) S. 19

56 TIMMERMANNS (2005) spricht bei der Entwicklung von Nachfragemodellen von “Trip-based approaches” über “Tour-based approaches” zu “Activity based approaches”. Auch in WADDELL/OUTWATER/BHAT (2003) wird bezüglich des Simulationsgegenstandes in diese drei Typen unterschieden.

57 ORTÚZAR/WILLUMSEN (2004) S. 20

Aggregierte Gruppenverhaltensmodelle erlauben die Beschreibung des auf einen Untersuchungsraum bezogenen Gesamtverkehrsgeschehens. Dazu werden zusammengefasste (Personen-)Daten verwendet. Derartige Modelle stellen im Allgemeinen weniger Ansprüche an das vorliegende Datenmaterial als disaggregierte Modelle. Die Daten können normalerweise durch Zählungen und statistisches Grundmaterial hinreichend gewonnen werden. Dieser Modelltyp eignet sich damit besonders dann, wenn verlässliche Daten über individuelle Verhaltensweisen (aus Verhaltensbefragungen) nicht vorliegen. Abbildung 2-1 zeigt exemplarisch einige typische disaggregierte Modelle. Auf disaggregierte Ansätze wird in den folgenden Unterkapiteln ausführlicher eingegangen.



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 2-1: Beispiele disaggregierter Verkehrsplanungsmodelle

2.3.2.1 Disaggregierte makroskopische Modelle

Die disaggregierte, makroskopische Modellierung mit Hilfe sogenannter Vier-Stufen-Modelle (FSM[58]) wird häufig als „klassische“, „konventionelle“ oder „tradi-

58 Im englischsprachigen Raum ist die Abkürzung für Four-Step-Models „FSM“ selten auch „4SM“.

tionelle“ Modellierungsform bezeichnet[59]. Die Verkehrsnachfragemodellierung wird bei derartigen Modellen in den Stufen Verkehrserzeugung, -verteilung, -aufteilung und -umlegung sukzessive zum größeren Teil auch simultan durchlaufen. Ebenso gehört die Rückkopplung über alle vier Stufen mittlerweile zum Stand der Technik. Die Umlegung liefert u. A. Aufwandskenngrößen, die in die Verkehrsnachfrageberechnung eingehen, da diese Einfluss auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl haben[60].

Für disaggregierte, makroskopische Gruppenverhaltensmodelle lässt sich vereinfachend festhalten, dass Wahrscheinlichkeitsaussagen über Aktivitäten verhaltenshomogener Personengruppen von grundlegender Bedeutung sind. Unter konkreten Bedingungen des Raum-Zeit-Systems werden elementare Erwartungswerte zu Verhaltensweisen der Personengruppen als Eingangsgrößen verwendet. Mit derartigen Modellen lässt sich das Verkehrsgeschehen in allen Disaggregationsschichten abbilden und später zum Gesamtverkehrsgeschehen zusammenfassen[61].

Mit steigendem Grad der Disaggregierung steigen die Anforderungen an umfassende Datengrundlagen, welche nur mit Hilfe aufwendiger Erhebungen gewonnen werden können. Die für die Modellierung notwendigen empirischen Daten zum individuellen Verkehrsverhalten werden im Allgemeinen durch Haushaltsbefragungen gewonnen.

Als typische deutsche Beispiele makroskopischer Gruppenverhaltensmodelle sind VENUS sowie VISEM und EVA zu nennen. Sie erlauben Netzberechungen auch für große Planfälle und sind praxiserprobt. VENUS und EVA sind Modelle auf Basis von Einzelwegen, VISEM modelliert „Wegeketten“[62]. Das Modell EVA von LOHSE, welches an der TU Dresden entwickelt wurde, wird in Kapitel 2.3.2.1 ausführlicher beschrieben.

VENUS basiert auf einer Erweiterung des Vier-Stufen-Algorithmus der sequentiell durchlaufen wird, d. h. jede Modellstufe ist in sich geschlossen. Im Leistungsspektrum des Modells sind alle vier Stufen implementiert. Das Modell erlaubt für den Baustein Personenverkehr grundsätzlich die Modellierung des MIV und des

---

59 U. a. in ORTÚZAR/WILLUMSEN (2004) S. 23; OPPENHEIM (2003) S. 19; HENSHER/BUTTON (2000) S. 51. Diese Quellen geben dem interessierten Leser einen guten Überblick über die Entwicklung und die Eigenschaften von Vier-Stufen-Modellen.

60 Ausführliche Untersuchungen zu Rückkopplungen zwischen Verkehrverteilung, -aufteilung und -umlegung zeigt DUGGE (2006).

61 LOHSE/SCHNEIDER (1997) S. 58

62 Der Begriff der „Wegekette“ entstammt dem Sprachgebrauch der Modellentwickler von VISEM. Nach Ansicht des Autors ist der Begriff etwas irreführend, da in der Realität keine „Wegeketten“ existieren. Jeder Einzelweg führt zu einem Aktivitätsort. An diesem wird eine Aktivität ausgeübt (z. B. Arbeiten). Nach der Aktivität schließt sich ein Folgeweg an. Der Konsistenz wegen wird der Begriff jedoch in den nachstehenden Ausführungen beibehalten.

ÖV. In der aktuellen Version ist ebenso eine Abbildung des Radverkehrs möglich. Ein weiterer Baustein des VENUS-Modells ist die Verkehrsnachfrageberechnung für den Wirtschaftsverkehr (insb. den Lkw-Verkehr). In der Verkehrserzeugung wird auf Basis von Personengruppen und Reisezwecken verkehrsbezirksfein der Quell- und Zielverkehr berechnet. Von diesen Ortsveränderungen wird der Anteil des nichtmotorisierten Verkehrs abgespalten (insofern klassisch nur der MIV und ÖV modelliert werden sollen). Die verbliebenen Fahrten werden in Bezug auf das Verkehrsmittel in Fahrten IV- oder ÖV-gebundener und wahlfreier Personen unterschieden. Mit Hilfe eines Gravitationsmodells wird die Verkehrsverteilung getrennt für die gebundenen und wahlfreien Personen durchgeführt. In der Dritten Stufe werden dann die verbliebenen wahlfreien Personen auf MIV bzw. ÖV aufgeteilt. Eine Besonderheit des VENUS-Modells besteht darin, dass die Berücksichtigung von Intermodalität (z. B. Park & Ride) möglich ist. Das Modell lässt einen Verkehrsmittelwechsel auf einem Weg zu und bildet sogenannte gebrochene Fahrten. Die daraus entstehenden Gesamtnachfragematrizen für Kfz und ÖV stellen zunächst noch Personenfahrten dar. Für die Ermittelung der Netzbelastungen werden noch personengruppen-reisezweckspezifische Kfz-Besetzungsgrade berücksichtigt. Die verkehrsmittelspezifischen Quelle-Ziel-Matrizen werden im Anschluss unter Nutzung spezieller Routensuchverfahren umgelegt[63].

Die notwendigen Eingangs- und Kalibrierungsgrößen aus Haushaltsbefragungen sind in Tabelle 2-2 zusammengestellt. Eine Differenzierung nach Raumtypen erfolgt indem raumbezogene Anpassungsfaktoren differenziert nach Zelltypen für die Ermittlung des Verkehrsaufkommens Berücksichtigung finden.

63 IVV Aachen (2004)

Tabelle 2-2: Eingangs- und Kalibrierungsgrößen des VENUS-Modells

Zentrale Kennwerte	Differenzierung nach
Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung (unter Berücksichtigung des Modal Split I)	
Eingangsgrößen Verkehrserzeugung: – Mobilitätsrate der Persongruppen, je Zeiteinheit, getrennt für bis zu 25 Bereiche	– 21 Personengruppen (8 Altersgruppen, Erwerbstätigkeit ja/nein und Pkw- Verfügbarkeit ja/nein – bis 18 Jahre nur „nein“, können auch frei definiert werden)
Eingangsgrößen Verkehrsverteilung: – Spezifisches Verkehrsaufkommen MIV, ÖV und NMIV für IV–gebundene, ÖV-gebundene und Wahlfreie – Reiseweitenverteilung	– 21 Personengruppen und deren Anteile in den 5 Reisezwecken (Arbeit, Geschäft, Ausbildung, Einkauf, Freizeit/Sonstiges) – 15 Reisezweck-Verkehrsmittel-Wahlsituationen (Reisezweck und Verkehrsmittel)
Verkehrsaufteilung (Modal Split II u. ggf. Modal Split III, d. h. gebrochene Fahrten z. B. P+R)	
Eingangsgrößen: für Wahlfreie erfolgt VM-Aufteilung unter Berücksichtigung von: – absoluter Reisezeit und – Reisezeit-Verhältnis zwischen ÖV und IV – ÖV-Erschließung (Quelle – Ziel)	– Reiseweiten – und 5 Reisezwecke
– MIV Besetzungsgrad	– 5 Reisezwecke
– Tagesganglinie der Ortsveränderungen	– Reisezwecke und Verkehrsmittel
Kalibrierung	
Kalibrierungsgrößen: – Reisezeiten und Reiseweitenverteilung	– 15 Reisezweck-Verkehrsmittelwahl-Situationen (Reisezweck und Verkehrsmittel)

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis IVV Aachen (2004)

VISEM ist ein Modell auf Basis von Aktivitäts- bzw. Wegeketten. Die Entwicklung des Ansatzes basiert auf dem Modell ORIENT von SPARMANN. In VISEM werden die ersten drei klassischen Schritte eines Vier-Stufen-Modells in einen integrierten Ansatz überführt. Dieser ist in drei Teile (Aktivitätsmodell, Wegekettenmodell und Verkehrsmittelwahlmodell) gegliedert. Auf der Grundlage einer empirischen Bestimmung der Anzahl von Aktivitätsmustern mit Hilfe von Befragungen werden in der ersten Stufe die häufigsten Muster identifiziert. Auf Basis verhaltenshomogener Personengruppen kann verkehrsbezirksfein die Anzahl von Aktivitätenketten berechnet werden. Durch Angabe der Wahrscheinlichkeit, mit welcher ein Aktivitätswechsel zu einer bestimmten Zeitscheibe erfolgt, wird die Verteilung von Aktivitäten über den Tag berücksichtigt. In der zweiten Stufe werden dann die Aktivitätenketten in Wegeketten überführt. Die Bestimmung dieser erfolgt durch Zuordnung der Einzelaktivitäten zu Verkehrsbezirken auf Basis von Zielpotentialen und Widerstandsfunktionen (Gravitationsmodell oder nutzenmaximierender Logit-Ansatz). Daran schließt sich die Verkehrsmittelwahl an.

Ein Unterschied zu Modellansätzen die auf Einzelwegen basieren besteht nun darin, dass bei der Verkehrsmittelwahl für die Wegeketten in austauschbare (zu Fuß, Pkw-Mitfahrer, ÖV) und nicht austauschbare Verkehrsmittel (Pkw-Selbstfahrer, Rad) unterschieden wird. Wird bei einem Berechnungsschritt für den ersten Weg ein austauschbares Verkehrsmittel gewählt (Verkehrsmittelwahl erfolgt mit Hilfe eines multinominalen Logit-Modells), wird bei den Folgewegen dieser Kette die Verkehrsmittelwahl erneut durchgeführt und u. U. ein anderes austauschbares gewählt. Die so errechneten Quelle-Ziel-Matrizen können mit VISUM umgelegt und rückgekoppelt und damit Wegeketten iterativ neu bestimmt werden[64].

2.3.2.2 Disaggregierte mikroskopische Modelle

Es existiert eine Vielzahl von Ansätzen zur disaggregierten mikroskopischen Verkehrsmodellierung. Sie verfolgen das Ziel, den gesamten Ortsveränderungsverlauf einer Person als Folge durchgeführter Aktivitäten über einen definierten Zeitraum (häufig ein Tag mittlerweile auch schon über eine Woche) zu simulieren[65]. Für diese Modelltypen sind Kenntnisse zu Aktivitätenketten einzelner statistischer Personen notwendig. Mikroskopische Modelle können als Individualsimulationsmodelle bezeichnet werden, wenn individuelle Aktivitätsmuster von Einzelpersonen zugrunde liegen[66] und als Gruppenverhaltensmodelle, wenn Merkmale einer verhaltenshomogenen Personengruppe auf statistische Einzelpersonen übertragen werden[67]. Die Übertragung der Merkmale einer zugeordneten verhaltenshomogenen Personengruppe auf statistische Personen erfolgt häufig, um Rechenzeit zu sparen[68]. Der Rechenaufwand wird im Wesentlichen durch die Zahl der zu simulierenden Haushalte und Personen determiniert. In den Disaggregationsschichten wird das erwartete Verkehrsgeschehen mittels Monte-Carlo-Simulation und nachträglicher statistischer Auswertung der Simulationsergebnisse abgebildet. Durch nachträgliche Aggregation kann wiederum auf das Gesamtverkehrsgeschehen geschlossen werden[69].

Typische deutsche Vertreter aktivitätenkettenbasierter Mikrosimulation sind das Modell ORIENT (Sparmann), weiterentwickelt von Schneider/IfV-

64 Axhausen/Widmer (2001) S. 7; Fellendorf et al. (1997) S. 3 f.

65 Vgl. dazu Steierwald/Künne (1994) S. 239; Lohse/Schneider (1997) S. 58

66 Dafür werden aus einem Pool von empirisch erhobenen Haushalten - einschließlich der darin lebenden Personen - nach entsprechend vordefinierten Ziehungsregeln per Zufallsauswahl zu simulierende Einzelpersonen entnommen [vgl. dazu Steierwald/Künne (1994) S. 235].

67 Lohse/Schneider (1997) S. 55

68 Lohse/Schneider (1997) S. 117

69 Lohse/Schneider (1997) S. 52 ff.

Karlsruhe[70] sowie die Modelle von ZUMKELLER (SOLO) und IfV/INOVAPLAN (mobiTopp[71]).

ORIENT/SCHNEIDER/IFV ermöglicht eine verkehrsmittelfeine Ermittlung von Verkehrsverflechtungsmatrizen in beliebiger zeitlicher Auflösung. Der Abbildungsprozess gestaltet sich in der Form, dass ein Aktivitätsprogramm einer statistischen Person vollständig modelliert wird und dabei die Entscheidungen zur Zielwahl, Verkehrsmittelwahl und Abfahrtszeit nicht unabhängig von einander getroffen werden. Für den Entscheidungsprozess wird ein zulässiger Entscheidungsraum definiert. Dieser stellt sicher, dass der Entscheidungsprozess nur zulässige Lösungen enthält. Der Entscheidungsraum enthält mögliche Ziele, verfügbare Verkehrsmittel (z. B. austauschbare und nicht austauschbare Verkehrsmittel) und zulässige Abfahrtszeiten[72]. Wesentliche Parameter, die aus Haushaltsbefragungen gewonnen werden können, sind nach SPARMANN (1980) bzw. LOHSE/SCHNEIDER (1997) die in Tabelle 2-3 dargestellten Größen.

Tabelle 2-3: Zentrale personenbezogene Eingangsgrößen für das Modell ORIENT/SCHNEIDER/IFV

Zentrale Kennwerte	Differenzierung nach
– Häufigkeiten von Aktivitätenketten (Aktivitäten-programm gebildet durch Aktivitäten Arbeit, dienstl. Erledigung, Ausbildung, Einkauf, zu Hause, priv. Erledigung und Zeitbezug)	– 13 verhaltenshomogenen Personengruppen (abhängig von Alter, Geschlecht, Erwerbstätigkeit) sowie Berücksichtigung der Pkw-Verfügbarkeit (Pkw-Besitz) und Fahrradverfügbarkeit (Fahrrad-Besitz)
– Parkstand-/Stellplatzsituation zu Hause bzw. an der Arbeitsstelle	– verhaltenshomogenen Personengruppen mit Pkw Besitz
– Mitfahreranteile MIV	– Personengruppen
– Verkehrsmittelverteilung/Nutzung	– Personengruppen, Fahrzweck, Fahrtweiten

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis SPARMANN (1980) S. 101 ff. bzw. LOHSE/SCHNEIDER (1997) S. 114 ff.

ZUMKELLER (1989) stellt einen Ansatz zur Simulation von Maßnahmewirkungen vor. Dieser wurde in den Folgejahren weiterentwickelt (SOLO, mobiTopp). Das in ZUMKELLER ET AL. (1993) dargestellte Individualverhaltensmodell ermöglicht es Wirkungen zu untersuchen, die weit über den verkehrlichen Sektor hinausgehen. Es gilt für den Fall, dass keine Originärhaushaltsbefragung für den Untersuchungsraum zur Verfügung steht (SOLO1). Grundlage ist die Simulation des Entscheidungsverhaltens mit Hilfe der Monte-Carlo-Methode von weitgehend homo-

70 Im Folgenden wird dieses Modell als Orient/Schneider/IfV bezeichnet.

71 Der Name ‚mobiTopp' entstand aus den Akronymen der zwei Forschungsprojekte ‚mobilist' und ‚Eurotopp'.

72 LOHSE /SCHNEIDER (1997) S. 119

genen Personengruppen. Der Ansatz ist aktivitätsbasiert, d. h. es wird eine geschlossene Folge von Aktivitätenmustern simuliert. Diese bilden nach ZUMKELLER ET AL. (1993) das Kernstück des Simulationsalgorithmus. Ein Vorteil derartiger Ansätze ist, nach Einschätzung der Verfasser, der gegenüber klassischen Vier-Stufen-Aggregatmodellen geringere Erhebungsaufwand und die damit einhergehenden geringeren Befragungsstichproben[73]. Als verkehrsverhaltensrelevante Eingangsgrößen aus Haushaltsbefragungen nennt ZUMKELLER[74] für seinen Simulationsansatz vor allem die in Tabelle 2-4 dargestellten Kennwerte.

Tabelle 2-4: Zentrale Eingangsgrößen für das sozialökologische Verkehrsmodell

Zentrale Kennwerte	Differenzierung nach
– Außer-Haus-Anteil	– Personengruppen und Ortsgrößenklassen
– Verteilung der Anzahl der Wege mobiler Personen	– Personengruppen und Ortsgrößenklassen
– Aktivitätsmuster	– Personengruppen
– Zeitbudget von Personen	– Personengruppen und Ortsgrößenklassen
– Anteil der Pkw-Besitzer	– Alters-/Geschlechtsgruppen und Erwerbstätigkeit
– Fahrtweitenverteilung	– Personengruppen und Gemeindetypen
– Fahrtdauer und Verkehrsleistung	– Personengruppen und Verkehrsmitteln
– Verkehrsmittelnutzung	– Personengruppen und Gemeindetypen

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis ZUMKELLER ET AL. (1993) S. 3

Für den Fall, dass eine originäre Haushaltsbefragung für den Untersuchungsraum zur Verfügung steht, existiert durch ZUMKELLER ein weiterer Modellansatz (SOLO2). Für diesen Fall bleibt der konkrete Haushaltskontext im jeweiligen Bezugsraum erhalten. Dies erfordert die Segmentierung der Haushalte in soziodemografische Gruppen. Daraufhin erfolgt die zufällige Auswahl eines Haushalts einschließlich aller darin lebenden Personen mittels Monte-Carlo-Simulation.

mobiTopp basiert auf den Überlegungen von SOLO und stellt nach SCHNITTGER/ZUMKELLER (2006, S. 1) ein längsschnittorientiertes Mikrosimulationsmodell zur Abschätzung künftiger Verkehrsentwicklungen bei alternativen Raumentwicklungen dar. Das Modellkonzept besteht aus mehreren Teilmodulen, wobei eine durchgehende Modellierung auf der Mikroebene ausgehend von der Nachfrage- bis hin zur Ablaufsimulation erfolgt. Der längsschnittorientierte Ansatz basiert im Wesentlichen auf den Daten des Deutschen Mobilitätspanels (MOP). Dadurch können auch intrapersonelle Erkenntnisse in die Simulation einfließen[75]. Die Da-

73 ZUMKELLER ET AL. (1993) S. 4; Auf S. 4 ff. stellen die Autoren den Simulationsalgorithmus ausführlich vor.

74 ZUMKELLER ET AL. (1993) S. 3

75 SCHNITTGER/WITTOWSKY (2002) S. 2 ff.

tenanforderungen unterscheiden sich bereits für den Schritt der Verkehrserzeugung von der makroskopischen Vorgehensweise. Ziel ist es, nach einem heuristischen Verfahren Prototypen (gesamte Haushalte mit allen darin enthaltenen Personen) aus den Paneldaten zu generieren, um damit eine synthetische Population zu gewinnen, die möglichst passgenau in Bezug auf den Untersuchungsraum ist. Dabei werden immer komplette Haushalte aus dem Panel gezogen, um den Haushaltskontext beizubehalten. Unter Zugrundelegung einer Reihe von Selektionskriterien werden Haushalte mit vergleichbarer Situation in den Untersuchungsraum eingepasst. Nach Synthetisierung der Haushalte erfolgt die Simulation des täglichen Verkehrs in diskreten Zeitscheiben. Der Modellierung werden Aktivitätenmuster aus dem MOP zugrunde gelegt. Räumliche Lebensschwerpunkte bzw. Pole wie z. B. Wohnort oder Arbeitsort werden mittels Zielwahlalgorithmus fixiert, um das Entscheidungsverhalten zwischen den Polzonen realistischer modellieren zu können. Die im synthetisierten Haushalt vorhandenen Verkehrsmittel werden als abhängige Größe bei der Verkehrsmittelwahl berücksichtigt. Für Pkw- und ÖV-Fahrten erfolgt vor der eigentlichen Simulation die Erzeugung von Routen, die sozusagen als „Gedächtnis“ den Personen hinterlegt sind. Daher gehen die Personen nicht von der momentanen Belastung und Reisezeit im Netz, sondern von den im „Gedächtnis“ bekannten aus. Darüber hinaus existieren ein Störungsmodell und ein regelbasiertes Reaktionsmodell mit deren Hilfe Streuungen des Aktivitätsprogramms im Tagesverlauf (z. B. Planänderungen) abgebildet werden sollen[76].

2.3.3 Modellkomplex EVA von Lohse

2.3.3.1 Grundlagen zum Modell

Im Folgenden werden lediglich die für die vorliegende Arbeit relevanten Grundlagen zum EVA[77]-Modell dargestellt. Dieser Arbeitsschritt dient einerseits dazu, den Leser mit einigen modellspezifischen Begrifflichkeiten vertraut zu machen. Andererseits soll der Bezug hergestellt werden zu den für das Modell erforderlichen Eingangs- und Kalibrierungsgrößen aus Haushaltsbefragungen.

Auf Basis des Kennwertmodells des Personenverkehrs nach Lohse wird im Modellkomplex EVA (zunächst) die Verkehrserzeugung berechnet[78]. Zur Beschreibung realisierter Aktivitäten wird der zu modellierende Personenverkehr im

76 Schnittger/Zumkeller (2006) S. 5 ff.
77 EVA – Erzeugung Verteilung Aufteilung
78 Die allgemeine Vorgehensweise des Kennwertmodells mit den entsprechenden Berechnungsansätzen ist z. B. in Schnabel/Lohse (1997) S. 161 ff. dokumentiert.

Kennwertmodel nach LOHSE[79] in „...weitgehend elementare und homogene Teilmengen...“ zerlegt, die „...

- *einen räumlich-funktionellen Bezug zur Flächennutzung,*
- *einen soziodemografischen Bezug zu wesentlichen Personengruppen und*
- *einen Bezug zu Verhaltensweisen von verkehrsverhaltenshomogenen Personengruppen auf der Basis von spezifischen Kennwerten...“*

enthalten. Diese Teilmengen werden aus Quell- und Zielkategorien[80] für Bezugspersonengruppen gebildet und im Modellkomplex EVA „Quelle-Ziel-Gruppen“ (QZG) genannt.

Die Philosophie des Quelle-Ziel-Gruppen-Konzeptes besteht darin, dass verkehrsplanerisch relevante Ortsveränderungen an einem bestimmten Quellort beginnen und an einem Zielort enden. Durch die Verknüpfung von Verhaltensmerkmalen der Bezugspersonen mit tatsächlich vorhandenen Strukturgrößen (z. B. Verkehrsaufkommen einer Bezugspersonengruppe in der Relation Wohnen – Einkaufen verknüpft mit den z. B. über Verkaufsflächenzahlen räumlich abbildbaren Einzelhandelseinrichtungen) lassen sich Ortsveränderungen räumlich fassen und quantifizieren.

Die erste Quelle-Ziel-Gruppeneinteilung ist auf Basis der Forschungsarbeiten in Vorbereitung zum ersten SrV-Erhebungsdurchgang entstanden[81]. Quelle-Ziel-Gruppen sind Bestandteile komplexerer Aktivitätenketten. Eine Aktivitätenkette im Tagesprogramm einer Person kann z. B. sein: Wohnen (W) – Arbeiten (A) – Einkaufen (E) – Wohnen (W) – Freizeit (F) – Wohnen (W). Wird die Kette in QZG zerlegt, ergeben sich die QZG: W-A, A-E, E-W, W-F und F-W[82].

Die Quell- und Zielkategorien können beliebig kombiniert werden. Für die vorliegende Arbeit wurde eine 15er-Einteilung gebildet. Eine feinere Einteilung führt aufgrund der vorliegenden Stichprobenumfänge der verwendeten Datengrundlagen zu zum Teil sehr schwach besetzten QZG. Tabelle 2-5 zeigt die 15er-Einteilung in der Übersicht.

---

79 LOHSE/SCHNEIDER (1997) S. 83

80 Quell- und Zielkategorien ergeben sich für den ersten Weg einer Person an einem Stichtag aus dem Ausgangspunkt des Weges (z. B. Wohnung) und einem räumlich zuordenbaren Wegzweck/Wegziel (z. B. Arbeitsplatz). Für alle weiteren Wege ergibt sich die neue Quellkategorie aus dem Wegzweck/Wegziel des vorangegangenen Weges und dem Ziel der nächsten Aktivität.

81 Siehe dazu CHRISTFREUND ET AL. (1969) S.32 ff.

82 Die Vor- und Nachteile einer Quelle-Ziel-Gruppen-Strategie gegenüber einer Aktivitätsbasierten Modellierung werden an dieser Stelle nicht diskutiert.

Tabelle 2-5: Verwendete 15er-QZG-Einteilung

Ziel / Quelle	Eigene Wohnung	Eigener Arbeits-platz	Kinder-einrichtung	Bildungs-einrichtung	Einkaufs-einrichtung	Freizeit-einrichtung	Sonstiges Ziel
Eigene Wohnung	--	W-A (1)	W-K (1)	W-B (1)	W-E (1)	W-F (1)	W-S (1)
Eigener Arbeits-platz	A-W (2)	--	A-S (1)				
Kinder-einrichtung	K-W (2)	S-A (2)	S-S (3)				
Bildungs-einrichtung	B-W (2)						
Einkaufs-einrichtung	E-W (2)						
Freizeit-einrichtung	F-W (2)						
Sonstiges Ziel	S-W (2)						

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an SCHILLER (2004) S. 26; Klammerwert = QZG-Typ

Eine zentrale Kenngröße für die Verkehrserzeugung ist das spez. Verkehrsaufkommen. Zur Bestimmung dieses Kennwertes sind spezifische Aufkommenswerte von Ortsveränderungen für alle QZG und Bezugspersonen(-gruppen) je Zeiteinheit erforderlich. Die Berechnungsschritte werden sequentiell nach QZG getrennt durchgeführt. Das Vorgehen richtet sich dabei nach dem jeweiligen QZG-Typ. Im Kennwertmodell nach LOHSE wird für die Berechung unterschieden in[83]:

- QZG-Typ 1: der „Heimatstandort“ ist die Quelle der Ortsveränderungen der maßgebenden Bezugspersonen
- QZG-Typ 2: der „Heimatstandort“ ist Ziel der Ortsveränderungen der maßgebenden Bezugspersonen
- QZG-Typ 3: der „Heimatstandort“ ist weder Quelle noch Ziel der Ortsveränderungen maßgebenden Bezugspersonen

Je nach QZG-Typ können unterschiedliche Randsummenbedingungen zum Einsatz kommen. Je nach QZG-Typ und Randsummenbedingung existieren unterschiedliche Berechnungsansätze bzw. -abläufe.

Exkurs: Im Modell können harte bzw. fixierte, weiche, elastische und offene Randsummenbedingungen unterschieden werden. Die Festlegung unterschiedlicher Randsummenbedingungen ermöglicht es, neben dem Anziehungspotenzial der Raumstrukturgrößen (harte bzw. fixierte Randsummen) für die

83 LOHSE/SCHNEIDER (1997) S. 97

Modellierung der Attraktivität einer Gelegenheit deren Lagegunst zu berücksichtigen. Es kann auf unterschiedliche Lagegunstsituationen reagiert werden. Besitzt eine Gelegenheit in Konkurrenz zu einer anderen eine besonders hohe Attraktivität - die sich aus deren Lagegunst ergibt - können für substituierbare Aktivitäten weiche Randsummenbedingen verwendet werden. Die zunehmende Auslastung eines Zielpotentials und die damit verbundene geringere Attraktivität für den Verkehrsteilnehmer bei der Zielwahl (in Form steigenden Aufwandes) kann mit elastischen Randsummenbedingungen modelliert werden. Somit wird der Konkurrenz verschiedener Zielpotentiale untereinander Rechnung getragen. Dies führt dazu, dass bestimmte Ziele nicht bis zur Kapazitätsgrenze (maximales Zielpotential) ausgelastet werden, solange es lagegünstigere bzw. aufwandsgünstigere Zielpotentiale gibt und es die Nachfrageseite nicht erfordert[84].

Die Beachtung von Randsummenbedingungen ist daher streng genommen erst für die Verkehrsverteilung relevant. Jedoch ist schon für die Verkehrserzeugung die Ermittlung von Zielpotentialen notwendig. Dazu wird das Anziehungspotential einer Strukturgröße aus der multiplikativen Verknüpfung einer Erzeugungsrate mit der zugehörigen Strukturgröße berechnet. Erzeugungsraten sind zu bestimmen als mittlere Anzahl der „erzeugten“ Ortsveränderungen pro Zeiteinheit und Strukturgrößeneinheit (z. B. Anzahl Ortsveränderungen pro Tag und m² Verkaufsfläche der Einzelhandelseinrichtungen). Spielt die Lagegunst für eine QZG eine nicht vernachlässigbare Rolle (z. B. für die QZG Wohnen - Einkaufen), wird auf Basis der Berechnung von Lagegunstfaktoren in der Verkehrsver- und Verkehrsaufteilung die Zielattraktivität verändert. Die Verkehrserzeugung in EVA ist daher kein isolierter Berechnungsschritt, sondern es besteht ein Rückkopplungsprozess zwischen der sequentiell berechneten Erzeugung und der simultan berechneten Ziel- und Verkehrsmittelwahl[85].

Ziel der Verkehrsver- und -aufteilung ist, das Entscheidungsverhalten der Individuen (Aktivitätsziel- und Verkehrsmittelwahl) modellhaft, jedoch möglichst realitätsnah nachzubilden. Aufgrund der fehlenden empirischen Kenntnisse zum Entscheidungsprozess der Verkehrsteilnehmer (z. B. deren Zielwahl) sind ökonometrische Modellansätze weit verbreitet. Diese finden vor allem im Bereich der Volkswirtschaftslehre Anwendung und wurden bzw. werden häufig auf die Entscheidungssituationen von Verkehrsteilnehmern unter der Annahme übertragen, dass diese ihre Entscheidungen rational treffen. Für den Entscheidungsprozess werden

84 SCHILLER (2004) S. 27 ff. Die Arbeit ermöglicht dem interessierten Leser einen prägnanten Einstieg in die Problematik der Randsummenbedingungen und deren Anwendung. Zur Weiterentwicklung der Randsummenproblematik existiert an der TU Dresden bereits ein unveröffentlichtes Arbeitspapier zur Habilitationsschrift von Schiller.

85 Vgl. dazu SCHILLER (2004) S. 25 ff.; LOHSE/SCHNEIDER (1997); SCHNABEL/LOHSE (1997) S.184 ff.

entsprechende Nutzenfunktionen zugrunde gelegt[86]. Das EVA-Grundmodell lässt sich aus dem universalen Logitmodell[87] herleiten. Der Aufteilungsansatz in Kurzschreibweise lautet für das Beispiel harter Randsummenbedingungen[88]:

$$\left.\begin{array}{l} v_{i\,jk} = BW_{ijk} \cdot fq_i \cdot fz_j \cdot fa_k \\ \left.\begin{array}{l} Q_i = \sum_j \sum_k v_{i\,jk} \\ Z_j = \sum_i \sum_k v_{i\,jk} \end{array}\right\} \\ VK_k = \sum_i \sum_j v_{i\,jk} \end{array}\right\} \quad \text{Modell EVA} \qquad (2.1)$$

Für die Lösung des Gleichungssystems sind die Parameter fq_i, fz_j und fa_k so zu ermitteln, dass die Randsummenbedingungen eingehalten werden. Die Lösung des Grundmodells erfolgt auf der Basis von Lineartransformationen. Für den oben dargestellten Fall ist dementsprechend ein tri-lineares Gleichungssystem zu lösen[89]. Als Lösungsverfahren gibt es verschiedene Möglichkeiten (z. B. FURNESS-Verfahren, MULTI-Verfahren nach LOHSE)[90].

Ein wichtiger Bestandteil des EVA-Modells sind die EVA-Bewertungswahrscheinlichkeiten auf Basis der heuristisch entwickelten EVA-Bewertungsfunktion, in der die Parameter der Nutzenfunktion und damit die Elastizität der Bewertungsfunktion explizit nichtlinear sind. Diese genügt sowohl dem Anspruch der Verkehrsverteilung als auch der Verkehrsaufteilung. An dieser

86 LOHSE/SCHNEIDER (1997) S. 34; In der Ökonometrie finden Modelle mit unterschiedlichen Verteilungsfunktionen Einsatz. Unterschieden wird dabei in insbesondere in binäre Modelle (Probit, Logit) für zwei Entscheidungsalternativen und multinominale Logit-Modelle für mehrere Entscheidungsalternativen. Die Nutzenfunktionen beinhalten i. A. neben dem deterministischen Anteil noch einen stochastischen Anteil (Störgröße). Ein Kritikpunkt der „klassischen“ Logit-Modelle ist die Linearität der Parameter der Nutzenfunktion und damit die lineare Elastizität der abgeleiteten e-Funktionen (Näheres dazu siehe LOHSE/SCHNEIDER (1997) S. 33 ff.).

87 Vgl. MAIER/WEISS (1990) S. 224 f. SCHILLER (2004) S. 138 ff. gibt einen kurze Darstellung zur Zurückführbarkeit des EVA-Modells als universales Logitmodell.

88 SCHNABEL/LOHSE (1997) S. 251; vijk = Verkehrsstrom von Quelle i nach Ziel j mit Verkehrsmittel k; Qi = Quellverkehrsaufkommen des Verkehrsbezirkes i; Zj = Zielverkehrsaufkommen des Verkehrsbezirkes j; VKk = Verkehrsmittel k; Für die verschiedenen QZG-Typen sowie Analyse- und Prognoseszenarien existieren unterschiedliche Varianten des EVA-Modells. Diese sind z. B. in LOHSE/SCHNEIDER (1997) S.98 f. und SCHNABEL/LOHSE (1997) S. 258 ff. nachzulesen.

89 Darüber hinaus liegt durch LOHSE ET AL. (1997) eine geschlossene Theorie zur Erweiterung des EVA-Grundmodells mit Hilfe n-linearer Gleichungssysteme vor. Diese kann z. B. dazu genutzt werden, dass der Entscheidungsraum für die Zielwahl für substituierbare Aktivitäten auf einen räumlichen Einzugsbereich (Hauptpole, z. B. bipolares Einzugsgebiet mit den Polen Wohnung und Arbeitsplatz) beschränkt wird.

90 Vgl. SCHILLER (2004) S. 43

Stelle sei exemplarisch lediglich die Bewertungswahrscheinlichkeit (BW) als Funktion F(w) der bewertungsrelevanten Merkmale w der EVA1-Funktion angeführt[91].

$$BW_{ijk} = F(w_{ijk}) = \frac{1}{(1+w_{ijk})^{\varphi(w_{ijk})}} \text{ mit } \varphi(w_{ijk}) = \frac{E}{(1+\exp(F - G \cdot w_{ijk}))}^{92} \qquad (2.2)$$

Die Anwendungsmethodik des EVA-Modells unterscheidet grundsätzlich die Fälle Analyse und Prognose. Für die Analyse ist die Angabe des globalen Modal Split notwendig. Dieser setzt sich zusammen aus Verkehrsmittelanteilen der räumlichen Verkehrsarten:

- Binnenverkehr,
- Quell- und Zielverkehr und
- Durchgangsverkehr

Für die Prognose ist die Angabe eines Modal Split nicht notwendig, sondern dieser ist Ergebnis der Berechnung. Dazu werden die aus der Kalibrierung des Analysemodells gewonnen Erkenntnisse genutzt, indem normierte Verkehrsmittelgunstparameter (fa_k*) zugrunde gelegt werden. Diese Verkehrsmittelgunstparameter werden für die Prognose konstant gehalten. Der globale Modal Split ist damit Ergebnis der Prognoserechnung.

Die Verkehrsumlegung[93] - als vierter Modellschritt - kann zum Beispiel mit VISUM realisiert werden. Die notwendigen Rückkopplungsprozesse zwischen Verkehrsangebot und -nachfrage sind softwareseitig in VISEVA programmiert und können automatisiert im Zusammenspiel mit VISUM durchlaufen werden.

Die Kalibrierung des Modells lässt sich auf verschiedenen Wegen realisieren. Auf die Darstellung der unterschiedlichen Eichungsansätze wird hier verzichtet[94]. Zielgrößen sind im Allgemeinen die Reisezeit und -weite als Mittelwerte und als kategoriale Verteilungen. Die Modellkalibrierung erfolgt - insoweit keine strukturellen Fehler im Modell korrigiert werden müssen - anhand der Parameter der EVA-Bewertungsfunktion.

91 Vgl. SCHILLER (2004) S. 40 f.

92 Zum Einfluss der Parameter E, F und G auf den Verlauf der Bewertungsfunktion siehe SCHNABEL/LOHSE (1997) S. 208.

93 Auf die Darstellung verschiedener Umlegungsverfahren wird an dieser Stelle verzichtet.

94 Die Kalibrierungsmöglichkeiten des EVA-Modells sind dargestellt in LOHSE/SCHNEIDER (1997) S. 106 ff.

2.3.3.2 Eingangs- und Kalibrierungsgrößen aus Haushaltsbefragungen

Da die Entscheidungsprozesse im Vorfeld von Aktivitäten schwer empirisch fassbar sind, beschränken sich die Datenanforderungen vorhandener Modellansätze stets auf realisierte Abläufe und Entscheidungen. Grundsätzlich benötigen Verkehrsplanungsmodelle für die Modellierung u. a.:

- Raumstrukturdaten,
- Verkehrsnetzstrukturdaten (Strecken, Knoten, Anbindungen, Fahrpläne des ÖV, ...),
- Soziodemografische und sozioökonomische Daten,
- Querschnittsdaten/Zähldaten und
- Daten zum individuellen Verkehrsverhalten.

Die für eine Planungsaufgabe mit dem Modellkomplex EVA aus Haushaltsbefragungen bereitzustellenden Kenngrößen zum Verkehrsverhalten ergeben sich direkt aus dem in Kapitel 2.3.3.1 dargestellten Modellvorgehen. Berücksichtigung finden die als Bestimmungsgrößen des Verkehrsverhaltens in einer Vielzahl von Untersuchungen identifizierten Merkmale. Diese werden dabei zu möglichst aktivitätenhomogen (verhaltensähnlichen) Gruppen zusammengefasst (Bezugspersonen). Für das EVA-Modell sind für die verschiedenen Modellierungsstufen im Wesentlichen die in Tabelle 2-6 dargestellten Eingangs- und Kalibrierungsgrößen in der angegebenen Gliederungstiefe aus Haushaltsbefragungen zu gewinnen.

Tabelle 2-6: Zentrale Eingangs- und Kalibrierungsgrößen des EVA-Modells aus Haushaltsbefragungen

Zentrale Kennwerte	Differenzierung nach
Verkehrserzeugung	
Eingangsgrößen: – spez. Verkehrsaufkommen je Zeiteinheit und Bezugsperson auf der Produktionsseite	– Quelle-Ziel-Gruppen und verhaltenshomogenen Personengruppen (Gruppenenteilung ist variabel und richtet sich nach tatsächlicher Verhaltenshomogenität, z. B. anhand Alter, Geschlecht, Berufstätigkeit, Pkw-Verfügbarkeit)
– (Erzeugungsraten auf der Attraktionsseite)*	– Quelle-Ziel-Gruppen
– Tagesganglinien der Ortsveränderungen	– Quelle-Ziel-Gruppen
Verkehrsverteilung und Verkehrsaufteilung (erfolgt bei EVA simultan, damit dreidimensional)	
Eingangsgrößen: – Modal Split (Analyse, Binnenverkehr)	– Quelle-Ziel-Gruppen oder – Quelle-Ziel-Gruppen und Zeitscheiben
– Besetzungsgrad der jeweiligen Verkehrsart (insbesondere Pkw-Besetzungsgrad)	– Quelle-Ziel-Gruppen

Zur Kalibrierung	
Kalibrierungsgrößen:	
– kategoriale Wegelängen- und Wegedauerverteilung (dabei sind keine bestimmten Klassengrenzen festgelegt)	– Ohne (lediglich als Eckwerte) oder
– mittlere Wegelänge und -dauer (als Aggregation der Wegelängen-/ Wegedauerverteilung)	– Quelle-Ziel-Gruppen oder – Quelle-Ziel-Gruppen und Verkehrsmittel
– u. a. Zeit- und Reiseweitenbudget von Personen	

→ eine weitere Differenzierung nach Raumtypen ist prinzipiell sinnvoll und einsetzbar
* = Erzeugungsraten können im Allgemeinen nicht durch Haushaltsbefragungen bereitgestellt werden. Der Vollständigkeit halber wurden diese jedoch mit aufgeführt, da sie in enger Wechselwirkung mit dem spez. Verkehrsaufkommen stehen.

Quelle: Eigene Darstellung

Das spez. Verkehrsaufkommen ist die zentrale Eingangsgröße für das Kennwertmodell der Verkehrserzeugung (Produktionsseite). Es kann für die Einwohner des zu modellierenden Planungsraumes direkt aus Haushaltsbefragungen bereitgestellt werden. Die Differenzierungsart und Tiefe bemisst sich an der Komplexität der Aufgabenstellung. Der Kennwert wird disaggregiert in der Dimension Ortsveränderungen je Zeiteinheit, Bezugsperson und Quelle-Ziel-Gruppe benötigt. Als Zeiteinheit wird i. A. ein mittlerer Werktag (0 - 24 h) verwendet.

Der Tagesgang der Ortsveränderungen gewinnt modellierungstechnisch dann Bedeutung, wenn zeitscheibenfein zu modellieren ist. Zusammen mit dem spez. Verkehrsaufkommen lässt sich so die Produktionsseite der Verkehrserzeugung mit vorhandenen Erhebungsdaten zeitscheibenfein abbilden.

Der Modal Split ist eine Kenngröße für die Verkehrsaufteilung im Analysefall. Er wird z. B. bei der Modellierung für einen kompletten Werktag (24 h) als Durchschnittswert benötigt. Bei makroskopischer Modellierung ist darauf zu achten, dass mit Hilfe von Haushaltsbefragungen i. d. R. lediglich der Modal Split des Binnenverkehrs der Einwohner im Untersuchungsgebiet bereitgestellt werden kann. Dies ist damit zu begründen, dass der Quell- und Zielverkehr nur teilweise erhoben wird und zwar für die Einwohner des Untersuchungsraumes selbst. Der überörtliche Durchgangsverkehr ist nicht Gegenstand der Haushaltsbefragungen. Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehre lassen sich im Modellkomplex EVA am günstigsten durch Kordonverkehrsbezirke berücksichtigen bzw. modellieren. Die an den Kordonverkehrsbezirken resultierenden Verkehrsmengen (Zählstellen, eigene Messungen) werden genutzt, um auf Basis einer Ausgleichsrechnung den globalen Modal Split für das Untersuchungsgebiet zu ermitteln.

Problematischer ist bei zeitscheibenfeiner Modellierung die Bereitstellung zeitlich differenzierter Verkehrsmittelanteile nach QZG aus Haushaltsbefragungen.

Dies ist damit zu begründen, dass i. A. - für einen möglichst lokal zu erhebenden Modal Split (Binnenverkehr) - hinreichend große, ortsspezifische Stichprobenumfänge nicht zur Verfügung stehen[95].

Eine weitere Kenngröße für die Verkehrsaufteilung ist der Besetzungsgrad der zu modellierenden Nachfragesegmente in einer QZG. Dieser wird benötigt, um die ermittelten Ortsveränderungen in Fahrzeug-Fahrten umzurechnen. Eine Schätzung des Besetzungsgrades kann im Rahmen von Haushaltsbefragungen erfolgen.

Zur Kalibrierung des Modells können eine Reihe von Kontrollgrößen Verwendung finden. Aus Haushaltsbefragungen werden i. A. die erhobenen Wegelängen und Reisezeiten als Zielgrößen zur Kalibrierung genutzt. Zielgrößen können dabei die entsprechenden Mittelwerte und die kategorialen Häufigkeitsverteilungen sein. Die Kennwerte können mit Hilfe von Haushaltsbefragungen - wie schon der Modal Split - repräsentativ lediglich für den Binnenverkehr gewonnen werden. Bei der Kalibrierung ist dann dementsprechend der Binnenverkehr im Modell zu eichen.

Mittlerweile bestehen vor allem von Seiten der Modellentwickler immer konkretere Vorstellungen, wie eine stärkere Differenzierung von verkehrlichen Kenngrößen die Eingangsdaten weiter qualifizieren könnte. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass die Erhebung von Daten eine Optimierungsaufgabe zwischen erforderlicher bzw. gewünschter statistischer Sicherheit auf der einen und der gewünschten differenzierten Aussagekraft und dem damit verbundenen, finanzierbaren Aufwand auf der anderen Seite darstellt.

2.4 Formulierung der Forschungshypothesen

Unter Berücksichtigung des dargestellten Untersuchungsansatzes und Kenntnistandes erfolgt die Formulierung von Arbeitshypothesen. Sie bilden die Grundlage der empirischen Datenanalyse. Der Ansatz ist ursächlich verhaltensorientiert. Die Analyse erfolgt über Kenngrößen des Verkehrsverhaltens. Im Rahmen der Datenanalyse werden die Arbeits- zu Prüfhypothesen operationalisiert.

Hypothese 1: Die mit den Instrumenten MiD und SrV erhobenen Kenngrößen stimmen unter vergleichbaren Rahmenbedingungen überein.

95 Noch schwieriger gestaltet sich die Bereitstellung entsprechender Informationen auf der Attraktionsseite, da zeitscheibenfeine Erzeugungsraten i. A. unbekannt sind. Zur Vollständigkeit sei erwähnt, dass bei einer zeitscheibenfeinen Modellierung auch das Verkehrsangebot (z. B. Fahrplan) und die Zugänglichkeit der Gelegenheiten (z. B. Öffnungszeiten Einzelhandel) Einfluss auf die Aktivitäts-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl haben.

Hypothese 2: Die Ausprägung modellierungsrelevanter - insbesondere verkehrserzeugungsrelevanter - Verhaltenskenngrößen unterscheidet sich zwischen den Alten und Neuen Bundesländern.

Erläuterung: Aufgrund divergierender gesellschaftlicher Entwicklungen bis 1989 gab es zu Beginn der 1990er Jahre in Ost und West unterschiedliche Rahmenbedingungen, die sich deutlich im Verkehrsverhalten widerspiegelten. Die Auswirkungen der sich angleichenden Bedingungen in Ost und West auf das Verkehrsverhalten lassen sich gut anhand der SrV-Erhebungsdurchgänge 1987, 1991, 1994, 1998 und 2003 im Vergleich mit Erhebungen der Alten Bundesländer nachvollziehen, jedoch sind aus aktuellen Erhebungen[96] immer noch Unterschiede zu vermuten.

Hypothese 3: Für verkehrserzeugungsrelevante Kenngrößen auf der Produktionsseite ist der Raumtypeneinfluss gegenüber anderen verhaltensbestimmenden Merkmalen gering.

Erläuterung: Für spezifische Aufkommenskenngrößen sind insbesondere individuelle Personenmerkmale und der Haushaltskontext wesentliche Einflussgrößen. Nach Kopplung weitgehend verhaltenshomogener Personengruppen mit aktivitätenhomogenen Gruppen (z. B. Aktivitätenketten, Quelle-Ziel-Gruppen), leistet der Raumtyp vermutlich nur einen geringen Beitrag zur Varianzaufklärung. Dieser Sachverhalt wird insbesondere für Personen mit Pflichtaktivitäten im Tagesprogramm erwartet. D. h. Ortsveränderungen bzw. Aktivitäten, die sich schwer substituieren lassen (zur Arbeit, zur Bildung, zur Kindereinrichtung), zeigen unter Umständen eine sehr geringe Affinität zum Raumtyp.

Hypothese 4: Disaggregierte Kenngrößen auf der Produktionsseite sind insbesondere bei Bestätigung von Hypothese 3 weitestgehend überregional stabil.

Erläuterung: Es wird von einer regionsübergreifenden Stabilität dieser Kenngrößen, zumindest innerhalb der ABL bzw. NBL, ausgegangen. Bei Bestätigung der Hypothese ist für die Produktionsseite der Verkehrserzeugung eine Übertragbarkeit großräumig erhobener Kenngrößen auf lokale Planungsaufgaben möglich.

96 DIW/INFAS (2004); AHRENS/LIESSKE/WITTWER: „SrV-Städtevergleich 2003“. TU Dresden, 2004

3 Theoretische Grundlagen zur Datenanalyse

3.1 Grundgesamtheit und Stichprobe

Um verallgemeinerbare Aussagen über die Ausprägung interessierender Merkmale einer zu beurteilenden Gruppe von Objekten oder Personen - der sogenannten Grundgesamtheit (oder Population) - zu gewinnen, bedient man sich aus finanziellen, zeitlichen und/oder pragmatischen Gesichtspunkten in der Forschungspraxis möglichst „repräsentativ“[97] erhobener Stichproben. Während die Grundgesamtheit alle potenziell untersuchbaren Einheiten für die jeweilige Fragestellung umfasst, stellt die Stichprobe eine Teilmenge dieser Untersuchungseinheiten dar, welche die untersuchungsrelevanten Eigenschaften der Grundgesamtheit möglichst genau abbildet. Für die Präzision der auf Basis von Stichprobenergebnissen getroffenen Aussagen sind die Größe der Stichprobe und deren *zufallsbasierte Gewinnung* wesentlich. Letzterer Aspekt ist insbesondere für die Techniken des statistischen Schließens (siehe Kapitel 3.7.1) von grundlegender Bedeutung[98].

3.2 Grundbegriffe und Notation

Zur besseren Verständlichkeit der im Anschluss dargestellten Sachverhalte werden einleitend einige wesentliche Begriffe, Konventionen und Schreibweisen eingeführt. Letzteres erscheint notwendig, da in der Statistikliteratur eine Vielzahl unterschiedlicher Darstellungstechniken existiert, was leicht zu Verwechslungen führen kann. Dem Leser soll dadurch ein einfacherer Zugang zu den nachfolgend beschriebenen stichprobentheoretischen Grundlagen ermöglicht werden[99].

---

97 Der Begriff „Repräsentativität“ wird in der Literatur sehr uneinheitlich definiert. Zudem wird dieser z. T. bewusst gemieden, da er für viele Statistiker zu unpräzise ist. POKROPP (1996) sieht die Redeweise von einer repräsentativen Stichprobe als „töricht“ und verweist darauf, dass es viele Arten gibt Stichproben zu realisieren und damit auch viele Möglichkeiten, richtige oder auch falsche Schlüsse zu ziehen. MEIER (2005) gibt in seiner Arbeit einen Abriss über die geschichtliche Entwicklung des Repräsentativitätsbegriffes und trägt verschiedene Argumente für und gegen die Verwendung des Begriffes zusammen.

98 Vgl. SACHS (2004) S.12; BORTZ (2004) S. 86

99 Begriffe, Definitionen und Schreibweisen orientieren sich i. A. an BORTZ (2004) und SACHS (2004).

Maßzahlen oder auch Kennwerte, die zur Beschreibung der Grundgesamtheit herangezogen werden, bezeichnen wir als *Parameter*. Für Parameter verwenden wir im Allgemeinen griechische Buchstaben (z. B. μ als Parameter für den Mittelwert in einer Grundgesamtheit, σ für dessen Standardabweichung) oder lateinische Großbuchstaben (z. B. N für den Umfang der Grundgesamtheit).

Die aus Zufallsstichproben errechneten Schätzwerte (bzw. Stichprobenverteilungen) werden grundsätzlich mit lateinischen Buchstaben gekennzeichnet (z. B. $\bar{x}$ für den Mittelwert einer Stichprobenverteilung, n für den Stichprobenumfang). Zufallsvariablen werden üblicherweise durch lateinische Großbuchstaben (z. B. X, Y), die Werte die sie annehmen können, durch Kleinbuchstaben (z. B. x, y) gekennzeichnet, was schnell zu Verwechslungen führen kann[100].

Für eine endliche Grundgesamtheit $U = \{1,\ldots, k,\ldots N\}$ mit $0 < N < \infty$ sei (Teta) θ (U_k) ein beliebiger Parameter (Merkmal), wobei U_k alle Erhebungseinheiten der Grundgesamtheit umfasst. Die Folge von Beobachtungen (eines Zufallsexperimentes) $y_1, y_2, \ldots, y_n$ innerhalb einer Stichprobe des Umfanges n seien Realisierungen der Zufallsvariablen $Y_1, Y_2, \ldots Y_n$. Der *Erwartungswert* dieser Zufallsvariablen $E(Y) = \theta$. Da dieser Parameter im Allgemeinen unbekannt ist, bedient man sich eines sogenannten *Schätzers* (engl. estimator; auch *Schätzverfahren oder Schätzfunktion genannt)*. Ein Schätzverfahren ist eine Rechenvorschrift, mit der ein unbekannter Parameter näherungsweise berechnet werden kann. Neben Schätzverfahren, die eine *freie Hochrechnung* erlauben (jedem Stichprobenelement ist genau ein Hochrechnungsgewicht zugeordnet), existieren Verfahren, die eine *gebundene Hochrechnung* ermöglichen. Als gebundene Hochrechung werden die Arten von Schätzverfahren bezeichnet, die zusätzliche Informationen über die Beziehungen zwischen der Untersuchungsvariablen y und einer oder mehrerer Hilfsvariablen x verwenden. Derartige Verfahren werden als modellbasierte Schätzer bezeichnet. Dazu gehören u. a. Differenzenschätzer, Verhältnisschätzer sowie Regressionsschätzer[101].

Wird aus U demnach eine Stichprobe vom Umfang n gezogen, dienen zur Schätzung des wahren Parameters θ die für die Stichprobenelemente realisierten Werte y_i mit $i = 1, \ldots, n$ der Zufallsvariablen Y. Ein auf Basis von Stichprobenwerten geschätzter Parameter wird mit einem „Dach“ gekennzeichnet ($\hat{\theta}$).

Ein wesentliches Qualitätsmerkmal einer Schätzung ist deren Bias (Verzerrung). Die Verzerrung einer Schätzung wird allgemein angegeben als

100 Sachs (2004) S.98; Bortz (2004) S. 62

101 Eine Abhandlung zu modellbasierten Schätzverfahren findet sich in Särndal et al. (1992).

$$Bias(\hat{\theta}) = E(\hat{\theta}) - \theta \tag{3.1}$$

Ein wesentliches Gütekriterium eines Schätzers ist dessen Erwartungstreue. Für einen erwartungstreuen Schätzer, z. B. das arithmetische Mittel einer uneingeschränkten Zufallstichprobe, ist die Abweichung des Erwartungswert $E(\overline{Y})$ vom Parameter μ gleich null[102].

$$Bias(\overline{Y}) = E(\overline{Y}) - \mu = 0 \tag{3.2}$$

Für die Genauigkeit einer Schätzung ist darüber hinaus die Streuung des Merkmals in der Grundgesamtheit von wesentlicher Bedeutung. Der Parameter zur Kennzeichnung der *Streuung* ist die *Standardabweichung* (σ). Die Standardabweichung ist die positive Quadratwurzel aus der Summe der quadrierten Abweichungen aller Messwerte der Grundgesamtheit zu deren arithmetischen Mittelwert dividiert durch die Zahl der Grundgesamtheitselemente. Die Varianz des Merkmals in der Grundgesamtheit ist die quadrierte Standardabweichung (σ^2), die geschätzte Varianz in der Grundgesamtheit ist $\hat{\sigma}^2$. Wird die Varianz aus der Stichprobe geschätzt, wird diese üblicherweise auch mit s^2 gekennzeichnet.

Der Standardfehler eines Stichprobenmittelwertes wird mit $\sigma_{\bar{y}}$ bezeichnet. Dieser entspricht damit der Streuung der Stichprobenmittel bei mehrfacher Durchführung eines Zufallsexperimentes (vgl. zentrales Grenzwerttheorem Kapitel 3.6.3) und dementsprechend der Standardabweichung der Stichprobenmittel. $\sigma_{\bar{y}}^2$ bezeichnet demzufolge die Varianz der Stichprobenmittelwerte. Auf diesen Zusammenhang ist zu achten, da es leicht zu Verwechslungen mit der Varianz und der Standardabweichung des Merkmals in der Grundgesamtheit kommt. Für den einfachsten Fall einer uneingeschränkten Zufallsstichprobe gilt demnach (ohne Endlichkeitskorrektur[103])[104]:

$$Var(\overline{Y}) = \sigma_{\bar{y}}^2 = \frac{\sigma^2}{n} \tag{3.3}$$

Wenn σ^2 nicht bekannt ist, wird die Varianz der Schätzfunktion aus den Stichprobendaten angenähert nach der Beziehung:

---

102 Neben der Erwartungstreue eines Schätzers gibt es noch die Eigenschaften Konsistenz, Effizienz und Suffizienz. Definitionen dazu finden sich z. B. in BORTZ (2004) S. 99 f. oder SACHS (2004) S. 127.

103 Auf eine Endlichkeitskorrektur (finite Grundgesamtheit) kann ab $N/n \geq 100$ verzichtet werden [vgl. BORTZ (2004) S. 93].

104 SACHS (2004) S. 128, Formel 1.40; BORTZ (2004) S. 90, Formel 3.1; Eine anschauliche Darstellung zum Zusammenhang zwischen der Standardabweichung der Mittelwerte von k gleichgroßen Zufallsstichproben und deren Umfang n enthält BORTZ (2004) S. 90 f.

$$Var(\hat{\bar{Y}}) = \hat{\sigma}_{\bar{y}}^{2} = \frac{\hat{\sigma}^2}{n} \tag{3.4}$$

Wird für $\hat{\sigma}^2$ nun im einfachsten Fall die Stichprobenvarianz verwendet, ist diese keine erwartungstreue Schätzung der Varianz der Grundgesamtheit. $\hat{\sigma}^2$ wird bei uneingeschränkten Zufallsstichproben der Größe n um den Faktor (n-1)/n unterschätzt. Für eine erwartungstreue Schätzung auf Basis der Stichprobenvarianz ist n mit diesem Faktor zu multiplizieren[105].

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}{n} \cdot \frac{n}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}{n-1} \tag{3.5}$$

Zur Beurteilung der Güte einer Schätzfunktion werden verschiedene Kriterien verwendet. Dies soll wiederum am Beispiel der Mittelwertschätzung veranschaulicht werden. Die gesamte Schätzfunktion wird anhand des mittleren quadratischen Fehlers (engl. mean squared error) bewertet. Dieser setzt sich zusammen aus der Varianz der Schätzfunktion und dem Quadrat der Verzerrung[106].

$$\mathrm{MSE}(\hat{\bar{Y}}) = Var(\hat{\bar{Y}}) + \left[Bias(\hat{\bar{Y}})\right]^2 \tag{3.6}$$

Ist eine Schätzung *unbiased (Verzerrung gleich null),* ist der MSE einer erwartungstreuen Schätzung gleich der Varianz der Schätzfunktion. Die Wurzel des MSE (engl. root mean squared error) entspricht dann wiederum dem oben definierten Standardfehler des Stichprobenmittels.

$$\mathrm{RMSE}(\hat{\bar{Y}}) = \sqrt{\mathrm{MSE}(\hat{\bar{Y}})} = \hat{\sigma}_{\bar{y}} \tag{3.7}$$

3.3 Stichprobenauswahlverfahren

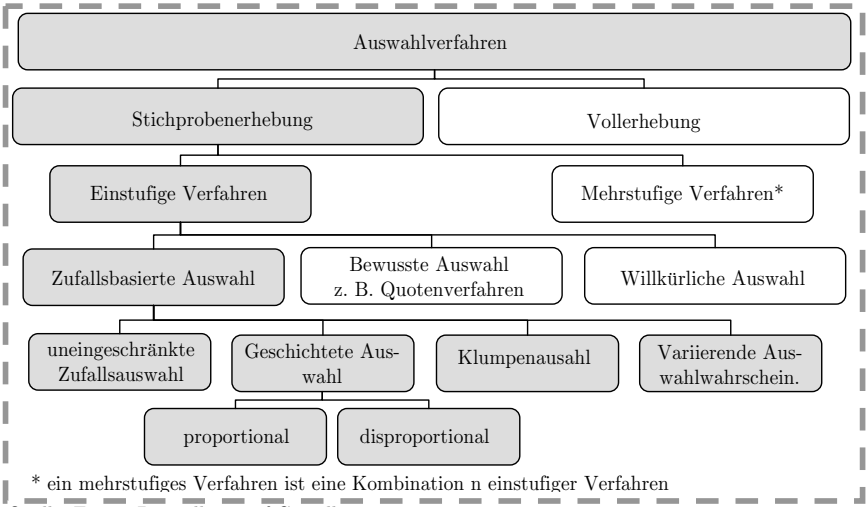
Die folgenden Zusammenhänge zur Stichprobentheorie sollen einen Überblick darüber vermitteln, welche Möglichkeiten der Stichprobenauswahl existieren und welche Konsequenzen die jeweilige Strategie mit sich bringt[107]. Diese Einführung erscheint zum Verständnis der weiteren Überlegungen zur Datenanalyse notwendig. Es existieren verschiedene Verfahren der zufallsbasierten Stichprobenauswahl. Die einfachste und methodisch unproblematischste ist die sogenannte uneingeschränkte Zufallsauswahl (engl: Simple Random Sample; kurz SRS). Bei derartiger Ziehung haben alle Elemente der Grundgesamtheit die gleiche von null verschiedene

105 Bortz (2004) S. 92, Formel 3.2
106 Vgl. Sachs (2004) S. 128, Formel 1.44
107 Die Inhalte zur Stichprobentheorie entstammen vorwiegend Lohr (1999), Särndal et al. (1992) und Stenger (1986).

Wahrscheinlichkeit in die Stichprobe zu gelangen. Eine solche Stichprobe sollte immer dann gezogen werden, wenn über die Verteilung der untersuchungsrelevanten Merkmale nichts bekannt ist[108]. Es kann dabei mit oder ohne Zurücklegen gezogen werden (wr – with replacement; wor – without replacement). Für beide Fälle ist das Stichprobenmittel eine erwartungstreue Schätzung des entsprechenden Parameters.

$$E(\hat{\bar{Y}}) = \bar{y} \tag{3.8}$$

In der Forschungspraxis ist es häufig aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich – aus methodischer Sicht auch nicht notwendig – eine uneingeschränkte Zufallsstichprobe zu ziehen. Daher existieren Auswahlverfahren, die den Analytiker in die Lage versetzen, ein maßgeschneidertes Stichprobenauswahlverfahren für die jeweilige Problemstellung anzuwenden (Abbildung 3-1). Dabei sind neben dem Vorsehen mehrerer Auswahlstufen die geschichtete Auswahl und das Ziehen von Klumpenstichproben (engl.: Clustersample) adäquate Techniken. Die einzelnen Techniken werden dabei häufig kombiniert. In einem Stichprobenverfahren können je nach Vorgehen unterschiedliche Auswahlwahrscheinlichkeiten auftreten. Im Folgenden werden lediglich zufallsbasierte Verfahren vorgestellt.



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von
Schnell et al. (1999), S. 247 ff. und Stenger (1986) S. 95 ff.

Abbildung 3-1: Systematik unterschiedlicher Auswahlverfahren

108 Bortz (2004) S. 86 f.

Die *geschichtete Stichprobenauswahl* erweist sich gegenüber der uneingeschränkten Zufallsauswahl häufig als vorteilhaft. Dies ist immer dann der Fall, wenn bestimmte Merkmale der Grundgesamtheit bereits vor Stichprobenziehung bekannt sind und diese mit den untersuchungsrelevanten Merkmalen korrelieren. In diesem Fall wird die definierte Grundgesamtheit in h Schichten (engl. Strata) aufgeteilt. Wird die Aufteilung proportional zur Größe der Grundgesamtheit in den einzelnen Schichten vorgenommen und erfolgt im Anschluss die Stichprobenauswahl uneingeschränkt zufällig, wäre

$$E(\hat{\bar{Y}}) = \sum \frac{N(h)}{N} \cdot \hat{\bar{Y}}(h) = \sum \frac{n(h)}{n} \cdot \hat{\bar{Y}}(h) \tag{3.9}$$

eine erwartungstreue Schätzung für einen Mittelwert[109]. Bei einer geschichteten Auswahl ist zu erwarten, dass die Varianz der Schätzung verringert wird. Diese mögliche Varianzverringerung der Parameterschätzung wird *Schichtungseffekt* bezeichnet. Bei ungeschickter Festlegung der Schichten bzw. bei Nichtrelevanz der Schichtungsmerkmale in Bezug auf das Untersuchungsmerkmal kann dieser Effekt kompensiert oder sogar überkompensiert werden[110].

Neben der Möglichkeit, die Genauigkeit der Schätzung zu verbessern, gibt es organisatorische Gründe, die für eine geschichtete Auswahl sprechen. Häufig interessiert neben der Ausprägung eines Merkmals für die gesamte Grundgesamtheit (z. B. gesamte Bundesrepublik) auch dessen Ausprägung in Teilgesamtheiten (auch Subpopulationen, Domians genannt). Dies können z. B. die einzelnen Bundesländer sein. Daher bietet es sich an, die Stichprobe nach regionalen Einheiten zu schichten. Die Stichprobe kann auf die einzelnen Schichten wiederum proportional aufgeteilt werden. Häufig wird jedoch der Gesamtstichprobenumfang nach anderen Gesichtspunkten auf die Schichten verteilt. Dadurch entsteht eine *disproportional geschichtete Stichprobe*. Als Grund kann einerseits der Wunsch nach einer kostenoptimalen Aufteilung bei gleichzeitiger Minimierung der Varianz in Betracht kommen (z. B. wenn die Kosten für die Erhebung der Einheiten in den einzelnen Schichten variieren). Andererseits kann auch ein bestimmter Mindeststichprobenumfang innerhalb der Schichten bei festgelegtem Gesamtstichprobenumfang für eine disproportionale Aufteilung sprechen.

Ein weiteres Verfahren zur Stichprobenauswahl ist die *Klumpenauswahl*. Ein derartiges Vorgehen wird immer dann gewählt, wenn das direkte Ziehen der Erhebungseinheiten nicht möglich oder unpraktisch ist[111]. Ziel ist es, Teilmengen ei-

109 STENGER (1986) S. 121; Bei proportionaler Aufteilung ist diese Schätzfunktion identisch zum arithmetischen Mittelwert aller Stichprobenwerte.

110 Vgl. auch STRECKER (1986) S. 123, BORTZ (2004) S. 88; Eine formeltechnische Herleitung zur Varianzverringerung findet der interessierte Leser in STRECKER (1986).

111 SÄRNDAL ET AL. (1992) S. 124

ner Grundgesamtheit, die bereits vorgruppiert ist (z. B. ein Bundesland, welches sich aus Gemeinden zusammensetzt), zufällig auszuwählen. Für das Ziehen von Klumpenstichproben gibt es nach POKROPP (1996, S. 7) im Wesentlichen folgende Gründe:

- *Kostengesichtspunkte.* Falls sich die Elemente eines Klumpens in räumlicher Nähe zueinander befinden, können diese im Falle einer Vor-Ort-Erhebung leicht und kosteneffizient erreicht werden.
- *Repräsentanz.* Existieren Klumpen, in denen - wenn möglich - der gesamte Wertebereich eines Merkmals vorhanden ist (d. h., dass insbesondere die Varianz des Merkmals in jedem Klumpen möglichst groß ist), führt dieser Sachverhalt zu guten Schätzern. Existieren derartige Klumpen, sollten diese auch genutzt werden.
- *Organisatorische Gründe.* Liegen keine Ziehungsregister oder andere Auswahldateien der Grundgesamtheit vor, so sind „künstlich“ Gruppierungen zu erzeugen, für die eine entsprechende Ziehungsmöglichkeit existiert (z. B. Gruppierung eines Bundeslandes in Gemeinden). Nach der Auswahl einiger solcher Gruppierungen (Gemeinden) können dann die entsprechenden Elemente ausgewählt und erhoben werden.

Die Realisierung einer Klumpenstichprobe kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Die Klumpenauswahl ist einstufig (engl. Single-Stage Cluster Sampling), wenn für die gezogenen Klumpen alle sich darin befindlichen Elemente der Grundgesamtheit erhoben werden. Häufig werden jedoch zwei oder mehrstufige Klumpenstichproben gezogen (engl. two- and multistage Cluster Sampling). Der Unterschied zur einstufigen Auswahl ist, dass in den weiteren Stufen statt aller Elemente wiederum nur eine Teilgesamtheit (zufällig) ausgewählt wird. Bei einer zweistufigen Auswahl werden somit zunächst Primäreinheiten gezogen (engl. PSUs – primary sampling units) und im Anschluss in jeder PSU (zufällig) Sekundäreinheiten (engl. SSUs – second-stage sampling units) ausgewählt.

Bei uneingeschränkter Ziehung von n Primäreinheiten ist sowohl bei einstufigem als auch bei mehrstufigem Design (insofern in den weiteren Stufen ebenfalls uneingeschränkt zufällig ausgewählt wurde) das Stichprobenmittel eine erwartungstreue Parameterschätzung. Bei Ziehung einer Klumpenstichprobe muss jedoch häufig mit einer Varianzvergrößerung gerechnet werden. Dieser Sachverhalt wird als *Klumpeneffekt* bezeichnet. Der Klumpeneffekt kann insbesondere bei ungleicher Klumpengröße sehr ins Gewicht fallen[112].

Ein weiteres Stichprobenverfahren ist die Auswahl mit variierenden Auswahlwahrscheinlichkeiten. Grundsätzlich wird man bestrebt sein, Stichprobenelemente

112 STRECKER (1986) S.154

mit gleicher Wahrscheinlichkeit in die Stichprobe aufzunehmen. Jedoch gibt es auch Gründe, die ein anderes Verfahren nahe legen unter anderem dadurch, dass ein derartiges Schätzverfahren ebenfalls Einfluss auf die Schätzvarianz hat. Eine besondere Bedeutung hat dabei die größenproportionale Auswahl der Stichprobenelemente (engl. Probability Proportional-to-Size Sampling) erlangt. Dabei wird unterschieden in Stichprobenziehung ohne Zurücklegen (πps-sampling) und mit Zurücklegen (pps-Sampling). Zum Beispiel ist bei einer Klumpenauswahl bei Vorhandensein unterschiedlicher Klumpengröße eine Auswahl entsprechend ihrer Größe sinnvoll, um extreme Stichprobenzusammensetzungen zu vermeiden.

Das Stichprobenmittel ist bei derartigen Stichprobenverfahren verzerrt und daher keine erwartungstreue Schätzung. Adäquate Schätzverfahren sind der Horvitz-Thompson-Schätzer für den Fall ohne Zurücklegen und der Hansen-Hurwitz-Schätzer für den Fall mit Zurücklegen. Bei bekannter Grundgesamtheit (linearer Schätzer) ergeben sich diese für den Fall ohne Zurücklegen zu:

$$E(\hat{\bar{Y}}_{HT}) = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{n}\frac{y_k}{\pi_k} \tag{3.10}$$

wobei π_k die Wahrscheinlichkeit angibt (Auswahlwahrscheinlichkeit erster Ordnung), dass das k-te Element in die Stichprobe gelangt. Ist der Stichprobenumfang n fest, beträgt

$$\sum_{i=1}^{N}\pi_i = n \tag{3.11}$$

Für den Fall mit Zurücklegen ergibt sich:

$$E(\hat{\bar{Y}}_{HH}) = \frac{1}{N\cdot n}\sum_{k=1}^{n}\frac{y_k}{p_k} \tag{3.12}$$

wobei p_k die Ein-Zug-Auswahlwahrscheinlichkeit des k-ten Elementes ist. Dabei gilt[113]:

$$\sum_{i=1}^{N} p_i = 1 \tag{3.13}$$

Der Vorteil des Hansen-Hurwitz-Schätzers im Vergleich zum Horvitz-Thompson-Schätzer ist, dass die Auswahlwahrscheinlichkeiten ohne Schwierigkeiten berechenbar sind. Bei großen Grundgesamtheiten und kleinem Auswahlsatz n/N sind die Unterschiede zwischen der Strategie mit Zurücklegen und ohne Zurücklegen gering. Daher bietet es sich in diesen Fällen an, den Hansen-Hurwitz-

113 Erläuterungen zur Berechnung der Auswahlwahrscheinlichkeiten finden sich in SÄRNDAL ET AL. (1992) S. 48 ff.

Schätzer als Approximation für den Horvitz-Thompson-Schätzer zu benutzen[114]. Weitere Ursachen für variierende Auswahlwahrscheinlichkeiten sind das gezielte Oversampling einzelner Schichten bei disproportional geschichteter Auswahl sowie gruppenspezifisch unterschiedliches Teilnahmeverhalten.

3.4 Fehlerarten in Stichprobenerhebungen

Eine zentrale Fragestellung, welche bei Stichprobenerhebungen generell besteht, ist die Genauigkeit der gewonnenen Parameterschätzung. Diese hängt im Allgemeinen von der Art des Merkmals selbst (vor allem dessen Variabilität in der Grundgesamtheit) und damit insbesondere von der Größe der gezogenen Stichprobe ab[115]. Jedoch gilt dies nur ohne Einschränkung, wenn der Stichprobe eine uneingeschränkte Zufallsauswahl zugrunde liegt, bei der von allen Probanden vollständig und fehlerfrei erhobene Messwerte vorliegen.

Im Falle von Haushaltsbefragungen, insbesondere bei Befragungen auf freiwilliger Basis, kann dies im Allgemeinen nicht konstatiert werden. Fehler können dabei auftreten als:

- Stichprobenfehler und
- Nichtstichprobenfehler[116].

Stichprobenfehler (engl.: sampling errors) sind all die Fehler, die entstehen können, wenn statt einer Vollerhebung nur eine Stichprobenerhebung durchgeführt wird. Derartige Fehler lassen sich im Allgemeinen mit den Gesetzen der Stichprobentheorie berechnen oder zumindest abschätzen. Dabei hängt die Größe des Stichprobenfehlers neben der rein zufälligen Komponente – erzeugt durch die Stichprobenzufallsvarianz – vor allem vom Stichprobendesign respektive dem Auswahlverfahren der Stichprobe ab (vgl. Kapitel 3.1). Designbasierte Fehler treten insbesondere auf, wenn bei einer Parameterschätzung eine verzerrte Auswahl durch

- disproportionale Stichprobenaufteilung bzw.
- unterschiedliche Auswahlwahrscheinlichkeiten bei der Stichprobenziehung

nicht berücksichtigt wird. Wird bei einer Parameterschätzung dieser Sachverhalt ignoriert, begeht man einen *systematischen Fehler*.

---

114 POKROPP (1996) geht ausführlich auf die unterschiedlichen Vorgehensweisen ein. Insbesondere werden dort auch die Probleme beim Ziehen ohne Zurücklegen behandelt.

115 CLAUß/EBNER (1974) S. 176

116 Die folgende Darstellung der Fehlerarten lehnt sich an STRECKER/WIEGERT (1994) an. Diese wurde leicht modifiziert und ergänzt. Eine etwas andere Fehlereinteilung gibt z. B. KISH (1965) und LESSLER/KALSBEEK (1992)

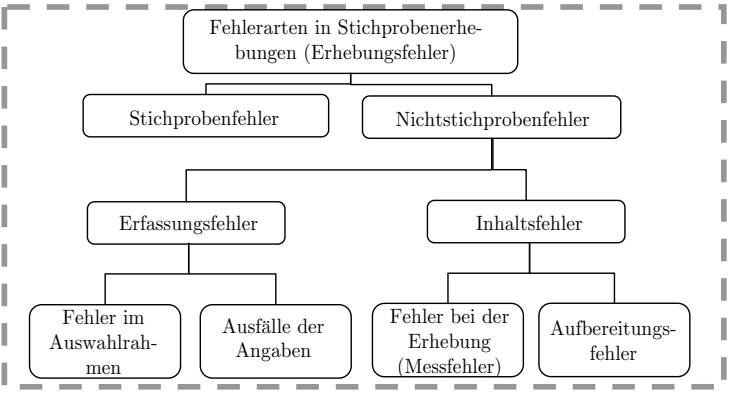
Nichtstichprobenfehler (engl.: nonsampling errors) sind demgegenüber Fehler, die prinzipiell auch bei Vollerhebungen auftreten können. Diese Fehlerart ist methodisch schwieriger handhabbar und abschätzbar[117]. Dabei sind als Erfassungsfehler insbesondere zu nennen:

- Fehler im Auswahlrahmen: da bestimmte Elemente nicht in der Auswahlgesamtheit vorhanden sind (auch: frame errors, noncoverage, frame imperfection),
- Fehler durch Nichtantworter: Verzerrungen aufgrund fehlenden Rücklaufes bzw. fehlender Beantwortung (auch: Nonresponse errors) unterscheidbar in
    - Unit-Nonresponse: Fehlen ganzer Stichprobenelemente/Probanden und
    - Item-Nonresponse: Fehlen einzelner Merkmalsinformationen (auch: missing values) z. B. nicht berichtete Wege (non reported trips)

Als Inhaltsfehler lassen sich einordnen:

- Fehler bei der Erhebung (Messfehler): Probleme der Messgenauigkeit (auch: measurement errors) aufgrund von Antwortfehlern (Erfassungs- und Kodierungsfehler, bewusst oder unbewusst falsche Informationen, z. B. Fehleinschätzung einer Wegelänge (wrong reported trips), etc.) und
- Aufbereitungsfehler: Eingabe- und Ausgabefehler, Programmierfehler, Formelfehler, Tabellierungsfehler.

Auch bei Nichtstichprobenfehlern lässt sich grundsätzlich festhalten, dass - wenn diese ignoriert werden - ein systematischer Fehler begangen wird. Abbildung 3-2 zeigt eine vereinfachte Zusammenfassung wesentlicher Fehlerarten.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an STRECKER/WIEGERT (1994)

Abbildung 3-2: Fehlerarten

117 STRECKER/WIEGERT (1994)

Hervorzuheben ist, dass Erfassungsfehler, d. h. Fehler im Auswahlrahmen und Antwortausfälle, Selektivitäten nach sich ziehen können. Während dies bei Fehlen bestimmter Elemente der Grundgesamtheit a priori anzunehmen ist, kann bei Antwortausfällen im günstigsten Fall (wenn sich die Nichtantworter in der Population zufällig verteilen) die Selektivität vernachlässigt werden. Im ungünstigsten Fall kommt es zu einem starken Bias der Ergebnisse durch die sogenannte Selbstselektion[118]. Als weitere problematische Fehlerart sind in der Gruppe der Messfehler vor allem Verzerrungen und Variabilität in den Antworten zu nennen.

3.5 Einsatz von Gewichten in Schätzverfahren

Die Korrektur von Verzerrungen der Stichprobe kann in bestimmten Grenzen durch Nachgewichtung von Erhebungsergebnissen, d. h. durch Anwendung mehr oder weniger komplexer Rechenregeln und Schätzverfahren, erfolgen. Verzerrungen sind Abweichungen der Struktur der Stichprobendaten von der Struktur der Grundgesamtheit. Zielstellung einer jeden Gewichtung ist, diese Abweichungen zu korrigieren. Gewichtungsverfahren verwenden im Allgemeinen eine oder mehrere Hilfsvariablen, deren Merkmalseigenschaften sowohl für die Stichprobe als auch für die Grundgesamtheit bekannt sind. Eine wesentliche Eigenschaft der Hilfsvariablen sollte sein, dass ein möglichst starker Einfluss dieser auf die Ausprägung der Untersuchungsmerkmale besteht. Neben den Hilfsvariablen werden häufig die Informationen der Stichprobenplanung, insbesondere unterschiedliche Auswahl bzw. Einschlusswahrscheinlichkeiten, für eine Gewichtung genutzt.

Durch Anwendung einer Gewichtung lässt sich im Allgemeinen der durch systematische Stichproben- und Nichtstichprobenfehler auftretende Bias vermindern. Der Einsatz von Stichprobengewichten ist jedoch nicht unumstritten. Dies betrifft sowohl die Art und Weise der Gewichtungsprozedur an sich als auch die ethische Frage, ob und inwieweit überhaupt Gewichtung ein zulässiges Verfahren ist[119].

In der Literatur[120] werden zum Ausgleich von Stichprobenverzerrungen insbesondere *zwei klassische Gewichtungsverfahren* genannt:

- Gewichte auf Basis inverser Wahrscheinlichkeiten (Typ 1) und
- Gewichte zur nachträglichen Schichtung (Poststratifikation) (Typ 2).

118 Ein typischer Fall ist z. B. eine Befragung zum Radverkehr in einer Stadt. Probanden mit besonderem Interesse an der Erhebung nehmen in hohem Umfang teil (Radfahrer). Diejenigen ohne Interesse nehmen unter Umständen gar nicht teil. Die Antworten sind in Bezug auf die Grundgesamtheit (alle Einwohner der Stadt) mit hoher Wahrscheinlichkeit verzerrt.

119 Für eine weitere Diskussion dieser Thematik siehe KISH (1990), ROTHE in GABLER ET AL. (1994), oder VON DER HEYDE (1999)

120 Z. B. KISH (1990); GELMAN/LITTLE (1998); LOHR (1999)

Diese sollen einerseits unterschiedliche Auswahlwahrscheinlichkeiten und andererseits bekannte oder erwartete Unterschiede zwischen Stichprobe und Grundgesamtheit korrigieren. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Gewichtungstypen besteht darin, dass für den ersten Typ die Gewichte im Grunde vor der Erhebung feststehen. Für den zweiten Typ hingegen können die Gewichte erst nach der Datenerhebung mit Hilfe bekannter Informationen zu bestimmten Merkmalen der Grundgesamtheit berechnet werden[121]. Darüber hinaus steht mit dem Verfahren der (iterativen) Randanpassung (engl.: Raking bzw. IPF – Iterative Proportional Fitting, wobei letzteres lediglich das Wiederholen der Raking Prozedur darstellt[122]) eine Prozedur zur Verfügung, die im Grunde der Poststratifizierung ähnelt und in der Literatur auch häufig unter diesem Kapitel aufgeführt wird[123]. Poststratifikation kann auch verwendet werden, um Nonresponse im Zusammenhang mit ungleichen Auswahlwahrscheinlichkeiten zu korrigieren[124].

Die Gewichte werden nach ihrer Art häufig als „*Design- und Transformationsgewichte*“ (Typ 1) sowie „*Anpassungs- oder Ausfallgewichte*“ (Typ 2) bezeichnet[125]. Derartige Gewichte erlauben eine freie Hochrechnung. Bei einer freien Hochrechnung wird jedem Stichprobenelement ein Hochrechnungsgewicht zugeordnet (engl. expansion weight; grossing up weight), welches dann bei der Analyse direkt Verwendung findet[126].

Die unterschiedlichen Gewichte werden oftmals stufenweise berechnet und eingesetzt, wobei im Normalfall zunächst die Designgewichtung und im Anschluss die Anpassungsgewichtung vorgenommen wird. Dieses Vorgehen ist seit vielen Jahren in der Forschungspraxis Standard[127]. Auch eine Glättung von Gewichten ist ein weit verbreiteter Kompromiss zwischen Bias-Reduktion und Varianzvergrößerung. Dabei werden zu hohe Gewichte auf ein vorher definiertes Maximalgewicht gestutzt. Dies ist insbesondere dann zu überlegen, wenn die Datensatzgewichte zu variabel sind und diese dann selbst eine unakzeptabel hohe Varianz zeigen[128].

Kalton et al. (2003; S. 83 ff.) gibt einen Überblick über verschiedene Gewichtungsmethoden. Neben den oben genannten klassischen Gewichtungsprozeduren

121 Vgl. dazu z. B. Kish (1990); Gelman (1998); Lohr (1999); Kalton et al. (2003). In der deutschsprachigen Literatur erhält man einen guten Basisüberblick zur Gewichtungsproblematik mit Gabler et al. (1994).

122 Gelman/Carlin (2000) S. 4; Gelman/Lu (2002) S. 4

123 Z. B. in Lohr (1999) S. 268

124 Gelman/Carlin (2000) S. 14

125 Vgl. beispielsweise Meier (2005) S. 13 f.; Lipsmeier (1995)

126 Vgl. Meier (2005) S. 15

127 Kalton et al. (2003) S. 81 f.

128 Gelman/Carlin (2000) S.10

zur freien Hochrechnung beschreibt der Autor als Verfahren der gebundenen Hochrechnung die modellbasierten Schätzmethoden:

- GREG-Gewichtung (GREG = Generalised Regression Estimation) und
- Logistische Regressionsgewichtung.

Das wesentliche, gemeinsame Merkmal der Gewichtungsprozeduren zur gebundenen Hochrechnung ist, dass weitergehende Informationen über die Beziehung zwischen Untersuchungs- und Hilfsvariablen genutzt werden. GREG basiert im Grunde auf der klassischen Regressionsschätzung der allgemeinen Form y = a+b*x, bei der die Koeffizienten a und b aus der Stichprobe geschätzt und mit der Grundgesamtheitsinformation zum Hilfsmerkmal x das interessierende Merkmal y geschätzt wird. Das GREG-Verfahren ermöglicht die Einbeziehung beliebig vieler Hilfsmerkmale. Es gilt für ideale Bedingungen, d. h. es treten keine Ausfälle durch Nichtantworter und keine Ausfälle im Auswahlrahmen auf[129].

Das Verfahren der logistischen Regressionsgewichtung wurde zur Berücksichtigung von Nonresponse entwickelt. Grundsätzlich basiert das Verfahren auf logistischer Regressionsschätzung, mit deren Hilfe die Antwortwahrscheinlichkeiten vorhergesagt werden. Zur Bestimmung der Gewichte werden dann die Inverse der Antwortwahrscheinlichkeiten genutzt. Der Regressionsschätzung liegen Informationen zu Merkmalen der Grundgesamtheit (Hilfsvariablen) zu Grunde. Vorteilhaft ist, dass Wechselwirkungen zwischen Hilfsvariablen für die Vorhersage der Antwortwahrscheinlichkeiten berücksichtigt werden[130].

Lundström/Särndal (2002) stellen für die bessere Berücksichtigung von Nonresponse in der Gewichtung einen allgemeinen Kalibrierungsansatz vor. Diesem liegt folgende Überlegung zu Grunde. Für die Bestimmung der einzelnen Fallgewichte werden beliebig viele Hilfsvariablen x_n mit n = 1…j verwendet. Diese sollten möglichst hoch mit den Untersuchungsmerkmalen korrelieren und die unterschiedlichen Antwortwahrscheinlichkeiten erklären. Für die Hilfsvariablen muss die Merkmalsausprägung der Grundgesamtheit möglichst gesichert vorliegen. Falls Teilgesamtheiten analysiert werden sollen, können – falls vorhanden – auch entsprechend differenziertere Grundgesamtheitsdaten integriert werden. Nun soll jeder Untersuchungseinheit i einer Stichprobe ein Gewicht w_i zugewiesen werden. Die Gewichte werden unter der Bedingung bestimmt, dass alle mit w_i gewichteten j Hilfsvariablen der Stichprobe möglichst genau den entsprechenden Grundgesamtheitswert der Hilfsvariablen treffen (Optimierungsaufgabe). Die zu wählende Distanzfunktion bestimmt die Art und Weise, wie die Gewichte zu berechnen

129 Kalton et al. (2003) S. 88; Die Autoren stellen das Verfahren kurz anhand eines Beispiels vor. Für weitergehende Informationen siehe Lundström/Särndal (2002) S. 45 ff.

130 Kalton et al. (2003) S. 89; Der Artikel enthält für den interessierten Leser vertiefende Literaturhinweise.

sind. Die auf Basis dieser Überlegung ermittelten kalibrierten Gewichte werden zur Schätzung des Untersuchungsmerkmals y genutzt[131].

Die vorgestellten über die klassische Design- und Anpassungsgewichtung hinausgehenden Ansätze sind mittlerweile methodisch erprobt und zeigen einen gewissen Charme. Jedoch gibt es – zumindest derzeit – noch einige Schwierigkeiten bei deren Handhabung. Einerseits sind umfangreiche Informationen zur Ausprägung externer Variablen der Grundgesamtheit erforderlich. Andererseits erschwert das Fehlen von Standardsoftware mit entsprechenden weiterführenden Statistikprozeduren (z. B. Hypothesentests) den Einsatz derartiger Schätzverfahren. An dieser Stelle soll daher nicht vertieft auf diese Ansätze eingegangen werden. Für künftige Erhebungen könnte durch derartige Gewichtungsverfahren dem Ausfallprozess u. U. besser entsprochen werden. Die nachträgliche Gewichtung der vorliegenden Datengrundlagen ist nur sachgerecht durchführbar, wenn mindestens alle im aktuellen Gewichtungsalgorithmus verwendeten Eigenschaftsmerkmale der Grundgesamtheit ebenfalls zur Neugewichtung zur Verfügung stehen und integriert werden können. Derartige Informationen sind jedoch aus datenschutzrechtlichen Gründen für MiD 2002 nicht verfügbar.

3.6 Varianz- und Intervallschätzung

3.6.1 Vorbemerkung

Um klassische Verfahren der schließenden Statistik anzuwenden, ist streng genommen eine *uneingeschränkte Zufallsauswahl* erforderlich, in der jedes Element der Grundgesamtheit die gleiche Möglichkeit hat in die Stichprobe zu gelangen. Um fundierte Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit ziehen zu können, ist die Zufallsauswahl eine wesentliche Voraussetzung. In der Forschungspraxis ist diese Voraussetzung jedoch oftmals nicht uneingeschränkt erfüllbar.

Aus ökonomischen und Praktikabilitätsgründen ist es bei Haushaltsbefragungen vielfach weder möglich noch sinnvoll, *uneingeschränkte Zufallsstichproben* zu ziehen. Wird ein komplexeres Stichprobendesign gewählt – z. B. eine Klumpenstichprobe –, kann ein entscheidender Fehler unterlaufen, wenn diese wie eine uneingeschränkte Zufallsstichprobe gehandhabt wird[132].

131 LUNDSTRÖM/SÄRNDAL (2002) S. 63 ff. enthält weiterführende Informationen. Poststratifizierung, IPF und GREG sind als Spezialfälle ableitbar (vgl. MEIER (2005) S. 16). Eine praktische Anwendung des Kalibrierungsansatzes zeigt MEIER (2005).

132 LOHR (1999); Im Original: "One of the biggest mistakes made by researchers using surveys is to analyze a cluster sample as if it were an SRS. Such confusion usually results in the researchers re-

Deaton (1997) weißt darauf hin, dass der größte methodische Einflussfaktor auf die Größe der Varianz und damit des Standardfehlers das Clustern von Stichproben ist. Durch das Ignorieren der Klumpeneffekte bei der Varianzschätzung werden die Standardfehler im Allgemeinen zu klein und die t-Werte der entsprechenden Teststatistiken zu groß.

Gelman et al. (2000) stellt fest, dass bei komplexen Stichprobenplänen durch Annahme einer uneingeschränkten Zufallsstichprobe die Varianz und damit der wahre Standardfehler generell unterschätzt werden. Damit sind die berechneten Konfidenzintervalle zu klein und entsprechende Hypothesentests lehnen Nullhypothesen zu schnell ab.

Lipsmeier (1999) zeigt am Beispiel, wie sich die Stichprobenanlage auf die Genauigkeit der Schätzung und damit deren Varianz auswirkt. Dabei wird eindrucksvoll demonstriert, dass Teststatistiken oft fälschlicherweise signifikante Ergebnisse suggerieren, wenn das Stichprobendesign im Verfahren nicht berücksichtigt wird. Sein Beitrag zeigt deutlich, dass das Standardvorgehen, d. h. die Verwendung der Formeln für die uneingeschränkte Zufallsauswahl, ein Fehler sein kann.

Rossi (1997) führt zu dieser Problematik an, dass das Handhaben einer mehrstufigen Klumpenstichprobe als uneingeschränkte Zufallsauswahl in den meisten Fällen schlichtweg falsch ist. Die Schätzer selbst sind bei vollständigem Antwortverhalten zwar unverzerrt, jedoch die berechneten Standardfehler falsch, da im Allgemeinen unterschätzt.

Wolter et al. (1984) betont, dass die Konstruktion von Konfidenzintervallen und die Durchführung von Hypothesentests bei Klumpenstichproben unter bestimmten Bedingungen und für komplexere Schätzer (z. B. Ratios, Korrelationskoeffizienten) problematisch sein können.

Die Notwendigkeit des Einsatzes verbesserter Varianzschätzverfahren bei komplexem Stichprobendesign ist daher unter Statistikern seit Jahrzehnten bekannt und wird immer noch intensiv beforscht. In der Praxis – insbesondere bei ingenieurtechnischen Fragestellungen – werden derartige Zusammenhänge jedoch häufig ausgeblendet.

---

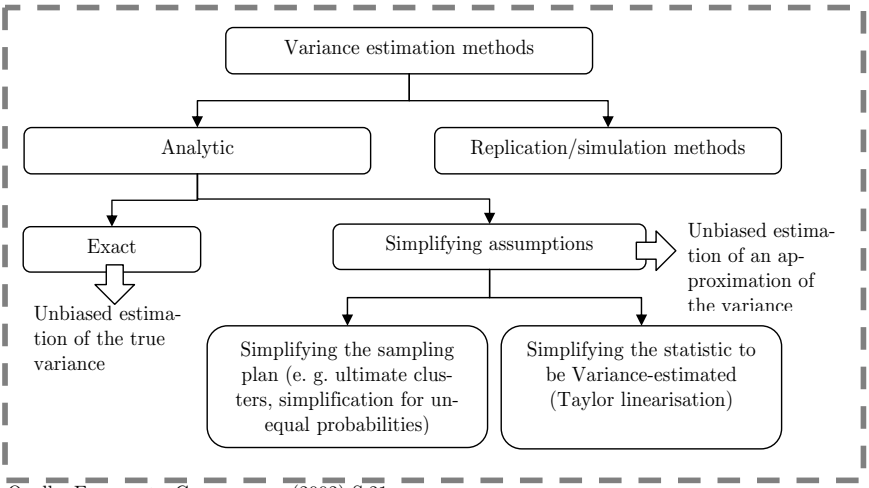
porting standard errors that are usually much smaller than they should be; this gives the impression that the survey results are much more precise than they really are."

3.6.2 Varianzschätzmethoden

Es existiert eine Vielzahl von Möglichkeiten eine Varianzschätzung durchzuführen. Je nach Stichprobenanlage ist es eine durchaus schwierige Aufgabe, die entsprechende Technik auszuwählen und umzusetzen.

Neben der zum Teil nur eingeschränkten Verfügbarkeit von Standardsoftware ist ein Hauptproblem darin zu sehen, dass die entsprechenden Algorithmen häufig umfangreiche Zusatzinformationen zur Stichprobe erfordern (Auswahlwahrscheinlichkeiten erster und zweiter Ordnung, Schicht- und PSU-Informationen, Informationen zum Nonresponse, Grundgesamtheitsinformationen zu Hilfsvariablen, etc.).

Bei Fehlen von Informationen sind entweder Vereinfachungen zu vereinbaren oder alternative Schätzmethoden heranzuziehen. Zur Schätzung der Varianz in Stichprobenerhebungen existieren grundsätzlich folgende designbasierte Möglichkeiten (siehe Abbildung 3-3).



Quelle: EUROPEAN COMMISSION (2002) S.21

Abbildung 3-3: Überblick alternativer Varianzschätzmethoden

Demnach lassen sich zwei Vorgehensweisen unterscheiden. Auf der einen Seite sind Methoden zu nennen, mit deren Hilfe es möglich ist, auf analytischem Weg eine Varianzschätzung durchzuführen. Auf der anderen Seite existiert die Möglichkeit, sogenannte Replikationstechniken zur Varianzschätzung einzusetzen.

Je nach Komplexität der Stichprobenanlage ist ein adäquates Varianzschätzverfahren auszuwählen und einzusetzen. Dabei ist die Wahl des Verfahrens abhängig[133]:

- vom Stichprobenplan (z. B. (proportionaler oder disproportionaler) Schichtung, Klumpung, mehrer Auswahlstufen, unterschiedlicher Auswahlwahrscheinlichkeiten, etc.),
- von der Art des Schätzverfahrens (z. B. Gewichtung),
- von der Art der Nonresponse-Korrektur (Kalibration, Imputation,...),
- von Messfehlern und
- von den zu berechnenden Parametern (linear: TOTALs, Mittelwerte (für bekannte Grundgesamtheiten); nicht-linear: Mittelwerte (für unbekannte Grundgesamtheiten), Verhältnisschätzer).

Zur Illustration der Schätzproblematik dient folgendes einfaches Beispiel. Für eine größenproportional ausgewählte Stichprobe ohne Zurücklegen (variierende Auswahlwahrscheinlichkeiten) ist für einen Mittelwert bei bekannter Grundgesamtheit[134] - wie weiter oben bereits erwähnt - der Horvitz-Thompson-Schätzer eine erwartungstreue Schätzfunktion. Die Varianz dieses Schätzers beträgt in allgemeiner Form[135]:

$$Var(\hat{\bar{Y}}_{HT}) = \frac{1}{N^2}\left[\sum_{i=1}^{N}\frac{1-\pi_i}{\pi_i}Y_i^2 + \sum_{i=1}^{N}\sum_{k\neq i}^{N}\frac{\pi_{ik}-\pi_i\pi_k}{\pi_i\pi_k}Y_iY_k\right] \tag{3.14}$$

Wie in der Formel erkennbar, sind für die Varianzschätzung nunmehr nicht nur die Auswahlwahrscheinlichkeiten erster Ordnung, sondern auch zweiter Ordnung erforderlich. Diese beschreiben die Wahrscheinlichkeit, dass sowohl das i-te als auch das k-te Element in die Stichprobe gelangt. Mit steigendem Stichprobenumfang wird der Aufwand, die Auswahlwahrscheinlichkeiten zu bestimmen, immer größer, was zu erheblichen Problemen führen kann und zur Folge hat, dass die Auswahlwahrscheinlichkeiten zweiter Ordnung bei komplexen Stichprobenplänen in der Regel unbekannt sind[136]. Darüber hinaus besteht insbesondere bei Sekundärdatenanalysen das Problem, dass ohne Weitergabe eines exakten Stichprobenplans selbst die Auswahlwahrscheinlichkeiten erster Ordnung nicht ohne weiteres berechenbar sind. Weiterhin wird die Problematik verkompliziert, wenn die entsprechend berechenbaren Auswahlwahrscheinlichkeiten nicht eintreten (z. B.

133 EUROPEAN COMMISSION (2002) S. 11

134 Damit ist die Parameterschätzung ein lineares Problem, da der Parameter in engem Zusammenhang mit dem entsprechenden Total $t_y = \sum_u y_k$ steht, was dividiert durch die entsprechende Grundgesamtheit N zu einer erwartungstreuen Mittelwertsschätzung führt [vgl. SÄRNDAL ET AL. (1992) S. 181].

135 Vgl. LOHR (1999) S. 197, Formel 6.13 (total); STENGER (1986) S. 203 (Mittelwert)

136 GABLER/HÄDER (2000) S. 81

durch Selektivitäten im Ausfallprozess). Häufig sind neben ungleichen Auswahlwahrscheinlichkeiten noch Schichtung und Klumpung der Stichprobe sowie mehrere Auswahlstufen vorhanden, was die Komplexität der Schätzfunktionen weiter erhöht.

Je komplexer das Stichprobendesign, desto schwieriger ist eine exakte analytische Berechung der Varianz. Dies hat zur Folge, dass in vielen Fällen eine derartige Ermittlung schlichtweg nicht möglich ist. Um die Varianz trotzdem analytisch ermitteln zu können, sind entsprechende Vereinfachungen notwendig, mit deren Hilfe diese zumindest näherungsweise berechenbar wird. Vereinfachungen können dabei einerseits auf der Ebene des Stichprobenplans erfolgen, andererseits die eingesetzten Parameterschätzer betreffen (Linearisierung von nichtlinearen Schätzern).

Vereinfachungen auf der Ebene des Stichprobenplans lassen sich durch Ignorieren bestimmter Designmerkmale (unterschiedlicher Auswahlwahrscheinlichkeiten, der Schichtung, der Klumpung, einer Auswahlstufe,...) realisieren[137]. Auswirkungen derartiger Schritte lassen sich zum Teil abschätzen. Das Vernachlässigen der Stichprobenschichtung führt häufig zu einer Varianzüberschätzung (Schichtungseffekt). Demgegenüber tendiert die Vernachlässigung der Klumpung zu einer Unterschätzung der Varianz (Klumpeneffekt)[138]. Ebenso neigt eine Vernachlässigung unterschiedlicher Auswahlwahrscheinlichkeiten eher zu einer Varianzunterschätzung[139].

Eine weitere wesentliche Vereinfachung ist immer dann notwendig, wenn nichtlineare Schätzfunktionen vorliegen. Ein übliches Verfahren dazu ist die Linearisierung dieser nichtlinearen Ausdrücke mit Hilfe von Taylorreihen. Diese Technik wird als Taylor-Linearisierungsmethode bezeichnet. Die Taylor-Linearisierungsmethode liefert eine verzerrte Schätzung, die zum Unterschätzen der wahren Werte tendiert und von der Stichprobengröße und Komplexität der zu schätzenden Parameter abhängt. Für einfache Parameterschätzungen (wie dem gewichteten Stichprobenmittelwert) ist die Verzerrung auch bei kleinen Stichprobengrößen vernachlässigbar, während sie für große Stichproben gegen null geht. Andererseits werden für komplexe Parameterschätzungen große Stichproben benötigt, um die Verzerrung klein zu halten[140].

137 European Commission (2002) S. 21 f.
138 Vgl. z. B. European Commission (2002) S. 22; Stenger (1986) S. 121 und S. 152
139 European Commission (2002) S. 11
140 European Commission (2002) S. 22; Eine ausführliche Darstellung der Taylor-Linearisierung findet sich in Särndal et al. (1992) S. 172 ff.

Ein anderer Ausweg bietet sich durch die Verwendung von Replikationstechniken[141]. Diese haben insbesondere in den letzten Jahren, aufgrund der sich ständig erhöhenden Computerrechenleistung, an Bedeutung gewonnen. Der Hauptvorteil ist, dass sie einen robusten und flexiblen Ansatz zur Varianzschätzung darstellen, der im Grunde für jedes Stichprobendesign und jede Schätzprozedur eingesetzt werden kann. Ein Hauptnachteil ist in den relativ langen Rechenzeiten, insbesondere bei großen Stichprobenerhebungen, zu sehen. Der Grundgedanke von Replikationstechniken besteht darin, den Auswahlprozess nachzubilden. Dazu sind von der Gesamtstichprobe möglichst viele kleinere Unterstichproben nach dem zur Anwendung kommenden Auswahlverfahren zu ziehen und für jede die entsprechende Parameterschätzung durchzuführen. Die Variabilität der Untergruppen wird dann zur Ableitung der Varianz der Gesamtstichprobe verwendet[142].

In der Praxis häufig eingesetzte Techniken sind u. a. ‚Jackknife', ‚bootstrap', ‚balanced repeated replication' und ‚random groups'. Je nach Verfahren sind u. U. für alle Unterstichproben Replikationsgewichte zu berechnen. In SÄRNDAL ET AL. (1992) werden diese Methoden ausführlich vorgestellt. Darüber hinaus existiert für ‚Jackknife' eine modifizierte Variante ‚Jackknife linearised', welche insbesondere die Rechenzeit für große Stichprobenerhebungen reduziert[143]. Eine weitere Möglichkeit zur besseren Berechnung der Varianz ist die Abkehr vom designbasierten hin zum modellbasierten Denken (z. B. Kalibrierungsansatz, siehe auch Kapitel 3.5)[144].

Mit Hilfe der unterschiedlichen Methoden zur Varianzschätzung kann für jedes Schätzproblem eine entsprechende Berechnung der Varianz und damit der Genauigkeit erfolgen. Welche Verbesserung oder Verschlechterung mit dem Schätzer für ein beliebiges Stichprobenverfahren gegenüber einer uneingeschränkten Zu-

141 Eine Evaluierung verschiedener Varianzschätzverfahren war Aufgabe des Projektes „Data Quality in Complex Surveys within the New European Information Society (DACSEIS)" mit Förderung der Europäischen Kommission und in enger Zusammenarbeit mit IST und EUROSTAT (Projekt-Nr.: IST -2000-26057, Laufzeit März 2001 – Mai 2004). Im Rahmen dieses Projektes erfolgten Monte-Carlo-Simulationen zur Schätzgenauigkeit verschiedener Varianzschätzprozeduren. Darüber hinaus wird auch auf die Möglichkeit der ‚Small Area Estimation' verwiesen. Eine ausführliche Beschreibung dieses Ansatzes findet sich in RAO, J. N. K.: „Small Area Estimation". JOHN WILES & SONS (2003)

142 EUROPEAN COMMISSION (2002) S. 23

143 EUROPEAN COMMISSION (2002) S. 24; Diese Variante der Jackknife-Prozedur führt in Verbindung mit dem GREG-Schätzer inkl. Nonresponse-Korrektur in den DACSEIS-Simulationsstudien näherungsweise zu vergleichbar guten Ergebnissen und zeichnet sich dabei durch deutlich geringere Rechenzeiten aus. MÜNNICH/RÄSSLER (2004) stellen u. a. Simulationsergebnisse auf Basis des Mikrozensus für ‚Jackknife linearised' und für den ‚Kalibrierungsansatz nach Lundström/Särndal' vor. Weitere wesentliche Hinweise zur Nonresponse-Problematik gibt BERGER ET AL. (2004).

144 Vgl. GABLER/HÄDER (2000) S. 83

fallsauswahl (ohne Zurücklegen) erzielt wird, drückt der Design-Effekt aus. Dieser ist für einen beliebigen Parameter definiert als:

$$deff = \frac{Var_{complex}(\hat{\theta})}{Var_{SRS(wor)}(\hat{\theta})} = \frac{\text{Varianz von } \hat{\theta} \text{ bei komplexem Design}}{\text{Varianz von } \hat{\theta} \text{ bei uneingeschränkter Zufallsauswahl}} \tag{3.15}$$

Die Wurzel aus dem Design-Effekt wird auch Design-Faktor bezeichnet[145]. Der Design-Faktor lässt sich intuitiv als Vergrößerungsfaktor/Verkleinerungsfaktor des Standardfehlers interpretieren.

$$deft = \sqrt{deff} \tag{3.16}$$

Eine weitere Anwendung des Design-Effektes ist die Angabe der Stichprobeneffektivität. Wird zum Beispiel die Frage gestellt, welchen Einfluss eine Redressment-Gewichtung auf die Präzision eines Schätzers hat (z. B. bei uneingeschränkter Zufallsauswahl jedoch Vorhandensein von Antwortausfällen), kann dieser Zusammenhang als Inverse des Design-Effektes ausgedrückt werden.

$$Eff = \frac{1}{deff} \cdot 100 \tag{3.17}$$

Das Ergebnis kann als effektiver Stichprobenumfang interpretiert werden. Das Maß drückt aus, wie viel Prozent des Stichprobenumfanges n benötigt werden, damit bei uneingeschränkter Zufallsauswahl (ohne Zurücklegen) der ungewichtete Mittelwert die gleiche Varianz hat wie der gewichtete Mittelwert[146].

3.6.3 Intervallschätzung

Aus der auf Basis der Stichprobendaten geschätzten Varianz kann eine Intervallschätzung durchgeführt werden. Um die Anwendung der Intervallschätzung zu plausibilisieren, bedient man sich am besten eines Gedankenexperimentes. Geht man davon aus, dass k Stichproben gleichen Musters aus der Grundgesamtheit gezogen werden (d. h. eine empirische Untersuchung zum selben Zeitpunkt k mal durchgeführt werden würde), kann mit großer Wahrscheinlichkeit nie der gleiche Mittelwert reproduziert werden. Im Gegenteil, alle Stichprobenmittel werden in einem bestimmten Bereich um den Mittelwert aller Stichprobenmittel normalverteilt streuen, da sich diese Abweichungen normalerweise nur rein zufallsbedingt unterscheiden (zentrales Grenzwerttheorem). Die Größe dieses Bereiches hängt von der Streuung der erhobenen Mittelwerte k gleichgroßer Zufallsstichproben ab. Die Größe des Standardfehlers wiederum hängt maßgeblich von der Streuung der Einzelmesswerte in der Grundgesamtheit ab. Die Schlussfolgerung ist, dass der

145 Gabler/Häder (2000) S. 78
146 Gabler/Häder (2000) S. 87

Standardfehler des Mittelwertes – von k Zufallsstichproben – sich proportional zur Streuung des Merkmals in der Grundgesamtheit verhält. Aus diesen Überlegungen heraus kann plausibel formuliert werden, dass, wenn der gefundene Mittelwert eines einzigen Zufallsexperimentes ein erwartungstreuer Schätzer des unbekannten Parameters μ ist, ein Konfidenzintervall zur Angabe des Bereiches, in dem dieser wahre Parameter liegt, geschätzt werden kann. Das 95 % - Konfidenzintervall besagt dann, dass – wenn sehr viele Zufallsstichproben aus einer Grundgesamtheit gezogen werden würden – 95% der Konfidenzintervalle den wahren Parameter μ einschließen und 5 % nicht[147].

Die Konfidenzintervallbreite (KIB) ergibt sich auf Basis des Standardfehlers (RMSE) zu:

$$KIB = 2 \cdot z_{(1-\alpha/2)} \cdot RMSE \tag{3.18}$$

mit

$$RMSE = \sqrt{Var(\hat{\theta})} \tag{3.19}$$

wobei $Var(\hat{\theta})$ der Varianz der Schätzfunktion für den Parameter $\hat{\theta}$ unter Berücksichtigung des Stichprobenverfahrens entspricht.

Werden für Sekundärdatenanalysen Design-Effekte für die entsprechenden Parameter zur Verfügung gestellt, können diese für die Genauigkeitsschätzung verwendet werden. Für ein approximatives Konfidenzintervall ergibt sich demnach[148]:

$$[\hat{\theta} - z_{(1-\alpha/2)} \cdot \sqrt{Var_{srs(wor)}(\hat{\theta}) \cdot deff}\,; \hat{\theta} + z_{(1-\alpha/2)} \cdot \sqrt{Var_{srs(wor)}(\hat{\theta}) \cdot deff}\,] \tag{3.20}$$

Der Faktor $z_{(1-\alpha/2)}$ stellt den Konfidenzkoeffizienten dar. Unter der Annahme einer Normalverteilung ergibt sich dieser für ein 95 % - Konfidenzintervall zu $z_{(1-\alpha/2)} = 1{,}96$ [149].

Abschließend sei nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass aufgrund der meist unbekannten Streuung des Merkmals in der Grundgesamtheit schon bei Verwendung der Stichprobenstreuung Unsicherheiten in die Intervallschätzung hineingetragen werden. Für die Schätzung der Streuung aus der Stichprobe sollte daher grundsätzlich der Stichprobenumfang $\mathbf{n > 30}$, besser $\mathbf{n > 100}$ betragen. Die Annäherung durch Stichprobenwerte wird bei Anteilswerten umso schlechter je

147 Vgl. CLAUß/EBNER (1974) S. 162 ff.; BORTZ (2004) S. 89 ff.

148 Vgl. GABLER/HÄDER (2000) S. 85

149 Das in der Arbeit verwendete Programmpaket „ComplexSamples“ von SPSS 15 arbeitet zur Konfidenzintervallbestimmung jedoch mit einer Student t-Verteilung, bei der $z_{(1-\alpha/2)}$ zusätzlich von den jeweiligen Freiheitsgraden (df = degrees of freedom) abhängt und damit nicht mit einem konstanten Konfidenzkoeffizienten.

kleiner der Stichprobenumfang ist. Daher ist als Faustregel die Beziehung $n \cdot p \cdot q \geq 9$ mit n = Stichprobenumfang, p = Anteilswert und q = 1 - p einzuhalten[150]. Die Konfidenzintervalle können als Fehlerindikatoren in Diagrammen dargestellt werden.

3.7 Hypothesenprüfung

3.7.1 Deskription versus Induktiver Schluss

Die Auswertung von Datengrundlagen auf deskriptive, d. h. beschreibende Weise, ist die am stärksten verbreitete Art analytischer Meinungsbildung. Deskriptive Ansätze haben den Vorteil, dass die gewonnenen Aussagen und Schlüsse im Grunde widerspruchsfrei sind. Dies ist damit zu begründen, dass Merkmalsausprägungen im vorhandenen Datenmaterial lediglich aggregiert dargestellt und beschrieben werden. Dazu werden im Allgemeinen Tabellen, grafische Darstellungen und statistische Maßzahlen der zentralen Tendenz (z. B. arithmetischer Mittelwert, Median, Modalwert) und Dispersionsmaße (z. B. Standardabweichung, Varianz) verwendet.[151] Dabei ist es weder zweckmäßig, oft auch gar nicht möglich, alle Messwerte oder Beobachtungen im Einzelnen zusammenzustellen. Ziel ist es vielmehr, empirische Befunde sinnvoll zusammenzufassen[152]. Nachteil der deskriptiven Auswertung von Daten ist, dass jegliche Art der Verallgemeinerung über den Beobachtungsraum hinaus unzulässig ist. D. h., auf eine über die untersuchten Fälle hinausgehende Grundgesamtheit können keine Rückschlüsse getroffen werden. Es können lediglich **Vermutungen benannt** oder Hypothesen generiert werden (exploratives Vorgehen). Ein Überblick über die Möglichkeiten und Grenzen deskriptiver Herangehensweisen lässt sich z. B. mit Bol (1993), Bortz (2004), Bourier (1988), Ferschl (1995) und Schultze (1990) gewinnen.

Demgegenüber ist das Problem des induktiven Schließens deutlich komplexer. Bei einer longitudinalen Datenstruktur (Längsschnittanalyse/Panelstruktur) sind klassische Methoden der schließenden Statistik generell problematisch, da u. a. die Unabhängigkeit der Merkmale (Messwiederholung) nicht gewährleistet ist. Sowohl in der Literatur als auch in diversen Forschungsarbeiten gibt es jedoch eine Vielzahl an Hinweisen zur Panelproblematik, um die komplexe Datenstruktur für das statistische Schließen adäquat zu berücksichtigen[153]. Bei Querschnittsanalysen mit Zufallsauswahl ist die Anwendung von klassischen, statistischen Verfahren bei Er-

150 Vgl. Clauß/Ebner (1974) S. 173; Bortz (2004) S. 104
151 Siehe dazu Sachs (2004) S. 11 f.; Bortz (2004) S. 36 ff.
152 Vgl. Clauß/Ebner (1974) S. 43
153 Vgl. dazu BIBB (1998); Kloas/Kuhfeld/Kunert (2001)

füllung der Verfahrensvoraussetzungen weniger problematisch. Die folgende Darstellung soll zum Verständnis der Thematik und zur Einordnung der Methodik beitragen. Sie soll dabei die häufig, insbesondere in den Ingenieurwissenschaften. laut werdende Kritik und Skepsis induktiver Herangehensweisen und Ergebnisse einfangen.

3.7.2 Parametrische und nichtparametrische Prüfverfahren

Da die vorliegende Untersuchung die Prüfung der konkreten Einsatzfähigkeit spezieller Verkehrs-Verhaltensparameter des Raum-Zeit-Gefüges zum Gegenstand hat, kommen vor allem *strukturprüfende Verfahren* in Frage. *Strukturentdeckende Verfahren* werden hingegen verwendet, wenn als Fragestellung die Segmentierung bzw. Klassenbildung oder die Erstellung von Typologien im Vordergrund der Forschungsaufgabe steht.

Als strukturprüfende Verfahren kommen parametrische oder nichtparametrische Prüftechniken in Betracht. Die Teststärke[154] nichtparametrischer Tests ist gegenüber parametrischen generell geringer. Je mehr Voraussetzungen an einen Test gestellt werden, desto höher ist im Allgemeinen dessen Teststärke. Neben der geringeren Teststärke von nichtparametrischen Tests zeichnen sich diese zudem durch eine im Allgemeinen geringere Effizienz (also Wirksamkeit) aus. Die Effizienz beschreibt das Verhältnis des erforderlichen Stichprobenumfangs eines parametrischen Tests gegenüber einem nichtparametrischen Test, um die gleiche gegebene Teststärke zu erzielen[155].

Als parametrisches Prüfverfahren ist vor allem die Varianzanalyse zu nennen. Für einfaktorielle Varianzanalysen gelten grundsätzlich folgende Anwendungsvoraussetzungen[156]:

- Die Fehlerkomponenten[157] müssen in den Grundgesamtheiten, denen die untersuchten Stichproben entnommen wurden, normalverteilt sein.
- Die Varianzen der Fehlerkomponenten müssen in den Grundgesamtheiten, denen die Stichproben entnommen wurden, homogen sein.
- Die Fehlerkomponenten müssen innerhalb einer und zwischen mehreren Stichproben unabhängig sein.

154 Mit der Teststärke (oder Power) eines Tests wird die Wahrscheinlichkeit bezeichnet, eine richtige Alternativhypothese H1 als solche zu identifizieren [SACHS (2004) S. 198].

155 Vgl. SACHS (2004) S. 201 ff.

156 Siehe BORTZ (2004) S. 284

157 Bezogen auf die Stichprobendaten kennzeichnet die Fehlerkomponente die Abweichung eines Messwertes vom jeweiligen Stichprobenmittel. Aufgrund der alleinig additiven Verbindung der eigentlichen Messwerte mit der Fehlerkomponente gilt die Voraussetzung gleichermaßen für die Messwerte selbst [BORTZ (2004) S. 285].

Der Anspruch an die Erfüllung aller Voraussetzungen für die Varianzanalyse verliert mit wachsendem Stichprobenumfang an Bedeutung[158].

Die Ergebnisse univariater einfaktorieller Varianzanalysen zeigen nur, ob sich Mittelwerte verschiedener Gruppen prinzipiell signifikant unterscheiden. D. h. mindestens eine Gruppe zeigt gegenüber anderen Gruppen einen statistisch bedeutsamen Unterschied. Will man zusätzlich überprüfen, welche Mittelwerte paarweise verschieden sind, so bedient man sich multipler Mittelwertvergleiche (post-hoc-Tests). Aus der Fülle der Tests werden bei Varianzhomogenität oftmals der Scheffé-Test und der Duncan-Test angewandt. Der Scheffé-Test gilt dabei als der konservativste Test in dem Sinne, dass nur große Effekte signifikant wirken können. Zudem gilt er als sehr robust gegenüber Verletzungen der Testvoraussetzungen. Im Gegensatz dazu weist der Duncan-Test bereits kleine Effekte als signifikant aus, und gilt somit als ein radikalerer Test[159]. In der Kombination beider Tests lassen sich zum einen durch den Duncan-Test selbst „kleine“ Mittelwertunterschiede statistisch nachweisen. Diese lassen sich dann durch den Scheffé-Test auf ihre Robustheit prüfen. Die Voraussetzungsanforderungen der Varianzanalyse gelten grundsätzlich gleichermaßen für die multiplen Mittelwertvergleiche. Im Fall nichthomogener Varianzen arbeiten diese Verfahren relativ unzuverlässig. Gängige Standardsoftware (SPSS, SAS u. a.) bieten jedoch zusätzliche Verfahren an, die robust auf Voraussetzungsverletzung reagieren (z. B. Welch-Test, Tahame-Algorithmus).

Bei begründeten Zweifeln an der Zuverlässigkeit der parametrischen Testverfahren sind verteilungsfreie (nichtparametrische) Verfahren zu wählen. Für Daten unhabhängiger Stichproben nichtnormalverteilter Merkmale mit nicht unbedingt gleichen Varianzen (jedoch ähnlichen Verteilungstyps[160]) hat sich vor allem der Kruskal-Wallis-Test (H-Test) etabliert. Der H-Test dient zum Vergleich von mehr als zwei unabhängigen Stichproben. Er stellt damit eine Erweiterung des U-Tests dar. Eingesetzt wird dieser vornehmlich bei ordinal skalierten Variablen bzw. bei solchen (metrischen) Variablen, welche die Voraussetzung für parametrisches Testen nicht erfüllen. Geprüft wird die Nullhypothese, dass die mittleren Ränge der n unabhängigen Stichproben in der Grundgesamtheit gleich sind. Für derartige Tests wird als logische Konsequenz nicht mehr von Mittelwertvergleichen gesprochen, da für Ordinaldaten keine Mittelwerte berechenbar sind, sondern von dem Vergleich unabhängiger Stichproben bezüglich ihrer zentralen Tendenz[161]. Genutzt wird daher der Zusammenhang, dass wenn Mittelwerte unabhängiger Stichproben

158 Eine ausführliche Bewertung zur Erfüllung der Voraussetzungen gibt Bortz (2004) S. 286 f.
159 Vgl. z. B. Brösius (2004) S. 514; Bortz (2004) S. 274; Sachs (1999) S. 626
160 Vgl. Sachs (2004) S. 614
161 Bortz (2004) S. 150

voneinander verschieden sind, sich auch die mittleren Ränge voneinander unterscheiden.

Der H-Test besitzt wie der U-Test eine asymptotische Effizienz von ca. 95 % gegenüber einer parametrischen Varianzanalyse mit optimaler Erfüllung aller Voraussetzungen[162]. Das Prinzip des Tests ist das Ersetzen der gegebenen erfassten Ausprägungen durch Rangplätze. Die Abstände der Ränge zueinander werden dabei völlig vernachlässigt. Stattdessen ermittelt der Test die Summen der Rangplätze und ordnet diesen die Fälle in den Substichproben zu[163]. Danach wird mittels Chi²-Tests geprüft, ob die durchschnittlichen (mittleren) Rangwerte in den einzelnen Substichproben gleich sind[164].

Ein weiterer, recht einfacher Test, ist der Median-Test. Die Nullhypothese besteht darin, ob mehrere unabhängige Stichproben den gleichen Median aufweisen. Die asymptotische Effizienz des Mediantests beträgt lediglich 64 % gegenüber einer parametrischen Varianzanalyse. Der Test ist vor allem dazu geeignet, hochsignifikante Befunde anderer Prüfverfahren (z. B. des H-Tests), denen man nicht so recht vertraut, zu kontrollieren[165].

Für die Untersuchung zwei- oder mehrfach gestufter Häufigkeitsmerkmale sind ebenso Chi²-Techniken geeignet[166]. Für zwei Merkmalsalternativen erhält man eine bivariate Häufigkeitsverteilung in Form einer 4-Felder-Kontingenztafel und führt einen 4-Felder-Chi²-Test durch. Sind zwei mehrfach gestufte Häufigkeitsmerkmale zu untersuchen, findet der k*l-chi²-Test Anwendung (Merkmal A ist k-fach gestuft, Merkmal B l-fach). Der Chi²-Test prüft die Unabhängigkeit der Verteilungen. Dazu liegt die H_0 zugrunde, dass die zu vergleichenden Merkmale stochastisch unabhängig voneinander sind. Wird die Nullhypothese zurückgewiesen, lässt sich demnach im Umkehrschluss folgern, dass ein Zusammenhang zwischen den Merkmalen besteht[167]. Der Chi²-Test ist ein nichtparametrischer Test. Jedoch liefert er nicht unter allen Bedingungen zuverlässige Ergebnisse und ist daher an Voraussetzungen geknüpft. Zum einen soll die erwartete Häufigkeit in jeder Zelle der

162 Anzumerken ist, dass sowohl U-Test wie auch H-Test sogar empfindlicher auf Varianzheterogenität reagieren als der T-Test. Jedoch halten diese das vorgegebene Alpha-Niveau besser ein. Der H-Test reagiert dabei vornehmlich als liberaler Test [SACHS (2004) S. 391].

163 Eine genaue Herleitung findet sich u. a. in SACHS (2004) S. 394 ff.

164 Vgl. BRÖSIUS (2004) S. 870

165 SACHS (2004) S. 391

166 Eine ausführliche Beschreibung der Chi²-Methoden gibt BORTZ (2004) S. 150 ff.

167 BORTZ (2004) S. 172; BRÖSIUS (2004) S. 424; Praktisch lässt sich dies am Beispiel der Merkmale Tagesgang der Ortsveränderungen (Merkmal A: 24-fach gestuft) und politische Ortsgröße (Merkmal B: z. B. 4-fach gestuft) wie folgt veranschaulichen: Kann die Nullhypothese abgewiesen werden, wird angenommen, dass ein Zusammenhang zwischen beiden Merkmalen besteht. Falls ein Zusammenhang besteht, die Merkmale also in gegenseitiger Abhängigkeit stehen, unterscheidet sich der Tagesgang nach Ortsgrößenklassen.

Kreuztabelle größer fünf sein[168]. Zum anderen sollten für einen k*l-Chi²-Test nach Möglichkeit mehr als fünf Felder vorhanden sein. Jedoch findet man in der Literatur die abgeschwächte Forderung, dass in nicht mehr als 20% der Felder eine erwartete Häufigkeit von unter fünf auftreten sollte[169].

3.7.3 Statistische Signifikanz und Praxisrelevanz

Aufgrund der Streuung von Untersuchungsmerkmalen können insbesondere bei sozialwissenschaftlichen Untersuchungen kaum exakt reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden. Dies hat zur Folge, dass sichere und eindeutige Schlussfolgerungen kaum gezogen werden können. Dieser Umstand führt dazu, dass die schließende Statistik lediglich als Entscheidungshilfe gelten kann, deren Methoden es erlauben sollen „*...vernünftige optimale Entscheidungen im Falle von Ungewissheit...*“ zu treffen[170].

Die statistische Unsicherheit führt im Entscheidungsprozess dazu, dass dem Bewertungsaspekt eine besondere Bedeutung zukommt und die Signifikanz nur ein Baustein des gesamten Bewertungsprozesses sein kann. Eine Hypothese kann im günstigsten Fall „widerlegt“, in keinem Falle aber „bewiesen“ werden. Aufgrund der Testergebnisse kann eine Hypothese demzufolge nur „angenommen“, d. h. diese gegenüber einer anderen vorgezogen werden[171].

Ein Problem, welches bei der Prüfung von Unterschiedshypothesen immer auftritt, besteht darin, dass mit wachsender Stichprobengröße nahezu jeder Merkmalsunterschied ein signifikantes Prüfergebnis erzeugen kann. Dies ist damit zu begründen, dass eine exakte Merkmalsgleichheit zweier unterschiedlicher Populationen nur theoretisch auftritt. In der Realität werden insbesondere bei verhaltensbezogenen Fragestellungen immer Unterschiede existieren, die dann bei genügend großen Stichprobenumfängen auch stets signifikant wären. Damit ist in solchen Fällen, z. B. für einen Mittelwertsvergleich, die H_0 ($\mu_0 = \mu_1$) chancenlos.

Auch der entgegengesetzte Fall ist entscheidungstechnisch bedeutsam. Zeigt ein Mittelwertvergleich, dass Unterschiede offenkundig „praktisch bedeutsam“ sind, da z. B. eine beachtliche Mittelwertdifferenz ($\mu_0 \neq \mu_1$) vorliegt, besitzt dieser Befund nur Aussagekraft, wenn dieses Ergebnis nicht zufällig zustande kam. Um diese Zufälligkeit zumindest teilweise aufzufangen, ist die statistische Signifikanz dieses Unterschiedes eine sinnvolle Entscheidungshilfe[172].

168 Bortz (2004) S. 173
169 Brösius (2004) S. 425
170 Sachs (2004) S.30
171 Clauß/Ebner (1974) S. 190
172 Vgl. Bortz (2004) S. 119 f.

Ein drittes Problem besteht darin, dass bei einem nichtsignifikanten Ergebnis die Schlussfolgerung, die H_0 ($\mu_0 = \mu_1$) anzunehmen, nicht belastbar oder streng genommen falsch wäre. Ein nichtsignifikantes Ergebnis bedeutet lediglich, dass anhand der vorhandenen Untersuchungsgruppe die Nullhypothese nicht verworfen werden konnte und über die Richtigkeit von H_0 und H_1 keine Aussage getroffen werden kann. Eine H_0 zu bestätigen ist nur dann statthaft, wenn das gefundene Ergebnis gut mit der H_0, aber nur schwer mit der H_1 zu vereinbaren ist[173].

Dieser Zusammenhang setzt auch voraus, dass fundierte empirische Schlussfolgerungen – d. h. wissenschaftliche Verallgemeinerungen – erst dann gezogen werden können, wenn Messwerte aus unterschiedlichen Stichproben (Untersuchungsgruppen) auf Signifikanz geprüft werden[174] und neben der reinen Signifikanz noch weitere Entscheidungskriterien Berücksichtigung finden.

Die oben benannten Sachverhalte verdeutlichen, dass neben den statistischen Prüfergebnissen weitere Entscheidungshilfen notwendig sind, um statistische Signifikanz mit der praktischen Bedeutsamkeit zu verbinden. Als zusätzliches Kriterium ist die Definition und normative Setzung von Effektgrößen[175] ein probates Mittel. Anhand einer Effektgröße wird eingeschätzt, wie stark ein Kennwert μ_1 mindestens von μ_0 abweichen muss, um von einem planungspraktisch bedeutsamen Effekt auszugehen. Die Bestimmung der Effektgröße ist damit ein inhaltliches Problem, welches vor dem Durchführen des Hypothesentests zu lösen ist[176]. Dabei ist auch von Bedeutung, ob eher ein α-Fehler (Fehler erster Art, d. h. eine richtige Nullhypothese wird fälschlicherweise zugunsten der H_1 abgelehnt) oder ein β-Fehler (Fehler zweiter Art, d. h. eine richtige Alternativhypothese wird fälschlicherweise zugunsten der H_0 abgelehnt) zu begehen ist. Die α-Fehlerwahrscheinlichkeit ist vor dem Test festzulegen und damit bekannt. Sie wird ausgedrückt in der Signifikanzschranke, die bei dem jeweiligen Test verwendet wird. Im Allgemeinen beträgt diese $\alpha = 5$ % oder $\alpha = 1$ %. Demgegenüber lässt sich der β-Fehler bei ungerichteten Alternativhypothesen nicht berechnen[177].

Die Setzung von Effektgrößen wird klassischer Weise vor allem zur Hypothesenfindung und zur Bestimmung optimaler Stichprobenumfänge <u>vor</u> Durchführung von Hypothesentests genutzt. Jedoch bedeutet dies nicht, dass Effektgrößen, wie auch andere explorative Vorgehensweisen, nicht auch zur Hypothesenprüfung ein-

173 Bortz (2004) S. 118

174 Clauß/Ebner (1974) S. 190

175 In der einschlägigen Literatur findet man zur Beschreibung der Größe bzw. Stärke eines Effektes neben dem Begriff „Effektgröße“ (engl. effect size) auch häufig den Begriff „Effektstärke“. In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff „Effektgröße“ gewählt.

176 Bortz (2004) S. 120

177 Bortz (2004) S. 121

gesetzt werden können. Zu diesem Schluss kommt eine Reihe von Autoren, wie z. B. in SEDLMEIER (1996, S. 59) aufgeführt. Aufgrund der Bedeutsamkeit von Effektgrößen als Entscheidungskriterium wird auf diese im folgenden Kapitel gesondert eingegangen.

Stellen Stichproben keine uneingeschränkte Zufallsauswahl dar – dies ist bei Haushaltsbefragungen so gut wie immer der Fall – werden häufig die Standardabweichungen verkleinert und die Mittelwertunterschiede vergrößert. Diese Effekte können damit einen signifikanten Mittelwertunterschied vortäuschen[178]. Aus diesem Grunde bietet es sich neben dem statistischen Testen und der Berücksichtigung der praktischen Bedeutsamkeit für den Parametervergleich an, zusätzlich deren Konfidenzintervalle (KI) als Entscheidungshilfe zu nutzen. Überdecken sich die Vertrauensbereiche nicht, so besteht – insofern diese exakt[179] berechnet wurden – zwischen den untersuchten Parametern ein statistisch bedeutender Unterschied. Damit lässt sich z. B. eine H_0: $\mu_0 = \mu_1$ ablehnen, wenn sich bei einer α-Fehlerwahrscheinlichkeit von 5 % die 95 %-Konfidenzintervalle nicht überlappen. Dieses Vorgehen wäre approximativ gleichbedeutend zu einem auf α= 5 % Fehlerniveau signifikanten Ergebnis eines zweiseitigen (parametrischen) Tests[180]. Im Umkehrschluss kann jedoch nicht direkt gefolgert werden, dass sich die Parameter nicht unterscheiden[181]. Eine Annahme der H_0 kann - wie bereits erwähnt - nur aus dem Gesamtkontext heraus erfolgen.

Exkurs: *QUATEMBER (2005) beschreibt in einem Beitrag einen anderen Ausweg aus dem Signifikanz-Relevanz-Problem. Er sieht diesen in der logischen Schlussfolgerung, die Signifikanzteststrategie zu modifizieren. Das Ergebnis führt von einem standardisiert durchführbaren Signifikanz- zu einem kontextbezogenen Relevanztest. Der wesentliche Unterschied der Testmethodik besteht nun darin, dass eine Modifikation bei der Hypothesenformulierung erfolgt, indem eine sogenannte Relevanz- oder Bedeutsamkeitsschwelle oder auch Relevanzschranke mit Hilfe von Expertenwissen festgelegt wird und diese der Hypothese zugrunde liegt. Die Bedeutsamkeitsschwelle ist in die jeweilige Teststatistik einzubauen. Im Anschluss erfolgt die statistische Prüfung anhand des modifizierten Prüfmaßes. QUATEMBER fasst zusammen, dass für die Relevanzstrategie die näherungsweise gleichwertige schät-*

178 SACHS (2004) S. 358

179 Da sehr häufig die Vertrauensbereiche nur geschätzt werden können, sollte bei der Interpretation eine gewisse Vorsicht geboten sein. Insbesondere ist es wesentlich, dass für die Schätzung der Vertrauensbereiche die Varianzvergrößerung aufgrund nichtzufälliger Auswahl adäquat berücksichtigt wurde. Damit kann das Risiko, dass durch die zu kleine Standardabweichung in den Daten eine erhöhte α-Fehler-Wahrscheinlichkeit gegeben ist, zumindest vermindert werden.

180 Vgl. SEDLMEIER (1996) S. 45; SEDLMEIER gibt bezüglich der Äquivalenz von schätzerbasiertem Vorgehen und Signifikanztest auch Hinweise zu weiterführender Literatur.

181 SACHS (2004) S. 358

zerbasierte Vorgehensweise des statistischen Testens auf Basis der Konfidenzintervalle einfacher umzusetzen ist, als die herkömmliche Vorgehensweise[182] *zu modifizieren. Er weist darauf hin, dass die Umsetzung der herkömmlichen Methode die Ausarbeitung neuer Programme erfordert. Diese Vorgehensweise wäre nach Ansicht des Autors der elegantere Weg. Jedoch ist dieser aufgrund der bislang fehlenden rechentechnischen Umsetzung in Statistikpaketen nicht ohne weiteres durchführbar.*

3.7.4 Effektgrößen

Eine für die Arbeit zentrale Entscheidungshilfe wird in der Effektgröße gesehen. Effektgrößen sind vor allem dann von großer Bedeutung, wenn die Nullhypothese die Operationalisierung der Arbeitshypothesen darstellt. Allgemeingültige Regeln zur Bildung und Interpretation von Effektgrößen existieren nicht[183]. Die adäquate Festlegung dieser ist damit durchaus schwierig und bedarf somit einiger Ausführungen.

Effektgrößen können auf ganz unterschiedliche Weise bestimmt werden. Ein weit verbreitetes Maß für die Effektgröße eines Mittelwertunterschiedes bei Signifikanztests ist das Distanzmaß d[184]. Es wird unter Annahme uneingeschränkter Zufallsauswahl und Varianzgleichheit berechnet als

$$\mathrm{d} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma} \tag{3.21}$$

mit σ als Standardabweichung des untersuchten Merkmals in der Grundgesamtheit. Für die praktische Anwendung unter Benutzung der Stichprobendaten ist d unter Einbeziehung der standardisierten Differenz (d. h. falls die Richtung des Unterschiedes unbedeutend ist) sowie ungleicher Merkmalsvarianzen[185]:

$$\mathrm{d} = \frac{\left|\bar{x}_1 - \bar{x}_2\right|}{\hat{\sigma}_{pooled}} \tag{3.22}$$

$$\text{mit } \hat{\sigma}_{pooled} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1}(x_{i1} - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2}(x_{i2} - \bar{x}_2)^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}} \tag{3.23}$$

182 D. h. Hypothesentest auf Basis der Stichprobenverteilung der Teststatistik bei Gültigkeit der Nullhypothese und die Bestimmung von p-Werten [QUATEMBER (2005) S. 149]

183 Siehe dazu SEDLMEYER (1996) S. 55

184 Vgl. SEDLMEYER (1996) S. 54

185 Vgl. dazu auch BORTZ (2004) S. 142; SEDLMEYER (1996) S. 54

$\hat{\sigma}_{pooled}$ stellt damit sozusagen die auf Basis der Stichprobendaten geschätzte gemeinsame Grundgesamtheitsvarianz beider Merkmale dar. Wurde die Grundgesamtheitsvarianz bereits ermittelt, kann anhand folgender Gleichung $\hat{\sigma}_{pooled}$ einfacher bestimmt werden[186]:

$$\hat{\sigma}_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\hat{\sigma}_1{}^2 + (n_2 - 1)\hat{\sigma}_2{}^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}} \tag{3.24}$$

Zur Bewertung der Stärke bzw. Größe eines Effektes schlägt COHEN (1992) vor:
- d = 0,2 (schwacher Effekt)
- d = 0,5 (mittlerer Effekt)
- d = 0,8 (starker Effekt).

Als Maß der Effektgröße für Häufigkeitsvergleiche bedient man sich der Wahrscheinlichkeit für Häufigkeitsunterschiede. Für eindimensionale Häufigkeitsvergleiche wird die Effektgröße für ein k-gestuftes Häufigkeitsmerkmal und uneingeschränkter Zufallsauswahl berechnet zu:

$$\mathrm{w} = \sqrt{\sum_{j=1}^{k} \frac{(\pi_{1(j)} - \pi_{0(j)})^2}{\pi_{0(j)}}} \tag{3.25}$$

mit $\pi_{1(j)}$ als Wahrscheinlichkeit für die Zelle j (d. h. dem entsprechenden Anteil des Merkmals) gemäß der Alternativhypothese und $\pi_{0(j)}$ als Wahrscheinlichkeit für die Zelle j der Nullhypothese[187].

Zur Bewertung der Stärke eines Effektes wird im Allgemeinen verwendet:
- w = 0,1 (schwacher Effekt)
- w = 0,3 (mittlerer Effekt)
- w = 0,5 (starker Effekt).

Die Effektgrößenmaße *d* und *w* lassen sich unproblematisch z. B. mit dem Programm Gpower[188] berechnen. Dieses weist standardmäßig die benannten Konventionen zur Bewertung des Ausmaßes eines Effektes aus.

Derartige *relative Effektgrößen* sind grundsätzlich so konstruiert, dass eine Unabhängigkeit von der Stichprobengröße gegeben ist. Mit dieser Eigenschaft ist ein wichtiger Nachteil statistischer Signifikanzwerte ausgeschaltet[189]. Jedoch hängen sie nach wie vor von der Streuungsbreite des jeweiligen Merkmals ab. Die absolute Mittelwertdifferenz wird somit an der Standardabweichung relativiert. Damit sind

186 BORTZ (2004) S. 140
187 BORTZ (2004) S. 167; Für den mehrdimensionalen Fall siehe S. 174.
188 Beschrieben in: ERDFELDER/FAUL/BUCHNER (1996)
189 LIND (2006) S. 7

grundsätzlich Vergleiche von Effekten unabhängiger Erhebungen möglich. Jedoch wird dieser Sachverhalt wiederum erschwert, da die Streuungen unabhängiger Erhebungen bezüglich des gleichen Merkmals sich häufig unterscheiden[190]. Verstärkt wird dieses Problem darüber hinaus dadurch, dass komplexe Stichprobenpläne und Ausfallprozesse verschiedener Erhebungen häufig zu unterschiedlichen Variabilitäten und damit Standardabweichungen führen.

Eine Möglichkeit, diesem Problem zu begegnen, ist der Übergang zu *absoluten Effektgrößen*. Jedoch bleibt auch hier das inhaltliche Problem bestehen. Die Einschätzung, welche Mittelwertdifferenz planungspraktisch bedeutsam ist, wird von unterschiedlichen Akteuren häufig ganz verschieden bewertet. Ein Konsens kann am ehesten bei Skalen erzielt werden, mit denen man im täglichen Umgang vertraut ist (z. B. Temperatur, Gewicht, Länge). Jedoch sind schon für diese – je nach Wissenschaftsdisziplin – unterschiedliche „Empfindlichkeiten“ zu erwarten.

Lind (2006) schlägt in einem Diskussionsbeitrag daher die Verwendung *absoluter Effektgrößen* für Einstellungsskalen vor. Der Autor bestimmt die Größen anhand relativer Unterschiede auf Basis der Skalenbreite. Ausgangspunkt ist eine beliebige endliche Einstellungsskala. Diese wird auf eine Standardskala mit 1 bis 100 Punkten umgerechnet. Auf Basis der Analyse verschiedener renommierter psychologisch-pädagogischer Untersuchungen versucht der Autor eine grobe Trennlinie zwischen bedeutenden und unbedeutenden Unterschieden zu ermitteln. Er schlägt zur verbalen Beschreibung für Wertedifferenzen vor:

- Effekt > 5 % der Skalenbreite „bedeutend“
- Effekt > 10 % der Skalenbreite „sehr bedeutend“.

Für eine Fünferskala wäre demnach ein Unterschied von 0,25 Skalenpunkten bedeutend und 0,5 Skalenpunkten sehr bedeutend. Nun lässt sich ein derartiges Vorgehen nicht eins zu eins auf die Relevanz einer Wertedifferenz in einer verkehrsplanerischen Modellierungsaufgabe übertragen. Jedoch wird im Folgenden versucht, diesen Ansatz für die vorliegende Problemstellung zu nutzen.

Zur Bestimmung von Effektgrößen mit modellierungspraktischer Bedeutung wird für die zu analysierenden Verhaltensparameter folgendermaßen vorgegangen: Ausgangspunkt ist die entsprechende Kenngröße auf dem jeweiligen Aggregationsniveau. Da in den meisten Fällen metrische Skalen auftreten (Anzahl der Wege, Dauer eines Weges, Länge eines Weges), die nach unten durch Null begrenzt werden und nach oben theoretisch unendlich sind, muss dies zur Effektgrößenbestimmung operationalisiert werden. Für Merkmale dieses Skalentypus wird daher von

190 Bortz (2004) S. 139; Lind (2006) S. 8 ff. benennt darüber hinaus weitere Nachteile dieses Effektgrößenmaßes.

der berechneten modellierungsrelevanten Kenngröße ausgegangen (spez. Verkehrsaufkommen, mittlere Reisezeit, mittlere Reiseweite, ...). Dabei wird der größte Wert der jeweiligen Referenzkategorie als Bereichsgrenze festgelegt. Es ergibt sich ein Wertebereich, der durch den kleinstmöglichen Wert (i. d. R. „0“) und den entsprechenden größten Referenzwert begrenzt wird. Dieser Wertebereich dient demnach als Bezugsbasis. Eine relative Abweichung von > 5 % zum größten Referenzwert wird als „bedeutend“ eingestuft. Die sich daraus ergebende absolute Effektgröße wird an entsprechender Stelle inhaltlich diskutiert. Die Ermittlung der jeweils maßgebenden Effektgröße erfolgt damit jeweils nach Auswertung der entsprechenden Kenngröße.

Das dargestellte Vorgehen hat folgende Vorteile: Die Verwendung einer **absoluten Effektgröße** auf Basis des oben benannten Vorgehens und einer inhaltlichen Diskussion erhöht die Transparenz des Verfahrens. Die unterschiedliche Relevanz der absoluten Merkmalsausprägung für die Modellierung wird durch diese Art der Effektgrößenbestimmung berücksichtigt.

Angenommen, die Effektgröße beträgt nach oben beschriebenem Vorgehen für das spez. Verkehrsaufkommen nach Quelle-Ziel-Gruppen und Bezugspersonen – also stark disaggregiert – 0,05 Wege/BP,d. Dann entspräche dies bei einem spez. Verkehrsaufkommen in einer Relation von 1,0 Wege/BP,d einer prozentualen Abweichung von 5 %, bei einem Wert von 0,1 Wege/BP,d jedoch schon 50 %. Für die Verkehrserzeugung ist der praktische Effekt jedoch für beide Relationen der gleiche.

Etwas anders gestaltet sich das Vorgehen bei Häufigkeitsverteilungen, d. h für Parameter, die auf Nominalskalenniveau erhoben wurden (z. B. Mobilitätsbeteiligung, Modal Split, Tagesgang der Ortsveränderungen,...). Häufigkeitsverteilungen werden naturgemäß in Prozent angegeben. Der Wertebereich ist damit nach unten und oben begrenzt. Eine Festlegung der Effektgröße nach dem beschriebenen Vorgehen hat inhaltlich folgende Konsequenz: Legt man die oben benannten 5 % Abweichung zum größten Referenzwert für einen deutlichen Effekt als Maßstab zugrunde, ergibt sich z. B. bei einer Mobilitätsbeteiligung (Außer-Haus-Anteil, zweifach gestuftes Häufigkeitsmerkmal) von 91 % eine Effektgröße von 4,5 Prozentpunkten. Eine Abweichung von mehr als drei Prozentpunkten wird jedoch sicherlich von vielen Fachleuten schon als bedeutsam angesehen. Demgegenüber ergäbe sich für den Tagesgang der Ortsveränderungen (24-fach gestuftes Häufigkeitsmerkmal) in einer Quelle-Ziel-Gruppe mit einem Spitzenstundenanteil von beispielsweise 16 % eine Effektgröße von 0,8 Prozentpunkten. Dieser Unterschied würde sicher von vielen Fachleuten als irrelevant eingestuft werden.

Daher wird ausgehend vom relativen Effektmaß w folgende Konvention getroffen: Zur Einschätzung der Bedeutsamkeit eines Unterschiedes sollte für die un-

günstigste Konstellation mindestens ein „schwacher Effekt“ erreicht werden (w = 0,1).

Für ein zweistufiges Häufigkeitsmerkmal (z. B. Mobilitätsbeteiligung) entspricht dies nach Formel (3.25) für w = 0,1 (Werte gerundet) bei:

- P0 = 50 % einer Abweichung von 5 %
- P0 = 25 % bzw. 75 % einer Abweichung von 4,5 %
- P0 = 90 % bzw. 10 % einer Abweichung 3 %

Für ein vierstufiges Häufigkeitsmerkmal (z. B. Modal Split) würde für folgende Konstellationen ein schwacher Effekt (w = 0,1) gerade erreicht werden (Werte gerundet):

- P0= 25 % / 25 % / 25 % / 25 %
  bei einer Abweichung von 1 % / 2 % / 3 % / 4 %
- P0= 50 % / 25 % / 15 % / 10 %
  bei einer Abweichung von 3 % / 1 % / 1 % / 3 %
- P0= 50 % / 25 % / 15 % / 10 %
  bei einer Abweichung von 3 % / 1 % / 1 % / 3 %
- P0= 80 % / 10 % / 7 % / 3 %
  bei einer Abweichung von 2 % / 1 % / 2 % / 1 %

Daher wird für Häufigkeitsverteilungen abweichend vom oben vorgestellten Ansatz die absolute Effektgröße normativ wie folgt gesetzt (gemessen als Abweichung zur Referenzgruppe):

- bei zweifach gestuften Merkmalen (z. B. Mobilitätsbeteiligung) auf drei Prozentpunkte und
- bei mehrfach gestuften Merkmalen (z. B. Modal Split, Anteil der Ortsveränderungen im Tagesgang) auf zwei Prozentpunkte.

Durch diese Vorgehensweise wird sichergestellt, dass selbst bei vielfach gestuften Merkmalen, wie z. B dem Tagesgang, kein praktisch relevanter Effekt „übersehen“ wird. Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, dass alle normativen Setzungen selbstverständlich substituierbar sind. Damit lassen sich abweichende Wertvorstellungen leicht in die statistische Analyse integrieren.

3.8 Synthese und Entwicklung des analytischen Vorgehens

Zur Beantwortung der Forschungsfragestellungen wird aus den bereits dargestellten Gründen ein mehrkriterieller, mehrstufiger Bewertungsalgorithmus vorgeschlagen und eingesetzt. Dieser soll insbesondere dem Signifikanz-Relevanz-

Problem bei großen Stichprobenumfängen Rechnung tragen und damit auch zur Operationalisierung der Nullhypothese dienen. Für die Arbeit wird davon ausgegangen, dass der Forderung nach probabilistischen[191] Stichproben sowohl für MiD 2002 als auch für SrV 2003 hinreichend entsprochen ist. Dadurch ist der Einsatz statistischer Hypothesentests statthaft.

Als Bewertungsgrundlage für die Annahme oder Ablehnung der entsprechenden Nullhypothese werden grundsätzlich mehrere Entscheidungskriterien (EK) herangezogen. Jeweils für sich besitzen diese nur eingeschränkt Aussagekraft (vgl. Kapitel 3.7.3). Nach Ansicht des Autors führen die Entscheidungskriterien erst im Zusammenwirken zu statistisch abgesicherten und praktisch relevanten Einscheidungen.

In der Arbeit kommen zwei Entscheidungssituationen vor. Die erste ist die Gegenüberstellung von Erhebungsdaten aus MiD und SrV unter vergleichbaren Rahmenbedingungen. Die Erhebungen liegen in jeweils separaten Datenbanken vor und können vergleichend gegenübergestellt werden. Eine vergleichende Analyse der MiD- und SrV- Daten auf Basis statistischer Hypothesentests (Standardvorgehen) kann softwaretechnisch nur durch Zusammenführung beider Erhebungen zu einer Gesamtdatenbasis erfolgen. Die Einzeldatensätze beider Erhebungen können jedoch nicht ohne weiteres ineinander überführt werden (Data-Merging). Daher wird der eigentliche Signifikanztest (Standardvorgehen) durch das **schätzerbasierte Vorgehen** substituiert. Demnach werden die unter Berücksichtigung der komplexen Stichprobenpläne ermittelten 95%-Konfidenzintervalle beider Erhebungen zur statistischen Prüfung herangezogen. Überschneiden sich die Konfidenzintervalle der zu vergleichenden Gruppen nicht, kann auf einem α-Fehlerniveau von 5 % die Nullhypothese abgelehnt werden (siehe Kapitel 3.7.3). Als zweites Entscheidungskriterium wird die kennwertespezifisch gesetzte Effektgröße herangezogen. Diese wird auf Basis einer willkürlich festgelegten Referenzgruppe (RG) ermittelt und die Abweichung zu dieser bewertet. Damit gründet sich der Kennwertvergleich auf zwei Entscheidungskriterien (vgl. Abbildung 3-4). Widersprechen sich beide Entscheidungskriterien wird die Alternativhypothese als „eingeschränkt brauchbar“ bewertet. Stimmen beide Kriterien überein, wird die jeweilige Hypothese angenommen.

191 Das wesentliche Merkmal einer probabilistischen Stichprobe ist, dass über die Auswahl der Untersuchungsobjekte der Zufall entscheidet [Bortz (2004) S. 88].

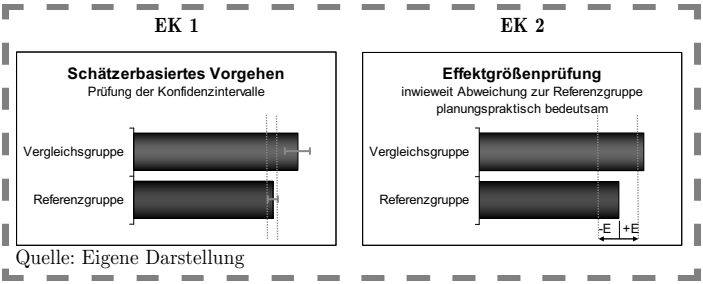


Abbildung 3-4: Entscheidungskriterien für den MiD-SrV-Kennwertvergleich (Prinzipdarstellung)

Die zweite Entscheidungssituation ergibt sich aus der raumstrukturellen Datenanalyse. Zur Untersuchung der Arbeitshypothesen werden die voneinander unabhängig erhobenen Daten aus SrV und MiD als **zwei Untersuchungsgruppen (UG)** behandelt. Für jede Untersuchungsgruppe wird der Raumtypeneinfluss auf die Merkmalsausprägung separat geprüft. Eine Prüfhypothese wird nur abgelehnt oder angenommen, falls in beiden Erhebungen das gleiche Prüfergebnis erzielt werden kann. Ist dies nicht der Fall, kann über die Richtigkeit der jeweiligen Hypothese keine Aussage getroffen werden.

Die raumstrukturelle Datenanalyse soll Aufschluss darüber geben, inwieweit ein Merkmal eine Raumtypenabhängigkeit zeigt. Das **Standardvorgehen** bei Unterschiedshypothesen ist die Durchführung eines parametrischen oder nichtparametrischen Tests, der prüft, ob mindestens eine Gruppe sich von den anderen Gruppen signifikant unterscheidet.

Die Anwendungsvoraussetzungen für parametrische Tests (v. a. Varianzanalyse, T-Test) können für die zu untersuchenden Parameter (spez. Verkehrsaufkommen, mittlere Wegelänge) *nicht erfüllt* werden. Dies trifft sowohl auf die Normalverteilungsvoraussetzung der Residuen als auch auf die Forderung nach Varianzhomogenität zu. Selbst mit Hilfe einer Variablentransformation (z. B. logarithmische Transformation) lassen sich diese nicht hinreichend erfüllen. Daher bestehen begründete Zweifel an der Zuverlässigkeit parametrischer Tests. Deshalb werden verteilungsfreie (nichtparametrische) Verfahren genutzt. Zur Prüfung der Mittelwertunterschiede findet der Kruskal-Wallis-Test (H-Test) Anwendung. Hochsignifikante Befunde werden mit dem Median-Test kontrolliert. Widersprechen sich die Ergebnisse, wird an der jeweiligen Stelle darauf hingewiesen. Dieser Sachverhalt ist zudem bei der Ergebnisinterpretation zu berücksichtigen.

Die Prüfung der Unterschiedshypothesen bei Häufigkeitsverteilungen (Mobilitätsbeteiligung, Modal Split, Tagesgang der Ortsveränderungen) wird anhand der Chi²-Teststatistik des SPSS Zusatztools „ComplexSamples“ umgesetzt. Dazu wer-

den ein Pearson-Chi²- und ein Likelihood-Quotienten-Test für die Nullhypothese durchgeführt, dass Zeilen- und Spaltenmerkmale stochastisch unabhängig sind (zur Interpretation der Ergebnisse vgl. Kapitel 3.7.2). Der Likelihood-Quotienten-Test basiert auf der Maximum-Likelihood-Theorie. Der Test liefert bei großen Stichproben das gleiche Ergebnis wie der Pearson-Chi²-Test[192].

Für den Einsatz von Hypothesentests (Standardvorgehen) ist folgendes festzuhalten:

a) Falls ein Prüfverfahren unter Annahme uneingeschränkter Zufallsauswahl die Signifikanzschwelle nicht erreicht, kann davon ausgegangen werden, dass unter Berücksichtigung des Erhebungsdesigns[193] ebenso keine signifikanten Unterschiede auftreten.
b) Falls ein Prüfverfahren unter Annahme uneingeschränkter Zufallsauswahl Signifikanz anzeigt, ist bei Vorhandensein komplexer Stichprobenpläne die Wahrscheinlichkeit einen Fehler erster Art zu begehen (α-Fehlerrisiko), also dass eine Entscheidung fälschlicherweise zu Gunsten der H_1-Hypothese ausfällt, erhöht, da die Varianz i. A. systematisch unterschätzt wird.

Das Standardvorgehen stellt das erste Entscheidungskriterium (EK 1, siehe Abbildung 3-5) dar. Da das Ergebnis derartiger Signifikanztests eine starke Stichprobenabhängigkeit aufweist, wird als zweites Kriterium die Effektgröße hinzugezogen. Die Effektgröße gibt einen Hinweis darauf, inwieweit ein Unterschied praktisch, d. h. modellierungstechnisch, relevant ist.

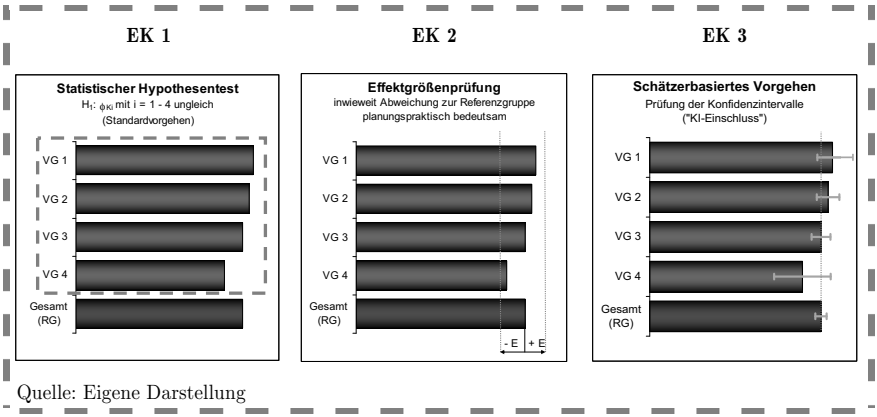
Ausgangspunkt der Effektgrößenüberlegung ist, dass bei stochastischer Unabhängigkeit vom Raumtyp, der Gesamt(mittel)wert - also die Kenngröße ohne Raumtypendifferenzierung - stichprobentheoretisch die beste Schätzung darstellt. Dementsprechend wird dieser Wert als Referenzgruppe (RG) definiert. Die Abweichung der raumtypendifferenzierten Kenngrößen (VG_i) zur RG wird als zweites Entscheidungskriterium (EK 2, siehe Abbildung 3-5) benutzt. Geprüft wird, ob eine der VG_i die vorgegebene Effektgröße erreicht bzw. überschreitet.

Stimmen die Einschätzungen beider Entscheidungskriterien (EK 1 und EK 2) überein, wird die entsprechende Hypothese vorläufig angenommen. Stimmen die Ergebnisse darüber hinaus für beide Untersuchungsgruppen überein, erfolgt im Rahmen dieser Arbeit die Annahme der entsprechenden Hypothese. Stehen beide Entscheidungskriterien im Widerspruch, wird ein drittes Kriterium (EK 3) her-

192 BROSIUS (2004) S. 423; Häufig wird der Test in der Literatur unter Likelihood-Ratio-Test aufgeführt. Eine ausführliche Beschreibung der Teststrategie ist z. B. in MAIER/WEISS (1990) S. 89 ff. nachzulesen.

193 Für die vorliegenden Stichprobendesigns (MiD und SrV) ist aufgrund des Klumpeneffektes i. d. R. von einer Varianzvergrößerung gegenüber uneingeschränkter Zufallsauswahl auszugehen.

angezogen. Grundlage sind die ermittelten Konfidenzintervalle. Gegenüber dem oben beschriebenen schätzerbasierten Vorgehen wird für die raumstrukturelle Datenanalyse jedoch ein strengerer Maßstab angesetzt. Bewertungsgrundlage ist, ob die Merkmalsausprägung der RG im 95 %-Konfidenzintervall aller Vergleichsgruppen (VG_i) liegt (vgl. Abbildung 3-5; als Abkürzung findet in der Arbeit: „**KI-Einschluss**“ Verwendung.). Das dritte Entscheidungskriterium dient somit insbesondere zur Verringerung des α-Fehlerrisikos beim Standardvorgehen.



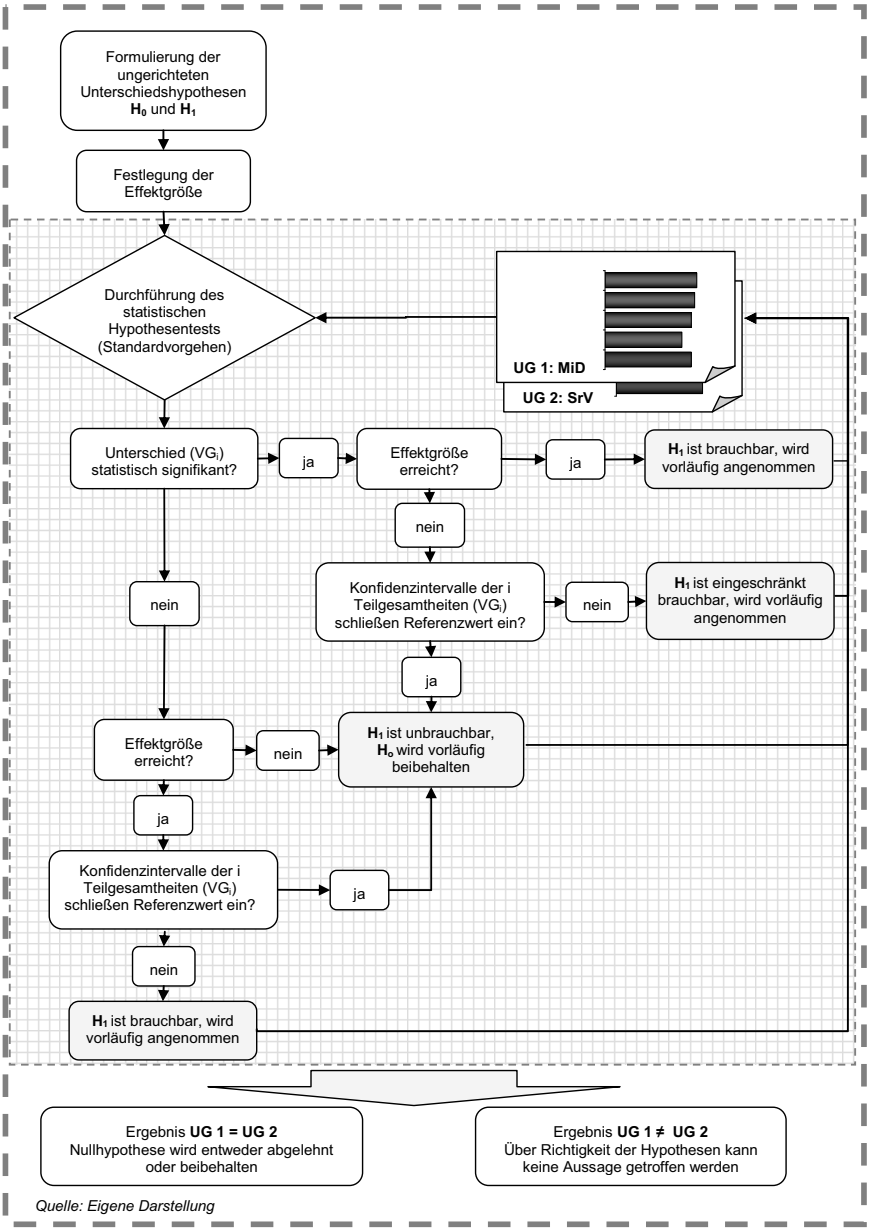
Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 3-5: Entscheidungskriterien für die raumstrukturelle Datenanalyse (Prinzipdarstellung)

Zusammenfassend lassen sich die Arbeitsschritte für die raumstrukturelle Datenanalyse wie folgt darstellen:

- Deskriptive Darstellung der Kennwerte in Tabellen und Diagrammen,
- Angabe der Vertrauensbereiche (Konfidenzintervalle) unter Berücksichtigung des komplexen Stichprobendesigns,
- Vorgabe von Effektgrößen mit planungspraktischer Bedeutung,
- Prüfung ungerichteter Unterschiedshypothesen bezüglich statistischer Signifikanz (Standardvorgehen),
- Bewertung des Unterschiedes zwischen den Merkmalsausprägungen VGi und dem Referenzwert auf Basis der Effektgröße (Berücksichtigung der festgelegten kennwerteabhängigen Bedeutsamkeitsschwelle) und
- Schätzerbasierte Prüfung (bei widersprüchlichen Ergebnissen), d. h. ob der Schätzwert der Referenzgruppe innerhalb der 95 %-Konfidenzintervalle der Vergleichsgruppen liegt (KI-Einschluss).

Den dreistufigen Entscheidungsablauf zeigt Abbildung 3-6 schematisch für alle Entscheidungskonstellationen. Insbesondere lässt sich anhand des Schemas der Prozess zur Entscheidungsfindung bezüglich Annahme und Ablehnung der Hypothesen transparent nachvollziehen.



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 3-6: Entscheidungskriterien für die raumstrukturelle Datenanalyse (Prinzipdarstellung)

4 Aufbereitung der Datengrundlagen

4.1 Mobilität in Deutschland – MiD 2002

4.1.1 Datenübernahme

Die Einzeldatensätze für die Basisstichprobe der MiD 2002 wurden von der Clearingstelle für Verkehrsdaten und Verkehrsmodelle[194] als „Scientific Use File“ bereitgestellt. Die Datenbestände sind sehr gut dokumentiert, eine ausführliche Datensatzbeschreibung, das Tabellentool „Mobilität in Tabellen (MiT)“ sowie weitere projektbegleitende Publikationen waren ebenso enthalten. Die Datengrundlage besteht jeweils aus separaten Haushalts-, Personen-, Wege- und Fahrzeugdaten im SPSS-Format. In den einzelnen Dateien bestehen Variablenredundanzen. Dadurch kann eine Auswertung von Basisinformationen ohne nachträgliche Transformationen bzw. die Verwendung einer relationalen Datenbank erfolgen. Falls die Notwendigkeit besteht, Variablen hinzuzufügen (z. B. aus dem Wegedatensatz in den Personendatensatz), können die Datensätze durch Schlüsselvariable[195] miteinander verknüpft werden.

Tabelle 4-1: Übernommene Daten im „Scientific Use File“ der MiD 2002

Datenbasis MiD	Haushaltsdaten	Personendaten	Wegedaten
Anzahl Datensätze (Fälle)	25.848	61.729	167.851
Anzahl Variablen	160	115	129

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Um raumtypenbezogen Auswertungen durchführen zu können, ist es notwendig, die in anonymisierter Form vorliegenden Einzeldatensätze Raumkategorien zuzuordnen. In den Datensätzen der MiD sind die einzelnen Gemeinden nach folgenden Raumeinheiten kodiert:

- Bundesland (16 Kategorien)
- West/Ost (zwei Kategorien)
- Politische Ortsgrößenklassen (7er Einteilung)

194 Der Sitz der Clearingstelle ist im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Deutsches Institut für Verkehrsforschung (IVF)

195 HNR = Haushaltsnummer; PNR = Personennummer; WNR = Wegenummer

- BIK - Regionsgrößenklassen (10er Systematik)
- BBR - Regionsgrundtyp (3er Kategorisierung)
- BBR - differenzierter Regionsgrundtyp (7er Systematik)
- BBR/BfLR-Kreistyp (9er Systematik)

Somit sind Raumstrukturierungen nach insgesamt sieben Kategorisierungen einschließlich sinnvoller Aggregation bzw. Kombination möglich. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit die Datensätze raumstrukturell zu klassifizieren nach

- Infas-LOCAL-Typ (Basis: Stimmbezirk, Begehungsdaten) und
- Sozialer Status des LOCAL-Wohnumfelds,

jeweils auf Basis der geokodierten Haushaltsadressen. Im Zuge der Geokodierung konnten jedoch nicht alle Adressen verortet werden. Damit ist eine vollständige Zuordnung aller Haushalte zu Local-Typen nicht möglich gewesen. Diese Variablen sind zudem im Basisdatensatz nicht enthalten.

4.1.2 Plausibilitätsprüfung und Aufbereitung

Vor dem Hintergrund der Untersuchungsanlage erfolgte nach Übernahme der MiD-Datenbasis eine Datenaufbereitung und Plausibilitätsprüfung unter Berücksichtigung modelltheoretischer Anforderungen für prognostische Zwecke. Die dazu notwendigen Schritte wurden in enger Zusammenarbeit mit dem damaligen Lehrstuhl für Theorie der Verkehrsplanung der TU Dresden unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. habil. Dieter Lohse vollzogen. Die Erstellung der Aufbereitungsregeln erfolgte zusammen mit und die technische Umsetzung für MiD in Hauptteilen durch Dipl.-Ing. Frank Zimmermann als Mitarbeiter des Lehrstuhls für Theorie der Verkehrsplanung.

Im Ergebnis entstand eine in Bezug auf modelltheoretische Anforderungen *ergänzte Auswertungsbasis*. Diese wurde v. a. hinsichtlich der Aktivitäts- bzw. Wegeketten sowie der Wegattribute Zeit, Länge und Geschwindigkeit gegenüber den Originaldaten aufbereitet und plausibilisiert. Insbesondere waren Wegeglieder zu ergänzen, die gemäß Definition falsch oder fehlerhaft kodiert vorlagen. Einerseits betraf dies Rundwege, die in MiD teilweise in Hin- und Rückweg geteilt, teilweise jedoch als ein Weg belassen wurden. Andererseits betraf dies fehlende „Nach Hause“-Wege innerhalb aber vor allem am Ende von Wegeketten, die aufgrund der übrigen Informationen der Haushaltsmitglieder (z. B. in Begleitung) eindeutig stattfanden, jedoch auf Wegeebene (z. T. auch angesichts vereinfachter Wegeerfassung ab dem siebenten bzw. achten Weg) in MiD nicht kodiert wurden. Die ergänzte Datenbasis kommt in der vorliegenden Arbeit zum Einsatz.

Eine Reihe von Auswertungen im Rahmen der Plausibilitätsprüfung zeigte, dass ein deutlich größerer Anteil an Wegen in der Datenbasis vorhanden ist, bei denen die „eigene Wohnung“ als Quelle genannt wird, gegenüber denjenigen Wegen, bei denen die „eigene Wohnung“ das Ziel ist. Mit dem Erhebungskonzept der MiD als Haushaltsbefragung soll an einem vorgegebenen Stichtag ein geschlossenes Mobilitätsprofil der Person erstellt werden. Unsymmetrien sind dabei durchaus zu erwarten, da weder alle Personen am Stichtag ihre Ortsveränderungen „zu Hause“ beginnen, noch am Ende eines Tages jeder zur „eigenen Wohnung“ zurückkehrt. Die Erfahrungen anderer Erhebungen, z. B. des SrV, zeigen jedoch, dass derartige Unsymmetrien in der Regel im einstelligen Prozentbereich liegen. Dies ist selbstverständlich von den Erhebungsrandbedingungen abhängig. Bei Erhebungen an mittleren Werktagen im SrV-Design liegt dieser Anteil im Allgemeinen deutlich unter fünf Prozent[196].

In der MiD-Datenbasis (Originaldaten, gewichtet) endet bei 23 % aller Aktivitätenketten der letzte Weg des Tages nicht „zu Hause“. Dabei liegen für 2 % der mobilen Personen keine Informationen über den Wegezweck des letzten Weges vor, da diese über mehr als sieben bzw. acht Wege berichteten.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied im Erhebungsdesign zwischen MiD und SrV ist, dass Rundwege bei SrV konsequent in Hin- und Rückweg getrennt werden. Typische Rundwege nach SrV-Definition wären u. A. Wege der MiD-Zweckkategorien:

- Spaziergang/Spazierfahrt (w043=710)
- Hund ausführen (w042 oder w043=711)
- Joggen, Inlineskating (w043=712)
- Spielplatz, Spielen auf der Straße (w043=719)

Wären diese potenziellen Rundwege bei der MiD eindeutig kodiert, gäbe es in der Variable Wegeziel (*w13*) die Kennung „Rundweg“. Eine Teilung des Weges in Hin- und Rückweg fände nicht statt. Die folgenden Ausführungen zeigen jedoch, dass bei der MiD-Aufbereitung die Handhabung von Rundwegen uneinheitlich erfolgte.

Ein Beispiel dafür ist folgender Haushalt mit zwei Personen, bei dem für die erste Person Rundwege geteilt und „Nach Hause“-Wege eingefügt wurden (vgl. Tabelle 4-2). Bei Person zwei, die zur gleichen Zeit mit den gleichen Zwecken Wege durchführte (also mit höchster Wahrscheinlichkeit zusammen mit dem Partner) erfolgte diese Teilung nicht

196 Im SrV-Städtepegel 2003 beginnen 2,6 % aller Wegeketten nicht „zu Hause“. Demgegenüber enden 4,6 % aller Wegeketten an einem anderen Ziel als „zu Hause“ (Daten gewichtet). Damit ergibt sich eine Unsymmetrie von 2 %.

Tabelle 4-2: Beispiel für uneinheitliche Kodierung von Rundwegen bei Personen eines Haushaltes, die gemeinsam unterwegs waren (MiD)

HNR	PNR	WNR	Wegezweck	Wegeziel (*w13*)	Wegbeginn	Wegende
726	1	1	Spaziergang/Spazierfahrt (*w043*)	Rundweg	10:30	12:00
726	1	2	Nach Hause (*w04*)	Frage nicht gestellt: nach Hause	12:00	12:01
726	1	3	Spaziergang/Spazierfahrt (*w043*)	Rundweg	15:00	16:30
726	1	4	Nach Hause (*w04*)	Frage nicht gestellt: nach Hause	16:30	16:31
726	2	1	Spaziergang/Spazierfahrt (*w043*)	Rundweg	10:30	12:00
726	2	2	Spaziergang/Spazierfahrt (*w043*)	Rundweg	15:00	16:30

Quelle: Eigene Darstellung, Beispiel von Dipl.-Ing. Frank Zimmermann (TU Dresden)

Zur genaueren Prüfung dieser Sachverhalte wurde die Arbeitsvariable *w04tot* erstellt. Diese wird zudem für die spätere Quelle-Ziel-Gruppen-Zuordnung benötigt. Sie bildet sich aus der hierarchischen Abfrage der Originalzweckvariablen *w043*, *w042*, *w041*, *w04*. Dabei wird die Kategorie mit dem höchsten Detaillierungsgrad in w04tot übernommen. Die Tabelle 4-3 zeigt eine Gegenüberstellung der Wegezwecke (*w04tot*) mit angegebenen bzw. kodierten Wegezielen (w13). Wegezwecke, die nicht die Heimweg-/Rundwegproblematik betreffen werden in der Darstellung zu „übrigen Zwecken“ aggregiert.

Tabelle 4-3: Gegenüberstellung des angegebenen Wegezweckes mit dem angegebenen Wegeziel (MiD-Basisdaten, gewichtet mit *gew_wb*)

Wegziel (w13)	Zweck ausführlich (w04tot)	Häufigkeit (gewichtet mit
Frage nicht gestellt: Rückweg	Rückweg vom vorherigen Weg	6.052
Frage nicht gestellt: nach	nach Hause	69.301
zu Hause	übrige Zwecke (aggregiert)	1.587
	nach Hause	1.968
	Spaziergang, Spazierfahrt	138
	Hund ausführen	53
	Joggen, Inlineskating	0
	Spielplatz, Spielen auf der Straße	11
	keine Angabe, verweigert, weiß	239
	Gesamt	3.995
Weg hatte ein anderes Ziel als zu Hause	übrige Zwecke (aggregiert)	99.051
	nach Hause	455
	Spaziergang, Spazierfahrt	1.145
	Hund ausführen	192
	Joggen, Inlineskating	92
	Spielplatz, Spielen auf der Straße	234
	keine Angabe, verweigert, weiß	1.100
	Gesamt	102.269

Rundweg	übrige Zwecke (aggregiert)	1.522
	Spaziergang, Spazierfahrt	4.474
	Hund ausführen	2.200
	Joggen, Inlineskating	228
	Spielplatz, Spielen auf der Straße	228
	keine Angabe, verweigert, weiß	23
	Gesamt	8.675
verweigert	übrige Zwecke (aggregiert)	44
	keine Angabe, verweigert, weiß	16
	Spielplatz, Spielen auf der Straße	1
	Gesamt	61
weiß nicht	übrige Zwecke (aggregiert)	73
	keine Angabe, verweigert, weiß	62
	Spaziergang, Spazierfahrt	2
	Gesamt	137
keine Angabe	übrige Zwecke (aggregiert)	448
	keine Angabe, verweigert, weiß	211
	Gesamt	659
Gesamt		191.149

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Tabelle 4-3 zeigt, dass in der MiD-Datenbasis eine Reihe Ortsveränderungen mit dem Wegeziel „Rundweg“ kodiert sind, jedoch eine andere Zweckzuordnung als eine der o. g. vier Kategorien vorliegt (höhere Fallzahlen sind vor allem bei den Zwecken: „allg. Einkaufsbummel“, „Sport selbst (z. B. Fußballspiel, Sportverein, etc.)“ und „Begleitung Erwachsener“ vorhanden).

Zudem gibt es potenzielle Rundwege der obigen vier Kategorien, die ein anderes Wegeziel als „Rundweg“ haben. Das könnten Fälle sein, bei denen z. B. als Wegezweck „Spazierfahrt“ kodiert wurde, jedoch entweder dies nicht der Hauptzweck dieses Weges war oder im Grunde zwei Spazierfahrten kodiert sind, bei denen dazwischen ein anderer Ort liegt und dieser „Rundweg“ damit geteilt in den Originaldaten vorliegt.

Betrachtet man nun noch die Zwecke der Folgewege potenzieller Rundwege der o. g. vier Kategorien „Spaziergang/Spazierfahrt“, „Hund ausführen“, „Joggen, Inlineskating“ und „Spielplatz, Spielen auf der Straße“, so ist festzustellen, dass bei fast zwei Dritteln aller Fälle entweder kein Folgeweg kodiert oder der Folgeweg ein „Nach Hause“-Weg ist (vgl. Tabelle 4-4).

Tabelle 4-4: Wegezwecke von Folgewegen potenzieller Rundwege (MiD Basisdaten, gewichtet mit *gew_ wb*)

Wegzweck der Folgewege - w04tot (aggregiert)	Anzahl Wege	Anteil
kein Folgeweg	3.857	42,9 %
nach Hause	2.035	22,6 %
Spaziergang, Spazierfahrt	531	5,9 %
Hund ausführen	482	5,4 %
Joggen, Inlineskating	20	0,2 %
Spielplatz, Spielen auf der Straße	28	0,3 %
andere Zwecke	1.999	22,2 %
kein Zweck, da Folgeweg 9.Weg	44	0,5 %
Gesamt	8.997	100,0 %

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Damit wird deutlich, dass eine Überarbeitung der Wegedatenbasis durch sinnvolle Datenergänzung notwendig ist, um die Aktivitätenketten zu plausibilisieren. Dazu werden offensichtlich fehlende „Nach Hause"-Wege nachträglich erzeugt. Darüber hinaus ist es bei einem Modellansatz nach „Quelle-Ziel-Gruppen" notwendig, dass möglichst für alle Wege Quellen und Ziele einer Strukturgröße zugeordnet werden können. Daher sind neben dem Ergänzen offensichtlich fehlerhafter Wegeketten auch identifizierbare Rundwege, die noch nicht geteilt wurden, konsequent zu teilen.

Daher wurden Regeln erstellt, nach denen Datensätze in die Wegedatenbasis eingefügt wurden. Die eingefügten Datensätze sind gesondert gekennzeichnet, um Auswertungen sowohl auf Originaldatenbasis als auch mit ergänzten Daten durchführen zu können.

Für die Datensatzergänzung wurden anhand von sieben Regeln zusätzliche „Nach Hause"-Wege" erzeugt[197]. Grundsätzlich erfolgte die Datenergänzung für die Wegedatenbasis nach folgenden Schritten:

- Lokalisierung des Einfügepunktes des anzufügenden Weges anhand der sieben aufgestellten Regeln
- Erzeugung eines neuen Datensatzes, mit den Variablenausprägungen des vorangegangenen Weges
- die ergänzte Variable WegKenn gibt an, ob es sich um einen Originaldatensatz handelt (WegKenn = 0) bzw. nach welcher Regel der neu eingefügte Weg erzeugt worden ist (WegKenn = 1,…,7)

197 Im Zwischenbericht des FoPS-Projektes FE-Nr. 70.0757/2004 „Abschätzung der Mobilitätskennziffern sowie Entwicklung von Szenarien zur Siedlungsentwicklung in ausgewählten Regionen Deutschlands für die Jahre 2030 und 2050" (unveröffentlicht) ist die ausführliche Darstellung der sieben Zuordnungsregeln enthalten.

- die ergänzte Variable weg2 gibt die neue Wegnummer an, nachdem alle Regeln für die betreffende Person zur Anwendung kamen
- die Variable w04tot (Wegezweck) wird für den neu erzeugten Weg auf den Wert 8 „nach Hause“ gesetzt, die übrigen Zweckvariablen werden für den neu erzeugten Datensatz fehlkodiert
- die Variablen für Start- und Ankunftszeiten des Weges (w03, w03_hs, w03_ms, w09, w09_hs und w09_ms) werden gelöscht bzw. fehlkodiert
- die Variablen für Wegelänge, -dauer und -geschwindigkeit der neu erzeugten Datensätze (w08, wegdauer und wegtempo) werden grundsätzlich fehlkodiert

Auf Personenebene wurde die Gesamtwegeanzahl der ergänzten Datenbasis aggregiert.

- die Variable *weganz_1b* enthält die Wege der jeweiligen Person der Originalvariable *weganz_1* zuzüglich der neu angefügten Wege
- die Variable *weganz_4* enthält die neue Gesamtzahl aller Wege der jeweiligen Person, d. h. einschließlich der weiteren Wege (> 7 bzw. 8) jedoch **ohne** Personenwirtschaftsverkehr

Nach Anwendung der sieben Erzeugungsregeln beträgt die Gesamtzahl der Datensätze auf Wegeebene **174.193** Wege. Die Zahl aller Wege auf Personenebene ohne Wirtschaftsverkehr und ohne weitere Wege (*weganz_1b*) beträgt ungewichtet ebenso 174.193 Wege. Insgesamt wurden **6.342** Datensätze angefügt.

Angesichts des umfangreichen Fragenkataloges der MiD-Erhebung wurden in der Datenerfassung bei Personen mit mehr als sieben bzw. acht Wegen die übrigen Wege nur noch zahlenmäßig aufgenommen. Für diese Wege gibt es daher auf Wegeebene keine Informationen. In der MiD betrifft dies 1.058 Personen, bei denen 2.081 Wege nur als Zahl erfasst sind. Damit beläuft sich dieser Anteil auf immerhin 1,3 % aller Originalwege.

Tabelle 4-5: Wegezahlen für Personen mit mehr als sieben bzw. acht Wegen in MiD

MiD 2002	weganz_2	weganz_1
N (Personen)	1.058	1.058
Summe Wege	10.393	8.312
MiD-Basisdaten, ungewichtet, Filter: weganz_2 <> weganz_1		

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Daher wurde eine neue Gewichtungsvariable auf Basis des vorhandenen Wegegewichtes erzeugt, um diese Ortsveränderungen auf Wegeebene mit berücksichtigen zu können. Über die Charakteristik der nicht detailliert erfassten Wege lagen keine Informationen vor. Da jedoch im SrV keine Einschränkung der Gesamtwegezahl existiert, erschien es sinnvoll, den SrV-Städtepegel 2003 zur Orientierung

heranzuziehen. Tabelle 4-6 zeigt die Wegezwecke bei Wegen mit WNR größer acht.

Tabelle 4-6: Zweckverteilung bei Wegen mit Wegenummer > 8 (SrV 2003)

Zweck	Anzahl Wege	Anteil Zweck bei Wegen über 8	
Kindereinrichtung	2	0,3 %	Pflichtaktivität
Arbeit	14	2,2 %	Pflichtaktivität
anderer Zweck	17	2,7 %	3 %
Private Erledigung	22	3,5 %	4 %
Einkauf	23	3,6 %	4 %
dienstlich/geschäftlich	27	4,2 %	Pflichtaktivität
Holen/Bringen	44	6,9 %	7 %
Freizeit	130	20,4 %	22 %
Wohnung	357	56,2 %	60 %
Gesamt	636	100,0 %	100 %

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis SrV 2003

Dabei wird deutlich, dass der Anteil an Wegen zu Pflichtaktivitäten (Arbeit, Bildung, Ausbildung, Kindertagesstätte und dienstlich/geschäftlich) sehr gering ist. Die obige Zweckverteilung zeigt weiterhin, dass bei den verbleibenden Aktivitäten der Anteil an Wegen zur Wohnung dominiert, gefolgt von Wegen zur Ausübung von Freizeitaktivitäten, die gegenüber anderen Zwecken einen überproportionalen Anteil aufweisen.

Bei den erzeugten „Nach Hause“-Wegen nach oben beschriebenem Vorgehen wurden teilweise auch „Nach Hause“-Wege aus nicht detailliert erfassten Wegen generiert. Es ist daher davon auszugehen, dass der o. g. SrV-Wert für die aufbereiteten MiD-Daten zu hoch ist. Insgesamt erscheint es jedoch plausibel, dass Freizeit- und „Nach Hause“-Wege den überwiegenden Anteil dieser Wege einnehmen. Das neue Wegegewicht berücksichtigt daher auch, dass durch das Einfügen von Wegen ein Teil der nur zahlenmäßig erfassten Wege schon abgegolten ist.

Auf Basis der inhaltlichen Diskussion des Autors mit Mitarbeitern des Lehrstuhls für Theorie der Verkehrsplanung wurde als hinreichende Näherung ein Ansatz favorisiert und umgesetzt, der nachfolgend näher beschrieben wird. „Nach Hause“- und Freizeitwege werden demnach bei der Gewichtsberechnung anteilsmäßig höher gewertet, indem diese einen Faktor (ZF) von 1,5 bei Freizeitwegen und 2,0 bei „Nach Hause“-Wegen zugewiesen bekommen. Alle anderen NICHT-Pflichtwege erhalten den Faktor ZF zu 1,0. Pflichtwege werden bei der Aufteilung nicht berücksichtigt und erhalten daher den Wert ZF = 0.

Dabei gilt folgende Berechnungsvorschrift:

$$Z_GEW_WB_TUD_p = 1 + \frac{ZF_{pw}}{\sum_{w=1}^{WNR} ZF_{pw}} \cdot DeltaW_p \tag{4.1}$$

mit

$Z_GEW_WB_TUD_p$	Gewichtungsfaktor der Person p zum Ausgleich der Wegedifferenz auf Wegeebene bei Personen mit mehr als sieben Wegen
ZF_{pw}	Zweckaufteilungsfaktor für den w-ten Weg der p-ten Person auf Wegeebene; dabei läuft w von w=1,..., WNR_{max}, mit WNR_{max} gleich der Gesamtwegezahl der ergänzten Wegedatensätze einer Person auf Wegeebene
$DeltaW_p$	Differenz aus *weganz_4* und *weganz_1b* auf Personenebene

Die auf Wegeebene noch zu berücksichtigten Wege ($DeltaW_p$) werden demnach auf die von der Person detailliert berichteten Wege - abzüglich der Pflichtwege - aufgeteilt. Das zusätzliche Wegewicht *Z_GEW_WB_TUD* ist für Pflichtwege stets 1,0. Für die Übrigen richtet es sich nach dem Zweck.

Im Anschluss der Bestimmung des Zusatzgewichtes *Z_GEW_WB_TUD* ist auf dessen Basis der neue Gesamtwegegewichtungsfaktor (*gew_wb2*) für Auswertungen mit der ergänzten Datenbasis auf Wegeebene zu berechnen. Dies erfolgt durch multiplikative Verknüpfung von *Z_GEW_WB_TUD* und dem vorhandenen Personengewichtungsfaktor *gew_pb.* Tabelle 4-7 veranschaulicht die Berechnung am Beispiel einer konstruierten Person.

Tabelle 4-7: Berechnungsbeispiel zur Veranschaulichung der zusätzlichen Wegegewichtung

WNR	Zweck	Pflicht-weg	ZF	*Z_GEW_WB_TUD*	*gew_pb*	*gew_wb2*
1	Kindereinrichtung	ja	0	1,00	0,769	0,769
2	Arbeit	ja	0	1,00	0,769	0,769
3	Wohnung	nein	2,0	1,94	0,769	1,492
4	Einkauf	nein	1,0	1,47	0,769	1,13
5	Wohnung	nein	2,0	1,94	0,769	1,492
6	Holen/Bringen	nein	1,0	1,47	0,769	1,13
7	Freizeit	nein	1,5	1,71	0,769	1,31
8	Sonstiges	nein	1,0	1,47	0,769	1,13
			8,5	12,00		
weganz_1b (Wegeanzahl der ergänzten Datenbasis)				8,00		
weganz_4 (Wegeanzahl der ergänzten Datenbasis inkl. der weiteren Wege)				12,00		
DeltaW				4,00		

Quelle: Eigene Darstellung, Beispielentwurf von Dipl.-Ing. Frank Zimmermann (TU Dresden)

Bei der MiD ergibt sich damit für die Berechnungen auf Wegeebene bei Berücksichtigung der ergänzten Daten und weiterer berichteter Wege (*gew_wb2*) die Gesamtzahl von **173.735 Wegen**. Dies entspricht den von den 53.487 mobilen und nichtmobilen Personen (also die Personen für die Angaben auf Wegeebene vorliegen) auf Personenebene in der *weganz_4* berichteten Wegen.

Für modelltheoretische Berechnungen werden Angaben zu Dauer und Entfernung zurückgelegter Ortsveränderungen benötigt. Auf Wegeebene sind dafür Informationen für die

- Wegelänge
- Wegedauer und
- Wegegeschwindigkeit

des jeweiligen Einzelweges im Datensatz enthalten.

Im Rahmen der Datenaufbereitung erfolgte wie oben beschrieben eine Ergänzung von Wegeketten um „Nach Hause“-Wege. Die Originalvariablen für Wegelänge, -dauer und -geschwindigkeit wurden für die ergänzten Wege grundsätzlich fehlkodiert.

Die Vervollständigung der Wegeketten betraf jedoch häufig Rundwege, die nicht konsistent geteilt oder belassen wurden. Um dies bei Berechnungen der mittleren Wegedauer und Wegelänge näherungsweise zu berücksichtigen, sind die Variablen *wegdauer_TUD* und *w08_TUD* (Weglänge) erzeugt worden.

Für die Wegelänge (*w08_ TUD)* sind grundsätzlich die Werte aus *w08* übernommen worden. Bei eindeutig identifizierbaren Rundwegen mit angefügten „Nach Hause"-Wegen erfolgte eine Teilung der Wegelänge des Originalweges. Diese halbe Wegelänge wurde im Anschluss sowohl dem halbierten Originalweg als auch dem angefügten Weg zugewiesen.

Für die Variable *wegdauer_ TUD* wurde eine Neuberechnung nach folgendem Algorithmus durchgeführt:

- Neuberechnung der Wegedauer aller Datensätze anhand kodierter Start- und Ankunftszeit;
- Regel 1: bei Wegen, die über 0:00 Uhr hinausgehen, ist dies bei der Dauerberechung zu beachten;
- Regel 2: bei unplausiblen Wegedauern, deren Wegelänge und Geschwindigkeit jedoch vermuten lässt, dass lediglich Start- und Endzeit vertauscht wurden, erfolgt die Wegedauerberechnung unter Berücksichtigung dieses Sachverhaltes;
- Wege, bei denen eine der beiden Regeln Anwendung fand, erhalten eine entsprechende Kennzeichnung in der Variablen Regel_D (1 oder 2);
- Für Wegedauern, die „null" sind, wird Variable wegdauer_TUD auf 999995 fehlkodiert;
- Wegedauern identifizierter Rundwege mit angefügten „Nach Hause"-Wegen werden halbiert. Die halbierte Wegedauer wird jeweils dem Rundweg und dem eingefügten Weg zugewiesen.

Auf Basis der neu berechneten Wegelängen und Wegedauern wurde die Wegegeschwindigkeit neu berechnet und in die Variable *wegtempo_ TUD* geschrieben. Anhand vorgegebener Geschwindigkeitsbereiche unterschiedlicher Hauptverkehrsmittel[198] (vgl. Tabelle 4-8) wurden verbleibende unplausible Wegedauern und -längen mit 999995 fehlkodiert.

198 Das Hauptverkehrsmittel nach Variable *w05_ tud* ist zusätzlich kodiert worden (LNF = leichtes Nutzfahrzeug, F = Fahrer, MF = Mitfahrer).

Tabelle 4-8: Geschwindigkeitsbereich von Hauptverkehrsmitteln in MiD (komplexe Reisegeschwindigkeit)

w05_ tud	Hauptverkehrsmittel	min [km/h]	max [km/h]
10	zu Fuß	0,5	15
20	Fahrrad	0,5	40
31	mot. Zweirad F/MF	2	160
32	mot. Zweirad MF	2	160
33	mot. Zweirad F	2	160
41	Pkw MF	2	160
42	Pkw F	2	160
43	Taxi	2	160
51	ÖPNV	2	100
52	Reisebus	2	100
53	Fernzug	2	160
71	LNF MF	2	100
72	LNF F/MF	2	100
73	LNF F	2	100
74	LKW MF	2	100
75	LKW F/MF	2	100
76	LKW F	2	100
81	Schiff/Fähre	0,2	40
82	Flugzeug	200	1000
90	anderes	99995	99995

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis eines mit Prof. Dr.-Ing. habil. Dieter Lohse abgestimmten Vorschlages von Dipl.-Ing. Frank Zimmermann

4.1.3 Zuordnung zu Quelle-Ziel-Gruppen

Zur Umsetzung des Quelle-Ziel-Gruppen-Konzeptes wurden die MiD-Wegzwecke in Zielkategorien überführt. Diese dienen als Basis zur Bildung von Quelle-Ziel-Gruppen. Dabei ist jede Zielkategorie gleichzeitig auch mögliche Quellkategorie. Die dazugehörige Tabelle mit der Zuordnungsvorschrift befindet sich in Anlage II. In MiD 2002 existieren, wie bereits weiter oben erwähnt, neben der Variable für den Wegzweck (*w04*), für Einkaufs-, private Erledigungs- und Freizeitwege weitere Unterzweckkategorien. Diese lassen eine differenzierte Berücksichtigung der Wegezwecke für eine Quelle-Ziel-Gruppen-Bildung zu.

Ein Problem bestand vor allem bei der QZG-Zuordnung von Wegen ohne genaue Information zur räumlichen Lage des Ziels, (z. B. die MiD-Zweckkategorien Holen/Bringen von Personen und Begleitung Erwachsener, Private Erledigungen ohne Unterzweck, u. a.). Im Rahmen einer Nachkodierung konnten bestimmte Fälle über die Wegezwecke der Begleitpersonen im Haushaltskontext eindeutig Zielkategorien zugeordnet werden. Für einige Sonderfälle wurden spezielle Zuord-

nungsregeln definiert[199]. Die Wegzwecke, denen kein Infrastrukturbezug zuordenbar ist, bzw. ein solcher Bezug in einer Modellierungsaufgabe praktisch nicht umsetzbar ist[200], wurden in der Kategorie „Sonstige Einrichtung“ zusammengefasst.

Die Wegedatenbasis wurde um die folgenden vier Variablen ergänzt:

- zweck_n - gibt die neu erzeugte TUD-Zielkategorie an
- qk - ist die Zuordnung des Weges zu einer Quellkategorie
- zk - ist die Zuordnung des Weges zu einer Zielkategorie
- qzg - ist die Kombination aus Quell- und Zielkategorie zu QZG

4.1.4 Kodierung von Tagtypen

Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit ist der werktägliche Personenverkehr, der für eine Vielzahl verkehrsplanerischer Fragestellungen Dimensionierungsgrundlage ist. Da das Verkehrsverhalten im Wochenverlauf variiert, wurden zur Abgrenzung verschiedene Tagtypen definiert. Diese sind auch für die vergleichenden Untersuchungen von MiD und SrV von Nutzen. Bei der Tagtypenkodierung sind neben einigen Hilfsvariablen zwei neue Gliederungsvariablen für Zeitkategorien in die MiD-Datenbasis aufgenommen worden. Zur Auswertung der Daten nach Tagesgruppen wurde die Variable *tag_ typ* erzeugt (Tabelle 4-9).

199 Die Erstellung der Regeln für die Zweckzuordnung und Bildung von Quelle-Ziel-Gruppen erfolgte wiederum in Zusammenarbeit mit dem damaligen Lehrstuhl für Theorie der Verkehrsplanung von Prof. Dr.-Ing. habil. Dieter Lohse. Im Zwischenbericht des FoPS-Projektes FE-Nr. 70.0757/2004 „Abschätzung der Mobilitätskennziffern sowie Entwicklung von Szenarien zur Siedlungsentwicklung in ausgewählten Regionen Deutschlands für die Jahre 2030 und 2050“ (unveröffentlicht) wurden die Zuordnungsvorschriften für Sonderfälle ausführlich beschrieben.

200 Z. B. kann ein Weg mit dem Hauptzweck „Freizeit“ und dem Unterzweck „Ehrenamt, Verein, politische Aktivität“ keinem Freizeitpotenzial als Strukturgröße zugeordnet werden.

Tabelle 4-9: Variablendefinition zur Auswertung von Zeitkategorien

Variablen-name	Variablenlabel	Erläuterung
FeierT	Feiertag	Kennung, ob der Stichtag ein Feiertag in diesem Bundesland ist
FeierT_a	an Feiertag angrenzend	Kennung, ob der Stichtag an einem Feiertag in diesem Bundesland angrenzt
FerienT	Ferientag	Kennung, ob der Stichtag ein Ferientag in diesem Bundesland ist. Wenn die offiziellen Ferien von Montag bis Freitag gehen, so wurden auch die angrenzenden Samstage und Sonntage als Ferientage gekennzeichnet.
FerienT_a	an Ferientag angrenzend	Kennung, ob der Stichtag an einen Ferientag in diesem Bundesland angrenzt
SrV_Tag	‚SrV-Tag': Di-Do; kein Ferien-/ Feiertag (angrenzend)	Kennung, ob es sich um einen mittleren Werktag entsprechend der SrV-Definition handelt, d. h. ein Dienstag, Mittwoch oder Donnerstag, der weder in den Schulferien liegt bzw. Feiertag ist noch an einen Ferien- oder Feiertag angrenzt.
Tag_typ	Tagtyp	1 „Mo-Do (keine Ferien, kein Feiertag)“ 2 „Fr (keine Ferien, kein Feiertag)“ 3 „Mo-Do (Ferien)” 4 „Fr (Ferien)” 5 „Sa” 6 „So/Feiertag“

Quelle: Eigene Darstellung

Die Bildung von Teilstichproben auf Basis von Tagtypen bzw. dem SrV-Tag kann grundsätzlich dazu führen, dass bestimmte Merkmale der Grundgesamtheit verzerrt werden (z. B. soziodemografische Personenmerkmale wie Alter, Geschlecht und Berufstätigkeit). Bei starken Verzerrungen wäre eine Ausgleichsgewichtung erforderlich. Auswertungen der Tagtypen nach Altersklassen zeigen, dass zwar Abweichungen in den Teilstichproben auftreten, diese sich jedoch im Einprozentbereich bewegen. Ebenso zeigen die Teilstichproben differenziert nach Geschlecht und Berufstätigkeit keine nennenswerten Abweichungen zur Gesamtstichprobe. Daher kann von einer Nachgewichtung unterschiedlicher Tagkategorien abgesehen werden.

Durch die Differenzierung der Datenbasis nach Tagtypen verringert sich jeweils die zur Verfügung stehende Fallzahl deutlich. In den für die Auswertung relevanten werktagsbezogenen Tagtypen „SrV-Tag“ und „Tagtyp 1“ (Mo-Do außerhalb von Ferien und Feiertagen) ergeben sich in MiD 2002 die in Tabelle 4-10 dargestellten Fallzahlen.

Tabelle 4-10: Fallzahlen der MiD-Daten für „Tagtyp 1“ und „SrV-Tag“

MiD-Personendatenbasis	Tagtyp 1: Mo-Do (keine Ferien, kein Feiertag)	SrV-Tag	Gesamt
Fallzahl ungewichtet	27.014	18.893	61.729
Fallzahl gewichtet mit Personengewicht	26.627	18.638	61.729

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis MiD 2002, ungewichtet

4.1.5 Qualifizierung verkehrssoziologischer Personengruppen

In MiD 2002 existieren zwei Variablen mit Vorschlägen zu verhaltenshomogenen Personengruppen (Variablen: *Pergrup* und *Pergrup1*). Diese werden anhand der Merkmale Alter, Berufstätigkeit und Pkw-Verfügbarkeit determiniert. Zur Gruppenbildung wurde in MiD die kategorial abgefragte Variable zur Kfz-Verfügbarkeit genutzt (Kategorien: Kfz stand am Stichtag „ständig“, „teilweise“ oder „gar nicht“ zur Verfügung). Jedoch besteht das Problem, dass einerseits viele Personen aufgrund von Item-Nonresponse in den Basisdaten keiner Personengruppe zugeordnet wurden und andererseits die subjektiv, kategorial abgefragte Verfügbarkeit in dieser Form nicht prognosefähig ist.

Daher wurde für die Arbeit eine Neuzuordnung bevorzugt. Dazu blieb die Verkehrsmittelverfügbarkeit im ersten Schritt außen vor. Aus diesem Grund wird der Begriff „verhaltenshomogene Personengruppe“ zunächst bewusst vermieden und im Folgenden bei der Gruppenbildung von verkehrssoziologischen Personengruppen gesprochen. Umfangreiche Testauswertungen zur Kategorieneinteilung anhand der MiD-Datenbasis und die Berücksichtigung aktueller Erkenntnisse anderer Forschungsarbeiten[201] führen zunächst zu einer Einteilung in acht Personengruppen (Tabelle 4-11).

201 Insbesondere wurden Erkenntnisse aktueller Forschungsarbeiten des DIW berücksichtigt. KALINOWSKA/KLOAS/ KUHFELD/KUNERT (2005) verwenden in einem Personenverkehrsmodell 13 Bevölkerungsgruppen, die auf Basis von Cluster- und Faktorenanalysen entstanden sind. Die Überprüfung derer mit Hilfe multivariater Erklärungsmodelle (Datenbasis: MiD 2002) lieferte keine Hinweise zur Modifikation [KALINOWSKA/KLOAS/ KUHFELD/KUNERT (2005) S. 204].

Tabelle 4-11: Verkehrsoziologische Personengruppen (8er-Einteilung)

PG_TUD	**Wertelabel (Abkürzung)**
1	Kleinkinder
2	Schüler ≤ 10 Jahre
3	Schüler > 10 Jahre
4	Auszubildender
5	Student
6	Erwerbstätiger
7	Nichterwerbstätiger ≤ 65 Jahre
8	Nichterwerbstätiger > 65 Jahre

Quelle: Eigene Darstellung

Zur eindeutigen Zuordnung aller Personen in MiD zu einer verkehrssoziologischen Personengruppe waren umfangreichere Aufbereitungsschritte notwendig. Nichtzugeordnete Personen wurden nachträglich einer Gruppe zugewiesen. Dies war auf Basis weiterer personen- und haushaltsbezogener Merkmalen oftmals zweifelsfrei möglich. Zur eindeutigen Personenkodierung wurden unklare Fälle durch Zuordnungsregeln einer Gruppe zugeteilt. Hilfreich waren dabei die bereits kodierten o. g. verhaltenshomogenen Personengruppen der MiD-Datenbasis. Diese erlaubten zusammen mit weiteren Merkmalen eine weitgehend plausible Zuordnung[202].

Im Ergebnis konnte jede Person einer Personengruppe zugeordnet werden. Diese Personengruppen können für die Auswertungen verwendet, zusammengefasst oder durch Hinzuziehen von Merkmalen zur Verkehrsmittelverfügbarkeit weiter differenziert werden.

4.1.6 Variablen zur Berücksichtigung des Auswahlverfahrens

Zur Berücksichtigung des Erhebungsdesigns in der Genauigkeitsbeurteilung wurden dem Autor vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) die Variablen

- STRATA – für die Schichtzugehörigkeit und
- PSU – für die Zugehörigkeit des Haushaltes zur primären Ziehungseinheit

zur Verfügung gestellt. Mit deren Hilfe kann dem komplexen Auswahlverfahren in Form einer verbesserten Varianzschätzung Rechnung getragen werden. Für Selektivitätsanalysen sind im „Scientific Use File“ weitere Feldinformationen für die telefonisch durchgeführten Interviews sowie zwei Variablen zu den (transformier-

202 Die Entwicklung der Zuordnungsregeln erfolgte zusammen mit sowie die technische Umsetzung dieses Arbeitsschrittes vorwiegend durch Dipl.-Ing. Frank Zimmermann an der TU Dresden.

ten) Teilnahmewahrscheinlichkeiten jeder Beobachtung als sogenannte „Inverse Mills' Ratios" bzw. als „Nonselection Hazard" verfügbar. Diese Variablen sind für die vorliegende Arbeit jedoch nicht weiter von Nutzen, da der Ausfallprozess ausschließlich mit diesen Informationen/Variablen nicht modellierbar ist und weitere Informationen aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht verfügbar waren.

4.1.7 Gewichtung

Den Datensätzen ist generell ein Gewichtungsfaktor zugewiesen. Dieser basiert auf einem komplexen, iterativen Gewichtungsprozess. Die Gewichtungsalgorithmen für MiD wurden von DIW/Infas auf Haushalts- und Personenebene jeweils separat entwickelt[203]. Aufgrund des Stichprobenplanes waren sowohl eine Design- als auch eine Anpassungsgewichtung erforderlich. Dabei baut das Personengewicht auf dem Haushaltsgewicht auf. Für letzteres wurden zunächst unterschiedliche Auswahlwahrscheinlichkeiten der Haushalte ausgeglichen (inverse Haushaltstransformation[204]). Anschließend ist ein Gewichtungsfaktor für die Haushalte ermittelt worden, in dem iterativ innerhalb der Bundesländer die Haushaltsgrößenverteilung, die Grundgesamtheitsmerkmale des Stichprobenplanes (BIK-Regionsgrößenklassen und BBR-Regionstypen) an die Grundgesamtheit sowie die Wochentage und Stichtagsmonate an die kalendarischen Daten anzupassen waren.

Die Ausfallgewichtung erfolgte wiederum mittels iterativer Randanpassung. Auf Personenebene erfolgte die Anpassung der Abweichungen zur Grundgesamtheit für die Haushaltsgrößen-, Geschlechts- und Altersverteilung innerhalb der Bundesländer sowie der Verteilung nach BIK-Regionsgrößenklassen/BBR-Regionstypen über alle Bundesländer. Die Abweichung zu den kalendarischen Vorgaben wurde wiederum für Wochentage und Stichtagsmonate korrigiert.

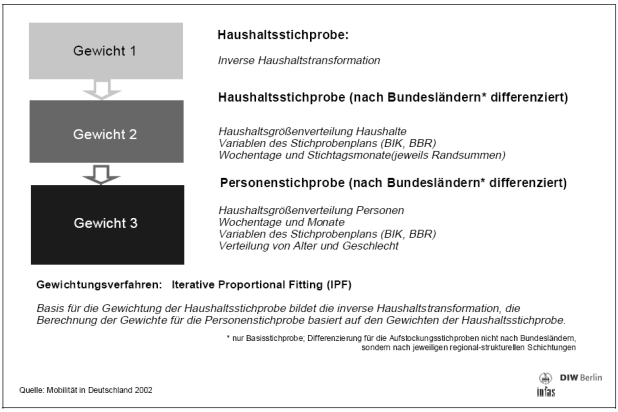
Zusätzlich existiert ein Wegegewicht, welches ausgehend vom Personengewicht die Randverteilungen auf Wegeebene anpasst. Dies ist erforderlich gewesen, da nicht für alle Personen Informationen auf Wegeebene vorliegen. Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass jede weitere nachträgliche Gewichtung, da Randsummen aus dem Stichprobenplan nicht bekannt sind, unter Umständen zur Verzerrung

---

203 Die eingesetzten Gewichtungsprozeduren sind ausführlich in DIW/Infas (2003) S. 75 ff. nachzulesen.

204 Nach den Ausführungen im methodischen Endbericht erfolgte die Ziehung von Personen ab 14 Jahren aus dem Grund, dass bei den Anschreiben an kleine Kinder es laut Methodenstudie zu Irritationen in den Haushalten kam [siehe dazu DIW/Infas (2003) S. 19]. Dieser Sachverhalt musste bei der inversen Haushaltstransformation zur Korrektur der Inklusionswahrscheinlichkeiten berücksichtigt werden. Bei Ziehung der Personen ab 14 Jahre ergeben sich andere Inklusionswahrscheinlichkeiten als bei Ziehung von Personen ab 0 Jahren (reduzierte Haushaltsgröße).

der übrigen Anpassungsmerkmale führt. Dies muss daher bei einer eventuellen Nachgewichtung berücksichtigt werden.



Quelle: DIW/INFAS (2003) S. 76

Abbildung 4-1: Gewichtung der Erhebung MiD 2002

Der Ausgleich von Nichtstichprobenfehlern erfolgt in MiD 2002 damit durch Gewichtung. Dies ist für den Fall hinreichend, wenn angenommen werden kann, dass insbesondere die Antwortausfälle nicht mit den Untersuchungsmerkmalen korrelieren. Wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse zum Ausfallprozess liegen nicht vor. Die durchgeführte Nonresponse-Untersuchung der MiD liefert keine belastbaren gegenteiligen Hinweise.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass bei bestimmten Auswertungstypen Grundgesamtheitsmerkmale wieder verzerrt werden. Es ist z. B. denkbar, dass aufgrund einer Auswertung für das Wochenende der in den Wochenenddatensätzen vorhandene Personenkreis gewichtet nicht in dem Maße die Randsummen der Grundgesamtheit repräsentiert (z. B. bei Alter und Geschlecht), wie dies noch für den Gesamtdatensatz gilt. In einem solchen Fall ist die Notwendigkeit einer Neu- bzw. Nachgewichtung zu prüfen bzw. sind geringe Abweichungen in Kauf zu nehmen[205].

205 In diesem Zusammenhang sei explizit auf die Untersuchung der MiD-Daten in RÜMENAPP/STEINMEYER (2005) hingewiesen. Die Autoren untersuchen in ihrer Arbeit u. a., inwieweit Nachgewichtungen aufgrund bestimmter zeitlicher Beschränkungen, speziell für den „mittleren Werktag“ und bei Beschränkungen auf einzelne Befragungsmonate, für Auswertungen notwendig sind. Da Merkmalseigenschaften wie Alter und Geschlecht jedoch nur geringe Abweichungen gegenüber der Gesamtdatenbasis zeigten, erfolgte durch RÜMENAPP/STEINMEYER lediglich eine „zeitliche“ Nachgewichtung (z. B. zur Auswertung einzelner Befragungsmonate) [vgl. RÜMENAPP/STEINMEYER (2005) S. 23 f.].

4.2 Mobilität in Städten – SrV 2003

4.2.1 Datenübernahme

Die SrV-Daten liegen jeweils in einer separaten Haushalts-, Personen- und Wegedatei vor. Aus diesen Dateien lässt sich über Schlüsselvariablen eine relationale Datenbankstruktur erzeugen, die auch die mit VBA[206] in Microsoft ACCESS umgesetzte SrV-Standardauswertung verwendet. Die Datenebenen sind daher im Originalzustand redundanzfrei. Die Nettostichprobe setzt sich zusammen aus 13.529 Haushalts-, 33.278 Personen- und 100.492 Wegedatensätzen.

Neben den direkt erhobenen Variablenwerten befinden sich in den Dateien weitere Datenfelder, in denen Zusatzinformationen für nachträgliche Merkmalskategorisierungen (z. B. Quelle-Ziel-Gruppen, räumliche Verkehrsart) aber auch erhebungsspezifische Informationen (z. B. Erhebungsmethode, Stichtag) kodiert sind. Damit werden bestimmte spezifische Auswertungen erleichtert.

Für die vergleichenden Untersuchungen mit MiD wurde die SrV-Datenstruktur als relationale Datenbank in eine Form transformiert, die eine identische Bearbeitung und statistische Analyse im SPSS 15 ermöglicht. Dazu waren die Personen- und Haushaltsinformationen einschließlich der zugehörigen Gewichtungsfaktoren auf die jeweilige Bezugsebene (Personen- bzw. Wegeebene) übertragen.

4.2.2 Plausibilitätsprüfungen und Aufbereitung

Im Rahmen der Datenaufbereitung zum Erhebungsdurchgang SrV 2003 wurden vom Autor bereits eine Vielzahl an Bereinigungs- und Plausibilisierungsarbeiten unter Berücksichtigung der Anforderungen der Verkehrsmodellierung durchgeführt. Im Zuge der Vorbereitungsarbeiten für die Datenanalyse wurden diese jedoch inhaltlich noch weiter differenziert. Insbesondere waren wesentliche Wegeattribute vertieft zu inspizieren. Dabei galten analoge Anforderungen wie für die Datenaufbereitung der MiD 2002. Vor allem die bestehende Quelle-Ziel-Gruppen-Kodierung und die Wegeketten wurden in Teilen überarbeitet. Eine Tabelle der Zuordnungsvorschriften befindet sich in Anlage II. Darüber hinaus erfolgte - soweit möglich - für die Frage nach dem Grund für Nichtmobilität am Stichtag, die in Form eines offenen Antwortfeldes vorlag, eine Nachkodierung.

206 Visual Basic for Application

4.2.3 Prüfung und Ergänzung der Quelle-Ziel-Gruppen

Für die Verkehrserhebung SrV werden seit 1972 standardmäßig, unter Berücksichtigung modellierungstechnischer Anforderungen, Auswertungen nach Quelle-Ziel-Gruppen durchgeführt. D. h. die entsprechenden Variablen für Quell- bzw. Zielkategorien sind in der Datenbasis bereits standardmäßig vorhanden. Für die vorliegende Arbeit wurden die Zweckzuordnungen jedoch nochmals kritisch überprüft. Insbesondere sind dabei die Wege der Kategorien „private Erledigung“, „Holen-Bringen“ und „Sonstiges/Anderer Zweck“ von Personen nachträglich - soweit möglich - Zielkategorien mit Infrastrukturbezug zugeordnet worden. Dies konnte für all die Fälle erfolgen, bei denen „Begleitwege“ vor, nach bzw. für die entsprechende Ortsveränderung identifizierbar waren. Für diese Fälle wurde der Zweck durch den entsprechenden Zweck der Begleitwege ersetzt. Darüber hinaus können 1.861 Wege nachträglich umkodiert werden, deren Zwecke im SrV 2003 in einem offenen Feld näher erläutert wurden. Im Vordergrund der QZG-Aufbereitung stand die Vereinheitlichung der Zweckzuordnung in SrV und MiD zu QZG.

4.2.4 Kodierung verkehrssoziologischer Personengruppen

Die Ausführungen aus Kapitel 4.1.5 gelten analog für das SrV 2003. Daher wurden zunächst wiederum acht Personengruppen gebildet. Die Kodierung vereinfacht sich jedoch maßgeblich, da in SrV 2003 Item-Nonresponse für die Variablen Alter und Berufstätigkeit nicht auftrat bzw. Personen mit Fehlangaben nicht in die Nettostichprobe gelangten. Demnach konnte jede Person einer Personengruppe zugeordnet werden.

4.2.5 Variablen zur Berücksichtigung des Auswahlverfahrens

Für die Varianzschätzung sind bei dem standardmäßig einstufigen Stichprobenverfahren im SrV lediglich die Klumpen zu identifizieren. Dies erfolgt auf Basis der Haushaltsnummer. Darüber hinaus existiert eine Variable mit den Einschlusswahrscheinlichkeiten erster Ordnung (*IncluProb1th*), die auf Basis der unterschiedlichen Auswahlwahrscheinlichkeiten der Haushalte generiert wurde.

4.2.6 Gewichtung

Jedem Haushalts- und jedem Personendatensatz ist ein Gewichtungsfaktor zugeordnet. Für SrV 2003 waren eine Design- und eine Anpassungsgewichtung erforderlich. Diese erfolgten unter Berücksichtigung der Merkmale:

- Haushaltsgröße (Anzahl der im Haushalt lebenden Personen),
- Alter und
- Geschlecht.

Zunächst wurde die aus dem Einwohnermelderegister zufällig gezogene Personenstichprobe in eine Haushaltsstichprobe transformiert (Designgewichtung). Die Transformation erfolgt durch die Korrektur der Auswahlwahrscheinlichkeiten mittels Hansen-Hurwitz-Schätzer (inverse Haushaltstransformation, Auswahlwahrscheinlichkeit des Haushaltes proportional zur Haushaltsgröße {Personen ab 0 Jahre}).

Die anschließende *Haushaltsgewichtung* gleicht dann die Haushaltsgrößenverteilung der Stichprobe an die der Grundgesamtheit an. Dabei erwies es sich teilweise als schwierig, Angaben über die Haushaltsgrößenverteilung der jeweiligen Stadt zu gewinnen.

Die *personenbezogene Gewichtung* gleicht soziodemografische Unterschiede zwischen Grundgesamtheit und Stichprobe aus. Dazu lagen als Grundlage von allen SrV-Städten aktuelle Daten zur Einwohnerstruktur nach Alter und Geschlecht vor.

Mit einem bilinearen Verfahren wurde die Haushalts- und Personenverteilung der Stichprobe simultan an die Randverteilung der Grundgesamtheit mit Hilfe einer iterativen Zielwertsuche angepasst[207]. Damit wurde der Gewichtungsfaktor für personen- und wegebezogene Auswertungen ermittelt. Im Anschluss wurde auf Basis der gewichteten Personenstichprobe ein Haushaltsgewichtungsfaktor für den Haushaltsdatensatz errechnet. Für haushaltsbezogene Auswertungen, z. B. zur Fahrzeugausstattung, ist dieser Haushaltsgewichtungsfaktor zu verwenden. Eine raumtypenspezifische Gewichtung ist bei den stadtspezifisch erhobenen SrV-Daten im Allgemeinen nicht erforderlich. Allerdings erfolgte für wissenschaftliche Auswertungen die Bildung stadtübergreifender Gruppierungen (z. B. für den SrV-Städtepegel und die SrV-Stadtgrößengruppen). Für diese Gruppierungen existieren separate Gewichtungsfaktoren.

---

207 Das Verfahren entspricht im Grunde dem in den Sozialwissenschaften üblichen Ansatz des „Raking Ratio“ bzw. als sich wiederholende Prozedur dem „Iterative Proportional Fitting (IPF)“.

5 Datenanalyse

5.1 Analysevorbereitung

5.1.1 Eingesetztes Varianzschätzverfahren

5.1.1.1 Varianzschätzung für MiD 2002

Die Stichprobe der MiD 2002 ist im statistischen Sinne keine uneingeschränkte Zufallsauswahl. Aus Praktikabilitätsgründen wurde für die MiD eine zweistufig disproportional geschichtete Klumpenstichprobe[208] gezogen. Das Auswahlverfahren innerhalb der einzelnen Stufen war zufallsbasiert, indem zunächst Gemeinden nach Vorgaben eines Schichtungsplanes gezogen wurden. Dabei war es aufgrund der Stichprobenziehung mit Zurücklegen möglich, dass Gemeinden mehrmals in die Stichprobe gelangen und damit mit mehreren Sample-Points[209] vertreten sind[210].

Im zweiten Auswahlschritt wurden in diesen Gemeinden aus dem jeweiligen Einwohnermelderegister entsprechend des Schichtungsplanes zufällig Personen (ab 14 Jahre) gezogen. Der Schichtungsplan berücksichtigt dabei im Wesentlichen die Bevölkerungsanteile der Bundesländer sowie innerhalb der Bundesländer die Kombination von Kreisen und der Regionstypisierung nach BBR (7er-Einteilung)[211].

Insgesamt ist festzustellen, dass auf Basis des gewählten Auswahlverfahrens nicht jede Person die *gleiche Wahrscheinlichkeit* besitzt in die Stichprobe zu ge-

---

208 Ein Klumpeneffekt tritt dabei sowohl in der ersten als auch in der zweiten Auswahlstufe auf. In der ersten Stufe sind die Klumpen die Gemeinden und in der zweiten Stufe die Haushalte. Die Klumpung auf Haushaltsebene wird bei der MiD im Folgenden vernachlässigt.

209 Sample-Points sollen nach Stichprobenanlage der MiD grundsätzlich gleichgroße Personenklumpen sein, für die in der zweiten Auswahlstufe Personen aus dem Einwohnermelderegister gezogen wurden. Aufgrund unterschiedlicher Stichprobenausfälle innerhalb der Sample-Points sind diese in der Netto-Stichprobe jedoch unterschiedlich besetzt.

210 Anzumerken ist, dass die bevölkerungsproportionalen Auswahlwahrscheinlichkeiten von DIW/Infas verändert wurden, um eine höhere Stichprobe für die Neuen Bundesländer zu erhalten und damit repräsentative Ergebnisse auf Bundeslandebene sicherzustellen. Aus diesem Grunde wird von einer disproportionalen Verteilung der Bundesländer gesprochen.

211 Zusätzlich erfolgte eine Kontrolle anhand der zehn BIK-Regionsgrößenklassen. Eine detaillierte Beschreibung der Stichprobenziehung findet man in DIW/Infas (2003) S. 15 ff.

langen. Derartige Verfahren werden jedoch vor allem aus ökonomischen Gesichtpunkten in der Forschungspraxis sehr häufig angewandt und zählen zu den Standardauswahlverfahren. Positiv ist vor allem, dass die Stichprobengröße der MiD, im Vergleich zu sonst in den Natur- und Sozialwissenschaften üblichen, sehr hoch ist. Daher kann nicht beurteilt werden, ob und inwieweit sich die Verletzungen der uneingeschränkten Zufallsauswahl auf die Verallgemeinerungsfähigkeit der MiD-Daten auswirken. Sicher ist jedoch, dass mit der Klumpung im Allgemeinen eine Varianzvergrößerung einhergeht, die bei der Fehlerberechnung zu berücksichtigen ist. Umgekehrt ist festzustellen, dass die Varianzschätzalgorithmen für die uneingeschränkte Zufallsauswahl bei derartiger Erhebungsanlage zu einer deutlichen Unterschätzung der Varianz der Parameterschätzung führen. Ziel war daher in der vorliegenden Untersuchung, dem komplexen Schichtungs- und Auswahlverfahren Rechnung zu tragen.

In Kapitel 3.6 wird gezeigt, dass die Varianzschätzproblematik bei komplexem Stichprobendesign keinesfalls eine triviale Angelegenheit ist. Zum Analysezeitpunkt der vorliegenden Arbeit war es dem Autor nicht möglich, den komplexen mathematischen Auswahl- und Ausfallprozess (Ziehungsverfahren und Nonresponse) vollständig in geeignete Varianzschätzalgorithmen umzusetzen. Dies ist auf die nichtzugänglichen Stichproben- und Grundgesamtheitsinformationen (Schichtungsplan mit ungleichen Auswahlwahrscheinlichkeiten) für MiD 2002, der schwer abschätzbaren Nonresponse-Effekte sowohl in MiD 2002 als auch in SrV 2003 und der damit verbundenen Problematik nicht eingetretener Auswahlwahrscheinlichkeiten zurückzuführen. Der Ausfallprozess kann mit den zur Verfügung stehenden Informationen nicht modelliert werden. Auf Basis des nachfolgend dargestellten Verfahrens wird jedoch bereits eine deutliche Verbesserung bei der Bestimmung der Schätzvarianz - gegenüber dem Einsatz der Algorithmen für die uneingeschränkte Zufallsauswahl - erwartet.

Als Varianzschätzmethode wird ein vereinfachtes Verfahren auf Basis der „Taylor-Linerarisierung“ angewandt[212]. Zur Berechnung der Schätzvarianz wurde auf die im Programmpaket SPSS in der Version 15 implementierten Statistikprozeduren zurückgegriffen. Über das SPSS-Zusatztool „ComplexSamples“ kann das Stichprobendesign bei der Datenanalyse berücksichtigt werden. Grundlage für die Schätzung sind Informationen der Haushalte zur Schichtzugehörigkeit und zu den primären Ziehungseinheiten (PSU).

212 Der Einsatz von Resampling Techniken (z. B. Jackknife Replication Techniques) ist vor allem aufgrund der zu erwartenden langen Rechenzeiten bei derart großen Datenmengen und der bis zum Abschluss der Arbeit schwer zugänglichen Software mit entsprechenden Funktionalitäten verworfen worden.

Unter Verwendung dieser Stichprobeninformationen lässt sich der Schichtungs- und Klumpeneffekt auf der ersten Auswahlstufe, d. h. die Varianz zwischen den PSU modellieren. Diese sogenannte „Varianz-Between-PSU“ ist im Fall kleiner Auswahlwahrscheinlichkeiten der Primäreinheiten in der Regel deutlich größer als der Term „Varianz-Within-PSU“. Eine Vernachlässigung der „Varianz-Within-PSU“ ist daher im Fall kleiner Auswahlwahrscheinlichkeiten möglich. Diese Vorgehensweise wird von einer Reihe von Autoren empfohlen[213]. Vereinfachend ist aus den o. g. Gründen auch der Sachverhalt ungleicher Auswahlwahrscheinlichkeiten zu vernachlässigen und stattdessen für die Auswahl der PSU eine uneingeschränkte Zufallsstichprobe mit Zurücklegen (SRS WR) anzunehmen. Damit entspricht das eingesetzte Varianzschätzverfahren im Grunde dem Algorithmus, der als Standardprozedur auch vom Programmpaket STATA oder SAS verwendet wird. Die ausführliche Darstellung der Schätzprozedur ist der Anlage III beigefügt.

Die Varianzschätzung kann so bei den MiD-Daten unter Zugrundelegung des jeweiligen Gewichtungsfaktors sowie der Schicht- und PSU-Variablen problemlos durchgeführt werden. Je nach Gliederungstiefe (insbesondere bei räumlicher Gliederung) kann es jedoch vorkommen, dass in den Subpopulationen in einer Schicht nur noch eine PSU vorhanden ist. Der Varianzschätzer kann dann keine sinnvolle Varianzschätzung mehr liefern[214]. Für solche Situationen wird die Varianzschätzung mit den Formeln der uneingeschränkten Zufallsauswahl vorgenommen, wobei davon ausgegangen werden muss, dass die Varianz damit unterschätzt wird.

5.1.1.2 Varianzschätzung für SrV 2003

Aufgrund der Zielstellung des SrV, stadtbezogene Verkehrsdaten repräsentativ zu erheben, stellt sich das Ziehungsverfahren einfacher dar. Die Grundgesamtheit umfasst alle gemeldeten Personen (Erst- und Zweitwohnsitz) der jeweiligen Gemeinde. Das Ziehungsverfahren ist daher einstufig.

Im SrV wird grundsätzlich eine uneingeschränkte Zufallsstichprobe mit Zurücklegen aus dem Einwohnermelderegister gezogen, in der **jede Person** (Personen ab 0 Jahre) zunächst prinzipiell die gleiche Auswahlwahrscheinlichkeit besitzt. Nur in Ausnahmefällen erfolgte für Städte des SrV 2003 eine Schichtung auf Ortsamts- oder Ortsteilebene (dann zumeist mit Stichprobenaufstockungen), um bestimmte Kennwerte auch repräsentativ in diesen Raumeinheiten auswerten zu können.

---

213 Vgl. dazu auch Rendtel/Schimpl-Neimanns (2001) S. 96; Lohr (1999) S. 147

214 In diesem Fall sind jedoch höchstwahrscheinlich auch die Datensatzgewichte nicht mehr sinnvoll interpretierbar. Theoretisch müsste für derartige Konstellationen eine Neugewichtung auf Basis der amtlichen Statistik der entsprechenden Gemeinde erfolgen. Derartige Informationen liegen jedoch weder vor noch sind diese zugänglich (Datenschutz).

Grundsätzlich werden Einzelpersonen angeschrieben, deren Haushalte dann **vollständig** zu befragen sind. Mehrpersonenhaushalte haben dadurch gegenüber Einpersonenhaushalten eine größere Wahrscheinlichkeit in die Stichprobe zu gelangen, da diese im Einwohnermelderegister durch ihre Haushaltsmitglieder mehrfach repräsentiert werden (vgl. Kapitel 4.2.6).

Durch die vollständige Befragung eines Haushaltes wird das Stichprobendesign als einstufige Klumpenstichprobe charakterisiert. Dabei tritt ein Klumpeneffekt auf Haushaltsebene und ungleiche Auswahlwahrscheinlichkeiten der Haushalte auf. Das Stichprobenverfahren ist ein Spezialfall des Ziehens mit ungleichen Auswahlwahrscheinlichkeiten. Das Verfahren wird als PPS-Methode (Probability Proportional to Size) bezeichnet.

Für die Varianzschätzung wird die Klumpung auf Haushaltsebene vereinfacht wie folgt berücksichtigt. Analog zum eingesetzten Schätzverfahren der MiD wird für die Auswahlstufe eine uneingeschränkte Zufallsauswahl mit Zurücklegen angenommen. Damit werden die ungleichen Auswahlwahrscheinlichkeiten vernachlässigt. Dieser Ansatz erscheint dem Autor aufgrund der zumeist kleinen Auswahlsätze in den SrV-Städten sowie der durch die Stichprobenausfälle nicht eingetretenen (theoretischen) Auswahlwahrscheinlichkeiten vertretbar.

Der Gewichtungsfaktor eines jeden Datensatzes wird in der Varianzschätzung berücksichtigt. Im Unterschied zur Schätzung bei der MiD wird als kleinste Ziehungseinheit (PSU) der Haushalt definiert. Unter Umständen ist durch die in einigen wenigen Städten angewandte Schichtung nach Ortsamtsbezirken, eine Verringerung der Varianz denkbar. Berücksichtigt man diesen Sachverhalt nicht, schätzt man - zumindest bei proportionaler Allokation - eher konservativ. Eine Schichtvariable muss daher nicht gesondert definiert werden. Die für das SrV eingesetzte Varianzschätzprozedur unterscheidet sich gegenüber dem oben beschriebenen Vorgehen somit lediglich darin, dass für die PSU-Variable nicht die Gemeinde sondern der Haushalt und für die Schichtvariable h=1 zu setzen ist. Das Vorgehen lässt sich anhand des in Anlage III dargestellten Varianzschätzalgorithmus nachvollziehen.

Aufgrund des komplexen Stichprobendesigns von MiD und SrV und der damit verbundenen Schwierigkeit der Varianzschätzung ist nicht auszuschließen, dass die Konfidenzintervallbreiten bei Berücksichtigung aller Eigenschaften des Auswahl- und Ausfallprozesses von den errechneten abweichen. Empirisch belegt werden kann dieser Sachverhalt im Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch nicht.

5.1.2 Bildung der Bezugspersonengruppen

Im Rahmen der Datenaufbereitung wurden bereits anhand soziodemografischer Merkmale verkehrssoziologische Personengruppen gebildet. Dabei blieb eine wesentliche Bestimmungsgröße des Verkehrsverhaltens zunächst außen vor - *die Verfügbarkeit individueller Verkehrsmittel*. Für die Verkehrsmodellierung ist insbesondere die Pkw-Verfügbarkeit eine zentrale Größe.

Um prognosefähige Kriterien zur Beschreibung der Pkw-Verfügbarkeit für die Datenanalyse zu verwenden, wurde geprüft, inwieweit die Beschreibungsmerkmale Pkw-Motorisierung des Haushalts und Pkw-Führerscheinbesitz der Person die subjektive Einschätzung zur Kfz-Verfügbarkeit am Stichtag widerspiegeln. Zur Abgrenzung der Beschreibungskriterien wurden zwei Einteilungen mit vier bzw. fünf Kategorien untersucht (Abbildung 5-1).

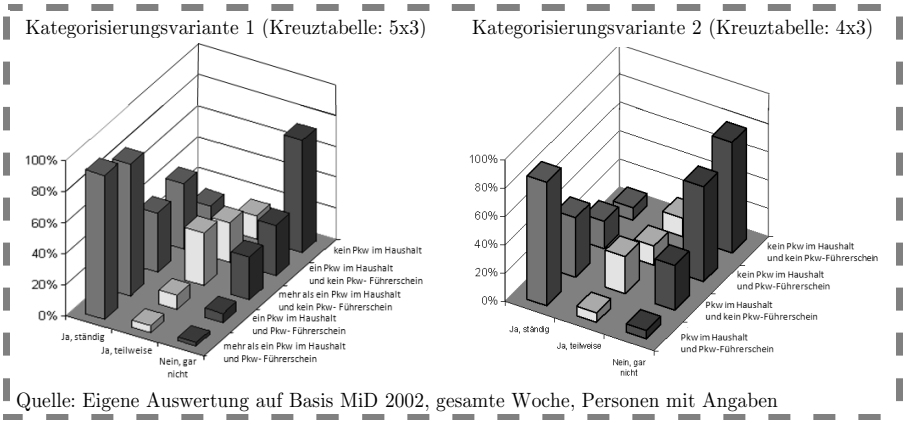


Abbildung 5-1: Gegenüberstellung der Einschätzung der Probanten zur Kfz-Verfügbarkeit am Stichtag mit der Pkw-Haushaltsausstattung und dem Pkw-Führerscheinbesitz

Dabei bestätigt sich zunächst der allgemein bekannte Sachverhalt, dass die Pkw-Motorisierung im Haushaltskontext Einfluss auf das Verkehrsverhalten hat und sich als Beschreibungsgröße einer „Pkw-Verfügbarkeit“ grundsätzlich eignet. Darüber hinaus zeigen die Auswertungen deutlich, dass der Besitz eines Pkw-Führerscheins maßgeblich das Verhalten beeinflusst, da dieser ja ceteris paribus für Nichtführerscheinbesitzer die Pkw-Verfügbarkeit auf Mitfahrerverfügbarkeit setzt. Vergleicht man die subjektiven Angaben der in MiD 2002 befragten Personen zur Kfz-Verfügbarkeit mit den gebildeten Kategorien aus Pkw-Haushaltsmotorisierung und Pkw-Führerscheinbesitz, wird eine *gute sachlogische Übereinstimmung* der Angaben erzielt.

Hat ein Haushalt keinen Pkw, so geben 73 % der befragten Personen an, am Stichtag auch nicht über ein Kfz verfügen zu können. Lediglich 13 % gaben eine „ständige Kfz-Verfügbarkeit“ an. Demgegenüber berichteten 93 % der Personen mit Pkw-Führerschein aus Haushalten mit mehr als einem Pkw, dass für sie am Stichtag eine ständige Pkw-Verfügbarkeit bestand. Bei Personen mit Pkw-Führerschein und lediglich einem Pkw im Haushalt waren dies immer noch 85 %. Sobald der Proband angab, keinen Pkw-Führerschein zu besitzen, steigt der Anteil mit „teilweiser“ und „gar keiner“ Verfügbarkeit stark an (Abbildung 5-1, linke Grafik). Deutlich wird jedoch auch, dass die Anzahl der Pkw im Haushalt, sofern der Haushalt mindestens einen Pkw besitzt, von untergeordneter Bedeutung ist. Hingegen unterscheiden sich die Angaben der Personen mit Pkw-Führerscheinbesitz deutlich von denen ohne (Abbildung 5-1, linke Grafik).

In der rechten Grafik von Abbildung 5-1 wurde auf eine Differenzierung mehrfach motorisierter Haushalte verzichtet, jedoch Personen in Haushalten ohne Pkw getrennt nach Pkw-Führerscheinbesitz ausgewertet. Die Grafik zeigt einen guten Zusammenhang der Einflussgrößen mit der Einschätzung der Probanden zur Kfz-Verfügbarkeit.

Testauswertungen zeigen, dass eine weitere Differenzierung der bereits gebildeten acht verkehrssoziologischen Personengruppen in einigen Kategorien zu sehr geringen Fallzahlen führt. Daher können lediglich zwei Verfügbarkeitskategorien implementiert werden. Dazu wird die Gruppe mit der höchsten Verfügbarkeitshomogenität „Personen mit Pkw-Führerschein und mindestens einem Pkw Im Haushalt“ herausgegriffen. Die übrigen Kategorien werden zu „sonstige“ zusammengefasst. Damit ist nach Ansicht des Autors die Pkw-Verfügbarkeit der Datenanlage entsprechend bestmöglich berücksichtigt. Werden die acht verkehrssoziologischen Personengruppen auf dieser Basis weiter differenziert und die Altersaufteilung der „Schüler“ aufgegeben, ergeben sich **13 Personengruppen**, diese werden für die weitere Datenanalyse als verhaltensähnlich angenommen. Die Stichprobenverteilungen in MiD 2002 und SrV 2003 sind in Tabelle 5-1 dargestellt.

Tabelle 5-1: Stichprobenverteilung in MiD 2002 und SrV 2003 nach 13 verhaltensähnlichen Personengruppen

PG	Wertelabel	MiD 2002 Personen (gewichtet)	%	SrV 2003 Personen (gewichtet)	%
1	Kleinkinder	4.136	6,7	1.612	4,8
2	Schüler mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	353	0,6	213	0,6
3	Schüler – sonstige	6.673	10,8	3.617	10,9
4	Auszubildender mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	772	1,3	502	1,5
5	Auszubildender– sonstige	376	0,6	409	1,2
6	Student mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	1.009	1,6	945	2,8
7	Student – sonstige	92	0,1	140	0,4
8	Erwerbstätiger mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	21.013	34,0	11.797	35,4
9	Erwerbstätiger – sonstige	1.366	2,2	1.229	3,7
10	Nichterwerbstät. ≤ 65 J. mit Pkw-Führers. und HH-Pkw	7.928	12,8	4.081	12,3
11	Nichterwerbstät. ≤ 65 J. – sonstige	2.408	3,9	1.939	5,8
12	Nichterwerbstät. > 65 J. mit Pkw-Führers. und HH-Pkw	4.277	6,9	2.189	6,6
13	Nichterwerbstät. > 65 J. – sonstige	5.564	9,0	4.603	13,8
99	Nicht zuordenbar	5.763	9,3	0	0
	Gesamt:	61.729	100	33.278	100

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

5.1.3 Herstellung vergleichbarer Erhebungsrandbedingungen

Für eine wissenschaftlich fundierte Gegenüberstellung von Erhebungsergebnissen aus MiD uns SrV sind zunächst deren Rahmenbedingungen anzugleichen. Eine zentrale Frage bei der Gegenüberstellung von Kennziffern ist deren räumlicher Geltungsbereich, d. h. die Gültigkeit der Kennwerte für eine definierte Grundgesamtheit. Eine SrV-Einzelstadt kann nicht mit einer in MiD befragten Gemeinde des Basisdatensatzes verglichen werden. Als Gründe dafür sind einerseits die geringe Fallzahl pro Gemeinde innerhalb der MiD-Befragung zu nennen, andererseits sind die Gemeinden in MiD lediglich anonymisiert verwertbar. Die in MiD kodierten Raumklassifizierungen können repräsentativ abgebildet werden. Die SrV-Daten sind repräsentativ für die jeweilige Einzelstadt. Auswertungen von SrV-Daten nach BBR- und BIK-Raumtypen lassen keine sinnvollen Ergebnisse erwarten. Als Grund dafür ist insbesondere anzuführen, dass die Stichprobenanlage des SrV nicht auf BBR-/BIK-Typen ausgerichtet ist.

Die SrV-Daten lassen es zu, für bestimmte Ortsgrößenklassen in den Neuen Bundesländern Auswertungen durchzuführen. Insbesondere kann die politische Ortsgrößenklasse „100.000 bis u. 500.000 EW“ der neuen Bundesländer mit SrV-

Daten vollständig abgebildet werden, da in allen 13 Städten dieser Ortsgrößenklasse SrV-Befragungen stattfanden (vgl. Abbildung 5-2).

Die Einteilung nach politischer Ortsgröße war für MiD 2002 weder Bestandteil des Schichtungsplanes noch fand diese bei der Datengewichtung Berücksichtigung. Dennoch ist sie zur Abgrenzung einer gemeinsamen Grundgesamtheit besonders geeignet. Die weitgehende Übereinstimmung mit den entsprechenden Anteilen der Grundgesamtheit zeigt der Vergleich der gewichteten Bevölkerungsverteilung nach Altersgruppen und Ortsgröße (MiD) mit den recherchierten Daten der Grundgesamtheit (Mikrozensus 2001, siehe Tabellen in Anlage IV). Somit kann davon ausgegangen werden, dass die MiD-Daten sinnvoll, ohne zusätzliche Nachgewichtung, nach der politischen Ortsgröße auswertbar sind.

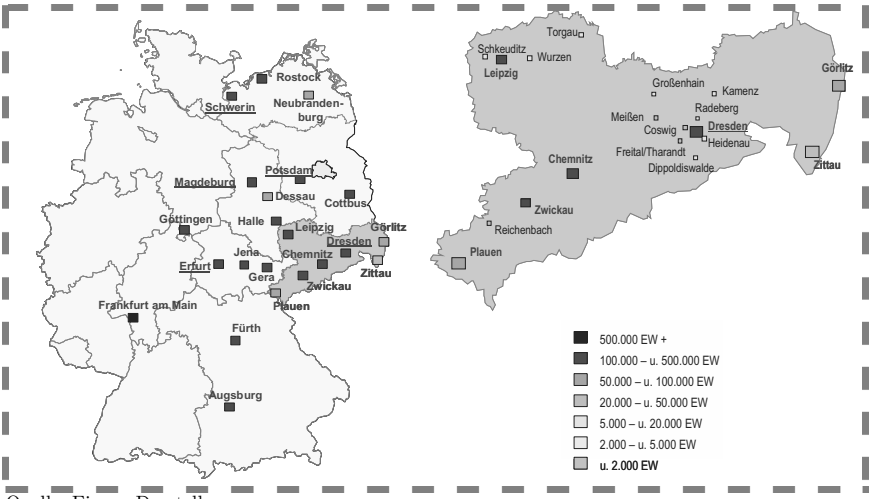
Die der Auswertung zur Verfügung stehenden Stichproben für die 7er-Einteilung der politischen Ortsgröße in MiD 2002 und SrV 2003 zeigt Tabelle 5-2. In der Kategorie mit der kleinsten Stichprobe befinden sich in MiD immer noch ca. 4.500 befragte Personen. Knapp ein Drittel aller befragten Personen sind der Größenklasse „5.000 – u. 20.000 EW“ zuzuordnen. Die übrigen Stichprobenanteile verteilen sich relativ gleichmäßig auf die verbleibenden Klassen.

Bei der Zuordnung der SrV-Stichprobe gibt es zwei Kategorien, denen keine SrV-Stadt zugewiesen werden kann. Dies betrifft die zwei Ortsgrößenklassen mit weniger als 5.000 EW. In der Kategorie „500.000 EW und mehr“ wurde im Rahmen des SrV mit Frankfurt am Main lediglich eine Stadt befragt. In den übrigen Klassen befinden sich zwischen vier und 16 Städte. In der Ortsgrößenklasse „100.000 bis unter 500.000 EW“ wurde auch in drei Städten der Alten Bundesländer befragt (vgl. Abbildung 5-2). Über 58 % aller befragten Personen, deren Verkehrsverhalten im Rahmen des SrV 2003 erhoben wurde, leben in einem Ort mit einer Größe zwischen 100.000 und 500.000 EW. Der Rest verteilt sich auf vier Gruppen.

Tabelle 5-2: Befragte Personen in MiD 2002 und SrV 2003 nach politischen Ortsgrößenklassen

	MiD 2002			SrV 2003		
Politische Ortsgrößenklassen	Fallzahlen (ungewichtet)	%	Anzahl Gemeinden	Fallzahlen (ungewichtet)	%	Anzahl Gemeinden
u. 2000 EW	4.488	7,3	23	0	0	0
2.000 – u. 5.000 EW	5.873	9,5	30	0	0	0
5.000 – u. 20.000 EW	18.563	30,1	93	4.412	13,3	8
20.000 – u. 50.000 EW	8.865	14,4	48	3.582	10,8	5
50.000 – u. 100.000 EW	6.168	10,0	35	4.583	13,8	4
100.000 – u. 500.000 EW	9.281	15,0	56	19.460	58,5	16
500.000 EW und mehr EW	8.491	13,8	12	1.241	3,7	1
Gesamt:	61.729	100	297	33.278	100	34

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003, ungewichtet



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 5-2: Zuordnung der SrV-Städte zu polit. Ortsgrößenklassen

Um die Verteilung der SrV-Daten der Ortsgrößenklasse „100.000 – u. 500.000 EW (NBL)“ an die Grundgesamtheit anzupassen und damit eine geeignete Vergleichsgrundlage zu MiD zu gewinnen, war diese Klasse zunächst bevölkerungsproportional nachzugewichten. Die Auswirkung der Nachgewichtung auf die übrigen Gewichtungsmerkmale (Haushaltsgröße, Alter und Geschlecht) wurde kontrolliert.

Für MiD 2002 fanden in der polit. Ortsgrößenklasse „100.000 – u. 500.000 EW (NBL)“ in neun von insgesamt 13 Städten Befragungen statt. Jedoch sind die Fallzahlen innerhalb der einzelnen Kommunen gering. Die bevölkerungsproportionale Verteilung der vorhandenen Datensätze der MiD nach Bundesländern

(Tabelle 5-3) weicht teilweise von der Grundgesamtheit ab. Während die gewichteten Anteile in Sachsen und Sachsen-Anhalt übereinstimmen, gibt es vor allem für Brandenburg und Thüringen Unterschiede.

Eine zusätzliche Gewichtung der MiD-Datensätze zur Anpassung an die Bevölkerungsanteile der Grundgesamtheit könnte dies ausgleichen. Jedoch wird davon abgesehen, da aufgrund der geringen Fallzahlen in den hochzugewichtenden Gruppen Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen eine mögliche Verstärkung zufälliger Verzerrungen z. B. der Merkmale Alter, Geschlecht nicht auszuschließen ist.

Tabelle 5-3: Daten der MiD und des SrV in der politischen Ortsgrößenklasse 100.000 – u. 500.000 EW (NBL)

Bundesland	SrV					MiD		
	Stadt	Einw. (Stand: 2002)	Anteil in GG	Fallzahl (gewichtet)	Anteil SP (gewichtet)	Gem. Nr.*	Fallzahl (gewichtet)	Anteil SP (gewichtet)
Brandenburg	Potsdam	130.477	8 %	731	8 %	775 und 776	354	19 %
	Cottbus	103.239		579				
Mecklenburg-Vorpommern	Rostock	194.978	11 %	1.093	11 %	788	127	7 %
	Schwerin	101.228		567				
Sachsen	Chemnitz	250.494	48 %	1.404	48 %	806, 811 und 820	877	48 %
	Dresden	480.228		2.691				
	Leipzig	493.052		2.763				
	Zwickau	100.892		565				
Sachsen-Anhalt	Halle (Saale)	243.045	18 %	1.362	18 %	825 und 829	335	18 %
	Magdeburg	247.783		1.389				
Thüringen	Erfurt	196.517	15 %	1.101	15 %	834	138	8 %
	Gera	111.600		625				
	Jena	111.110		623				
	Gesamt	2.764.643	100 %	15.493	100 %		1.831	100 %

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003; (*) Die Gemeindenummern der MiD können nicht einer SrV-Stadt zugeordnet werden, da diese nur anonymisiert weitergegeben wurden.

Unter Berücksichtigung der in Bezug auf die Grundgesamtheit anzugleichenden Erhebungsrandbedingungen (Tabelle 5-4) reduziert sich für einen Kennwertvergleich die MiD-Datenbasis von 61.729 Personen auf **1.831 Personen**.

Tabelle 5-4: Abgrenzung der Datenbasen zur Herstellung einer vergleichbaren Grundgesamtheit

Vergleichbare Grundgesamtheit			
Kriterium	**MiD 2002**	**SrV 2003**	**Anmerkung**
Wohnbevölkerung der polit. Ortsgrößenklasse 100.000 – u. 500.000 EW (NBL)	Setzen der Filtervariablen: ggkpol=6 & west-ost=2	SrV-Stadtgrößengruppe 100.000- u. 500.000 EW (NBL)	Die befragten Städte des SrV in dieser Ortsgrößenklasse bilden die vollständige Grundgesamtheit aller Gemeinden dieser Kategorie in Ostdeutschland.
Gleiche Ziehungseinheiten	Personen ab 14 Jahre	Personen ab 0 Jahren	Dieser Unterschied ist durch die Gewichtung (Haushaltstransformation mit unterschiedlichen Inklusionswahrscheinlichkeiten) bei MiD und SrV bereits ausgeglichen.
Gleiche Erhebungseinheiten	Haushalt, alle Personen des Haushalts	Haushalt, alle Personen des Haushalts	Bei SrV gelangten nur Haushalte in die Auswertungsdatenbasis, bei denen alle Personen erfolgreich und vollständig befragt wurden. In MiD galt die 50%-Regel. Grundsätzlich sind die Erhebungseinheiten vergleichbar.
Vergleichbare Mobilitätsarten	Alltagsverkehr, zusätzlich: Modul Wirtschaftsverkehr und Modul Reisen	Alltagsverkehr	Zur Abgrenzung des Alltagsverkehrs sind im Personendatensatz der MiD Variablen vorhanden. Im Wegedatensatz sind ohnehin lediglich Wege des Alltagsverkehrs erfasst.
Gleicher Inland- bzw. Inländerbezug	Inländer	Inländer – Örtlicher Verkehr der Wohnbevölkerung	Im SrV gibt es eine leicht modifizierte Definition einer mobilen Person gegenüber MiD. Als mobil gilt nur diejenige Person, die am Stichtag bei außerhäusigen Aktivitäten einen Bezug zum Wohnort hat. Diese Randbedingung kann nachträglich nicht vereinheitlicht werden.

Quelle: Eigene Darstellung

Neben der Abgrenzung der Grundgesamtheit sind für eine Gegenüberstellung von MiD- und SrV-Daten vergleichbare Erhebungszeiträume zu verwenden (Tabelle 5-5) Da sich das Verkehrsverhalten innerhalb des Wochenverlaufes zum Teil stark unterscheidet und im SrV der werktägliche Verkehr erhoben wird, sind vergleichende Analysen werktagsbezogen durchzuführen. Um eine Vergleichbarkeit zu SrV-Daten zu erhalten, ist streng genommen in MiD ein mittlerer Werktag nach SrV-Definition auszuwerten (Di-Do, keine Ferien, keine Feiertage, kein Werktag angrenzend an Ferien oder Feiertage). Im MiD Datensatz verringert sich dadurch die verfügbare Datenmenge für die gegenüberzustellende Grundgesamtheit auf **531 Personendatensätze**.

Die Ergebnisse der Untersuchung von RÜMENAPP/STEINMEYER (2005) lassen jedoch den Schluss zu, dass auch der Montag sich im Verkehrsverhalten nicht wesentlich von einem mittleren Werktag unterscheidet. Ebenso konnte der Ausschluss von Werktagen, die an einen Feier- oder Ferientag grenzen und für die deshalb Verhaltensunterschiede anzunehmen sind, im Rahmen der Untersuchung von RÜMENAPP/STEINMEYER nicht explizit bestätigt werden.

Da es notwendig ist, die zur Verfügung stehende Stichprobengröße zu maximieren, werden der Montag und an Feiertage angrenzende Werktage daher in die Werktagsanalyse der MiD eingeschlossen. Leichte Unschärfen und nichtprüfbare Verhaltensunterschiede werden damit in Kauf genommen. Auswertungsbasis ist die erweiterte Kernwoche (*tag_typ=1*), d. h. die Werktage Montag bis Donnerstag außerhalb der im jeweiligen Bundesland vorhandenen Ferien und Feiertage.

Ohne zusätzliche Begrenzung der MiD-Datenbasis auf den SrV-Erhebungszeitraum im Frühjahr stehen somit insgesamt **920 Personendatensätze** aus MiD für den Kennwertvergleich zur Verfügung. Eine zusätzliche Begrenzung der MiD-Datenbasis auf den SrV-Erhebungszeitraum im Frühjahr ist aufgrund der geringen Datenmengen nicht sinnvoll.

Tabelle 5-5: Abgrenzung der Datenbasen zur Herstellung vergleichbarer Erhebungszeiträume

Vergleichbarer Erhebungszeitraum			
Kriterium	**MiD 2002**	**SrV 2003**	**Anmerkung**
gleicher Erhebungszeitraum im Jahr	etwa 360 Stichtage im Jahresverlauf 2002 (Dezember 2001 bis Dezember 2002)	April – Juni 2003	Generell wird mit dem Erhebungszeitraum des SrV das Ziel verfolgt, den mittl. Jahresverkehr an Werktagen näherungsweise abzubilden. Eine direkte Vergleichbarkeit durch Beschränkung der MiD-Datenbasis auf die Frühjahrsmonate ist möglich, jedoch aufgrund der geringen Fallzahlen problematisch.
Gleiche Stichtage	gesamte Woche Abgrenzung mittl. Werktag: *srv_ tag=1* Abgrenzung erweiterte Kernwoche Mo-Do: *tag_ typ=1*	Kernwoche, d. h. mittlerer Werktag Di, Mi, Do	Der typische SrV-Stichtag ist ein mittlerer Werktag außerhalb von Ferien und Feiertagen, an den außerdem kein Ferien- oder Feiertag angrenzt. Aktuelle Erkenntnisse deuten jedoch darauf hin, dass auch der Montag sowie an Feier-/Ferientage angrenzende Werktage in eine Werktagsanalyse integriert werden können (Erweitere Kernwoche).

Quelle: Eigene Darstellung

Weiterhin ist neben den o. g. Abgrenzungsmerkmalen eine vergleichbare Wegedefinition/-abgrenzung zu realisieren (Tabelle 5-6). Die Wegedefinitionen in MiD 2002 und SrV 2003 sind im Grundsatz ähnlich. Unterschiede sind v. a. durch die vereinfachte Wegeerfassung ab dem siebenten bzw. achten Weg bei MiD, die Behandlung von Rundwegen und die Abgrenzung von Fernverkehrswegen gegeben. Bei einer Person mit einer Gesamtwegezahl größer sieben bzw. größer acht, wurden die Folgewege bei MiD lediglich in ihrer Zahl erfasst. Für aggregierte Auswertungen des spez. Verkehrsaufkommens auf Personenebene hat dies keinen Einfluss. Im Rahmen der Aufbereitung wurde versucht, durch eine Nachgewichtung die vereinfachte Wegeerfassung für Auswertungen auf Wegeebene zu korrigieren. Ein weiterer Unterschied der Wegeerfassung zwischen SrV und MiD besteht bei der Behandlung von Rundwegen. Während beim SrV Quelle und Ziel eines Weges nicht identisch sein dürfen, sind derartige Rundwege bei MiD zulässig. Um diesen Sachverhalt nachträglich zu korrigieren, erfolgte im Rahmen der Datenaufbereitung (MiD) eine Teilung von Rundwegen. Schließlich sei noch darauf hingewiesen,

dass bei Auswertungen von Wegelängen, -dauern und -geschwindigkeiten im SrV Fernverkehrswege ab 100 km ausgeschlossen werden. Dies soll einerseits dem Stadtbezug der Erhebung Rechnung tragen, andererseits werden dadurch zufällige Ausreißer, die die Auswertung womöglich verfälschen, relativiert. Für den Vergleich der MiD mit SrV-Daten ist dieser Sachverhalt zu berücksichtigen.

Tabelle 5-6: Abgrenzung der Datenbasen zur Herstellung einer vergleichbaren Wegedefinition und Wegeabgrenzung

Vergleichbare Wegedefinition und Wegeabgrenzung			
Kriterium	**MiD 2002**	**SrV 2003**	**Anmerkung**
Keine Einschränkung der max. Wegezahl auf Wegeebene	Ab dem siebenten bzw. ab dem achten Weg erfolgte nur noch die Erfassung der Gesamtwegezahl, Verwendung von *gew_wb2* als Gewichtungsfaktor auf Wegeebene für die ergänzte Datenbasis	Alle Wege werden detailliert erfasst	Die vereinfachte Wegeerfassung bei MiD wurde bei der Datenaufbereitung näherungsweise korrigiert. Anhand einer Nachgewichtung mittels Faktoren wurden die nicht detailliert erfassten Wege den vorhandenen Wegen per Gewicht einer Person auf Wegeebene zugeordnet.
Vergleichbare Behandlung von Rundwegen	Original: Rundwege werden nicht geteilt	Rundwege werden in Hin- und Rückweg geteilt	Bei der nachträglichen Aufbereitung der MiD-Datenbasis wurden eindeutig identifizierbare Rundwege nachträglich geteilt. Für diese neu in die Wegedatenbasis eingefügten Datensätze sind auch die jeweiligen Wegelängen und –dauern geteilt worden. Dies kann bei der Auswertung Berücksichtigung finden, indem für MiD die Variablen *wegdauer_TUD* und *w08_TUD* benutzt werden. Auf Personenebene sind die zusätzlichen Wege in Variable *weganz_4* enthalten.
Gleiche Abgrenzung von Fernverkehrswegen	Standardmäßig keine Abgrenzung; für vergleichbare Auswertungen: *w08_TUD* < 100	Wege < 100 km für Auswertungen von Wegelängen, -dauern und -geschwindigkeiten	Die vergleichbare Abgrenzung kann durch entsprechende Filtersetzung bei MiD problemlos erfolgen

Quelle: Eigene Darstellung

Unter Berücksichtigung aller nachträglich anpassbaren Erhebungsrandbedingungen erfolgte abschließend die Prüfung der Altersverteilung der MiD-Datensätze unter SrV-Randbedingungen im Vergleich zur dazugehörigen Grundgesamtheit.

Diese zeigt hinreichende Übereinstimmung (vgl. Tabelle 5-7). Es erfolgt keine zusätzliche Nachgewichtung.

Tabelle 5-7: Altersverteilung in MiD und der zugehörigen Grundgesamtheit

Altersklasse	MiD 2002 NBL (ohne Berlin)	GG 2002 NBL (ohne Berlin)	MiD 2002 NBL (OGK 100.000- u. 500.000)	GG 2002 NBL (OGK 100.000- u. 500.000)
unter 20 J.	19 %	19 %	17 %	
20 – u. 40 J.	27 %	27 %	30 %	60 %
40 – u. 50 J.	16 %	16 %	14 %	
50 – u. 60 J.	13 %	12 %	14 %	13 %
60 – u. 70 J.	14 %	14 %	15 %	15 %
70 – u. 80 J.	8 %	8 %	8 %	9 %
80 J. und älter	3 %	4 %	3 %	4 %

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002; Grundgesamtheitsdaten: GeroStat – Deutsches Zentrum für Altersfragen, Berlin; Basisdaten: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden – Mikrozensus

5.2 Vergleichende Untersuchung der SrV- und MiD-Daten

5.2.1 Auswahl von Kennziffern als Prüfgrößen

Die Gegenüberstellung von Ergebnissen aus MiD und SrV wird für zentrale Verkehrskennziffern/Mobilitätsindikatoren, die häufig in der Planungspraxis Verwendung finden, durchgeführt. Unter Bezugnahme auf die Datenanforderungen einer Modellierungsaufgabe wurden folgende Merkmale ausgewählt:

- Mobilitätsbeteiligung,
- spez. Verkehrsaufkommen der mobilen Personen,
- spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen nach Quelle-Ziel-Gruppen und Personengruppe (lediglich für die am stärksten besetzte Relation),
- Mittlere Wegelänge,
- Mittlere Wegedauer,
- die Verkehrsmittelwahl nach vier Hauptverkehrsmitteln und
- der Besetzungsgrad bei Pkw-Fahrten

Eine Differenzierung der Kennwerte unter Berücksichtigung weiterer Merkmale kann mit der für den Vergleich zur Verfügung stehenden Restdatenmenge der MiD nicht erfolgen.

5.2.2 Vergleichende Gegenüberstellung der Prüfgrößen

5.2.2.1 Vorbemerkung

Die Gegenüberstellung der MiD- und SrV-Datenbasis erfolgt anhand von Tabellen und Diagrammen. In den Diagrammen wird für den SrV-Wert „SrV“ verwendet. Für die Vergleichswerte der MiD wird für die NBL „MiD Ost“ und „MiD West“ für die ABL verwendet. „MiD Ost“ vs. „MiD West“ wird zur Prüfung der Hypothese verglichen, dass sich das Verkehrsverhalten der NBL gegenüber dem der ABL unterscheidet.

Für den Kennwertvergleich gilt das in Kapitel 3.8 geschilderte Vorgehen. Für die Gegenüberstellung von MiD und SrV finden somit zwei Entscheidungskriterien Anwendung. Stützen beide Kriterien die jeweilige Hypothese, wird diese vorläufig angenommen bzw. beibehalten. Widersprechen sich die beiden Entscheidungskriterien, gilt die Alternativhypothese als „eingeschränkt brauchbar“.

Die Hypothesen für das schätzerbasierte Vorgehen lauten vereinfacht:

- $H_{1(1)}$: Der SrV-Kennwert unterscheidet sich zum MiD-Kennwert.
- $H_{1(0)}$: Der SrV-Kennwert unterscheidet sich zum MiD-Kennwert nicht

sowie

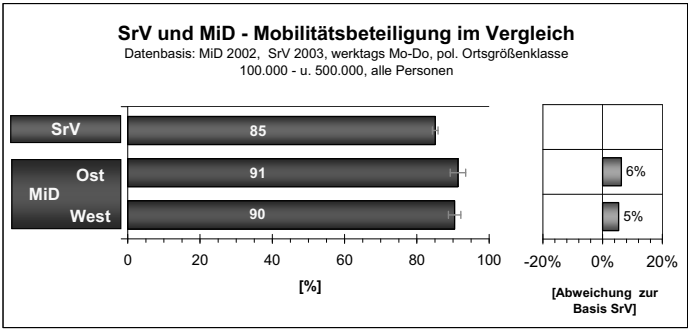
- $H_{2(1)}$: Der MiD-Kennwert der NBL unterscheidet sich zum MiD-Kennwert der ABL.
- $H_{2(0)}$: Der MiD-Kennwert der NBL unterscheidet sich zum MiD-Kennwert der ABL nicht.

5.2.2.2 Mobilitätsbeteiligung

Die Mobilitätsbeteiligung – häufig auch Verkehrsbeteiligung genannt – weist den prozentualen Außer-Haus-Anteil der Bevölkerung an einem mittleren Werktag aus. Die Datenergänzung hat keinen Einfluss auf die Mobilitätsbeteiligung, da weder Personen hinzugefügt noch bei vorher nichtmobilen Personen Wege ergänzt wurden. Das Ergebnis der Gegenüberstellung ist Abbildung 5-3 zu entnehmen.

politische Ortsgrößenklase 100.000 - u. 500.000 Einwohner

	SrV 2003					MiD 2002					
	Mobilität am Stichtag in %	95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deft	Fallzahl (gewichtet)	Mobilität am Stichtag in %	95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deft	Fallzahl (gewichtet)	Abweichung (zur Basis: SrV)
Ost	**85,1**	84,3	85,9	1,40	15493	**91,4**	89,2	93,5	1,01	683	6,3%
West		--				**90,5**	88,4	92,2	1,75	3423	5,4%
		Abweichung (zur Basis: MiD Ost)				-0,9%					



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis SrV 2003 und MiD 2002

Abbildung 5-3: Mobilitätsbeteiligung und spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen im Vergleich

Als maßgebende Effektgröße wird für ein zweistufiges Häufigkeitsmerkmal (vgl. Kapitel 3.7.4) eine Abweichung zur Referenzgruppe SrV von **drei Prozentpunkten** festgesetzt. Die Mobilitätsbeteiligung beträgt in MiD (Ost) 91 %. Demgegenüber steht ein im SrV erhobener Wert von 85 %. Die Abweichung beträgt demnach 6 %. Die vorgegebene Effektgröße wird überschritten[215]. Die KI beider Werte überschneiden sich nicht. Die Nullhypothese $H_{1(0)}$ wird abgelehnt. Daher kann von einem statistisch gesicherten und praktisch relevanten Unterschied ausgegangen werden.

215 Zum Vergleich: Die relative Effektgröße beträgt $w = 0{,}17$. Damit liegt der Unterschied an der unteren Grenze eines „mittleren Effektes.“

Im Ost-West-Vergleich auf Basis der MiD-Werte beträgt der Unterschied in den Daten 1 %. Die Effektgröße wird demnach nicht überschritten[216]. Die KI überschneiden sich. $H_{2(0)}$ kann nicht abgelehnt werden und wird vorläufig beibehalten.

Das Ergebnis des Vergleiches der Werte aus „SrV“ und „MiD Ost“ ist wie folgt interpretierbar. Einen Einfluss auf den Anteil der mobilen Personen hat vor allem die etwas unterschiedliche Definition des Außer-Haus-Anteils beider Erhebungen. Zwar wird in beiden Erhebungen nach dem Inländerprinzip erhoben, jedoch im SrV lt. Definition nur der örtliche Verkehr der Wohnbevölkerung erfasst. Dies bedeutet, dass eine Person, die in einer SrV-Stadt gemeldet ist und befragt werden soll, bei Abwesenheit vom Wohnort (z. B. Wochenendpendler) als „nicht mobil“ gilt, da sie am Stichtag im, ausgehend vom bzw. zum Wohnort keine Wege zurückgelegt hat. Im Rahmen von MiD gelten solche Personen jedoch als mobil, da der räumliche Geltungsbereich in „Mobilität in Deutschland“ das gesamte Bundesgebiet umfasst.

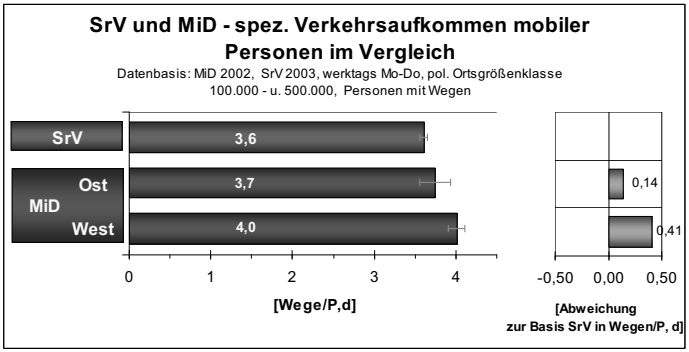
Die geringere Mobilitätsbeteiligung, die im Rahmen des SrV erhoben wurde, könnte z. T. auch auf die unterschiedlichen Erbebungsjahre zurückführen sein. Das Frühjahr 2003 – der Erhebungszeitraum des SrV – war von außerordentlich warmer Witterung geprägt, was u. U. eine höhere Nichtmobilität bestimmter Personengruppen (vor allem älterer Personen) zur Folge haben könnte. Gegenüber 1998 sind in der SrV-Stichprobe 2003 anteilsmäßig deutlich mehr nichtmobile Senioren und Erwerbslose erfasst worden.

5.2.2.3 Spezifisches Verkehrsaufkommen

Im Folgenden wird das spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen zunächst auf aggregierter Ebene gegenübergestellt. Im Anschluss wird disaggregiert die am stärksten besetzte Fallgruppe (Personengruppe) nach QZG ausgewertet und verglichen. Abbildung 5-4 zeigt die aggregierte Auswertung.

216 Zum Vergleich: Die relative Effektgröße beträgt $w = 0{,}03$ und erreicht damit nicht die Größe eines „schwachen Effektes“.

politische Ortsgrößenklase 100.000 - u. 500.000 Einwohner											
	SrV 2003					MiD 2002					
	spez. VA mobiler Personen in Wege/P, d	95%- Konfidenzintervall		Deft	Fallzahl (gewichtet)	spez. VA mobiler Personen in Wege/P, d	95%- Konfidenzintervall		Deft	Fallzahl (gewichtet)	Abweichung (zur Basis: SrV)
		Untere Grenze	Obere Grenze				Untere Grenze	Obere Grenze			
Ost	**3,61**	3,56	3,65	1,53	13189	**3,74**	3,56	3,93	1,38	624	0,14
West		--				**4,01**	3,91	4,11	1,34	3096	0,41
		Abweichung (zur Basis: MiD Ost)				0,27					



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis SrV 2003 und MiD 2002

Abbildung 5-4: Spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen im Vergleich

Die maßgebende Effektgröße berechnet sich auf Basis der in Kapitel 3.7.4 getroffenen Festlegung als fünfprozentige Abweichung zur Referenzgruppe SrV mit 3,6 Wege/P,d und beträgt demnach **0,18 Wege/P,d**. Der Wert für das spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen unterscheidet sich zwischen „SrV“ und „MiD Ost“ um 0,14 Wege/P,d. Die Effektgröße wird damit nicht überschritten[217]. Die dazugehörigen KI überschneiden sich. $H_{1(0)}$ kann nicht abgelehnt werden und wird vorläufig beibehalten.

Für den Vergleich der ABL mit den NBL auf Basis MiD beträgt die Effektgröße 0,19 Wege/P,d (Referenzwert „MiD Ost“, d. h. 5% von 3,7 Wegen/P,d). Es zeigt sich, dass für das Verkehrsaufkommen mobiler Personen bei MiD West ein größerer Wert ermittelt wurde (+ 0,27 Wege/P,d). Die Effektgröße wird überschritten[218]. Anhand der KI der zu vergleichenden Gruppen, die sich überschneiden, kann die Nullhypothese jedoch nicht abgelehnt werden. Aufgrund der widersprüchlichen Ergebnisse beider Entscheidungskriterien ist $H_{2(1)}$ eingeschränkt

217 Zum Vergleich: Die relative Effektgröße beträgt d = 0,07. Ein schwacher Effekt wird nicht erreicht.

218 Zum Vergleich: Die relative Effektgröße beträgt d = 0,14. Damit wird ein schwacher Effekt erreicht.

brauchbar. Es zeigt sich eine Tendenz zu niedrigerem spez. Verkehrsaufkommen in den Neuen Bundesländern gegenüber den Alten Bundesländern.

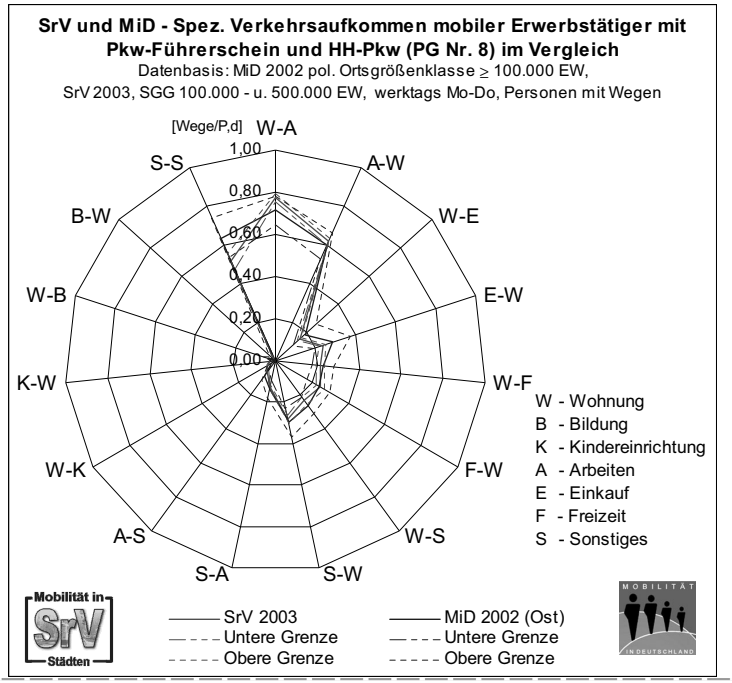
Im Folgenden wird das spez. Verkehrsaufkommen auf *disaggregierter Ebene* ausgewertet. Die Gegenüberstellung erfolgt exemplarisch für die am stärksten besetzte Gruppe, der Personengruppe Nr. 8 „Erwerbstätige mit Pkw-Führerschein und Pkw im Haushalt“. Abweichend zum oben beschriebenen Vorgehen werden für die MiD-Auswertung alle Daten ab 100.000 EW Ortsgröße als Vergleichsbasis zu Grunde gelegt, da sonst für die Neuen Bundesländer ca. 1/3 weniger Fälle dem Vergleich zur Verfügung stünden. Da die Arbeitshypothese besagt, dass das Verkehrsaufkommen auf disaggregierter Ebene nicht von der Ortsgröße abhängt, dürfte bei Zutreffen der Hypothese dieser Sachverhalt keinen Einfluss auf die Ergebnisse haben.

Abbildung 5-5 zeigt zunächst die Auswertung für den SrV-MiD-Vergleich. Die Grafik zeigt das spez. Verkehrsaufkommen nach QZG einschließlich der dazugehörigen KI. Rot stellt die SrV-Auswertung dar. Die durchgezogene Linie zeigt das Verkehrsaufkommen, die gestrichelten Linien die obere und untere Grenze des dazugehörigen KI. Blau hingegen stellt die analoge Auswertung für „MiD Ost“ dar.

Zur Effektgrößenbestimmung wird wiederum der größte Wert der Referenzgruppe SrV verwendet. Dieser beträgt in der QZG W-A 0,78 Wege/P,d (siehe Tabelle in Abbildung 5-5). Die Effektgröße (5 %) wird demnach auf **0,04 Wege/P,d** gesetzt. Überschritten wird diese in den QZG W–A, E–W und S–S[219]. Die KI überschneiden sich in allen QZG. Damit ist für drei QZG $H_{1(1)}$ eingeschränkt brauchbar und wird vorläufig angenommen. Für alle übrigen QZG kann $H_{1(0)}$ nicht abgelehnt werden und wird vorläufig beibehalten.

219 Zum Vergleich: Unter Maßgabe der relativen Effektgröße *d*, wird für keine der drei QZG ein schwacher Effekt erreicht {d=0,15 (W-A), d= 0,11 (E-W), d= 0,14 (S-S)}.

SrV SGG 100.000 - u. 500.000 Einwohner bzw. MiD > 100.000 Einwohner											
	SrV 2003					MiD 2002 (Ost)					
SrV vs. MiD (PG Nr. 8)	spez. VA mobiler Personen [Wege/P, d]	95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deft	Fallzahl (gewichtet)	spez. VA mobiler Personen [Wege/P, d]	95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deft	Fallzahl (gewichtet)	Abweichung (zur Basis: SrV) [Wege/P, d]
W-A	0,78	0,76	0,79	1,38		0,71	0,64	0,78	1,43		**-0,07**
A-W	0,62	0,60	0,64	1,39		0,60	0,53	0,67	1,33		-0,02
W-E	0,16	0,14	0,17	1,42		0,19	0,11	0,27	1,87		0,03
E-W	0,24	0,22	0,25	1,42		0,29	0,19	0,38	1,94		**0,05**
W-F	0,21	0,19	0,23	1,37		0,23	0,18	0,28	1,01		0,02
F-W	0,24	0,22	0,26	1,42		0,24	0,17	0,30	1,29		0,00
W-S	0,23	0,21	0,25	1,44		0,26	0,21	0,31	0,90		0,03
S-W	0,28	0,26	0,30	1,38	4991	0,30	0,23	0,37	1,18	319	0,02
S-A	0,12	0,11	0,14	1,42		0,13	0,09	0,18	1,17		0,01
A-S	0,06	0,05	0,07	1,35		0,08	0,05	0,11	0,89		0,02
W-K	0,05	0,04	0,05	0,87		0,02	0,00	0,05	1,62		-0,03
K-W	0,03	0,02	0,03	0,80		0,01	0,00	0,02	1,13		-0,02
W-B	0,02	0,02	0,03	0,74		0,03	0,01	0,06	1,28		0,01
B-W	0,01	0,01	0,02	1,14		0,02	0,00	0,03	1,10		0,01
S-S	0,51	0,47	0,55	1,59		0,64	0,53	0,74	1,01		**0,13**
Summe:	3,57					3,74					0,17



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis SrV 2003 und MiD 2002

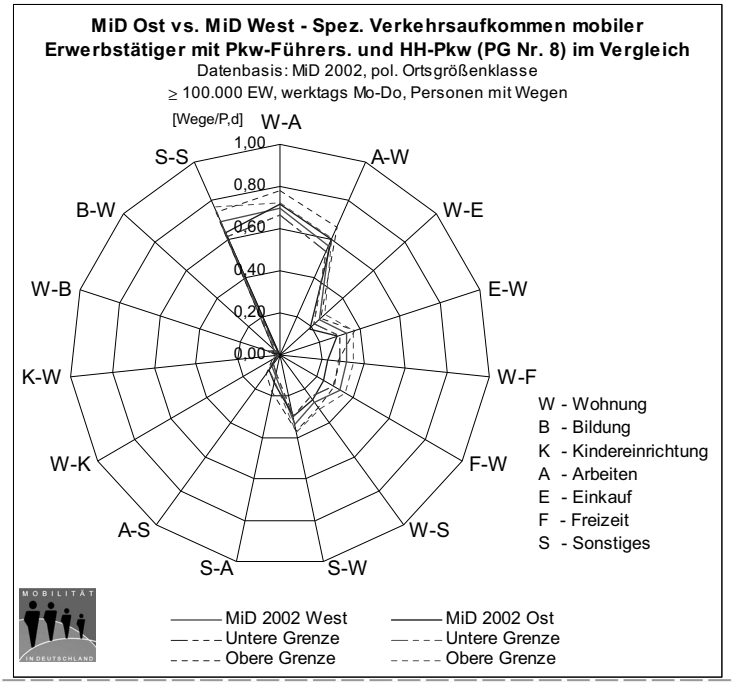
Abbildung 5-5: Spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen (disaggregiert) im SrV-MiD-Vergleich

Abbildung 5-6 zeigt die Gegenüberstellung der MiD Werte nach Ost und West. Diese erfolgt wiederum für PG 8. Die Effektgröße beträgt bei Zugrundelegung der Referenzgruppe (MiD Ost) und 0,71 Wege/P,d in der QZG W-A (siehe

Abbildung 5-6) erneut **0,04 Wege/P,d**. Diese wird in den QZG W-E, E-W, W-F, F-W, S-W und S-S erreicht bzw. überschritten. Die KI überschneiden sich jedoch bis auf QZG W-F in jeder QZG. Damit ist für sechs QZG $H_{2(1)}$ eingeschränkt brauchbar und wird vorläufig angenommen. Für alle übrigen QZG kann $H_{2(0)}$ nicht abgelehnt werden und wird vorläufig beibehalten.

MiD - politische Ortsgrößenklasse ab 100.000 Einwohner

Ost vs. West (PG Nr. 8)	MiD 2002 Ost: spez. VA mobiler Personen [Wege/P, d]	MiD 2002 Ost: 95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	MiD 2002 Ost: 95%- Konfidenzintervall Obere Grenze	MiD 2002 Ost: Deft	MiD 2002 Ost: Fallzahl (gewichtet)	MiD 2002 West: spez. VA mobiler Personen [Wege/P, d]	MiD 2002 West: 95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	MiD 2002 West: 95%- Konfidenzintervall Obere Grenze	MiD 2002 West: Deft	MiD 2002 West: Fallzahl (gewichtet)	Abweichung (zur Basis: MiD Ost) [Wege/P, d]
W-A	0,71	0,64	0,78	1,43		0,70	0,67	0,72	1,18		-0,01
A-W	0,60	0,53	0,67	1,33		0,57	0,53	0,60	1,37		-0,03
W-E	0,19	0,11	0,27	1,87		0,25	0,22	0,29	1,49		**0,06**
E-W	0,29	0,19	0,38	1,94		0,33	0,30	0,37	1,32		**0,04**
W-F	0,23	0,18	0,28	1,01		0,32	0,28	0,35	1,27		**0,09**
F-W	0,24	0,17	0,30	1,29		0,33	0,29	0,36	1,27		**0,09**
W-S	0,26	0,21	0,31	0,90		0,28	0,24	0,32	1,31		0,02
S-W	0,30	0,23	0,37	1,18	319	0,34	0,30	0,37	1,30	1707	**0,04**
S-A	0,13	0,09	0,18	1,17		0,10	0,09	0,12	1,10		-0,03
A-S	0,08	0,05	0,11	0,89		0,07	0,05	0,08	1,10		-0,01
W-K	0,02	0,00	0,05	1,62		0,03	0,02	0,04	1,08		0,01
K-W	0,01	0,00	0,02	1,13		0,02	0,01	0,02	0,96		0,01
W-B	0,03	0,01	0,06	1,28		0,04	0,03	0,05	1,07		0,01
B-W	0,02	0,00	0,03	1,10		0,03	0,02	0,04	1,21		0,01
S-S	0,64	0,53	0,74	1,01		0,69	0,61	0,77	1,51		**0,05**
Summe:	3,74					4,08					0,34



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Abbildung 5-6: Spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen (disaggregiert) im Ost-West-Vergleich

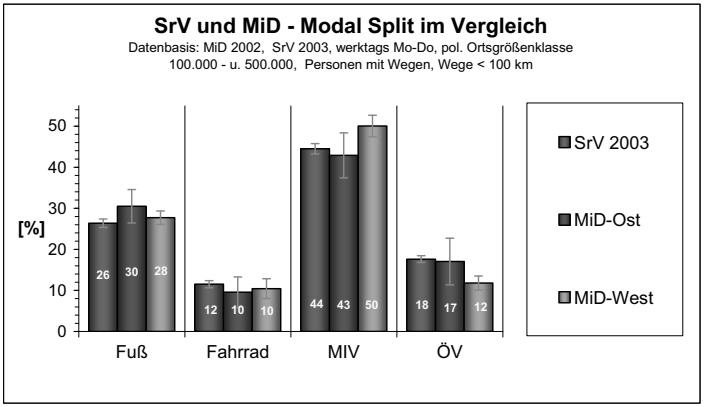
5.2.2.4 Modal Split

Der Modal Split, hier als Auswertung nach vier Hauptverkehrsmittelgruppen dargestellt, ist verkehrsplanerisch eine der bedeutendsten Kennziffern. Jedoch variiert dieser Wert – insbesondere aufgrund der direkten Abhängigkeit vom Verkehrsmittelangebot und damit auch von der Ortsgröße – in unterschiedlichen Planungsräumen häufig sehr stark. Das Hauptverkehrsmittel wird für MiD genauso wie für SrV auf Basis einer festgelegten und im Vorfeld der Erhebungen abgestimmten Verkehrsmittelhierarchie kodiert. Fernverkehrswege wurden für den Vergleich explizit ausgeschlossen. Daher wurden nur Wege < 100 km in der Auswertung berücksichtigt. Abbildung 5-7 zeigt den Modal Split im Vergleich.

politische Ortsgrößenklase 100.000 - u. 500.000 Einwohner

Wege < 100 km	Hauptverkehrsmittel	SrV 2003 Anteil in %	95%-Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deff	Fallzahl (gewichtet)	MiD 2002 (Ost) Anteil in %	95%-Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deff	Fallzahl (gewichtet)	Abweichung (Basis: SrV)
Ost	**Fuß**	**26,4**	25,3	27,4	1,3	12528	**30,5**	26,7	34,6	1,2	710	4,1%
	Fahrrad	**11,5**	10,7	12,4	1,0	5474	**9,6**	6,8	13,3	1,0	223	-1,9%
	MIV	**44,5**	43,3	45,7	1,9	21144	**42,9**	37,6	48,4	1,8	999	-1,6%
	ÖV	**17,6**	16,8	18,5	1,0	8375	**17,0**	12,5	22,7	1,5	397	-0,6%

Hauptverkehrsmittel	MiD 20022 (West) Anteil in %	95%-Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deff	Fallzahl (gewichtet)	Abweichung (Basis: MiD Ost
Fuß	**27,7**	26,1	29,3	1,1	3426	1,3%
Fahrrad	**10,5**	8,4	12,9	1,4	1293	-1,0%
MIV	**50,0**	47,4	52,7	2,1	6189	5,5%
ÖV	**11,8**	10,3	13,5	1,0	1460	-5,8%



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis SrV 2003 und MiD 2002

Abbildung 5-7: Modal Split im Vergleich

Die maßgebende Effektgröße wird auf **zwei Prozentpunkte** gesetzt (siehe Kapitel 3.7.4, mehrfach gestufte Häufigkeitsmerkmale). Für den SrV-MiD-Vergleich wird diese für den Fußgängerverkehr überschritten und beim Radverkehr er-

reicht[220]. Die KI überschneiden sich jedoch für alle Verkehrsmittelgruppen. Damit ist $H_{1(1)}$ eingeschränkt brauchbar. Das Ergebnis lässt sich folgendermaßen einordnen: Ein erhöhter Radverkehrsanteil im SrV war im Vorfeld der Auswertung aufgrund des Erhebungszeitraumes zu erwarten. So ist dieser auf das überdurchschnittlich warme Frühjahr 2003 zurückzuführen. Die Datenergänzung im Zuge der Aufbereitung der MiD hatte zudem zur Folge, dass vor allem fehlende Fußwege in der Wegekette hinzugefügt wurden. Dies führt zu einer Erhöhung des Fußgängeranteils in MiD Ost um 1,1 und in MiD West um 1,2 Prozentpunkte gegenüber den ursprünglichen Werten.

Im nächsten Schritt erfolgt die Hypothesenprüfung für den Ost-West-Vergleich. Anhand der MiD-Daten wird die Effektgröße (2 %) für drei von vier Verkehrsmittelgruppen überschritten (Fußgängerverkehr, MIV, ÖV)[221]. Die KI überschneiden sich jedoch erneut. $H_{2(1)}$ ist somit nur eingeschränkt brauchbar. Die MiD-Daten legen Unterschiede in der mittleren Verkehrsmittelwahl zwischen Ost und West nahe. Dies könnte auf eine Vielzahl von Unterschieden z. B. im ÖV-Angebot, IV-Netz oder Haushaltseinkommen zurückzuführen sein, die auch heute noch zwischen Ost und West bestehen.

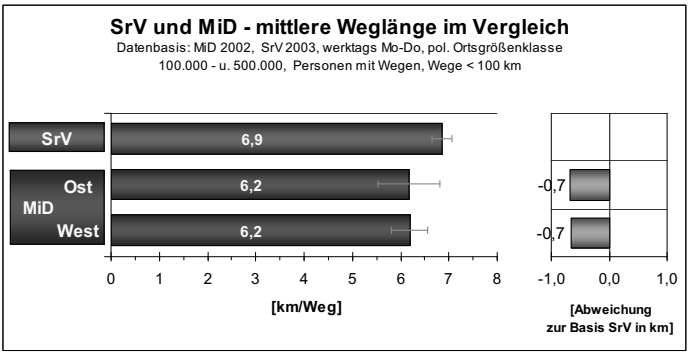
5.2.2.5 Mittlere Weglänge und -dauer

Die folgende Abbildung zeigt die Gegenüberstellung der mittleren Weglänge. Der Kennwert wird in SrV und MiD als „Haus zu Haus“ - Entfernung für jeden erfassten Weg abgefragt. Grundsätzlich lässt sich für den Vergleich der Weglänge festhalten, dass die Werte bezüglich der Erhebungsumstände stets zu hinterfragen sind, da sie auf Basis der von den Befragten rückblickend geschätzten Angaben ermittelt werden. Dementsprechend groß ist hier die Fehleranfälligkeit.

220 Zum Vergleich: Die relative Effektgröße beträgt $w = 0{,}10$. Ein schwacher Effekt wird erreicht.

221 Zum Vergleich: Die relative Effektgröße beträgt $w = 0{,}18$. Ein Effekt zwischen „schwach“ und „mittel“ wird erreicht.

politische Ortsgrößenklase 100.000 - u. 500.000 Einwohner											
	SrV 2003					MiD 2002					
		95%- Konfidenzintervall					95%- Konfidenzintervall				
Wege < 100 km	mittl. Wegelänge in km/Weg	Untere Grenze	Obere Grenze	Deft	Fallzahl (gewichtet)	mittl. Wegelänge in km/Weg	Untere Grenze	Obere Grenze	Deft	Fallzahl (gewichtet)	Abweichung (zur Basis: SrV) [km]
Ost	**6,9**	6,65	7,05	2,20	46753	**6,2**	5,53	6,82	1,71	2246	-0,7
West		--				**6,2**	5,80	6,57	1,90	11861	-0,7
	Abweichung (zur Basis: MiD Ost) [km]					0,0					



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis SrV 2003 und MiD 2002

Abbildung 5-8: Mittlere Wegelänge im Vergleich

Als Effektgröße (5 % Abweichung zur Referenzgruppe SrV) ergibt sich für die Wegelänge **300 m (0,3 km)**[222]. Vor dem Hintergrund, dass die Wegelänge einen Schätzwert darstellt der zudem insbesondere bei ÖV- und MIV-Wegen häufig auf volle Kilometer, teilweise volle fünf Kilometer geschätzt wurde, erscheint diese Effektgröße recht klein. Daher wäre sicher auch eine größere Abweichung (z. B. 500 m … 1000 m) erhebungstechnisch ein akzeptabler Wert. Der Konsistenz geschuldet wird die ermittelte Effektgröße jedoch beibehalten. Die Weglänge im SrV ist etwa 700 m größer als der Vergleichswert in MiD. Die gesetzte Effektgröße wird überschritten. Die dazugehörigen KI überschneiden sich erneut. Die Alternativhypothese $H_{1(1)}$ ist eingeschränkt brauchbar und wird zunächst angenommen.

Für den Vergleich der Kennwerte des Alten Bundesgebietes mit den Neuen Ländern beträgt die Effektgröße (5 % auf Basis des Referenzwertes MiD Ost) ebenfalls 300 m (0,3 km)[223]. Die erhobenen Werte aus MiD sind für die Alten und Neuen Bundesländer nahezu identisch. Die Effektgröße wird nicht erreicht. Die KI überschneiden sich. $H_{2(0)}$ kann nicht abgelehnt werden und wird vorerst beibehalten.

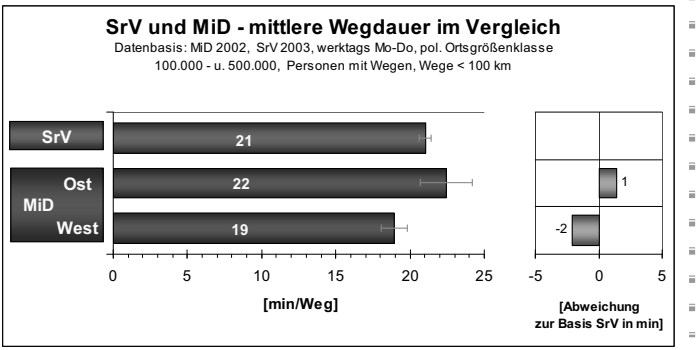
222 Bei einem Genauigkeitsanspruch von einer Stelle nach dem Komma wurden 345 m auf volle 100 m abgerundet.

223 Die Effektgröße von 309 m auf volle 100 m abgerundet.

Die nachstehende Abbildung zeigt die mittlere Wegdauer im Kennwertvergleich. Die Wegdauer wird anhand der Differenz der Uhrzeiten von Wegende und Wegbeginn berechnet. Die Probanden waren in beiden Erhebungen angehalten, sich diese Zeiten auf dem beigefügten Merkblatt zu notieren, um bei der Befragung genaue Angaben machen zu können.

politische Ortsgrößenklase 100.000 - u. 500.000 Einwohner

Wege < 100 km	SrV 2003 mittl. Wegedauer in min/Weg	SrV 2003 95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	SrV 2003 95%- Konfidenzintervall Obere Grenze	SrV 2003 Deft	SrV 2003 Fallzahl (gewichtet)	MiD 2002 mittl. Wegedauer in min/Weg	MiD 2002 95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	MiD 2002 95%- Konfidenzintervall Obere Grenze	MiD 2002 Deft	MiD 2002 Fallzahl (gewichtet)	Abweichung (zur Basis: SrV) [min]
Ost	**21**	20,6	21,4	1,9	46753	**22**	20,7	24,2	1,7	2244	1,4
West		--				**19**	18,0	19,8	2,2	11843	-2,1
		Abweichung (zur Basis: MiD Ost) [min]				-3,5					



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis SrV 2003 und MiD 2002

Abbildung 5-9: Mittlere Wegedauer im Vergleich

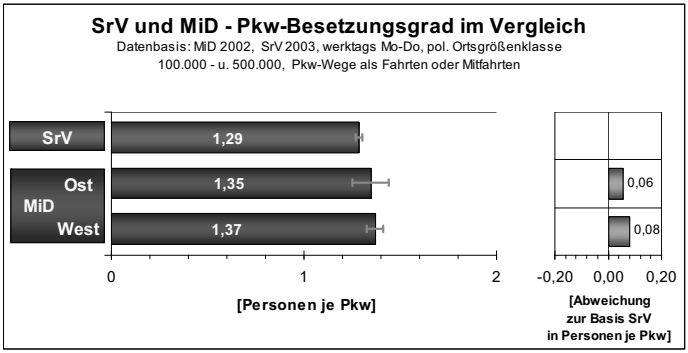
Ausgehend vom Bezugswert SrV wird zunächst wieder die Effektgröße (5 %) bestimmt. Diese würde demnach **1,1 Minuten** betragen. Da der Wegbeginn und das -ende von den Probanden vielfach auf volle fünf häufig auch auf ganze 15 Minuten gerundet angegeben wurde (z. B. 8:00 Uhr, 9:15 Uhr), gilt die analoge Einschätzung wie für die Weglänge. Vor dem Hintergrund der Erfassungsgenauigkeit, wird die Effektgröße auf **zwei Minuten** gesetzt. Selbst diese Größe ist wohl eher an der untersten Schwelle der „praktischen Bedeutsamkeit“ einzustufen. Wird der SrV-Wert dem dazugehörigen Wert der MiD (Ost) gegenübergestellt ergibt sich ein Unterschied von lediglich einer Minute. Die gesetzte Effektgröße wird demnach nicht überschritten. Zudem überschneiden sich die KI. Demnach kann $H_{1(0)}$ nicht abgelehnt werden und wird vorerst beibehalten. Zwischen den NBL und ABL beträgt der Unterschied der Wegedauer drei Minuten (Abbildung 5-9). Die gesetzte Effektgröße wird überschritten. Die KI haben keine gemeinsame Schnittmenge. Daher kann $H_{2(0)}$ auf dem $\alpha = 5$ % - Signifikanzniveau abgelehnt werden. $H_{2(1)}$ wird als brauchbar gewertet.

5.2.2.6 Pkw-Besetzungsgrad

Der Pkw-Besetzungsgrad ist ein wesentlicher Indikator der Fahrzeugauslastung bei Pkw-Fahrten. Darüber hinaus ist der Kennwert bei der Modellbildung für die Umrechnung von Ortsveränderungen auf Pkw-Fahrten von wesentlicher Bedeutung. Nachstehend erfolgt eine Gegenüberstellung der entsprechenden SrV- und MiD-Werte.

politische Ortsgrößenklase 100.000 - u. 500.000 Einwohner

	SrV 2003					MiD 2002					
	Pkw-Besetzungsgrad in Personen/ Pkw	95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deft	Fallzahl (gewichtet)	Pkw-Besetzungsgrad in Personen/ Pkw	95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deft	Fallzahl (gewichtet)	Abweichung (zur Basis: SrV) [Personen/Pkw]
Ost	**1,29**	1,27	1,31	1,46	47546	**1,35**	1,25	1,44	1,89	967	0,06
West		--				**1,37**	1,33	1,41	1,71	5971	0,08
	Abweichung (zur Basis: MiD Ost) [Personen/Pkw]					0,02					



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis SrV 2003 und MiD 2002

Abbildung 5-10: Besetzungsgrad im Vergleich

Bezug nehmend auf den SrV-Referenzwert wird als maßgebende Effektgröße **0,07 Personen je Pkw** festgelegt[224]. Der Pkw-Besetzungsgrad nach SrV zeigt gegenüber dem entsprechenden Kennwert nach MiD-Ost lediglich eine geringe Abweichung unterhalb der Effektgröße (Abbildung 5-10). Auf Basis der KI lässt sich $H_{1(0)}$ ebenfalls nicht ablehnen und wird daher beibehalten.

Werden die MiD-Werte Deutschland Ost und West verglichen, ergibt sich als Effektgröße auf Basis der Referenzgruppe MiD (Ost) erneut zu **0,07 Personen je Pkw**[225]. Die Gegenüberstellung zeigt nur geringe Abweichungen des Westwertes

224 Rechnerisch ergibt sich die Effektgröße zu 0,065 Personen je Pkw. Die Effektgröße wird demnach auf 0,07 Personen je Pkw aufgerundet.

225 Der exakte Wert von 0,068 wurde zu 0,07 Personen je Pkw aufgerundet.

gegenüber dem Ostwert (+ 0,02 Personen je Pkw). Die KI überschneiden sich. $H_{2(0)}$ kann nicht abgelehnt werden und wird beibehalten.

5.2.3 Zusammenfassende Bewertung

Ein Ziel der Arbeit war es, zu prüfen, ob eine kombinierte Nutzung von MiD- und SrV-Daten zur Verhaltensbeschreibung einer Stadt und deren Umland grundsätzlich möglich ist. Dazu wurde untersucht, inwieweit die Auswertung zentraler Kenngrößen, für inhaltlich nach SrV-Randbedingungen abgegrenzte MiD-Daten, zu den gleichen Ergebnissen wie die SrV-Auswertung führt. Tabelle 5-8 fasst das Ergebnis des Kennwertvergleichs abschließend zusammen.

Tabelle 5-8: Zusammenfassung der vergleichenden Gegenüberstellung

Kennwert		SrV vs. MiD	MiD: ABL vs. NBL
		$H_{1(1)}$	$H_{2(1)}$
Mobilitätsbeteiligung		■	■
Spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen (ag-		■	▨
Spez. Verkehrsaufkommen mobiler Erwerbstätiger mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw (PG 8) nach QZG (disaggregiert)	W-A	▨	■
	A-W	■	■
	W-E	■	▨
	E-W	▨	▨
	W-F	■	▒
	F-W	■	▨
	W-S	■	■
	S-W	■	▨
	S-A	■	■
	A-S	■	■
	W-K	■	■
	K-W	■	■
	W-B	■	■
	B-W	■	■
	S-S	▨	▨
Modal Split (Hauptverkehrsmittel)		▨	▨
Mittlere Wegdauer		■	▒
Mittlere Weglänge		▨	■
Pkw-Besetzungsgrad		■	■

Legende:		
	■	$H_{1(1)}$ bzw. $H_{2(1)}$ unbrauchbar
	▨	$H_{1(1)}$ bzw. $H_{2(1)}$ eingeschränkt brauchbar
	▒	$H_{1(1)}$ bzw. $H_{2(1)}$ brauchbar

Quelle: Eigene Darstellung

Hypothese 1: Die mit den Instrumenten MiD und SrV erhobenen Kenngrößen stimmen unter vergleichbaren Rahmenbedingungen überein. ($H_{1(0)}$ kann nicht widerlegt werden).

Der Vergleich zeigt für die Mehrzahl der untersuchten Kennwerte eine gute Übereinstimmung zwischen MiD und SrV. Lediglich die Mobilitätsbeteiligung zeigt einen statistisch abgesicherten Unterschied ($H_{1(1)}$ ist als Hypothese brauchbar). Dieser ist jedoch aufgrund verschiedener Definitionen einer ‚mobilen Person' in beiden Erhebungen plausibel begründbar. Die Definition kann für das SrV 2003 nicht nachträglich angepasst werden[226].

Für die zentrale, erzeugungsrelevante Auswertungsgröße, das spez. Verkehrsaufkommen, stimmten die Ergebnisse auf aggregierter Ebene gut überein. Disaggregiert wurde die Effektgröße lediglich für drei von 15 Quelle-Ziel-Gruppen (W-A, E-W und S-S) überschritten. Die dazugehörigen KI können die Unterschiede auf dem $\alpha = 5$ % - Signifikanzniveau jedoch <u>nicht</u> statistisch absichern (schätzerbasiertes Vorgehen). Die entsprechende Alternativhypothese ($H_{1(1)}$) wird für die betreffenden drei QZG als eingeschränkt brauchbar gewertet. Für alle übrigen Gruppen kann $H_{1(0)}$ nicht widerlegt werden.

Für den Modal Split wurde die Effektgröße für den Verkehrsmittelanteil „zu Fuß" überschritten und für den Radverkehr erreicht. Jedoch ist auch dieser Unterschied aufgrund der Vertrauensbereiche der Einzelkennwerte zu relativieren. Die entsprechende Alternativhypothese ($H_{1(1)}$) ist demnach auch hier lediglich eingeschränkt brauchbar. Eine analoge Bewertung erhält der Vergleich für die mittlere Weglänge. Für letzteren Kennwert ist jedoch zu beachten, dass dieser auf Schätzungen der Probanden basiert und die Überschreitung der sehr streng definierten Effektgröße nicht überbewertet werden sollte. Für die mittlere Dauer eines Weges und den Besetzungsgrad stimmen MiD 2002 und SrV 2003 wiederum gut überein. Die Effektgröße wird in beiden Fällen weder erreicht, noch kann auf Basis der KI die Nullhypothese ($H_{1(0)}$) abgelehnt werden.

Im Ergebnis des Kennwertvergleiches wird begründet davon ausgegangen, dass unter gleichen Erhebungsrandbedingungen auch weitgehend übereinstimmende Ausprägungen der Kenngrößen aus MiD und SrV bestehen. Hypothese 1 kann demzufolge angenommen werden. Dies bedeutet, dass die im Vorfeld des SrV 2003 angestellten Bemühungen, eine verbesserte Vergleichbarkeit der beiden Erhebungen zu erreichen, erfolgreich waren. Insbesondere die Erkenntnisse des For-

226 In Kapitel 6.3.1 ist ein Vorschlag enthalten, wie für künftige SrV-Erhebungen diesem Sachverhalt Rechnung getragen werden kann.

schungsprojektes „KONTIV/SrV Kompatibilität von Verkehrserhebungen“[227], die zu Modifikationen im SrV-Design führten, haben maßgeblich dazu beigetragen. Mit dieser Erkenntnis ist die Grundlage geschaffen, MiD- und SrV-Daten künftig in verknüpfter Form für verkehrsplanerische Untersuchungen zu nutzen. Die vergleichende Untersuchung hat somit

- einen Weg zur Verknüpfung von MiD- und SrV-Daten für die praktische Anwendung aufgezeigt,
- den Anwendungsbereich von MiD- und SrV-Daten zur Verbesserung regionaler Verkehrsdatengrundlagen erweitert und
- den Nutzen abgestimmter Verkehrserhebungen verdeutlicht.

Eine differenziertere Gegenüberstellung der Ergebnisse kann aufgrund der verbleibenden Stichprobengröße der MiD nach Anpassung der Erhebungsrandbedingungen derzeit nicht erfolgen. Hier könnten nur zielgerichtete Stichprobenaufstockungen bei künftigen Erhebungen Abhilfe schaffen.

> **Hypothese 2:** Die Ausprägung modellierungsrelevanter - insbesondere verkehrserzeugungsrelevanter - Verhaltenskennziffern unterscheidet sich zwischen Alten und Neuen Bundesländern.

Die zweite Hypothese der Arbeit besteht darin, dass für zentrale Kennziffern zum Verkehrsverhalten regionale Unterschiede zwischen ABL und NBL bestehen. Aufgrund der inhaltlichen Abgrenzung (z. B. Ortsgrößenklasse, SrV-Randbedingungen), bot sich eine Gegenüberstellung der Ost- und West-Kennwerte auf Basis der MiD an. Das Ergebnis dieses „Nebenproduktes“ des SrV-MiD-Kennwertvergleichs soll im Anschluss für die vertiefte raumstrukturelle Datenanalyse genutzt werden.

Für das spez. Verkehrsaufkommen wird auf aggregierter Ebene für die NBL im Vergleich zu den ABL ein planungspraktisch relevanter Unterschied von ca. - *0,3 Wegen/P,d* festgestellt. Relativiert werden muss diese Einschätzung jedoch aufgrund der sich - wenn auch knapp - überschneidenden KI ($H_{2(1)}$ eingeschränkt brauchbar).

Wird im Anschluss das Verkehrsaufkommen disaggregiert betrachtet[228], manifestieren sich die Unterschiede insbesondere in den Relationen von der Wohnung zur Freizeit und umgekehrt sowie von der Wohnung zum Einkauf und umgekehrt. Darüber hinaus sind Überschreitungen der Effektgröße für die QZG „Sonstiges –

227 Vgl. AHRENS/BADROW/KUNERT/LIESSKE: „KONTIV / SrV Kompatibilität von Verkehrserhebungen“, Forschungsbericht zum Projekt 70.631/2000 im Auftrag des BMVBW, 2003

228 Exemplarisch erfolgt die Auswertung wiederum für die am stärksten besetzte Personengruppe: Erwerbstätige bis einschließlich 65 Jahre mit Pkw-Führerschein und Pkw im Haushalt.

Wohnung“ und „Sonstiges – Sonstiges“ sichtbar. Relativiert werden diese Ergebnisse wiederum aufgrund der sich – bis auf die Relation „Wohnung – Freizeit“ – überschneidenden KI. Daher besitzt die Hypothese $H_{2(1)}$ erneut nur eingeschränkt Gültigkeit.

Die Analyse des Modal Split deutet ebenso auf Ost-West-Unterschiede hin. Insbesondere wurde ein deutlich höherer MIV-Wert für die Alten Bundesländer in den Daten registriert. Jedoch überschneiden sich wiederum die KI – wenn auch knapp. Damit besitzt die Alternativhypothese $H_{2(1)}$ eingeschränkt Gültigkeit.

Ein weiterer statistisch und planungspraktisch bedeutsamer Unterschied zwischen Ost und West wurde für die mittlere Wegdauer ermittelt. Die KI haben keinen gemeinsamen Überschneidungsbereich. Die entsprechende Nullhypothese $H_{2(0)}$ kann nicht aufrechterhalten werden und wird demnach abgelehnt.

Kein Unterschied konnte für die Mobilitätsbeteiligung, den Pkw-Besetzungsgrad und die Weglänge gefunden werden. Die definierten Effektgrößen wurden nicht erreicht. Darüber hinaus überschneiden sich die KI der verglichenen Kennwerte (MiD Ost vs. MiD West).

Hypothese 2 besitzt aus der Gesamtschau heraus eingeschränkt Gültigkeit. Für den verkehrserzeugungsrelevanten Kennwert - spez. Verkehrsaufkommen - sind planungspraktisch bedeutsame Effekte in sechs von 15 QZG ermittelt worden. Als statistisch abgesichert (schätzerbasiertes Vorgehen) kann jedoch nur der Unterschied für die QZG „Wohnung – Freizeit“ gelten. Darüber hinaus sind Unterschiede in der Verkehrsmittelwahl und der mittleren Wegdauer festzustellen. Jedoch ist lediglich für die Wegdauer der Unterschied statistisch belegbar. Weitere Erkenntnisse zur Hypothese 2 werden durch die Analyse des Tagesganges gewonnen (vgl. Kapitel 5.3.2.4).

5.3 Raumtypenspezifische Datenanalyse

5.3.1 Raumtypensondierung

5.3.1.1 Anliegen der Raumtypensondierung

Für die modellbezogene Datenanalyse ist zunächst eine geeignete Raumklassifizierung auszuwählen, die als Indikator zur Beschreibung der Raumstruktur Verwendung findet und auf deren Basis unmittelbare raumstrukturelle Einflussgrößen auf das Verkehrsverhalten möglichst gut zum Tragen kommen. Der Arbeitschritt versteht sich dabei als Sondierung, um durch die Auswahl einer geeigneten Typisie-

rung den Auswertungsumfang zu begrenzen. Für die Raumtypensondierung bestehen formal folgende **Anforderungen**:

(1) Eine Kategorie sollte intern möglichst homogen sein (quantitativ).
(2) Die Kategorien sollten untereinander eine möglichst starke Heterogenität aufweisen (quantitativ).
(3) Die Raumtypisierung sollte sachlich/inhaltlich einen Verkehrsbezug nahe legen (qualitativ).

Innerhalb eines Raumtyps sollte ein Merkmal eine möglichst geringe Variationsbreite zeigen[229]. Zur Bewertung der *Homogenität innerhalb einer Kategorie* wird der Variationskoeffizient als Hilfsgröße bzw. Entscheidungskriterium (Kriterium 1.1) verwendet. Er dient zum Vergleich der Variabilität von Verteilungen, in dem die Standardabweichung am Mittelwert relativiert wird. Der Variationskoeffizient wird auch als Konzentrationsmaß interpretiert. Eine im Verhältnis zum Mittelwert große Standardabweichung entspricht einer schwachen Konzentration. Der Variationskoeffizient wird insbesondere zum Vergleich von Stichproben eines Grundgesamtheitstyps herangezogen[230].

Die Heterogenität zwischen den Raumtypen soll raumstrukturelle Unterschiede der Merkmalsausprägung verdeutlichen. Statistisch wird dieser Sachverhalt auf Basis des in Kapitel 3.8 dargestellten Bewertungsalgorithmus beurteilt. Die statistische Prüfung zur *Heterogenität zwischen den Kategorien* (Kriterium 2.1) erfolgt damit anhand der Entscheidungshilfen:

- Statistischer Hypothesentest,
- Maßgebende Effektgröße und
- Referenzwerteinschluss der Konfidenzintervalle.

Darüber hinaus wird die Differenz aus maximaler und minimaler Merkmalsausprägung innerhalb einer Raumklassifizierung vergleichend gegenübergestellt (Kriterium 2.2), da sich die Raumtypen innerhalb einer Klassifizierung möglichst stark unterscheiden sollen.

Die Anforderungen (1) und (2) werden demnach quantitativ anhand dreier Kriterien bewertet. Daneben besteht jedoch aus inhaltlicher Sicht eine weitere Anforderung (3), die im Schritt der Raumtypensondierung nur qualitativ beurteilt werden kann. Die gefundenen, im optimalen Fall systematischen, Unterschiede einer Kenngröße nach Raumtypen sollten aus Sicht des Planers logisch, plausibel und nachvollziehbar sein. „Verkehrsbezug“ bedeutet demnach, dass sich dem Verkehrsplaner ein Zusammenhang zwischen Merkmalsausprägung und Raumtypisie-

229 Die interne Homogenität ist ebenfalls für den Aspekt der räumlichen Übertragbarkeit bedeutsam.
230 Sachs (2004) S. 140; Bortz (2004) S. 44

rung zumindest *qualitativ/hypothetisch* erschließt. Dazu werden die in Kapitel 2.2.2 identifizierten raumbezogenen Erklärungsvariablen herangezogen, die im Wechselspiel mit der individuellen Situation der Person das Verkehrsverhalten in unterschiedlichen Raumtypen determinieren. Zu nennen sind z. B. die Erreichbarkeit und Attraktivität der Ziele im Raum sowie der Zugang zu Öffentlichen und Individuellen Verkehrsmitteln.

5.3.1.2 Vorgehensweise und Prüfumfang

Zunächst erfolgt die Prüfung der zwei quantifizierbaren Anforderungen. Im Anschluss werden die Ergebnisse unter Berücksichtigung der dritten Anforderung diskutiert. Die Auswertung wird werktagsbezogen[231] durchgeführt. Folgende modellierungsrelevante Prüfgrößen werden verwendet:

- die Mobilitätsbeteiligung
- das spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen[232]
- der Modal Split und
- die mittlere Wegelänge.

Die ersten beiden Kenngrößen sind typische verkehrserzeugungsrelevante Modelleingangsgrößen. Demgegenüber ist im EVA-Modell der Modal Split ein Kennwert zur Parametrisierung der Verkehrsaufteilung für den Analysefall. Als Beispiel einer Kalibrierungsgröße wurde die mittlere Weglänge gewählt. Die Auswertungen werden sowohl auf aggregierter Ebene (d. h. die Kenngröße lediglich nach Raumtypen differenziert) sowie auf disaggregierter Ebene (exemplarisch für die am stärksten besetzte Gruppe) durchgeführt.

Für die in MiD 2002 kodierten Raumtypen ist aufgrund der Fallanonymisierung keine beliebig feine Klasseneinteilung möglich. Die auf Ordinalskalenniveau kodierten Kategorien können lediglich zusammengefasst werden. Eine stärkere Differenzierung ist theoretisch nur durch Kombination mehrerer Raumklassifizierungen möglich (z. B. BBR-Regionstypen weiter nach politischer Ortsgrößenklasse differenziert oder umgekehrt). Umfangreiche Testauswertungen zeigten jedoch, dass die Datenmenge der MiD für eine Kombination mehrerer Raumtypisierungen nicht ausreicht. Denkbar wäre zwar eine nachträgliche Zusammenfassung von Kategorien der vorher kombinierten Raumtypen, jedoch konnten die oben benannten

231 Dazu wird zur Fallzahlenmaximierung statt des mittleren Werktages nach SrV-Definition für die MiD-Auswertung wiederum die erweiterte Kernwoche (Mo-Do) außerhalb von Ferien und Feiertagen genutzt.

232 Der Kennwert wird bezogen auf mobile Personen ausgewertet. Dies hat den Vorteil, dass der Einflussfaktor „Mobilitätsbeteilung“ bei der Analyse des spez. Verkehrsaufkommens differenziert nach Raumkategorien eliminiert ist.

Anforderungen in Testauswertungen nicht hinreichend erfüllt werden. Die Auswertung erfolgt für die in MiD kodierten Raumtypen in der jeweils am stärksten unterteilten Gliederungsvariante (Tabelle 5-9).

Die zur statistischen Prüfung gehörenden Hypothesen lauten vereinfacht[233]:

- $H_{3,1\ (1)}$: Die Merkmalsausprägung unterscheidet sich nach Raumtypen.
- $H_{3,1\ (0)}$: Die Merkmalsausprägung unterscheidet sich nicht nach Raumtypen.

Tabelle 5-9: Kategorieneinteilung der untersuchten Raumtypisierungen

Klassennummer	BIK – Regionsgrößenklassen (10 Kategorien)	BBR/BfLR-Kreistypen (9 Kategorien)	Politische Ortsgrößenklassen (7 Kategorien)
1	unter 2.000 EW	Ländliche. Räume ländl. Kreise. geringerer Dichte	unter 2.000 EW
2	2.000 - u. 5.000 EW	Ländliche Räume ländl. Kreise. höherer Dichte	2.000 - u. 5.000 EW
3	5.000 - u. 20.000 EW	Verstädterte Räume ländl. Kreise	5.000 – unter 20.000 EW
4	20.000 - u. 50.000 EW	Verstädterte Räume verdichtete Kreise	20.000 – unter 50.000 EW
5	50.000 - u. 100.000 EW (Rest)	Verstädterte Räume Kernstädte	50.000 – unter 100.000 EW
6	50.000 - u. 100.000 EW (Kern)	Agglomerationsräume ländl. Kreise	100.000 – unter 500.000 EW
7	100.000 - u. 500.000 EW (Rest)	Agglomerationsräume verdichtete Kreise	500.000 und mehr EW
8	100.000 - u. 500.000 EW (Kern)	Agglomerationsräume hochverdichtete Kreise	
9	500.000 EW und mehr (Rest)	Agglomerationsräume Kernstädte	
10	500.000 EW und mehr (Kern)		

Quelle: Eigene Darstellung

5.3.1.3 Ergebnisse

5.3.1.3.1 Mobilitätsbeteiligung

Zunächst erfolgt die Analyse der *Mobilitätsbeteiligung* auf Personenebene. Die Diagramme sind der Anlage V beigefügt. Als Kriterium (1.1) dafür, inwieweit ein Raumtyp für die modellbezogene Analyse geeignet ist (gruppeninterne Homogenität), wird der Variationskoeffizient (V) betrachtet.

Tabelle 5-10 enthält die Merkmalsausprägung nach Raumtypen sowie die dazugehörigen Variationskoeffizienten. Zusätzlich ist die Referenzgruppe (RG), also der Gesamtmittelwert, in der Tabelle ausgewiesen. Sowohl aggregiert als auch di-

233 Die exakten statistischen Prüfhypothesen richten sich nach dem angewandten Verfahren. In Kapitel 3.7.2 werden diese für den entsprechenden Test erläutert.

saggregiert liegen die entsprechenden Variationskoeffizienten der Kategorien auf ähnlichem Niveau.

Wird unter Berücksichtigung der Fallzahlen der gewichtete Mittelwert aller Kategorien eines Raumtyps gebildet, zeigt die Klassifizierung nach politischer Ortsgröße den geringsten Wert (0,009). Der Unterschied gegenüber den anderen Klassifizierungen ist jedoch marginal. Bezüglich Anforderung (1) kann daher keine Klassifizierung als vorteilhaft eingestuft werden.

Tabelle 5-10: Mobilitätsbeteiligung und Variationskoeffizient

Kategorie (Klassennummer)	**BIK** Mobilitätsbeteiligung in %	V	**BBR** Mobilitätsbeteiligung in %	V	**Pol. OGK** Mobilitätsbeteiligung in %	V
Merkmalsausprägung und zugehöriger Variationskoeffizient differenziert (aggregiert) nach Raumtypen						
1	88,9	0,018	89,1	0,027	89,0	0,017
2	90,3	0,011	89,6	0,009	90,4	0,009
3	89,3	0,011	88,8	0,012	89,6	0,007
4	90,9	0,009	90,8	0,006	90,6	0,007
5	88,7	0,023	90,2	0,013	90,8	0,010
6	91,8	0,011	90,8	0,013	90,6	0,009
7	91,7	0,008	89,6	0,011	88,2	0,009
8	90,0	0,009	90,8	0,008		
9	90,6	0,009	89,3	0,008		
10	89,2	0,007				
	Max-Min = 3,1	∅ = 0,010	Max-Min = 2,0	∅ = 0,010	Max-Min = 2,6	∅ = 0,009
Merkmalsausprägung und zugehöriger Variationskoeffizient der Personengruppe Nr. 8 (disaggregiert) differenziert nach Raumtypen						
1	92,4	0,014	93,6	0,009	92,5	0,014
2	95,8	0,011	94,9	0,009	95,3	0,010
3	94,8	0,007	92,6	0,013	94,7	0,006
4	95,0	0,013	94,3	0,014	94,7	0,010
5	92,8	0,023	95,6	0,009	94,3	0,011
6	93,3	0,021	95,8	0,006	95,5	0,007
7	94,7	0,014	93,8	0,012	92,7	0,013
8	95,3	0,008	94,2	0,012		
9	94,6	0,009	94,3	0,018		
10	94,0	0,008				
	Max-Min = 3,4	∅ = 0,010	Max-Min = 3,2	∅ = 0,010	Max-Min = 3,0	∅ = 0,009

RG aggregiert: 89,9 %; RG disaggregiert (PG Nr. 8): 94,5 % ∅ = anhand Fallzahlen gewichteter Mittelwert

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Im Anschluss wird die zweite Anforderung geprüft. Die maßgebende Effektgröße beträgt für zweistufige Häufigkeitsmerkmale gemäß Kapitel 3.7.4 **drei Prozentpunkte,** gemessen als Abweichung zur Referenzgruppe (Gesamtwert für Deutschland, siehe Diagramme in Anlage V). Die zur Bewertung herangezogenen Prüfkri-

terien sind in Tabelle 5-11 für die aggregierte und für die disaggregierte Auswertung (Personengruppe Nr. 8[234]) dargestellt.

Die statistische Prüfung erreicht auf dem vorgegebenen Fehlerniveau weder aggregiert noch disaggregiert die Signifikanzschranke. Deskriptiv ist eine maximale Abweichung zur RG (Deutschland) von 2,1 % festzustellen. Die Effektgröße wird daher in keiner Raumkategorie erreicht. Die Merkmalsausprägung der RG ist in allen sechs Fällen statistisch möglich (KI-Einschluss). Statistisch und praktisch relevante Unterschiede sind demnach für die untersuchten Gruppen nicht festzustellen. Die entsprechenden Nullhypothesen können nicht abgelehnt werden.

Tabelle 5-11: MiD-Prüfergebnis der Mobilitätsbeteiligung differenziert nach Raumtypen

Mobilitätsbeteiligung (aggregiert) nach Raumtypen								
Raum-klassifizierung	Hypothesentest	Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Ein-schluss
BIK	Pearson Chi²	21,1	1,2	7,4	2460,0	0,331	Nein	Ja
	Likelihood-Quotient	21,6	1,2	7,4	2460,0	0,316		
BBR	Pearson Chi²	15,5	0,7	5,6	1845,4	0,638	Nein	Ja
	Likelihood-Quotient	15,5	0,7	5,6	1845,4	0,637		
Pol. OGK	Pearson Chi²	18,2	1,2	5,6	1861,0	0,297	Nein	Ja
	Likelihood-Quotient	17,9	1,2	5,6	1861,0	0,309		
Mobilitätsbeteiligung der Personengruppe Nr. 8 (disaggregiert) nach Raumtypen								
Raum-klassifizierung	Hypothesentest	Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Ein-schluss
BIK	Pearson Chi²	9,9	0,7	8,1	2675,6	0,657	Nein	Ja
	Likelihood-Quotient	9,6	0,7	8,1	2675,6	0,677		
BBR	Pearson Chi²	15,5	0,7	5,6	1845,4	0,638	Nein	Ja
	Likelihood-Quotient	15,5	0,7	5,6	1845,4	0,637		
Pol. OGK	Pearson Chi²	13,7	1,4	5,9	1964,1	0,227	Nein	Ja
	Likelihood-Quotient	13,1	1,3	5,9	1694,1	0,255		

* = signifikant $p < 0,05$ ** = hoch signifikant $p < 0,01$

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Wird die maximale Abweichung zwischen den Raumtypen verglichen (Kriterium 2.2, vgl. Tabelle 5-10), ist die Differenz zwischen Maxima und Minima für die Einteilung nach BIK am größten. Jedoch sind die Unterschiede zwischen den Klassifizierungsarten mit deutlich weniger als einem Prozentpunkt gering. Somit zeigt keine der Raumklassifizierungen gegenüber einer anderen klare Vorteile.

234 PG 8 ist die am stärksten besetzte Gruppe.

5.3.1.3.2 Spezifisches Verkehrsaufkommen

Im nächsten Schritt wird das spez. Verkehrsaufkommen analysiert. Der Kennwert kann entweder bezogen auf alle Personen oder auf mobile Personen ausgewertet werden. Um den Kennwert durch die nichtmobilen Personen nicht zusätzlich zu verzerren, wird im Folgenden das Verkehrsaufkommen *mobiler Personen* betrachtet. Die Auswertung erfolgt auf Personenebene. Die dazugehörigen Diagramme befinden sich in Anlage V. Zur Bewertung der Anforderung 1, also der Homogenität innerhalb der Kategorien, werden die Variationskoeffizienten betrachtet (Tabelle 5-12). Wie schon für die Mobilitätsbeteiligung zeigt die Einteilung nach politischer Ortsgröße auch für das spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen den günstigsten Variationskoeffizienten (gewichteter Mittelwert der aggregierten Auswertung: V = 0,014; disaggregiert: V = 0,030) und besitzt daher bezüglich Kriterium 1.1 geringe Vorteile gegenüber den anderen Einteilungen.

Tabelle 5-12: Spez. Verkehrsaufkommen und Variationskoeffizient

Kategorie	BIK		BBR		Pol. OGK	
	Spez. VA [Wege/P,d]	V	Spez. VA [Wege/P,d]	V	Spez. VA [Wege/P,d]	V
Spez. VA mobiler Personen und Variationskoeffizienten (aggregiert) differenziert nach Raumtypen						
1	3,59	0,016	3,77	0,024	3,60	0,016
2	3,84	0,018	3,85	0,015	3,83	0,017
3	3,90	0,012	3,80	0,014	3,93	0,010
4	3,99	0,012	3,99	0,010	3,98	0,010
5	3,72	0,054	3,99	0,014	4,03	0,017
6	4,05	0,027	3,83	0,024	3,97	0,012
7	4,01	0,017	3,91	0,018	3,89	0,014
8	3,97	0,011	4,01	0,014		
9	4,00	0,018	3,91	0,011		
10	3,92	0,010				
	Max-Min = 0,46	∅ = 0,014	Max-Min = 0,24	∅ = 0,014	Max-Min = 0,43	∅ = 0,013
Spez. VA mobiler Personen und Variationskoeffizienten der Personengruppe Nr. 8 in QZG W-A (disaggregiert) differenziert nach Raumtypen						
1	0,78	0,038	0,72	0,041	0,77	0,037
2	0,81	0,049	0,72	0,036	0,78	0,042
3	0,79	0,028	0,79	0,026	0,76	0,021
4	0,73	0,032	0,81	0,023	0,73	0,023
5	0,69	0,066	0,73	0,031	0,73	0,027
6	0,81	0,038	0,74	0,041	0,71	0,023
7	0,77	0,022	0,76	0,041	0,69	0,032
8	0,74	0,023	0,69	0,025		
9	0,67	0,034	0,69	0,024		
10	0,69	0,020				
	Max-Min = 0,14	∅ = 0,029	Max-Min = 0,12	∅ = 0,029	Max-Min = 0,09	∅ = 0,027
RG aggr.: 3,92 Wege/P,d; RG disaggr. (PG Nr. 8): 0,74 Wege/P,d ∅ = anhand Fallzahlen gewicht. Mittelwert						

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Die maßgebende Effektgröße für die statistische Prüfung bestimmt sich wiederum anhand des 5 %-Fraktils der entsprechenden Referenzgruppe (Wert für gesamtes Bundesgebiet). Für die aggregierte Auswertung ergibt sich **0,19 Wege/P,d** (5 % von 3,92 Wege/P,d). Auf disaggregierter Ebene ergibt sich für die Auswertung eine Effektgröße von **0,04 Wege/P,d** (5 % von 0,74 Wege/P,d).

Visuell sind Unterschiede für alle Raumtypen zu vermuten. Die Prüfergebnisse hinsichtlich Anforderung (2), Kriterium (2.1) zeigt die Tabelle 5-13. Die statistische Prüfung weist für alle untersuchten Raumtypen Signifikanz aus. Die jeweilige Effektgröße, gemessen als Abweichung zur Referenzgruppe, wird lediglich für die aggregierte Auswertung der BBR-Typisierung nicht erreicht. Für jeden Raumtyp ist der Referenzwert im KI mindestens einer Kategorie nicht enthalten. Die entsprechenden Nullhypothesen können abgelehnt werden.

Tabelle 5-13: MiD-Prüfergebnis zum spez. VA mobiler Personen differenziert nach Raumtypen

Raum-klassifizierung	Hypothesentest	Chi²	Df	Asympt. Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Einschluss
Spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen (aggregiert) nach Raumtypen						
BIK	Kruskal-Wallis-Test	49,4	9	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	41,1	9	0,000**		
BBR	Kruskal-Wallis-Test	33,6	8	0,000**	Nein	Nein
	Median-Test	29,5	8	0,000**		
Pol. OGK	Kruskal-Wallis-Test	50,3	6	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	39,1	6	0,000**		
Spez. VA mobiler Personen der PG Nr. 8 in QZG W-A (disaggregiert) nach Raumtypen						
BIK	Kruskal-Wallis-Test	53,9	9	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	90,1	9	0,000**		
BBR	Kruskal-Wallis-Test	48,6	8	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	81,0	8	0,000**		
Pol. OGK	Kruskal-Wallis-Test	18,3	6	0,005**	Ja	Nein
	Median-Test	52,2	6	0,000**		

* = signifikant $p < 0,05$ ** = hoch signifikant $p < 0,01$

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Bezüglich des Kriteriums (2.2) zeigt die BIK-Einteilung für das Verkehrsaufkommen leichte Vorteile (siehe Tabelle 5-12), zumindest dann, wenn die den jeweiligen Maxima zugrunde liegenden Fallzahlen außer Acht gelassen werden. Die politische Ortsgröße zeigt gegenüber der BBR-Einteilung auf aggregierter Ebene eine deutlich größere Heterogenität, auf disaggregierter Ebene hingegen ist diese geringfügig niedriger.

5.3.1.3.3 Modal Split

Im Anschluss erfolgt die Auswertung der Verkehrsmittelbenutzungsstruktur (Modal Split) nach Raumtypen. Das Merkmal wird unter Berücksichtigung der definierten Hauptverkehrsmittel ausgewertet. Diese wurden zu den vier Verkehrsmittelgruppen „zu Fuß“, „Fahrrad“, „MIV“ und ÖV[235] zusammengefasst. Der Modal Split wird auf Wegeebene ausgewertet. Die dazugehörigen Diagramme befinden sich in Anlage V.

Zunächst erfolgt die Bewertung für die erste Anforderung. Die Variationskoeffizienten zum Modal Split enthält Tabelle 5-14. Die Auswertung zeigt klare Vorteile für die Einteilung nach politischer Ortsgröße gegenüber den BIK-Regionsgrößenklassen. Die BIK-Einteilung zeigt wiederum günstigere Koeffizienten gegenüber der Raumklassifizierung nach BBR. In Hinblick auf Anforderung (2) ist die Einteilung nach politischer Ortsgröße vorteilhaft.

235 Die Kategorie wurde ÖV genannt, da bei einer stichtagsbezogenen Erhebung des privaten Alltagsverkehrs auch öffentliche Verkehrsmittel im Fernverkehr genutzt werden. Diese wurden zusammen mit den Ortsveränderungen im ÖPNV zum ÖV zusammengefasst.

Tabelle 5-14: Modal Split und Variationskoeffizient

Kategorie	BIK - Regionsgrößenklasse								BBR/BfLR-Kreistyp								Politische Ortsgrößenklasse							
	zu Fuß in %	V	Fahrrad in %	V	MIV in %	V	ÖV in %	V	zu Fuß in %	V	Fahrrad in %	V	MIV in %	V	ÖV in %	V	zu Fuß in %	V	Fahrrad in %	V	MIV in %	V	ÖV in %	V
Verkehrsmittelanteile und Variationskoeffizient differenziert nach Raumtypen (aggregiert)																								
1	20,8	0,147	7,2	0,147	63,7	0,041	8,3	0,087	26,6	0,039	8,8	0,103	56,8	0,022	7,8	0,061	20,9	0,142	7,1	0,144	63,7	0,040	8,3	0,085
2	23,1	0,078	9,9	0,121	59,5	0,036	7,5	0,112	24,7	0,079	11,4	0,112	56,9	0,025	6,9	0,087	22,7	0,061	9,3	0,108	60,5	0,028	7,4	0,088
3	24,2	0,051	8,7	0,122	60,5	0,020	6,5	0,072	23,5	0,053	9,6	0,140	60,0	0,035	6,9	0,100	23,6	0,035	8,5	0,086	60,6	0,014	7,2	0,054
4	24,0	0,071	11,6	0,107	58,8	0,033	5,6	0,084	23,1	0,085	9,6	0,106	60,5	0,035	6,9	0,121	23,3	0,058	10,6	0,092	60,0	0,029	6,2	0,069
5	22,6	0,100	6,8	0,216	64,5	0,028	6,2	0,148	28,4	0,122	13,0	0,171	47,5	0,063	11,1	0,116	23,0	0,058	10,7	0,111	57,8	0,029	8,4	0,088
6	26,2	0,089	11,2	0,232	53,5	0,064	9,1	0,148	20,8	0,077	14,0	0,121	57,5	0,027	7,7	0,103	28,1	0,028	10,3	0,094	48,9	0,025	12,6	0,068
7	23,4	0,078	7,7	0,147	62,5	0,037	6,4	0,085	23,3	0,095	8,1	0,120	61,3	0,039	7,4	0,155	29,8	0,029	10,1	0,100	38,7	0,027	21,4	0,038
8	26,4	0,040	12,4	0,102	51,4	0,032	9,9	0,076	21,9	0,023	7,8	0,076	62,5	0,023	7,7	0,040								
9	20,8	0,064	7,9	0,145	63,1	0,027	8,1	0,107	29,2	0,046	9,3	0,120	43,3	0,020	18,2	0,073								
10	27,7	0,022	9,6	0,066	46,4	0,019	16,2	0,040																
	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅
	7,2	0,056	5,2	0,113	17,6	0,028	10,4	0,076	8,2	0,062	6,2	0,113	18,7	0,030	11,1	0,090	9,1	0,048	3,9	0,098	25,3	0,024	14,8	0,066
Verkehrsmittelanteile und Variationskoeffizient der Bezugspersonengruppe Nr. 8 in QZG W-A differenziert nach Raumtypen (disaggregiert)																								
1	7,4	0,340	6,1	0,225	82,3	0,032	4,2	0,298	11,5	0,28	11,3	0,238	72,3	0,054	4,9	0,368	7,5	0,325	6,1	0,216	82,0	0,031	4,3	0,283
2	9,8	0,191	7,7	0,241	74,7	0,040	7,7	0,299	10,0	0,223	8,3	0,169	76,4	0,056	5,2	0,256	9,5	0,159	7,7	0,203	76,1	0,033	6,6	0,274
3	10,8	0,118	9,4	0,156	75,1	0,023	4,7	0,143	10,5	0,199	15,3	0,17	58,5	0,038	15,7	0,217	8,6	0,100	8,4	0,113	75,0	0,016	8,0	0,116
4	10,8	0,176	12,1	0,157	70,4	0,040	6,7	0,190	8,8	0,165	8,7	0,183	76,5	0,029	5,9	0,186	9,2	0,149	10,7	0,131	72,2	0,033	7,9	0,135
5	6,9	0,236	7,0	0,254	83,4	0,031	2,7	0,455	10,6	0,233	13,0	0,203	68,4	0,026	8,0	0,178	7,3	0,186	12,5	0,138	70,5	0,028	9,8	0,121
6	9,8	0,215	15,2	0,232	68,1	0,041	6,8	0,261	9,1	0,118	13,7	0,137	66,4	0,024	10,8	0,146	8,9	0,115	11,9	0,172	61,5	0,038	17,6	0,098
7	5,0	0,202	7,7	0,187	81,7	0,032	5,7	0,285	6,2	0,188	9,3	0,271	55,5	0,066	29,0	0,136	5,5	0,165	8,8	0,124	49,5	0,038	36,2	0,054
8	11,7	0,140	15,4	0,172	60,8	0,048	12,0	0,105	6,5	0,147	7,6	0,159	73,8	0,026	12,0	0,113								
9	4,8	0,175	6,1	0,221	76,6	0,029	12,6	0,156	6,9	0,116	8,0	0,105	77,2	0,03	7,9	0,055								
10	6,2	0,101	9,1	0,092	57,9	0,025	26,8	0,051																
	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅	Max - Min	∅
	6,9	0,158	9,3	0,164	25,5	0,031	24,1	0,161	5,3	0,170	7,7	0,169	21,7	0,035	24,1	0,158	4,0	0,148	6,4	0,146	32,5	0,029	31,9	0,137

RG aggregiert: zu Fuß / Fahrrad / MIV / ÖV = 24,8 % / 9,6 % / 55,7 % / 9,9 % RG disaggregiert: zu Fuß / Fahrrad / MIV / ÖV = 8,3 % / 9,6 % / 69,4 % / 12,7 % ∅ = anhand Fallzahlen gewichteter Mittelwert

Im Anschluss erfolgt die Bewertung der zweiten Anforderung. Als maßgebende Effektgröße wurde in Kapitel 3.7.4 für mehrfach gestufte Häufigkeitsmerkmale eine Abweichung von **zwei Prozentpunkten** zur Referenzgruppe (Deutschland) festgelegt. Die Prüfergebnisse hinsichtlich Anforderung (2) Kriterium (2.1) zeigt die Tabelle 5-15. Die statistische Prüfung weist für alle untersuchten Raumtypen Signifikanz aus. Die Effektgröße wird für alle Klassifizierungsarten überschritten. Für jeden Raumtyp ist der Referenzwert im KI mindestens einer Kategorie nicht enthalten. Die dazugehörigen Nullhypothesen können abgelehnt werden.

Tabelle 5-15: MiD-Prüfergebnis zum Modal Split differenziert nach Raumtypen

Modal Split (Hauptverkehrsmittel) (aggregiert) nach Raumtypen								
Raum-klassifizierung	Hypothesentest	Statis-tik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effekt-größe erreicht	KI – Ein-schluss
BIK	Pearson Chi²	2526,3	10,0	18,0	5964,0	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	2458,1	9,8	18,0	5964,0	0,000**		
BBR	Pearson Chi²	3065,5	13,0	17,9	5948,8	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	2877,4	12,2	17,9	5948,8	0,000**		
Pol. OGK	Pearson Chi²	3120,8	18,1	13,0	4326,9	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	2890,4	16,8	13,0	4326,9	0,000**		
Modal Split (Hauptverkehrsmittel) der QZG W-A (disaggregiert) nach Raumtypen								
Raumtyp	Hypothesentest	Statis-tik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effekt-größe erreicht	KI – Ein-schluss
BIK	Pearson Chi²	725,4	12,5	20,1	6673,3	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	691,7	11,9	20,1	6673,3	0,000**		
BBR	Pearson Chi²	652,0	10,8	19,2	6377,9	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	594,5	9,8	19,2	6377,9	0,000**		
Pol. OGK	Pearson Chi²	694,5	15,6	15,0	4988,0	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	586,2	13,2	15,0	4988,0	0,000**		

* = signifikant $p < 0{,}05$ ** = hoch signifikant $p < 0{,}01$

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Wird die maximale Abweichung zwischen Raumtypen vergleichend betrachtet (Kriterium 2.2), zeigt die Einteilung nach politischer Ortsgröße deutlich größere Unterschiede zwischen den Minima und Maxima einer Klassifizierung (vgl. Tabelle 5-14). Daher weist bezüglich dieses Kriteriums die Einteilung nach Ortsgröße Vorteile auf.

5.3.1.3.4 Mittlere Weglänge

Nachstehend erfolgt die Auswertung der mittleren Weglänge auf Wegeebene. Aufgrund des großen Einflusses von Ausreißern auf den Mittelwert und dessen Varianz werden Fernverkehrswege ausgeschlossen und nur Wege kleiner 100 Kilometer in die Analyse integriert. Die Auswertung erfolgt auf aggregierter Ebene und ex-

emplarisch auf disaggregierter Ebene. Für letztere Auswertung wurde wiederum die Gruppe mit der größten Fallzahl gewählt. Analysiert wird disaggregiert demnach die mittlere Weglänge für den MIV in der QZG W-A. Die Diagramme sind der Anlage V beigefügt.

Bezüglich der Eignung einer Raumtypisierung gemäß Anforderung (1) werden die Variationskoeffizienten ausgewertet (vgl. Tabelle 5-16). Den günstigsten Variationskoeffizienten hat erneut die Einteilung nach politischer Ortsgröße, die daher bezüglich Anforderung (1) Vorteile gegenüber den anderen Einteilungen aufweist.

Tabelle 5-16: Mittlere Weglänge und Variationskoeffizient

Kategorie	BIK Mittl. Weglänge [km/Weg]	BIK V	BBR Mittl. Weglänge [km/Weg]	BBR V	Pol. OGK Mittl. Weglänge [km/Weg]	Pol. OGK V
Mittlere Weglänge und Variationskoeffizienten differenziert (aggregiert) nach Raumtypen						
1	10,1	0,053	7,5	0,057	10,1	0,052
2	9,0	0,042	7,2	0,047	9,0	0,036
3	7,9	0,036	8,1	0,049	7,9	0,027
4	6,4	0,043	7,4	0,038	6,5	0,032
5	8,2	0,073	6,0	0,036	6,8	0,039
6	6,3	0,067	9,5	0,073	6,3	0,028
7	7,3	0,046	7,9	0,039	6,3	0,028
8	6,0	0,029	7,6	0,041		
9	8,2	0,044	6,4	0,024		
10	6,6	0,023				
:	Max-Min = 4,1	∅ = 0,037	Max-Min = 3,5	∅ = 0,039	Max-Min = 3,8	∅ = 0,032
Mittlere Weglänge und Variationskoeffizienten des MIV in der QZG W-A (disaggregiert) differenziert nach Raumtypen						
1	18,7	0,061	14,8	0,085	18,8	0,059
2	17,8	0,085	18,0	0,059	17,4	0,067
3	16,1	0,043	16,3	0,049	16,5	0,033
4	13,6	0,054	15,1	0,046	14,3	0,044
5	19,1	0,100	13,1	0,074	14,6	0,054
6	13,0	0,047	18,7	0,052	14,2	0,048
7	14,9	0,051	16,6	0,054	13,7	0,046
8	14,0	0,058	16,4	0,046		
9	18,0	0,062	14,3	0,041		
10	14,5	0,036				
	Max-Min = 6,1	∅ = 0,052	Max-Min = 5,6	∅ = 0,051	Max-Min = 5,1	∅ = 0,041

RG aggr.: 7,3 km/P,d; RG disaggr. (PG Nr. 8): 15,7km/P,d ∅ = anhand Fallzahlen gewicht. Mittelwert

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Die visuelle Dateninspektion lässt Unterschiede der Weglänge nach Raumtypen erwarten. In Hinblick auf Anforderung 2 enthält Tabelle 5-17 die dazugehörigen Ergebnisse. Die Effektgrößen ergeben sich auf Basis der entsprechenden Referenzgruppe (Wert für Gesamtes Bundesgebiet) für die aggregierte Auswertung zu **0,4**

km/Weg (5 % von 7,3 Kilometer je Weg) und für das Beispiel auf disaggregierter Ebene zu **0,8 km/Weg** (5 % von 15,7 Kilometer je Weg).

Die statistische Prüfung weist für alle untersuchten Raumtypen signifikante Unterschiede aus. Die maßgebende Effektgröße wird innerhalb jeder Raumklassifizierung überschritten. Der Referenzwert ist in beiden Fällen (aggregiert und disaggregiert) und den jeweils drei Raumklassifizierungen im KI mindestens einer Kategorie nicht enthalten. Die entsprechenden Nullhypothesen können abgelehnt werden. Alle Raumtypen zeigen statistisch und praktisch bedeutsame Unterschiede.

Tabelle 5-17: MiD-Prüfergebnis der mittleren Weglänge differenziert nach Raumtypen

Raum-klassifizierung	Hypothesentest	Chi²	Df	Asympt. Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Ein-schluss
Mittlere Weglänge (aggregiert) nach Raumtypen						
BIK	Kruskal-Wallis-Test	413,1	9	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	337,7	9	0,000**		
BBR	Kruskal-Wallis-Test	234,7	8	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	109,7	8	0,000**		
Pol. OGK	Kruskal-Wallis-Test	334,9	6	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	284,1	6	0,000**		
Mittlere Weglänge des MIV in der QZG W-A (disaggregiert) nach Raumtypen						
BIK	Kruskal-Wallis-Test	114,5	9	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	141,7	9	0,000**		
BBR	Kruskal-Wallis-Test	43,5	8	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	45,7	8	0,000**		
Pol. OGK	Kruskal-Wallis-Test	64,1	6	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	92,1	6	0,000**		

* = signifikant $p < 0{,}05$ ** = hoch signifikant $p < 0{,}01$

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

In Bezug auf Kriterium 2.2 (siehe Tabelle 5-16) ist die größte Differenz zwischen minimaler und maximaler Merkmalsausprägung für die Einteilung nach BIK festzustellen. Die Einteilungen nach BBR-Regionstypen und politischen Ortsgrößenklassen sind bezüglich dieses Kriteriums als gleichwertig zu bewerten, da aggregiert die BBR-Einteilung eine höhere Differenz zwischen Minimum und Maximum zeigt. Disaggregiert hingegen trifft dieser Sachverhalt auf die Einteilung nach politischer Ortsgröße zu.

5.3.1.4 Zusammenfassende Bewertung

Die *Mobilitätsbeteiligung* zeigt nahezu unabhängig von der Raumtypengliederung eine geringe Variationsbreite. In Bezug auf den Variationskoeffizienten sind prak-

tisch keine Unterschiede zwischen den drei Raumklassifizierungen zu verzeichnen. Anhand der Auswertung konnte aufgrund der sehr guten Übereinstimmung der Werte in verschiedenen Raumklassen keine Heterogenität zwischen den Kategorien festgestellt werden. Demnach sind auch keine systematischen Unterschiede in den Daten erkennbar.

Das *spez. Verkehrsaufkommen mobiler Personen* weist sowohl für die aggregierte Auswertung als auch auf disaggregierter Ebene statistische und praktisch bedeutsame Unterschiede nach Raumtypen auf. Als systematisch eingestuft werden diese für die Einteilung nach BIK-Regionsgrößenklasse und politischer Ortsgröße (vgl. Grafiken in Anlage V). Für die BIK-Einteilung lässt sich auf den ersten Blick vermuten, dass die zentralörtliche Einbettung bzw. Funktionsverflechtung einer Gemeinde, welche in der Kategorisierung nach BIK zum Teil bei der Klassenzuordnung Berücksichtigung findet (vgl. Kapitel 2.1.2), das spez. Verkehrsaufkommen mitbestimmt. Dies legt zumindest die ähnliche Merkmalsausprägung auf disaggregierter Ebene der BIK-Regionsgrößenklassen neun und zehn mit „mehr als 500.000 EW“ im Vergleich des BIK-Strukturtyps Kernbereich[236] „Kern“ (0,69 Wege/P,d) mit den übrigen Strukturtypen „Rest“ (0,67 Wege/P,d) nahe. Jedoch relativiert sich diese Aussage wieder für die BIK-Regionsgrößenklassen „50.000 bis unter 100.000 EW“ mit sehr unterschiedlichen Merkmalsausprägungen zwischen „Kern“ und „Rest“. Die 10er-Einteilung nach BIK zeigt durch die unausgewogene Stichprobenverteilung teilweise eine starke statistische Unsicherheit.

Die Auswertung des *Modal Split* zeigt einen klaren Trend mit steigender Ortsgröße. Wie zu erwarten sinkt der MIV-Anteil und nimmt der Anteil des ÖV zu. Die Einteilung nach BIK zeigt ebenso eine systematische Entwicklung, jedoch in abgeschwächter Form. Dieser Sachverhalt ist mit der Vermischung großer und kleiner Orte in der BIK-Kategorisierung zwar plausibel, aus Sicht der Modellierung jedoch ungünstig. Diese Einschätzung trifft analog auf die Einteilung nach BBR zu. Die Einteilung nach Ortsgröße ist daher in Bezug auf die Heterogenitätsanforderung deutlich im Vorteil. Ebenso weist sie gegenüber den anderen Einteilungen die günstigsten Variationskoeffizienten (Homogenitätsanforderung) auf.

Für die *mittlere Wegl*änge zeigt die Gliederung nach Ortsgröße einen stetigen und systematischen Trend. Ein Trend ist ebenfalls für die BIK-Einteilung ersichtlich. Die mittlere Wegelänge weist eine größere Varianz und damit Schwankungsbreite auf als die zuvor analysierten Kenngrößen. Insbesondere trifft dies für die BIK-Einteilung zu. Die größere Varianz lässt sich neben der feineren BIK-Kategorieneinteilung (zehn Gruppen) insbesondere auf die höhere interne Variabi-

236 Die Zuordnung zum Kernbereich erfolgt nach BIK auf Basis des Kriteriums Einwohnerdichte/Arbeitsplatzdichte. Siehe dazu Kapitel 2.1.2.

lität zurückführen. Dies ist ein Indiz dafür, dass die unterschiedliche Ortsgröße der Gemeinden innerhalb einer BIK-Regionsgrößenklasse die positiven Effekte der zentralörtlichen Eingebundenheit auf den Kennwert zumindest teilweise wieder aufheben. Die größere interne Homogenität der Einteilung nach politischer Ortsgröße zeigt wiederum der günstigere Variationskoeffizient.

Tabelle 5-18 enthält zusammenfassend die Bewertung der untersuchten Raumklassifizierungen. Die drei Varianten werden mit den Prädikaten „positiv/vorteilhaft“, „neutral“ bzw. „negativ/nachteilig“ bewertet.

Anforderung (1) „Homogenität“: Die Bewertung „positiv/vorteilhaft“ wird vergeben, falls die Klassifizierung gegenüber den beiden anderen Vorteile hinsichtlich der gewichteten Variationskoeffizienten (Kriterium 1.1) zeigt. Ist nur eine andere Einteilung vorteilhaft wird das Prädikat „neutral“ vergeben. Diese Einschätzung erfolgt ebenso, wenn zwischen den drei Einteilungen praktisch kein Unterschied hinsichtlich der gewichteten Variationskoeffizienten besteht. Sind die zwei übrigen Raumklassifizierungen bezüglich der Anforderung besser bewertet, erhält die Klassifizierung das Prädikat „negativ/nachteilig“.

Anforderung (2) „Heterogenität“: Die Bewertung „positiv/vorteilhaft“ wird vergeben, wenn die Einteilung die entsprechende Anforderung gemäß Kriterium 2.1 erfüllt und gegenüber den anderen Einteilungen bezüglich Kriterium 2.2 vorteilhaft ist bzw. kein Unterschied zwischen den drei Klassifizierungen festgestellt werden kann. Falls die Einteilung Kriterium 2.1 erfüllt, jedoch mindestens eine andere Einteilung in Bezug auf Kriterium 2.2 vorteilhafter ist, erhält diese das Prädikat „neutral“. Wird die Anforderung bezüglich des Kriteriums 2.1 nicht erfüllt, erhält die Raumklassifizierung die Einschätzung „negativ“.

Anforderung (3) „Verkehrsbezug“: Die Bewertung der dritten Anforderung erfolgt qualitativ, nachdem die Klassifizierungsvarianten in Hinblick auf systematische Unterschiede und mögliche Ursachen dafür diskutiert wurden. Zur Einschätzung wird das Prädikat „positiv/vorteilhaft“ vergeben, wenn die Einteilung gegenüber beiden anderen als vorteilhaft eingestuft wurde. „neutral“ erhält die Kategorisierungsvariante, die gegenüber <u>einer</u> der beiden anderen Vorteile aufweist. Treffen diese beiden Bewertungen nicht zu, wird „negativ/nachteilig“ vergeben.

Tabelle 5-18: Bewertung zur Eignung der untersuchten Raumklassifizierungen

Anforderungen	Kenngröße	BIK- Regions-größenklasse	BBR/BfLR-Kreistyp	Polit. Orts-größenklasse
Homogenität innerhalb einer Kategorie (Anforderung 1; Kriterium 1.1)	Mobilitätsbeteiligung	▨	▨	▨
	Spez. Verkehrsaufkommen	■	■	■
	Modal Split	▨	▒	■
	Mittlere Wegelänge	▨	▨	■
Heterogenität zwischen den Kategorien (Anforderung 2; Kriterien 2.1 und 2.2)	Mobilitätsbeteiligung	▒	▒	▒
	Spez. Verkehrsaufkommen	■	▨	▨
	Modal Split	▒	▒	■
	Mittlere Wegelänge	■	▨	▨
Größtmöglicher Verkehrs-bezug (Anforderung 3; qualitative Bewertung)	Alle untersuchten Kenngrößen	▨	▒	■
Rangfolge hinsichtlich Eignung der Raumklassifizierung für eine modellbezogene Datenanalyse (Einschätzung des Autors)		**2.**	**3.**	**1.**
	Legende:	■ Positiv/Vorteilhaft ▨ Neutral ▒ Negativ/Nachteilig		

Quelle: Eigene Darstellung

Zusammenfassend ist nach Einschätzung des Autors festzuhalten, dass die Einteilung nach **politischer Ortsgröße** gegenüber den übrigen untersuchten Raumtypisierungen die meisten Vorteile aufweist. Inhaltlich werden diese insbesondere darin gesehen, dass für die untersuchten Kenngrößen die Einteilung nach Ortsgröße eine systematische, plausible und nachvollziehbare Raumtypenabhängigkeit nahe legt. Grundsätzlich zeigt die Einteilung nach BIK ebenfalls systematische Zusammenhänge. Die Berücksichtigung der zentralörtlichen Verflechtung bei der Kategorienbildung (Pendlerpriorität, Einwohner/Arbeitsplatzdichte, u. a.) lässt diese auf den ersten Blick als gut geeignet erscheinen. Jedoch zeigt sich die Zusammenführung von Orten ganz unterschiedlicher Größe in den BIK-Regionsgrößenklassen insbesondere für den Modal Split problematisch. Darüber hinaus ist die Homogenität innerhalb der Gruppen gegenüber der politischen Ortsgröße geringer. Des Weiteren führt die BIK-Kategorieneinteilung zu sehr unterschiedlich besetzten Kategorien. Eine Reduktion der Kategorienzahl (z. B. zu sieben Kategorien wie für die politische Ortsgrößenklasse durch Zusammenfassung der „Kern“- und „Rest“-Kategorien) wurde testweise geprüft. Jedoch werden die Nachteile dadurch eher verstärkt als vermindert. Eine analoge Einschätzung trifft für die Einteilung nach BBR-Regionstypen zu, deren Typisierung nach Raumeinheiten (Agglomerationsräume, verstädterte Räume und ländliche Räume) und Bevölkerungsdichte der Städte bzw. Kreise erfolgt.

Der Autor schätzt ein, dass für die Ausprägung zentraler modellierungsrelevanter Kenngrößen zum Verkehrsverhalten die Lage kleinerer Orte zu Zentren höherer Ordnung insgesamt weniger entscheidend ist, als deren Ortsgröße an sich. Für die modellbezogene Datenanalyse wird die Klassifizierung nach politischer Ortsgröße als geeigneter Indikator zur Beschreibung raumstruktureller Einflüsse[237] auf das Verkehrsverhalten angesehen und im Weiteren verwendet.

5.3.2 Modellbezogene Datenanalyse

5.3.2.1 Vorgehensweise

Auf Grundlage der formulierten Arbeitshypothesen und bereits gewonnener Erkenntnisse erfolgt im Anschluss die vertiefte Analyse zentraler modellierungsrelevanter Merkmale hinsichtlich des Raumtypeneinflusses. Dafür werden MiD 2002 und SrV 2003 als voneinander unabhängige Untersuchungsgruppen genutzt. Nach Überführung der Arbeitshypothesen zu Prüfhypothesen erfolgt die statistische Datenanalyse. Die Auswertung der Daten wird in Form von Tabellen und in Diagrammen vorgenommen. Eine Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse schließt die Untersuchung der Einzelkennwerte ab.

Die Raumtypensondierung verdeutlicht, wie stark die statistische Sicherheit bei Disaggregierung der Kennwerte nach potenziell verhaltensbeeinflussenden Merkmalen sinkt. Um den Raumtypeneinfluss in der modellbezogenen Datenanalyse zu untersuchen, ist daher zwangsläufig eine Zusammenfassung der gewählten Typisierung (polit. Ortsgrößenklassen) vorzunehmen. Grundlage der Raumtypensondierung war eine 7er-Einteilung. Tabelle 5-19 zeigt die für Werktagsanalysen zur Verfügung stehenden Fallzahlen in MiD 2002 und SrV 2003.

237 Noch günstiger wäre eine Verknüpfung aus politischer Ortsgröße und den BIK-Regionsgrößenklassen. Eine solche Verknüpfung lies sich jedoch aufgrund der Fallzahlen mit dem vorhandenen Datenmaterial nicht sinnvoll realisieren.

Tabelle 5-19: Fallzahlen in MiD und SrV bei werktagsbezogenen Analysen (Tagtyp 1 = Erweitere Kernwoche)

Politische Ortsgrößenklassen	Fallzahlen – MiD 2002 Gesamtes Bundesgebiet (ungewichtet, Tagtyp 1)	Fallzahlen – SrV 2003 Neue Bundesländer (ungewichtet)
unter 2.000 EW	1.659	0
2.000 – unter 5.000 EW	2.246	0
5.000 – unter 20.000 EW	7.068	4.412
20.000 – unter 50.000 EW	3.529	3.582
50.000 – unter 100.000 EW	2.348	4.583
100.000 – unter 500.000 EW	3.704	15.493
500.000 EW und mehr EW	3.135	0
Gesamt	23.689	28.070

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Die amtliche Statistik verwendet häufig folgende Einteilung nach Ortsgröße (vgl. Kapitel 2.1.3):

- unter 2.000 EW (ländliche Bevölkerung)
- 2.000 bis unter 5.000 EW (Landstädte, Landbevölkerung)
- 5.000 bis unter 20.000 EW (Kleinstädte)
- 20.000 bis unter 100.000 EW (Mittelstädte)
- über 100.000 EW (Großstädte)

Über Einzelstadtauswertungen hinausgehende Analysen erlauben die SrV-Daten lediglich für die Neuen Bundesländer. Derartige Gruppierungen werden im SrV aus der Historie heraus „SrV-Stadtgrößengruppen“ (kurz: SGG) genannt. Repräsentativ auswertbar ist insbesondere die SGG NBL mit „100.000 EW bis unter 500.000 EW“ (alle Städte der NBL wurden befragt). Aufgrund der recht hohen Fallzahl in kleineren Städten lässt es SrV 2003 zu, weitere SGG NBL zu bilden. Die Grundgesamtheit umfasst in diesen Fällen alle in der SGG befragten Städte.

In Orten mit weniger als 5.000 EW wurden im Rahmen von SrV 2003 keine Befragungen durchgeführt. MiD weist zahlenmäßig die wenigsten Fälle in den kleinsten Ortsgrößenklassen auf. Für die folgenden Analysen werden daher Orte „unter 5.000 EW“ zusammengefasst. Die amtliche Statistik gruppiert Mittelstädte zu „20.000 - unter 100.000 EW“ und Großstädte ab „100.000 EW“ ohne weitere Differenzierung. Die Raumtypensondierung auf Basis der 7er-Systematik zeigt bei der stärkeren Differenzierung der Mittelstädte (zwei Kategorien) in allen Auswertungen nur geringe Unterschiede. Diese werden daher ebenso zusammengefasst. Darüber hinaus fiel für Großstädte die stärkere Differenzierung ab 100.000 EW bei der Raumtypensondierung kaum ins Gewicht. Lediglich der Modal Split zeigt deutliche Unterschiede im ÖV-Anteil zu ungunsten des MIV-Anteils für Großstädte „ab 500.000 EW“ gegenüber kleineren Großstädten. Dieser Unterschied ist auf-

grund stark abweichender Verkehrsmittelangebote in sehr großen Städten (ab 500.000 EW) plausibel. In den NBL wurde Berlin (als einzige Stadt mit mehr als 500.000 EW) im Rahmen des SrV 2003 nicht befragt. Daher gibt es keine Fälle für diese Kategorie in den NBL. Der Modal Split wird im Anschluss nicht weiter betrachtet. Zur Erhöhung der Fallzahlen erscheint es dem Autor notwendig, die Großstädte nicht weiter zu differenzieren. Demnach wird folgende Raumtypenuntergliederung der nachstehenden Datenanalyse zugrunde gelegt:

Tabelle 5-20: Verwendete Ortsgrößendifferenzierung

Politische Ortsgrößenklassen	Fallzahlen – MiD 2002 Gesamtes Bundesgebiet (ungewichtet, Tagtyp 1)	Fallzahlen – SrV 2003 SGG NBL (ungewichtet)
unter 5.000 EW	3.905	0
5.000 – unter 20.000 EW	7.068	4.412
20.000 – unter 100.000 EW	5.877	8.165
100.000 und mehr EW	6.839	15.493
Gesamt	23.689	28.070

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Die analytische Vorgehensweise gestaltet sich wie folgt: Zunächst wird die Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen bivariat untersucht. Anschließend wird die Ausprägung nach Raumtypen als Einflussgröße hinzugenommen. Je nach Raumtypenabhängigkeit des Kennwertes ist zu entscheiden, ob für die Analyse des spez. Verkehrsaufkommens die nichtmobilen Personen mit eingeschlossen werden können. Hat der Raumtyp keinen Einfluss auf den Anteil mobiler Personen, können Nichtmobile in die Berechnung des Verkehrsaufkommens integriert werden. Dies entspricht dann dem Vorgehen, wie das Merkmal als Eingangsgröße im Kennwertmodell des Personenverkehrs nach LOHSE bzw. auch in anderen typischen makroskopischen Modellen Verwendung findet. Im Anschluss wird als zweite erzeugungsrelevante Größe der Tagesgang der Ortsveränderungen raumtypenspezifisch ausgewertet und analysiert.

Alle Auswertungen erfolgen werktagsbezogen (Werktage Mo - Do). Anwendung findet der in Kapitel 3.8 dargestellte dreistufige Bewertungsalgorithmus. Zur Prüfung der Übertragbarkeit werden die MiD- und SrV-Daten regionalisiert. Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus Kapitel 5.2.2 sind regionale Unterschiede insbesondere zwischen Alten und Neuen Bundesländern zu erwarten. Daher wird zur Prüfung der überregionalen Stabilität die MiD-Datenbasis nach den in Kapitel 1.4 definierten regionalen Raumeinheiten der Alten Bundesländer (ohne Berlin) differenziert nach Nordwestdeutschland, Südwestdeutschland, Süddeutschland und

den Stadtstaaten (ohne Berlin)[238]. Die SrV-Datenbasis kann aufgrund ausreichender Fallzahlen für die fünf Neuen Bundesländer ausgewertet werden.

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse wird der Bewertungsalgorithmus in Fallkonstellationen gegliedert. Die Fallunterscheidungen finden sich in den Abbildungen an entsprechender Stelle wieder. In Tabelle 5-21 sind die zu unterscheidenden Fälle übersichtsartig zusammengestellt.

Tabelle 5-21: Fallunterscheidung gemäß dem mehrstufigen Vorgehen

Fall	Ergebnis statistisch signifikant? (Standardvorgehen)	Effektgröße erreicht oder überschritten?	KI-Einschluss des Referenzwertes?	Brauchbarkeit der Alternativhypothese (H_1)
Fall 'a'	Nein	Nein	nicht maßgebend	unbrauchbar
Fall 'b'	Nein	Ja	Ja	unbrauchbar
Fall 'c'	Ja	Nein	Ja	unbrauchbar
Fall 'd'	Ja	Nein	Nein	eingeschränkt brauchbar
Fall 'e'	Nein	Ja	Nein	brauchbar
Fall 'f'	Ja	Ja	nicht maßgebend	brauchbar

Quelle: Eigene Darstellung

Als statistisches Testverfahren wird zur Prüfung der Häufigkeitsmerkmale auf Unabhängigkeit von Spalten und Zeilen der k*l-Chi²-Test eingesetzt (Mobilitätsbeteiligung, Tagesgang der Ortsveränderungen). Zur Prüfung der Mittelwertunterschiede (spez. Verkehrsaufkommen) findet der Kruskal-Wallis-Test Anwendung. Bei hochsignifikanten Befunden wird letztgenannter anhand des Mediantests auf seine Wirksamkeit hin kontrolliert.

238 Eine Aufteilung nach Bundesländern führt in vielen Gruppen zu sehr geringen Fallzahlen. Daher ist eine Zusammenfassung erforderlich.

5.3.2.2 Mobilitätsbeteiligung

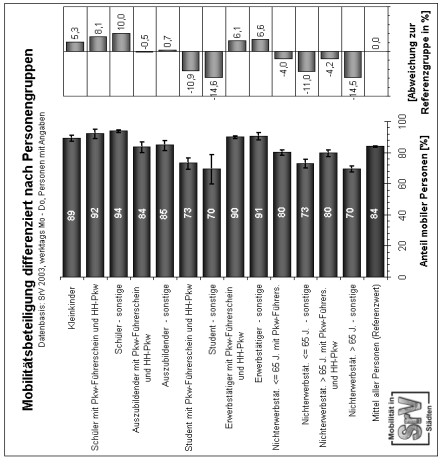
5.3.2.2.1 Ortsgrößeneinfluss

Die Differenzierung der Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen (Abbildung 5-11) zeigt sowohl bei MiD als auch für SrV die höchste Beteiligung bei Personen mit Pflichtaktivitäten. Tendenziell stimmt die Richtung der Abweichungen zwischen Gruppen in SrV und MiD überein. Eine in beiden Erhebungen deutlich geringere Mobilitätsbeteiligung zeigen nichterwerbstätige Personen unabhängig von deren Alter. Die Nichterwerbstätigen mit Pkw-Führerschein und Pkw im Haushalt weisen in der Tendenz einen höheren Außer-Haus-Anteil als die Gruppe „Nichterwerbstätige – sonstige“ auf. Überdurchschnittlich mobil sind sowohl in MiD als auch im SrV „Kleinkinder“[239] und „Schüler“.

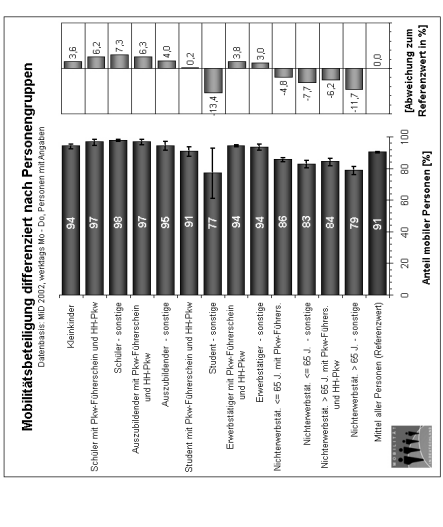
Eine stark nach unten abweichende Mobilitätsbeteiligung zeigt in beiden Erhebungen die Gruppe der „Studenten – sonstige“ (MiD: - 13 %; SrV: - 15 %). Darüber hinaus zeigen die SrV-Daten für „Auszubildende“ und „Studenten“ eine geringere Beteiligung gegenüber MiD. Dies ist jedoch ursächlich auf die Definition des Außer-Haus-Anteils im SrV zurückzuführen. Die Problematik wurde bereits ausführlich diskutiert (vgl. Kapitel 5.2.2.2). Demnach ergibt sich der deutlich geringere Anteil dadurch, dass die Personen ihren Ausbildungs- bzw. Studienplatz nicht am jeweilig befragten Wohnort haben und deren Mobilität bei ganztägiger Abwesenheit vom Wohnort im SrV nicht erfasst wird.

Der deutlich geringere Außer-Haus-Anteil der Gruppe „Studenten – sonstige“ in MiD sollte aufgrund der geringen Fallzahlen (40 Personen) nicht überinterpretiert werden. Insgesamt liegt die Mobilitätsbeteiligung im SrV definitionsbedingt auf niedrigerem Niveau.

239 Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass die außerhäusigen Ortsveränderungen von Kleinkindern naturgemäß in Begleitung Erwachsener erfolgen.



BPG Nr.	Bezugspersonengruppe	Anteil mobiler Personen in %	Abw. zur Referenzgruppe	95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deff	Fallzahl (gewichtet)
1	Kleinkinder	89,4	5,3	87,1	91,4	1,17	1299
2	Schüler mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	92,2	8,1	87,3	96,4	0,76	165
3	Schüler - sonstige	94,1	10,0	93,2	94,9	0,99	3012
4	Auszubildender mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	83,7	-0,5	79,5	87,1	0,99	430
5	Auszubildender - sonstige	84,8	0,7	80,9	88,1	0,88	364
6	Student mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	73,2	-10,9	69,1	77,0	1,16	715
7	Student - sonstige	69,5	-14,6	57,9	79,1	1,16	118
8	Erwerbstätiger mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	90,2	6,1	89,4	90,9	1,22	10001
9	Erwerbstätiger - sonstige	90,8	6,6	87,9	93,0	1,27	1070
10	Nichterwerbstät. <= 65 J. mit Pkw-Führers.	80,1	-4,0	78,3	81,9	1,30	3479
11	Nichterwerbstät. <= 65 J. - sonstige	73,1	-11,0	70,0	76,0	1,39	1781
12	Nichterwerbstät. > 65 J. mit Pkw-Führers. und HH-Pkw	79,9	-4,2	77,6	82,1	1,14	1796
13	Nichterwerbstät. > 65 J. - sonstige	69,7	-14,5	67,6	71,7	1,40	3841
SrV 2003 Mittel aller Personen (Referenzwert)		84,1	0,0	83,5	84,7	1,36	28070



BPG Nr.	Bezugspersonengruppe	Anteil mobiler Personen in %	Abw. zur Referenzgruppe	95%- Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deff	Fallzahl (gewichtet)
1	Kleinkinder	94,3	3,6%	92,4	95,7	1,18	1384
2	Schüler mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	96,8	6,2%	93,2	98,5	0,59	140
3	Schüler - sonstige	98,0	7,3%	97,1	98,6	1,09	2484
4	Auszubildender mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	97,0	6,3%	93,9	98,5	0,77	276
5	Auszubildender - sonstige	94,6	4,0%	89,1	97,4	0,75	140
6	Student mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	90,8	0,2%	86,6	93,8	1,02	376
7	Student - sonstige	77,3	-13,4%	45,7	93,2	1,23	40
8	Erwerbstätiger mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	94,5	3,8%	93,8	95,1	1,23	7861
9	Erwerbstätiger - sonstige	93,6	3,0%	90,9	95,6	0,88	471
10	Nichterwerbstät. ≤ 65 J. mit Pkw-Führers. und HH-Pkw	85,8	-4,8%	84,3	87,1	1,11	3127
11	Nichterwerbstät. ≤ 65 J. - sonstige	83,0	-7,7%	80,2	85,4	1,01	929
12	Nichterwerbstät. > 65 J. mit Pkw-Führers. und HH-Pkw	84,4	-6,2%	81,7	86,8	1,35	1643
13	Nichterwerbstät. > 65 J. - sonstige	78,9	-11,7%	75,9	81,7	1,59	2142
MiD 2002 Mittel aller Personen (Referenzwert)		90,6	0,0%	90,0	91,2	1,40	21012

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-11: Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen (oben: SrV 2003; unten: MiD 2002)

Für die Bewertung der statistischen und praktischen Bedeutsamkeit der Unterschiede wird der dreistufige Bewertungsalgorithmus herangezogen. Als Effektgröße wird für zweistufig gestufte Häufigkeitsmerkmale eine Abweichung zur Referenzgruppe von 3 % als maßgebend festgelegt. Die Prüfhypothesen lauten für den k*l-Chi²-Test:

- $H_{3,2(1)}$: Zwischen Mobilitätsbeteiligung und Personengruppe besteht ein Zusammenhang.
- $H_{3,2(0)}$: Die Mobilitätsbeteiligung ist stochastisch unabhängig von der Personengruppe.

Die Prüfung der Hypothesen führt für beide Erhebungen zu hochsignifikanten Befunden. Die vorgegebene Effektgröße wird überschritten. Die KI schließen den Gesamtwert nicht ein (vgl. Tabelle 5-22). Die Alternativhypothese, dass ein Zusammenhang zwischen Mobilitätsbeteiligung und Personengruppen besteht kann demnach angenommen werden.

Tabelle 5-22: Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen

Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen		Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Einschluss
MiD	Pearson Chi2	925,7	47,4	9,5	3161,5	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	907,5	46,5	9,5	3161,5	0,000**		
SrV	Pearson Chi2	1481,2	82,0	11,3	129581,4	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	1445,9	80,0	11,3	129581,4	0,000**		

* = signifikant p < 0,05 ** = hoch signifikant p <0,01

Quelle: Eigene Darstellung

Im Anschluss erfolgt die Prüfung der Mobilitätsbeteiligung differenziert nach Personengruppen und Ortsgrößenklassen (Abbildung 5-12). Tabelle 5-23 zeigt die unter der vorgenommenen Abgrenzung (Werktag, Mo – Do) vorhandenen Datenmengen in MiD 2002 und SrV 2003.

Die Personengruppen Nr. 2, 5, 6 und 7 sind nur mit wenigen Fällen in den jeweiligen Stichproben vertreten. Sie werden von der weiteren Analyse der Mobilitätsbeteiligung ausgeschlossen, da die Auswertung zu nicht verwertbaren Ergebnissen führt. PG 6 zeigt gegenüber den übrigen Gruppen mit niedriger Fallzahl zwar die höchste Gesamtfallzahl. Jedoch ist die Stichprobenverteilung nach Ortsgrößenklassen insbesondere im SrV so ungünstig, dass für die kleinste Klasse das Ergebnis nicht verwertbar ist.

Für PG 4 sind ebenfalls nur wenige Fälle in den Stichproben. Testauswertungen zeigen jedoch, dass das Merkmal für diese Gruppe lediglich eine geringe Varianz zeigt und diese daher in die Analyse integriert werden kann. Insgesamt sind damit

97 % der entsprechenden MiD-Daten und 95 % der SrV-Daten für die folgende Analyse verwertbar.

Tabelle 5-23: Anzahl der in MiD und SrV an Werktagen (Tagtyp 1) erfassten Personen nach Personengruppen

PG Nr.	Personengruppe	Fallzahl – MiD (gewichtet)	Fallzahl – SrV (gewichtet)
1	Kleinkinder	1.384	1.299
2	Schüler mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	140	165
3	Schüler – sonstige	2.484	3.012
4	Auszubildender mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	276	430
5	Auszubildender – sonstige	140	364
6	Student mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	376	715
7	Student – sonstige	40	118
8	Erwerbstätiger mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	7.861	10.001
9	Erwerbstätiger – sonstige	471	1.070
10	Nichterwerbstät. ≤ 65 J. mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	3.127	3.479
11	Nichterwerbstät. ≤ 65 J. – sonstige	929	1.781
12	Nichterwerbstät. > 65 J. mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	1.643	1.796
13	Nichterwerbstät. > 65 J. – sonstige	2.142	3.841
	Insgesamt	21.012	28.070
Summe nicht analysierter Fälle (Personen):		3 %	5 %

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

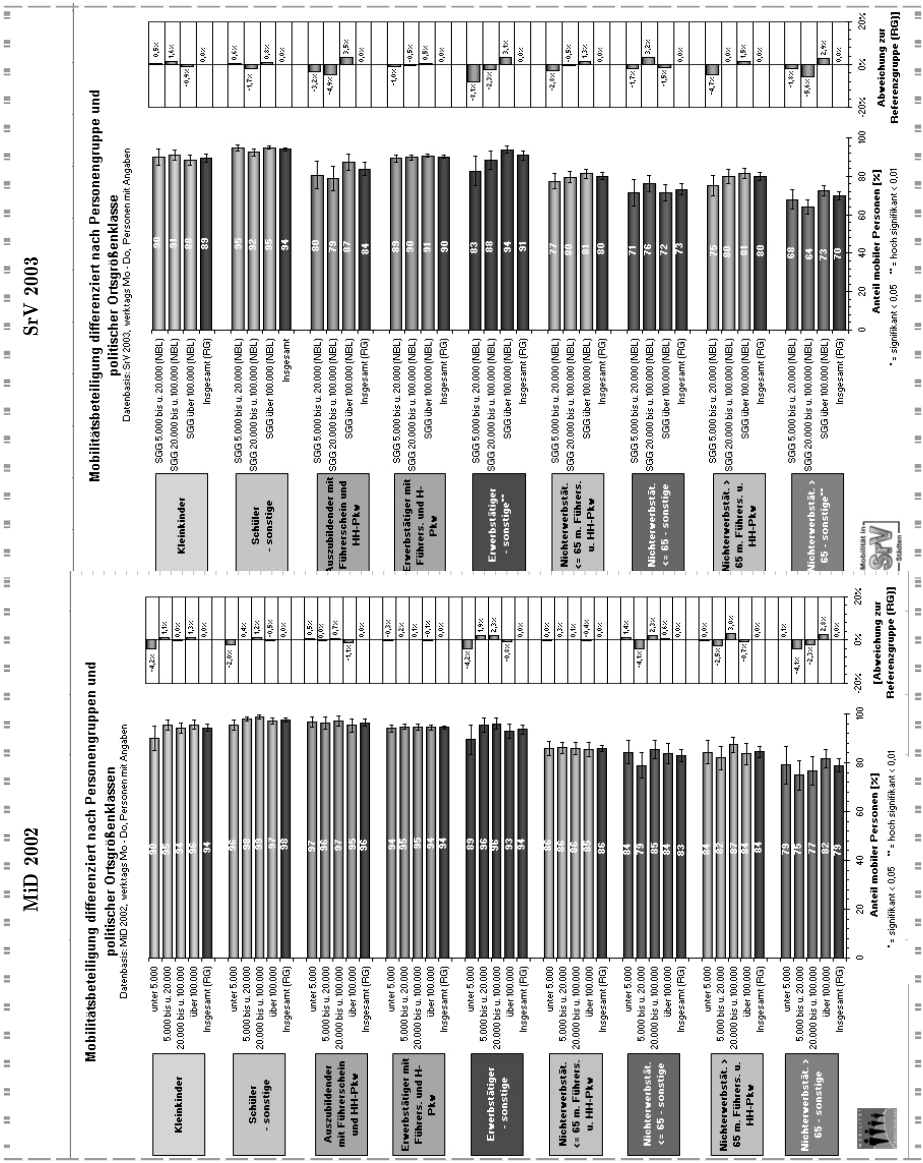
Die zur raumstrukturellen Datenanalyse gehörenden Prüfhypothesen zum k*l-Chi²-Test lauten:

- $H_{3,3(1)}$: Die Mobilitätsbeteiligung einer Personengruppe steht im Zusammenhang mit der Ortsgröße.
- $H_{3,3(0)}$: Die Mobilitätsbeteiligung einer Personengruppe ist von der Ortsgröße stochastisch unabhängig.

Visuell ist festzustellen, dass innerhalb der Personengruppen zum Teil Mittelwertunterschiede auftreten. Jedoch ist die statistische Schwankungsbreite der Einzelwerte aufgrund der geringen Fallzahlen in diesen Kategorien zum Teil erheblich (Abbildung 5-12). Ein relevanter Unterschied (auf Basis der drei Entscheidungskriterien) kann lediglich festgestellt werden für die SrV-Auswertung für:

- PG 9: Erwerbstätige – sonstige und
- PG 13: Nichterwerbstätige > 65 J. – sonstige.

Für alle übrigen Gruppen zeigt sich die Mobilitätsbeteiligung stochastisch unabhängig von der Ortsgröße (vgl. Tabelle 5-24).



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-12: Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen und polit. Ortsgrößenklasse

Tabelle 5-24: Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen und Ortsgrößenklasse

Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen und **Ortsgrößenklasse**			Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	EG - erreicht	KI – Einschluss
MiD	PG 1: Kleinkinder	Pearson Chi²	9,7	1,8	2,8	816,3	0,150	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	8,6	1,6	2,8	816,3	0,192		
	PG 3: Schüler – sonstige	Pearson Chi²	11,6	2,7	2,9	949,6	0,044*	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	11,2	2,6	2,9	949,6	0,051		
	PG 4: Auszubildender mit Führerschein und HH-Pkw	Pearson Chi²	0,7	0,2	2,8	602,0	0,896	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	0,7	0,2	2,8	602,0	0,899		
	PG 8: Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	Pearson Chi²	0,542	0,1	3,0	990,6	0,957	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	0,539	0,1	3,0	990,6	0,957		
	PG 9: Erwerbstätiger – sonstige	Pearson Chi²	3,7	1,1	3,0	559,5	0,332	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	3,6	1,1	3,0	559,5	0,342		
	PG 10: Nichterwerbstät. ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw	Pearson Chi²	0,2	0,5	2,9	974,0	0,985	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	0,2	0,5	2,9	974,0	0,985		
	PG 11: Nichterwerbstät. ≤ 65 J. – sonstige	Pearson Chi²	4,5	1,2	2,9	829,7	0,323	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	4,4	1,1	2,9	829,7	0,336		
	PG 12: Nichterwerbstät. > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw	Pearson Chi²	4,7	1,1	2,8	853,6	0,354	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	4,8	1,1	2,8	853,6	0,345		
	PG 13: Nichterwerbstät. > 65 J. – sonstige	Pearson Chi²	6,7	1,3	3,0	819,8	0,259	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	6,7	1,3	3,0	819,8	0,261		
SrV	PG 1: Kleinkinder	Pearson Chi²	1,99	0,6	2,0	2257,6	0,558	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	1,9	0,6	2,0	2257,6	0,552		
	PG 3: Schüler – sonstige	Pearson Chi²	8,2	2,9	2,0	5380,2	0,056	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	7,8	2,8	2,0	5380,2	0,063		
	PG 4: Auszubildender mit Führerschein und HH-Pkw	Pearson Chi²	5,8	2,2	2,0	953,1	0,109	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	5,8	2,2	2,0	953,1	0,111		
	PG 8: Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	Pearson Chi²	4,2	1,3	2,0	12533,4	0,263	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	4,1	1,3	2,0	12533,4	0,266		
	PG 9: Erwerbstätiger – sonstige	Pearson Chi²	18,1	5,1	2,0	1674,7	0,007**	Ja	Nein
		Likelihood-Quotient	16,8	4,7	2,0	1674,7	0,010*		
	PG 10: Nichterwerbstät. ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw	Pearson Chi²	4,9	1,4	2,0	5858,1	0,239	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	4,8	1,4	2,0	5858,1	0,244		
	PG 11: Nichterwerbstät. ≤ 65 J. – sonstige	Pearson Chi²	4,0	1,2	2,0	2855,6	0,305	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	4,1	1,2	2,0	2855,6	0,300		
	PG 12: Nichterwerbstät. > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw	Pearson Chi²	6,0	1,9	2,0	3175,4	0,148	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	5,7	1,9	2,0	3175,4	0,158		
	PG 13: Nichterwerbstät. > 65 J. – sonstige	Pearson Chi²	22,3	7,2	2,0	5368,1	0,001**	Ja	Nein
		Likelihood-Quotient	22,0	7,1	2,0	5368,1	0,001**		

* = signifikant $p < 0{,}05$ ** = hoch signifikant $p < 0{,}01$

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Als Ergebnis der Untersuchung wird für alle Personengruppen außer neun und 13 die Nullhypothese beibehalten. Demnach wird angenommen, dass die Mobilitätsbeteiligung für diese Personengruppen ortsgrößenunabhängig ist.

Für PG 9 und PG 13 kann aufgrund divergierender Ergebnisse von MiD und SrV keine Aussage über die Richtigkeit der Hypothesen getroffen werden (vgl. Abbildung 5-13). Insgesamt wird eingeschätzt, dass der Einzeleinfluss der Ortsgröße auf die Mobilitätsbeteiligung planungspraktisch nicht relevant ist. Auf Basis dieser Erkenntnis werden im Folgenden für die Analyse des spez. Verkehrsaufkommens nichtmobile Personen mit eingeschlossen.

MiD 2002 und SrV 2003: Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen - Ortsgrößeneinfluss

Erhebung \ Personengruppe	PG 1	PG 2	PG 3	PG 4	PG 5	PG 6	PG 7	PG 8	PG 9	PG 10	PG 11	PG 12	PG 13
MiD 2002	b	--			--	--	--		b		b		b
SrV 2003		--		b	--	--	--				b	b	

Ortsgrößeneinfluss:

- H_1 nicht brauchbar, kein Ortsgrößeneinfluss
- H_1 eingeschränkt brauchbar
- H_1 brauchbar, Ortsgrößeneinfluss

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichnung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)
-- = aufgrund geringer Fallzahl keine Prüfung möglich

MiD 2002 und SrV 2003: Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen- Gesamtergebnis

Personengruppe	PG 1	PG 2	PG 3	PG 4	PG 5	PG 6	PG 7	PG 8	PG 9	PG 10	PG 11	PG 12	PG 13
Gesamtergebnis Ortsgrößeneinfluss		--			--	--	--						

- H_0 wird angenommen, kein Ortsgrößeneinfluss
- Keine gesicherte Erkenntnis zur Richtigkeit der H_0 und H_1
- H_0 wird abgelehnt, Ortsgrößeneinfluss

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 5-13: Ortsgrößeneinfluss auf die Mobilitätsbeteiligung auf disaggregierter Ebene

5.3.2.2.2 Übertragbarkeit

Da bis auf zwei Personengruppen (PG 9 und PG 13) auf Basis der SrV-Daten kein Ortsgrößeneinfluss festgestellt wurde, erfolgt die Prüfung der Übertragbarkeit ohne Berücksichtigung der Ortsgröße. Die Prüfhypothesen lauten:

- $H_{4,1(1)}$: Die Ausprägung der Mobilitätsbeteiligung einer Personengruppe steht im regionalen Zusammenhang.
- $H_{4,1(0)}$: Die Ausprägung der Mobilitätsbeteiligung einer Personengruppe ist stochastisch unabhängig von der Region.

Tabelle 5-25 zeigt das Prüfergebnis auf Basis der Entscheidungskriterien. Ein statistisch signifikantes Ergebnis tritt für keine Personengruppe auf. Die vorgegebene Effektgröße von drei Prozent ist bei MiD für zwei Personengruppen (PG 11 und PG 13) und bei SrV für fünf Personengruppen (PG 4, PG 10 - 13) erreicht bzw. überschritten. Alle KI der jeweiligen Vergleichsgruppen (regionale Raumeinheiten bzw. Bundesländer) schließen den dazugehörigen Referenzwert (Gruppenmittelwert) ein.

Die Alternativhypothese wird daher als unbrauchbar gewertet. Die Nullhypothese wird beibehalten. *Die Mobilitätsbeteiligung wird innerhalb der Alten Bundes-*

länder bzw. innerhalb der Neuen Bundesländer als überregional stabil und übertragbar angesehen (vgl. Abbildung 5-14*).*

Tabelle 5-25: Überregionale Stabilität der Mobilitätsbeteiligung differenziert nach Personengruppen

	Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen und **regionalen Raumeinheiten der Alten Bundesländer (MiD) bzw. Neuen Bundesländer (SrV)**		Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	EG - erreicht	KI – Einschluss
MiD	PG 1: Kleinkinder	Pearson Chi²	1,2	0,3	2,6	602,4	0,812	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	1,2	0,3	2,6	602,4	0,816		
	PG 3: Schüler – sonstige	Pearson	3,7	0,6 6	2,7	669,2	0,563	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	3,6	0,6	2,7	669,2	0,601		
	PG 4: Auszubildender mit Führerschein und HH-Pkw	Pearson Chi²					Aufgrund geringer Fallzahl keine Prüfung möglich		
		Likelihood-Quotient							
	PG 8: Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	Pearson Chi²	3,7	0,9	2,8	686,9	0,434	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	3,6	0,9	2,8	686,9	0,449		
	PG 9: Erwerbstätiger – sonstige	Pearson Chi²	1,6	0,4	2,9	378,5	0,741	Nein	ja
		Likelihood-Quotient	1,5	0,4	2,9	378,5	0,754		
	PG 10: Nichterwerbstät. ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw	Pearson Chi²	2,9	0,7	2,9	717,5	0,577	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	2,9	0,7	2,9	717,5	0,580		
	PG 11: Nichterwerbstät. ≤ 65 J. – sonstige	Pearson Chi²	10,8	2,3	3,0	612,2	0,078	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	11,4	2,4	3,0	612,2	0,067		
	PG 12: Nichterwerbstät. > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw	Pearson Chi²	1,5	0,4	2,4	521,5	0,695	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	1,5	0,4	2,4	521,5	0,690		
	PG 13: Nichterwerbstät. > 65 J. – sonstige	Pearson Chi²	7,0	1,7	2,7	528,4	0,177	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	7,4	1,8	2,7	528,4	0,162		
SrV	PG 1: Kleinkinder	Pearson Chi²	2,0	0,4	3,5	3946,2	0,808	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	1,9	0,4	3,5	3946,2	0,816		
	PG 3: Schüler – sonstige	Pearson Chi²	1,0	0,2	3,7	9888,0	0,917	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	1,0	0,2	3,7	9888,0	0,918		
	PG 4: Auszubildender mit Führerschein und HH-Pkw	Pearson Chi²	11,4	2,4	3,3	1613,8	0,059	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	10,9	2,3	3,3	1613,8	0,068		
	PG 8: Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	Pearson Chi²	5,9	1,1	3,7	23344,5	0,338	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	5,7	1,1	3,7	23344,5	0,357		
	PG 9: Erwerbstätiger – sonstige	Pearson Chi²	2,6	0,6	3,6	3120,3	0,622	Nein	Ja
		Likelihood-Quotient	2,7	0,7	3,6	3120,3	0,604		
	PG 10: Nichterwerbstät. ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw	Pearson Chi²	3,8	0,7	3,4	10061,8	0,555	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	4,0	0,8	3,4	10061,8	0,538		
	PG 11: Nichterwerbstät. ≤ 65 J. – sonstige	Pearson Chi²	4,2	0,8	3,8	5455,8	0,506	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	4,4	0,9	3,8	5455,8	0,490		
	PG 12: Nichterwerbstät. > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw	Pearson Chi²	3,5	0,8	3,9	6128,8	0,507	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	3,7	0,9	3,9	6128,8	0,482		
	PG 13: Nichterwerbstät. > 65 J. – sonstige	Pearson Chi²	3,2	0,6	3,9	10509,3	0,690	Ja	Ja
		Likelihood-Quotient	3,2	0,6	3,9	10509,3	0,693		

* = signifikant $p < 0{,}05$ ** = hoch signifikant $p < 0{,}01$

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

MiD 2002 und SrV 2003: Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen - Übertragbarkeit

Erhebung \ Personengruppe	PG 1	PG 2	PG 3	PG 4	PG 5	PG 6	PG 7	PG 8	PG 9	PG 10	PG 11	PG 12	PG 13
MiD 2002		--		--	--	--	--				b		b
SrV 2003		--			--	--	--			b	b	b	b

Überregionale Stabilität

H_1 nicht brauchbar, übertragbar

H_1 eingeschränkt brauchbar

H_1 brauchbar, Übertragbarkeit im Einzelfall prüfen

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichnung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)
-- = aufgrund geringer Fallzahl keine Prüfung möglich

MiD 2002 und SrV 2003: Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen- Gesamtergebnis

Personengruppe	PG 1	PG 2	PG 3	PG 4	PG 5	PG 6	PG 7	PG 8	PG 9	PG 10	PG 11	PG 12	PG 13
Überregionale Stabilität		--			--	--	--						

H_0 wird angenommen, übertragbar

Keine gesicherte Erkenntnis zur Richtigkeit der H_0 und H_1

H_0 wird abgelehnt, Übertragbarkeit im Einzelfall prüfen

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 5-14: Übertragbarkeit der Mobilitätsbeteiligung auf disaggregierter Ebene

5.3.2.2.3 Fazit

Anhand der Auswertung von MiD 2002 und SrV 2003 konnte zunächst der bereits bekannte Zusammenhang zwischen Mobilitätsbeteiligung und Personengruppe, d. h. der Lebenssituation einer Person (z. B. geprägt von Alter und Berufstätigkeit), hergestellt werden. In beiden Erhebungen sind die Unterschiede zwischen Personengruppen tendenziell ähnlich. Lediglich die Absolutwerte unterscheiden sich. Dieser Sachverhalt ist jedoch aufgrund verschiedener Definitionen einer „nichtmobilen Person“ erklärbar.

Die vorliegende Arbeit untersucht den Ortsgrößeneinfluss auf die Mobilitätsbeteiligung anhand zweier unabhängig erhobener Untersuchungsgruppen (MiD 2002 und SrV 2003). Die Prüfung unter Zugrundelegung des dreistufigen Entscheidungsprozesses hat zum Ergebnis, dass die Mobilitätsbeteiligung weitestgehend stochastisch unabhängig von der Ortsgröße ist[240]. Die Nullhypothese kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse beider Erhebungen für sieben Personengruppen nicht abgelehnt werden. Lediglich bei Prüfung der SrV-Daten war für zwei Personengruppen die Nullhypothese zu verwerfen. Aufgrund der widersprüchlichen Befunde zwischen MiD und SrV, liegen für diese zwei Gruppen keine gesicherten Erkenntnisse zur Annahme bzw. Ablehnung der Hypothesen vor. Für weitere vier Personengruppen konnte den geringen Fallzahlen geschuldet keine raumtypenspe-

240 Die Arbeit stützt daher das Ergebnis von ZUMKELLER ET AL. (1993), der mit Hilfe von Signifikanztests auf Basis der KONTIV 1989 die Hypothese der räumlichen Invarianz für die Mobilitätsbeteiligung als zutreffend annimmt.

zifische Untersuchung erfolgen. *Hypothese 3* kann aus der Gesamtschau heraus angenommen werden.

Für die *Mobilitätsbeteiligung* konnte die Prüfung keine Hinweise dafür liefern, dass sich der Kennwert regional unterscheidet. Sowohl in MiD 2002 als auch in SrV 2003 sind die Ergebnisse sehr gut mit der Nullhypothese, jedoch nur schwer mit der Alternativhypothese vereinbar. Für den Kennwert wird daher begründet von einer überregionalen Stabilität und damit Übertragbarkeit ausgegangen. *Hypothese 4* besitzt nach den vorliegenden Ergebnissen Gültigkeit.

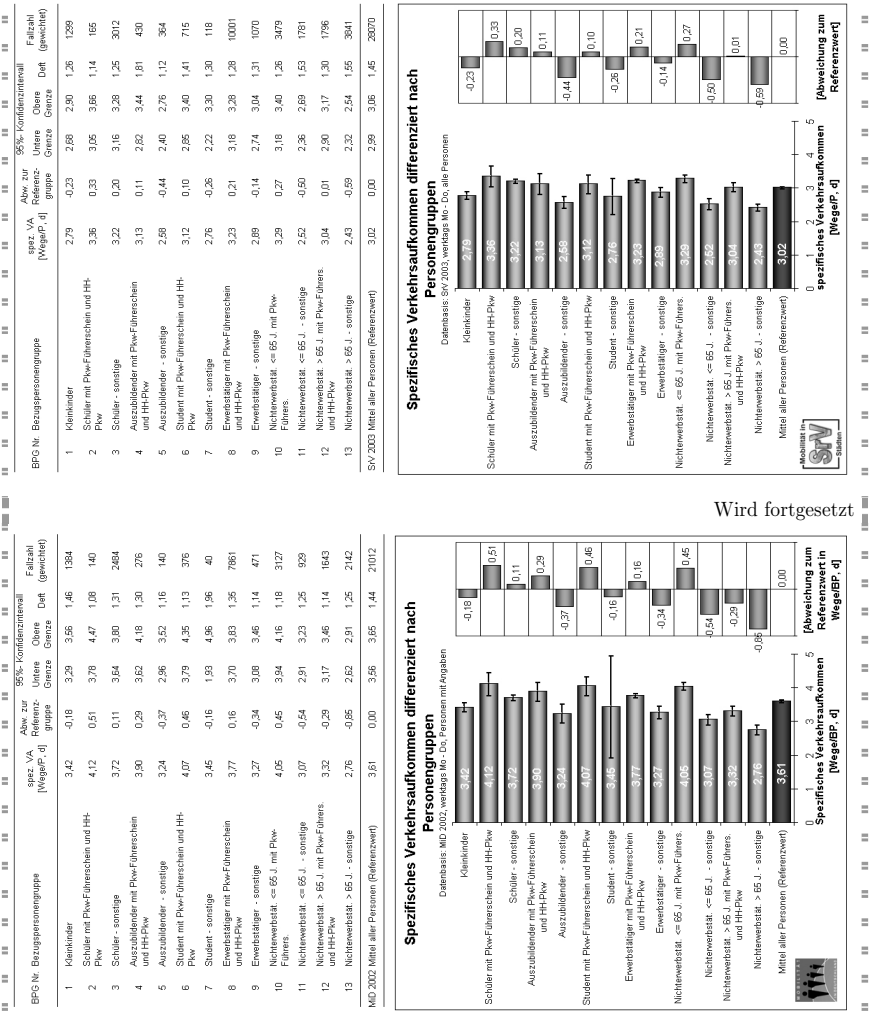
5.3.2.3 Spezifisches Verkehrsaufkommen

5.3.2.3.1 Ortsgrößeneinfluss

Die zentrale Eingangsgröße makroskopischer Verkehrsplanungsmodelle auf der Produktionsseite ist das spez. Verkehrsaufkommen. Der Kennwert wird unter Einbeziehung der in einem Planungsgebiet nichtmobilen Personen für die Verkehrserzeugung benötigt. Die nachstehende Prüfung erfolgt somit bezogen auf **alle** Personen. Dieser Sachverhalt ist wesentlich, da zur Modellierung des Einwohnerverkehrs ein nicht vernachlässigbarer Anteil der aus den Strukturdaten entnommenen Bevölkerung keine Ortsveränderungen im Planungsgebiet erzeugt. Die raumstrukturelle Datenanalyse zur Mobilitätsbeteiligung kam zu dem Ergebnis, dass diese weitestgehend unabhängig von der Ortsgröße ist. Daher kann das Verkehrsaufkommen unter Einbeziehung „nichtmobiler Personen“ analysiert werden. Eine Verzerrung der Ergebnisse ist nicht zu erwarten.

Abbildung 5-15 zeigt die Auswertung nach Personengruppen. Außer PG 12 zeigen die Gruppen beider Erhebungen die gleiche Tendenz gegenüber dem Referenzwert. Besonders auffällig ist die Verschiedenheit der Aufkommenswerte zwischen der Personengruppe „mit Pkw-Führerschein und Pkw im Haushalt“ gegenüber den „Sonstigen“. Die Absolutwerte des spez. Verkehrsaufkommens unterscheiden sich zwischen MiD und SrV. Für die Referenzgruppe beträgt der Unterschied 0,59 Wege/P,d. Dieser Sachverhalt ist zum einen auf die lt. Definition unterschiedliche Mobilitätsbeteiligung zurückzuführen (Eine ca. 6 % höhere Beteiligung bezogen auf den Mittelwert in MiD führt in diesem Fall zu einem um ca. 0,24 Wege/P,d höheren spez. Verkehrsaufkommen.)[241]. Zum anderen enthält MiD zu knapp 80 % Daten der Alten Bundesländern. Für diese wurde bereits ein höheres Verkehrsaufkommen (ca. + 0,3 Wege/P,d, siehe Kapitel 5.2.2.3) festgestellt.

241 Vgl. Kapitel 5.2.2.2



Wird fortgesetzt

BPG Nr.	Bezugspersonengruppe	spez. VA [Wege/P, d]	Abw. zur Referenz-gruppe	95%-Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deft	Fallzahl (gewichtet)
1	Kleinkinder	3,42	-0,18	3,29	3,56	1,46	1384
2	Schüler mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	4,12	0,51	3,78	4,47	1,08	140
3	Schüler - sonstige	3,72	0,11	3,64	3,80	1,31	2484
4	Auszubildender mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	3,90	0,29	3,62	4,18	1,30	276
5	Auszubildender - sonstige	3,24	-0,37	2,96	3,52	1,16	140
6	Student mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	4,07	0,46	3,79	4,35	1,13	376
7	Student - sonstige	3,45	-0,16	1,93	4,96	1,96	40
8	Erwerbstätiger mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	3,77	0,16	3,70	3,83	1,35	7861
9	Erwerbstätiger - sonstige	3,27	-0,34	3,08	3,46	1,14	471
10	Nichterwerbstät. <= 65 J. mit Pkw-Führers.	4,05	0,45	3,94	4,16	1,18	3127
11	Nichterwerbstät. <= 65 J. - sonstige	3,07	-0,54	2,91	3,23	1,25	929
12	Nichterwerbstät. > 65 J. mit Pkw-Führers. und HH-Pkw	3,32	-0,29	3,17	3,46	1,14	1643
13	Nichterwerbstät. > 65 J. - sonstige	2,76	-0,85	2,62	2,91	1,25	2142
MiD 2002 Mittel aller Personen (Referenzwert)		3,61	0,00	3,56	3,65	1,44	21012

BPG Nr.	Bezugspersonengruppe	spez. VA [Wege/P, d]	Abw. zur Referenz-gruppe	95%-Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze	Deft	Fallzahl (gewichtet)
1	Kleinkinder	2,79	-0,23	2,68	2,90	1,26	1299
2	Schüler mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	3,36	0,33	3,05	3,66	1,14	165
3	Schüler - sonstige	3,22	0,20	3,16	3,28	1,25	3012
4	Auszubildender mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	3,13	0,11	2,82	3,44	1,81	430
5	Auszubildender - sonstige	2,58	-0,44	2,40	2,76	1,12	364
6	Student mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	3,12	0,10	2,86	3,40	1,41	715
7	Student - sonstige	2,76	-0,26	2,22	3,30	1,30	118
8	Erwerbstätiger mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw	3,23	0,21	3,18	3,28	1,28	10001
9	Erwerbstätiger - sonstige	2,89	-0,14	2,74	3,04	1,31	1070
10	Nichterwerbstät. <= 65 J. mit Pkw-Führers.	3,29	0,27	3,18	3,40	1,26	3479
11	Nichterwerbstät. <= 65 J. - sonstige	2,52	-0,50	2,36	2,69	1,53	1781
12	Nichterwerbstät. > 65 J. mit Pkw-Führers. und HH-Pkw	3,04	0,01	2,90	3,17	1,30	1796
13	Nichterwerbstät. > 65 J. - sonstige	2,43	-0,59	2,32	2,54	1,55	3841
SrV 2003 Mittel aller Personen (Referenzwert)		3,02	0,00	2,99	3,06	1,45	28070

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-15: Spez. Verkehrsaufkommen nach Personengruppen (oben: SrV 2003; unten: MiD 2002)

Die Prüfhypothesen für den Kruskal-Wallis-Test sind:

- $H_{3,4(1)}$: Die mittleren Ränge des spez. Verkehrsaufkommens nach Personengruppen unterscheiden sich in der Grundgesamtheit.
- $H_{3,4(0)}$: Die mittleren Ränge des spez. Verkehrsaufkommens nach Personengruppen sind in der Grundgesamtheit gleich.

Die Prüfhypothesen für den Median-Test lauten:

- $H_{3,4(1)}$: Das spez. Verkehrsaufkommen nach Personengruppen entstammt aus Grundgesamtheiten mit verschiedenen Medianen.
- $H_{3,4(0)}$: Das spez. Verkehrsaufkommen nach Personengruppen entstammt aus Grundgesamtheiten mit dem gleichen Median.

Die Effektgröße, gemessen als fünfprozentige Abweichung zur Referenzgruppe, beträgt für die MiD-Auswertung 0,18 Wege/P,d und für die SrV-Auswertung 0,15 Wege/P,d. Die statistische Prüfung erreicht sowohl für MiD als auch für SrV auf dem vorgegebenen α-Fehlerniveau die Signifikanzschranke. Die Effektgröße wird für beide Auswertungen überschritten. Das KI mindestens einer Personengruppe beinhalten den Referenzwert nicht (vgl. Tabelle 5-26). Die Nullhypothese $H_{3,4(0)}$ ist abzulehnen.

Tabelle 5-26: Prüfung des spez. VA nach Personengruppen

Spez. Verkehrsaufkommen nach Personengruppen		Chi²	Df	Asympt. Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Einschluss
MiD	Kruskal-Wallis-Test	393,0	12	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	336,6	12	0,000**		
SrV	Kruskal-Wallis-Test	671,8	12	0,000**	Ja	Nein
	Median-Test	461,0	12	0,000**		

* = signifikant $p < 0,05$ ** = hoch signifikant $p < 0,01$

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Für die dargestellte Disaggregationsebene mit 13 Personengruppen und 15 Quelle-Ziel-Gruppen ergibt sich eine Kennwertmatrix mit 195 Feldern (Abbildung 5-16). Für die Analyse von zwei unabhängigen Erhebungen nach vier politischen Ortsgrößenklassen (MiD) bzw. drei SrV-Stadtgrößengruppen ergeben sich damit demnach 1.365 Aufkommenswerte, die zu berechnen und zu prüfen wären. Aufgrund der starken Differenzierung zeigen die Kategorien teilweise sehr geringe Fallzahlen. Um den Umfang der Auswertungen zu reduzieren und eine gewisse statistische Mindestfallzahl zu bewahren, wird folgende Vereinfachung getroffen.

Abbildung 5-16 zeigt die abgegrenzte Analysebasis. Auf die hervorgehobenen QZG-PG-Kombinationen konzentrieren sich sowohl in MID 2002 als auch in SrV 2003 jeweils 84 % aller erfassten Ortsveränderungen[242]. D. h., in beiden Datensätzen ist der überwiegende Teil der Ortsveränderungen Personen der Gruppen Nr. 1, 3, 8, 10, 11, 12 und 13 zuzuordnen. Dabei konzentrieren sich die von einer Personengruppe durchgeführten Ortsveränderungen wiederum auf bestimmte QZG. Dieser Zusammenhang wird genutzt, um die Analysemenge deutlich zu reduzieren.

242 Bemerkenswert ist die Tatsache, dass sowohl in MiD 2002 als auch in SrV 2003 die gleichen QZG-PG-Kombinationen 84 % aller Ortsveränderungen einschließen.

Von den 195 QZG-PG-Kombinationen werden lediglich 49 je Erhebung, in Verbindung mit Raumkategorien, also insgesamt 343 Aufkommenswerte, vertieft untersucht. Die maßgebenden QZG erklären dabei einen Großteil des Verkehrsaufkommens je Personengruppe. Den größten Erklärungsgehalt liefern die maßgebenden QZG für die Personengruppe 12 mit 98 %. Bei Kleinkindern, die ihre Wege ausschließlich in Begleitung durchführen, beträgt der Erklärungsgehalt 60 %. Für die übrigen Personengruppen werden 77 % - 96 % erreicht (vgl. Tabelle 5-27).

Gesicherte Aussagen zur Stärke des Ortsgrößeneinflusses auf das spez. Verkehrsaufkommen und dessen Übertragbarkeit werden demzufolge erwartet für die maßgebenden QZG der Personengruppen:

- PG 1: Kleinkinder
- PG 3: Schüler – sonstige
- PG 8: Erwerbstätiger mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw
- PG 10: Nichterwerbstät. ≤ 65 J. mit Pkw-Führers. und HH-Pkw
- PG 11: Nichterwerbstät. ≤ 65 J. – sonstige
- PG 12: Nichterwerbstät. > 65 J. mit Pkw-Führers. und HH-Pkw
- PG 13: Nichterwerbstät. > 65 J. – sonstige

Für die Personengruppen der *Auszubildenden* und *Studenten* können keine Aussagen getroffen werden. Die geringen Fallzahlen der QZG-PG-Kombinationen ermöglichen keine vertiefte Analyse.

MiD 2002: Anzahl der Ortsveränderungen in den QZG der Bezugspersonengruppen (MiD, gewichtet, Werktage Mo-Do)

PG-Nr.	Personengruppe / QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S	Summe
1	Kleinkinder	13	602	118	250	428	542	14	526	104	318	463	509	0	1	843	4731
2	Schüler mit Führerschein und HH-Pkw	12	0	128	23	53	25	9	0	114	29	54	30	1	0	85	564
3	Schüler - sonstige	49	18	2218	227	1086	505	43	41	2042	275	1158	501	4	5	1036	9206
4	Auszubildender mit Führerschein und HH-Pkw	122	2	106	49	116	59	112	0	96	51	121	60	8	3	164	1068
5	Auszubildender - sonstige	64	0	58	13	39	16	58	0	50	18	41	22	3	2	71	454
6	Student mit Führerschein und HH-Pkw	67	3	155	79	145	105	53	2	133	99	162	116	9	6	360	1497
7	Student - sonstige	2	0	20	9	13	3	2	0	14	11	13	2	0	0	48	138
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	5482	181	257	1708	2205	2043	4768	117	202	2197	2285	2240	619	493	4500	29296
9	Erwerbstätiger - sonstige	315	9	27	134	101	72	262	9	23	171	106	75	20	13	202	1538
10	Nichterwerbstätiger <= 65 mit Führers. und HH-Pkw	156	211	185	1379	1528	1606	128	172	163	1614	1466	1467	22	7	2246	12348
11	Nichterwerbstätiger <= 65 - sonstige	55	16	254	313	339	244	51	12	235	357	340	221	3	8	394	2841
12	Nichterwerbstätiger > 65 mit Führers. und HH-Pkw	21	1	8	779	751	698	22	0	3	860	748	617	2	4	881	5395
13	Nichterwerbstätiger > 65 - sonstige	271	8	123	857	687	539	216	8	100	1020	681	444	44	41	853	5889
	Gesamtzahl der Ortsveränderungen (gewichtet)	6630	1051	3655	5818	7489	6458	5737	886	3280	7018	7638	6304	734	583	11683	74965
																Anzahl analysierter Ortsveränderungen:	62867
																Anteil an allen Ortsveränderungen:	84%

SrV 2003: Anzahl der Ortsveränderungen in den QZG der Bezugspersonengruppen (gewichtet)

PG-Nr.	Personengruppe / QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S	Summe
1	Kleinkinder	6	792	41	163	359	196	6	612	34	215	475	215	6	2	498	3621
2	Schüler mit Führerschein und HH-Pkw	2	1	128	15	81	26	3	1	116	20	79	24	0	0	56	553
3	Schüler - sonstige	14	50	2711	157	1337	228	15	71	2467	190	1458	264	3	0	729	9694
4	Auszubildender mit Führerschein und HH-Pkw	94	12	208	39	149	60	88	9	175	50	158	75	17	15	197	1345
5	Auszubildender - sonstige	62	3	218	22	112	24	57	2	193	24	116	36	5	3	64	939
6	Student mit Führerschein und HH-Pkw	76	21	349	108	217	116	53	15	290	146	225	146	11	11	447	2231
7	Student - sonstige	8	1	72	22	39	3	8	0	53	24	41	13	0	0	42	327
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	7153	392	240	1445	2016	2003	5762	252	149	2154	2283	2453	1019	519	4461	32301
9	Erwerbstätiger - sonstige	869	8	14	186	170	116	705	3	13	265	194	154	67	25	299	3088
10	Nichterwerbstätiger <= 65 mit Führers. und HH-Pkw	126	209	122	1262	1664	1518	114	166	115	1438	1727	1326	15	17	1638	11456
11	Nichterwerbstätiger <= 65 - sonstige	69	34	35	689	689	520	61	27	36	772	699	419	2	1	442	4493
12	Nichterwerbstätiger > 65 mit Führers. und HH-Pkw	30	0	1	674	948	719	27	0	1	749	956	652	4	5	686	5452
13	Nichterwerbstätiger > 65 - sonstige	359	30	277	1247	1333	839	305	16	205	1432	1321	739	37	35	1157	9331
	Gesamtzahl der Ortsveränderungen (gewichtet)	8868	1552	4417	6027	9115	6369	7205	1175	3845	7478	9731	6516	1185	631	10716	84830

Anzahl analysierter Ortsveränderungen:	70959
Anteil an allen Ortsveränderungen:	84%

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-16: Analysebasis für das spez. Verkehrsaufkommen der MiD 2002 (oben) und des SrV 2003 (unten)

Zur Bewertung, inwieweit ein Raumtypeneinfluss statistisch und planungspraktisch bedeutsam ist, findet wiederum der Bewertungsalgorithmus nach Kapitel 3.8 Anwendung. In allgemeiner Form werden nachstehende Hypothesen zugrunde gelegt. Für den Kruskal-Wallis-Test lauten diese:

- $H_{3,5(1)}$: Die mittleren Ränge des spez. Verkehrsaufkommens einer Personengruppe unterscheiden sich in der Grundgesamtheit nach Ortsgröße.
- $H_{3,5(0)}$: Die mittleren Ränge des spez. Verkehrsaufkommens einer Personengruppe nach Ortsgrößenklassen differenziert sind in der Grundgesamtheit gleich.

Die Prüfhypothesen für den Median-Test sind:

- $H_{3,5(1)}$: Das spez. Verkehrsaufkommen einer Personengruppe differenziert nach Ortsgrößenklassen entstammt aus Grundgesamtheiten mit verschiedenen Medianen.
- $H_{3,5(0)}$: Das spez. Verkehrsaufkommen einer Personengruppe differenziert nach Ortsgrößenklassen entstammt aus Grundgesamtheiten mit dem gleichen Median.

Die maßgebende Effektgröße bestimmt sich zu 5 % ausgehend vom größten Wert der jeweiligen Referenzgruppe (PG 3, QZG W-B: 0,89 Wege/P,d [MiD] bzw. 0,90 Wege/P,d [SrV]). Damit ergibt sich diese einheitlich zu **0,04 Wege/P,d**. Bei Erreichen dieser Abweichung gegenüber der Referenzgruppe wird von einem modellierungstechnisch relevanten Effekt ausgegangen. Dies bedeutet im Umkehr-

schluss, dass eine Abweichung von 0,03 Wegen/P,d zur Referenzgruppe für eine Modellierungsaufgabe noch akzeptiert wird.

Für ein Modellierungsbeispiel (Planungsgebiet mit 500.000 EW) hätte die Effektgröße folgende inhaltliche Konsequenz. Angenommen im Planungsgebiet sind 37 % aller Personen (185.000 Personen) erwerbstätig mit Pkw-Führerschein und Pkw im Haushalt und in der QZG W-A wären 0,70 Wege/BP,d zu modellieren[243]. Dann entspricht das einer Gesamtzahl von 129.500 zu modellierender Arbeitswege. Tritt eine Abweichung von 0,03 Wegen/BP,d in einer Ortsgrößenklasse auf, entspricht das 5.550 Arbeitswegen (4 %), die - je nach Richtung der Abweichung - der Modellierung fehlen bzw. zu viel modelliert werden.

Der empirische Schätzwert des Verkehrsaufkommens der QZG S-A für dieselbe Personengruppe beträgt angenommen 0,08 Wege/Person und Tag. Dementsprechend wären in dieser QZG 14.800 Wege/BP,d zu modellieren. Bei Eintreten des oben benannten Effektes würden wiederum 5.550 Wege (38 %) zu wenig oder zu viel in dieser QZG-PG-Relation modelliert. Werden beide Werte superponiert, d. h. es tritt in beiden Fällen der ungünstigste Fall auf, beträgt der Modellierungsfehler etwa 8 %.

Tritt nun der denkbar ungünstigste Fall ein, dass der Effekt in allen QZG einer Personengruppe in gleicher Richtung auftritt (nach oben oder nach unten) ist der maximale Modellierungsfehler für die untersuchten Personengruppen in Tabelle 5-27 dargestellt. Für die oben benannte Personengruppe Nr. 8 ergäbe sich für das Beispiel ein maximaler Gesamtfehler von 9 %. Der gewichtete Mittelwert aller Personengruppen beträgt 8 %. Die Grenze erscheint dem Autor in Anbetracht der zu erwartenden Genauigkeit der mittels Haushaltsbefragungen gewonnenen Verhaltensdaten inhaltlich plausibel.

243 Kennwert aus MiD 2002, Bezugspersonengruppe Nr. 8, ohne Differenzierung nach Ortsgröße.

Tabelle 5-27: Maximaler Modellierungsfehler für ein Modellbeispiel bei ungünstigster Konstellation der Effektgröße

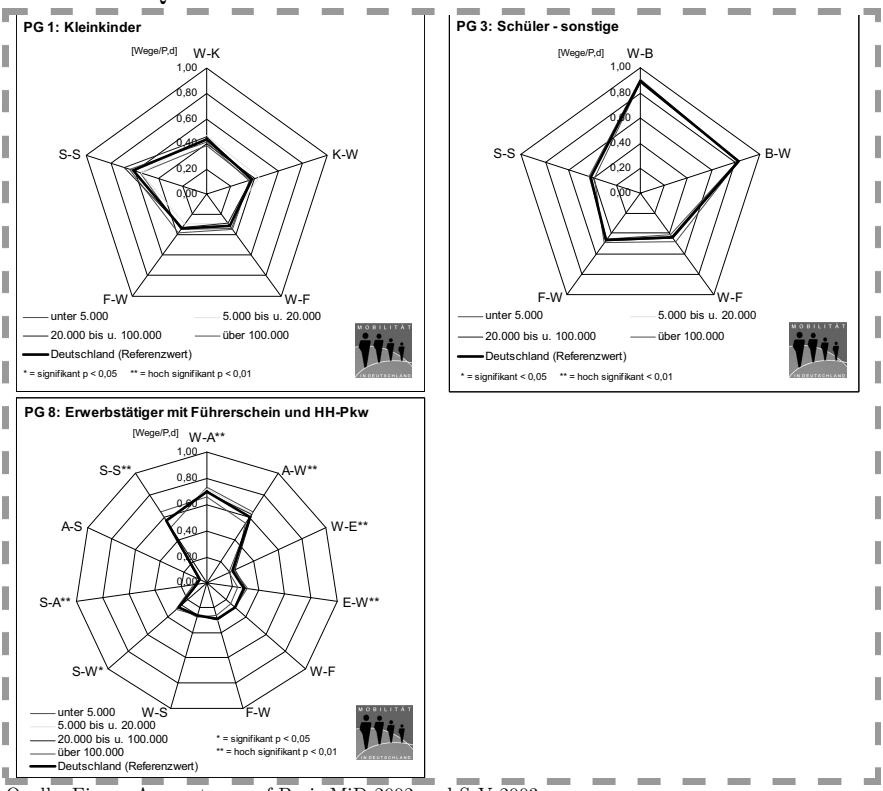
PG Nr.	Name der Bezugsperson (BP)	Anteil an allen Pers.	spez. VA in allen QZG [OV/BP, d]	spez. VA in untersuchten QZG [OV/BP, d]	Anteil	zu modellierende Personen (Basis: 500.000 EW)	zu modellierende OV (Basis: analysierte QZG)	Anzahl analysierter QZG	Fall A*	Fall B**	maximaler Modellierungsfehler (Fall A)		maximaler Modellierungsfehler (Fall B)	
											Anzahl OV	Anteil	Anzahl OV	Anteil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
		(Basis: MiD)	(Basis: MiD)	(Basis: MiD)	(5)/(4)	(500.000 EW) *(3)	(5)*(7)	(Basis: MiD)	(0,03 OV/BP, d)*(9)	(0,04 OV/BP, d)*(9)	(7)*(10)	(12)/(8)	(7)*(11)	(14)/(8)
1	Kleinkinder	7%	3,42	2,07	60%	35.000	72.405	5	0,15	0,2	5.250	7%	7.000	10%
3	Schüler - sonstige	12%	3,72	3,04	82%	60.000	182.129	5	0,15	0,2	9.000	5%	12.000	7%
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	37%	3,77	3,63	96%	185.000	671.608	11	0,33	0,44	61.050	9%	81.400	12%
10	Nichterwerbstät. ≤ 65 J. mit Pkw-Führers. und HH-Pkw	15%	4,05	3,62	89%	75.000	271.129	7	0,21	0,28	15.750	6%	21.000	8%
11	Nichterwerbstät. ≤ 65 J. - sonstige	4%	3,07	2,37	77%	20.000	47.484	7	0,21	0,28	4.200	9%	5.600	12%
12	Nichterwerbstät. > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw	8%	3,32	3,25	98%	40.000	129.880	7	0,21	0,28	8.400	6%	11.200	9%
13	Nichterwerbstät. > 65 J. - sonstige	10%	2,76	2,37	86%	50.000	118.614	7	0,21	0,28	10.500	9%	14.000	12%
2,4,7,9	Übrige Bezugspersonen (nicht ananlysiert)	7%									Gewichteter Mittelwert:	**8%**	Gewichteter Mittelwert:	**10%**

* ungünstigste Konstellation bei gerade noch unterschrittener Effektgröße (0,03 Wege/P, d)

** ungünstigste Konstellation bei erreichter Effektgröße (0,04 Wege/P, d)

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis MiD 2002

Im nächsten Schritt erfolgt die Analyse des spez. Verkehrsaufkommens differenziert nach Ortsgrößenklassen. Die Darstellung erfolgt in Tabellen und Diagrammen. Die Auswertung der MiD für Personengruppen, die in ihrem Tagesablauf Pflichtaktivitäten haben, zeigt Abbildung 5-17. Visuell sind die Unterschiede nach Ortsgrößenklassen relativ gering. Für Kleinkinder (PG 1) sind in allen QZG Abweichungen zum Referenzwert feststellbar. Die statistische Prüfung erreichte jedoch in keiner QZG die Signifikanzschwelle. Für PG 1 schließen zudem alle KI den Referenzwert ein. Ein homogeneres Bild zeigt PG 3. Statistisch signifikante Unterschiede sind nicht feststellbar. Die Effektgröße wird lediglich in den QZG W-F und S-S erreicht. In allen KI ist der Referenzwert nicht auszuschließen. Für PG 8 zeigt der H-Test einen statistisch signifikanten Ortsgrößeneinfluss für die QZG W-A, A-W, W-E, E-W, S-W, S-A und S-S an. Die Effektgröße wird für QZG W-A, W-F und E-W erreicht und für A-W und S-S überschritten. Die KI in den Gruppen mit Abweichungen schließen den Referenzwert nicht ein. Das gleiche trifft auf die QZG S-A zu.



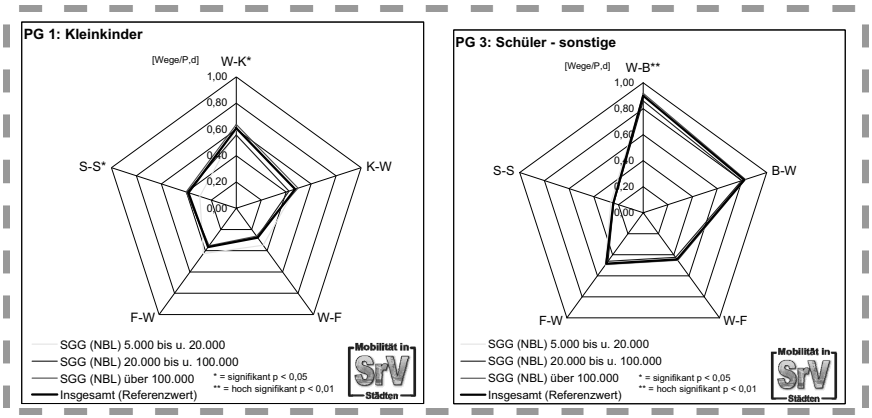
Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

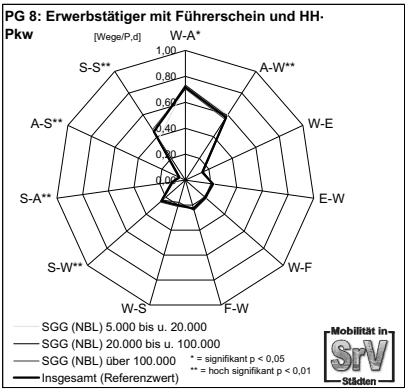
Abbildung 5-17: Spez. Verkehrsaufkommen von Personengruppen mit Pflichtaktivitäten in maßgebenden QZG nach polit. Ortsgrößenklassen – MiD

Abbildung 5-18 zeigt die SrV-Auswertung für Personen mit Pflichtaktivitäten. Wie schon für MiD zeigt sich ein recht homogenes Bild. PG 1 zeigt statistisch signifikante Abweichungen für die QZG W-K und S-S. Die Effektgröße wird für W-K und K-W erreicht. Für alle übrigen QZG wird in der kleinsten Stadtgrößengruppe (NBL) die Effektgröße überschritten.

In PG 1 wurden im SrV lediglich ca. 1.300 Personen befragt. Daher ist die statistische Genauigkeit der Kennwerte eingeschränkt. Dies führt dazu, dass für alle untersuchten QZG der Referenzwert in allen KI enthalten ist. Einen etwas anderen Eindruck vermittelt PG 3. Ein statistisch signifikantes Ergebnis weist der H-Test lediglich für die QZG W-B aus. Jedoch kann der Mediantest dieses Ergebnis nicht bestätigen. Die vorgegebene Effektgröße wird in QZG W-B erreicht. Für die QZG W-B schließt das KI der mittleren SGG (NBL) den Referenzwert nicht ein.

Als letzte Gruppe mit Pflichtaktivitäten wurden Erwerbstätige der PG 8 untersucht. PG 8 ist auch im SrV die Gruppe mit der höchsten Fallzahl (ca. 10.000 befragten Personen). Der H-Test zeigt für die QZG W-A, A-W, S-W, S-A, A-S und S-S Signifikanz an. Demgegenüber steht, dass die Effektgröße nur in QZG S-S und nur in der kleinsten Stadtgrößengruppe (NBL) überschritten wird. Letztere ist darüber hinaus die einzige Gruppe, in deren KI der Referenzwert nicht enthalten ist.





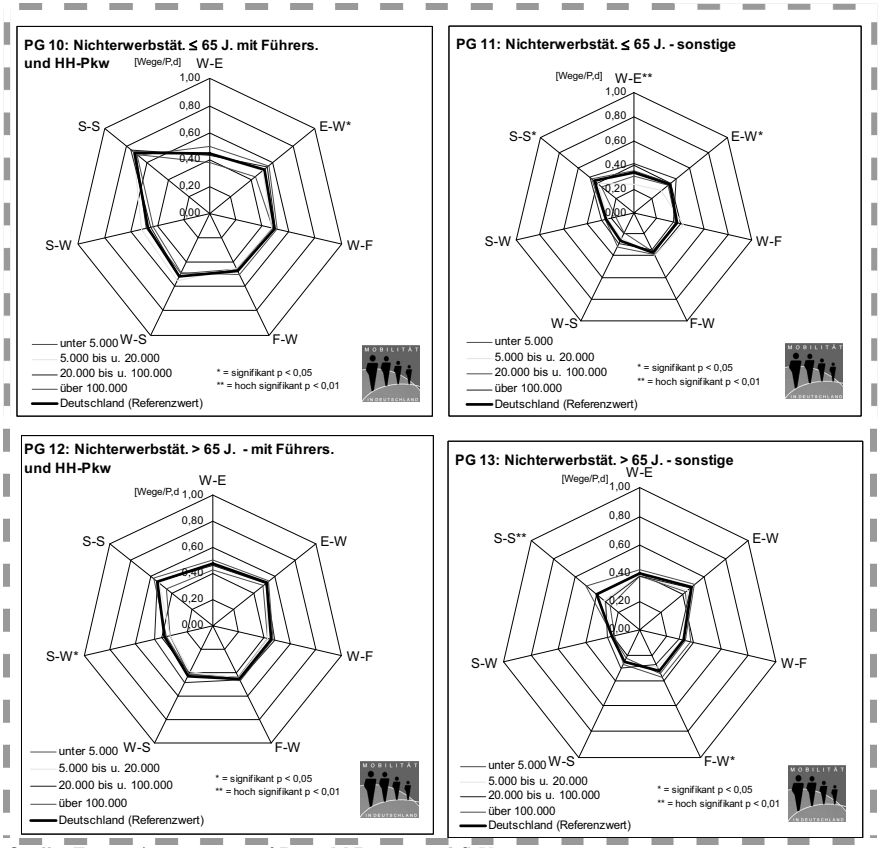
Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-18: Spez. Verkehrsaufkommen von Personengruppen mit Pflichtaktivitäten in maßgebenden QZG nach SrV-Stadtgrößengruppen

Abbildung 5-19 enthält die MiD-Auswertung für Personen ohne Pflichtaktivitäten. Rein deskriptiv ist eine höhere Streuung der Mittelwerte in den Ortsgrößenklassen gegenüber Personen mit Pflichtaktivitäten festzustellen. Zunächst wird PG 10 betrachtet. Der H-Test wird allein für die QZG E-W signifikant. Die Effektgröße wird für die QZG W-S und S-W erreicht und in W-E und E-W überschritten. Der Referenzwert ist in den entsprechenden KI der beiden letztgenannten QZG nicht enthalten.

PG 11 zeigt deskriptiv eine deutlichere Schwankungsbreite zwischen Ortsgrößenklassen. Grund für die höhere Streuung ist u. a. die geringe Fallzahl von weniger als 1.000 Personen. Signifikante Ergebnisse konnten für die QZG W-E, E-W und S-S erzielt werden. Bis auf die QZG F-W wurde die Effektgröße in allen QZG überschritten. Der Referenzwert ist für QZG W-E, E-W und S-W in den KI der Ortsgrößenklassen nicht enthalten. Für PG 12 weist der H-Test für die QZG S-W ein statistisch signifikantes Ergebnis aus. In dieser QZG wurde die Effektgröße ebenso überschritten wie in der QZG W-S und S-S. In QZG W-E wird die Effektgröße immerhin erreicht. Der Referenzwert ist in allen KI enthalten. Abschließend ist noch

PG 13 auszuwerten. Für diese Gruppe wird insbesondere in der QZG S-S eine starke Schwankung des Kennwerts deutlich. Der H-Test zeigt für QZG S-S ein signifikantes Ergebnis an. Dies trifft darüber hinaus für die QZG F-W zu. Die Effektgröße wird in den QZG W-F, W-S und F-W, E-W und S-S überschritten. Bis auf die QZG S-S ist der Referenzwert in allen KI der entsprechenden Ortsgrößenklassen enthalten.

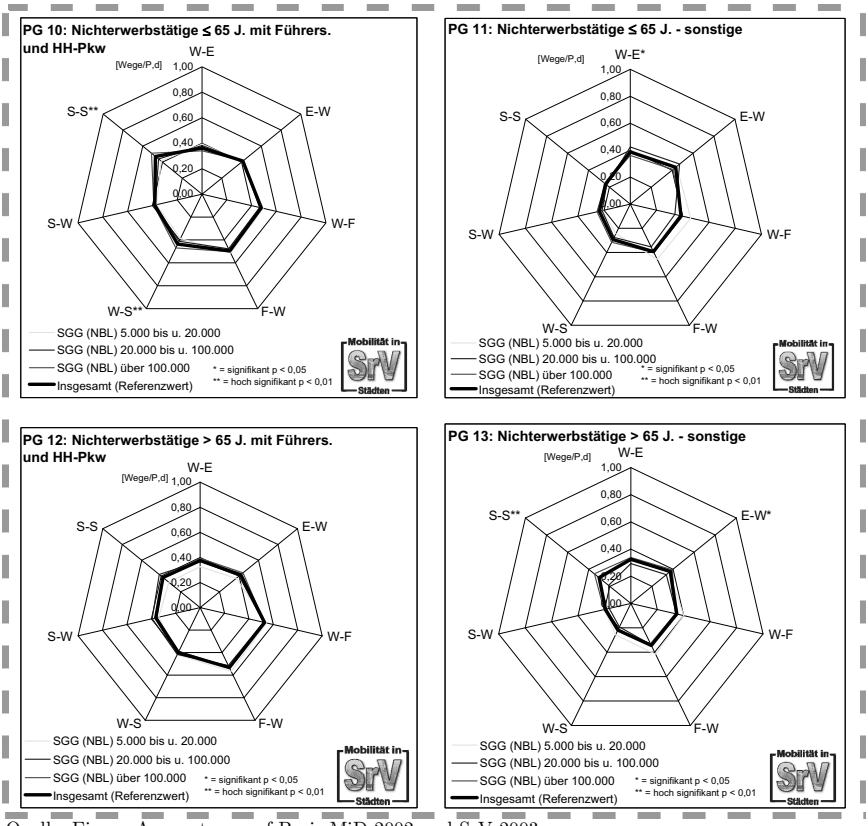


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-19: Spez. Verkehrsaufkommen nach Personengruppen ohne Pflichtaktivitäten in maßgebenden QZG nach polit. Ortsgrößenklassen – MiD

Die Auswertung der SrV-Daten für Personen ohne Pflichtaktivitäten zeigt Abbildung 5-20. Gegenüber MiD ist eine geringere Schwankungsbreite der Kennwerte festzustellen. Zunächst wird PG 10 betrachtet. Ein statistisch signifikantes Ergebnis tritt für die QZG W-S und S-S auf. Die Effektgröße wird in beiden QZG überschritten. Alle übrigen QZG zeigen weder Signifikanz noch wird die Effektgröße erreicht. Ebenso ist für alle QZG ein KI-Einschluss des Referenzwertes zu verzeichnen. Werden die Daten der PG 11 inspiziert, zeigt der H-Test lediglich für die QZG W-E ein signifikantes Ergebnis. Die Effektgröße bleibt für diese Gruppe unterschritten. Im Gegensatz dazu wird für QZG E-W die Effektgröße erreicht und für QZG W-F, W-S sowie F-W überschritten. Alle KI schließen die dazugehörigen Referenzwerte ein. Für die Personengruppe Nr. 12 lassen sich visuell Abweichungen zum Referenzwert in den QZG W-E, E-W, S-S vermuten. Die Effektgrö-

ße wird in diesen Gruppen überschritten. Darüber hinaus wird der vorgegebene Effekt für die QZG F-W erreicht. Jedoch wird für keine QZG ein statistisch signifikantes Ergebnis erzielt. Weiterhin liegt für keine Gruppe der dazugehörige Referenzwert außerhalb eines KI der Vergleichsgruppen. Für PG 13 sind größere Abweichungen für die QZG W-F, F-W und S-S zu erkennen, für die auch die Effektgröße überschritten wird. In QZG W-S wird der Effekt erreicht. Statistisch signifikant ist der H-Test für die QZG E-W und S-S. Bis auf die QZG S-S ist der Referenzwert in allen dazugehörigen KI enthalten.



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-20: Spez. Verkehrsaufkommen nach Personen ohne Pflichtaktivitäten in maßgebenden QZG nach SrV-Stadtgrößengruppen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Analyse zum Einfluss der Ortsgröße auf die Ausprägung des spez. Verkehrsaufkommens der untersuchten Personengruppen in maßgebenden QZG zusammenfassend dargestellt und bewertet (Abbildung 5-21).

Spezifisches Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Ortsgrößeneinfluss (Ergebnis MiD 2002)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder		b			b			b			b				b
3	Schüler - sonstige					b										b
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw				c	e							c	d		
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				e		b						b			
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige						b						e			
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				b		b									b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige					b	b				b					

Ortsgrößeneinfluss: H_1 nicht brauchbar, kein Ortsgrößeneinfluss; H_1 eingeschränkt brauchbar; H_1 brauchbar, Ortsgrößeneinfluss

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)

Spezifisches Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Ortsgrößeneinfluss (Ergebnis SrV 2003)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder					b			b			b				
3	Schüler - sonstige															
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	c						c					c	c	c	
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige				c	b	b				b	b				
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				b						b	b				b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige					b	b				c	b				

Ortsgrößeneinfluss: H_1 nicht brauchbar, kein Ortsgrößeneinfluss; H_1 eingeschränkt brauchbar; H_1 brauchbar, Ortsgrößeneinfluss

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)

Spezifisches Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Ortsgrößeneinfluss (Gesamtergebnis)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder															
3	Schüler - sonstige															
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw															
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige															
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige															

Ortsgrößeneinfluss:
H_0 wird angenommen, kein Ortsgrößeneinfluss
Keine gesicherte Erkenntnis zur Richtigkeit der H_0 und H_1
H_0 wird abgelehnt, Ortsgrößeneinfluss

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 5-21: Ortsgrößeneinfluss auf das spez. Verkehrsaufkommen auf disaggregierter Ebene

Kein Ortsgrößeneinfluss wurde insbesondere für Wege *zu Pflichtaktivitäten* erwartet (W-A, W-B, W-K). Die Analyse der beiden Untersuchungsgruppen (MiD und SrV) zeigt jedoch gerade für diese QZG ein uneinheitliches Ergebnis, welches dazu führt, dass für die betreffenden QZG-PG-Kombinationen keine abgesicherte Entscheidung zur Annahme bzw. Ablehnung erfolgen kann. Daher werden die Ergebnisse aus SrV und MiD der QZG mit Bezug zu nichtsubstituierbaren Aktivitäten im Folgenden abschließend gegenübergestellt und vergleichend diskutiert.

Zunächst wird dazu die am stärksten besetzte Personengruppe (PG 8) mit der nichtsubstituierbaren Ortsveränderung QZG W-A nach Ortsgrößen differenziert gegenübergestellt. Statistische Signifikanz ist sowohl für MiD als auch für SrV feststellbar. Dies war aufgrund der hohen Fallzahlen der Gruppen zu erwarten. Für MiD wird die Effektgröße mit einer Abweichung von 0,04 Wegen/P,d gerade erreicht. Das KI der Gruppe „über 100.000 EW“ beinhaltet den Referenzwert (Deutschland) nicht. Für die SrV-Auswertung wird die Effektgröße nicht erreicht. Auch der Referenzwert ist in allen Vertrauensbereichen möglich. Eine systematische Entwicklung des Kennwertes ist in MiD 2002 zu erkennen. Das kleinste spez. Verkehrsaufkommen ist in der Kategorie „über 100.000 EW“ zu verzeichnen. Eine analoge Systematik ist in SrV deskriptiv nicht feststellbar. Jedoch zeigt die größte SrV-Stadtgrößengruppe wie in MiD gegenüber den übrigen SrV-Stadtgrößengruppen tendenziell das geringste Verkehrsaufkommen.

Insgesamt wird eingeschätzt, dass eine gewisse Raumtypenabhängigkeit der QZG W-A nicht auszuschließen ist, die Effekte jedoch gering sind. Zur Vollständigkeit wird noch die QZG A-W dargestellt[244]. Die statistische Bewertung hat das gleiche Ergebnis wie in QZG W-A mit der Einschränkung, dass in MiD die Effektgröße nicht nur erreicht, sondern überschritten wird. Wiederum ist in MiD eine systematische Entwicklung mit steigender Ortsgröße festzustellen. Die größte Ortsgröße zeigt sowohl in MiD als auch in SrV das geringste Verkehrsaufkommen. Daher ist zu vermuten, dass der Ortsgrößeneinfluss stärker als bei W-A ist. Für die MiD-Werte ist ein recht deutlicher Unterschied zu erkennen. Jedoch sind die Effekte für die Stadtgrößengruppen des SrV eher gering.

244 Diese QZG steht in Verbindung mit der Pflichtaktivität „Arbeit“.

Tabelle 5-28: Spez. Verkehrsaufkommen der QZG W-A und A-W der PG 8

MiD 2002

MiD - PG 8 Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	gew. Fallzahl (Pers.)	W-A OV/P,d	Abw.	UG	OG
unter 5.000 EW	1349	0,73	0,03	0,69	0,78
5.000 bis u. 20.000 EW	2311	0,72	0,02	0,68	0,75
20.000 bis u. 100.000 EW	2054	0,69	-0,01	0,67	0,72
über 100.000 EW	2147	0,66	-0,04	0,63	0,69
Asymptotische Signifikanz		0,001** (0,000**)			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Ja			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Nein			
Deutschland (Referenzwert)	7861	0,70	0,00	0,68	0,71

MiD - PG 8 Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	gew. Fallzahl (Pers.)	A-W OV/P,d	Abw.	UG	OG
unter 5.000 EW	1349	0,65	0,04	0,60	0,69
5.000 bis u. 20.000 EW	2311	0,63	0,02	0,60	0,66
20.000 bis u. 100.000 EW	2054	0,62	0,01	0,60	0,65
über 100.000 EW	2147	0,54	-0,07	0,51	0,57
Asymptotische Signifikanz		0,000** (0,000**)			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Ja			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Nein			
Deutschland (Referenzwert)	7861	0,61	0,00	0,59	0,62

SrV 2003

SrV - PG 8 Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	gew. Fallzahl (Pers.)	W-A OV/P,d	Abw.	UG	OG
SGG (NBL) 5.000 bis u. 20.000 EW	1648	0,72	0,00	0,69	0,76
SGG (NBL) 20.000 bis u. 100.000 EW	2852	0,73	0,01	0,71	0,75
SGG (NBL) über 100.000 EW	5501	0,70	-0,02	0,69	0,72
Asymptotische Signifikanz		0,031*			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Nein			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Ja			
Insgesamt (Referenzwert)	10001	0,72	0,00	0,70	0,73

SrV - PG 8 Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	gew. Fallzahl (Pers.)	A-W OV/P,d	Abw.	UG	OG
SGG (NBL) 5.000 bis u. 20.000 EW	1648	0,60	0,02	0,57	0,64
SGG (NBL) 20.000 bis u. 100.000 EW	2852	0,59	0,01	0,56	0,61
SGG (NBL) über 100.000 EW	5501	0,56	-0,02	0,54	0,58
Asymptotische Signifikanz		0,000** (0,046*)			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Nein			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Ja			
Insgesamt (Referenzwert)	10001	0,58	0,00	0,56	0,59

Testverfahren: Kruskal-Wallis-H * = signifikant < 0,05 ** = hoch signifikant < 0,01 ( ) = Mediantest

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Eine weitere Personengruppe mit nicht substituierbaren Aktivitäten im Tagesprogramm sind die Schüler (untersucht wurden Schüler der PG 3). Rein deskriptiv ist der Ortsgrößeneinfluss in MiD und SrV wiederum gering (vgl. Abbildung 5-17 und Abbildung 5-18). Die statistische Prüfung lässt dagegen aufgrund widersprüchlicher Ergebnisse in MiD und SrV für QZG W-B keine Annahme bzw. Ablehnung der Hypothesen zu.

Das statistische Prüfergebnis zur QZG W-B für MiD weist nicht auf einen Einfluss der Ortsgröße hin. Hingegen wird für die SrV-Auswertung der H-Test signifikant. Dieses Ergebnis lässt sich zwar durch den Mediantest nicht bestätigen, jedoch wird die Effektgröße in der „SGG (NBL) 20.000 bis u. 100.000 EW“ erreicht. Außerdem beinhaltet das KI zu dieser Gruppe den Referenzwert nicht. Damit ist nach den vorgegebenen Kriterien ein Raumtypeneinfluss in der QZG W-B für SrV 2003 feststellbar. Im Grunde trifft die gleiche Einschätzung zu wie für QZG W-A. Die MiD-Datenbasis zeigt einen leichten Trend mit steigender Ortsgröße. SrV zeigt diesen Trend nicht. Der größte Aufkommenswert ist in beiden Erhebungen in der Klasse „über 100.000 EW“ festzustellen. Die Stärke des Effektes ist eher als gering einzustufen.

In der Umkehrrelation, der QZG B-W, wird die Nullhypothese nicht abgelehnt. Es kann weder für MiD noch für SrV von einem Ortsgrößeneinfluss ausgegangen werden (siehe Tabelle 5-29).

Tabelle 5-29: Spez. Verkehrsaufkommen der QZG W-B und B-W der PG 3

MiD 2002

MiD - PG 3 Schüler - sonstige	gew. Fallzahl (Pers.)	W-B			
		OV/P,d	Abw.	UG	OG
unter 5.000 EW	442	0,88	-0,01	0,83	0,93
5.000 bis u. 20.000 EW	779	0,89	0,00	0,86	0,93
20.000 bis u. 100.000 EW	676	0,89	0,00	0,83	0,94
über 100.000 EW	587	0,91	0,02	0,87	0,94
Asymptotische Signifikanz		0,631			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Nein			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Ja			
Deutschland (Referenzwert)	2484	0,89	0,00	0,87	0,91

MiD - PG 3 Schüler - sonstige	gew. Fallzahl (Pers.)	B-W			
		OV/P,d	Abw.	UG	OG
unter 5.000 EW	442	0,82	0,00	0,77	0,87
5.000 bis u. 20.000 EW	779	0,82	0,00	0,77	0,86
20.000 bis u. 100.000 EW	676	0,83	0,01	0,78	0,88
über 100.000 EW	587	0,82	0,00	0,78	0,86
Asymptotische Signifikanz		0,950			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Nein			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Ja			
Deutschland (Referenzwert)	2484	0,82	0,00	0,80	0,85

SrV 2003

SrV - PG 3 Schüler - sonstige	gew. Fallzahl (Pers.)	W-B			
		OV/P,d	Abw.	UG	OG
SGG (NBL) 5.000 bis u. 20.000 EW	524	0,91	0,01	0,88	0,94
SGG (NBL) 20.000 bis u. 100.000 EW	902	0,86	-0,04	0,83	0,89
SGG (NBL) über 100.000 EW	1586	0,92	0,02	0,90	0,94
Asymptotische Signifikanz		0,001**(0,086)			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Ja			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Nein			
Insgesamt (Referenzwert)	3012	0,90	0,00	0,89	0,91

SrV - PG 3 Schüler - sonstige	gew. Fallzahl (Pers.)	B-W			
		OV/P,d	Abw.	UG	OG
SGG (NBL) 5.000 bis u. 20.000 EW	524	0,83	0,01	0,79	0,87
SGG (NBL) 20.000 bis u. 100.000 EW	902	0,80	-0,02	0,77	0,83
SGG (NBL) über 100.000 EW	1586	0,83	0,01	0,81	0,85
Asymptotische Signifikanz		0,138			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Nein			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Ja			
Insgesamt (Referenzwert)	3012	0,82	0,00	0,80	0,84

Testverfahren: Kruskal-Wallis-H * = signifikant < 0,05 ** = hoch signifikant < 0,01 ( ) = Mediantest

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Tabelle 5-30 stellt die MiD- und SrV-Ergebnisse der Raumtypenanalyse für PG 1 in den QZG W-K und K-W gegenüber. Die Auswertungsgrundlage ist für die Gruppe der Kleinkinder im Vergleich zu den übrigen Gruppen gering. Dies drückt sich insbesondere in der statistischen Genauigkeit aus (Konfidenzintervalle). Die Effektgröße wird für alle vier Auswertungen (siehe Tabelle 5-30) überschritten. Die statistische Prüfung und die Berücksichtigung der KI führen jedoch lediglich für die SrV-Daten in der QZG W-K zur Ablehnung der Nullhypothese.

Die Auswertung lässt weder für SrV noch für MiD einen systematischen Unterschied mit steigender Ortsgröße erkennen. Eine hohe Überschreitungswahrscheinlichkeit der Effektgröße war aufgrund der geringen Auswertungsgrundlage zu erwarten. Daher ist es durchaus möglich, dass die Unterschiede in den Daten zufallsbedingt sind. Eine Berücksichtigung der Ortsgröße für die QZG W-K und K-W erscheint eher nicht zweckmäßig.

Tabelle 5-30: Spez. Verkehrsaufkommen der QZG W-K und K-W der PG 1

MiD 2002

MiD - PG 1 Kleinkinder	gew. Fallzahl (Pers.)	W-K OV/P,d	Abw.	UG	OG
unter 5.000 EW	224	0,39	-0,05	0,28	0,49
5.000 bis u. 20.000 EW	420	0,46	0,02	0,39	0,53
20.000 bis u. 100.000 EW	380	0,45	0,01	0,37	0,54
über 100.000 EW	359	0,42	-0,02	0,34	0,49
Asymptotische Signifikanz		0,228			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Ja			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Ja			
Deutschland (Referenzwert)	1384	0,44	0,00	0,40	0,48

MiD - PG 1 Kleinkinder	gew. Fallzahl (Pers.)	K-W OV/P,d	Abw.	UG	OG
unter 5.000 EW	224	0,35	-0,03	0,26	0,45
5.000 bis u. 20.000 EW	420	0,43	0,05	0,37	0,49
20.000 bis u. 100.000 EW	380	0,37	-0,01	0,29	0,45
über 100.000 EW	359	0,35	-0,03	0,28	0,41
Asymptotische Signifikanz		0,113			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Ja			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Ja			
Deutschland (Referenzwert)	1384	0,38	0%	0,34	0,42

SrV 2003

SrV - PG 1 Kleinkinder	gew. Fallzahl (Pers.)	W-K OV/P,d	Abw.	UG	OG
SGG (NBL) 5.000 bis u. 20.000 EW	191	0,60	-0,01	0,51	0,69
SGG (NBL) 20.000 bis u. 100.000 EW	364	0,56	-0,05	0,49	0,62
SGG (NBL) über 100.000 EW	744	0,64	0,03	0,59	0,69
Asymptotische Signifikanz		0,012*			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Ja			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Ja			
Insgesamt (Referenzwert)	1299	0,61	0,00	0,57	0,65

SrV - PG 1 Kleinkinder	gew. Fallzahl (Pers.)	K-W OV/P,d	Abw.	UG	OG
SGG (NBL) 5.000 bis u. 20.000 EW	191	0,47	0,00	0,38	0,56
SGG (NBL) 20.000 bis u. 100.000 EW	364	0,42	-0,05	0,36	0,48
SGG (NBL) über 100.000 EW	744	0,49	0,02	0,44	0,54
Asymptotische Signifikanz		0,051			
Effektgröße erreicht o. überschritten		Ja			
KI ´s schließen Referenzwert ein		Ja			
Insgesamt (Referenzwert)	1299	0,47	0,00	0,44	0,51

Testverfahren: Kruskal-Wallis-H * = signifikant < 0,05 ** = hoch signifikant < 0,01 ( ) = Mediantest

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

5.3.2.3.2 Übertragbarkeit

Nach dem der Einfluss der Ortsgröße ist der nächste Analyseschritt die Prüfung der überregionalen Stabilität. Das Vorgehen gestaltet sich analog wie für die Mobilitätsbeteiligung (vgl. Kapitel 5.3.2.2). Die Hypothese besteht darin, dass verkehrserzeugungsrelevante Kenngrößen - wie das spez. Verkehrsaufkommen - übertragbar sind. Die Ergebnisse aus dem MiD-SrV-Kennwertvergleich zeigten jedoch bereits regionale Unterschiede zwischen den Alten und Neuen Bundesländern. Daher ist die Übertragbarkeit von vornherein eingeschränkt. Dieser Einfluss wird daher eliminiert und die Übertragbarkeit auf Basis der MiD-Werte der Alten Bundesländer und der SrV-Werte der Neuen Bundesländer untersucht.

Für einige QZG-PG-Kombinationen wurde in den SrV- und MiD-Daten eine Ortsgrößenabhängigkeit festgestellt. Für diese Fälle werden die ortsgrößendifferenzierten Kennwerte auf Übertragbarkeit hin untersucht. Erfolgt dieser Zwischenschritt nicht, würde durch die unterschiedliche Zusammensetzung von Orten verschiedener Größe in den Analyseregionen das Ergebnis verzerrt. Im Gegensatz dazu bleibt die Ortsgröße in Gruppen für die kein Einfluss festgestellt wurde bei der Prüfung unberücksichtigt. Für die MiD-Auswertung der Alten Bundesländer werden die bereits festgelegten regionalen Einheiten der Prüfung zugrunde gelegt (vgl. Kapitel 1.4 bzw. Kapitel 5.3.2.2). Für die SrV-Auswertung stehen genügend Fall-

zahlen zur Verfügung, um die Übertragbarkeit nach Bundesländern zu prüfen. Für den Kruskal-Wallis-Test lauten die Prüfhypothesen wie folgt:

- $H_{4,2(1)}$: Die mittleren Ränge des spez. Verkehrsaufkommens einer QZG-PG-Kombination unterscheiden sich in der Grundgesamtheit regional.
- $H_{4,2(0)}$: Die mittleren Ränge des spez. Verkehrsaufkommens einer QZG-PG-Kombination unterscheiden sich in der Grundgesamtheit regional nicht.

Die Prüfhypothesen für den Median-Test sind:

- $H_{4,2(1)}$: Das spez. Verkehrsaufkommen einer QZG-PG-Kombination entstammt für unterschiedliche Regionen aus Grundgesamtheiten mit verschiedenen Medianen.
- $H_{4,2(0)}$: Das spez. Verkehrsaufkommen einer QZG-PG-Kombination entstammt für unterschiedliche Regionen aus Grundgesamtheiten mit dem gleichen Median.

Auf eine deskriptive Darstellung in Form von Diagrammen wird verzichtet, da die Auswertung stark disaggregiert (teilweise mit und teilweise ohne Ortsgrößenbezug) erfolgt.

In Abbildung 5-22 wird das Prüfergebnis übersichtsartig dargestellt. Abgelehnt wurde die Nullhypothese für die QZG S-S in den PG 8 und 13. Beibehalten wird die Nullhypothese für:

- PG1: K-W und F-W
- PG 3: W-B
- PG 8: W-F, W-S, F-W, S-A A-S
- PG 10: E-W
- PG 11: W-F, W-S, F-W
- PG 12: WF, F-W, S-W
- PG 13: W-E, W-F, E-W, F-W.

Für diese QZG-PG-Kombinationen liegen damit gesicherte Erkenntnisse zur Übertragbarkeit vor. Für die übrigen Relationen kann keine Aussage zur Richtigkeit der Null- bzw. Alternativhypothese getroffen werden. Die z. T. stark divergierenden Aussagen zwischen MiD und SrV führen dazu, dass die überregionale Stabilität nicht abschließend beurteilt werden kann.

Für die Neuen Bundesländer wurden auf Grundlage der SrV-Datenbasis deutlich stabilere Ergebnisse erzielt als auf Basis der MiD-Daten für die Alten Bundesländer. Jedoch wurden insgesamt keine stichhaltigen Anhaltspunkte gefunden, die es rechtfertigen würden, die Übertragbarkeit der Kennwerte grundsätzlich abzulehnen. Von einer unmittelbaren Übertragbarkeit des spez. Verkehrsaufkommens

der Alten Bundesländer auf die Neuen bzw. umgekehrt kann jedoch nicht ausgegangen werden.

Spez. Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Überregionale Stabilität (Ergebnis MiD 2002, ABL)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder		b			b			b			b				
3	Schüler - sonstige			b												
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	☆				☆ b		☆			☆ b					☆
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw										☆ b		b			
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige				☆ --	b	b				☆ --	b	☆ --			☆ --
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw												☆ b			b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige										b	☆ b				☆

Überregionale Stabilität: H_1 nicht brauchbar, übertragbar; H_1 eingeschränkt brauchbar; H_1 brauchbar, Übertragbarkeit im Einzelfall prüfen

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
☆ Prüfung erfolgt unter Berücksichtigung der Ortsgrößenklasse
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)
-- = für Fallzahlen < 100 keine Prüfung möglich

Spez. Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Überregionale Stabilität (Ergebnis SrV 2003, NBL)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder		☆			e			b			b				☆
3	Schüler - sonstige			☆								b				
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw					c						c	e	c	c	☆ e
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				b	b	☆					b				☆ b
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige				b	b	b					b				
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw					b					b	b				b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige				b	b					b	b	b			☆

Überregionale Stabilität: H_1 nicht brauchbar, übertragbar; H_1 eingeschränkt brauchbar; H_1 brauchbar, Übertragbarkeit im Einzelfall prüfen

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
☆ Prüfung erfolgt unter Berücksichtigung der Ortsgrößenklasse
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)
-- = für Fallzahlen < 100 keine Prüfung möglich

Spez. Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Überregionale Stabilität (Gesamtergebnis)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder															
3	Schüler - sonstige															
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw															
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige															
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige															

Überregionale Stabilität:
H_0 wird angenommen, übertragbar
Keine gesicherte Erkenntnis zur Richtigkeit der H_0 und H_1
H_0 wird abgelehnt, Übertragbarkeit im Einzelfall prüfen

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 5-22: Überregionale Stabilität des spez. Verkehrsaufkommens auf disaggregierter Ebene

5.3.2.3.3 Fazit

Die Auswertung des spez. Verkehrsaufkommens nach Personengruppen zeigte den bereits bekannten Zusammenhang zu Merkmalen der Person, welche die Stellung im Lebenszyklus beschreiben. Im Anschluss wurde auf Basis weitgehend aktivitätenhomogener Gruppen der Einfluss der Ortsgröße auf das Verkehrsaufkommen untersucht. Die Hypothese dazu lautet:

> **Hypothese 3:** Für verkehrserzeugungsrelevante Merkmale auf der Produktionsseite ist der Raumtypeneinfluss gegenüber anderen verhaltensbestimmenden Merkmalen gering.

Die Untersuchung des spez. Verkehrsaufkommens auf disaggregierter Ebene zeigte insgesamt eine nur geringe Ortsgrößenaffinität. In 29 von 49 QZG-PG-Kombinationen konnte auf Basis zweier voneinander unabhängiger Untersuchungsgruppen übereinstimmend die Nullhypothese nicht abgelehnt werden. Das empirische Ergebnis lässt sich gut mit der Nullhypothese, aber nur schwer mit der Alternativhypothese vereinbaren. Damit wird für diese Gruppen von einer stochastischen Unabhängigkeit in Bezug auf die Ortsgröße ausgegangen.

Für 18 QZG-PG-Kombinationen wurde ein widersprüchlicher Befund gewonnen. Entgegen den Erwartungen betrifft dies unter anderem die drei QZG-PG-Kombinationen zu nichtsubstituierbaren Aktivitäten („Wohnung – Arbeitsplatz“ der PG 8, „Wohnung – Kindereinrichtung der PG 1 und „Wohnung – Bildungseinrichtung“ der PG 3). Deskriptiv sind die Unterschiede nach Ortsgrößen zwar größtenteils gering, jedoch ist für W-A bei MiD 2002 sowie W-B und W-K bei SrV 2003 die Nullhypothese vorläufig abzulehnen. Für diese QZG-PG-Kombinationen kann keine widerspruchsfreie Entscheidung zur Annahme bzw. Ablehnung der Hypothese getroffen werden[245].

Ortsgrößenspezifische Auffälligkeiten sind bei MiD 2002 insbesondere für fünf von zehn QZG-PG-Kombinationen, die im Zusammenhang mit Wegen von bzw. zur Einkaufseinrichtung stehen, zu verzeichnen. Ein Zusammenhang ist in MiD in Form zunehmender Aufkommenswerte mit steigender Ortsgröße für alle Personengruppen mit Ausnahme von PG 11 feststellbar. SrV zeigt diesen Zusammen-

---

245 ZUMKELLER ET AL. (1993) untersuchte für den Einsatz von Verhaltensdaten in einem mikroskopischen Individualverhaltensmodell die zehn häufigsten Aktivitätsmuster (auf Basis von fünf Aktivitätszwecken) nach Personengruppen unter der Hypothese räumlicher Invarianz. Die Muster erklären in der KONTIV 1989, je nach Personengruppe, zwischen 60 % und 90 % aller Wegeketten. Die Hypothese der räumlichen Invarianz der Aktivitätsmuster wurde in der Arbeit von ZUMKELLER aufgrund der Signifikanz durchgeführter Hypothesentests für sieben von zehn Personengruppen nicht abgelehnt.

hang in den Daten so nicht. Daher ist zu vermuten, dass bezüglich Einkaufsgewohnheiten regionale Unterschiede, zumindest zwischen Neuen und Alten Bundesländern, existieren.

Eine weitere wesentliche Erkenntnis besteht darin, dass für die Verkehrserzeugung im Freizeitverkehr übereinstimmend kein Ortsgrößeneinfluss festgestellt wurde. Für zwölf von 14 QZG-PG-Kombinationen im Zusammenhang mit Freizeitaktivitäten konnte die Nullhypothese in beiden Erhebungen nicht abgelehnt werden. Die Ergebnisse sind gut mit der Nullhypothese zu vereinbaren.

Übereinstimmend abgelehnt werden konnte die Nullhypothese lediglich für zwei QZG-PG-Kombinationen. Von einem Zusammenhang zwischen spez. Verkehrsaufkommen und der Ortsgröße ist für die Personengruppen:

- PG 8: Erwerbstätiger mit Pkw-Führerschein und HH-Pkw sowie
- PG 13: Nichterwerbstätige > 65 J. – sonstige.

in der QZG „Sonstige Einrichtung – Sonstige Einrichtung“ (S-S) auszugehen.

Weitere drei Personengruppen zeigen für die QZG S-S widersprüchliche Ergebnisse. Für QZG S-S ist daher insgesamt festzustellen, dass das Ergebnis besser mit der Alternativhypothese als mit der Nullhypothese zu vereinbaren ist. In der Anlage VI sind zwei Sensitivitätsanalysen bei Variation der Effektgröße (0,03 Wege/P,d und 0,05 Wege/P,d) dargestellt, welche helfen, die Entscheidungskonsistenz zu verdeutlichen.

> **Hypothese 4:** Disaggregierte Kenngrößen zum Verkehrsverhalten auf der Erzeugungsseite sind insbesondere bei Bestätigung von Hypothese 3 weitestgehend überregional stabil.

Die Nullhypothese[246] konnte für 20 von 49 QZG-PG-Kombinationen übereinstimmend nicht abgelehnt werden (Ergebnisse aus MiD 2002 und SrV 2003). Für weitere 27 Kombinationen zeigen die Erhebungen widersprüchliche Ergebnisse. Für diese Gruppen kann keine Aussage zur Annahme bzw. Ablehnung der Hypothese erfolgen. Für zwei Gruppen (QZG S-S der PG 8 und 13) kann die Nullhypothese abgelehnt werden. Insgesamt ist festzustellen, dass bei Zugrundelegung der SrV-Daten der Neuen Bundesländer (2003) für etwa drei Viertel der untersuchten QZG-PG-Kombinationen (37 von 49) die Nullhypothese nicht abgelehnt werden kann, während dies bei MiD 2002 lediglich für etwa die Hälfte gilt (26 Gruppen). In der Anlage VI sind zwei Sensitivitätsanalysen bei Variation der Effektgröße (0,03 Wege/P,d und 0,05 Wege/P,d) enthalten.

246 Die Nullhypothese besagt, dass sich das Verkehrsaufkommen regional nicht unterscheidet.

Als Ergebnis dieser Prüfung wird eingeschätzt, dass keine hinreichenden Hinweise gefunden wurden, die gegen eine Übertragbarkeit des Verkehrsaufkommens aus großräumig erhobenen Verhaltensdaten der MiD bzw. aus SrV-Gruppierungen (Städtepegel, SrV-Stadtgrößengruppen) sprechen. Vor einer Nutzung des Verkehrsaufkommens aus übergeordneten Erhebungsergebnissen in einer konkreten ortsspezifischen Modellierungsaufgabe sind jedoch ergänzende Einzelfallprüfungen zur Plausibilitätssicherung zu empfehlen.

5.3.2.4 Tagesgang der Ortsveränderungen

5.3.2.4.1 Ortsgrößeneinfluss

Der Tagesgang der Ortsveränderungen wird in makroskopischen Verkehrsplanungsmodellen bei zeitscheibenfeiner Betrachtungsweise als Eingangsgröße benötigt. In EVA von LOHSE findet der Kennwert differenziert nach Quelle-Ziel-Gruppen (ohne Personengruppenbezug) Verwendung. Aufgrund der Tatsache, dass bei zusätzlicher Personengruppendifferenzierung die Fallzahlen keine sinnvollen Auswertungen zulassen, erfolgt die Analyse der Kenngröße ebenfalls ohne Personengruppenbezug.

Nachstehend erfolgt die grafische Darstellung und Interpretation der Ergebnisse. Die Analyse wird jeweils separat für die Untersuchungsgruppen MiD 2002 und SrV 2003 durchgeführt. Die Analysen erfolgen wiederum werktagsbezogen (Tagtyp 1, Mo-Do). Für die statistische Absicherung der Hypothesen findet der k*l-Chi²-Test Anwendung. Die Prüfhypothesen lauten in allgemeiner Form:

- $H_{3,6(1)}$: Die Ausprägung des Tagesgangs der Ortsveränderungen nach QZG steht im Zusammenhang mit der Ortsgröße
- $H_{3,6(0)}$: Die Ausprägung des Tagesgangs der Ortsveränderungen nach QZG ist stochastisch unabhängig von der Ortsgröße.

Die Ablehnung oder Annahme der Nullhypothese erfolgt erneut auf Basis des dreistufigen Bewertungsalgorithmus. Als Effektgröße gilt die in Kapitel 3.7.4 für mehrfach gestufte Häufigkeitsmerkmale festgelegte Grenze von **zwei Prozentpunkten** Abweichung bezogen auf die Referenzgruppe. Das nachfolgende einfache Beispiel dient dazu, die Auswirkung einer derartigen Abweichung in einer Modellierungsaufgabe inhaltlich zu plausibilisieren.

Angenommen, die Auswertung der Haushaltsbefragung ergibt für die QZG W-A einen Spitzenstundenanteil von 35,0 % (Referenzwert, d. h. ohne Raumtypendifferenzierung). Unter Verwendung des in Kapitel 5.3.2.3 dargestellten Beispiels werden (überschlägig nach MiD) für den gesamten Nachfragezeitraum in der QZG W-A bei 500.000 zu modellierenden Personen 160.000 Ortsveränderungen generiert (ohne Personengruppenbezug: 0,32 Wege/P,d). Das entspricht 56.000 Ortsverän-

derungen in der Spitzenstunde. Weicht ein Raumtyp um 1,9 Prozentpunkte nach oben oder unten in der Spitzenstunde ab (was entsprechend der festgelegten Grenze demnach gerade noch zu akzeptieren wäre) entspricht dies 3.040 Ortsveränderungen oder ca. 5,4 % zu viel oder zu wenig modellierter Ortsveränderungen für diese Zeitscheibe und QZG.

Weist eine andere QZG (z. B. W-E) in der Spitzenstunde einen Anteil von angenommen 13,0 % des gesamten Tagesverkehrsaufkommens auf, würden 14,6 % zu viel oder zu wenig Ortsveränderungen für diese Zeitscheibe und QZG modelliert. Eine Superposition der ungünstigsten Konstellationen aller QZG, wie für das spez. Verkehrsaufkommen gezeigt, lässt sich für den Tagesgang nicht ohne größeren Aufwand berechnen. Der Autor schätzt jedoch ein, dass mit der Bedeutsamkeitsschwelle von zwei Prozentpunkten einerseits der zu erwartenden Genauigkeit bei der Erhebung des Tagesganges mittels Haushaltsbefragung Rechnung getragen wird, andererseits der modellierungstechnische Genauigkeitsanspruch hinreichend berücksichtigt ist. Zunächst wird der Tagesgang der Ortsveränderungen (OV) nach Ortsgrößenklassen ohne QZG-Bezug analysiert (siehe Abbildung 5-23). Die visuelle Dateninspektion der MiD- und SrV-Auswertung legt übereinstimmend einen Raumtypeneinfluss auf den Tagesgang der OV, vor allem für die Zeiträume der sechsten bis achten, zehnten bis zwölften sowie 19. Stunde, nahe. In den Frühstunden scheint der Anteil am Tagesverkehrsaufkommen in kleinen Orten höher als in großen Orten. In den Nachmittagsstunden werden Ortsveränderungen von Personen aus kleinen Orten im Mittel zeitiger durchgeführt als von Personen aus großen Orten.

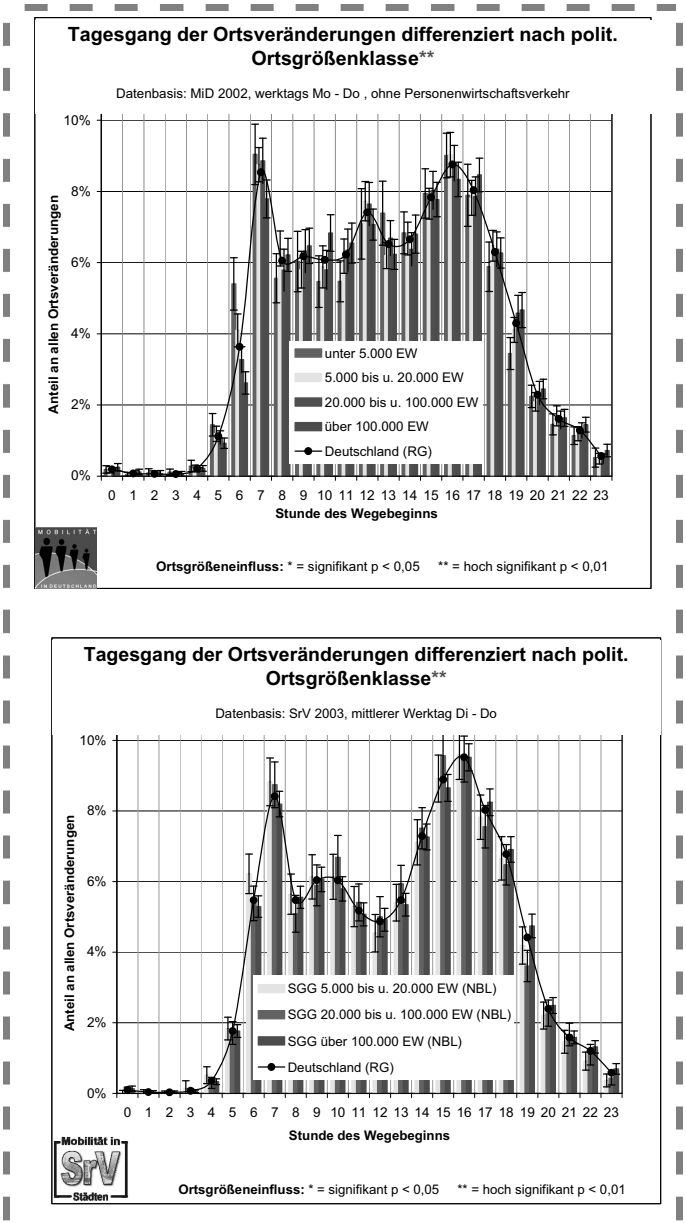
Die Entscheidung, ob die Nullhypothese abzulehnen ist, d. h. ob von einem Ortsgrößeneinfluss ausgegangen werden kann, wird anhand Tabelle 5-31 getroffen. Sowohl für MiD als auch für SrV weisen die Prüfmaße signifikante Unterschiede aus. Die vorgegebene Effektgröße wird zwar in keiner Kategorie erreicht, die Vertrauensbereiche schließen jedoch den dazugehörigen Referenzwert zu mehreren Tagesstunden nicht ein. Die Alternativhypothese erweist sich für beide Erhebungen als *eingeschränkt brauchbar* und wird vorläufig angenommen.

Tabelle 5-31: Bewertung des Ortsgrößeneinflusses für den Tagesgang der OV (ohne QZG-Differenzierung)

Tagesgang nach pol. Ortsgrößenkl.		Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Einschluss [a)]
MiD	Pearson Chi²	476,0	3,2	43,9	14567,0	0,000**	Nein	Nein
	Likelihood-Quotient	468,1	3,2	43,8	14569,6	0,000**		
SrV	Pearson Chi²	207,9	2,2	41,8	396412,0	0,000**	Nein	Nein
	Likelihood-Quotient	210,3	2,2	41,8	396412,0	0,000**		

a) Konfidenzintervalle schließen in Gruppen, für die die Effektgröße erreicht bzw. überschritten wird, den Referenzwert ein.

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-23: Tagesgang der Ortsveränderungen (MiD, SrV, werktags) nach polit. Ortsgrößenklassen

Im nächsten Schritt wird der Tagesgang der Ortsveränderungen nach Quelle-Ziel-Gruppen und Ortsgröße differenziert. Abbildung 5-24 zeigt die Auswertung für die QZG W-A und A-W. Für W-A sind nach MiD visuell Unterschiede nach Ortsgröße in den Zeitscheiben der sechsten bis neunten Stunde erkennbar. Die Häufigkeit der Wege mit Beginn 6:00 bis 7:59 Uhr ist bei Personen aus kleinen Orten deutlich höher als bei Personen aus größeren Orten. Demgegenüber zeigt sich von 8:00 bis 9:59 Uhr ein umgekehrtes Bild. Dieser Sachverhalt erscheint plausibel, da Personen in kleinen Orten wohl häufig einen längeren Weg zur Arbeit haben und diesen daher eher beginnen müssen.

Die Auswertung nach SrV zeigt für W-A tendenziell die gleiche Ausprägung. Jedoch sind die Unterschiede in den Stundenscheiben sechs bis neun geringer als in MiD. Dies könnte jedoch damit zusammenhängen, dass die kleinen Gemeinden im SrV alle in einem 50 km-Einzugsbereich der größeren Städte liegen.

In der QZG A-W sind die Unterschiede nach Ortsgrößenklassen in beiden Erhebungen geringer. Insbesondere lässt MiD deskriptiv kaum Abweichungen nach Ortsgrößen erkennen. Im SrV zeigen große Orte in der Kategorie mit Wegebeginn 15:00 und 15:59 Uhr einen geringeren Anteil am Tagesverkehrsaufkommen gegenüber kleinen Orten. Für Wege, die zwischen 17:00 und 18:59 Uhr beginnen, ist dieses Verhältnis genau umgekehrt.

Die statistische Bewertung des Ortsgrößeneinflusses erfolgt auf Basis der Ergebnisse, die in Tabelle 5-32 zusammengefasst sind. Signifikante Befunde werden für MiD in der QZG W-A und für SrV in der QZG A-W erzielt. Die Effektgröße wird in beiden Fällen überschritten (Abweichung zum Referenzwert, Max. MiD, W-A: 5,4 % in der achten Stunde; Max. SrV, A-W: 3,3 % in der 16. Stunde). Die dazugehörigen Nullhypothesen können verworfen werden.

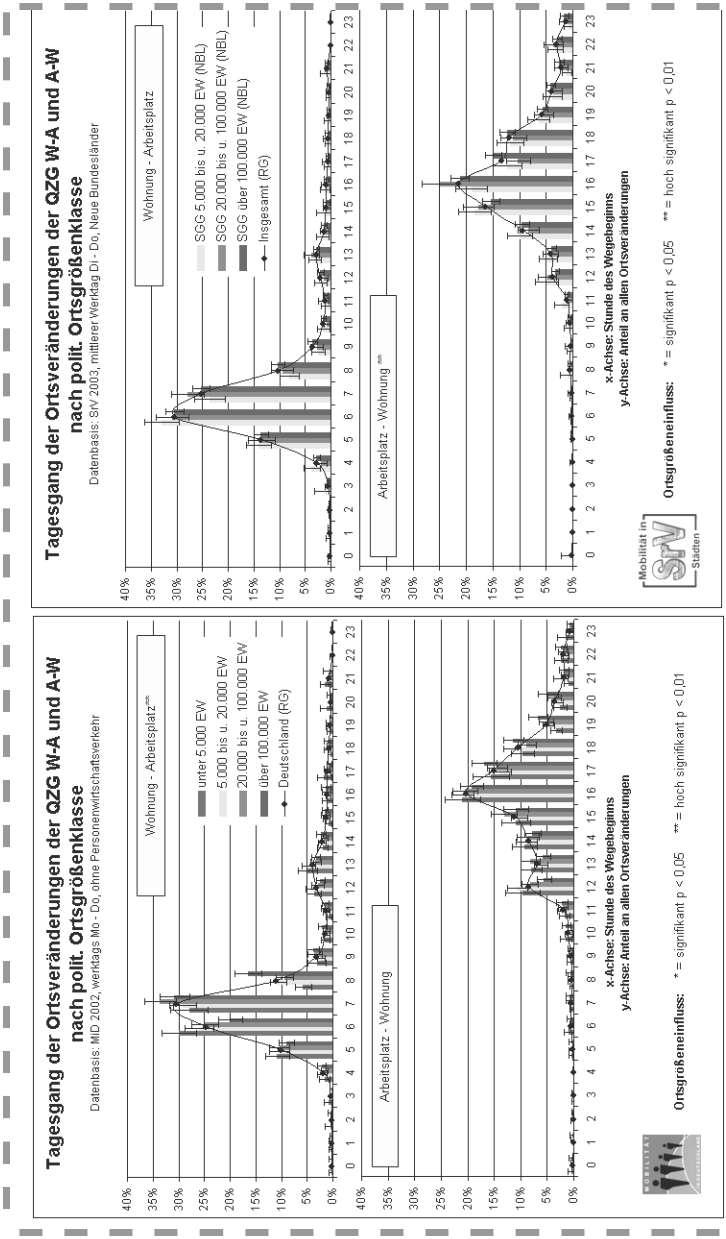
Für MiD in der QZG A-W und SrV in QZG W-A wird die Signifikanzschwelle nicht erreicht. Die Effektgrößen werden jedoch überschritten (Max. MiD, A-W: 2,9 % in der zwölften Stunde; Max. SrV, W-A: 2,7 % in der siebenten Stunde). Ein KI-Einschluss des Referenzwertes kann sowohl für MiD in der QZG A-W als auch für SrV in der QZG W-A nicht festgestellt werden[247]. Die Alternativhypothesen werden daher vorläufig angenommen.

Tabelle 5-32: Bewertung des Ortsgrößeneinflusses für den Tagesgang der OV in der QZG W-A und A-W

MiD: Tagesgang nach pol. Ortsgrößenkl.		Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Einschluss [a)]
W-A	Pearson Chi²	296,0	2,2	19,3	6408,4	0,002**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	295,1	2,2	19,3	6408,4	0,002**		
A-W	Pearson Chi²	164,6	1,4	21,6	7170,9	0,117	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	171,0	1,4	21,6	7169,9	0,097		
SrV: Tagesgang nach pol. Ortsgrößenkl.								
W-A	Pearson Chi²	86,9	1,2	38,7	203206,9	0,171	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	87,9	1,2	38,7	203206,9	0,158		
A-W	Pearson Chi²	100,9	1,7	34,5	159807,9	0,009**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	103,7	1,7	34,5	159870,9	0,006**		

a) Konfidenzintervalle schließen in Gruppen, für die die Effektgröße erreicht bzw. überschritten wird, den Referenzwert ein.
Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

247 Anmerkung: Die Prüfung der Konfidenzintervalle erfolgt nur für die Gruppen, bei denen eine Überschreitung der Effektgröße festgestellt wird.



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-24: Tagesgang der Ortsveränderungen für QZG W-A und A-W nach polit. Ortsgrößenklassen; links: MiD 2002; rechts: SrV 2003

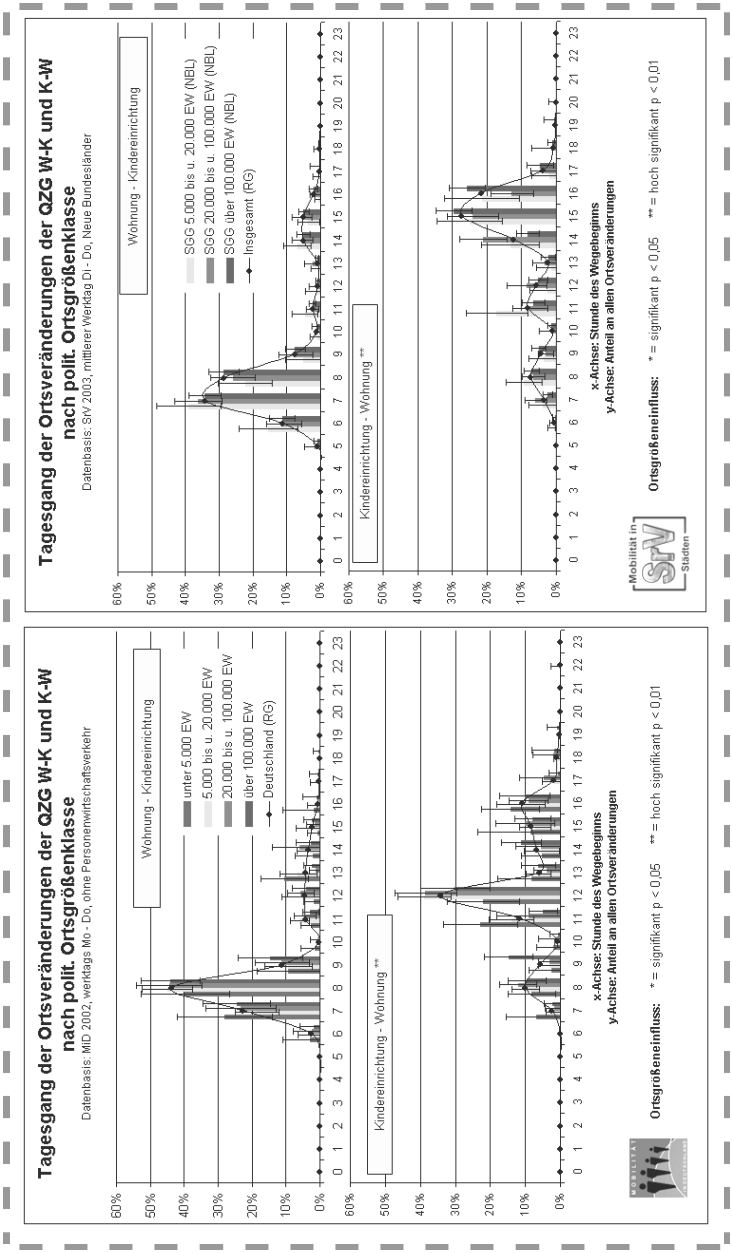
Im Folgenden wird der Tagesgang der Ortsveränderungen in den QZG W-K und K-W analysiert (siehe Abbildung 5-25). Aufgrund der geringen Fallzahlen in den untersuchten Gruppen (sowohl in MiD als auch in SrV), deuten die KI auf eine starke Unsicherheit in der Parameterschätzung hin. In der QZG W-K sind Unterschiede nach Ortsgrößen visuell zu vermuten (Wegebeginn MiD: Stunden 7, 9, 13; SrV: Stunden 6 bis 9). Die Darstellung der QZG K-W lässt ebenso auf einen Ortsgrößeneinfluss schließen (Wegebeginn MiD: Stunden 7 bis 9 und 13; SrV: Stunden 11 und 14 bis 16). Interessant ist an dieser Stelle der unterschiedliche Tagesgang zwischen MiD und SrV. Hier tritt ein typischer Ost-West-Unterschied zu Tage. MiD zeigt einen deutlichen Peak in der zwölften Stunde der QZG K-W, der im SrV nicht auftritt (ca. 80 % der MiD Daten stammen aus den Alten Bundesländern). Dies ist damit zu begründen, dass in den NBL eine höhere Vollbeschäftigungsquote von Frauen gegenüber den ABL zu verzeichnen ist sowie aufgrund der Tatsache, dass Kindereinrichtungen in den ABL häufig nur halbtags geöffnet haben (bzw. Kinder mittags in diesen nicht verpflegt werden). Im Anschluss wird geprüft, inwieweit der deskriptiven Einschätzung gefolgt werden kann. Die der Bewertung zugrunde liegenden Entscheidungshilfen sind in Tabelle 5-33 dargestellt. Für die QZG W-K wird anhand der statistischen Prüfung weder für MiD noch für SrV ein signifikantes Ergebnis erzielt. Die Effektgröße wird jedoch in beiden Erhebungen überschritten (Max. MiD: 6,1 % in der 13. Stunde; Max. SrV: 6,2 % in der elften Stunde). Ein KI-Einschluss tritt für MiD in der 13. Zeitscheibe und bei SrV in der elften Zeitscheibe nicht auf. Die Nullhypothese für W-K wird daher für beide Erhebungen abgelehnt. Für die QZG K-W wird die Signifikanzschwelle für beide Erhebungen erreicht. Darüber hinaus wird die Effektgröße in beiden Fällen überschritten (Max MiD: 12,2 % für die elften Stunde; Max SrV: 8,9 % in der elften bzw.16. Stunde). Daher kann die Nullhypothese für beide Erhebungen verworfen werden.

Tabelle 5-33: Bewertung des Ortsgrößeneinflusses für den Tagesgang der OV in der QZG W-K und K-W

MiD: Tagesgang nach pol. Ortsgrößenklassen		Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Einschluss [a)]
W-K	Pearson Chi²	74,6	1,1	21,3	442,9	0,374	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	74,7	1,1	21,3	4420,9	0,340		
K-W	Pearson Chi²	130,4	2,1	25,9	5132,8	0,001**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	121,5	1,9	25,9	5132,8	0,003**		
SrV: Tagesgang nach pol. Ortsgrößenkl.								
W-K	Pearson Chi²	73,5	1,5	18,9	1480,7	0,065	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	75,2	1,6	18,9	14840,7	0,055		
K-W	Pearson Chi²	133,1	2,2	23,0	1574,7	0,001**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	134,4	2,2	23,0	1574,7	0,001**		

a) Konfidenzintervalle schließen in Gruppen, für die die Effektgröße erreicht bzw. überschritten wird, den Referenzwert ein.

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-25: Tagesgang der Ortsveränderungen für QZG W-K und K-W nach polit. Ortsgrößenklassen; links: MiD 2002; rechts: SrV 2003

Der Tagesgang der nichtsubstituierbaren Ortsveränderungen der QZG W-B wird in Abbildung 5-26 dargestellt. In der QZG W-B sind insbesondere Unterschiede der Merkmalsausprägung nach Ortsgröße für Wege mit Beginn 6:00 bis 6:59 Uhr sichtbar. Tendenziell, wenn auch in abgeschwächter Form, sind diese in SrV im gleichen Zeitraum in ähnlicher Ausprägung zu verzeichnen.

Für die QZG B-W sind die Unterschiede insgesamt deutlich geringer. In MiD sind Abweichungen deskriptiv für die zwölfte bis 14. und im SrV für die 13. bis 16. Stunde des Tages auszumachen.

Die visuelle Dateninspektion soll im Folgenden wiederum anhand der definierten Entscheidungshilfen bestätigt oder widerlegt werden (Tabelle 5-34). Statistische Signifikanz wird für alle vier untersuchten Fälle festgestellt. Darüber hinaus wird die vorgegebene Effektgröße bei allen Auswertungen überschritten Die entsprechenden Nullhypothesen können demnach abgelehnt werden. Die maximalen Abweichungen zum Referenzwert betragen für W-B:

- 11,3 % in der sechsten Stunde für MiD,
- 4,1 % in der sechsten Stunde für SrV,

sowie für die QZG B-W

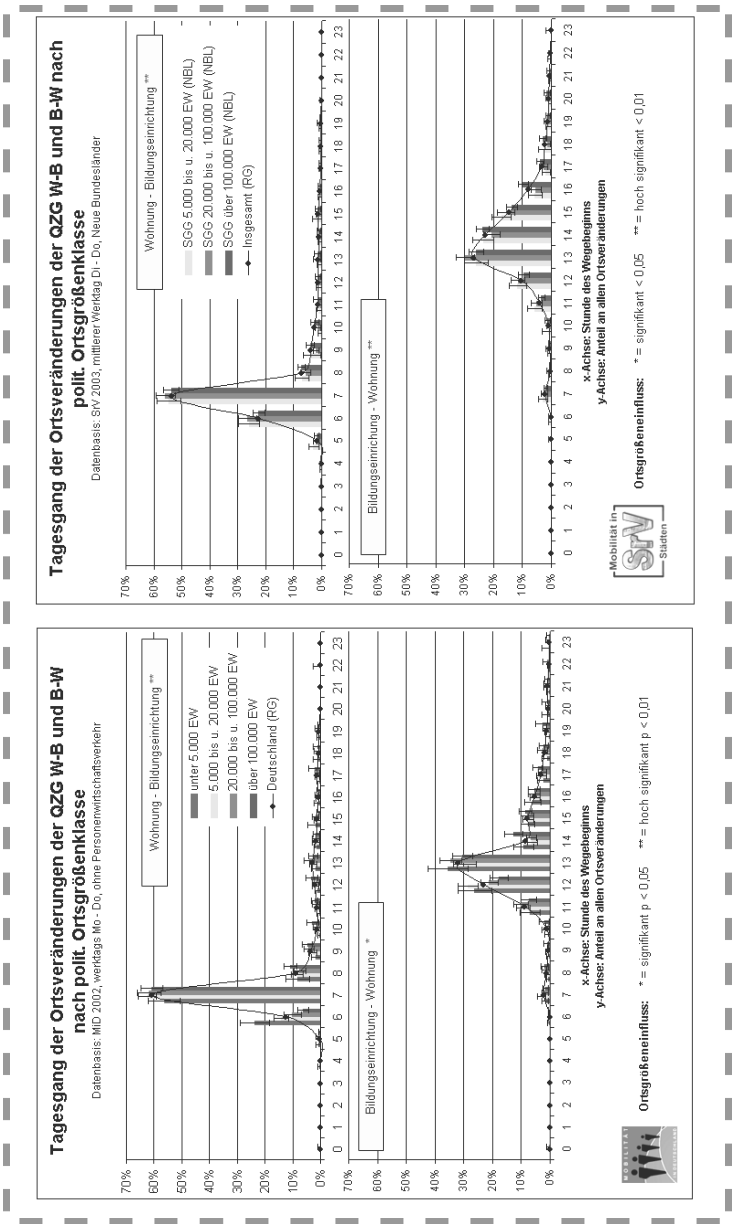
- 5,7 % in der zwölften Stunde für MiD und
- 2,8 % in der 13.Stunde für SrV.

Tabelle 5-34: Bewertung des Ortsgrößeneinflusses für den Tagesgang der OV in der QZG W-B und B-W

MiD: Tagesgang nach pol. Ortsgrößenkl.		Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Einschluss [a)]
W-B	Pearson Chi²	262,1	2,5	26,2	8642,5	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	253,2	2,4	26,2	8642,5	0,000**		
B-W	Pearson Chi²	164,4	1,7	28,3	9367,8	0,011*	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	164,9	1,7	28,3	9367,8	0,010*		
SrV: Tagesgang nach pol. Ortsgrößenkl.								
W-B	Pearson Chi²	140,9	2,6	29,0	95257,5	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	156,3	2,9	29,0	95257,5	0,000**		
B-W	Pearson Chi²	120,9	2,3	30,0	90730,7	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	125,4	2,4	30,0	90730,7	0,000**		

a) Konfidenzintervalle schließen in Gruppen, für die die Effektgröße erreicht bzw. überschritten wird, den Referenzwert ein.

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-26: Tagesgang der Ortsveränderungen für QZG W-B und B-W nach polit. Ortsgrößenklassen; links: MiD 2002; rechts: SrV 2003

Abbildung 5-27 enthält die Auswertungen der QZG W-E und E-W in Diagrammform. Zunächst wird der Tagesgang der Ortsveränderungen in der QZG W-E betrachtet. Auf Basis der MiD scheinen Unterschiede nach Ortsgrößen insbesondere zwischen 8:00 und 12:59 sowie zwischen 14:00 und 16:59 Uhr aufzutreten. Auf Basis der SrV-Auswertung sind Unterschiede bei Ortsveränderungen mit Wegebeginn in der achten Zeitscheibe, 10:00 Uhr bis 11:59 Uhr sowie 16:00 bis 17:59 Uhr zu vermuten.

Für die QZG E-W sind in MiD größere Abweichungen nach Ortsgrößen für den Wegebeginn in der zehnten Tagesstunde sowie im Zeitraum 15:00 bis 18:59 Uhr festzustellen. Die SrV-Auswertung deutet auf Unterschiede nach Ortsgrößen für den Zeitraum 8:00 bis 10:59 Uhr sowie 16:00 bis 17:59 Uhr hin.

Inwieweit die gefundenen Unterschiede statistisch abgesichert werden können, lässt sich anhand der Bewertung nach Tabelle 5-35 nachvollziehen. Die MiD-Auswertung zeigt anhand der zwei statistischen Prüfmaße keinen signifikanten Unterschied nach Ortsgrößenklassen. Demgegenüber ist für die SrV-Auswertung gemäß Signifikanztest ein Unterschied nach Ortsgrößen anzunehmen.

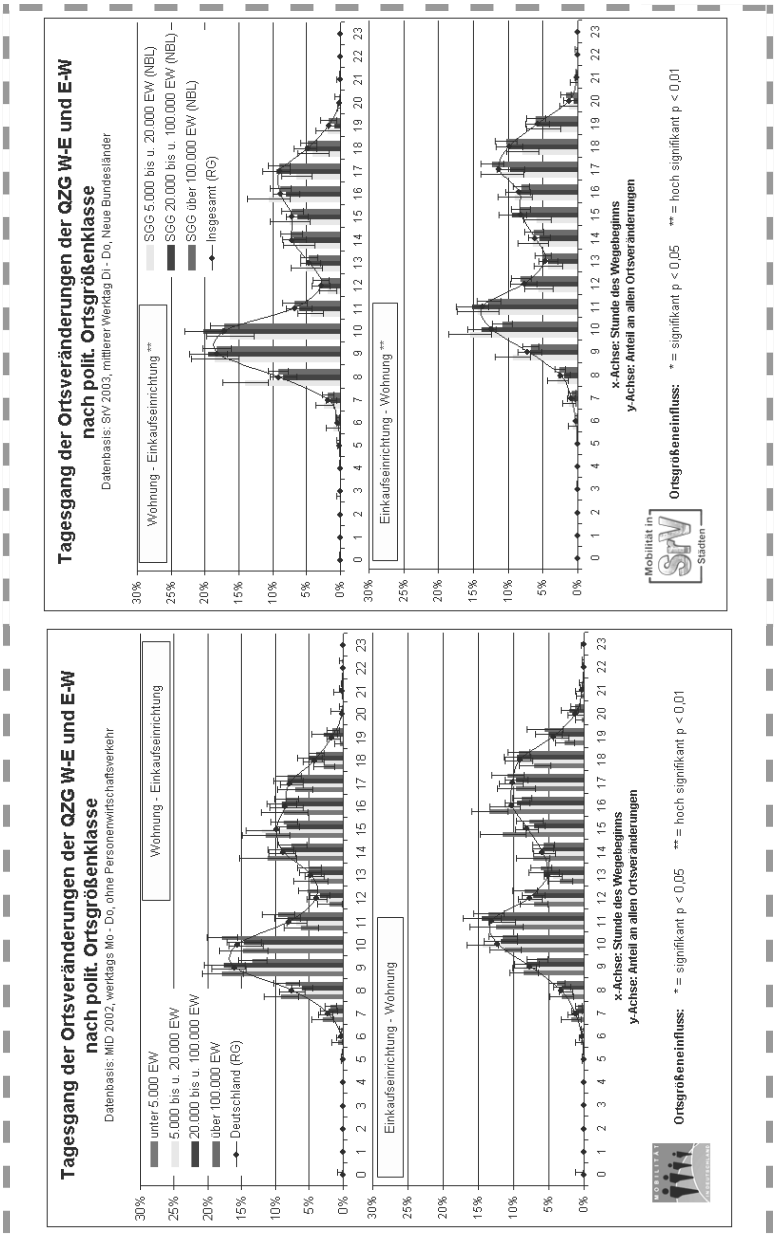
Die Effektgröße wird in allen vier Auswertungen überschritten. Die maximalen Abweichungen zum Referenzwert betragen für die QZG W-E 2,7 % (MiD) und 4,9 % (SrV). Für die QZG E-W betragen diese 3,3 % (MiD) und 3,0 % (SrV). Für die SrV Auswertung kann die Nullhypothese demnach unmittelbar abgelehnt werden.

Für MiD wird als Entscheidungshilfe der KI-Einschluss hinzugezogen. Für beide QZG schließen die KI den Referenzwert in mehr als einer Kategorie nicht ein. Die Nullhypothese ist demnach abzulehnen.

Tabelle 5-35: Bewertung des Ortsgrößeneinflusses für den Tagesgang der OV in der QZG W-E und E-W

MiD: Tagesgang nach pol. Ortsgrößenkl.		Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Einschluss [a)]
W-E	Pearson	160,0	1,3	21,6	7164,0	0,161	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	164,6	1,3	21,6	7164,0	0,137		
E-W	Pearson	155,8	1,3	19,4	6430,1	0,202	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	159,7	1,3	19,4	6430,1	0,179		
SrV: Tagesgang nach pol. Ortsgrößenkl.								
W-E	Pearson	123,3	2,0	32,3	130369,7	0,001**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	124,2	2,0	32,3	130369,7	0,001**		
E-W	Pearson	104,4	1,7	30,0	147853,9	0,009**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	106,8	1,7	30,0	147853,9	0,007**		

a) Konfidenzintervalle schließen in Gruppen, für die die Effektgröße erreicht bzw. überschritten wird, den Referenzwert ein.
Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-27: Tagesgang der Ortsveränderungen für QZG W-E und E-W nach polit. Ortsgrößenklassen; links: MiD 2002; rechts: SrV 2003

Die Darstellung der Auswertung für die QZG W-F und F-W enthält Abbildung 5-28. Unterschiede nach Ortsgrößenklassen lassen sich für die QZG W-F im Zeitraum zwischen 14:00-15:59 Uhr und für die 19. Stunde in MiD sowie im SrV für Ortsveränderungen mit Beginn im Zeitraum von 8:00 bis 9:59 Uhr, in der 14. Stunde sowie in der 18. Stunde vermuten. Für Wege der QZG F-W hingegen deuten die Daten auf Unterschiede nach Ortsgröße für Wege mit Beginn in der 16. bis 18. und 23. Zeitscheibe in MiD sowie in der 16., 19. und 22. bis 23. Zeitscheibe des Tages im SrV. Insgesamt fallen die Abweichungen jedoch deutlich geringer aus als in den bisher analysierten QZG. Im Vergleich des Tagesganges zwischen MiD und SrV ist zunächst in beiden Erhebungen nahezu die gleiche Vormittags- und Nachmittagsspitze festzustellen. Den MiD-Tagesgang kennzeichnet darüber hinaus ein etwas höherer Anteil an Ortsveränderungen in den Abendstunden. Im nächsten Schritt erfolgt die Prüfung, inwiefern sich die deskriptiv festgestellten Unterschiede statistisch belegen lassen. Dazu ist die Analyse bezüglich der Entscheidungskriterien in Tabelle 5-36 dargestellt. Die statistische Prüfung führt für die MiD-Datenbasis weder für W-F noch für F-W zu einem signifikanten Ergebnis. Die vorgegebene Effektgröße von 2 % (Abweichung zur Referenzgruppe) wird für MiD in den QZG W-F und F-W jeweils für eine Kategorie überschritten (W-F: 2,3 % in der neunzehnten Tagesstunde; F-W 2,1 % in der sechzehnten Tagesstunde) Die KI schließen den Referenzwert für diese Tagesstunden ein. Daher kann die Nullhypothese für MiD nicht abgelehnt werden und wird vorläufig beibehalten.

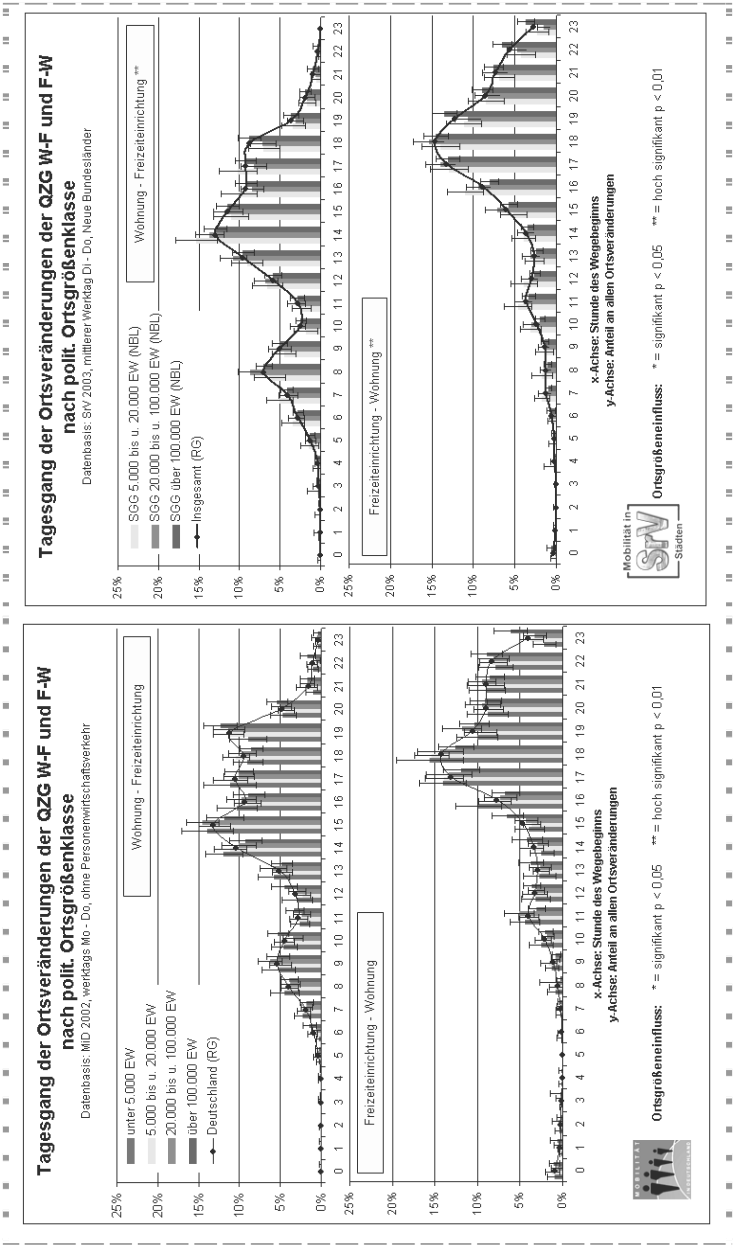
Im Gegensatz dazu wird für SrV anhand der statistischen Prüfung ein signifikantes Ergebnis erzielt. Die Effektgröße wird für W-F und F-W für jeweils eine Zeitscheibe überschritten (W-F: 2,4 % in der 14. Zeitscheibe; F-W 2,1 % in der 16. Zeitscheibe). Auf Basis dieses Befundes kann die Nullhypothese für SrV abgelehnt werden.

Tabelle 5-36: Bewertung des Ortsgrößeneinflusses für den Tagesgang der OV in der QZG W-F und F-W

MiD: Tagesgang nach pol. Ortsgrößenkl.		Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Einschluss[a)]
W-F	Pearson Chi²	125,0	0,87	19,8	6579,4	0,623	Ja	Ja
	Likelihood-Quotient	130,2	0,91	19,8	6579,4	0,576		
F-W	Pearson Chi²	166,4	1,3	28,6	9494,9	0,165	Ja	Ja
	Likelihood-Quotient	169,3	1,3	28,6	9494,9	0,148		
SrV: Tagesgang nach pol. Ortsgrößenkl.								
W-F	Pearson Chi²	143,9	1,8	38,5	193405,0	0,001**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	147,0	1,86	38,5	193405,0	0,001**		
F-W	Pearson Chi²	165,8	2,0	41,0	217410,9	0,000**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	170,7	2,0	41,0	217410,9	0,000**		

a) Konfidenzintervalle schließen in Gruppen, für die die Effektgröße erreicht bzw. überschritten wird, den Referenzwert ein.

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

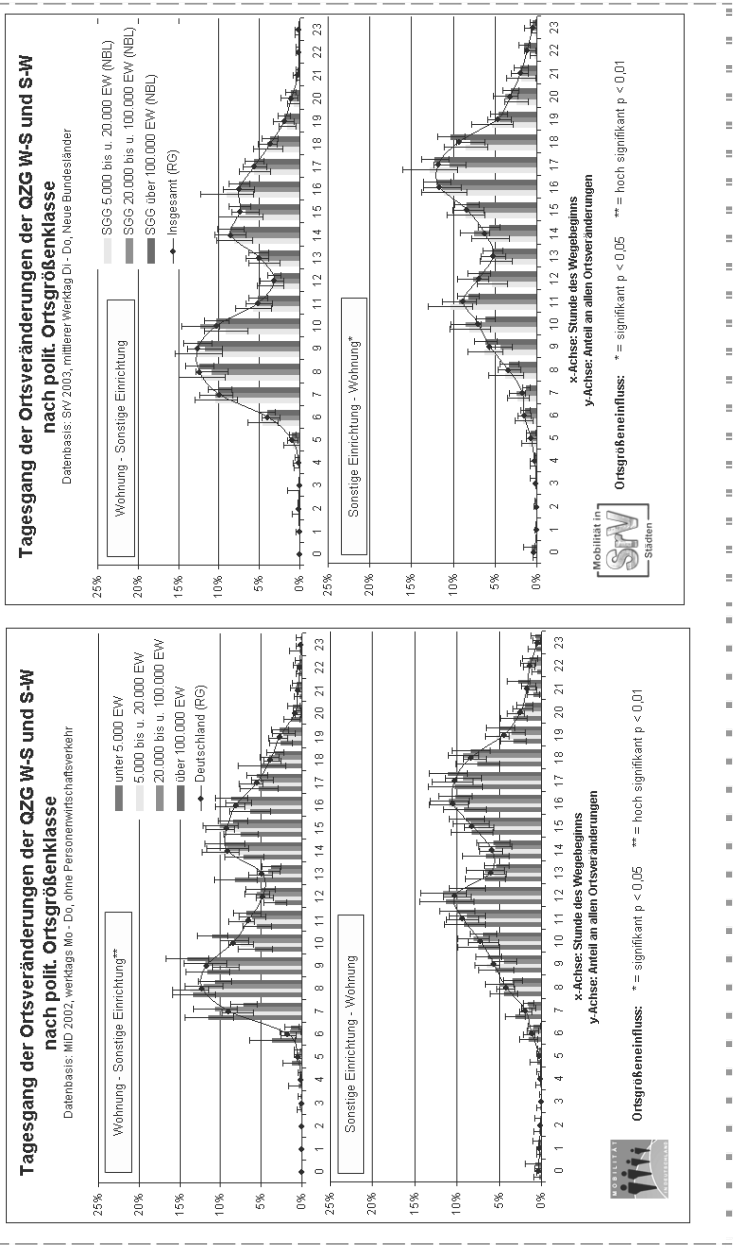
Abbildung 5-28: Tagesgang der Ortsveränderungen für QZG W-F und F-W nach polit. Ortsgrößenklassen; links: MiD 2002; rechts: SrV 2003

Für die QZG W-S und S-W sind die Auswertungen des Tagesganges in Abbildung 5-29 enthalten. In der QZG W-S sind visuell Unterschiede nach Ortsgrößen zu erkennen. Dies betrifft insbesondere die Zeiträume 7:00 bis 10:59 Uhr und 13:00 bis 14:59 Uhr in MiD. Die Auswertung des SrV hingegen zeigt nennenswerte Unterschiede lediglich für Ortsveränderungen mit Beginn im Zeitraum von 10:00 bis 10:59 Uhr. Bei Betrachtung der QZG S-W fällt auf, dass ein möglicher Raumtypeneinfluss in den Daten deskriptiv lediglich in den Stundenscheiben 12 (MiD) und 18 (SrV) zu vermuten ist. Beim Vergleich des SrV-Tagesganges mit dem der MiD lassen sich gute Übereinstimmungen bezüglich des Verlaufes feststellen. Sowohl die Vormittags- als auch die Nachmittagsspitze stimmen gut überein. Im Anschluss erfolgt erneut die Prüfung, inwieweit Unterschiede nach Ortsgrößenklassen statistisch signifikant und praktisch relevant sind. Bei der MiD-Auswertung wird ein signifikantes Testergebnis für QZG W-S erzielt. Für QZG S-W hingegen kann keine Signifikanz festgestellt werden. Während in MiD die Effektgröße für W-S überschritten wird (max. 3,2 % in der 13. Zeitscheibe) trifft dieser Sachverhalt auf für S-W nicht zu. Für die QZG W-S ist die Nullhypothese entsprechend abzulehnen, für S-W wird sie vorläufig beibehalten. Die Prüfung des Tagesgangs im SrV erreicht in der QZG W-S nicht die geforderte Signifikanzschranke. Für die QZG S-W weisen die Prüfmaße inkonsistente Ergebnisse auf. Unter Zugrundelegung des Pearson-Chi²-Tests wird die Signifikanzschwelle nicht erreicht, wohingegen diese bei Prüfung auf Basis des Likelihood-Quotienten-Tests überschritten wird. Bei Zugrundelegung der SrV-Werte wird die Effektgröße für die QZG W-S in einer Kategorie erreicht (2,0 % in der zehnten Zeitscheibe). Dagegen bleibt diese für S-W zu allen Tageszeiten unterschritten. Für beide Auswertungen sind dadurch die KI als Entscheidungskriterium maßgebend. Da der Referenzwert in den dazugehörigen KI enthalten ist, wird für die Auswertung der SrV-Datenbasis die Nullhypothese sowohl für QZG W-S als auch für S-W beibehalten.

Tabelle 5-37: Bewertung des Ortsgrößeneinflusses für den Tagesgang der OV in der QZG W-S und S-W

MiD: Tagesgang nach pol. Ortsgrößenkl.		Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Einschluss [a)]
W-S	Pearson Chi²	236,1	2,0	31,3	10387,5	0,001**	Ja	Nein
	Likelihood-Quotient	226,9	1,9	31,3	10387,5	0,002**		
S-W	Pearson Chi²	133,0	1,1	31,5	10450,4	0,305	Nein	Ja
	Likelihood-Quotient	134,8	1,1	31,5	10450,4	0,286		
SrV: Tages. nach pol. Ortsgrößenkl.								
W-S	Pearson Chi²	54,9	0,8	40,6	160152,6	0,851	Ja	Ja
	Likelihood-Quotient	56,0	0,8	40,6	160152,6	0,831		
S-W	Pearson Chi²	103,4	1,4	38,2	154425,5	0,067	Nein	Ja
	Likelihood-Quotient	114,8	1,5	38,2	154425,5	0,022*		

a) Konfidenzintervalle schließen in Gruppen, für die die Effektgröße erreicht bzw. überschritten wird, den Referenzwert ein. Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-29: Tagesgang der Ortsveränderungen für QZG W-S und S-W nach polit. Ortsgrößenklassen; links: MiD 2002; rechts: SrV 2003

Abschließend wird der Raumtypeneinfluss für die QZG S-S geprüft (siehe Abbildung 5-30). Abweichungen nach Ortsgrößen sind in den Daten von MiD bei Wegebeginn im Zeitraum von 12:00 bis 12:59 Uhr sowie 16:00 bis 16:59 Uhr zu vermuten. In der SrV-Auswertung werden Unterschiede angezeigt für den Wegebeginn im Zeitraum von 10:00 bis 10:59 Uhr und 16:00 bis 17:59 Uhr.

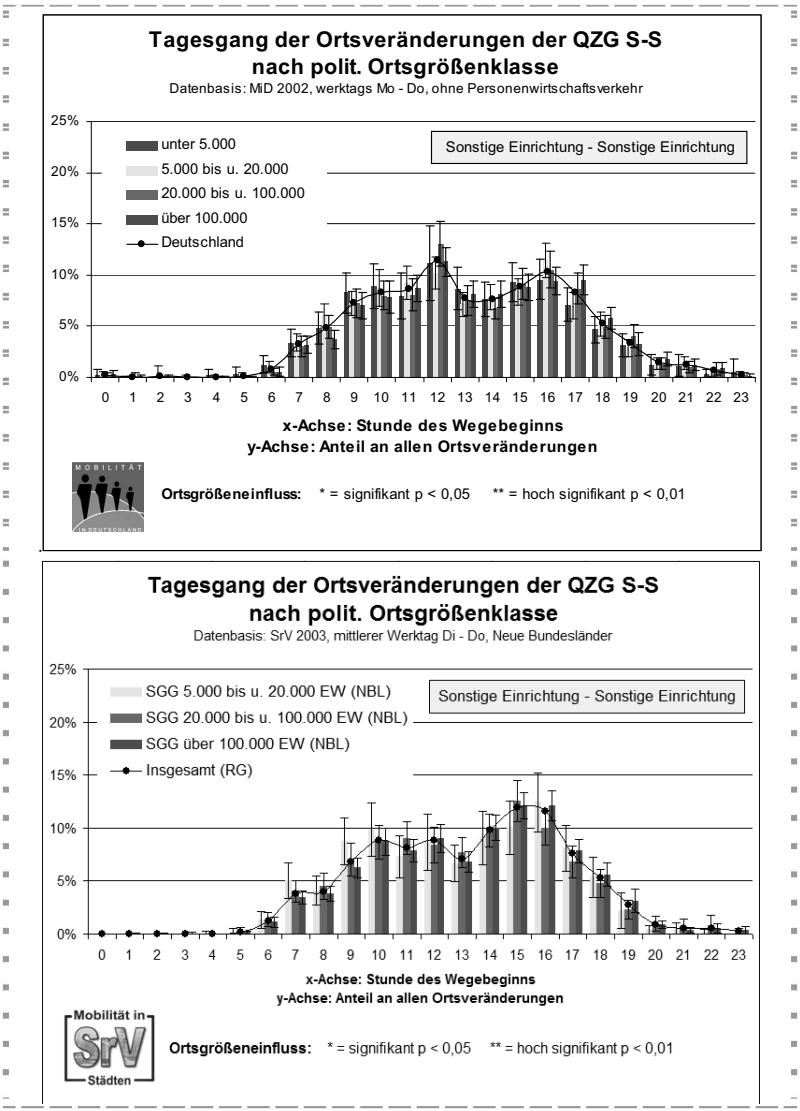
Im Vergleich beider Erhebungen ist festzustellen, dass die Tagesganglinien einen geringfügig abweichenden Verlauf zeigen. Während die MiD-Ganglinie zwei Peaks (12. und 16 Zeitscheibe) aufweist, ist für die SrV-Ganglinie lediglich die Nachmittagsspitze (ebenfalls 16. Zeitscheibe) auffällig. Jedoch sind die Abweichungen insgesamt gering, da sich der Anteil der Ortsveränderungen relativ gleichmäßig über den Tageszeitraum zwischen 6:00 und 19:59 Uhr verteilt.

Die zur QZG S-S gehörigen Prüfkriterien sind in Tabelle 5-38 dargestellt. Der Hypothesentest zeigt für keine der beiden Erhebungen signifikante Ergebnisse. Die Effektgröße bleibt sowohl für SrV als auch für MiD unterschritten. Daher kann die Nullhypothese nicht abgelehnt werden und wird vorläufig beibehalten.

Tabelle 5-38: Bewertung des Ortsgrößeneinflusses für den Tagesgang der OV in der QZG S-S

QZG S- S pol.	Tagesgang nach Ortsgrößenkl.	Statistik	F	Df 1	Df 2	Sig.	Effektgröße erreicht	KI – Einschluss [a)]
MiD	Pearson Chi²	173,5	1,1	19,7	6549,8	0,357	Nein	Ja
	Likelihood-Quotient	169,3	1,1	19,7	6549,8	0,387		
SrV	Pearson Chi²	88,0	1,1	33,6	48006,7	0,336	Nein	Ja
	Likelihood-Quotient	92,1	1,1	33,6	148006,7	0,267		

a) Konfidenzintervalle schließen in Gruppen, für die die Effektgröße erreicht bzw. überschritten wird, den Referenzwert ein.
Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Abbildung 5-30: Tagesgang der Ortsveränderungen für QZG S-S nach polit. Ortsgrößenklassen; oben: MiD 2002; unten: SrV 2003

Zusammenfassend ist festzustellen, dass insgesamt für den Tagesgang der Ortsveränderungen eine Ortsgrößenabhängigkeit auftritt (siehe Abbildung 5-31). Die

Nullhypothese konnte für die meisten QZG abgelehnt werden. Ausnahmen bilden lediglich die QZG:

- W-F und F-W,
- W-S und S-W sowie
- S-S.

Für den Tagesgang der Ortsveränderungen von der Wohnung zur Freizeiteinrichtung bzw. umgekehrt sind keine gesicherten Erkenntnisse zur Richtigkeit der H_0 oder H_1 erzielt worden. Daher kann zum Ortsgrößeneinfluss dieser Relationen im Grunde keine widerspruchsfreie Aussage getroffen werden. Festzuhalten ist jedoch, dass die gefundenen Raumtypenunterschiede gering sind. Die Effektgröße wurde nur minimal überschritten. Darüber hinaus liegt für die QZG W-S aufgrund sich widersprechender Ergebnisse aus MiD 2002 und SrV 2003 keine hinreichend gesicherte Grundlage zur Ablehnung der H_0 vor. Übereinstimmende Ergebnisse zeigen die zwei Untersuchungsgruppen für die QZG S-W und S-S. Weder auf Basis der statistischen Prüfung noch aus planungspraktischer Sicht kann die Nullhypothese abgelehnt werden. Für die QZG S-A und A-S konnten aufgrund der geringen Fallzahlen sowohl in MiD als auch in SrV keine raumtypenspezifischen Untersuchungen erfolgen.

MiD 2002 und SrV 2003: Tagesgang der Ortsveränderungen nach QZG (Werktage Mo-Do) - Ortsgrößeneinfluss

Erhebung \ QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
MiD 2002		e		e	b					e	b		--	--	
SrV 2003	e	e				b						c	--	--	

Ortsgrößeneinfluss: H_1 nicht brauchbar, kein Ortsgrößeneinfluss; H_1 eingeschränkt brauchbar; H_1 brauchbar, Ortsgrößeneinfluss

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichnung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)
-- = aufgrund geringer Fallzahl keine Prüfung möglich

MiD 2002 und SrV 2003: Tagesgang der Ortsveränderungen nach QZG (Werktage Mo-Do) - Gesamtergebnis

QZG:	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
Gesamtergebnis Ortsgrößeneinfluss															

H_0 wird angenommen, kein Ortsgrößeneinfluss

Keine gesicherte Erkenntnis zur Richtigkeit der H_0 und H_1

H_0 wird abgelehnt, Ortsgrößeneinfluss

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 5-31 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse zum Tagesgang der Ortsveränderungen nach QZG

5.3.2.4.2 Übertragbarkeit

Der nächste Schritt ist die Prüfung der überregionalen Stabilität. *Der Tagesgang der Ortsveränderungen* (ausgewertet nach 24 Zeitscheiben) steht - wie bereits gezeigt - im Zusammenhang mit der Ortsgröße. Um die Übertragbarkeit prüfen zu können, ist dieser daher zunächst nach Ortsgrößenklassen zu differenzieren und im Anschluss auf überregionale Stabilität zu untersuchen. Derart feinteilige Analysen

sind jedoch vor dem Hintergrund der verbleibenden statistischen Stabilität problematisch. Für differenzierte Analysen stehen weder im SrV 2003 noch in MiD 2002 (Werktag Mo-Do) genügend Fallzahlen zur Verfügung. Daher konnte die Übertragbarkeit des Tagesganges der Ortsveränderungen nicht geprüft werden. Demnach wurden dazu auch keine neuen Erkenntnisse gewonnen.

5.3.2.4.3 Fazit

Die Analyse des *Tagesganges der Ortsveränderungen* erfolgte für jede volle Stunde. Die Auswertungen beziehen sich auf die Startzeit eines Weges. Dabei zeigt sich zunächst, dass die Auswertung des Tagesganges in aggregierter Form (d. h. ohne QZG-Bezug) Unterschiede nach Ortsgrößenklassen nahe legt. Zwar wird die vorgegebene Effektgröße als Abweichung von zwei Prozentpunkten zur Referenzgruppe sowohl in MiD 2002 als auch in SrV 2003 zu allen Tagesstunden unterschritten, jedoch zeigt die Signifikanzprüfung und die Prüfung auf Basis der KI einen statistisch abgesicherten Unterschied. Die Alternativhypothese ist daher eingeschränkt brauchbar. Die größten Unterschiede sind für den Wegebeginn in der sechsten Tagesstunde zu verzeichnen. In dieser Zeitscheibe zeigt sich ein Zusammenhang mit der Ortsgröße. Mit steigender Ortsgröße sinkt der Anteil am Tagesverkehrsaufkommen in dieser Zeitscheibe.

Die Prüfung des Raumtypeneinflusses auf Basis MiD 2002 und SrV 2003 führte für den Tagesganges nach QZG für zehn von 13 untersuchten QZG zu übereinstimmenden Befunden. Für drei QZG (W-F, F-W und S-W) kam es zu widersprüchlichen Ergebnissen. Zwei QZG (S-A und A-S) konnten aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht geprüft werden. Stärkere und vor allem systematische Unterschiede im Tagesgang nach Ortsgrößenklassen wurden für die QZG W-A, W-K und K-W sowie W-B gefunden. Ein Zusammenhang mit der Ortsgröße besteht demnach bei Ortsveränderungen zu nichtsubstituierbaren Aktivitäten.

Ein systematischer, wenngleich schwächerer Zusammenhang als bei nichtsubstituierbaren Ortsveränderungen, kann konstatiert werden für Ortsveränderungen im Zusammenhang mit Einkaufsaktivitäten (QZG W-E und E-W). Für Ortsveränderungen, die in Verbindung zu Freizeitaktivitäten stehen, ist ein Ortsgrößeneinfluss lediglich bei der Verteilung des Wegebeginns in den Nachmittags- und Abendstunden ersichtlich. Die Nullhypothese kann nur auf Basis der SrV-Daten abgelehnt werden. In Bezug auf die QZG W-S zeigt nur MiD eine Ortsgrößenabhängigkeit, die sich vorwiegend in unterschiedlichen Wegeanteilen in den Vormittagsstunden ausdrückt. Für die QZG S-W und S-S kann die Unabhängigkeit des Tagesganges von der Ortsgröße für beide Untersuchungsgruppen nicht abgelehnt werden. Bezüglich der Übertragbarkeit des Tagesganges sind aufgrund der der geringen Reststichprobe keine Erkenntnisse gewonnen wurden. Eine statistisch abgesicherte Aussage zur Übertragbarkeit des Tagesganges ist demnach nicht möglich

6 Resümee und Ausblick

6.1 Methodische Erkenntnisse

Für die Verkehrsnachfragemodellierung stehen dem Planer sehr differenzierte Modellansätze zur Verfügung. Ein wesentliches Unterscheidungskriterium stellt dabei der Modellierungsgegenstand dar. Mikroskopische Modelle versuchen mit Hilfe von Monte-Carlo-Simulationen Tages- oder Wochenpläne von (statistischen) Einzelpersonen abzubilden. Vor diesem Hintergrund sind insbesondere die Daten von Längsschnitterhebungen, wie dem Deutschen Mobilitätspanel, von wesentlicher Bedeutung. Mit den Paneldaten kann für eine längsschnittorientierte Mikrosimulation mittlerweile eine ausreichende Varianz des Verhaltens generiert werden. Durch das mikroskopische Vorgehen unter Zugrundelegung von Längsschnittdaten ergeben sich andere Anforderungen an das empirische Datenmaterial als bei makroskopischer Verkehrsnachfragemodellierung.

Makroskopische Modelle versuchen auf Basis der klassischen vier Stufen Verkehrserzeugung, -verteilung, -aufteilung und -umlegung die Verkehrsnachfrage zu berechnen. Die einzelnen Stufen werden dabei sukzessive mittlerweile jedoch größtenteils simultan - einschließlich diverser Rückkopplungsschritte innerhalb der Stufen sowie über alle Stufen - durchlaufen. Derartige makroskopische Modelltypen haben untereinander grundsätzlich ähnliche Anforderungen an das empirische Datenmaterial. Häufig werden die Aktivitätenketten zerlegt (z. B. in Quelle-Ziel-Gruppen) und mit möglichst verhaltenshomogenen Personengruppen gekoppelt. Dieser Schritt hat zur Folge, dass Kennwerte aus Verhaltenserhebungen auf stark disaggregierter Ebene bereitzustellen sind. Demnach werden Erhebungen mit großen Stichproben benötigt. Derartige Erhebungen können kosteneffizient lediglich als Querschnitterhebungen angelegt sein.

Wegen der grundsätzlich unterschiedlichen Herangehensweisen beider Modellierungsstrategien bereits im Schritt der Verkehrserzeugung konzentriert sich die Arbeit auf die Anforderungen einer der beiden Strategien. Der Fokus wird auf makroskopische Verkehrsplanungsmodelle gerichtet. Begründet werden kann dies *zusätzlich* damit, dass

- der Autor maßgeblich an der Vor- und Nachbereitung der Querschnitterhebung „Mobilität in Städten – SrV 2003“ beteiligt war,
- bereits auf eine über Jahrzehnte andauernde Zusammenarbeit zwischen den Datenerhebern des SrV und den Modellentwicklern von EVA zurückgeblickt werden kann sowie

– in Hinblick auf die Datenanforderungen mikroskopischer Modelle bereits empirische Studien u. a. auf Basis des Mobilitätspanels existieren.

Eine wesentliche Säule der Arbeit besteht in der *Einbeziehung der statistischen Stabilität* in die Datenanalyse. Anhand statistischer Vertrauensbereiche (Konfidenzintervalle) kann die Qualität einer Parameterschätzung in Bezug auf die Grundgesamtheit beurteilt werden. Dabei ist die Auswirkung der komplexen Stichprobenpläne von MiD und SrV auf die Varianz der Parameterschätzung zu berücksichtigen. Die Notwendigkeit dazu ist gegeben, da bei Anwendung der Standardalgorithmen für die uneingeschränkte Zufallsauswahl die Vertrauensbereiche i. A. systematisch unterschätzt werden.

Eine verbesserte Varianzschätzung zur Berücksichtigung der komplexen Stichprobenpläne konnte sowohl für MiD 2002 als auch für SrV 2003 analytisch auf Basis des Verfahrens der Taylor-Linearisierung umgesetzt werden. Dazu waren jedoch Vereinfachungen notwendig, da aus datenschutzrechtlichen Gründen vom BMVBS für MiD 2002 grundsätzlich keine detaillierten Informationen zum Auswahlverfahren, d. h. insbesondere zum Stichprobenplan (z. B. unterschiedliche Auswahlwahrscheinlichkeiten, Auswahlsätze, Aufteilung der Grundgesamtheit, Name der Gemeinden), sowie keine detaillierteren Informationen zu den in der Gewichtung verwendeten Hilfsvariablen zur Verfügung gestellt werden. Diese wären jedoch zur sachgerechten Berücksichtigung des komplexen Ausfallprozesses in der Gewichtung (z. B. Umsetzung des Kalibrierungsansatzes) und zur Modellierung des Auswahl- und Ausfallprozesses für die Varianzschätzung von hohem Nutzen. Auf Basis des angewandten Varianzschätzverfahrens wird jedoch bereits eine deutliche Verbesserung der Schätzgüte gegenüber den Algorithmen der uneingeschränkten Zufallsauswahl erwartet[248]. Mit der vorliegenden Arbeit ist erstmalig eine komplexe Varianzschätzung für SrV-Daten umgesetzt worden. Die Ergebnisse helfen, den Einfluss des Klumpeneffektes auf Haushaltsebene auf die Stichprobengenauigkeit abzuschätzen und damit den Genauigkeitsverlust anhand des *Design-Faktors (Deft)* zu beurteilen.

248 In diesem Zusammenhang sei auf einen Aspekt hingewiesen, der nach Ansicht des Autors für die differenzierte statistische Analyse komplex erhobener Verkehrsverhaltensdaten wesentlich ist. Viele der in der Forschungspraxis angewandten induktiven Methoden haben Anwendungsvoraussetzungen, die selbst durch Datentransformation – wenn überhaupt – nur bedingt erfüllt werden können. Zudem verwendet eine Vielzahl der Verfahren die aus den Daten geschätzte Varianz als Rechengröße. Je nach Stichprobendesign ist damit häufig eine komplexe Varianzschätzung bei der Umsetzung der Verfahren zugrunde zulegen. Erfolgt dies nicht und sind darüber hinaus noch Anwendungsvoraussetzungen nicht erfüllt, führen Analysen im kritischen Fall zu Schlussfolgerungen die unbrauchbar sind, da die Prüfmethode (algorithmisch umgesetzt auf Basis uneingeschränkter Zufallsauswahl) zur Analyse des vorhandenen Datenmaterials ungeeignet ist.

Ein weiterer zentraler Baustein der Arbeit ist die Entwicklung eines geeigneten Bewertungsansatzes zur Beantwortung der Forschungsfragen. Da vor allem bei Untersuchungen mit großen Stichprobenumfängen das Problem besteht, dass die statistische Prüfung auf Basis von Signifikanztests selbst bei sehr kleinen – aus planungspraktischer Sicht unbedeutenden – Unterschieden zu statistisch signifikanten Befunden führt und nichtparametrische Tests bei zu kleinen Stichproben nur eine geringe Teststärke (Power) zeigen, wurde ein mehrstufiger Bewertungsalgorithmus entwickelt, der dem Signifikanz-Relevanz-Problem hinreichend Rechnung trägt. Der Bewertungsalgorithmus verbindet das Standardvorgehen (Signifikanztest) mit normativ gesetzten Effektgrößen. Die Effektgrößen bringen den Aspekt der planungspraktischen Bedeutsamkeit eines Merkmalsunterschieds in die Bewertung ein. Statt der klassischen relativen Effektstärkemaße, wie sie u. A. häufig in psychologisch-pädagogischen Untersuchungen Einsatz finden, wurden originalskalierte (absolute) Effektgrößen der Bewertung zugrunde gelegt. Dies erhöht die Transparenz der Methodik und ermöglicht die sachgerechte Beurteilung des „in Kauf genommenen“ Modellierungsfehlers. Sensitivitätsbetrachtungen zeigen die Entscheidungskonsistenz bei abweichender Setzung der Effektgröße. Dadurch können auch unterschiedliche Maßstäbe individuell in die Bewertung integriert werden.

Neben diesen beiden Entscheidungskriterien werden die - auf Basis der verbesserten Varianzschätzung - ermittelten Konfidenzintervalle als Entscheidungshilfe hinzugezogen. Dieser Bewertungsschritt erfolgt für die Konstellationen, bei denen Signifikanztest und Effektgröße im Widerspruch zueinander stehen. Eine besonders hohe Entscheidungskonsistenz erlangt der Ansatz zudem dadurch, dass zwei unabhängige Untersuchungsgruppen (MiD 2002 und SrV 2003) der Hypothesenprüfung zugrunde gelegt werden. Für den Fall, dass für beide Gruppen derselbe empirische Befund erzielt wird, können die entsprechenden Hypothesen angenommen bzw. abgelehnt werden.

6.2 Empirische Erkenntnisse

Das zentrale Anliegen dieser Arbeit bestand darin, verallgemeinerbare Erkenntnisse über die raumtypenspezifische Ausprägung verkehrserzeugungsrelevanter Verhaltensdaten zu gewinnen und dabei den Fokus auf makroskopische Verkehrsplanungsmodelle zu richten. Die Zielstellung ergab sich direkt aus der Verfügbarkeit aktuellen Datenmaterials, das mit der Verkehrsbefragung ‚Mobilität in Deutschland – MiD 2002’ flächendeckend erhoben wurde. Deren zeitliche und inhaltliche Nähe zur Erhebungsreihe ‚Mobilität in Städten – SrV 2003’ ließ zudem die Frage nach der Verknüpfbarkeit von stadt- und flächenbezogenen Verhaltensdaten entstehen. Dadurch konnten neue Erkenntnisse zur Abbildung von Verkehrsverhalten in Stadtregionen, d. h. für Städte und deren Umland, gewonnen werden.

Die Arbeit mit empirischen Daten erlaubt es bekanntermaßen lediglich, die aufgestellten Hypothesen vorläufig anzunehmen bzw. abzulehnen. Die neu gewonnenen Erkenntnisse besitzen daher solange Gültigkeit, bis wissenschaftlich abgesicherte, gegenteilige Befunde vorliegen.

Die Gegenüberstellung zentraler Erhebungsergebnisse aus MiD 2002 und SrV 2003 unter vergleichbaren Rahmenbedingungen (in Bezug auf Grundgesamtheit, Erhebungszeitraum und Wegedefinition) zeigt insgesamt eine gute Übereinstimmung. Anhand dieser Erkenntnis kann der Anwendungsbereich der Daten erweitert werden. Die Ergebnisse liefern die wissenschaftliche Bestätigung dafür, dass Kenngrößen aus MiD und SrV grundsätzlich auch verknüpft in einer Planungsaufgabe nutzbar sind.

Parallel dazu erfolgte eine Gegenüberstellung von Kennwerten der Neuen und Alten Bundesländer aus MiD. Die aufgrund aggregierter Auswertungen bereits vermuteten Ost-West-Unterschiede einiger zentraler Verkehrskennziffern können insbesondere für das spez. Verkehrsaufkommen auf disaggregierter Ebene (Einkauf, Freizeit) bestätigt werden. Ein weiteres Indiz für Ost-West-Unterschiede auf disaggregierter Ebene liefert u. a. die Auswertung des Tagesganges (z. B. in der Quelle-Ziel-Gruppe „Kindereinrichtung - Wohnung“). Diese Erkenntnisse stützen auch weiterführende Testauswertungen des Autors zum Einfluss des Haushaltseinkommens u. a. auf die Aktivitätenhäufigkeit anhand MiD 2002. Dabei ist ein Zusammenhang mit steigendem Haushaltseinkommen festzustellen. Das mittlere Haushaltseinkommen in den NBL liegt zum Analysezeitpunkt deutlich unter dem der ABL [lt. SCHÄFER (2005, S. 608 f.) beträgt der Ost-Anteil 71,5 % vom westdeutschen durchschnittlichen Vollzeitlohn für das Jahr 2004], was sich u. a. auf das Verkehrsverhalten auswirkt. Eine Übertragung von erzeugungsrelevanten Verkehrsverhaltensparametern der Alten Bundesländer auf Problemstellungen der Neuen Bundesländer erscheint daher grundsätzlich problematisch und ist im Einzelfall zu prüfen.

Die raumstrukturelle Datenanalyse unter Berücksichtigung modelltheoretischer Anforderungen erfolgt in der vorliegenden Arbeit für die Mobilitätsbeteiligung nach Personengruppen, das spez. Verkehrsaufkommen aktivitätenhomogener Schichten sowie für den Tagesgang der Ortsveränderungen nach Quelle-Ziel-Gruppen. Dabei zeigt sich die Mobilitätsbeteiligung weitestgehend stochastisch unabhängig von der Ortsgröße. Darüber hinaus kann von einer räumlichen Übertragbarkeit des Kennwerts ausgegangen werden. *Hypothese 3 und 4* können für die Mobilitätsbeteiligung angenommen werden.

Für das spez. Verkehrsaufkommen ist auf disaggregierter Ebene für die Mehrzahl der aktivitätenhomogenen Schichten ebenfalls von einer Ortsgrößenunabhängigkeit auszugehen. Die Hypothese, dass der Raumtypeneinfluss gegenüber ande-

ren verhaltensbestimmenden Merkmalen gering ist, kann weitgehend bestätigt werden. Demnach wird *Hypothese 3* angenommen. Jedoch bleibt eine gewisse Restunsicherheit bestehen, da teilweise widersprüchliche Ergebnisse zwischen MiD und SrV auftreten und somit für einige untersuchte Gruppen kein gesicherter Befund zur Annahme bzw. Ablehnung der Hypothese vorliegt. Die Prüfung der Übertragbarkeit (MiD nur Alte Bundesländer, SrV nur Neue Bundesländer) zeigte (vor allem auf Basis der MiD-Daten) keine durchgehende Stabilität. Allerdings konnten auch keine hinreichenden Argumente gefunden werden, die gegen die Übertragung des spez. Verkehrsaufkommens sprechen.

Für den Tagesgang kann die Hypothese angenommen werden, dass ein Zusammenhang mit der Ortsgröße besteht. Eine Prüfung der räumlichen Übertragbarkeit des nach Ortsgrößen differenzierten Tagesganges aus MiD und SrV erwies sich aufgrund der geringen Restfallzahlen als nicht zielführend. Aus diesem Grund konnten dazu keine neuen Erkenntnisse gewonnen werden.

Eine Zielstellung der Arbeit ist es, allgemeingültige Empfehlungen zur gezielten und kostengünstigen Erhebung von Verhaltensdaten für Stadtregionen abzuleiten. In der Arbeit wurde dazu das erzeugungsrelevante Verkehrsverhalten untersucht. Die Homogenität und Stabilität der Mobilitätsbeteiligung je Personengruppe ermöglicht die Umrechnung des spez. Verkehrsaufkommens je nach Untersuchungsgegenstand. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass für die *Modellierung der Verkehrserzeugung* großräumig erhobene Verhaltensdaten für konkrete Untersuchungsräume eingesetzt werden können. Die entsprechenden Parameter auf der Produktionsseite können demnach - zum Großteil ohne Ortsgrößendifferenzierung - mit hinreichender Genauigkeit für die Modellierung eines kompletten Untersuchungsgebietes (Stadt einschließlich Umland) Anwendung finden. Der Vorteil dieser Vorgehensweise besteht vor allem darin, dass zufällige Verzerrungen bzw. die stärkere Unsicherheit in den Kennwerten aufgrund sinkender bzw. kleiner Fallzahlen vermindert werden. Dieser Sachverhalt gilt insbesondere für aktivitätenhomogene Schichten, die keinen Ortsgrößeneinfluss zeigen.

Der Raumtypeneinfluss auf die Verkehrserzeugung ist nach Ansicht des Autors für Modellierungsaufgaben in Stadtregionen vernachlässigbar gering. Das zeigt insbesondere die Stabilität der SrV-Auswertung, bei der sich die Gemeinden unterschiedlichen Typs alle im Umland von und damit in funktionaler Verflechtung mit Kernstädten befinden. Würden die gefundenen Effekte aus den Ortsgrößenklassen der MiD, die teilweise aus peripheren Gemeinden resultieren, der Verkehrserzeugung einer lokalen Modellierungsaufgabe (Stadt und Umland) zugrunde gelegt, beginge man unter Umständen sogar einen systematischen Fehler. Weiterhin ist festzuhalten, dass für die Neuen Bundesländer die SrV-Daten für Modellierungsaufgaben in Stadtregionen gut geeignet und weitgehend übertragbar sind. Für eine Verkehrserzeugung in den Alten Bundesländer, scheint bislang MiD noch

die bessere Wahl zu sein. Eine verknüpfte Nutzung ist grundsätzlich möglich. Es wird auch eingeschätzt, dass aus Sicht der *Verkehrserzeugung* keine gesonderte Erhebung in den Umlandgemeinden einer Stadtregion erforderlich ist.

Diese Einschätzungen gelten jedoch nicht für die Verkehrsverteilung/Verkehrsaufteilung und für die Kalibrierung makroskopischer Modelle. Die räumliche Variation des aufteilungs- und kalibrierungsrelevanten Verkehrsverhaltens wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht vertieft untersucht. Daher bleibt die bislang geltende Empfehlung bestehen, dass lokale Haushaltsbefragungen für diese Modellierungsschritte wünschenswert sind.

6.3 Hinweise zur Planung und Durchführung des SrV 2008

6.3.1 Weiterentwicklung des Wegefragebogens

Die intensive Arbeit mit den Datengrundlagen MiD 2002 und SrV 2003 liefert eine Vielzahl an Erkenntnissen zur weiteren Qualifizierung des Erhebungsinstrumentes „Mobilität in Städten – SrV“. In Vorbereitung der im Jahre 2008 anstehenden Neuauflage der Erhebungsreihe wird nach Ansicht des Autors mit der Arbeit ein wesentlicher Impuls zur Weiterentwicklung der Methodik gegeben. Zentrale Hinweise zur Planung und Durchführung des SrV 2008, die sich aus der Bearbeitung ergaben, werden daher im Folgenden zusammengefasst.

Für die konsequente Umsetzung eines Quelle-Ziel-Gruppen-Konzeptes ist der räumliche Infrastrukturbezug, das heißt die Zuweisung eines Zweckes/Zieles zu Strukturgrößen von wesentlicher Bedeutung. Wegzwecke wie „Holen/Bringen von Personen“ oder „private Erledigung“, wie sie in SrV 2003 und MiD 2002 erhoben wurden, sind für eine Modellierungsaufgabe nutzlos. Jedoch ist zur Kenntnis zu nehmen, dass für eine schriftliche Befragung keine beliebig feine Zweckabfrage erfolgen kann. Daher ist ein Kompromiss zwischen möglichst starker Zweckdetaillierung und Belastbarkeit der Probanden zu suchen. Weiterhin ist zu beachten, dass eine Veränderung der Zweckkategorien nur in der Form erfolgt, dass die neu gebildeten Zwecke nachträglich wieder zu den ursprünglichen Zwecken des SrV zusammenfassbar sind (Vergleichbarkeit zu vorangegangenen Erhebungen). Um die Vergleichbarkeit zu bisherigen Durchgängen (insbesondere SrV 2003) zu bewahren, können Wege der Zweckkategorie „Holen/Bringen von Personen“ über die Begleitwege ermittelt werden. Diese wären im Fragebogen gesondert zu erfassen. Eine Möglichkeit ist, nach der Zweckabfrage eine Zusatzfrage zur Begleitung einzufügen. Dabei ist es nach Ansicht des Autors unerheblich, ob auf dem Weg je-

mand begleitet oder der Weg in Begleitung durchgeführt wurde. Eine Möglichkeit der Abfrage zeigt Abbildung 6-1.

Waren Sie in Begleitung unterwegs?
☐ Ja,
mit ☐ Haushaltsmitglied(ern)
mit ☐ anderen Person(en)
☐ Nein
(Falls Sie Ja angekreuzt haben, geben Sie bitte dazu die Anzahl der Begleitpersonen an. Tragen Sie bitte, falls zutreffend, auch eine „0“ ein.)

Abbildung 6-1: Beispiel zur Abfrage der Begleitung

Ein weiterer wesentlicher Punkt, der bislang insbesondere die Vergleichbarkeit zu MiD einschränkt, ist die Definition der Mobilitätsbeteiligung im SrV. Für eine lokale Modellierungsaufgabe ist es mittels Haushaltsbefragungen lediglich möglich, die einwohnerbezogenen Mobilitätskennwerte bereitzustellen, die Bezug zum Untersuchungsgebiet haben (Binnenverkehr, Quell- und Zielverkehr). Die Ortsveränderungen der Einwohner im Außenverkehr, z. B. die in Berlin durch einen Dresdner genutzte U-Bahn, sind darüber hinaus für den „Dresdner Modal Split“ unbedeutend. Daher existiert im SrV die Definition des „Örtlichen Verkehrs der Wohnbevölkerung“. Dementsprechend werden insbesondere Personen, die am Stichtag keinen Bezug zum Wohnort haben, als „nichtmobil“ gewertet. Die Ortsveränderungen dieser Personen werden im SrV standardmäßig nicht erfasst. Für nachträgliche Vergleiche bzw. Analysen ist es jedoch vorteilhaft, wenn wirklich „Nichtmobile“ (z. B. aufgrund von Krankheit) von im SrV „Pseudo-Nichtmobilen“ getrennt werden können.

Daher wird vom Autor eine andere Erfassung der Nichtmobilität vorgeschlagen. Dazu wäre auf dem Wegefragebogen der bislang in einem offenen Feld abgefragte Grund für Nichtmobilität zu ersetzen durch:

Sind Sie am Stichtag in Ihrer Stadt oder Gemeinde gewesen?	Ja ☐	Nein ☐
Waren Sie am Stichtag außer Haus unterwegs?	Ja ☐	Nein ☐
Bei einer Anwort mit „Nein“ bitten wir Sie auch um die Angabe des Grundes:		☐
HINWEIS: Falls sie eine oder beide Fragen mit „Nein“ beantwortet haben, brauchen Sie den WEGEFRAGEBOGEN nicht weiter ausfüllen.		

Abbildung 6-2: Mögliche Abfrage der nichtmobilen Personen

Weiterhin ist zu empfehlen, analog MiD 2002, eine Frage zur Mobilitätseinschränkung einzufügen. Eine weitere Verbesserung kann in Bezug auf die Abfrage des Besetzungsgrades erzielt werden. Der Besetzungsgrad für ein Verkehrsmittel k des motorisierten Individualverkehrs wurde bislang ermittelt zu:

$$BG_k = \frac{\text{(Fahrerfahrten + Mitfahrerfahrten) des Verkehrsmittels k}}{\text{Fahrerfahrten des Verkehrsmittels k}} \tag{6.1}$$

In der Vergangenheit wurde dieser konsequent berechnet, in dem z. B. die in der Verkehrsmittelabfrage angegebenen Pkw-Fahrten als „Fahrer“ oder „Mitfahrer“ zur Schätzung des Besetzungsgrades genutzt wurden.

Der auf diese Weise ermittelte Besetzungsgrad wird jedoch systematisch unterschätzt, da nicht bekannt ist, wie viele Personen wirklich das Verkehrsmittel benutzen[249]. Eine einfache Möglichkeit zur Verbesserung der Abfrage ist, für den Einzelweg die Anzahl weiterer Personen im Verkehrsmittel nach Angabe des Verkehrsmittels direkt abzufragen. Es erscheint sinnvoll, die Fahrzeugbesetzung vereinfachend lediglich von Pkw-Fahrerfahrten abzufragen, da bei Mitfahrern aus demselben Haushalt die Besetzung einer Fahrt sonst doppelt erfasst werden würde. Leichte Unschärfen, z. B. der unbekannte Besetzungsgrad bei Fahrten in Fahrzeugen, die nicht zum Haushalt gehören, jedoch von Haushaltsmitgliedern als Mitfahrer benutzt wurden, sowie Mitfahrten von Haushaltsmitgliedern im Haushalts-Pkw, bei denen der Fahrer kein Haushaltsmitglied war, treten zwar auch weiterhin auf, jedoch schätzt der Autor diese als gering ein.

Weiterhin kann bislang im SrV die Reihenfolge der auf einem Weg benutzten Verkehrsmittel nicht gesondert analysiert werden. Jedoch ist auch dieser Sachverhalt sehr einfach in den Fragebogen integrierbar, da standardmäßig bereits eine Verkehrsmittelnummer im Fragebogen vorhanden ist (für die Abfrage des Hauptverkehrsmittels). Mittels einer Zusatzfrage kann so die auf dem Einzelweg genutzte Verkehrsmittelfolge ermittelt werden. Aufgrund der o. g. Sachverhalte schlägt der Autor vor, für die Wegeabfrage statt des bisher verwendeten A4-Layouts einen A3-Wegebogen zu verwenden. Damit wäre deutlich mehr Platz für zusätzliche Zwecke und weitere Fragen, ohne jedoch die Übersichtlichkeit einzuschränken. Ein Vorschlag eines Wegefragebogenlayouts ist als Anlage VII beigefügt.

6.3.2 Erhebungsdurchführung und Feldphase

In der Vergangenheit wurden die SrV-Erhebungen (Feldphase) nur in einem Zeitraum von etwa 3 Monaten zwischen April und Juni durchgeführt. Seit Beginn der SrV-Zeitreihe 1972 wurde in dieser Zeit mit der Annahme erhoben, dass die dabei ermittelten Kennwerte den mittleren Jahresverkehr an Normalwerktagen im Vergleich zu anderen Monaten am besten wiedergeben und Abweichungen am ge-

249 Zu dieser Einschätzung gelangten beispielsweise auch HAUTZINGER/PFEIFFER (1994) in einer empirischen Studie zum Pkw-Besetzungsgrad.

ringsten sind. Grundlage dieser Annahme waren u. a. Untersuchungen aus den 1960er Jahren. Zu dieser Zeit erfolgten in der ehemaligen DDR umfangreiche Querschnittszählungen im Landstraßenverkehr. Die Jahresganglinien zeigten in den Monaten April, Mai und Juni sowie September und Oktober die geringsten Abweichungen vom normalwerktäglichen Durchschnittswert eines Jahres[250].

Untersuchungen zum Jahresgang auf Basis der MiD 2002 liefern aktuelle Erkenntnisse in Bezug auf günstige Erhebungszeiträume für Haushaltsbefragungen[251]. Auf Basis der MiD-Daten versuchen Rümenapp/Steinmeyer mit Hilfe varianz- und clusteranalytischer Verfahren u. a. Monatstypen zu bilden. Die Autoren stellen fest, dass in MiD die Monate Oktober und November für die meisten Merkmale durch eine starke Nähe zum Jahresmittelwert auffallen. Die Abweichungen zwischen den Monaten eines Halbjahrestyps[252] in MiD sind jedoch gering, so dass die bestehenden Empfehlungen zu günstigen Erhebungszeiträumen nicht widerlegt werden konnten. Jedoch schätzen die Autoren ein, dass es für eine Beschränkung des Erhebungszeitraumes auf wenige Monate zur Erhebung des durchschnittlichen Verhaltens der bundesdeutschen Bevölkerung (z. B. für die Neuauflage MiD) nur bedingt Möglichkeiten gibt, da der bzw. die typischen durchschnittlichen Monate im Jahr auf Basis der MiD-Daten nicht gefunden werden konnten. Die Untersuchungen von Rümenapp/Steinmeyer zeigen, dass der günstigste Erhebungszeitrum für den Jahresmittelwert von Kennwert zu Kennwert unterschiedlich ist[253].

Darüber hinaus sprechen vor allem organisatorische Aspekte gegen eine weitere Beschränkung der SrV-Feldphase auf drei Monate im Jahr. Aufgrund der Einschränkung möglicher Stichtage durch Wochenende, Ferien und Feiertage stehen in diesem Zeitraum je nach Stadt/Bundesland häufig weniger als 36 „mittlere Werktage“ als Stichtage zur Verfügung. Dadurch sind die Möglichkeiten für Erinnerungsaktivitäten vor allem für diejenigen Haushalte sehr eingeschränkt, in denen nicht alle Haushaltsmitglieder im ersten Kontaktversuch vollständig befragt werden können. Als Konsequenz werden nicht vollständig befragte Haushalte aufgrund der strengen SrV-Definition komplett aus der Stichprobe eliminiert, da kein ausreichendes Zeitfenster für Erinnerungsaktivitäten und Vergabe neuer Stichtage verfügbar ist.

250 Vgl. dazu auch Schnabel/Lohse (1997) S. 115 f.; Die Frühjahrsmonate, als günstige Erhebungszeiträume, wurden bislang auch in den „Empfehlungen für Verkehrserhebungen“ [FGSV (1991)] für verkehrstechnische Erhebungen (z. B. Zählungen) explizit benannt. Für Haushaltsbefragungen werden jedoch auch dort keine Empfehlungen ausgesprochen.

251 Rümenapp/Steinmeyer (2005)

252 Als Halbjahrestypen wurden von Rümenapp/Steinmeyer (2005) S. 102 die Frühjahrs- und Sommermonate sowie Herbst- und Wintermonate benannt.

253 Siehe Rümenapp/Steinmeyer (2005) S. 62 ff.

Durch einen kurzen Erhebungszeitraum werden auch die Qualität und Kosten der Feldarbeit eines Erhebungsbüros negativ beeinträchtigt. Da für die zeitgleiche Befragung in vielen Städten in wenigen Erhebungswochen eine kurzfristig benötigte hohe Anzahl von Interviewern notwendig wäre, können diese nicht in der Güte geschult werden wie eine kleinere Zahl und konsistente Gruppe an Personal. Der logistische Aufwand derartiger komprimierter Erhebungen hat auch höhere Kosten für die Feldarbeit zur Folge.

Darüber hinaus sind die Einflüsse des Wetters oder außergewöhnlicher Ereignisse (Baustellen, Großveranstaltungen etc.) in einem so engen Zeitraum folgenträchtiger als bei der Erhebung der Kennwerte über das ganze Jahr. Temporäre Wettereinflüsse können z. B. dazu führen, dass in manchen Städten Mobilitätskennziffern wie der Radverkehrsanteil stärker vom Jahresmittel abweichen als in vorangegangenen Erhebungsdurchgängen.

Demgegenüber hätte eine Ganzjahreserhebung erhebliche Vorteile:
- Präzisere Jahresdurchschnittswerte
- Größere mögliche Zahl von Kontaktversuchen
- Bessere Steuerung des Erhebungsablaufs, Qualitätsgewinne
- Parallele Datenanalyse und -aufbereitung
- Kosteneinsparung durch weniger CATI-Infrastruktur
- Kompatibilität zu MiD 2008
- Möglichkeiten zur saisonalen Auswertung (bei erhöhter Stichprobe)
- Kaum Einfluss von temporären Wetterzuständen und anderen außergewöhnlichen Ereignissen

Es wird sowohl aus fachlicher als auch aus organisatorischer Sicht empfohlen, SrV weiterhin an mittleren Werktagen, jedoch über das ganze Jahr zu erheben. Wesentliche Nachteile des kurzen Erhebungszeitraumes im Frühjahr könnten beseitigt werden.

Natürlich sind bei einer Umstellung der SrV-Feldphase vor allem aus Sicht der „traditionellen“ SrV-Städte auch einige nachteilige Aspekte kritisch zu bewerten. Durch die methodischen Änderungen der Erhebung gegenüber Vorgängererhebungen und die Variabilität der jeweiligen Jahrescharakteristik besteht die Gefahr, dass für einige in SrV 2008 ermittelten Kennwerte, bei denen nachgewiesener Maßen ein saisonaler Einfluss besteht (z. B. Modal Split), ein Bruch in der Zeitreihe nicht ausgeschlossen werden kann. Darüber hinaus ist festzustellen, dass für die Feldphase höhere Anforderungen an das Erhebungsbüro in Bezug auf die räumlich-zeitliche Schichtung gestellt werden, da sowohl räumlich (z. B. nach Ortsteilen) wie auch zeitlich (z. B. Erhebungsmonate) ein festgelegter Nettorücklauf erbracht werden muss.

6.3.3 Datenaufbereitung

Die umfangreiche nachträgliche Aufbereitung von MiD 2002 und SrV 2003 zeigen, dass bei Zugrundelegung modelltheoretischer Anforderungen bezüglich Datenqualität noch Spielraum für Verbesserungen vorhanden ist. Für das Aufbereitungskonzept des Erhebungsdurchganges SrV 2008 sollten die Erkenntnisse dieser Arbeit Berücksichtigung finden. Folgende Punkte erscheinen dem Autor wesentlich:

- Für die Datenaufbereitung ist es sinnvoll, für die Plausibilisierung der Wegelängen und Wegedauern zusätzlich zum bisherigen Vorgehen zulässige Geschwindigkeitsfenster (komplexe Reisegeschwindigkeit) zu berücksichtigen. Ein Vorschlag dazu ist in der Arbeit enthalten.
- Für die Bildung der häufigsten Aktivitätenmuster sollten dieselben Zweckgruppen zugrunde liegen, die auch zur Bildung von Quelle-Ziel-Gruppen verwendet werden. D. h., wird beispielsweise eine 17er-QZG-Einteilung ausgewertet, sollte die Bildung der Aktivitätsmuster auf Basis von acht Zweckkategorien erfolgen. Die Aktivitätsmuster bzw. Wegeketten müssen besonders sorgfältig auf Konsistenz geprüft werden.
- Die Nachkodierung offener Felder (Grund für Nichtmobilität, offene Zweckkategorie) kann mittlerweile relativ automatisiert mittels Mustererkennung erfolgen. Eine manuelle Nachkodierung ist dann nur noch für die verbliebenen nicht erkannten Muster erforderlich.
- Für die Bildung verkehrssoziologischer Personengruppen liefern die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit wichtige Hinweise. Zu nennen ist dabei insbesondere die Berücksichtigung der Pkw-Verfügbarkeit anhand prognostizierbarer Merkmale. Bestimmend für diese Verfügbarkeit sind insbesondere die Haushaltsmotorisierung und der Pkw-Führerscheinbesitz. Diese Parameter ermöglichen es, die Verfügbarkeit bei der Personengruppenbildung mittels prognostizierbarer Einflussgrößen in einer Modellierungsaufgabe zu berücksichtigen. Eine Beschreibung der Verfügbarkeit auf Basis dieser Kenngrößen erscheint daher zielführender als die - z. T. subjektiv beeinflusste - Einschätzung des Probanden zu „ständiger“, „teilweiser“ oder „keiner“ Verfügbarkeit.
- Die Berechnung des Rücklaufes sollte in SrV analog zur Berechnung in MiD erfolgen. Somit wären die Rückläufe besser vergleichbar. Dementsprechend müsste in der Feldphase die Anzahl der Haushalte erfasst werden, die zwar das 50%-Kriterium der MiD erfüllen, jedoch aufgrund der strengeren Regel im SrV (alle Haushalte müssen vollständig erfasst sein) nicht in die Netto-Stichprobe gelangen. Darüber hinaus sollte die Rücklaufberechnung unter Berücksichtigung der „Switcher“, d. h. der Übergänger vom schriftlichen zum telefonischen Design erfolgen.

6.3.4 Datenauswertung: Möglichkeiten und Grenzen

Die Stabilitätsanalyse der SrV-Daten gibt Hinweise dazu, wie künftig Auswertungen gestaltet sein können, um einerseits stadtspezifischen Anforderungen gerecht zu werden und andererseits Kennziffern für Modellierungsaufgaben hinreichend statistisch stabil zur Verfügung zu stellen. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass mit der SrV-Standardstichprobe von 1.000 Nettopersonen auf aggregiertem Niveau wesentliche Eckgrößen zum Verkehrsverhalten einer Stadt erhoben werden können. Jedoch stößt die Stichprobengröße, insbesondere bei Verwendung der Daten zu Zwecken der Verkehrsmodellierung, schnell an statistische Grenzen. Bei Anforderungen, die über die kontinuierliche Beobachtung der Verkehrsentwicklung auf Basis der Eckwerte zentraler Verhaltensdaten hinausgehen, sind die Anforderungen stets unter Berücksichtigung notwendiger Stichprobenerweiterungen zu diskutieren. Als Faustregel gilt, dass eine Halbierung des Konfidenzintervalls mit einer Vervierfachung des Stichprobenumfangs einhergeht[254].

Auf Wunsch vieler SrV-Städte wurden bislang stark disaggregierte Auswertungen zum Verkehrsaufkommen in die SrV-Dokumentation aufgenommen. Auf Ebene der Einzelstadt ist die statistische Genauigkeit derartiger Ergebnisse jedoch stark eingeschränkt. Für die Mobilitätsbeteiligung konnte im Rahmen dieser Arbeit weder ein Ortsgrößeneinfluss festgestellt werden, noch wurden Hinweise gefunden, die eine Einschränkung der Übertragbarkeit des Kennwertes suggerieren. In Bezug auf das spez. Verkehrsaufkommen zeigte die Ortsgröße nur einen geringen Einfluss. Insbesondere konnten im Rahmen der SrV-Auswertung auf disaggregierter Ebene kaum Unterschiede nach Ortsgröße gefunden werden. Darüber hinaus lieferte die SrV-Auswertung der Neuen Bundesländer keine Hinweise, die gegen eine Übertragbarkeit des Verkehrsaufkommens auf disaggregierter Ebene sprechen. Demzufolge sind Auswertungen des Verkehrsaufkommens aktivitätenhomogener Schichten aus stadtunabhängigen Gruppierungen (z. B „Gesamt-SrV“ der Neuen Bundesländer, SrV-Städtepegel, SrV-Stadtgrößengruppen) für die Städte wertvolle Stützen für ortsspezifische Modellierungsaufgaben. Der Autor empfiehlt daher, derartige Auswertungen 2008 standardmäßig in die SrV-Dokumentation für die Einzelstädte aufzunehmen.

6.4 Weiterer Forschungsbedarf

Die Arbeit eröffnet eine Reihe an Fragestellungen, die Gegenstand künftiger Forschungsaufgaben sein können. Insbesondere sei auf die nicht abschließend geklärte Frage einer adäquaten Gewichtung und Varianzschätzung für MiD und SrV hin-

254 Bortz (2004) S. 105

gewiesen. Dabei ist zu beachten, dass die Qualität der Schätzung in engem Zusammenhang mit dem eingesetzten Punktschätzer, dem Varianzschätzer und der Nonresponse-Problematik steht. Der in der Arbeit vorgestellte Kalibrierungsansatz von LUNDSTRÖM/SÄRNDAL (2002) auf Basis gesicherter Grundgesamtheitsinformationen zu Hilfsvariablen stellt eine interessante Möglichkeit zur Weiterentwicklung der bislang verwendeten Methodik dar. Darüber hinaus scheinen Resamplingmethoden zur Varianzschätzung (z. B. Jackknife, Jackknife linearised) viel versprechende Techniken zu sein.

Eine weitere interessante Forschungsfrage besteht darin, inwieweit ein Indikator mit höherem raumstrukturellem Erklärungsgehalt als die Ortsgröße identifizierbar ist. Ein Ansatz könnte in der Beschreibung der Lagegunst mit Hilfe von Erreichbarkeitskriterien liegen[255]. Ließe sich der Einfluss der räumlichen Situation auf das Verkehrsverhalten besser mit Hilfe von Lagegunstparametern abbilden, könnte dieser Sachverhalt statistisch geprüft und ggf. bei der Verkehrsnachfrageberechnung Berücksichtigung finden. Weitere interessante und modellierungsrelevante Erkenntnisse sind bei einer vertieften Analyse des Einflusses des zur Verfügung stehenden Mobilitätsbudgets auf das Verkehrsverhalten zu erwarten. Als Indikator könnte, insofern das Mobilitätsbudget empirisch nicht fassbar ist, das Haushaltseinkommen Verwendung finden. Eine weitere zu diskutierende Grundsatzfrage besteht darin, inwieweit die verkehrsplanerische Notwendigkeit besteht, alle Personen eines Haushaltes (Haushalte vollständig) zu befragen. Aus Sicht einer mikroskopischen Modellierungsaufgabe ist diese Frage unstrittig und die Notwendigkeit gegeben. Da dieser Sachverhalt für die Berechnung mittlerer Erwartungswerte zum Verkehrsverhalten der Bevölkerung jedoch nicht zutrifft, bleibt diese Frage noch zu diskutieren. Würde der feste Grundsatz aufgegeben und nur noch die aus dem Einwohnermelderegister gezogene Person befragt, wäre dies aus statistischer Sicht sehr vorteilhaft, da dann der Klumpeneffekt, zumindest für SrV, entfällt und somit eine deutlich präzisere Parameterschätzung möglich wird. Insofern die vorgeschlagenen Änderungen in der Erhebungsmethodik des SrV Eingang in den Durchgang 2008 finden, sind vertiefende wissenschaftliche Untersuchungen zu deren Auswirkungen zu empfehlen. Dies betrifft insbesondere die Analyse nichtmobiler Personen, des Pkw-Besetzungsgrades sowie der Auswirkungen der veränderten Feldphase auf die Erhebungsergebnisse

255 Die Grundidee zu diesem Ansatz stellt ZIMMERMANN (2005) vor.

Quellen- und Literaturverzeichnis

Ackermann, K.; Janetzki, G, u. a.: „Verkehrsaufkommen in Leipziger Neubaugebieten“. In: Die Straße, 21. Jahrgang, 10, S. 330-332, Oktober 1981

Ahrens, G.-A.; Badrow, A.; Kunert, U.; Ließke, F.: „KONTIV/SrV Kompatibilität von Verkehrserhebungen“. Endbericht zum Teilprojekt des Forschungsprojektes Nr. 70.631/2000 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (unveröffentlicht), TU Dresden, 2003

Ahrens, G.-A.; Liesske F.; Wittwer, R.: „SrV-Städtevergleich 2003“. TU Dresden, Lehrstuhl Verkehrs- und Infrastrukturplanung, 2004, (unveröffentlicht)

Ahrens, G.-A.; Wittwer, R.: „Nutzbarkeit und Stabilität von Kennwerten zum Verkehrsverhalten differenziert nach Raumtypen“. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben FoPS FE-Nr. 70.756/2004 im Auftrag des BMVBW Referat A30, Dresden, 2005, (unveröffentlicht)

Ahrens, G.-A; Hellenschmidt, J.; Ließke, F.; Wittwer R.: „Wenn zwei das Gleiche tun, erheben sie noch lange nicht dasselbe – Die Haushaltsbefragungen „Mobilität in Deutschland – MiD“ und Mobilität in Städten – SrV“ stehen vor ihrer Neuauflage“. Internationales Verkehrswesen, 59. Jahrgang, Heft Nr. 6/2007, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, 2007

Ahrens, G.-A.; Ließke, F.; Wittwer, R.: „Mobilitätsentwicklung ostdeutscher Städte - Ergebnisse des Systems repräsentativer Verkehrsbefragungen (SrV)“. In: Apel, D.; Holzapfel, H.; Kiepe, F.; Lehmbrock, M.; Müller, P. (Hrsg.): Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung, Bonn, 2005.

Ahrens, G.-A.; Ließke, F.; Wittwer, R.: „Mehr Autos - aber weniger Verkehr! Aktuelle Ergebnisse der Verkehrserhebung "Mobilität in Städten - SrV 2003" liegen vor“. Internationales Verkehrswesen, 57. Jahrgang, Heft Nr. 1/2005, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, 2005

Ahrens, G.-A.; Ließke, F.; Wittwer, R.: „Mobilitätsanalysen für die Region Dresden“.
Band 2 des Schlussberichtes der TU Dresden zum BMBF-Leitprojekt "intermobil Region Dresden". TU Dresden, 2004

Bartels, L.; Herlyn, U.(Hrsg.): „Lebenslauf und Raumerfahrung“. Opladen, 1990

Backhaus, K. et. al.: „Multivariate Analysemethoden- eine anwendungsorientierte Einführung“. 9. überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2000

Badrow, A.; Ließke, F.; Follmer, R.; Kunert, U.: „Die Krux der Vergleichbarkeit. Probleme und Lösungsansätze zur Kompatibilität von Verkehrserhebungen am Beispiel von Mobilität in Deutschland und SrV“. In: Der Nahverkehr, 20. Jahrgang, Heft 9/2002, S. 20-24, Alba Verlag, Düsseldorf, 2002

Berger, Y. G; Bjornstadt J.; Zhang, L.: „Imputation and Non-response“. DACSEIS deliverable D. 11.1 DACSEIS-Report, 2004, [cited 2006-10-28], Pdf-Format, verfügbar im World Wide Web:
< http://laplace.wiwi.uni-tuebingen.de/dacseis/RPM/deliverables/DACSEIS-D11-1.pdf>

Hautzinger, H .; Pfeiffer, M.: „Gesetzmäßigkeiten des Mobilitätsverhaltens“. Herausgegeben von der BASt – Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft M 57, Bergisch Gladbach, Mai 1996

BBR, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.): „Raumordnungsbericht 2000“. Selbstverlag des Bundesamtes, Bonn, 2000

BBR-Online – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: „Gebietstypen“. Stand 2004-01-20 [cited 2004-09-28], HTML-Format, verfügbar im World Wide Web:
<http://www.bbr.bund.de/raumordnung/raumbeobachtung/gebietstypen.htm>

Beckmann, K. J.: „Verkehrsmodelle – Forschung und Anwendung in der Praxis“. Stadt – Region – Land, Nr. 69, Tagungsband „AMUS 2000“, RWTH Aachen 2000

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): „Jugend- und Berufsausbildung in Deutschland unter Berücksichtigung der Panelstruktur“. Bundesinstitut für Berufsbildung, Berlin und Bonn, 1998

BIK Aschpurwis + Behrens GmbH (Hrsg.): „BIK Regionen –Methodenbeschreibung zur Aktualisierung 2000“. Projektbereicht, Stand: Oktober 2001, Hamburg, 2001

BMVBW – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (Hrsg.): „Kernelemente von Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten“. Bonn. 2003,verfügbar unter: <www.tu-dresden.de/srv>

Böhme U.: „Grundlagen zur Berechnung des städtischen Personenverkehrs“. Sonderschriften des Informationsheftes „Das Straßenwesen“, Heft 13, VEB Entwurfs- und Ingenieurbüro des Straßenwesens, im Auftrag des Ministeriums für Verkehrswesen, Hauptverwaltung Straßenwesen, Berlin, 1971

Bol, G.: „Deskriptive Statistik“. 2. Auflage, München, 1993

Bortz, J.: „Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler“. 6. Auflage 2004, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2004

Bourier, G.: „Beschreibende Statistik“. 2. Auflage, Wiesbaden, 1988

Brög, W., Winter, G.: „ Untersuchungen zum Problem der non-reported-trips zum Personen-Wirtschaftsverkehr bei Haushaltsbefragungen“. Forschungsbericht aus dem Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Verkehr und der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., Heft 593, Bonn, 1990

Brösius, F.: „SPSS 12“. 1. Auflage, Mitp-Verlag, Bonn, 2004

Chlond, B.: „Zeitverwendung und Verkehrsgeschehen – zur Abschätzung des Verkehrsumfangs bei Änderungen der Freizeitdauer“. Dissertation, Schriftenreihe Heft 55, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe (TH), Karlsruhe, 1996

Christfreund, W.; Förschner G.; Böhme U.: „Schriftliche Befragungen als Grundlage der Generalverkehrsplanung“. Wissenschaft und Technik im Straßenwesen, Hrsg. Versuchs- und Entwicklungsstelle des Straßenwesens, Berlin, 1969

Clauß, G.; Ebner, H.: „Grundlagen der Statistik“. Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 1974

Crane, R.: „The influence of urban form on travel: An interpretative review”. Journal of Planning Literature, Vol. 15, Nr. 1, S. 3-23, 2000

Cohen, J.: „Statistical power analysis for the behavioural sciences“. Verlag: Erlbaum, Hillsdale, N.J., 1988

Deaton, A.: „The Analysis of Household Surveys”. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1997

DIW Berlin, Infas GmbH (Hrsg.): „Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten – Methodenstudie“. Endbericht zum Forschungsprojekt Nr. 70.631/2000 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn, Berlin, 2001

DIW Berlin, Infas GmbH (Hrsg.): „Mobilität in Deutschland 2002 – Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten- Methodischer Projektbereicht (Hauptstudie)“. Endbericht zum Forschungsprojekt Nr. 70.0681/2001 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn, Berlin, Juni 2003

DIW Berlin, Infas GmbH (Hrsg.): „Mobilität in Deutschland 2002 – Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten- Inhaltlicher Projektbericht (Hauptstudie)“. Ergebnisbericht zum Forschungsprojekt Nr. 70.0736/2003 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn, Berlin, April 2004

Dugge, B.: „Ein simultanes Erzeugungs-, Verteilungs-, Aufteilungs- und Routenwahlmodell (EVA-U)“. Technischen Universität Dresden, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Heft 9, Dissertation, 2006

Eckstein, P.: „Repetitorium Statistik“. Deskriptive Statistik. Stochastik. Induktive Statistik. Lehrbuch. 5. Auflage, Dr. Theodor Gabler Verlag, 2001

Erdfelder, E., Faul, F., & Buchner, A.: „GPOWER: A general power analysis program“. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 28, 1-11, 1996

Ferschl, F.: „Deskriptive Statistik“. 3. Auflage, Heidelberg, 1985

European Commission (Hrsg.): „Monographs of official statistics, Variance estimation methods in the European Union“. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2002

FGSV; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.): „Empfehlungen für Verkehrserhebungen (EVE 91)“. FGSV Verlag GmbH, Köln, 1991

FGSV; Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen: „Merkblatt zur Messung von Präferenzstrukturen – die Methoden der "Stated Preferences" “, FGSV Verlag GmbH, Köln, 1994

Friedrichs, J.: „Stadtanalyse. Soziale und räumliche Organisation der Gesellschaft“. WV Studium Band 104, 3. Auflage, Opladen, 1983

Förschner, G.; Schöppe, E.: „Der städtische Personenverkehr im Spiegelbild der SrV-Ergebnisse“. In: die Straße, 29. Jahrgang, 5, S. 139-142, Mai, 1989

Förschner, G.: „Berechnungsmethode des städtischen Einwohnerverkehrs“. Sonderschriften des Informationsheftes „Das Straßenwesen“, Heft 16, VEB Entwurfs- und Ingenieurbüro des Straßenwesens, im Auftrag des Ministeriums für Verkehrswesen, Hauptverwaltung Straßenwesen, Berlin, 1974

Förschner, G: „Das spezifische Verkehrsaufkommen der Person in Abhängigkeit der Gemeindegröße – zweite Auswertungsphase des SrV 1987“. In: Die Straße, 29. Jahrgang, 10 S. 293-297, Oktober 1989

Gabler S., Hoffmeyer-Zlotnik J. H. P., Krebs, D.: „Gewichtung in der Umfragepraxis“. ZUMA-Publikationen, Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen (ZUMA), erschienen im Westdeutscher Verlag, Opladen, 1994

Gabler, S.; Häder, S.: „Über Design-Effekte“. In: Festschrift für Max Kaase, Mohler, P. & Lüttinger, P. (Hrsg.), S. 73 – 97, Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen (ZUMA), Mannheim, 2000

Gelman, A.; Little, T. C.: „Improving upon probability weighting for household size“. In: Public Opinion Quarterly, 7 p. , April 1998

Gelman, A.; Lu, H.: „A method for estimating sampling variances for surveys with weighting, poststratification and raking“. Department of Statistics, Columbia University, New York, Dezember 2002

Gelman A.; Carlin, J. B.: „Poststratification and weighting adjustments“. To appear in: Survey Nonresponse, 20 p., Department of Statistics, Columbia University, New York , Februar 2000

Gelman, A.; Zanutto, E.: „Analysis of Large-Scale Social Surveys”. To appear in: International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences, New York/Philadelphia, August 2000

Gottardi G., Hautzinger H.: „Untersuchung von Gesetzmäßigkeiten des individuellen Verkehrsverhaltens“. Zürich, 1989

Halbmayer, K., Gurtlich, G. H. (Hrsg.): „Verkehr im ländlichen Raum“. Dokumentation des Internationalen Verkehrssymposiums Rust 1984, In: Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, ÖVG Spezial. Band 8, Wien, 1984

Handy, S.: „Methodologies for exploring the link between urban form and travel behaviour“. In: Transportation Research D, 1, S.151-165, 1996

Hautzinger H.: „Haushaltsbefragungen vom KONTIV-Typ: Hochrechnung – Gewichtung – Genauigkeitsbeurteilung“. Teil II. in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Heft 1 1990 S. 15-42 (Teil I in Heft 4 1989 S. 345-372), 1990

Hautzinger, H.; Pfeiffer, M.: „Höher als angenommen: empirische Untersuchungen zum Pkw-Besetzungsgrad“. In: Internationales Verkehrswesen, 46. Jahrgang, Heft 7+8, Deutscher Verkehrsverlag GmbH, Hamburg, 1994

Hensher, D. A.; Button, K. J.: „Handbook of Transport Modelling”. Elsevier Ltd., Oxford, 2000

Herz, R.; Schlichter, H.-G.; Siegener, W.: “Angewandte Statistik für Verkehrs- und Regionalplaner“. 1. Auflage 1976, Werner Verlag GmbH, Düsseldorf, 1976

Holz-Rau, H.-Ch.; Kutter, E. (Hrsg.): „Verkehrsverhalten in der DDR und BRD – Erhebungsmethoden und Ergebnisse“. Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau, Technische Universität Berlin, Berlin, 1991

Holz-Rau, H.-Ch.: „Bestimmungsgrößen des Verkehrsverhaltens – Analyse bundesweiter Haushaltsbefragungen und modellierende Hochrechnung“. Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau, Heft 22, Technische Universität Berlin, Berlin,1990

Holz-Rau, H.-Ch; Scheiner, J.: „Siedlungsstrukturen und Verkehr: Was ist Ursache, was ist Wirkung“. In: Raumplanung, Heft 119, Selbstverlag des Informationskreises für Raumplanung e. V., Dortmund, April 2005, S. 67-72

IVV Aachen: „VENUS Modellbeschreibung – Nachfrage im Personenverkehr“. IVV Aachen (unveröffentlicht) , Aachen, Berlin, Stand: 2004

Janetzki, G.: „Untersuchungen zur Mobilität der Einwohner der Stadt Leipzig und des Neubaugebietes Leipzig-Grünau“. In: Die Straße, 24. Jahrgang, 5, S. 125-130,Mai 1984

Kalinowska, D; Kloas, J.; Kuhfeld, H.; Kunert, U.: „Aktualisierung und Weiterentwicklung der Berechnungsmodelle für die Fahrleistungen von Kraftfahrzeugen und das Aufkommen und für die Verkehrsleistung im Personenverkehr (MIV)“. Endbericht herausgegeben vom DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, erarbeitet im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn, Berlin, 2005

Kalton, G.; Flores-Cervantes, I.: „Weighting Methods“. In: Journal of Official Statistics, No. 2, S. 81-97, Statistics Sweden, 2003

Korte J. W.: „Grundlagen der Straßenverkehrsplanung in Stadt und Land”. Bauverlag, Wiesbaden, 1958

Kish L.: „Weighting: Why, when and how?“. In: ASA proceedings of the Section on Survey research methods, S. 121-130, 1990

Kloas, J.; Kuhfeld, H.; Kunert, U.: „Dynamik des Verkehrsverhaltens im Jahresvergleich Analyse des deutschen Mobilitätspanels 1994 bis 1999“. Endbericht herausgegeben vom DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, erarbeitet im Rahmen des Forschungsprogramms Stadtverkehr des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Projektnummer 70.557/98, Berlin, 2001

Kloas, J., Kunert, U.: „Die zeitliche Entwicklung der Bedeutung von Personenmerkmalen für das Verkehrsverhalten“. In: Verkehr und Technik, Heft 11 und 12, 1994b

Kooijman, G.; Meyer-Rühle, O.; Hitz, P.; Schad, H.; Rommerskirchen, S.: „Daten für die Zukunft – Anforderungen an die Erneuerung der schweizerischen Verkehrsstatistik“. Berichte des NFP 41 „Verkehr und Umwelt“, Bericht A10, Programmleitung NFP 41, Bern, 1999

Kreitz, M.: „Ein computergestütztes Erhebungsverfahren raumbezogener Verkehrsverhaltensdaten“. Stadt Region Land, Bericht 48, RWTH Aachen, 2002

Kutter E., Timmermans H.J.P., Jones P.M.: „Expertisen für das Projekt Mobiplan – Teil 2: Raumstrukturen und Mobilität, Aktivitätenbasierte Modellierung, Stated Preference – Techniken“. Arbeitspapier F11 Institut für Stadtbauwesen und Verkehr der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 2001

Kutter, E.: „Demographische Determinanten städtischen Personenverkehrs“. Dissertation, Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen der Technischen Universität Braunschweig, Braunschweig, 1972

Kutter, E.: „Modellierung für die Verkehrsplanung – Theoretische empirische und planungspraktische Rahmenbedingungen“. ECTL-Working-Paper Nr. 21, Hamburg, 2003

Lessler, J. T.; Kalsbeek, W. D.: „Nonsampling error in surveys“. John Wiley & Sons, 1992

Lipps, O.: „Modellierung der individuellen Verhaltensvariationen bei der Verkehrsentstehung“. Dissertation, Schriftenreihe Heft 58, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe (TH), Karlsruhe, 2001

Lipsmeier, G.: „Zur Gewichtung von Umfragedaten bei heterogenen Stichprobenplänen am Beispiel der Umfrage „Alltag in Deutschland“. Arbeitspapier Nr. 18 des DFG-Projektes „Versorgungsstrategien privater Haushalte im unterem Einkommensbereich“, Bielefeld, 1995

Lipsmeier, G.: „Standard oder Fehler? Einige Eigenschaften von Schätzverfahren bei komplexen Stichprobenplänen und aktuelle Lösungsansätze“. In ZA-Information 44 S. 96-116, Zentralarchiv für Empirische Sozialforschung Universität zu Köln (Hrsg.), Mai 1999

Lohr, L. S.: „Sampling: Design and Analysis“. Duxbury Press, 1999

Lohse D.: „Berechnung von Personenverkehrsströmen“. Sonderschriften des Informationsheftes „Das Straßenwesen“, Heft 17, VEB Entwurfs- und Ingenieurbüro des Straßenwesens, im Auftrag des Ministeriums für Verkehrswesen, Hauptverwaltung Straßenwesen, Berlin, 1974

Lohse D.: „Planung des städtischen Verkehrs, Teilbericht: Berechnung von Verkehrsbeziehungen“. Hochschule für Verkehrswesen „Friedrich List“, Sektion Verkehrsbauwesen, Wissenschaftsbereich Straßenverkehr, Dresden, 1975

Lohse D.: „Aggregierte oder disaggregierte Modelle in der territorialen, insbesondere städtischen Verkehrsplanung“. In: Die Straße, 23. Jahrgang, Teil 1: 10/ 1983 S. 289-295, Teil 2: 11/83 S. 323-328, 1983

Lohse, D.; Schneider R.: „Vergleichende Untersuchungen der aggregierten und disaggregierten Verkehrsplanungsmodelle“. Technische Universität Dresden, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Heft 3, 1997

Lohse, D.; Teichert, H.; Dugge, B.; Bachner, G.: „Ermittlung von Verkehrsströmen mit n-linearen Gleichungssystemen - Verkehrsnachfragemodellierung - “. Technische Universität Dresden, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Heft 5, 1997

Lundström. S.; Särndal C.-E.: Estimation in the presence of Nonresponse and Frame Imperfections“. Statistics Sweden, Örebro, 2002

Manz, W.; Zumkeller, D.: „Microscopic modelling of long-distance passenger transport in a longitudinal perspective“. paper submitted for the 11. World Conference on Transport Research Society (WCTRS), June 24-28, 2007, in Berkeley, California

McNally, M. G.: „The Four Step Model“. Institute of Transportation Studies, University of California, Irvine, 2000

Meier, B.: „Analyse der Repräsentativität im schweizerischen landwirtschaftlichen Buchhaltungsnetz“. Dissertation an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Zürich, 2005

Meier, G.; Weiss, P.: „Modelle diskreter Entscheidungen – Theorie und Anwendung in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften“. Springer Verlag, Wien/New York, 1990

Münnich, R.; Rässler S.: „Variance Estimation under Multiple Imputation“. European Conference on Quality and Methodology in Official Statistics, Mainz, 24-26 Mai 2004, DACSEIS Q2004 Papers, [cited 2006-10-28], Pdf-Format, verfügbar im World Wide Web:
< http://laplace.wiwi.uni-tuebingen.de/dacseis/RPM/Q2004/10_03_Raessler_Muennich.pdf>

Neuwerth, K.-W.: „Abhängigkeit des Verkehrsverhaltens vom raumstrukturellen Angebot“. Dissertation am Fachbereich für Bauingenieur- und Vermessungswesen der TU Braunschweig, Braunschweig,1987

Oppenheim, N.: „Urban Travel Demand Modelling“. John Wiley & Sons, Inc., New York/Chichester/Toronto/Singnapore/Brisbane, 1995

Ortúzar, J.; Willumsen, L. G.: „Modelling Transport“. John Wiley & Sons; Ltd., 3th. Edition, York/Chichester/Weinheim/Toronto/Singnapore/Brisbane, 2004

Prognos AG Basel (Hrsg.): „Neukonzeption der deutschen Verkehrsstatistik“. Untersuchung im Auftrag des BMVBW, FE-Nr. 96502/97, Endbericht, Basel, 1999

Pirath, C. : „Die Grundlagen der Verkehrswirtschaft“. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin u. a. O, 1949

Quatember, A.: „Das Signifikanz-Relevanz-Problem beim statistischen Testen von Hypothesen“. In: ZUMA-Nachrichten 57, Jg. 29, S. 128 - 150, Mannheim, November 2005

Richter, K.-J.: „Verkehrsökonometrie – Elemente quantitativer Verkehrswirtschaft“. 5. überarbeitete Auflage, R. Oldenbourg Verlag GmbH, München/Wien, 1995

Rendtel/Schimpl-Neimanns: „Die Berechung der Varianz von Populationsschätzern in Scientific Use File des Mikrozensus ab 1996“. ZUMA-Nachrichten 48, Jg. 25, S. 85 – 116, Mai 2001

Rümenapp, J.; Steinmeyer I.: „Auswertung der Erhebung ‚Mobilität in Deutschland’ (MiD) in Bezug auf Wochen- und Jahresgang“. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben FoPS FE-Nr. 70.755/2004 im Auftrag des BMVBW Referat A30 (unveröffentlicht), Hamburg, 2005 (unveröffentlicht)

Sachs, L.: „Angewandte Statistik – Anwendung statistischer Methoden”. 11. überarbeitete und aktualisierte Auflage, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 2004

Särndal, C.-E.; Swensson, B.; Wretman, J.: „Model Assisted Surving Sampling“. Springer Verlag, New York, 1992

Schiller, Ch.: „Integration des ruhenden Verkehrs in die Verkehrsangebots- und Verkehrsnachfragemodellierung“. Technischen Universität Dresden, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Heft 8, Dissertation, 2004

Schnell R., Hill P. B. und Esser E.: „Methoden der empirischen Sozialforschung“. 6. überarbeitete und erweiterte Auflage. R. Oldenbourg, München, Wien (1999)

Schnabel, W.; Lohse, D.: „Grundlagen der Verkehrstechnik und der Verkehrsplanung Band 2: Verkehrsplanung“. 2. neu bearbeitete Auflage, Verlag für Bauwesen, Berlin 1997

Schnittger, St.; Wittowsky, D.: „mobiTopp – ein verhaltensorientiertes Verkehrsplanungsinstrumentarium“. In: Tagungsband Heureka 2002 „Optimierung in Verkehr und Transport“, FGSV Verlag GmbH, Köln, 2002

Schnittger, St.; Zumkeller, D.: „mobiTopp - ein längsschnittorientiertes Mikrosimulationsmodell zur Abschätzung künftiger Verkehrsentwicklungen bei alternativen Raumentwicklungen". 7. Aachener Kolloquium Mobilität und Stadt, 7.-8. September 2006

Schmiedel, R.: „Bestimmung verhaltensähnlicher Personenkreise für die Verkehrsplanung“. Dissertation, Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität Karlsruhe (TH), Karlsruhe, 1984

Schöppe, E.: „Personenverkehrsaufkommen in ländlichen Siedlungen“. In: Die Straße, 30. Jahrgang,12, S. 355-357, Dezember 1990

Schöppe, E.: „Zur Genauigkeit der Kennwerte aus Teilstichproben der DDR-Verkehrsbefragungen des Personenverkehrs“. In: Die Straße, 24. Jahrgang, 12, S. 353-357, 1984

Schöppe, E.; Förschner, G.: „Demographisch-soziologische Personengruppen und ihre Anwendung in der Verkehrsplanung“. In: Die Straße, 23. Jahrgang, 9, S. 264-268, 1983

Schöppe, E.; Förschner, G.: Ausgewählte soziologisch-demographische Ergebnisse der DDR-Verkehrsbefragungen des Personenverkehrs“. In: Die Straße,22. Jahrgang, 11, S. 370-373, 1982

Schultze, P. M.: „Beschreibende Statistik“. München, 1990

Sedlmeier, P.: „Jenseits des Signifikanztest-Rituals: Ergänzungen und Alternativen“. Methods of Psychological Research Online 1996, Vol. 1, Nr. 4, Pabst Science Publishers, 1996

Sommer, C.: „Erfassung des Verkehrsverhaltens mittels Mobilfunktechnik – Konzept, Validität und Akzeptanz eines neuen Erhebungsverfahrens“. Schriftenreihe des Instituts für Verkehr und Stadtbauwesen der TU Braunschweig, Heft 51, Shaker-Verlag, Aachen 2002

Sparmann, U.: „Orient – Ein verhaltensorientiertes Simulationsmodell zur Verkehrsprognose“. Schriftenreihe Heft 20, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe (TH), Karlsruhe, 1980

Steierwald, G.; Künne H.-D.: „Stadtverkehrsplanung“. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1994

Steinmeyer, I.: „Kenndaten der Verkehrsentstehung im Personenwirtschaftsverkehr“. (Dissertation), Hrsg.: Kutter, E. und Sjöstedt, L. von der Technischen Universität Hamburg-Harburg, Huss-Verlag, München, 2003

Stenger, H.: „Stichproben“. Physica-Verlag Heidelberg, Wien, 1986

Strecker, H.; Wiegert, R.: „Stichproben, Erhebungsfehler, Datenqualität“. Vandenhoeck und Ruprecht, 1994

Timmermans, H.: „Activity-Based Analysis“. Elsevier, 2005

Vanderhoeft, C.: „Generalised Calibration at Statistics Belgium, SPSS Module g-CALIB-S and Current Practices”. Statistics Belgium Working Paper, No. 3, Mai 2001

Von der Heyde Ch., „Allgemeine Theorie von Random-Stichproben“. In: „Stichproben-Verfahren in der Umfrageforschung: Eine Darstellung für die Praxis“. Hrsg: ADM Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V. und AG.MA Arbeitsgemeinschaft Media-Analyse e.V., 1999

Waddell, P.; Outwater, M.; Bhat, C.: „Recommendations for Integrated Land Use and Travel Models”. Final Report, University of Washington/Cambridge Systematics Inc., 2001

Wermuth M. J.: „Struktur und Effekte von Faktoren der individuellen Aktivitätennachfrage als Determinanten des Personenverkehrs“. Bad Honnef, 1978

Wermuth, M., Merschalk, G., Brög, W.: „Verfahren zur Gewinnung repräsentativer Ergebnisse aus schriftlichen Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten“. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 424, Bonn, 1984

Wolter, K. M.; Dippo, C. S.: „ A Comparison of Variance Estimators using the Taylor Series Approximation“. Bureau of the Census Statistical Research Division Report Series, Philadelphia, Pennyslvania, 1984

Zander, J.: “Untersuchung zur Mobilität der Einwohner in Klein- und Mittelstädten“. In: Die Straße, 22. Jahrgang, 11, S. 368-370, November 1982

Zimmermann, F.: „Integration von lagegunstabhängigen Mobilitätskenngrößen in die Verkehrsnachfrageberechnung“. Vortrag zur Hochschultagung „Straßen- und Verkehrswesen“ in Wildbad Kreuth, 25.-27. September 2005, unveröffentlichtes Vortragsmanuskript, TU Dresden, Lehrstuhl für Theorie der Verkehrsplanung

Zumkeller, D.: „Ein sozialökologisches Verkehrsmodell zur Simulation von Maßnahmewirkungen“. Dissertation, Braunschweig, 1989

Zumkeller, D.; Seitz, H.: „Aufbereitung vorhandener Daten für Verkehrsplanungszwecke als Ersatz für neue Befragungen“. Schriftenreihe Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 642, Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenbau (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg, 1993

Anlage I Regionsabgrenzung und Raumtypen

Tabelle A- 1: Zusammenfassung der Bundesländer zu Regionen in Deutschland

Code (neu)	Zusammenfassung		Code (original)	Fallzahlen MiD (Personen, ungewichtet)
1	Nordostdeutschland	Mecklenburg-	13	1.702
		Brandenburg	12	2.380
		Gesamtstichprobe		4.082
2	Nordwestdeutschland	Schleswig-Holstein	1	2.442
		Niedersachsen	3	6.253
		Gesamtstichprobe		8.695
3	Mitteldeutschland	Sachsen	14	3.837
		Sachsen Anhalt	15	2.321
		Thüringen	16	2.447
		Gesamtstichprobe		8.605
4	Südwestdeutschland	Nordrhein-Westfalen	5	10.234
		Hessen	6	5.342
		Reinland Pfalz	7	3.460
		Saarland	10	1.795
		Gesamtstichprobe		20.831
5	Süddeutschland	Baden-Württemberg	8	6.655
		Bayern	9	6.763
		Gesamtstichprobe		13.418
6	Stadtstaaten	Bremen	4	1.591
		Berlin	11	2.849
		Hamburg	2	1.658
		Gesamtstichprobe		6.098
	Gesamtstichprobe MiD			61.729

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis BBR (2000)

Tabelle A- 2: BBR-Kreistypen in der Neuner-Systematik

Klasse	Klasseneinteilung der BBR-Systematik (Kreistypen)
1	Agglomerationsräume, Kernstädte
2	Agglomerationsräume, hochverdichtete Kreise
3	Agglomerationsräume, verdichtete Kreise
4	Agglomerationsräume, ländliche Kreise
5	Verstädterte Räume, Kernstädte
6	Verstädterte Räume, verdichtete Kreise
7	Verstädterte Räume, ländliche Kreise
8	Ländliche Räume, ländliche Kreise höherer Dichte
9	Ländliche Räume, ländliche Kreise geringerer Dichte

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis BBR (2000)

Tabelle A- 3: BIK-Regionsgrößenklassen und Strukturtyp der Zehner-Systematik

Klasse	Bevölkerung in der BIK-Region bzw. in der Gemeinde	Strukturtyp der Gemeinde
1	unter 2 000 EW	Keine BIK-Region (5)
2	2 000 bis u. 5 000 EW	Keine BIK-Region (5)
3	5 000 bis u.20 000 EW	Alle (1-5)
4	20 000 bis u. 50 000 EW	Kern-, Verdichtungs-, Übergangs- oder Peripherer Bereich (1, 2, 3 oder 4)
5	50 000 bis u.100 000 EW	Kern-, Verdichtungs-, Übergangs- oder Peripherer Bereich (1, 2, 3 oder 4)
6	50 000 bis u. 100 000 EW	Kernbereich (1)
7	100 000 bis u. 500 000 EW	Verdichtungs-, Übergangs- oder Peripherer Bereich (2, 3 oder 4)
8	100 000 bis u. 500 000 EW	Kernbereich (1)
9	500 000 EW und mehr	Verdichtungs-, Übergangs- oder Peripherer Bereich (2, 3 oder 4)
10	500 000 EW und mehr	Kernbereich (1)

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis BIK (2001) S. 12

Tabelle A- 4 Einteilung nach Politischer Ortsgröße in MiD 2002

Klasse	Klasseneinteilung nach Politischer Ortsgröße in MiD 2002
1	Unter 2.000 EW
2	2.000 bis unter 5.000 EW
3	5.000 bis unter 20.000 EW
4	20.000 bis unter 50.000 EW
5	50.000 bis unter 100.000 EW
6	100.000 bis unter 500.000 EW
7	500.000 EW und mehr

Quelle: Eigene Darstellung

Anlage II Datenaufbereitung

Tabelle A- 5: Zweckzuordnung aus SrV und MiD zu Quelle-Ziel-Gruppen

QZG 15er - Zielkategorien	SrV-Zweckzuordnung	MiD-Zweckzuordnung	W04	W041	W042	W043
Wohnen	Wohnung	nach Hause	8			
Arbeiten	Arbeit	Erreichen des Arbeitsplatzes	1			
		priv. Erledig.: Jobben in der Freizeit gegen Entgelt	5		715	
		Freizeit: Jobben in der Freizeit gegen Entgelt	7			715
Kindereinrichtung	Kindereinrichtung	Kita/Kindergarten	32			
Bildungseinrichtung	Schule/ Ausbildung	Erreichen der Ausbildungsstätte	3			
		priv. Erledig.: Weiterbildung	5		705	
		Freizeit: Weiterbildung	7			705
		(Vor-) Schule	31			
		Unterricht (nicht Schule)	42			
Einkaufseinrichtung	Einkauf	Einkauf (ohne Unterzweck)	4			
		Einkauf: Täglicher Bedarf	4	501		
		Einkauf: Sonstige Waren	4	502		
		Einkauf: Allgemeiner Einkaufsbummel	4	503		
		Einkauf: Dienstleistungen	4	504		
		Einkauf: sonstiger Einkaufszweck	4	506		
		priv. Erledig.: Allgemeiner Einkaufsbummel	5		503	
		Freizeit: Allgemeiner Einkaufsbummel	7			503
Freizeiteinrichtung	Freizeit	Freizeitaktivität (ohne Unterzweck)	7			
		Freizeit: Besuch/Treffen von Freunden, Verwandten, Bekannten	7			701
		Freizeit: Besuch kultureller Einrichtungen	7			702
		Freizeit: Besuch einer Veranstaltung	7			703
		Freizeit: Sport selbst (z.B. Fußballspiel, Sportverein, etc.)	7			704
		Freizeit: Gaststätte, Restaurant, Kneipe	7			706
		Freizeit: Schrebergarten, Wochenendhaus	7			707
		Freizeit: Tagesausflug, mehrtägiger Ausflug	7			708
		Freizeit: Urlaub (ab 5 Tage)	7			709
		Freizeit: Spaziergang, Spazierfahrt[b)]	7			710
		Freizeit: Hund ausführen[b)]	7			711
		Freizeit: Joggen, Inlineskating[b)]	7			712
		Freizeit: Kirche, Friedhof	7			713
		Freizeit: Ehrenamt, Verein, politische Aktivität	7			714
		Freizeit: Hobby	7			717
		Freizeit: Jugendfreizeitheim	7			718
		Freizeit: Spielplatz, Spielen auf der Straße	7			719
		Freizeit: Sonstiges	7			720
		priv. Erledig.: Besuch/Treffen von Freunden, Verw., Bekannten	5		701	
		priv. Erledig.: Gaststätte, Restaurant, Kneipe	5		706	
		priv. Erledig.: Hund ausführen[b)]	5		711	
		priv. Erledig.: Kirche, Friedhof	5		713	

		priv. Erledig.: Ehrenamt, Verein, politische Aktivität	5		714	
		priv. Erledig.: Hobby	5		717	
		Sport	40			
		Freunde besuchen/treffen	41			
Sonstiges	private Erledigung	private Erledigungen (ohne Unterzweck)	5			
		priv. Erledig.: Dienstleistungen	5		504	
		priv. Erledig.: Arztbesuch	5		601	
		priv. Erledig.: Behörde, Bank, Post,	5		602	
		priv. Erledig.: Private Erledigungen für andere Person	5		603	
		priv. Erledig.: Sonstiges	5		604	
	Holen/Bringena)	Bringen/Holen von Personena)	6			
		Einkauf: Bringen/Holen von Personena)	4	505		
		priv. Erledig.: Begleitung von Kinderna)	5		716	
		Freizeit: Begleitung von Kinderna)	7			716
		Freizeit: Begleitung Erwachsenera)	7			11
		Begleitung Erwachsener)	11			
	Sonstiges/anderer Zweck (offenes Feld)d)	anderes	10			
	dienst-lich/geschäftlich	dienstlich/geschäftlich	2			
	keine Angabe	verweigert	97			
		weiß nicht	98			
		keine Angaben	99			
	--	Rückweg vom vorherigen Wegc)	9			

a) Holen/Bringen bzw. Begleitwege wurden soweit möglich über den Haushaltskontext anderen Kategorien zugeordnet.

b) In MiD wurden Rundwege grundsätzlich nicht geteilt. Soweit es möglich war, wurden Rundwege über die Wegzwecke des vorherigen Weges aufgelöst.

c) Rückwege wurden anhand der Quellstrukturgröße des vorherigen Weges weitestgehend den jeweiligen Zielkategorien zugeordnet.

d) Angaben im offenen Feld der Zweckkategorie Sonstiges/Anderer Zweck wurde gemäß der MiD Zweckzuordnung wenn möglich nachkodiert.

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis MiD 2002 und SrV 2003

Anlage III Eingesetzter Varianzschätzalgorithmus für MiD und SrV

Folgender Algorithmus wird zur Schätzung der Varianz eingesetzt[256]. Zunächst wird von der Schätzung eines *TOTALs* $\hat{Y}$, d. h. eines Populationsschätzwertes, ausgegangen.

$$Var_{SRS,WR}(\hat{Y}) = \sum_{h=1}^{H} (1 - f_h) \cdot n_h \cdot S^2{}_{h(betweenPSU)} \tag{A.1}$$

ist die Varianzschätzung für die Schätzfunktion von $\hat{Y}$ auf der ersten Auswahlstufe mit

$$f_h = \frac{n_h}{N_h} \tag{A.2}$$

als Auswahlsatz der jeweiligen Schicht h mit h = 1, … ,H. Dabei ist

n_h der Stichprobenumfang der jeweiligen Schicht h und

N_h die Menge aller Primäreinheiten im Erhebungsgebiet in der Schicht h.

$$S^2{}_{h(betweenPSU)} = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{nh} (z_{hi} - \bar{z}_h)^2 \tag{A.3}$$

beschreibt die Stichprobenvarianz zwischen den PSU in der jeweiligen Schicht h („Varianz between PSU“), in der

$$z_{hij} = w_{hij} \cdot y_{hij} \tag{A.4}$$

w_{hij} ist dabei der Gewichtungsfaktor des Datensatzes und

y_{hij} ist die Merkmalsausprägung des Y Merkmals in der Stichprobe,

die gewichtete Merkmalsausprägung des j-ten Elements im i-ten PSU der Schicht h ist, deren Summe

$$z_{hi} = \sum_{j=1}^{m_{hi}} z_{hij} \tag{A.5}$$

dem *TOTAL* in *PSU* i der *Schicht* h entspricht.

256 Vgl. auch RENDTEL/SCHIMPL-NEIMANNS (2001) S. 93 ff. und LOHR (1999).

$$\bar{z}_h = \frac{\sum_{i=1}^{nh} z_{hi}}{n_h} \tag{A.6}$$

ist der Mittelwert der *PSU-TOTALE* in der *Schicht h*.

Für kleine Auswahlsätze $f_h \approx 0$ und „sampling with replacement“ gilt:

$$Var_{SRS,WR}(\hat{Y}) = \sum_{h=1}^{H} n_h \cdot S^2{}_{h(betweenPSU)} \tag{A.7}$$

Damit ergibt sich aus (A.3) in (A.7) die Varianzschätzung eines TOTALs zu:

$$Var_{SRS,WR}(\hat{Y}) = \sum_{h=1}^{H} \frac{n_h}{n_h - 1} \cdot \sum_{i=1}^{nh} (z_{hi} - \bar{z}_h)^2 \tag{A.8}$$

Sollen nun Verhältnis-, Mittel- oder Anteilswerte berechnet werden, müssen die z-Ausdrücke in (A.5) bzw. (A.6) substituiert werden:

Dabei wird zunächst vom allgemeinen Fall, der Berechnung eines Verhältniswertes, ausgegangen. Wenn R = Y/X den Verhältniswert zweier Variablen/Merkmale Y und X beschreibt, schätzt

$$\hat{R} = \frac{\hat{Y}}{\hat{X}} \tag{A.9}$$

diesen Verhältniswert erwartungstreu. Dabei ist

$$\hat{Y} = \sum_{h=1}^{H} \sum_{i=1}^{nh} \sum_{j=1}^{mhi} w_{hij} \cdot y_{hij} \quad und \tag{A.10}$$

$$\hat{X} = \sum_{h=1}^{H} \sum_{i=1}^{nh} \sum_{j=1}^{mhi} w_{hij} \cdot x_{hij} \tag{A.11}$$

y_{hij} ist die Merkmalsausprägung des Merkmals Y in der Stichprobe und

x_{hij} ist die Merkmalsausprägung des Merkmals X in der Stichprobe.

Bei derartigen Merkmalen ist jedoch für die Berechnung der Varianz von R auch die Kovarianz[257] zwischen Y und X zu berücksichtigen. Dazu wird eine Taylorentwicklung der Funktion benutzt (Delta-Methode), auf deren Darstellung hier verzichtet wird[258].

257 Die Kovarianz ist ein Maß für das „Miteinander Variierens“ zweier Merkmalsreihen x und y.

258 Diese Herangehensweise wird z. B. ausführlich dargestellt in LOHR (1999); SÄRNDAL ET AL. (1992); RENDTEL/SCHIMPL-NEIMANNS (2001)

Als Schätzer zur asymptotischen Bestimmung der Varianz $AVar(\hat{R})$ wird üblicherweise z_{hij} durch den Term:

$$z_{hij} = \frac{w_{hij} \cdot (y_{hij} - \hat{R} x_{hij})}{\hat{X}} \tag{A.12}$$

in (A.5) ersetzt.

In der vorliegenden Arbeit werden lediglich Mittelwerte und Anteilswerte berechnet. Dazu ist die Mittelwertschätzung als Berechnung des Verhältniswertes zwischen $\hat{Y}$ und $\hat{N}$ aufzufassen. Dabei ist $\hat{N}$ die mit Hilfe der Gewichtungsfaktoren geschätzte Zahl der Grundgesamtheitselemente (hier: die mit den vorhandenen Faktoren gewichteten Haushalte, Personen bzw. Wege).

$$\hat{N} = \sum_{h=1}^{H} \sum_{i=1}^{nh} \sum_{j=1}^{mhi} w_{hij} \tag{A.13}$$

Ein Mittelwert lässt sich mit

$$\hat{\bar{Y}} = \frac{\hat{Y}}{\hat{N}} \tag{A.14}$$

erwartungstreu aus den Stichprobenwerten schätzen.

Mittelwerte sind in diesem Fall also Verhältniswerte mit $x_{hij}=1$, $\hat{X} = \hat{N}$ und $\hat{R} = \frac{\hat{Y}}{\hat{N}} = \hat{\bar{Y}}$.

In (A.12) eingesetzt ergibt sich (A.5) zu

$$z_{hi} = \sum_{j=1}^{mhi} z_{hij} = \sum_{j=1}^{mhi} \frac{w_{hij} \cdot (y_{hij} - \hat{\bar{Y}})}{\sum_{j=1}^{mhi} w_{hij}} \tag{A.15}$$

Mit diesem Term können nun die z-Ausdrücke in (A.6) bzw. (A.8) ersetzt und die Varianz geschätzt werden. Für Anteilswerte erfolgt die Berechnung analog zur Mittelwertsberechnung. Anteilswerte sind in diesem Fall einfache Mittelwerte mit y_{hij} entweder „0“ oder „1“.

Anlage IV Abgleich der MiD mit Strukturdaten für den MiD-SrV-Vergleich

Tabelle A- 6: MiD-Stichprobenverteilung nach pol. Ortsgrößenklassen im Vergleich zur Grundgesamtheit

pol. Ortsgrößenklasse	MiD (gewichtet)	Anteil	Grundgesamtheit (in Tausend)	Anteil
unter 5.000 EW	10.029	16 %	13.974	17 %
5.000 – unter 20.000 EW	17.645	29 %	21.103	26 %
20.000 – unter 50.000 EW	9.243	15 %	14.708	18 %
50.000 – unter 100.000 EW	6.655	11 %	7.354	9 %
100.000 – unter 500.000 EW	10.320	17 %	13.522	16 %
500.000 und mehr EW	7.837	13 %	11.915	14 %
Gesamt:	61.729	100 %	82.575	100 %

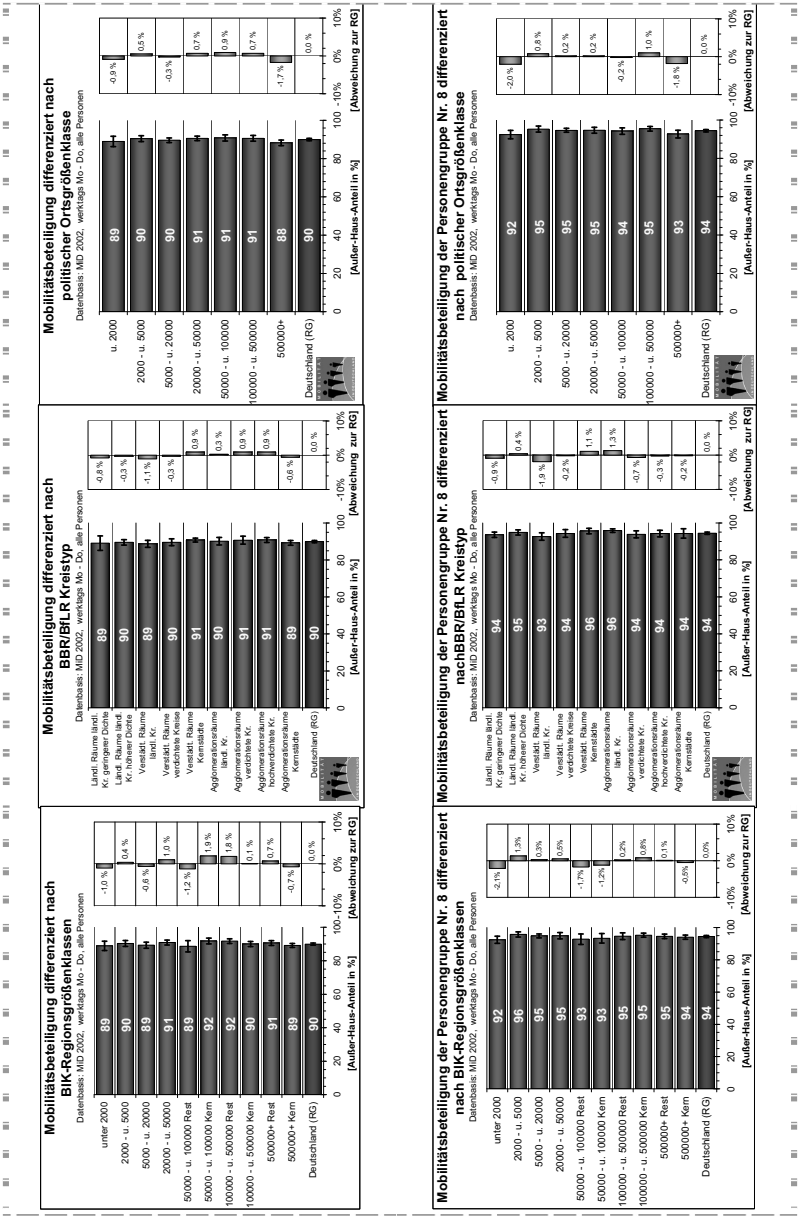
Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002;Grundgesamtheit: GeroStat – Deutsches Zentrum für Altersfragen, Berlin; Basisdaten: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden – Mikrozensus 2001

Tabelle A- 7: Vergleich der Alterstruktur der MiD-Datenbasis nach politischen Ortsgrößenklassen mit der Grundgesamtheit (Mikrozensus)

pol. Ortsgrößenklasse		unter 50 J.	50- unter 60 J.	60- unter 70 J.	70- unter 80 J.	80 J. und älter
unter 5.000 EW	Grundgesamtheit	64 %	12 %	13 %	8 %	3 %
	MiD (gewichtet)	68 %	11 %	12 %	6 %	3 %
5.000 – unter 20.000 EW	Grundgesamtheit	63 %	12 %	13 %	8 %	3 %
	MiD (gewichtet)	66 %	12 %	12 %	7 %	4 %
20.000 – unter 50.000 EW	Grundgesamtheit	62 %	13 %	13 %	8 %	3 %
	MiD (gewichtet)	62 %	12 %	13 %	9 %	4 %
50.000 – unter 100.000 EW	Grundgesamtheit	62 %	13 %	13 %	8 %	3 %
	MiD (gewichtet)	64 %	12 %	12 %	8 %	4 %
100.000 – unter 500.000 EW	Grundgesamtheit	62 %	13 %	13 %	9 %	4 %
	MiD (gewichtet)	61 %	12 %	13 %	9 %	5 %
500.000 und mehr EW	Grundgesamtheit	63 %	13 %	12 %	8 %	4 %
	MiD (gewichtet)	62 %	13 %	13 %	8 %	5 %
Bevölkerung aller Gemeinden	Grundgesamtheit	63 %	13 %	13 %	8 %	3 %
	MiD (gewichtet)	64 %	12 %	12 %	8 %	3 %

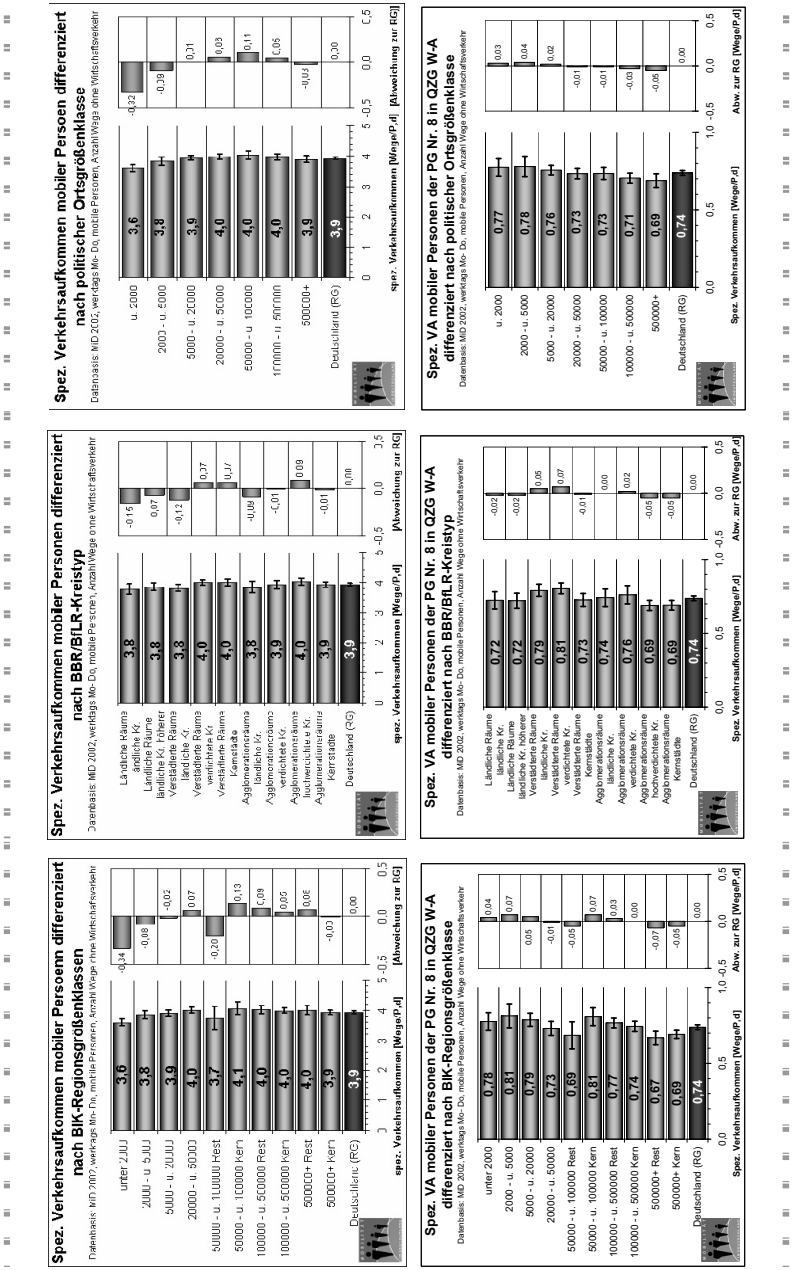
Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002;Grundgesamtheit: GeroStat – Deutsches Zentrum für Altersfragen, Berlin; Basisdaten: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden – Mikrozensus 2001

Anlage V Raumtypensondierung



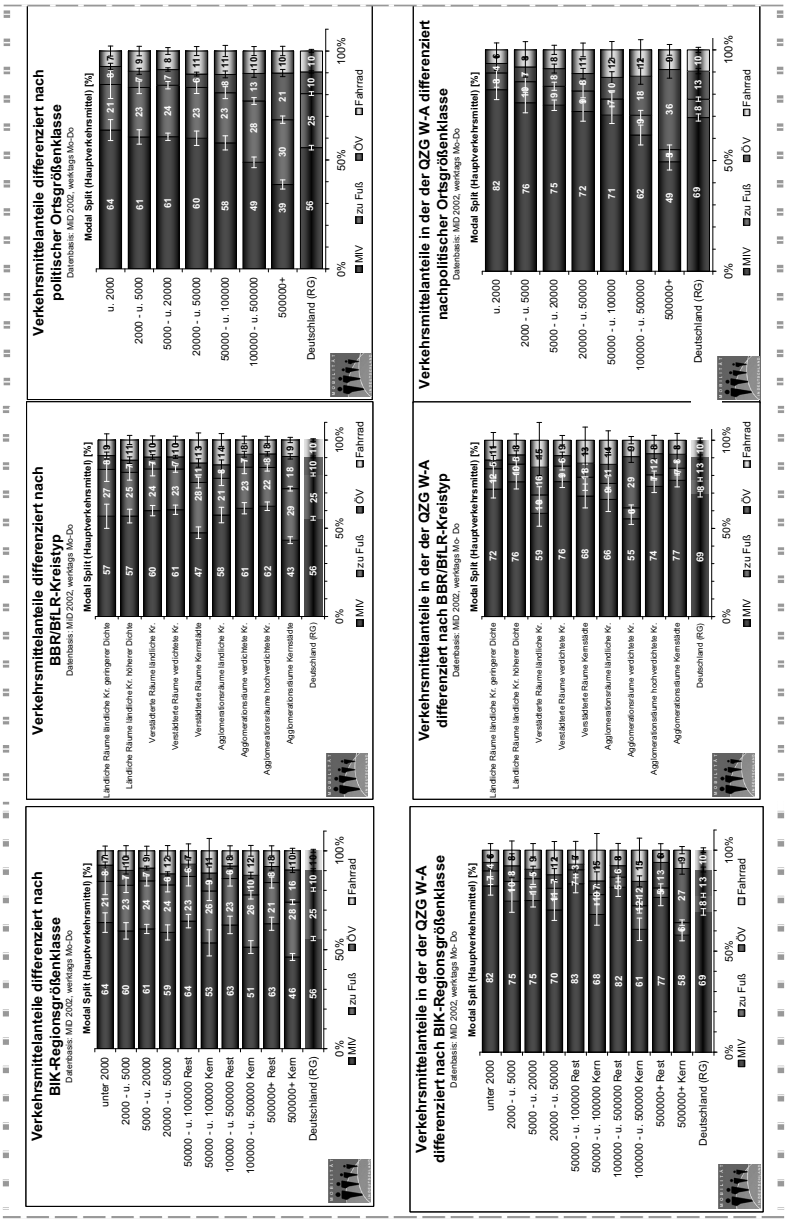
Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Abbildung A- 1: Mobilitätsbeteiligung diff. nach Raumtypen ohne (links) und mit (rechts) Personengruppenbezug



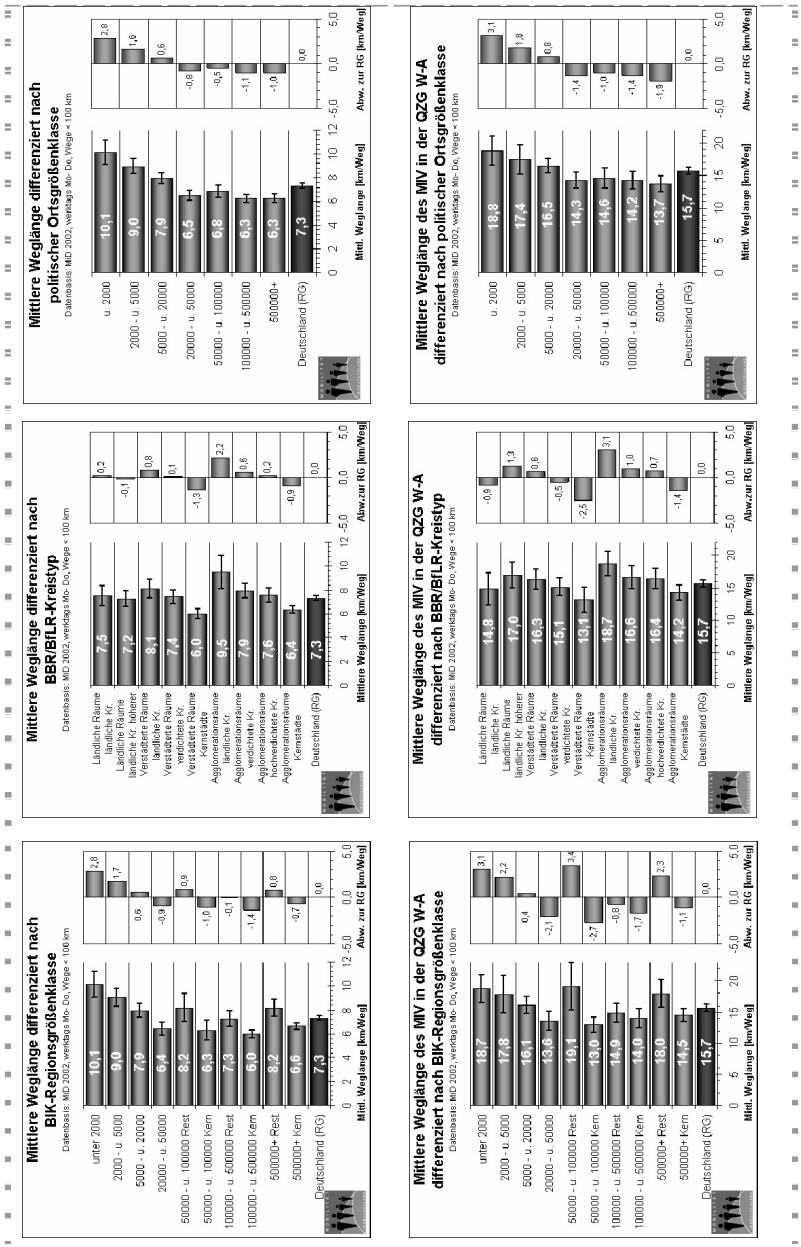
Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Abbildung A- 2: Spez. VA mob. Pers. diff. nach Raumtypen ohne (links) und mit Personengruppenbezug (rechts)



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis MiD 2002

Abbildung A- 3: Modal Split differenziert nach Raumtypen ohne (links) und mit Quelle-Ziel-Gruppenbezug (rechts)



Quelle: Eigene Berechnung auf Basis MiD 2002

Abbildung A- 4: Mittl. Weglänge diff. nach Raumtypen ohne (links) und mit Verkehrsmittel und Quelle-Ziel-Gruppenbezug (rechts)

Anlage VI Modellbezogene Datenanalyse

Gesamtergebnis Ortsgrößeneinfluss – Sensitivitätsanalyse (Variation der Effektgröße); Effektgröße = 0,03 Wege/P,d

Spezifisches Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Ortsgrößeneinfluss (Ergebnis MiD 2002)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder		b			b			b			b				b
3	Schüler - sonstige					b										b
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw					e						b		d		
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				e		b					b	b			b
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige					b	b					b	e			
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				b	b	b				b	b				b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige					b	b				b		b			

Ortsgrößeneinfluss: H_1 nicht brauchbar, kein Ortsgrößeneinfluss; H_1 eingeschränkt brauchbar; H_1 brauchbar, Ortsgrößeneinfluss

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichnung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)

Spezifisches Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Ortsgrößeneinfluss (Ergebnis SrV 2003)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder					b			b			b				
3	Schüler - sonstige															
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	c						c					c	c	c	
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				b											
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige					b	b				b	b	b			
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				b						b	b	b			b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige				b	b	b					b	b			

Ortsgrößeneinfluss: H_1 nicht brauchbar, kein Ortsgrößeneinfluss; H_1 eingeschränkt brauchbar; H_1 brauchbar, Ortsgrößeneinfluss

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichnung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)

Spezifisches Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Ortsgrößeneinfluss (Gesamtergebnis)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder															
3	Schüler - sonstige															
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw															
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige															
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige															

Ortsgrößeneinfluss:
H_0 wird angenommen, kein Ortsgrößeneinfluss
Keine gesicherte Erkenntnis zur Richtigkeit der H_0 und H_1
H_0 wird abgelehnt, Ortsgrößeneinfluss

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung A- 5: Sensitivitätsrechnung für den Ortsgrößeneinfluss mit Effektgröße = 0,03 Wege/P,d (erreicht oder überschritten)

Effektgröße: 0,05 Wege/P,d (erreicht oder überschritten)

Spezifisches Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Ortsgrößeneinfluss (Ergebnis MiD 2002)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder		b						b			b				b
3	Schüler - sonstige															
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	d			c						d		c	d		
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				e											
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige					b	b						e			
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw						b									b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige					b	b				b					

Ortsgrößeneinfluss: H_1 nicht brauchbar, kein Ortsgrößeneinfluss; H_1 eingeschränkt brauchbar; H_1 brauchbar, Ortsgrößeneinfluss

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)

Spezifisches Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Ortsgrößeneinfluss (Ergebnis SrV 2003)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder					b			b			b				
3	Schüler - sonstige			d												
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	c						c					c	c	c	
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige				c	b	b					b				
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				b						b					b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige					b					c	b				

Ortsgrößeneinfluss: H_1 nicht brauchbar, kein Ortsgrößeneinfluss; H_1 eingeschränkt brauchbar; H_1 brauchbar, Ortsgrößeneinfluss

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)

Spezifisches Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Ortsgrößeneinfluss (Gesamtergebnis)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder															
3	Schüler - sonstige															
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw															
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige															
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige															

Ortsgrößeneinfluss:
- H_0 wird angenommen, kein Ortsgrößeneinfluss
- Keine gesicherte Erkenntnis zur Richtigkeit der H_0 und H_1
- H_0 wird abgelehnt, Ortsgrößeneinfluss

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung A- 6: Sensitivitätsrechnung für den Ortsgrößeneinfluss mit Effektgröße = 0,05 Wege/P,d (erreicht oder überschritten)

Gesamtergebnis Übertragbarkeit - Sensitivitätsanalyse (Variation der Effektgröße); Effektgröße = 0,03 Wege/P,d

Spez. Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Überregionale Stabilität (Ergebnis MiD 2002, ABL)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder		b			b			b			b				
3	Schüler - sonstige			b												
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	☆				☆	b	☆			☆ b					☆
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				☆		b				☆ b		b			
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige				☆ --	b	b				☆ --	b	☆ --			☆ --
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw												☆ b			b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige										b	☆ b				☆

Überregionale Stabilität:

H_1 nicht brauchbar, übertragbar — H_1 eingeschränkt brauchbar — H_1 brauchbar, Übertragbarkeit im Einzelfall prüfen

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichnung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
☆ Prüfung erfolgt unter Berücksichtigung der Ortsgrößenklasse
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)
-- = für Fallzahlen < 100 keine Prüfung möglich

Spez. Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Überregionale Stabilität (Ergebnis SrV 2003, NBL)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder					e			b			b				☆
3	Schüler - sonstige			☆ b		b						b				b
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw											c	e	c	c	☆ e
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				b	b	☆				b	b				☆ b
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige				b	b	b					b				b
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				b	b					b	b				b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige				b	b					b	b	b			☆

Überregionale Stabilität:

H_1 nicht brauchbar, übertragbar — H_1 eingeschränkt brauchbar — H_1 brauchbar, Übertragbarkeit im Einzelfall prüfen

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichnung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
☆ Prüfung erfolgt unter Berücksichtigung der Ortsgrößenklasse
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)
-- = für Fallzahlen < 100 keine Prüfung möglich

Spez. Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Überregionale Stabilität (Gesamtergebnis)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder															
3	Schüler - sonstige															
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw															
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige															
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige															

Überregionale Stabilität:

H_0 wird angenommen, übertragbar

Keine gesicherte Erkenntnis zur Richtigkeit der H_0 und H_1

H_0 wird abgelehnt, Übertragbarkeit im Einzelfall prüfen

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung A- 7: Sensitivitätsrechnung zur Übertragbarkeit mit Effektgröße = 0,03 Wege/P,d (erreicht oder überschritten)

Effektgröße: 0,05 Wege/P,d (erreicht oder überschritten)

Spez. Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Überregionale Stabilität (Ergebnis MiD 2002, ABL)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder		b			b			b			b				
3	Schüler - sonstige															
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw	☆				☆		☆			☆ b		c			☆
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				☆		b				☆ b					
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige				☆ --	b	b				☆ --	b	☆ --			☆ --
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw												☆ b			b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige										b	☆ b				☆

Überregionale Stabilität:

- H_1 nicht brauchbar, übertragbar
- H_1 eingeschränkt brauchbar
- H_1 brauchbar, Übertragbarkeit im Einzelfall prüfen

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichnung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
☆ Prüfung erfolgt unter Berücksichtigung der Ortsgrößenklasse
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)
-- = für Fallzahlen < 100 keine Prüfung möglich

Spez. Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Überregionale Stabilität (Ergebnis SrV 2003, NBL)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder					e			b			b				☆
3	Schüler - sonstige			☆												
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw				d	c	c				d	c	e	c	c	☆ e
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw				b	b	☆					b				☆ b
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige				b	b	b					b				
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw					b					b	b				b
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige				b						b					☆

Überregionale Stabilität:

- H_1 nicht brauchbar, übertragbar
- H_1 eingeschränkt brauchbar
- H_1 brauchbar, Übertragbarkeit im Einzelfall prüfen

a) nicht signifikant, Effektgröße unterschritten (grün, ohne Kennzeichnung)
b) nicht signifikant , Effektgröße überschritten, KI-Einschluss
c) signifikant, Effektgröße unterschritten, KI-Einschluss
☆ Prüfung erfolgt unter Berücksichtigung der Ortsgrößenklasse
d) signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
e) nicht signifikant, Effektgröße überschritten, kein KI-Einschluss
f) signifikant, Effektgröße überschritten (orange, ohne Kennzeichnung)
-- = für Fallzahlen < 100 keine Prüfung möglich

Spez. Verkehrsaufkommen nach QZG und Bezugspersonen - Überregionale Stabilität (Gesamtergebnis)

PG-Nr.	Personengruppe \ maßgeb. QZG	W-A	W-K	W-B	W-E	W-F	W-S	A-W	K-W	B-W	E-W	F-W	S-W	S-A	A-S	S-S
1	Kleinkinder															
3	Schüler - sonstige															
8	Erwerbstätiger mit Führerschein und HH-Pkw															
10	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
11	Nichterwerbstätiger ≤ 65 J. - sonstige															
12	Nichterwerbstätiger > 65 J. mit Führers. und HH-Pkw															
13	Nichterwerbstätiger > 65 J. - sonstige															

Überregionale Stabilität:

- H_0 wird angenommen, übertragbar
- Keine gesicherte Erkenntnis zur Richtigkeit der H_0 und H_1
- H_0 wird abgelehnt, Übertragbarkeit im Einzelfall prüfen

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung A- 8: Sensitivitätsrechnung zur Übertragbarkeit mit Effektgröße = 0,05 Wege/P,d (erreicht oder überschritten)

Anhang VII Entwurf zum Aufbau des Wegefragebogens für das SrV 2008

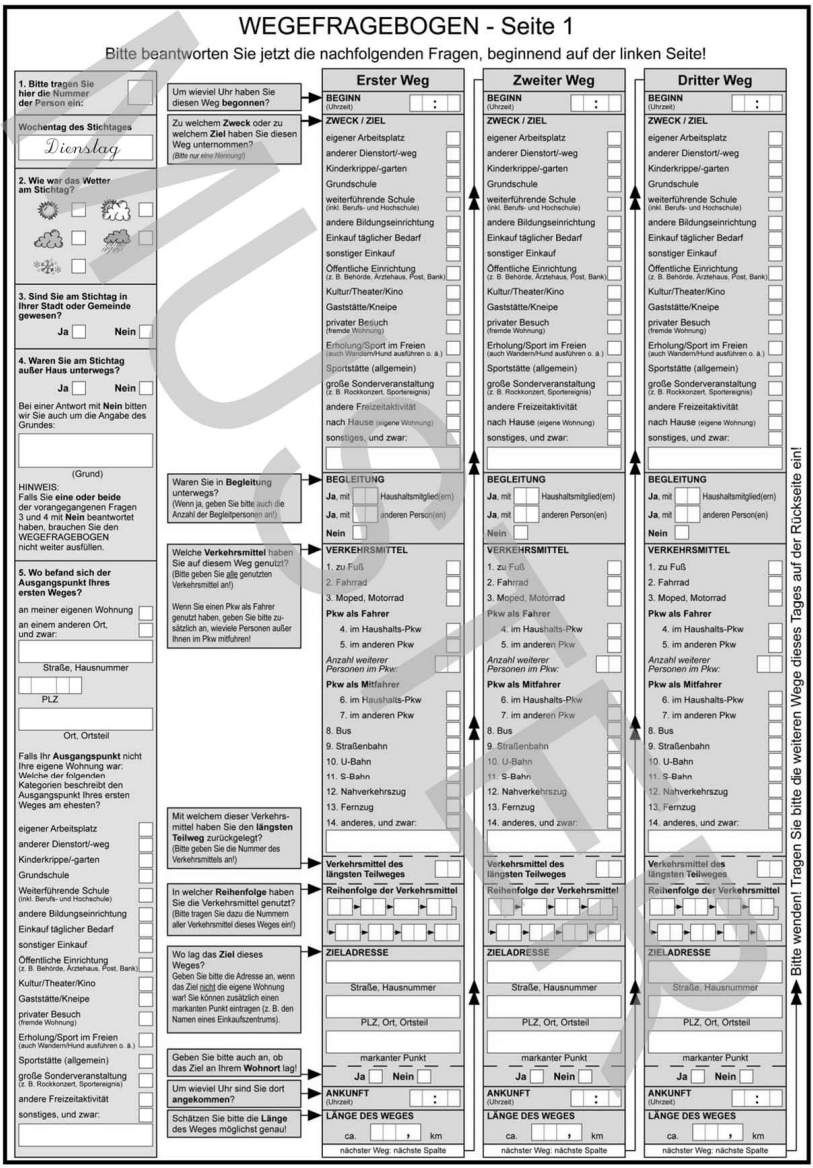


Abbildung A- 9: Entwurf des Wegefragebogens „SrV 2008“ (Vorderseite)

WEGEFRAGEBOGEN - Seite 2

Tragen Sie bitte die weiteren Wege des Stichtages hier ein!

Vierter Weg	Fünfter Weg	Sechster Weg	Siebenter Weg	Achter Weg
BEGINN (Uhrzeit) :	**BEGINN** (Uhrzeit) :	**BEGINN** (Uhrzeit) :	**BEGINN** (Uhrzeit) :	**BEGINN** (Uhrzeit) :
ZWECK / ZIEL	**ZWECK / ZIEL**	**ZWECK / ZIEL**	**ZWECK / ZIEL**	**ZWECK / ZIEL**
eigener Arbeitsplatz	eigener Arbeitsplatz	eigener Arbeitsplatz	eigener Arbeitsplatz	eigener Arbeitsplatz
anderer Dienstort/-weg	anderer Dienstort/-weg	anderer Dienstort/-weg	anderer Dienstort/-weg	anderer Dienstort/-weg
Kinderkrippe/-garten	Kinderkrippe/-garten	Kinderkrippe/-garten	Kinderkrippe/-garten	Kinderkrippe/-garten
Grundschule	Grundschule	Grundschule	Grundschule	Grundschule
weiterführende Schule (inkl. Berufs- und Hochschule)	weiterführende Schule (inkl. Berufs- und Hochschule)	weiterführende Schule (inkl. Berufs- und Hochschule)	weiterführende Schule (inkl. Berufs- und Hochschule)	weiterführende Schule (inkl. Berufs- und Hochschule)
andere Bildungseinrichtung	andere Bildungseinrichtung	andere Bildungseinrichtung	andere Bildungseinrichtung	andere Bildungseinrichtung
Einkauf täglicher Bedarf	Einkauf täglicher Bedarf	Einkauf täglicher Bedarf	Einkauf täglicher Bedarf	Einkauf täglicher Bedarf
sonstiger Einkauf	sonstiger Einkauf	sonstiger Einkauf	sonstiger Einkauf	sonstiger Einkauf
Öffentliche Einrichtung (z. B. Behörde, Ärztehaus, Post, Bank)	Öffentliche Einrichtung (z. B. Behörde, Ärztehaus, Post, Bank)	Öffentliche Einrichtung (z. B. Behörde, Ärztehaus, Post, Bank)	Öffentliche Einrichtung (z. B. Behörde, Ärztehaus, Post, Bank)	Öffentliche Einrichtung (z. B. Behörde, Ärztehaus, Post, Bank)
Kultur/Theater/Kino	Kultur/Theater/Kino	Kultur/Theater/Kino	Kultur/Theater/Kino	Kultur/Theater/Kino
Gaststätte/Kneipe	Gaststätte/Kneipe	Gaststätte/Kneipe	Gaststätte/Kneipe	Gaststätte/Kneipe
privater Besuch (fremde Wohnung)	privater Besuch (fremde Wohnung)	privater Besuch (fremde Wohnung)	privater Besuch (fremde Wohnung)	privater Besuch (fremde Wohnung)
Erholung/Sport im Freien (auch Wandern/Hund ausführen o. ä.)	Erholung/Sport im Freien (auch Wandern/Hund ausführen o. ä.)	Erholung/Sport im Freien (auch Wandern/Hund ausführen o. ä.)	Erholung/Sport im Freien (auch Wandern/Hund ausführen o. ä.)	Erholung/Sport im Freien (auch Wandern/Hund ausführen o. ä.)
Sportstätte (allgemein)	Sportstätte (allgemein)	Sportstätte (allgemein)	Sportstätte (allgemein)	Sportstätte (allgemein)
große Sonderveranstaltung (z. B. Rockkonzert, Sportereignis)	große Sonderveranstaltung (z. B. Rockkonzert, Sportereignis)	große Sonderveranstaltung (z. B. Rockkonzert, Sportereignis)	große Sonderveranstaltung (z. B. Rockkonzert, Sportereignis)	große Sonderveranstaltung (z. B. Rockkonzert, Sportereignis)
andere Freizeitaktivität	andere Freizeitaktivität	andere Freizeitaktivität	andere Freizeitaktivität	andere Freizeitaktivität
nach Hause (eigene Wohnung)	nach Hause (eigene Wohnung)	nach Hause (eigene Wohnung)	nach Hause (eigene Wohnung)	nach Hause (eigene Wohnung)
sonstiges, und zwar:	sonstiges, und zwar:	sonstiges, und zwar:	sonstiges, und zwar:	sonstiges, und zwar:
BEGLEITUNG	**BEGLEITUNG**	**BEGLEITUNG**	**BEGLEITUNG**	**BEGLEITUNG**
Ja, mit Haushaltsmitglied(ern)	**Ja**, mit Haushaltsmitglied(ern)	**Ja**, mit Haushaltsmitglied(ern)	**Ja**, mit Haushaltsmitglied(ern)	**Ja**, mit Haushaltsmitglied(ern)
Ja, mit anderen Person(en)	**Ja**, mit anderen Person(en)	**Ja**, mit anderen Person(en)	**Ja**, mit anderen Person(en)	**Ja**, mit anderen Person(en)
Nein	**Nein**	**Nein**	**Nein**	**Nein**
VERKEHRSMITTEL	**VERKEHRSMITTEL**	**VERKEHRSMITTEL**	**VERKEHRSMITTEL**	**VERKEHRSMITTEL**
1. zu Fuß	1. zu Fuß	1. zu Fuß	1. zu Fuß	1. zu Fuß
2. Fahrrad	2. Fahrrad	2. Fahrrad	2. Fahrrad	2. Fahrrad
3. Moped, Motorrad	3. Moped, Motorrad	3. Moped, Motorrad	3. Moped, Motorrad	3. Moped, Motorrad
Pkw als Fahrer	**Pkw als Fahrer**	**Pkw als Fahrer**	**Pkw als Fahrer**	**Pkw als Fahrer**
4. im Haushalts-Pkw	4. im Haushalts-Pkw	4. im Haushalts-Pkw	4. im Haushalts-Pkw	4. im Haushalts-Pkw
5. im anderen Pkw	5. im anderen Pkw	5. im anderen Pkw	5. im anderen Pkw	5. im anderen Pkw
Anzahl weiterer Personen im Pkw:	*Anzahl weiterer Personen im Pkw:*	*Anzahl weiterer Personen im Pkw:*	*Anzahl weiterer Personen im Pkw:*	*Anzahl weiterer Personen im Pkw:*
Pkw als Mitfahrer	**Pkw als Mitfahrer**	**Pkw als Mitfahrer**	**Pkw als Mitfahrer**	**Pkw als Mitfahrer**
6. im Haushalts-Pkw	6. im Haushalts-Pkw	6. im Haushalts-Pkw	6. im Haushalts-Pkw	6. im Haushalts-Pkw
7. im anderen Pkw	7. im anderen Pkw	7. im anderen Pkw	7. im anderen Pkw	7. im anderen Pkw
8. Bus	8. Bus	8. Bus	8. Bus	8. Bus
9. Straßenbahn	9. Straßenbahn	9. Straßenbahn	9. Straßenbahn	9. Straßenbahn
10. U-Bahn	10. U-Bahn	10. U-Bahn	10. U-Bahn	10. U-Bahn
11. S-Bahn	11. S-Bahn	11. S-Bahn	11. S-Bahn	11. S-Bahn
12. Nahverkehrszug	12. Nahverkehrszug	12. Nahverkehrszug	12. Nahverkehrszug	12. Nahverkehrszug
13. Fernzug	13. Fernzug	13. Fernzug	13. Fernzug	13. Fernzug
14. anderes, und zwar:	14. anderes, und zwar:	14. anderes, und zwar:	14. anderes, und zwar:	14. anderes, und zwar:
Verkehrsmittel des längsten Teilweges	**Verkehrsmittel des längsten Teilweges**	**Verkehrsmittel des längsten Teilweges**	**Verkehrsmittel des längsten Teilweges**	**Verkehrsmittel des längsten Teilweges**
Reihenfolge der Verkehrsmittel	**Reihenfolge der Verkehrsmittel**	**Reihenfolge der Verkehrsmittel**	**Reihenfolge der Verkehrsmittel**	**Reihenfolge der Verkehrsmittel**
ZIELADRESSE	**ZIELADRESSE**	**ZIELADRESSE**	**ZIELADRESSE**	**ZIELADRESSE**
Straße, Hausnummer	Straße, Hausnummer	Straße, Hausnummer	Straße, Hausnummer	Straße, Hausnummer
PLZ, Ort, Ortsteil	PLZ, Ort, Ortsteil	PLZ, Ort, Ortsteil	PLZ, Ort, Ortsteil	PLZ, Ort, Ortsteil
markanter Punkt	markanter Punkt	markanter Punkt	markanter Punkt	markanter Punkt
Ja **Nein**	**Ja** **Nein**	**Ja** **Nein**	**Ja** **Nein**	**Ja** **Nein**
ANKUNFT (Uhrzeit) :	**ANKUNFT** (Uhrzeit) :	**ANKUNFT** (Uhrzeit) :	**ANKUNFT** (Uhrzeit) :	**ANKUNFT** (Uhrzeit) :
LÄNGE DES WEGES	**LÄNGE DES WEGES**	**LÄNGE DES WEGES**	**LÄNGE DES WEGES**	**LÄNGE DES WEGES**
ca. , km	ca. , km	ca. , km	ca. , km	ca. , km
nächster Weg: nächste Spalte	nächster Weg: nächste Spalte	nächster Weg: nächste Spalte	nächster Weg: nächste Spalte	nächster Weg: nächste Spalte

Bitte verwenden Sie für weitere Wege einen weiteren Wegefragebogen. Es besteht auch die Möglichkeit zum Herunterladen unter www.tu-dresden.de/srv2008

Abbildung A- 10: Entwurf des Wegefragebogens „SrV 2008“ (Rückseite)

Bisher sind in dieser Schriftenreihe folgende Hefte erschienen:

Heft 1/1996:

KNÖBEL, M.; WERMUTH, M.; ACKERMANN, K.; FÖRSCHNER, G.: System repräsentativer Verkehrsbefragung 1994 (SrV Abschlusskolloquium)

Heft 2/1996:

RICHTER, F.; BECKER, U.; ELSEL, E.: Emissionsabschätzung einer Ausfallstraße in Dresden

Heft 3/1997:

LOHSE, D.; SCHNEIDER, R.: Vergleichende Untersuchung der aggregierten und disaggregierten Verkehrsplanungsmodelle in der Deutschen Demokratischen Republik und der Bundesrepublik Deutschland unter Berücksichtigung vorhandener Daten aus Verkehrszählungen und Befragungen

Heft 4/1997:

LÄTZSCH, L.: Die Wirkungsweise deterministischer und stochastischer Modelle zur Umlegung des individuellen Kraftfahrzeugverkehrs bei Straßennetzberechnungen

Heft 5/1997:

LOHSE, D.; TEICHERT, H.; DUGGE, B.; BACHNER, G.: Ermittlung von Verkehrsströmen mit n-linearen Gleichungssystemen - Verkehrsnachfragemodellierung -

Heft 6/1999:

KNOTE, T.; KORN, J.; LÄTZSCH, L.; RINGEL, R.; SCHNABEL, W.: Bewertung des Verkehrsablaufes auf städtischen Hauptverkehrsstraßen - gezeigt am Beispiel der Reisezeitmessung in der Stadt Dresden

Heft 7/2003:

KNOTE, T.: Die Kapazität von Nebenströmen auf städtischen Vorfahrtknoten

Heft 8/2004:

SCHILLER, C.: Integration des ruhenden Verkehrs in die Verkehrsangebots- und Verkehrsnachfragemodellierung

Heft 9/2006:

DUGGE, B.: Ein simultanes Erzeugungs-, Verteilungs-, Aufteilungs- und Routenwahlmodell (EVA-U)

Heft 10/2007:

SCHILLER, C.: Erweiterung der Verkehrsnachfragemodellierung um Aspekte der Raum- und Infrastrukturplanung

Heft 11/2008:

WITTWER, R.: Raumstrukturelle Einflüsse auf das Verkehrsverhalten - Nutzbarkeit der Ergebnisse großräumiger und lokaler Haushaltsbefragungen für makroskopische Verkehrsplanungsmodelle