Prof. Dr.- Ing. D. Zumkeller
Dr.- Ing. B. Chlond
Dipl.-Math. Oliver Lipps

Panelauswertung 1995 / 1996

Schlussberichts

Institut für Verkehrswesen
Universität Karlsruhe (TH)
Prof. Dr.-Ing. D. Zumkeller

Forschungsauftrag BMV FE96460_96

Inhaltsverzeichnis:

0. Einführung und Problemstellung 4
1. Beurteilung der Datenqualität und Stichprobe 1996 6
1.1 Beurteilung der Stichprobe 6
1.2 Untersuchung der Antwortbereitschaft 6
1.3 Untersuchung der Mortalität 7
1.4 Beurteilung der Datenqualität 10
1.5 Ergebnisse der verschiedenen Kohorten / Designeffekte 12
1.6 Ursachen für die ausgewiesenen Unterschiede 15
2. Gewichtung und Auswertung der Paneldaten 1996 16
2.1 Vorgaben 16
2.1.1 Zur Gewichtung anhand des Merkmales Anzahl Pkw pro Haushalt 16
2.1.2 Gewichtung der Personen 19
2.1.3 Gewichtung der Wege 20
3. Gewichtung über die Weglängenverteilung 22
3.1 Problem der Stichprobe und des Designs 22
3.2 Lösungsansatz: Das Konzept der zusammengefaßten Auswertungen 24
3.3 Folgerungen aus dem Konzept der zusammengefaßten Auswertungen 26
3.4 Bewertung der Ergebnisse 28
4. Analyse von Verhaltensänderungen: Kennwerte 29
4.1 Methodischer Ansatz 29
4.2 Verteilungsvoraussetzung 30
4.3 Resultate: Bandbreite der Veränderungen 30
4.3.1 Wegezahl 30
4.3.2 Entfernungsbudget 30
4.3.3 Zeitbudget 31
4.4 Schlußfolgerung 31
5. Verhaltensänderungen: Wechsel des soziodemographischen Status 32
6. Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise 36
6.1 Das rotierende Panel 36
6.2 Vergleich zwischen Panel und Querschnittuntersuchungen 37
Tabelle 23 verdeutlicht, daß jede Untersuchungsmethode ihre spezifischen Möglichkeiten und Grenzen hat. Beide Methoden können jedoch komplementär verwendet werden, so daß jeweils die Vorteile zum Tragen kommen können und sich darüber hinaus - etwa zu Gewichtungs- und Plausibilisierungszwecken - positiv ergänzen. 38
7. Auswertung der Tankbuchdaten 1995, 1996 und 1997 39
7.1 Aufgabenstellung 39
7.2 Übernahme der Daten 39
7.3 Datenprüfung und Plausibilisierung 39
7.3.1 Beurteilung des Erhebungsverfahrens 40
7.3.2 Ergebnisse der Plausibilisierung und Prüfung 41
7.4 Auswertung der Ergebnisse 42
7.4.1 Berechnung von Fahrleistung und Verbrauch pro Fahrzeug 42
7.4.2 Ungewichtete Ergebnisse 44
7.5 Gewichtete und hochgerechnete Ergebnisse 46
7.5.1 Verfahren der Gewichtung und Hochrechnung 46
7.5 Vergleich der Ergebnisse mit anderen Quellen 58
7.6 Schlußfolgerungen und Wertung der Ergebnisse 58
7.6.1 Bewertung des eingesetzten Verfahrens 58

7.6.2 Bewertung der Stichprobenzusammenstellung: 59
7.6.3 Bewertung der Ergebnisse....59
ANHANG A: Untersuchung der Mobilität verschiedener Kohorten (bzgl. der Dauer der Panelzugehörigkeit)....60
ANHANG E: Erstellung eines dynamischen Modells zur Bestimmung der motorisierten Haushalte nach Ortsgrößenklasse und Haushaltsgröße....62
ANHANG C: Ungewichtete Originalverteilungen der Haushalte....68
Anhang D: Bemerkungen....74
Anhang E: Fahrzeughaltermerkmale....75
Vergleicht man die Ist- mit den Soll-Werten, fällt deutlich die Überrepräsentativität von Haushalten mit Kindern auf Kosten von Haushaltstyp II (i.a. Rentner und Arbeitslose) auf. Ebenso wird die erhöhte Präsens von Haushalten in Kleinstädten und auf dem Land zu Lasten von Haushalten in Großstädten deutlich. Teile der berechneten (hohen) Fahrleistungs- sowie (niedrigen) Verbrauchswerte lassen sich durch diese Verzerrung begründen.Literaturverzeichnis....75
Literaturverzeichnis....76

0. Einführung und Problemstellung

Im vorliegenden Bericht werden Ergebnisse der Analyse der dritten Welle der Paneluntersuchung zum Mobilitätsverhalten vorgestellt. Die dritte Erhebung der Alltagsmobilität mit Wiederholern aus dem Jahr 1995 und Mehrfachwiederholern aus dem Jahr 1994 erlaubt es darüber hinaus, bestimmte Sachverhalte der vorangegangenen Wellen zu verifizieren bzw. sogar vollkommen neue Erkenntnisse auch für die Analyse der ersten beiden Wellen zu erhalten.
Vor dem Hintergrund der Erfahrungen aus den ersten beiden Erhebungen zur Alltagsmobilität sowie den parallel dazu laufenden Erhebungen von Fahrleistungen und Benzinverbräuchen stellen sich neue Fragen. Stichworte hierzu sind Paneleffekte, Hochrechenrahmen, Einordnung der Repräsentativität der Ergebnisse, Durchführbarkeit einer langfristigen Panelerhebung, Interpretation der Daten, Möglichkeit der Analyse von Verhaltensänderungen.

Es wurden weitere Überlegungen angestellt, wie basierend auf den Ergebnissen der ersten Wellen eine Panelerhebung langfristig etabliert werden kann und welche Gesichtspunkte bei der Datenerhebung, Stichprobenzusammenstellung, Auswertung, Hochrechnung und Analyse zu beachten sind. Das Panelverfahren erfordert ein möglichst häufig wiederholtes Berichten. Diesem Erfordernis wurde in der dritten Welle dadurch gerecht, daß neue Panelteilnehmer eine schriftliche Einverständniserklärung leisten mußten, daß das Erhebungsinstitut ihre Anschrift 3-4 Jahre speichern darf [vgl. INFRATEST Haushalts-Panel zum Verkehrsverhalten „Alltagsmobilität Herbst 1996“]. Ob sich dadurch systematische Unterschiede im Berichtsverhalten ergeben, wird ebenfalls untersucht und ist auch in zukünftigen Erhebungen zu berücksichtigen.
Speziell unter dem Gesichtspunkt der langfristigen Durchführung einer Paneluntersuchung zum Mobilitätsverhalten ist zu Überlegen, inwieweit die Repräsentativität der Stichprobe erzielt werden kann. Für die einzelnen Erhebungsrunden und speziell hinsichtlich der Neuanwerbung von Personen / Haushalte wurde untersuchen, nach welchen Kriterien Personen für das Panel anzuwerben sind. Als Ergebnis werden Aussagen gemacht, die bei der Anwerbung langfristig zu beachten und bei der Hochrechung zu berücksichtigen sind. Ziel des langfristig anzuwendenden Mehr-Jahres-Hochrechenverfahrens ist es, valide Kennzahlen in einem ausreichenden Differenzierungsgrad zu liefern, die als Zeitreihe verwendet werden können.

Bereits bei den Wiederholern im Jahre 1995 waren bestimmte Effekte (scheinbare oder tatsächliche Veränderungen) identifizierbar, die allerdings von den zugrundeliegenden Ursachen nicht eindeutig differenziert werden konnten. Mit den Wiederholern im Jahr 1996 und den Erfahrungen, die für eine differenzierte Datenanalyse erforderlich sind (Beibehaltung der Anfangstagsverteilung), wird für die Wiederholer überprüft, ob die Veränderungen bestimmter Eckwerte auf das Erhebungsdesign oder tatsächliche systematische Verhaltensänderungen zurückzuführen sind. Bestimmte tatsächliche Veränderungen werden ausgewiesen.

Zusätzlich zu einer Berechnung der Attrition im Kollektiv wurde für die Wiederholer von 1994 und 1995 eine getrennte Attritionanalyse vorgenommen. Falls sich die Attrition von Wiederholern und Nicht-Wiederholern signifikant unterscheidet, kann diese Kenntnis genutzt werden, um die unterschiedlichen Kohorten zu gewichten und hochzurechnen. Aus diesen neuen Daten und Informationen wird entsprechend der bekannten Panelstatistik der Jahre 1994 und 1995 eine Panelstatistik für das Jahr 1996 erstellt. Zwar haben die ersten beiden

Erhebungswellen zur Alltagsmobilität bereits zentrale Erkenntnisse geliefert, dennoch blieben bestimmte Fragen offen, die sich erst nach der Durchführung unterschiedlicher Wellen mit einem teilweise veränderten Design beantworten ließen.

Die im Rahmen des Panelprojektes erhobenen Daten zu Fahrleistung und Benzinverbrauch werden - wie auch die Daten zur dritten Welle Alltagsverkehr - zunächst auf Plausibilität überpü□ft. Als Ziel wird auch in Hinblick auf zukünftige Erhebungswellen ein Regelkatalog ausgearbeitet, nach dem zukünftig eine Datenüberprüfung und Bereinigung erfolgen sollte.
In der Auswertung werden die plausibilisierten Datensätze nach unterschiedlichen Erhebungsdesigns und Fahrzeugen ausgewertet. Auch in dieser Stufe ist festzulegen, wie in zukünftigen Erhebungswellen verfahren werden sollte.

Im Projektteil der Hochrechnung wird ein Hochrechenverfahren entwickelt, das das Fahrzeugkollektiv der Stichprobe und den bundesdeutschen Fahrzeugbestand sowie die jeweiligen Fahrleistungen berücksichtigt.

1. Beurteilung der Datenqualität und Stichprobe 1996

1.1 Beurteilung der Stichprobe

Im Unterschied zur ersten Stichprobe 1994, wo hinsichtlich der Repräsentativität der Stichprobe Probleme auftraten (zu wenig Rentner), ist die Repräsentativität hinsichtlich der relevanten Verteilung auf Altersklassen und Geschlecht ähnlich wie bereits 1995 als relativ gelungen einzuschätzen.
Dennoch zeigen sich auf Haushaltsebene bestimmte Effekte, die langfristig und bei der Vergabe von Gewichtungsfaktoren zur Hochrechnung zu beachten sind[1]:

1. Die Haushalte sind im Mittel zu groß: Es sind einerseits zu wenig Einpersonenhaushalte, andererseits zu viele Familienhaushalte mit Kindern und Jugendlichen enthalten, dies führt bei einer Aggregation auf Haushaltsebene (Verwendung einer Haushaltsgewichtung auch auf der Ebene der Personen) zu „zu vielen“ Personen. Dieser Fehler kann bei der anschließenden Personengewichtung ausgeglichen werden!

2. Bedingt durch die überproportional vertretenen großen Haushalte in tendenziell dünner besiedelten Regionen liegen eher ländliche bzw. suburbane Wohn- und Lebensformen mit entsprechendem Mobilitätsverhalten vor. Dies wiederum führt im Vergleich zu anderen Erhebungsquellen zu einem relativ hohen Motorisierungsgrad. Der Anteil der Haushalte ohne Pkw ist verglichen mit plausiblen Erwartungen zu gering.

3. Bedingt durch das neue Anwerbeverfahren (Verpflichtungserklärung neuer Haushalte) werden nur relativ motivierte Haushalte angeworben, diese Motivation scheint mit einer gewissen Bildung, gleichzeitig aber auch einer möglicherweise erhöhten Mobilität einherzugehen. Inwieweit diese Motivation auch in späteren Erhebungswellen vorhanden ist, läßt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht analysieren. Prinzipiell dürften dieselben Bedingungen gelten wie für die Wiederholer / Mehrfachwiederholer, bei denen ja auch eine gewisse Motivation und positive Grundeinstellung zum Panel vorhanden ist. Für einen Vergleich der Mobilität zwischen Wellen mit unterschiedlichem Design (mit Verpflichtungserklärung vs. ohne Verpflichtungserklärung) muß das veränderte Design in der Gewichtung berücksichtigt werden.

1.2 Untersuchung der Antwortbereitschaft

Mittels der von der Fa. INFRATEST überlassenen Daten läßt sich die prinzipielle Antwortbereitschaft der potentiellen (neu anzuwerbenden) Teilnehmer für die 96er Welle untersuchen. Differenziert man an der Panel-Teilnahme interessierte/nicht interessierte Personen nach wichtigen soziodemographischen Merkmalen, so ergeben sich folgende Zusammenhänge:

[1] Ein Vergleich der Ist- und der Sollverteilung findet sich in Anhang C.

alle telefonisch angeworbenen Personen					
Merkmal		**an Panelteilnahme interessiert (%) (a)**		**an Panelteilnahme nicht interessiert (%) (b)**	**Index (a/b)**
Geschlecht					
	Männer	46,5		41,5	1,12
	Frauen	53,5		58,5	0,91
Alter					
	bis 29	24,5		22,7	1,08
	30-59	55,9		43,8	1,28
	60+	19,5		33,5	0,58
Haus-haltsgröße					
	1 Personen HH	24,9		37,6	0,66
	2 Personen HH	36,5		33,5	1,09
	3+ Personen HH	38,6		28,8	1,34

Tab.1: Antwortbereitschaft nach unterschiedlichen soziodemographischen Merkmalen

Tendenziell sind Männer eher zu einer Teilnahme bereit als Frauen, die mittlere Altersklasse eher als ältere sowie eher Personen aus größeren Haushalten als Personen aus Einpersonenhaushalten. Dabei ist zu beachten, daß diese Merkmale hoch korreliert sind, so stammen ältere Personen eher aus kleinen (1 oder 2-Personen) Haushalten, wobei ein hoher Anteil dieser Personen alleinstehende Frauen sind.

1.3 Untersuchung der Mortalität

Mit der größeren Stichprobe ist es möglich, eine nach unterschiedlichen Personengruppen differenzierte (selektive) Mortalität zwischen Wellen zu analysieren. Zusätzlich lassen sich die unterschiedlichen Mortalitätsraten auch nach Welle differenzieren. Zusammenfassend resultieren folgende Aussteigerraten:

	Panel 1994	davon Aussteiger 1994 -> 1995	%	Panel 1995	davon Aussteiger 1995 -> 1996	%
alle Personen	517	222	42,9	744	398	53,5
Erstberichter	517	222	42,9	449	252	56,1
Erstwiederholer				295	146	49,5

Tab.2: Mortalitätsraten nach Jahr des Übergangs und Status der Teilnahme

Es wird deutlich, daß die Aussteigerrate nach 1995 höher war als nach 1994. Das liegt in erster Linie daran, daß 1996 erheblich weniger Aufwand für Nachfaßaktionen betrieben wurde als 1995. Zudem stiegen vor allem auch diejenigen Haushalte aus, die nicht schon seit Beginn der Erhebungen teilgenommen haben, während die Erstwiederholer nach der Wiederholung tendenziell eher im Panel verblieben.
Bezüglich der relevanten Kriterien differenziert ergibt sich folgendes Bild:

Alters-klassen	Panel 1994	Aussteiger 1994 -> 1995	% (a)	Panel 1995	Aussteiger 1995 -> 1996	% (b)	Index (a/b)
10-17 Jahre	46	18	39,1	65	29	44,6	0,88
18-35 Jahre	176	82	46,6	212	134	63,2	0,74
36-59 Jahre	218	89	40,8	273	149	54,6	0,75
60+ Jahre	77	33	42,9	194	86	44,3	0,97

Tab.3: Mortalitätsraten nach Jahr des Übergangs und Alter

Die Aussteigerraten sind nach 1994 bei den unterschiedlichen Altersklassen relativ gleichmäßig um den Mittelwert 42,9% verteilt, bei beiden Wellen sind sie bei der Altersklasse der (mobilen) jungen Erwachsenen zwischen 18-35 Jahre am höchsten. Nach 1995 steigen die Rentner am ehesten nicht aus (!). Bezüglich der **Entwicklung** der Aussteigerquote (von 94/95 nach 95/96) läßt sich feststellen, daß sich der geringere Motivationsaufwand (nach 95) eher auf die höhermobilen bei den mittleren Altersklassen negativ ausgewirkt hat. Diese Personen sind vermehrt ausgestiegen.

Geschlecht	Panel 1994	Aussteiger 1994 -> 1995	% (a)	Panel 1995	Aussteiger 1995 -> 1996	% (b)	Index (a/b)
männlich	256	113	44,1	361	185	51,3	0,86
weiblich	261	109	41,8	383	213	55,6	0,75

Tab.4: Mortalitätsraten nach Jahr des Übergangs und Geschlecht

Bezüglich des Geschlechts lassen sich keine eindeutigen Unterschiede feststellen. Frauen sind beim zweiten Übergang im Verhältnis zum ersten Übergang eher ausgestiegen als Männer.

Personen mit ... PKW im HH	Panel 1994	Aussteiger 1994 -> 1995	% (a)	Panel 1995	Aussteiger 1995 -> 1996	% (b)	Index (a/b)
0	18	6	33,3	67	32	47,8	0,70
1	281	111	39,5	442	224	50,7	0,78
2+	218	105	48,2	235	142	60,7	0,79

Tab.5: Mortalitätsraten nach Jahr des Übergangs und PKW-Ausstattung

Bezüglich der Ausstattung der Haushalte mit PKW läßt sich ein eindeutiger Trend ausmachen: Tendenziell mobilere Personen[2], die in Haushalten mit mehr PKW leben, steigen eher aus dem Panel aus als Personen aus Haushalten mit nur einem PKW oder gar nichtmotorisierten Haushalten. Ein weiterer Grund für den erhöhten Ausstieg der motorisierten Haushalte könnte auch die zusätzliche Belastung dieser Haushalte mit den Tankbüchern sein: Alle Haushalte, die in der Herbstbefragung Alltagsmobilität teilgenommen haben und motorisiert sind, sollten im darauffolgenden Frühjahr für jeden PKW im Haushalt für zwei Monate ein

[2] Hier Personen mit einem höheren Entfernungsbudget.

Tankbuch führen (siehe zweiter Teil dieses Berichts). Dies könnte dazu geführt haben, daß Haushalte mit PKW verstärkt aus dem Panel ausgestiegen sind. Die Tatsache, daß der Ausstieg umso stärker war, je mehr PKW i Haushalt vorhanden sind, unterstützt diese Annahme. Die zeitliche Entwicklung der Aussteigerquote läßt sich für die Personen bezüglich der PKW-Ausstattung nicht differenzieren.

Personen aus HH mit ... Personen	Panel 1994	Aussteiger 1994 -> 1995	% (a)	Panel 1995	Aussteiger 1995 -> 1996	% (b)	Index (a/b)
1	33	14	42,4	97	46	47,4	0,89
2	189	77	40,7	284	146	51,4	0,79
3+	296	131	44,3	363	206	56,7	0,78

Tab.6: Mortalitätsraten nach Jahr des Übergangs und Haushaltsgröße

Personen aus größeren Haushalten steigen tendenziell eher aus.

Beruf	Panel 1994	Aussteiger 1994 -> 1995	% (a)	Panel 1995	Aussteiger 1995 -> 1996	% (b)	Index (a/b)
vollzeitbeschäftigt	218	95	43,6	281	167	59,4	0,73
teilzeitbeschäftigt	70	27	38,6	104	58	55,8	0,69
Hausfrau / arbeitslos	81	35	43,2	95	54	56,8	0,70
in Ausbildung	73	30	41,1	94	46	48,9	0,84
Rentner	75	35	46,7	169	72	42,6	1,10

Tab.7: Mortalitätsraten nach Jahr des Übergangs und Berufstätigkeit

Wiederum steigen mit den Voll- und Teilzeiterwerbstätigen die tendenziell mobileren Personen (gegenüber wiederum den jungen und alten Personen in Ausbildung bzw. in Rente) eher aus. Rentner zeigen eine gute Motivation zu einer wiederholten Teilnahme.

Im folgenden wird untersucht, ob sich das Ausscheiden der - von ihrem sozioökonomischen bzw. - demographischen Status her zu erwartendenden - mobileren Personen auch in ihrer (1994 bzw. 1995) tatsächlichen Mobilität (berichtet) bestätigen läßt. Um ein unverzerrteres Bild zu erhalten, werden die weglängen- und attritiongewichteten Werte ausgewiesen:

Mobilität (Mittelwerte pro Personentag)	Wiederholer 1994 -> 1995: 1994	Aussteiger 1994 -> 1995: 1994	Wiederholer 1995 -> 1996: 1995	Aussteiger 1995 -> 1996: 1995
Verkehrsbeteiligung (%)	93,3	91,4	93,7	94,3
Anzahl Wege	3,67	3,28	3,48	3,36
Entfernungsbudget (km)	42,9	47,3	41,0	37,9
Zeitbudget (min)	81,6	79,9	80,6	81,4

Tab.8: Mortalitätsraten nach Jahr des Übergangs und berichteter Mobilität

Die Hypothese, daß eher mobile Personen aussteigen, läßt sich auf Basis obiger Tabelle so undifferenziert nicht halten. Beiden „Aussteigerstichproben“ gemein ist lediglich, daß die berichtete Mobilität der Wiederholer valider zu sein scheint, insbesondere was das Entfernungsbudget anbelangt.
Insgesamt können zwar bezüglich des sozioökonomischen - bzw. - demographischen Status gewisse Unterschiede festgestellt werden, die sich im wesentlichen bei der Überprüfung der Mobilitätskennwerte nicht bestätigen lassen. Eine selektive Panelmortalität kann damit nicht nachgewiesen werden.

Bei Fortführung des bestehenden Designs, also mit geringem Motivationsaufwand der Panelteilnehmer, die schon eine „Verpflichtungserklärung“ geleistet haben sowie der Verbindung des Fagebogens Alltagsmobilität und Tanken, kann als Schlußfolgerung folgendes festgehalten werden. Die deutlichste Mortalität kann bei den Haushalten mit einem und insbesonderen mehreren PKW konstatiert werden. Die untersuchten Erkenntnisse über den erhöhten Ausstieg bestimmter Personengruppen sind weniger stark ausgeprägt und dürften vor allem aus der Verbindung mit einem höheren PKW-Besitz folgen.
Der Grund für den Ausstieg dieser Haushalte liegt in erster Linie wohl darin, daß die Grenzen der Belastung durch das Ausfüllen eines Mobilitätstagebuchs über eine ganze Woche (im Herbst) sowie das Ausfüllen des Tankbuchs über zwei Monate (im darauffolgenden Frühjahr) erreicht zu sein scheint, so daß ein Großteil dieser Personen aussteigt. Zum Ausgleich der antizipierten Mortalität sollten überproportional viele Haushalte mit mehreren PKW angeworben werden. Diese Eigenschaft impliziert, daß zur Realisierung einer repräsentativen Stichprobe tendenziell etwas größere Haushalte angeworben werden müßten.
Eine intensive Motivation der zunächst unwilligen Personen / Haushalte (wie beim Übergang 1994/95 geschehen) sowie eine umfangreiche Nacherhebung - auch wenn diese zu einer höheren Wiederholerrate geführt hat - erschien zu Zeit- und vor allem zu kostenintensiv. Daher könnte diese designbedingte Verzerrung, d.h. die selektiv höhere Mortalität der PKW-Haushalte im Vorhinein durch eine entsprechende soziodemographische Vorabschichtung berücksichtigt werden.

1.4 Beurteilung der Datenqualität

Abgesehen von der Fehler- und Widerspruchsfreiheit der Wegedaten fällt eine vergleichbare Beurteilung der Datenqualität schwer. Jedoch ist anzumerken, daß die Prüferfassung der Daten sowie die Plausibilisierungsalgorithmen, die zum Teil schon von INFRATEST angewandt wurden, einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Datenqualität leisten. Dieser spiegelt sich auch in den Daten von 1996 wider.

Für eine Beurteilung der Vollständig (und Genauigkeit) der berichteten Wege können die Attrition- oder Fatigue-Raten beim Berichten herangezogen werden.
In [CHLOND, LIPPS,ZUMKELLER, 1996] waren zwei wesentliche Effekte für eine Abnahme der berichteten Wege im Verlaufe der Berichtswoche identifiziert worden und zwar:

1. Personen hören nach einer bestimmten Anzahl Tagen vollständig auf zu berichten. Sie steigen aus dem Panel aus. Damit verringert sich im Kollektiv die Anzahl berichteter Personentage bzw. mobiler Tage über den Berichtszeitraum (Abnutzung des Panels, Attrition) mit Auswirkungen auch auf andere Mobilitätskenngrößen.

2. Personen lassen aufgrund der Beanspruchung einzelne Wege, die Ihnen unwichtig erscheinen, weg, bzw. fassen zur Erleichterung ihrer Arbeit einzelne Wege zusammen (Fatigue-Effekt).

Betrachtet man diese Attrition-Raten im Vergleich zwischen den Jahren / Erhebungsrunden, so fallen die zum Teil deutlichen Differenzen auf.

Allerdings sind aufgrund der Fallzahlen und der zum Teil nicht ausreichenden, aber notwendigen Gleichverteilung der Anfangstage (zur Elimination des Wochentagseffekts) Zusammenfassungen von Erstberichtern und Wiederholern notwendig. Eine nach Anzahl Wiederholungen differenzierte Attritiongewichtung war aus diesen Gründen nicht möglich[3]. Dies verschleiert gruppenspezifische Effekte. Dennoch können aufgrund des nur jeweils vergleichbar geringen Anteils an Wiederholern gegenüber den Erstberichtern die Werte jeweils im Kollektiv miteinander vergleichen werden.

Die folgende Tabelle gibt die berechneten täglichen Attritionraten und das Signifikanzniveau für die einzelnen Jahre wider

Attritionraten [%] / Signifikanz (F-Wert)	**Verkehrsbeteiligung**	**Wegezahl**	**Entfernung**	**Mobilitätszeit**
1994	- 0,58 / (0,14)	- 0,88 / (0,17)	- 1,70 / (N.S.)	- 1.30 / (N.S.)
1995	- 1,10 / (H.S.)	- 1,30 / (H.S.)	- 3,62 / (H.S.)	- 1,78 / (H.S.)
1996	- 0,15 / (N.S.)	- 0,21 / (N.S.)	+ 0,46 / (N.S.)	+ 0,04 / (N.S.)

(N.S.) = nicht signifikant ((Prob > F) > 0,2)
(H.S.) = hoch signifikant ((Prob > F) < 0,05)

Tab.9: Attritionraten

Für 1995 fallen die relativ höheren Raten bei Wegezahl und Verkehrsbeteiligung auf. Dieser Effekt kann

a) auf den erhöhten Anteil an Rentnern mit einem insgesamt schlechteren Berichtsverhalten,
b) auf einen Ausstieg gerade hochmobiler Personen,
c) auf zufällige Einflüsse bei der Erhebung von Wegen unterschiedlicher Länge zurückgeführt werden.

Alle Fälle müssen bei einer Gewichtung geeignet berücksichtigt werden.

In den Werten von 1996 schlägt der Aufwand und die Verpflichtungserklärung der Befragten

[3] Vgl. Anhang A.

beim Anwerben sowie die gesteigerte Motivation der Erstberichter durch, die den Hauptteil der Stichprobe (ca. 80 %) ausmachen. Darüber hinaus dürften gerade die Wiederholer, die ein drittes und letztes mal berichten mußten, ein gutes Berichtsverhalten aufweisen. Insgesamt ist die Attritionraten im Jahr 1996 beinahe vernachlässigbar; dies ist auch der Grund weshalb die o.g. Werte als nicht signifikant ausgewiesen sind. Somit braucht eine entsprechende Gewichtung in 1996 nicht zu erfolgen.

1.5 Ergebnisse der verschiedenen Kohorten[4] / Designeffekte

Betrachtet man zunächst die ungewichteten Ergebnisse der einzelnen Erhebungen in Kohorten, so fallen einige wesentliche Unterschiede auf:

Mobilitätskenngrößen (ungewichtet)													
Kohorte / Fallzahl		Verkehrsbeteiligung [% pro Person und Tag]			Wegezahl [Anzahl pro Person und Tag]			Mittlere Entfernung [km pro Person und Tag]			Mobilitätszeit [Minuten pro Person und Tag]		
		1994	1995	1996	1994	1995	1996	1994	1995	1996	1994	1995	1996
A	517	90,9			3,42			47,5			83,4		
B	449		92,0			3,28			38,5			82,4	
C	1123			93,3			3,63			39,7			83,0
D	295	91,7	89,0		3,58	3,14		45,2	45,7		83,9	76,9	
E	197		92,0	92,8		3,31	3,29		44,4	37,5		85,4	80,5
F	149	90,9	88,7	91,9	3,60	3,26	3,58	45,2	41,7	40,8	82,5	72,9	77,6
G		90,9	90,8	93,6	3,42	3,28	3,59	47,5	40,9	38,1	83,4	83,6	81,3

A: Erstbericht 1994
B: Erstbericht 1995
C: Erstbericht 1996
D: Wiederholung 1995 (mit Erstbericht 1994)
E: Wiederholung 1996 (mit Erstbericht 1995)
F: Wiederholung 1996 und 1995 (Erstbericht 1994)
G: Gesamtresultate (Zusammensetzung aus allen Teilkollektiven)

Tab.10: Mobilitätskenngrößen unterschiedlicher Kohorten

(Vertikale) Unterschiede zwischen den einzelnen Ergebnissen werden verursacht durch Unterschiede in der sozio-demographischen Zusammensetzung (dieser Effekte wird bei der Gewichtung ausgeglichen), Attrition-Effekten (z.B. Übergang beim Kollektiv D) sowie durch Zufallseinflüssen auf die Durchführung von Wegen (z.B. Witterung). Letzteres wirkt sich

[4] Eine Kohorte umfaßt die Personen mit dieselben Startjahr.

auch beim horizontalen Vergleich derselben Kohorten zwischen verschiedenen Jahren aus. Zusätzlich denkbar ist hier, daß dieselben Personen je nach Dauer der Panelzugehörigkeit ein unterschiedliches Berichtsverhalten aufweisen.

Verkehrsbeteiligung

Bei der Verkehrsbeteiligung wäre innerhalb der Kohorten die höchste Stabilität erwartet worden. Berichtete Zufallseinflüsse (Krankheit, Urlaub etc.) sowie systematische Effekte (unterschiedliche Attritionraten können nicht berechnet werden) können nicht nachgewiesen werden bzw. es liegt aufgrund der Stichprobengröße keine Signifikanz vor. Generell scheinen sowohl Wiederholer als auch Neuangeworbene 1996 äußerst motiviert gewesen zu sein, was auf Designeffekte schließen läßt.

Wegezahlen

Offensichtlich haben die geringfügigen Designunterschiede in den Erhebungswellen bei Anwerbung und Motivation der Teilnehmer zu unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich Berichtsgenauigkeit und Vollständigkeit geführt. Darüber hinaus führen die Fatigue-Effekte zu unterschiedlichen Ergebnissen bei Wiederholern. Weiterhin üben zufällige Ereignisse wie bei der Verkehrsbeteiligung Einfluß aus.

Verkehrsleistung / Mittlere Entfernung pro Tag

Die Verkehrsleistung weist zwischen den einzelnen Kohorten und im Zeitverlauf die größten Schwankungen auf: Im Einzelfall lassen sich diese Schwankungen sehr einfach durch Ausreißer bei einzelnen berichteten Wegen erklären (z.B. Beschränkung auf Personentage mit weniger als 400 km in der Summe). Diesem Umstand ist bei der Gewichtung besondere Beachtung zu schenken. Betrachtet man nämlich die Weglängenverteilungen in den einzelnen Jahren, fallen die folgenden relevanten Unterschiede auf.

- 1994 wurden im Kollektiv sowohl mehr kurze Wege als auch sehr lange Wege (5,01 % aller Wege sind länger als 50 km) berichtet.
- 1995 wurden, verursacht im wesentlichen durch die Berichtsmüdigkeitseffekte, weniger kurze Wege berichtet, der Anteil der langen Wege lag dennoch mit 3,4 % niedriger als 1994, so daß anteilig insgesamt mehr mittellange Wege berichtet wurden.
- Im Jahre 1996 war zwar Anzahl und Anteil der kurzen Wege wieder höher, der Anteil der Wege über 50 Kilometer lag mit 3,1 % wiederum niedriger.

Für das Berichten kurzer Wege im Alltag dürften in erster Linie Designeffekte (Motivation, soziodemographische Zusammensetzung), für das Berichten langer Wege vor allem Zufallseinflüsse (Jahreszeit, Wetter) eine Rolle spielen.
Da die Anzahl der Wege über 50 km nur jeweils sehr kleine Anteile an der Gesamtstichprobe ausmachen, ihre Entfernung (mittlere Kilometerzahl) jedoch großen Einfluß ausüben, muß der Zufallseinfluß der Entfernung eines berichteten Weges bzw. die Erfassung eines berichteten Weges überhaupt, bei der Gewichtung Berücksichtigung finden.

Dauer

Die Mobilitätszeit wird am wenigsten von Zufallseinflüssen geprägt. Werden die (seltenen) entfernungslangen Fahrten durchgeführt so erfolgt dies üblicherweise mit hohen Geschwindigkeiten, was bedeutet, daß eine lange Fahrt den Mittelwert des Reisezeitbudgets nur geringfügig verändert, im Unterschied zum Einfluß auf den Mittelwert der Tagesentfernung. Für

ausgewiesene Unterschiede dürften daher vor allem Attrition-Effekte verantwortlich sein.

Insgesamt scheint differenzierteres Berichten von Wegen mit zunehmender Dauer der Panelzugehörigkeit einherzugehen, falls die Motivation hoch ist (95 -> 96): tendenziell steigende Anzahl von berichteten Wegen bei tendenziell sinkendem berichteten Entfernungsbudget.

1.6 Ursachen für die ausgewiesenen Unterschiede

Zufallseinflüsse

Nicht nachprüfbare (nicht berichtete) Zufallseinflüsse können nicht untersucht werden und daher bei einer Gewichtung nicht berücksichtigt werden. Nachprüfbare Zufallseinflüsse können sich aus zwei Gründen als nicht signifikant herausstellen:

1. Die Stichprobengröße ist zu gering
2. Die Zufallseinflüsse sind in ihrer Wirkung vernachlässigbar

Designeffekte

- Die **Verpflichtungserklärung** für mehrere Wellen**,** die für Erstberichter 96 aus datenschutzrechtlichen Gründen erfolgte, hat den Zweck, durch prohibitives Anwerben eine zuverlässige und langfristige (etwa drei Wellen pro Teilnehmer) Datenbasis zu sichern. Allerdings hat damit (vgl. Bericht Infratest zur Alltagsmobilität 1996, Anhang) ein Bruch im Design stattgefunden: Die Erstberichter berichten ohne Berichtsmüdigkeit und genauer (viele Wege, hohe Verkehrsbeteiligung, realistische km-Schätzung und Dauer). Durch die Verpflichtungserklärung stehen lediglich **hochmotivierte** Personen zur Verfügung (vgl. [INFRATEST, 1997]: S.9: „...Rücklauf der Einverständniserklärungen mit rund 30 % unter unseren Erwartungen...“).

- Die für die Zweitwiederholer generell sehr hohe Berichtsgenauigkeit könnte durch das **Incentive** (Telefonkarte) einen Anschub erfahren haben. Zusätzlich ist diesen Personen bekannt, daß sie nach der 96er Welle aus dem Panel **ausscheiden** werden, sie sind zum Schluß „noch einmal besonders motiviert“).

- Im Unterschied zu 1994/1995 wurde den Erstwiederholern (Teilnahme nur 1995/96) ein **Auswertebeispiel** zur Verfügung gestellt, welches auf die „Bedeutung“ der Ergebnisse hinwies. Möglicherweise hat diese Veränderung des Erhebungsdesigns zu einer verstärkten Berichtsgenauigkeit beigetragen.

Als in die Wegegewichtung eingehenden Designeffekt resultieren die unterschiedlichen Entfernungsverteilungen der drei Wellen sowie die je nach Welle unterschiedlich ausgeprägte Attritionrate (vgl. Kap. 2.1.3 bzw. Kap. 3).

2. Gewichtung und Auswertung der Paneldaten 1996

2.1 Vorgaben

In der Untersuchung des Vorjahres [CHLOND, LIPPS,ZUMKELLER, 1996] waren hinsichtlich der zukünftigen Vorgehensweise bei der Stichprobenschichtung und Gewichtung Empfehlungen formuliert worden, die in dem hier dokumentierten Gewichtungsverfahren Eingang finden sollten.
Diese Empfehlungen bezogen sich auf die folgenden Komplexe:

1. Haushaltsgewichtung anhand Pkw-Besitz und Raummerkmalen. Hierzu war empfohlen worden, die tatsächliche Gemeindegröße eines Haushaltes mitzuerheben. Dies ist bei der 96er Welle erfolgt und wird bei zukünftigen Gewichtungen berücksichtigt. Aus Gründen der Vergleichbarkeit der Ergebnisse sowie der simultanen Gewichtung der drei Wellen wird hier anstatt der Variablen Gemeindegröße ersatzweise noch der (etwas unschärfere) BIK-Typus verwendet, der in allen drei Wellen enthalten ist.

2. Gezielte Berücksichtigung von Haushalten ohne Pkw bereits bei der Anwerbung. Dies ist erfolgt, konnte jedoch nur zum Teil erfolgreich durchgeführt werden.

3. Verwendung von geeigneteren Sekundärstatistiken speziell hinsichtlich des äußerst mobilitätsrelevanten Merkmals Pkw-Verfügbarkeit.

4. Die neuen und modifizierten Erkenntnisse aus der Attrition und dem Berichten von Wiederholern (Kapitel 5.2 in [CHLOND, LIPPS,ZUMKELLER, 1996]) sollen in der Gewichtung Eingang finden.

5. Die im vorigen Kapitel dargestellten Erkenntnisse hinsichtlich der Betrachtung von Einflüssen auf bestimmte Mobilitätskenngrößen sowie deren Zusammenhänge müssen geeignet Berücksichtigung finden.

2.1.1 Zur Gewichtung anhand des Merkmales Anzahl Pkw pro Haushalt

Zur differenzierteren Gewichtung des Mobilitätsverhaltens wurde eine detailliertere Gewichtung über den Pkw-Besitz vorgenommen. Im Unterschied zu den Vorjahren (1994 und 1995), in denen bei der Gewichtung lediglich zwischen Haushalten mit und ohne Pkw unterschieden wurde, wurde differenziert zwischen Haushalten ohne Pkw, mit einem Pkw und mit mehr als einem Pkw (= 2 und mehr Pkw). Damit ist beabsichtigt, das die Mobilität weitaus am stärksten diskriminierende Merkmal in hinreichend großer Differenzierung zu berücksichtigen: Da der Pkw-Besitz nicht auf Personenebene erhoben wurde, gleichzeitig aber davon ausgegangen werden kann, daß sich die Pkw-Verfügbarkeit bezogen auf die einzelnen Person aus der Anzahl der Pkw bezogen auf den Haushalt ergibt, ist diese Differenzierung vernünftig:

Betrachtet man die wesentlichen Mobilitätskennziffern (ungewichtet) für die Personen je nach Pkw-Ausstattung des Haushalts, so ergeben sich die folgenden Tagesmittelwerte, die

die Vermutung dieser These stützen:

Personen aus Haushalten / Anteil der Haushalte (1996)	Verkehrs-beteiligung	Anzahl Wege pro Tag	km-Budget	Verkehrs-dauer
ohne Pkw / 24,4%	90,831	2,955	20,661	79,060
mit genau einem Pkw / 52,1%	93,375	3,503	38,856	80,732
mit zwei und mehr Pkw / 23,5%	94,908	3,741	58,728	93,984

Tab.11: Mobilitätskenngrößen nach PKW-Ausstattung

Die ausgewiesenen Mittelwerte unterscheiden sich somit für Personen aus Haushalten mit unterschiedlicher PKW-Ausstattung insbesondere bezüglich des Entfernungsbudgets signifikant[5], so daß der Grad der Ausstattung mit PKW als die Mobilität stark diskriminierendes Merkmal betrachtet werden kann.

Da die KBA-Statistik (Kraftfahrbundesamt) keine Aussagen über die Ausstattung von Haushalten mit Pkw vorsieht, wurde die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) für die Bestimmung der Haushaltsausstattung mit Pkw verwendet.
Hierfür wurde differenziert nach drei Ortsgrößenklassen (Orte mit weniger als 20.000 Einwohnern, zwischen 20000 und 100000 Einwohnern und mit mehr als 100000 Einwohnern) die Ausstattung von Haushalten im Zeitverlauf seit 1963 in 5-Jahresintervallen für die Implementierung eines Modells[6] verwendet, welches die Ausstattung von Haushalten mit mindestens einem Pkw schätzt und voraussagt.

Unter Anwendung des Modells ergibt sich auch für Jahre außerhalb der 5-Jahresintervalle eine Aufteilung auf Haushalte mit und ohne Pkw, welche einerseits auf den Erhebungen des Mikrozensus (Haushaltsgröße und Ortsgrößenklasse) andererseits auf den Ergebnissen der Einkommens und Verbrauchsstichprobe basiert. Somit können unbekannte Werte sowohl interpoliert (zwischen den verwendeten Zeitpunkten) als auch extrapoliert (außerhalb des betrachteten Zeitraums) werden. Das Modell hat den Vorteil, daß es mittels neuen Daten neu berechnet werden kann und damit die Schätzgenauigkeit mit zunehmender Anzahl zur Verfügung stehender Daten immer besser wird.

Zur Anwendung des Modells zur Gewichtung der Panelhaushalte muß allerdings die Ausprägung „Motorisierung“, die lediglich in binärer Form vorliegt, differenziert werden. In motorisierten Zwei- und Mehr-Personenhaushalten kann sich mehr als genau ein Pkw befinden. Jedoch liegt für die differenzierte Anzahl PKW in motorisierten Haushalten keine amtlichen Statistiken vor. Statt dessen werden zur differenzierten PKW-Gewichtung Erhebungen der Firma Infratest (Infratest Datenbus) verwendet.
Die Verteilung der motorisierten Zwei- bzw. Mehr-Personenhaushalte mit genau einem Pkw- und mehr als einem Pkw wurde anhand dieser beiden Quellen geschätzt und zur Hochrechnung auf Haushaltsbasis herangezogen:

[5] Diese Aussage gilt eingeschränkt unter Beachtung der Verletzung der entsprechenden Verteilungsvoraussetzungen.
[6] Vgl. Anhang B

Schätzung für 1994

%-Werte	Zweipersonenhaushalte			Drei- und Mehrpersonenhaushalte		
Ortsgrößenklasse (in T EW)	0-20	20-100	100+	0-20	20-100	100+
motorisiert	87,6	84,9	77,6	97,1	94,1	88,6
davon genau 1 PKW im Haushalt	71,0	68,8	62,9	54,3	52,7	49,6

Schätzung für 1995

%-Werte	Zweipersonenhaushalte			Drei- und Mehrpersonenhaushalte		
Ortsgrößenklasse (in T EW)	0-20	20-100	100+	0-20	20-100	100+
motorisiert	88,4	85,7	78,5	97,2	94,2	88,9
davon genau 1 PKW im Haushalt	71,6	69,4	63,6	54,4	52,8	49,8

Schätzung für 1996

%-Werte	Zweipersonenhaushalte			Drei- und Mehrpersonenhaushalte		
Ortsgrößenklasse (in T EW)	0-20	20-100	100+	0-20	20-100	100+
motorisiert	89,1	86,4	79,4	97,3	94,2	89,1
davon genau 1 PKW im Haushalt	72,2	70,0	64,3	54,5	52,8	49,9

Tab.12: Schätzung des Anteils motorisierter Haushalte

Damit ersetzt dieses Verfahren das in Anhang D in [CHLOND, LIPPS, ZUMKELLER, 1996] beschriebene Verfahren, welches aus der Fortschreibung der KONTIV-Erhebungen entwickelt wurde. Dieses neue Verfahren liefert von dem des bislang auf die Daten der Erhebungen der Jahre 1994 und 1995 angewandten Verfahrens verschiedene Werte. Deshalb wurde dieses neue Verfahren auch auf die Datenbestände der Jahre 1994 und 1995 angewendet, um für den Vergleich bevölkerungsrepräsentativer Mobilitätsdaten eine geeignete Basis zur Verfügung zu stellen.

Als relevante Kenngrößen ergeben sich für die einzelnen Panelerhebungen die folgenden Kennziffern:

	1994	1995	1996
Anzahl Pkw pro Haushalt (gewichtet, Basis Haushalte)	1,006	0,973	1,02
Anzahl Pkw pro 1000 Personen (gewichtet, Basis Personen, bezogen auf die Bundesbevölkerung)	502	467	511
Zum Vergleich: Anzahl Pkw pro 1000 Personen [lt. ifo 1996]	502	508	515

Tab.13: Hochgerechnete Motorisierung privater Haushalte

Zu beachten ist, daß sich die Gesamtbevölkerungszahl aus den Personen älter als 10 Jahre plus den Kindern zusammensetzt, also sich nicht aus der Haushaltsgröße multipliziert mit den Hochrechungsfaktoren für Haushalte ergibt.
Mit dem angewendeten Verfahren ist eine prinzipielle Vergleichbarkeit der Stichproben aus den einzelnen Jahren gegeben. Probleme bereiten weiterhin die nur relativ geringen Stichprobenumfänge (1994 und eingeschränkt 1995): Hier sind bei der Hochrechnung Zellzusammenfassungen vorzunehmen, um auf hinreichend große Gruppenbesetzungen zu kommen. Diese - teilweise willkürlichen - Zusammenfassungen[7] führen ggf. zu unvermeidbaren Verfälschungen der Ergebnisse (Pkw-Ausstattung 1995). Einzelne, nicht für ein Verhalten innerhalb der Gruppierung/Zusammenfassung typische Verhaltensweisen schlagen so auf die Ergebnisse verstärkt durch.

2.1.2 Gewichtung der Personen

Verwendet man die Haushaltsgewichte auch für Personen, ergibt sich, bedingt durch die im Mittel größeren Haushalte, insgesamt eine zu große Personenzahl. In den vergangenen Jahren 1994 und 1995 wurde zum Ausgleich eine zusätzliche Gewichtung über Geschlecht und vier Altersklassen durchgeführt.
Allerdings hat diese Aufteilung auf nur vier Altersklassen pauschal alle Personen über 60 Jahren zusammengefaßt, ohne die in dieser Klasse existierenden großen Spannweiten im Verhalten zu berücksichtigen (sog. „junge“ und „alte“ Rentner). Deshalb wurde alternativ eine Differenzierung der Altersklassen zwischen 60 und 69 und über 69 Jahre vorgenommen. Durch die gleichermaßen vorgenommene Differenzierung nach Geschlechtern wird zusätzlich das unterschiedliche Verhalten der Rentnerinnen berücksichtigt. Dieser Ansatz entspricht eher der Realität und sollte daher auch in Zukunft verwendet werden.
Ähnliches gilt für die Altersklasse der 36 - 59-jährigen. In Haushalten mit Kindern sind in den Haushalten der Personen der unteren Alterskategorien eher Klein- bzw. Grundschulkinder zu erwarten, in den Haushalten der Personen der oberen Alterskategorien eher Kinder in weiterführenden Schulen bzw. in Berufsausbildung. In der bisherigen Form der Zusammenfassung werden die zu erwartenden stark unterschiedlichen Verhaltensweisen pauschal gewichtet. Eine veränderte, der realen Aufteilung (Sollverteilung) auf die Altersklassen ent-

[7] Vgl. Anhang C.

sprechende Gewichtung macht die Ergebnisse unempfindlicher gegenüber zufälligen Veränderungen innerhalb einer (größeren) Gruppenzusammenfassung.
Führt man diese Altersdifferenzierung weiter fort, ist auch eine Differenzierung innerhalb der Altersklasse der 18 bis 35-jährigen erforderlich, da in diesem Zeitraum tendenziell die Gründung eines eigenen Haushalts bzw. einer Familie mit den entsprechenden Veränderungen des Mobilitätsverhaltens liegt.
Zwar zeigt insgesamt die Vergabe differenzierterer Gewichtungsfaktoren auf der Ebene der Haushalte und Personen nur geringfügige Veränderungen der Kenngrößen: Dies verdeutlicht, daß die Stichprobenzusammenstellung als gelungen angesehen werden kann, Anpassungen in der Gewichtung verändern die makroskopischen Kenngrößen fast überhaupt nicht.

2.1.3 Gewichtung der Wege

In der Analyse der Datenbestände der Jahre 1994 und 1995 (vgl. [CHLOND, LIPPS, ZUMKELLER, 1996] war auf die im Verlauf der Berichtswoche abnehmende Berichtsvollständigkeit und -genauigkeit hingewiesen worden.
Dabei ist die Veränderung der einzelnen Mobilitätskenngrößen in der folgenden Weise miteinander verknüpft. (Diese Erkenntnisse basieren in erster Linie auf der Analyse der Wiederholer.)

1. Die Abnahme der berichteten **Verkehrsbeteiligung** wird verursacht durch die Verweigerung des Berichtens innerhalb des Erhebungszeitraumes (Welle); ab einem bestimmten Zeitpunkt hören einzelne Personen auf zu berichten (Ausstieg aus dem Panel). Damit ist unmittelbar auch die Anzahl der Wege, die Verkehrsleistung (Entfernungsbudget) und das Mobilitätszeitbudget betroffen.

2. Der Rückgang bei der **Anzahl berichteter Wege** wird in erster Linie durch den Ausstieg aus dem Panel verursacht (Veränderung der Verkehrbeteiligung, siehe 1.) aber entsteht auch - dies wurde insbesondere bei der Analyse der Wiederholer verdeutlicht -, durch das bewußte Zusammenfassen (Lernen, mit dem Erhebungsinstrument umzugehen) und Weglassen (Fatigue-Effekt) kurzer Wege. Hierbei dürfte wiederum der Effekt des Zusammenfassens dominieren. Da die Abnahme der berichteten Verkehrsbeteiligung zwischen 70 % und 85 % der Abnahme der berichteten Anzahl Wege erklärt, lassen sich die Größenordnungen der Auswirkungen der einzelnen Effekte erklären.

3. Die Veränderung der **Verkehrsleistung** wird fast vollständig durch den Effekt der abnehmenden Verkehrsbeteiligung erklärt, da sich bei dem Effekt des Zusammenfassens die Verkehrsleistung nicht verringert. Allenfalls sind sehr kurze Wege betroffen, die sich nicht gravierend auswirken (Hund Gassi führen).

4. Die Veränderung der **Dauer** wird wiederum im wesentlichen durch die Abnahme der berichteten Verkehrsbeteiligung erklärt (siehe 1.). Jedoch führt gerade das Weglassen kurzer Wege mit langsamen Verkehrsmitteln im Kollektiv zu einer Verringerung der Reisezeit. Das Zusammenfassen von Wegen dürfte dagegen keine Effekte auf die Dauer haben.

Die folgenden Schlußfolgerungen sind hinsichtlich der Gewichtung einzelner Wege zu zie-

hen:[8]

1. Für die **Verkehrsbeteiligung** im Kollektiv wird zur Berücksichtigung der abnehmenden Berichtsvollständigkeit der Faktor GewV (Ausgleich des abnehmenden Berichtens der Verkehrsbeteiligung) auf der Ebene der Personentage verwendet.

2. Für die **Anzahl** der berichteten **Wege** müßte prinzipiell der Faktor GewW (Ausgleich des abnehmenden Berichtens der Wegezahl) verwendet werden. Hierzu sind allerdings folgende Überlegungen zu beachten: Da für die zusammengefaßten Wege davon ausgegangen werden kann, daß sie in den berichteten Wegen enthalten sind, würde eine Verwendung des Wegegewichtes die Effekte hinsichtlich der berechneten Durchschnitts**länge** und -dauer überschätzen. Die Verwendung des Faktors GewV dürfte deshalb gerechtfertigt sein. Die Vergabe eines gesonderten Faktors zur Berücksichtigung unterberichteter Weglängen ist nicht erforderlich und nicht sinnvoll, da einzelne Wege mit einer großen Weglänge (für die ein Unterberichten eher unwahrscheinlich ist) ungleich stärker gewichtet würden als die kurzen Wege.

3. Für die **Dauer** wird analog vorgegangen.

Im übrigen verdeutlichen die Ergebnisse von 1994 (und 1996), daß die Attrition der Weglängen durchaus derjenigen der Verkehrsbeteiligung entspricht.

[8] **Anmerkung:** Die Verwendung der Gewichtungsfaktoren ist prinzipiell nur für kollektive Betrachtungen möglich. Aufgrund z.B. der unterschiedlichen Abnahmeraten bei Verkehrsbeteiligung und Wegen in 1994 und 1995 und den Unterschieden in den Kollektiven (1994 wenig Rentner, 1995 viele Rentner) kann davon ausgegangen werden (ohne Nachweis!), da diese unterschiedlichen Raten aufgrund der unterschiedlichen soziodemographischen Zusammensetzung der Stichprobe bestehen.
Dies bedeutet, da ggf. bestimmte Werte überhöht ausgewiesen werden, da im Grunde genommen vor allem die eher kurzen und mit langsamen Verkehrmitteln unternommenen Werte von Rentnern verstärkt einem Fatigue-Effekt unterliegen und bei der Gewichtung dementsprechend zu berücksichtigen wären.
Dagegen werden z.B. die Arbeits- oder Ausbildungswege von aktiveren Bevölkerungsgruppen vermutlich erheblich vollständiger berichtet. Eine Berücksichtigung dieser Effekte (Differenzierung nach unterschiedlichen Personengruppen, Wegezwecken und Verkehrsmitteln, die notwendig wäre, um eine korrektes Gewichtungsgerüst zusammenzustellen) kann basierend auf der kleinen Stichprobe leider nicht erfolgen.

Bei einer Ausweisung von Mobilitätskenngrößen in einzelnen Bevölkerungsgruppen oder für bestimmte Wegzwecke wird deshalb vermutlich ein Fehler gemacht, der sich nicht eindeutig quantifizieren läßt.
Vermeiden lie e sich dieser Fehler, indem die Attrition (Austieg aus dem Panel) und damit die entsprechenden Korrekturfaktoren nur denjenigen Personen zugewiesen worden, für die sich dieser Effekt tatsächlich beobachten läßt. Dies stößt allerdings auf andere methodische Probleme.

3. Gewichtung über die Weglängenverteilung

3.1 Problem der Stichprobe und des Designs

Aufgrund des angewandten einheitlichen Gewichtungsverfahrens auf Haushalts- und Personenebene (GewHHP) sowie unter Einbezug des Fatigueeffekts mittels des Ausgleichs der abnehmenden Berichtsmüdigkeit (GewV) können die Ergebnisse der einzelnen Jahre in einen Vergleich miteinander gesetzt werden Hierbei sind allerdings die Einschränkungen hinsichtlich der Signifikanz aufgrund der Stichprobengrößen und ggf. notwendigen Zellzusammenfassungen zu beachten.

Die kleine Stichprobe in Verbindung mit der späteren Jahreszeit führt zu relativ zufälligen Ergebnissen hinsichtlich der Durchführung längerer Wege (Fernreisen). Da alle Wege prinzipiell mit dem gleichen Gewicht in die Bestimmung der Kilometerleistung eingehen, führen einzelne durchgeführte oder nicht durchgeführte Fernreisen zu massiven Veränderungen des im Mittel ausgewiesenen Kilometerbudgets.

Die Anwendung des Territorialprinzips[9] zum Abschneiden besonders langer Wege zeigt allerdings nur geringfügige Wirkungen. Kleine jahreszeitliche Verschiebungen bei der Erhebung , die günstige oder ungünstige Lage von Feiertagen, der Schulferien oder zufällige Einflüsse der Witterung dürften hinsichtlich der Durchführung gerade von Fernreisen erheblich größeren Einfluß ausüben, der nicht kalkuliert bzw. in der Gewichtung nicht berücksichtigt werden kann.

Es stellt sich Frage, ob es sich bei den beobachteten Ergebnissen um eine echte Verhaltensänderung handelt, die kausal begründbar ist oder um einen Methodenartefakt, welcher in erster Linie durch die veränderte Motivation der Panelteilnehmer begründet werden kann.

Beobachtete Argumente pro Methodenartefakt:

- Höhere Verkehrsbeteiligung bei den Neuangeworbenen
- Anstieg der Anzahl Wege pro Person und Tag

Hypothese contra Methodenartefakt (echte Verhaltensänderung):

- Es erfolgt kein detaillierteres Berichten.

Diese Hypothese geht davon aus, daß die (1996 designbedingt) motivierteren Personen dazu neigen, auch einzelne Etappen eines Wegs detaillierter zu berichten.

Wenn dies der Fall wäre, könnte durch einen geeigneten Algorithmus eine Zusammenfassung dieser Etappen zu Wegen erfolgen.

Die weitaus höheren Wegzahlen bei einer gleichbleibenden Verkehrsleistung gegenüber den

[9] Wege größer 1000 km werden unter der Annahme, daß sie über die Bundesgrenze hinausführen, = 1000 gesetzt

Vorjahren lassen die Interpretation einer (bedingt durch den Anwerbe- und Motivationsprozeß) deutlich gesteigerten Berichtsgenauigkeit und -vollständigkeit zu. Dies hätte bedeutet, daß in den Vorjahren ein geringerer Detaillierungsgrad beim Bericht von Wegen erfolgte. Diese Wege würden nun, folgt man dieser Hypothese, differenziert in einzelnen Etappen wiedergegeben.

Trifft diese Hypothese zu, wären die Etappen eines Weges zusammenzufassen und die Gesamtanzahl an Wegen müßte sich reduzieren. Bei Anwendung eines Prüfalgorithmus, der einzelne Etappen eines Weges bei Pausen von 5 und 10 Minuten zusammenfaßt, müßte sich eine verringerte Anzahl an Wegen ergeben.

Anteil reduzierter Wege (%)	Panel 94	Panel 95	Panel 96
Pause <= 5 Minuten	7,71	8,47	7,76
Pause <= 10 Minuten	9,30	10,24	10,04

Insgesamt ergibt sich bei Anwendung desselben Algorithmus auf die Datenbestände der Jahre 1994, 1995 und 1996 kein hinreichender Unterschied.
Dies bedeutet einerseits, daß ein detaillierteres Berichten im Kollektiv nicht stattgefunden hat, die Berichtsgenauigkeit ist im wesentlichen dieselbe wie in den Jahren zuvor!
Dies bedeutet andererseits, daß die beobachteten Veränderungen der Kenngrößen des Mobilitätsverhaltens auf tatsächlichen Verhaltensänderungen basieren und kein Methodenartefakt darstellen.

- Würde prinzipiell eine generell andere Weglängenverteilung vorliegen als in den Jahren zuvor, könnte davon ausgegangen werden, daß bestimmte sehr kurze Wege berichtet wurden, die in den vergangenen Jahren nicht berichtet wurden (Hund ausführen etc.). Diese Wege könnten dann bei der Gewichtung berücksichtigt werden.
  Ein Vergleich der mit Haushalts- oder Personengewichten gewichteten Weglängenverteilungen ist prinzipiell in der Lage Unterschiede aufzudecken.

Da generell (in den Kollektiven aller Kohorten) ein deutlicher Anstieg der Mobilitätskenngrößen zu beobachten war, kann davon ausgegangen werden daß eine Teil der beobachteten (designbedingten) Veränderungen durch **Gewichtung über die Weglängenverteilung** eliminiert werden kann.

Der beschriebene Zufallseinfluß langer Wege kann durch den folgenden Ansatz vermieden werden:
Unterstellt man, daß sich im Zeitverlauf die mittlere Weglänge nur langsam verändert, so dürfte sich dies in einer relativen Konstanz der Weglängenverteilung über die verschiedenen Jahre widerspiegeln.
Allerdings ist die Erhebung stark zufallsabhängig. Gerade die zufällig erhobene Weglänge eines Weges bestimmt die mittlere Weglänge oder das Tagesentfernungsbudget sehr stark[10].
Bedingt durch die kleinen Stichprobengrößen bei Wegen über 50 km [1994: 623 Wege (5%), 1995: 636 Wege (3,8%), 1996: 1407 (3,8%)] schlägt sich der beschriebene Effekt stark

[10] Da bei der Bestimmung der mittleren Wegelänge oder des Tageskilometerbudgets eine Fahrt von 400 km mit dem 5-fachen Gewicht eingeht wie ein Weg mit einer Länge von 80 Kilometer, schlagen die vergleichsweise seltenen Fernfahrten mit ihrer zufälligen Länge stark auf den Mittelwert durch.

durch. Zusätzlich ist zu beachten daß - bedingt durch die höhere Motivation und/oder Mobilität der Panelteilnehmer 1996 - der Anteil der kurzen Wege höher als in den Vorjahren liegt.

Diese unterschiedlichen Effekte können folgendermaßen veranschaulicht werden:

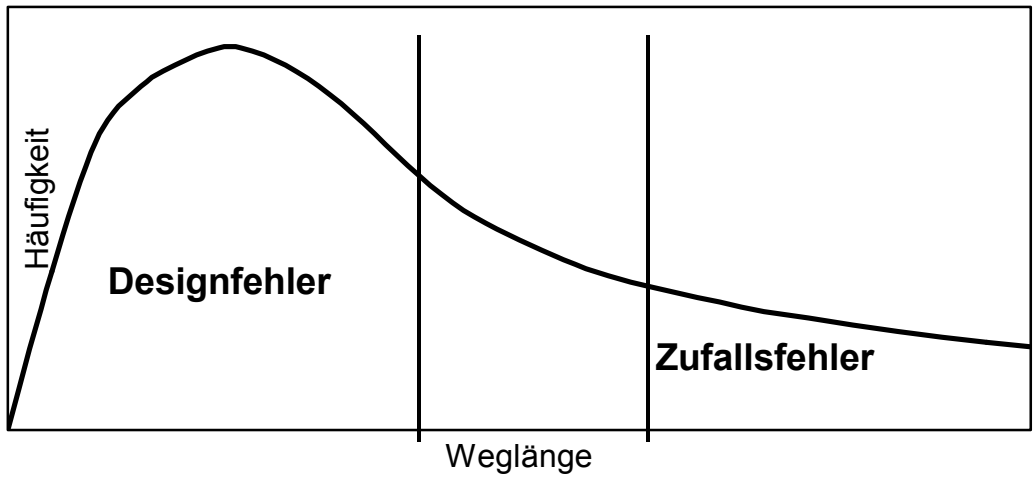

Abb.1: Design - und Zufallsfehler bei unterschiedlicher Weglänge

3.2 Lösungsansatz: Das Konzept der zusammengefaßten Auswertungen

Folgende Vorgehensweise wurde für die Gewichtung der Wege unterschiedlicher Länge gewählt:
Wenn man unterstellt, daß sich im Verlauf von 3 Jahren die Weglängenverteilung nicht wesentlich verändert (diese Annahme kann aufgrund der relativen Stabilität der soziodemographischen und -ökonomischen Rahmenbedingungen getroffen werden), so ist eine Zusammenfassung der drei Panel-Stichproben zulässig. Damit erhöht sich der Gesamtwegebestand im Panel auf über 60.000 Wege. Diese Weganzahl entspricht damit bereits nach drei Wellen ca. der Hälfte einer KONTIV-Erhebung. Für diese Weglängenverteilung kann eine relative Repräsentativität und eine Unterdrückung von Zufallseinflüssen unterstellt werden. Die Abbildungen auf den folgenden Seiten zeigen die Weglängenverteilungen der einzelnen Panelerhebungen im Vergleich. Zur Verdeutlichung der Entwicklung wird zusätzlich die zusammengesetzte Verteilung aus allen Wegen der drei Panelwellen im Vergleich zu den Weglängenverteilungen der KONTIV-Erhebungen 1976, 1982 und 1989 abgebildet.

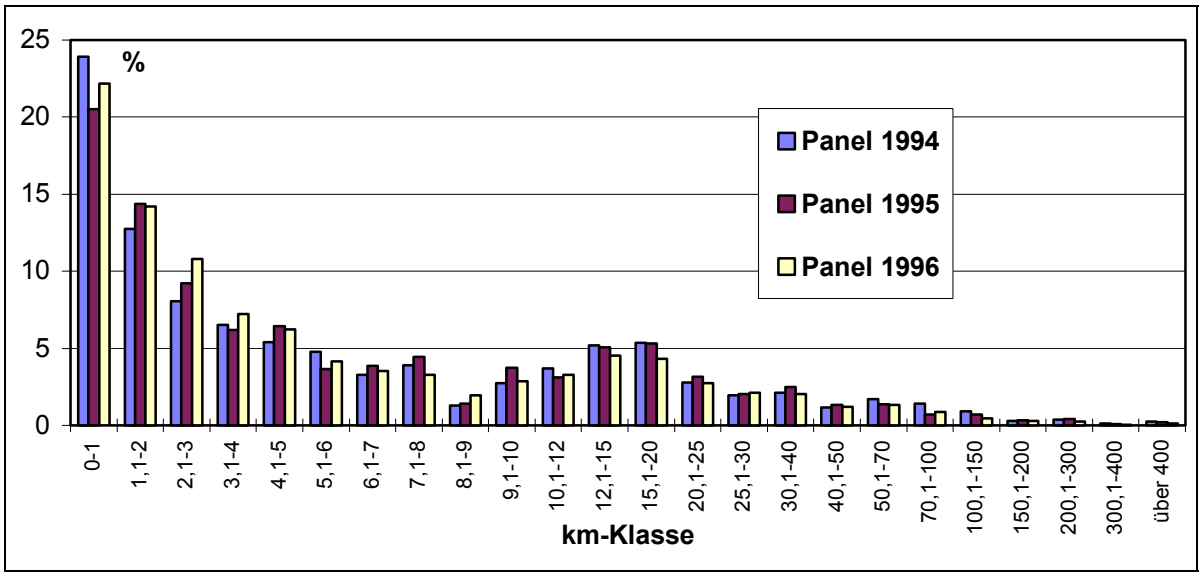

Abb. 2: Weglängenverteilung Panel 1994-1996

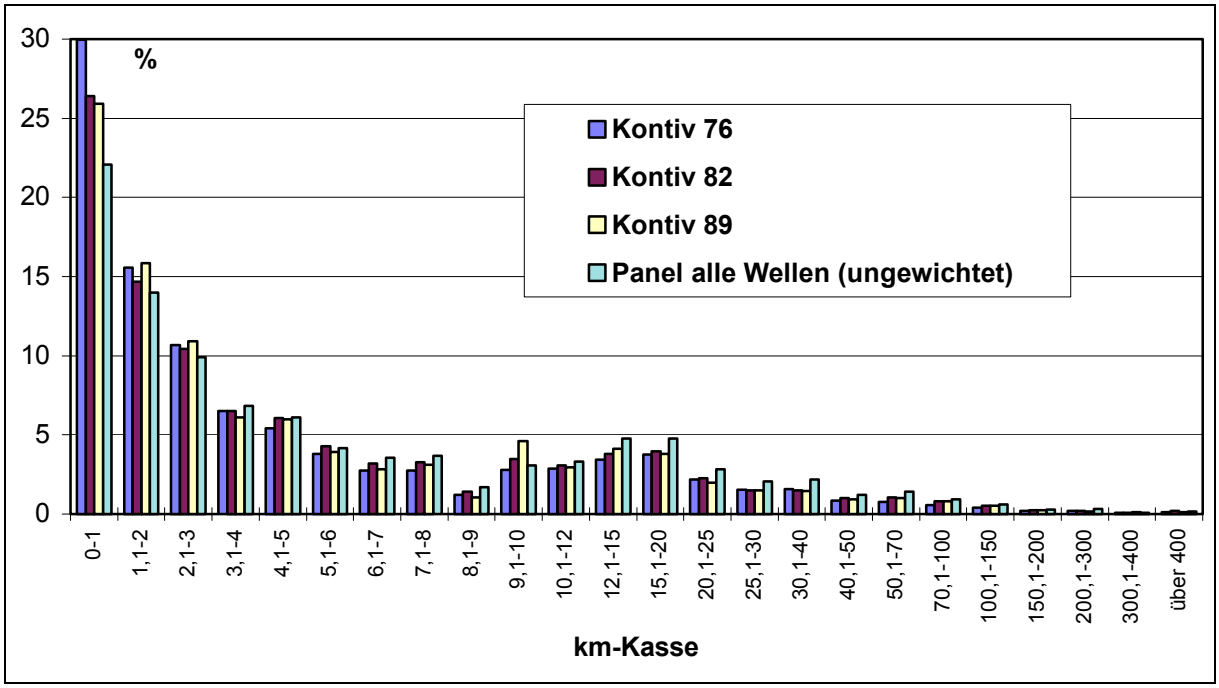

Abb. 3: Gemittelte Weglängenverteilung der drei Panelerhebungen im Vergleich zu den Weglängenverteilungen der KONTIV-Erhebungen 1976, 1982 und 1989.

Ein Vergleich der drei Panelwellen verdeutlicht:

1. der bei den kurzen Wegen zu beobachtende Designeffekt
2. der bei den langen Wegen zu beobachtende Zufallseffekt.

Ein Vergleich mit den drei KONTIVs verdeutlicht auf der einen Seite die Untererfassung des

Fernverkehrs bei den KONTIVs und insbesondere bei der KONTIV 89, auf der anderen Seite die relative Validität der Panelergebnisse als Fortschreibung der alten KONTIVs 1976 und 1982.

3.3 Folgerungen aus dem Konzept der zusammengefaßten Auswertungen

Verwendet man eine zusammenfassende Entfernungsverteilung aus den Panelerhebungen als Sollverteilung[11], kann diese zur Gewichtung der einzelnen Panelerhebungen verwendet werden.
Damit wird einerseits der Zufallseffekt bei der Erfassung von Fernfahrten in bestimmten Entfernungsklassen ausgegleichen, andererseits können die designbedingten Effekte beim Berichten oder Nichtberichten sehr kurzer Wege eliminiert werden. Der Vorteil dieser Methode besteht u.a. auch darin, daß nach Ablauf einer neuen Welle die entsprechende Weglängenverteilung in die Sollverteilung für eine Neugewichtung einfließen kann und so (singuläre) Designeinflüsse immer stärker eliminiert werden können.

Durch diesen Ansatz kann auch auf die gesonderte Anwendung des Faktors GewW (Abnahme der Anzahl berichteter Wege) bei der Berechnung des Entfernungsbudgets verzichtet werden.
Dieser designbedingte Effekt des Berichtens oder Weglassens sehr kurzer Wege würde bei der Ausweisung z.B. der mittleren Tagesentfernung überschätzt, da der Faktor GewW auf alle Wege (auch die langen!) angewendet würde (s.o.).
Die Gewichtung anhand der Weglängenverteilung vermeidet diesen Fehler, da nur dort, wo tatsächlich kurze Wege „fehlen“, diese gesondert berücksichtigt werden.

Diese Vorgehensweise beinhaltet sowohl Vor- als auch Nachteile. Diese werden im folgenden nach Kriterien aufgeliste und hinsichtlich ihren Auswirkung kritisch diskutiert.

- **Singuläre Ereignisse (z.B. Fernfahrten) bzw. versteckte Effekte**

Singuläre, wellenspezifische Ereignisse, die im Kollektiv zu verzerrenden Werten führen, werden durch die Weglängengewichtung stark ausgeglichen. Durch die Verwendung der gewichteten Weglängenverteilung wird die Annahme unterstellt, daß diese Ereignisse zufallsbedingt sind und somit auf die kleinen Stichproben zurückzuführen sind. Ein Nachteil bei der Verwendung der gewichteten Weglängenverteilung liegt darin, daß ein etwaiges tatsächlich unterschiedliches Verhalten im Kollektiv nicht mehr nachvollziehbar ist. Somit müssen zur Untersuchung von Verhaltensänderungsaspekten die (weglängen-) ungewichteten Werte herangezogen werden.

- **Stabilisierung des Zufallsfehlers im Zeitablauf**

[11] Die Sollverteilung ergibt sich als gewichtetes Mittel der 95er und 96er Weglängenverteilung. Die Gewichte für die 94er Werte ergeben sich als Summe der tatsächlichen und der Sollwerte („modifizierte“ Sollverteilung) dividiert durch die zweifache Istverteilung. Die Gewichte für die 95er und 96er Werte ergeben sich in üblicher Weise als Quotient der Soll- und der Istverteilung.

Die Verwendung des gewichteten Mittels unterschiedlicher Weglängenverteilungen kann als dynamischer Prozeß aufgefaßt werden, bei dem sich der Zufallsfehler immer stärker reduziert. Mit jeder neuen Welle wird die Sollverteilung neu berechnet; evtl. unter geeigneter Gewichtung jeder Welle nach Grad ihrer Validität. So kann erwartet werden, daß - unter Annahme einer gleichen Verteilung der Wegelängen zwischen Wellen - daß sich die Sollverteilung der realen Weglängenverteilung aufgrund der Zunahme der Stichprobengröße immer stärker annähert.
Durch die Ausweisung gemittelter Zweijahreswerte (vgl. Anhang Panelstatistik) kann angenommen werden, daß die Differenz zweier mittlerer Werte (etwa Entfernungsbudgets) die tatsächliche Verhaltensänderung relativ genau widergibt. Die Validität dieser Differenz steigt mit jeder Welle.

- **Erkennen von Verhaltensänderungen des Kollektivs**

Durch die Verwendung des gewichteten Mittels empirischer Weglängenverteilungen sollen in erster Linie designbedingte Unterschiede zwischen Wellen ausgeglichen werden. Die Trennung dieser Effekte von echten Verhaltensänderungen stellt sich als erhebliches Problem dar. Daher ist es wichtig, auch immer die ungewichteten Resultate zu vergleichen und - nach Maßgabe des veränderten Designs bzw. der Zusammensetzung der Stichprobenkohorten - zu analysieren, welche Veränderungen auf ein unterschiedliches Design und welche auf tatsächliche Verhaltensänderungen zurückzuführen ist. Wird dieser Vergleich nicht äußerst genau durchgeführt, ist es möglich, beide Effekte zu vermischen und falsche Gewichtungen vorzunehmen.

- **Verwendung von Sekundärquellen**

Die Berechnung der Weglängensollverteilung beruht auch auf Sekundärquellen, etwa plausibel zu erwartenden Fortschreibungen der KONTIVs bzw. Daten über Gesamtfahrleistungen. Mit diesem Konzept ist es möglich, antizipierte Verhaltensänderungen der Grundgesamtheit in die Gewichtung einzubringen, so daß die Trennung von echten Verhaltensänderungen und Designeffekten erleichtert wird.

- **Elimination von Designeffekten**

Designeffekte kommen, wie in Abbildung 1 verdeutlicht, insbesondere bei kurzen Wegen zum Tragen. Diese haben bezüglich ihrer Entfernung eine geringe, bezüglich ihrer Anzahl eine hohe Bedeutung. Designbedingte Verzerrungen würden also die Anzahl der ausgewiesenen Wegzahlen verfälschen, so daß diese Effekte möglichst auszugleichen sind. Die Annahme einer - innerhalb einer kleinen Zeitspanne wie drei Jahren - konstanten Entfernungsverteilung als Resultat der gemittelten Verteilungen gleicht als Sollverteilung somit einzelne Designeffekte aus. Das heißt nicht, daß damit die reale Verteilung erreicht wird, sondern, daß sämtliche Designeffekte gemittelt in die Sollverteilung eingehen und sich auf diese Weise ein gemeinsamer „Standard“ ergibt. Wellenspezifische Besonderheiten können auf diese Weise also ausgeglichen werden.

3.4 Bewertung der Ergebnisse

Die im Anhang vorgestellten, hochgerechneten Ergebnisse beruhen auf den oben erklärten Verfahren, wobei zur Gewichtung der Mobilitätsteilnahme und der berichteten Wege für die 1994er und 1995er Daten das Verkehrsbeteiligungsgewicht[12] verwendet wurde, zur Gewichtung des Entfernungsbudgets sowie der Zeitdauer die gemittelte, gemeinsame Entfernungsverteilung. Die Ergebnisse können als relativ stabil angesehen werden.

Bezüglich eines Vergleichs der Ergebnisse mit anderen Quellen gilt verstärkt auch für die solchermaßen gewichteten Resultate das in [CHLOND, LIPPS,. ZUMKELLER, 1996, Kap. 4] gesagte. Die Validität der im Anhang aufgeführten Ergebnisse ist dank des erheblich höheren Stichprobenumfangs durch Hinzunahme der 1996er Daten gestiegen..
Nach wie vor ein Problem besteht in der Trennung von gemessenen Verhaltensunterschieden in Designeffekte und tatsächliche Verhaltensänderungen, obwohl einige dieser Aspekte im letzten Abschnitt untersucht wurden. Unter dem Postulat der Konstanz der Weglängenverteilung konnten zumindest Designunterschiede zwischen den bislang durchführten drei Wellen weitgehend eliminiert werden. Da diese Unterschiede insbesondere das Berichten von kurzen Wege betrifft, kann vor allem die Anzahl durchgeführter Wege sowie die Aufteilung der Verkehrsmittel und der Zwecke als zuverlässig betrachtet werden, so daß bei vorsichtiger Vorgehensweise nunmehr Verhaltensänderungen im Kollektiv untersucht werden können.

Der zweite grundlegende Vorteil des neuen Verfahrens besteht in der künstlichen Ausweitung der Stichprobe, da in die Weglängensollverteilung jeder Welle sämtliche Wellen eingehen. Das Problem der geringen Stichprobe kann somit gemildert werden. Dieses betrifft vor allem seltene Ereignisse wie lange Fernfahrten, die bei den realisierten einzelnen Stichproben zur Berechnung des Entfernungsbudgets insbesondere auf stärker disaggregierter Ebene durchaus ins Gewicht fallen. Der Vorteil der größeren Stichprobe dokumentiert sich in der Verringerung des Stichprobenfehlers[13] um den Faktor $\sqrt{n}$, falls der Stichprobenumfang um den Faktor n wächst.
Aufgrund des neuen Hochrechnungsverfahrens mit Hilfe der Weglängenverteilung erscheinen insbesondere die Relationen der ausgewiesenen Entfernungsbudgets auch in einer höheren Disaggregierung als zuverlässig. Um Veränderungen in Jahresfrist ausweisen zu können, wurden gemittelte Zweijahreswerte ausgewiesen. Diese sind aufgrund der verwendeten größeren Stichprobe sowie der „Mittelung“ der Designverzerrungen als valide zu betrachten und werden deshalb auch in einer stärker disaggregierten Form aufgelistet.

Insgesamt kann geschlossen werden, daß das Panel trotz der kleinen Stichprobenzahlen in der Lage ist, Kennwerte auf einem stabilen Niveau zu liefern. Die ähnlichen Designs der drei bisherigen Wellen ermöglichten direkte Vergleiche und Gesamtbetrachtungen aller Wellen mit den entsprechenden methodischen Vorteilen. Mit Hilfe der vorgenommenen Gewichtungs- sowie Ergebnisdarstellungen ist man in der Lage, diese in Vergleich zu konventionellen Verfahren in einer relativ starken Disaggregierung zu liefern Dies wiederum unterstreicht die prinzipielle Eignung des Verfahrens zur Erhebung von Mobilitätsverhalten.

[12] Die Attritiongewichtung wurde lediglich bei entsprechender Signifikanz angewendet.
[13] Verletzung der entsprechenden Verteilungsvoraussetzungen sind auch hier zu beachten.

4. Analyse von Verhaltensänderungen: Kennwerte

Mit dem Panel über mehrere Wellen steht prinzipiell eine Datenbasis zur Verfügung, individuelle Verhaltensänderungen bei denselben Personen im Zeitablauf zu messen und zu interpretieren. Kausalanalysen über Verkehrsverhaltensänderungen können mittels Querschnittsdaten nicht gemacht werden (vgl. [KLOAS/KUNERT, 1993, S. 103 ff.]), da davon ausgegangen werden muß, daß ein Kohorteneffekt existiert, d.h. einzelne Bevölkerungsgruppen werden bei einer Analyse in Nachfolgeerhebungen durch Gruppen ersetzt, die dieselben soziodemographischen Eigenschaften besitzen, als Gruppe jedoch unterschiedliche Eigenschaften haben.
Dieser Effekt ist bei einem Panel nicht gegeben, da es sich - bei Beschränkung auf die Wiederholer - in Folgeuntersuchungen um den identischen Personenkreis handelt. Zudem kann bei mindestens zwei Wiederholungen über den reinen Zusammenhang auch die Kausalität beurteilt werden, etwa die Frage, ob zuerst ein Wachstum des Entfernungsbudgets oder zuerst die Anschaffung eines PKW erfolgt.
In diesem Kapitel soll untersucht werden, ob unter Zugrundelegung der bislang vorliegenden beiden Wiederholungen (94 -> 95 und 95 -> 96) bei den entsprechenden Personen im Kollektiv Änderungen vorliegen und welche Ursachen dafür verantwortlich sein könnten.

4.1 Methodischer Ansatz

Um Aussagen über Veränderungen etwa bezüglich des Entfernungsbudgets machen zu können, genügt es nicht, Mittelwerte einzelner Mobilitätskenngrößen auszuweisen und diese zu vergleichen. Vielmehr können lediglich Aussagen mit einem bestimmten Signifikanzniveau unter gewissen Voraussetzungen (normalverteilte Grundgesamtheit) gemacht werden. Zusätzlich ist darauf zu achten, daß bei einem Vergleich mehrerer Wellen Ausreißer aus der Betrachtung eliminiert werden müssen. Diese Elimination muß bezüglich der betrachteten Variablen erfolgen, z.B. werden beim Vergleich der Entfernungsbudgets nur Personentage mit einem Budget unter einer bestimmten Grenze betrachtet. Designeffekte, die für die gesamte Welle betrachtet eine Rolle spielen, werden nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, daß die Wiederholer unabhängig von geringfügigen Designunterschieden ein konstantes Berichtsverhalten zeigen.
Grundsätzlich muß darauf hingewiesen werden, daß die ausgewiesenen Werte - insbesondere bei stärkerer Differenzierung - äußerst vorsichtig interpretiert werden müssen. Dies liegt einmal an der geringen Fallzahl, d.h. der verhältnismäßig geringen Anzahl an Wiederholern, zum anderen an der trotz vorgenommenen Einschränkungen und Variablentransformationen verletzten Verteilungsvoraussetzungen, die parametrische Tests nicht zulassen würden. Trotzdem wäre eine nichtparametrische Untersuchung angesichts des Skalenniveaus gerade der „hochgradig stetigen“ Variablen Entfernungs- und Dauerbudget äußerst unbefriedigend. Zudem ließen sich lediglich Aussagen in der Form „die Entfernung hat zugenommen“ machen, jedoch keine über das absolute Ausmaß der Zunahme.
Interpretiert man die Resultate vorsichtig, lassen sich einige Aussagen treffen.

4.2 Verteilungsvoraussetzung

Zunächst wird die Verteilung der Entfernungsbudgets für einen Personentag erstellt. Es fällt besonders auf, daß nichtmobile Tage, d.h. die Tagesbudgets von 0 km ganz erheblich dazu beitragen, daß die Voraussetzung einer normalverteilten Grundgesamtheit nicht gehalten werden kann. Somit werden diese Tage aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen und nur noch mobile Tage betrachtet.
Entfernungsverteilungen sind wie auch die anderen untersuchten Mobilitätskenngrößen lognormalverteilt, so daß im folgenden mit den logarithmisch transformierten Budgets gerechnet wird und das Resultat am Ende zurücktransformiert wird. Die solchermaßen reduzierten und transformierten Budgets sind näherungsweise normalverteilt, so daß die üblichen parametrischen Tests angewandt werden dürfen.

4.3 Resultate: Bandbreite der Veränderungen

4.3.1 Wegezahl

Die unteren und oberen Grenzen der Anzahl berichteter Wege bei 95% Signifikanzniveau ergeben sich bei zweiseitiger Betrachtung folgendermaßen (nur mobile Tage):

Kohorte (Fallzahl/Personen)	Wiederholer 94 / 95 (295 Personen)		Wiederholer 95 / 96 (346 Personen)	
Wege (pro Person und Tag)	1994	1995	1995	1996
untere Grenze	3,84	3,50	3,55	3,61
Mittelwert	3,93	3,59	3,63	3,69
obere Grenze	4,03	3,67	3,71	3,78

Tab.14: Vertrauensintervall der Wegzahl bei den Wiederholern

Beim Vergleich der Werte der ersten Wiederholerkohorte muß beachtet werden, daß kurze Wege systematisch unterberichtet wurden (vgl. [CHLOND, LIPPS, ZUMKELLER 1996, Kap. 5.2]); dieser Unterbericht bzw. Wegzusammenfassung schlägt sich selbstverständlich in einer vermeintlichen Verhaltensänderung nieder. Eine solche kann aufgrund der beobachteten Zusammenfassungen aber nicht bestätigt werden.
Vergleicht man die Werte der zweiten Wiederholerkohorte, so fällt auf, daß die Hypothese einer Verhaltensänderung auf dem 95%-Signifikanzniveau widerlegt werden kann. Diese Aussage gilt aber nur dann, wenn Designeffekte tatsächlich vernachlässigt werden können.

4.3.2 Entfernungsbudget

Um Ausreißereffekte zu eliminieren, werden nur Personentage mit weniger als 400 Kilometer Gesamtentfernungsbudget berücksichtigt. Die unteren und oberen Grenzen der berichteten Entfernungen pro mobilem Tage bei 95% Signifikanzniveau ergeben sich wiederum bei zweiseitiger Betrachtung folgendermaßen:

Kohorte (Fallzahl/Personen)	Wiederholer 94 / 95 (295 Personen)		Wiederholer 95 / 96 (346 Personen)	
km pro mobiler Person und Tag	1994	1995	1995	1996
untere Grenze	39,75	40,66	35,06	35,78
Mittelwert	42,11	43,26	37,15	37,93
obere Grenze	44,63	46,03	39,36	40,21

Tab.15: Vertrauensintervall der Entfernung bei den Wiederholern

Zunächst fällt auf, daß das Entfernungsbudget bei der ersten Wiederholerkohorte erheblich höher liegt, innerhalb der beiden Kohorten aber extrem stabil geblieben ist.

4.3.3 Zeitbudget

Um Ausreißereffekte zu eliminieren, werden analog der Betrachtung des Entfernungsbudgets nur Personentage mit weniger als 400 Minuten Gesamtzeitbudget berücksichtigt. Die unteren und oberen Grenzen der berichteten Dauern pro mobilem Tage bei 95% Signifikanzniveau ergeben sich wiederum bei zweiseitiger Betrachtung folgendermaßen:

Kohorte (Fallzahl/Personen)	Wiederholer 94 / 95 (295 Personen)		Wiederholer 95 / 96 (346 Personen)	
Minuten pro mobiler Person und tag	1994	1995	1995	1996
untere Grenze	78,1	76,3	78,4	79,3
Mittelwert	81,2	79,2	81,2	82,0
obere Grenze	84,4	82,3	84,0	84,9

Tab.16: Vertrauensintervall der Dauer bei den Wiederholern

Bezüglich der vier Verteilungen ergibt sich eine starke Übereinstimmung, lediglich das 95er - Zeitbudget der ersten Wiederholerkohorte liegt etwas unter den anderen, ohne daß jedoch die Hypothese eines signifikanten Unterschieds aufrechterhalten werden kann.

4.4 Schlußfolgerung

Geht man davon aus, daß sich das Verkehrsverhalten nach Ablauf eines Jahres nicht gravierend ändert und Wiederholer nicht anfällig für leichte Modifikationen des Erhebungsdesigns sind, so erscheinen insgesamt das Entfernungsbudget sowie die Dauer als relativ stabiler Indikator für Messungen von Verhaltensänderungen.

5. Verhaltensänderungen: Wechsel des soziodemographischen Status

Die Gegenüberstellung von Bruttoveränderungen zu Nettoveränderungen illustrieren deutlich die methodischen Möglichkeiten von Paneldaten. Berechnet man beispielsweise die Übergangsmatrizen des beruflichen Status sowie des PKW-Besitzes vorher und nachher, so resultieren die folgenden Tabellen. Dieser Datensatz umfaßt insgesamt alle Personen, die mindestens zwei mal teilgenommen haben, somit sind die 95er Teilnehmer also z.T. vorher (für die 95/96er Wiederholer), z.T. nachher (für die 94/95er Wiederholer)-Kandidaten.

berufl. Tätigkeit nachher berufl. Tätigkeit vorher	vollzeit	teilzeit	in Ausbildung	Rentner	Hausfrau / -mann oder arbeitslos	fehlender Wert	Summe
vollzeit	**222**	5	3	1	6	0	237
teilzeit	6	**70**	0	4	9	0	89
in Ausbildung	5	2	**83**	0	0	1	91
Rentner	0	3	0	**134**	0	0	137
Hausfrau / -mann oder arbeitslos	4	9	1	8	**65**	0	87
fehlender Wert	0	0	0	0	0	**0**	0
Summe	237	89	87	147	80	1	641

Tab. 17: Übergänge von Wiederholern bezüglich ihres beruflichen Status.

Untersucht man z.B. die Gruppe der Vollzeiterwerbstätigen vorher und nachher, so stellt man fest, daß sowohl 15 Personen in diese Gruppe eingetreten als auch ausgetreten sind. Die entsprechenden Zeilen- bzw. Spaltensummen sind somit gleich; eine Querschnittsbetrachtung würde die Personen, die ihren beruflichen Status ändern, nicht identifizieren können. Somit enthalten Querschnittsbetrachtungen lediglich die Informationen der Zeilen- bzw. Spaltensummen, nicht aber die inneren Elemente der Matrix.

Ein weiteres Beispiel untersucht die Übergänge des PKW-Besitzes der Wiederholerhaushalte:

Anzahl PKW nachher Anzahl PKW vorher	0	1	2	3	4	Summe
0	**36**	3	0	0	0	39
1	1	**185**	14	0	0	200
2	0	15	**61**	1	0	77
3	0	0	3	**3**	0	6
4	0	0	0	1	**0**	1
Summe	37	203	78	5	0	323

Tab. 18: Übergänge der Haushalte bezüglich des PKW-Besitzes

Betrachtet man etwa die Haushalte, die genau einen PKW besitzen, so stellt man nur einen geringen Unterschied von ca. 1,5% (200 vs. 203 Haushalte) zwischen den vorher - und nachher Beobachtungen fest. Allerdings besitzen lediglich 185 Haushalte (gut 80%) sowohl vorher als auch nachher genau einen PKW. Es wird deutlich, daß sich beträchtliche Übergänge ergeben haben; eine Querschnittsbetrachtung jedoch eine falsche quasi-Stationarität konstatiert hätte

Diese beiden Beispiele zeigen, daß die Kenntnis lediglich der Zeilen - und Spaltensummen der zugrundeliegenden Übergangsmatrix - wie es bei konventionellen Querschnittsuntersuchungen der Fall ist - keine oder allenfalls nur äußerst geringe Informationen über den zugrundeliegenden Prozeß liefern.

Wie wichtig die Kenntnis der gesamten Übergangsmatrix für die Interpretation der Veränderung der Nachfrage[14] ist, wird im nächsten Schritt gezeigt. Genauer wird der Zusammenhang des veränderten PKW-Besitzes und die Veränderung des Entfernungsbudgets[15] sowie die Richtung des Zusammenhang untersucht. Zunächst wird mit den Wiederholerdaten sämtlicher Wellen eine Querschnittsbetrachtung angeführt:

Anzahl PKW im Haushalt	0	1	2 und mehr
Entfernungsbudget	11,5 [km/Tag]	34,8 [km/Tag]	46,1 [km/Tag]

Tab. 19: Durchschnittliche Entfernungsbudgets von Personen mit unterschiedlicher PKW-Verfügbarkeit: Querschnitt der Wiederholer

Betrachtet man etwa eine fiktive Person in einem Haushalt mit dem Übergang von einem PKW zu zwei PKW (1 PKW -> 2: Person A) und eine fiktive weitere fiktive Person in einem

[14] Vgl. etwa [Golob, Thomas F. 1990], [Herz, 1984)]
[15] Um Ausreißereffekte zu vermeiden, werden nur Personentage mit einem Entfernungsbudget von weniger als 400 km betrachtet. Alle Werte sind ungewichtet.

Haushalt mit dem Übergang von zwei und mehr PKW zu einem PKW (2 und mehr PKW -> 1 PKW: Person B), so bestehen mehrere Möglichkeiten:

- entweder es findet zuerst eine Steigerung (Fallen) des Entfernungsbudgets und danach eine Steigerung (Fallen) des PKW-Besitzes statt
- oder findet zuerst eine Steigerung (Fallen) des PKW-Besitzes und danach eine Steigerung (Fallen) des Entfernungsbudgets statt
- oder es gibt eine größere zeitlich Verzögerung in der Reaktion in eine oder beide Richtungen, so daß keine Aussage gemacht werden kann.

Panelanalyse

Führt man mit denselben Daten eine Panel-Untersuchung durch, ergibt sich folgendes Ergebnis:

Anzahl PKW nachher Anzahl PKW vorher	1	2 und mehr
1	33,9 / 33,9 [km/Tag]	43,6 / 41,6 [km/Tag]*
2 und mehr	40,0 / 29,6 [km/Tag]	42,1 / 46,9 [km/Tag]*

Tab. 20: Entfernungsbudgets von Personen mit unterschiedlicher PKW-Verfügbarkeit: Längsschnitt alle Wellen (vorher und nachher)

Die Gleichgewichtsbetrachtung (Querschnittsbetrachtung aus Tab. 19) ergibt für Person A eine erwartete Steigerung ihres Entfernungsbudgets von 34,8 auf 46,1 km pro Tag. Die Paneluntersuchung zeigt hingegen, daß das Entfernungsbudget von Personen mit einem Übergang von einem zu mehr PKW ungefähr dasselbe Entfernungsbudget (43,6 vorher vs. 41,6 nachher) aufweisen. Die vermeindlich starke Erhöhung des Entfernungsbudgets aus der Querschnittsbetrachtung16 rührt alleine vom starken Rückgang des Entfernungsbudgets der Personen, die vorher 2 und mehr und nachher lediglich einem PKW besitzen. Da Querschnittsanalysen auf Gleichgewichtsannahmen beruhen, können sie die Nichtreversibilität dieses Prozesses, d.h. die Tatsache, daß der Kauf eines PKW nicht mit derselben Erhöhung des Entfernungsbudgets verbunden ist wie der Verkauf mit einer absolut gesehen gleichen Abnahme. Insofern läßt sich aus der Panelbetrachtung schließen, daß der Kauf bzw. Verkauf eines PKW bezüglich der damit korrespondierenden Änderung des Entfernungsverhaltens nicht reversibel ist.

Differenziert man das tägliche Entfernungsbudget nach verschiedenen Zwecken[17], ergeben sich die folgenden Übergänge:

[16] Die Datenbasis ist dieselbe, daher muß sich die große Differenz auch in den Längsschnittwerten finden!
[17] Der Nachhauseweg wird hier nicht berücksichtigt.

Anzahl PKW nachher / Anzahl PKW vorher		1	2 und mehr
1	Arbeit	3,6 / 3,5 [km/Tag]	3,7 / 5,3 [km/Tag]
	Einkauf	4,0 / 3,9 [km/Tag]	7,2 / 7,6 [km/Tag]
	Freizeit	6,7 / 7,5 [km/Tag]	7,6 / 6,7 [km/Tag]
2 und mehr	Arbeit	4,3 / 2,8 [km/Tag]	6,3 / 7,5 [km/Tag]*
	Einkauf	4,2 / 3,6 [km/Tag]	4,2 / 3,3 [km/Tag]*
	Freizeit	7,7 / 8,0 [km/Tag]	6,7 / 9,5 [km/Tag]*

*: Ein Übergang von 2 und mehr PKW zu 2 und mehr PKW bedeutet nicht notwendig eine konstante Anzahl PKW, da 3 und mehr PKW eingeschlossen sind.

Tab. 21: Entfernungsbudgets von Personen mit unterschiedlicher PKW-Verfügbarkeit vorher und nachher nach verschiedenen Zwecken

Diese Ergebnisse verdeutlichen, daß der Kauf bzw. Verkauf eines PKW eng mit der Länge des täglichen Pendelwegs verknüpft ist. Bezüglich der Einkaufswege zeigt sich in etwas abgeschwächter Form dieselbe Tendenz; Freizeitwege weisen keinen Zusammenhang auf. Somit kann gefolgert werden, daß die Fahrtweiten der verschiedenen Zwecke durch unterschiedliche Zwänge bestimmt werden.

Interpretiert man die Längsschnittergebnisse, so kann auf Basis der realisierten Wiederholerstichprobe keine Aussage über die Richtung des Zusammenhangs gemacht werden, so daß Kausalitäten auf statistischer Ebene nicht signifikant sind. Die Richtung des Zusammenhangs zwischen dem veränderten Arbeitsplatz und dem Kauf bzw. Verkauf eines PKW beruht auf der logischen Reihenfolge des Handelns.
Wenn solche offensichtlichen Interpretationen nicht möglich sind, können mit Hilfe einer höheren Anzahl Wiederholer und somit relevanter Übergänge Kausaluntersuchungen durchgeführt werden. Ebenso können dann auch zeitliche Verschiebungen der entsprechenden Zusammenhänge untersucht werden.

6. Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise

6.1 Das rotierende Panel

Mit zunehmender Zeitdauer verstärken sich spezielle mit dem Panel verbundene Probleme, wie die Mortalität, Panelconditioning[18] und Lerneffekte[19]. Somit erscheint es notwendig, die Anzahl der Wellen, die die Teilnehmer maximal absolvieren, zu beschränken (vgl. [CHLOND, LIPPS, ZUMKELLER; 1996, S. 67 ff.]). Zudem lassen sich dadurch Verzerrungen, die durch die zunehmende Belastung der Panelteilnehmer entstehen, reduzieren.
Ein weiterer Vorteil besteht darin, ein konstantes Verhältnis zwischen Neulingen und Wiederholern zu erreichen. Hierdurch müssen die je nach Dauer der Zugehörigkeit unterschiedlichen Attritiongewichte nicht jedesmal neu angepaßt werden, sondern es genügt zum Ausgleich dieses Unterschiedes ein Gewicht. Der Prozeß des Neuanwerbens („Auffüllen“) muß nicht jedesmal modifiziert werden, da die Anzahl neu anzuwerbender Personen immer stabiler wird.
Es wird angenommen, daß die Panelteilnehmer höchstens drei Wellen im Panel verbleiben. Unter Annahme einer (pessimistischen) Mortalitätsrate von 50% für Erstwiederholer und von 30% für Zweitwiederholer ergibt sich die folgende Verteilung der verschiedenen Kohorten[20]:

Jahr / **Kohorte**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
1994	**(517)**	**(295)**	**149**												
1995		**(449)**	**197**	138											
1996			**1141**	571	399										
1997				492	246	172									
1998					555	277	194								
1999						751	375	263							
2000							631	315	221						
2001								622	311	218					
2002									668	334	234				
2003										648	324	227			
2004											642	321	225		
2005												652	326	228	
2006													649	325	227
2007														647	324
2008															649
Summe	**(517)**	**(744)**	**1487**	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200

Tab. 22: Langfristige Stichprobengrößen nach Dauer der Panelteilnahme [Personen].

[18] Teilnehmer ändern ihr Verkehrsverhalten durch Bewußtmachung aufgrund der Teilnahme am Panel.
[19] Lerneffekte beziehen sich hier auf die durch längere Teilnahme erlerntes „einfacheres“ Berichten, z.B. Zusammenfassungen von Wegen.
[20] Eine Kohorte umfaßt hier alle Personen mit demselben Startjahr. Zur Verdeutlichung der bereits realisierten Fallzahlen sind diese fett gedruckt, die Pilotphase (1994 und 1995) in Klammern ausgewiesen.

Es kann gezeigt werden, daß die Anzahl der Teilnehmer jeder Kohorte für beliebige (konstante) Mortalitätsraten konvergiert.

6.2 Vergleich zwischen Panel und Querschnittuntersuchungen

Um in der Verkehrsplanung das - je nach Art der zu untersuchenden Fragestellung[21] - richtige Analyseinstrument einzusetzen, werden im folgenden Vor - und Nachteile von Panel - und Querschnitterhebungen aufgelistet. Um einen Vergleich durchführen zu können, wird von einer fiktiven Stichprobengröße von 35000 Personentagen ausgegangen. Mit den konstruierten Stichprobengrößen ist zwar der jährliche Zufallsfehler etwa für das tägliche Entfernungsbudget beim Panel um den Faktor √17,5, d.h. etwas über den Faktor 4 höher, dafür sind die Eingangsdaten zur Berechnung dieses Fehlers nicht so zuverlässig wie im Panel. Da die Anzahl der Personentage gleich ist, sind beide Gesamtzufallsfehler identisch. Diese Aussagen gelten unter der Annahme der Unabhängigkeit der einzelnen Personentage.
Die Tabelle gibt Hinweise auf einen komplementären Einsatz von Panel - und Querschnittdaten sowie Anhaltspunkte dafür, welche Fragestellungen mit welchen Erhebungsinstrument am geeignetsten beantwortet werden kann.

Kriterium	**Panel:** 1000 Personen während sieben Tagen über fünf Jahre	**Zwei Querschnitte:** 17500 Personen ein Tag, Wiederholung nach fünf Jahren
1. Repräsentativität	Aufgrund hoher Kosten für persönliche Motivation, selektive Mortalität und hohen set-up-Kosten kleine Stichprobengröße, daher geringe Repräsentativität. Keine Zufallsauswahl möglich.	Weniger persönliche Motivation notwendig. Höhere Repräsentativität möglich.
2. Zuverlässigkeit der Daten	Spezielle Panelprobleme (Attrition, Berichtsmüdigkeitseffekte etc.) bedingen subtile Korrekturen. Andererseits Kontextinformationen für Korrekturen vorhanden.	Spezielle KONTIV-Design-Probleme (Non-reported trips, non-response, etc.) bedingen ebenfalls subtile Korrekturen. Wenig Kontextinformationen.
3. Gültigkeit der Ergebnisse	Höhere Gültigkeit aggregierter Resultate aufgrund besseren Möglichkeiten der Korrektur / Gewichtung mit Sekundärstatistiken. Probleme mit disaggregierten Ergebnissen.	Aufgrund ungünstiger Korrekturmöglichkeiten geringere Gültigkeit aggregierter Ergebnisse. Höhere Validität von Verhältniswerten.
4. Wahrscheinlichkeit der Erfassung von Fernfahrten und Mehrtagesfahrten	Hoch, da die gesamte Woche sowie die „Normalität (ja/nein)“ von jedem Tag bekannt.	Gering, da nur ein Tag beobachtet.

[21] Eine umfassende Übersicht über aktuelle Trend und Tendenzen und daraus resultierenden Fragen an die Verkehrsplanung wird in [van der HOORN, 1997] gegeben.

5. Berechnung von Nettoänderungen	Im Rahmen der Stichprobe möglich.	Im Rahmen der Stichprobe möglich.
Kriterium	**Panel:** 1000 Personen während sieben Tagen über fünf Jahre	**Zwei Querschnitte:** 17500 Personen ein Tag, Wiederholung nach fünf Jahren
6. Berechnung von Bruttoänderungen	Im Rahmen der Stichprobe möglich.	Unmöglich.
7. Variation des Verhaltens zwischen Personen (inter)	Möglich nach Zuordnung eines „normalen“ Verhaltens als Differenz zu allen Wochentagen.	Schwierig aufgrund der vielen Zufallseffekte, da nur ein Erhebungstag.
8. Variation des Verhaltens einer Woche (intra)	Möglich, da eine ganze Woche viele Informationen über das Spektrum des Tagesverhaltes umfaßt.	Innerhalb einer Tagesstichprobe unmöglich.
9. Kostenentwicklung über die Zeit	Tendenz, daß neue Welle günstiger wird.	Für jede neue Welle Neuanwerbung notwendig.
10. Notwendige Stichprobengröße für Vorher/nachher-Untersuchungen	Kleinere Stichprobengröße möglich, falls eine Korrelation der untersuchten Variablen besteht[22].	Größere Stichprobengröße nötig für signifikante Aussagen notwendig.
11. Berechnung der Datenqualität und -vollständigkeit sowie von Missing values	Möglichkeit, Fehler aufzudecken und zu korrigieren aufgrund der größeren Datenredundanz (ganze Woche) sowie Kontextinformation.	Mehr (unsichere) Annahmen notwendig.
12. Erfassung von jahreszeitlichen Unterschieden	nicht möglich, da Stichprobe pro Jahr zu klein und Erhebungszeitraum zu kurz	auf Basis der großen Stichprobe möglich
13. Erfassung von regionalen Unterschieden	bedingt möglich, da Stichprobe gering	auf Basis der großen Stichprobe möglich

Tab. 23: Vor- und Nachteile von Panel - und Querschnitterhebungen

Tabelle 23 verdeutlicht, daß jede Untersuchungsmethode ihre spezifischen Möglichkeiten und Grenzen hat. Beide Methoden können jedoch komplementär verwendet werden, so daß jeweils die Vorteile zum Tragen kommen können und sich darüber hinaus - etwa zu Gewichtungs- und Plausibilisierungszwecken - positiv ergänzen.

[22] Vgl. [KISH, 1965]

7. Auswertung der Tankbuchdaten 1995, 1996 und 1997

7.1 Aufgabenstellung

Zusätzlich zur Befragung der Alltagsmobilität wurde eine Erhebung zu Benzinverbrauch und Fahrleistungen durchgeführt. Diese Erhebung erfolgte jeweils nach Ablauf eines halben Jahres bei den Haushalten mit Pkw. Im Rahmen des hier beschriebenen Projektteils sind für die hierbei erhobenen Daten Plausibilitätskontrollen sowie eine Auswertung bzw. Hochrechnung der plausibilisierten Ergebnisse durchzuführen.

Der hier vorliegende Berichtsteil gibt die Ergebnisse dieses Teilprojektes wieder.

7.2 Übernahme der Daten

Von der Fa. Infratest wurden im Frühjahr 1995 und Frühjahr 1996 jeweils die getankten Mengen und der Fahrleistung der PKW mit Hilfe von Fahrtenbüchern erhoben. Diese erhobenen und bereits zum Teil plausibilisierten und kontrollierten Daten wurden in Form von zwei Datenfiles dem Institut für Verkehrswesen im Herbst 1996 zur Verfügung gestellt.
Die im Frühjahr 1997 erhobenen Daten standen Ende Juli 1997 dem Institut für Auswertungen zur Verfügung.

7.3 Datenprüfung und Plausibilisierung

Vor einer Berechnung von Fahrleistung und Gesamttreibstoffverbrauch im Kollektiv waren die Daten hinsichtlich Vollständigkeit und Plausibilität zu prüfen. Diese Arbeitsstufe erfolgte in folgenden Schritten:

- Überprüfung, ob die Daten vollständig sind. Ggf. wurde eine kontextabhängige Ersetzung (etwa Fahrzeugdaten) oder die Eliminierung (fehlende Hochrechen- bzw. Auswertemöglichkeit) des Fahrzeugs notwendig .
- Prüfung, ob die Fahrzeugdaten plausibel sind (Fahrzeugtyp, Leistung, Hubraum). Handelte es sich z.B. um ein Motorrad, wurden die Daten nicht für Auswertungen berücksichtigt.
- Prüfung, ob die Kilometerangaben zwischen Tankstops konsistent erfolgten (positive plausible Differenz): Hier wurde der gleitende Verbrauch ermittelt, bei Implausibilitäten erfolgte ein Abgleich. Mehrfach konnten „Zahlendreher“ bei den Kilometerangaben zwischen einzelnen Tankvorgängen bzw. vergessene erste Ziffern (Einhunderttausend Kilometer) ergänzt werden.
- Prüfung, ob der Verbrauch plausibel ist, bei allzu inplausiblen Werten erfolgte die Eliminierung des Fahrzeugs, da eine unzuverlässige Berichterstattung naheliegt, die das Gesamtergebnis verfälschen würde. Streichungen waren insbesondere bei den Daten von 1995 erforderlich, insbesondere, wenn bedingt durch die Erhebung von nur zwei Tankvorgängen ohne Kenntnis der Tankfüllung am Anfang und am Ende sich inplausibel hohe oder niedrige Verbräuche ergaben. In diesen Fällen war eine zu starke Verzerrung der Verbrauchsberechnung durch nur eine Tankdifferenz am wahrscheinlichsten.! So wurden etwa Mittelklasse-PKW mit Verbrauchswerten unter 5 Litern sowie PKW der Mittelklasse mit Verbräuchen über 15 Litern eliminiert (Stichprobe 1995)[23].

[23] hingegen sind für z.B. US-Geländewagen Verbräuche um 15 Liter/100 Km durchaus plausibel.

- Prüfung, ob die getankte Menge nicht zu groß war, ggf. Eliminierung des Fahrzeugs, da wiederum die Annahme der unzuverlässigen Berichterstattung naheliegt. Einige Personen gaben beim Tanken an, größere Mengen Benzin getankt zu haben als ihr Tank faßt, oder die getankte Menge entspricht beinahe dem maximalen Fassungsvermögen (-0,5 Liter) ihres Tanks, was als sehr unwahrscheinlich zu betrachten ist. In diesen Fällen waren offensichtlich Tankvorgänge zusammengefaßt worden, ohne daß eine sinnvolle Zusammenfassung der Kilometerstände vorgenommen wurde. Dies führte zur Eliminierung der Fahrzeuge. Umgekehrt ist darauf hinzuweisen, daß in Einzelfällen „intelligente" Aufzeichner zwei Tankvorgänge korrekt zusammengefasst dargestellt.haben .
- Abgleich von Treibstoffpreisen und getankter Menge (dabei Berücksichtigung, ob Diesel- / Benzinfahrzeug benutzt wurde). Ggf. wurde eine Korrektur des Fahrzeugtyps notwendig. Beispiel: Der Befragte machte die Angabe, sein Fahrzeug sei ein Diesel. Der Verbrauch jedoch war relativ hoch und der Treibstoffpreis lag bei ca. 1,55 DM/Liter, außerdem machte eine Fahrzeugbezeichnung „ohne" Diesel Sinn (etwa GT anstatt GTD). Hier kann man die Annahme treffen, daß es sich nicht um ein Diesel, sondern um ein Benzinfahrzeug handelt (nur 1995).
- Eliminierung von Fahrzeugen, für die die Daten von Tankvorgängen offensichtlich (nachträglich) geschätzt wurden. Eine nachträgliche Ergänzung durch die Befragten ist z.B. dadurch erkennbar, daß sowohl getankte Menge als auch Kilometerdifferenz einem „glatten Wert" entsprechen in allen Jahren).
- Eliminierung von Fahrzeugen mit nur einem angegebenen Tankvorgang, da hier kein Verbrauch und keine Fahrleistung berechenbar sind (nicht 1997).

7.3.1 Beurteilung des Erhebungsverfahrens

Insgesamt mußten im Verlauf dieses Arbeitsschrittes in der Stichprobe 1995 und eingeschränkt auch 1996 ein relativ hoher Anteil von Fahrzeugen eliminiert werden. Die Gründe sind prinzipiell im Berichtsverhalten der Personen/Haushalte zu suchen: Einige dieser Gründe für unplausibles oder falsches Berichten werden im folgenden aufgeführt.

1. Ein gelegentliches Vergessen von Tankvorgängen führt zu einer nachträglichen falschen Ergänzung: Einige Befragte versuchten offenbar, vergessene Tankvorgänge zu schätzen oder aus der Erinnerung nachträglich einzufügen, dieses führte oft zu falschen Daten.
2. Einige Befragte machten, wahrscheinlich aus Bequemlichkeit, außer den Fahrzeugdaten überhaupt keine Angaben mehr, oder notierten nur den allerersten Tankvorgang. Nicht erkennbar ist damit, ob dies eher für „Vielfahrer" oder „Wenigfahrer" zutrifft. Zwar geben einzelne Teilnehmer Begründungen für die Rückgabe unausgefüllter Fahrtenbücher: „Bei mir lohnt es sich nicht. Ich bin zu wenig gefahren" (z. B. wegen Urlaub oder allgemein wegen geringer Mobilität). Jedoch ist diese Informationen nicht zu verallgemeinern.
3. Einigen Befragten erschien der Verbrauch ihrer Fahrzeuge wohl zu hoch, sie berichteten wahrscheinlich entweder überhaupt nicht oder verfälscht, da es nicht „im Trend liegt", viel verbrauchende Autos zu fahren. Dies könnte der Grund dafür sein, daß die Besitzer der in der 95er Stichprobe enthaltenen Geländewagen keine Angaben machten und daß die Besitzer von PKW, die sich bei höheren Verbräuchen und geringer Fahrleistung wohl hauptsächlich in der Stadt bewegten, ebenfalls nicht korrekt oder gar nicht berichteten.
4. Bei einigen Fahrzeugen sank der Verbrauch während des Berichtszeitraums kontinuierlich. Auch hier ist zu vermuten, daß die Daten im Verlauf der Befragung aus schlechtem Gewissen geschönt wurden, nachdem vom Halter festgestellt worden war, daß ihm/ihr der Verbrauch des eigenen PKW als zu hoch erschien.

5. Die Ergänzung im Design des Tagebuchs von 1996 (Erhebung der Tankinhalte vor erstem und nach letztem Tanken) führte anscheinend zu einer größeren Sorgfalt beim Ausfüllen des Tankbuches bzw. die veränderte Optik erinnerte möglicherweise daran, eher Tankvorgänge aufzuschreiben.
6. Dennoch führte diese für die Erhebung 1996 eingeführte Tankuhr zu Mißverständnissen: Diese kamen zustande, indem die vorgegebenen Werte von ¼ bzw. ¾ einer Tankfüllung als „voll“ oder „leer“/“Reserve“ interpretiert wurden. Insgesamt war deshalb die gewählte Vorgehensweise mit der Tankuhr als problematisch anzusehen, da für die Befragten zu viele Interpretationsmöglichkeiten offen blieben.
7. Diese Interpretationsspielräume führen daher zu einer Verfälschung der Ergebnisse. Aus diesem Grund wurde für die Erhebung 1997 das Layout geändert (Verzicht auf die Teilstriche für ¼ und ¾ der Tankfüllung).
8. Diese weitere Veränderung des Designs für die Erhebung 1997 führte dann insgesamt zu plausiblen Ergebnissen in der Form, daß diese „Tankuhr“ offensichtlich von allen Personen richtig erkannt und interpretiert wurde.

7.3.2 Ergebnisse der Plausibilisierung und Prüfung

Vor allem in der 95 Stichprobe waren die Angaben oft unvollständig oder falsch. Die Gründe sind oben dargelegt. Zur Hochrechnung konnten von der 95er Welle nur 132 von ursprünglich 202 Teilnehmern verwendet werden (65 %).

Generell waren die Daten der 96er Welle plausibler, eventuell auch aufgrund der von Infratest vorgenommenen Sichtprüfung (INFRATEST Feldbericht zur 4. Runde, S.13). So mußten in der 96er Welle weniger PKW eliminiert werden, so daß 254 von 290 Fahrzeugen ausgewertet werden konnten (88 %).

Die Daten der 97er-Welle dürften insgesamt als plausibel und sinnvoll einzuschätzen sein. Hier dürfte die Veränderung des Erhebungsinstrumentariums gegenüber 1996 zu einer einfacheren und vor allem eindeutigen Interpretation der „Tankuhr“ geführt haben. Die damit, auch in den einzeln geprüften Fällen“ erzielten Ergebnisse weisen keine offensichtlichen Fehlinterpretationen mehr auf. Weiterhin führten die angebotetenen Incentives zu einer deutlich verbesserten Datenqualität: Der Anreiz bei vollständiger Ablieferung von Tankbüchern ein relativ wertvolles Geschenk zu erhalten, führte insgesamt zu den fast hundertprozentig verwertbaren Daten. Auch die Vorabkontrolle der Daten im Hause INFRATEST dürfte einen wesentlichen Beitrag geleistet haben. So mußten für die Auswertung der Welle 1997 insgesamt nur 5 von 320 Pkw eliminiert werden. Diese massive Verbesserung der Datenqualität dürfte einerseits auf das Veränderte Design der Tankuhr, andererseits auf die Wirkungen der Incentives zurückzuführen sein.

7.4 Auswertung der Ergebnisse

7.4.1 Berechnung von Fahrleistung und Verbrauch pro Fahrzeug

Berechnet wurden aus den angegebenen Daten:
- Dauer des Berichtszeitraumes
- Fahrleistung
- Getankte Menge

7.4.1.1 Berichtszeitraum

Die **Berechnung des Berichtszeitraums** erfolgte, indem über das Datum des ersten Tankvorgangs und das Datum des letzten Tankvorganges die Anzahl der berichteten Tage ermittelt wurde.

7.4.1.2 Fahrleistung

Die **Fahrleistung während der Teilnahme** an der Befragung, indem der angegebene Kilometerstand des ersten Tankvorgangs vom Kilometerstand des letzten Tankvorgangs abgezogen wurde.

Aus den oben ermittelten Daten kann eine **normierte Fahrleistung** jedes einzelnen PKW berechnet werden. Problematisch gestaltet sich jedoch die Angabe einer hochgerechneten Jahresfahrleistung: Da die Erhebung grundsätzlich im Frühjahr stattfindet mit einer anzunehmendermaßen höheren Fahrleistung als im Jahresdurchschnitt wird für den jährlichen Vergleich lediglich eine **normierte „Frühjahrsmonatsfahrleistung“** ausgewiesen:

$$Frühjahrsmonatsfahrleistung = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{Fahrleistung\ im\ Berichtszeitraum_i}{Berichtszeitraum\ \ (Anzahl\ der\ Tage)_i}}{n} * 30$$

7.4.1.3 Konsumierte Menge

Die **verbrauchte Treibstoffmenge** kann nach unterschiedlichen Ansätzen ermittelt werden:

1. *Summe der getankten Treibstoffmengen zwischen Menge vom 2. bis zum letzten Tankvorgang* (Annahme: Tank ist nach dem Tanken immer voll).

2. *Summe der Treibstoffmengen aller berichteten Tankvorgängen plus der Tankinhaltmenge vor dem ersten und minus der Tankinhaltmenge nach dem letzen Tanken*. Für die Stichproben 1996 und 1997 wurden von Infratest zusätzlich der „Tankinhalt vor dem 1. Ein-

trag“ und „Tankinhalt nach dem letzten Eintrag“ erfasst. Diese wurden mit Hilfe der oben erwähnten stilisierten Tankuhr ermittelt. Aufgrund der eingezeichneten Zeigerstände durch die Befragten und die Tankgröße wurden die Werte dieser Variablen über plausible Annahmen und dem (bekannten) Tankvolumen von Infratest geschätzt werden.

Der durchschnittliche Verbrauch im Kollektiv war für die Auswertung des Jahres 1996 ähnlich, wenn man die errechneten Ergebnisse mittels „Tankstand vorher/nachher“ („Ablesen Tankuhr“) bzw. Annahme: „Tank nach erstem und letzten Tankvorgang voll“ miteinander vergleicht. (Differenz < 0,15 Liter).

Auch für das Jahr 1997 ergeben sich im Mittel im Kollektiv keine wesentlichen Abweichungen zwischen beiden Berechnungsmethoden. Nichtsdestotrotz sind die Ergebnisse bezogen auf einzelne Fahrzeuge plausibler wenn die Kenntnisse über den Tankvorgang vorher und nachher in die Berechnung mit eingehen. Insbesondere die Streuungen in den mittleren Verbräuchen zwischen einzelnen Fahrzeugen bei Vorliegen nur weniger Tankvorgänge werden durch diesen Ansatz deutlich reduziert.

Für das Jahr 1995 wurde - mangels anderer Möglichkeiten - die Berechnung nach der Methode „immer voll“ durchgeführt.
Ausgewiesen werden die Ergebnisse für 1996 und 1997 jeweils „mit“ Tankuhr zumal für die Ergebnisse 1997 der Nutzen dieser Tankuhr voll zum Tragen kommt und für die Berechnung und Auswertung Berücksichtigung finden sollte. Da auch für zukünftige Erhebungsrunden dieses Verfahren zum Einsatz kommen soll werden **ab dem Jahr 1996** grundsätzlich die Ergebnisse mit Tankuhr verwendet.
Die Ergebnisse der ersten Welle **1995** (ohne Tankuhr) sind somit **nicht vergleichbar**.

7.4.1.4 Verbrauchswerte

Zur Berechnung des **Verbrauchs pro 100 Km** können zwei Formeln angewendet werden je nach Interpretation und Zielrichtung:

Der **Flottenverbrauch** entspricht dem gemittelten Wert aller Fahrzeugverbräuche ohne Berücksichtigung der Nutzung der Fahrzeuge: Für den Flottenverbrauch spielt es demnach keine Rolle ob bestimmte Fahrzeuge z.B. mit einem hohem Verbrauch systematisch mehr genutzt werden als solche mit einem niedrigen Verbrauch:

$$Flottenverbrauch = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{getankte\ Menge\ im\ Berichtszeitraum[l]}{Fahrleistung\ im\ Berichtszeitraum\ [km]} * 100}{n}$$

Der **Durchschnittsverbrauch** berücksichtigt diese systematischen Unterschiede indem die Fahrzeugnutzung in die Berechnung als Wichtungsmerkmal miteingeht. Der Durchschnittsverbrauch ist der gewichtete Wert des mittleren Fahrzeugverbrauchs unter Berücksichtigung der fahrzeugtypspezifischen Fahrleistung.

$$Durchnittsverbrauch = \frac{\sum_i \{\frac{Menge\,[l]}{Fahrleistung\,[km]} * 100 * Fahrleistung\}i}{\sum_i Fahrzeug\ i * Fahrleistung\ i}$$

Diese Unterschiede sind für die Interpretation der Daten wesentlich da in den Durchschnitts verbrauch Fahrzeuge mit einer höheren Fahrleistung mit einem entsprechend höheren Gewicht eingehen als Fahrzeuge mit einer geringen Fahrleistung.

7.4.2 Ungewichtete Ergebnisse

7.4.2.1. Fahrleistungen

Berechnung durchschnittlicher Fahrleistungen der Stichprobe:

Für die ausgewertete 95er Stichprobe ergab sich **ungewichtet eine durchschnittliche Frühjahrsmonatsfahrleistung** von 1552 km.
Für die ausgewertete 96er Stichprobe ergab sich **ungewichtet eine durchschnittliche Frühjahrsmonatsfahrleistung** von 1295 km.
Für die Stichprobe des Jahres 1997 ergab sich **ungewichtet eine durchschnittliche Frühjahrsmonatsfahrleistung** von 1242 km.

Beide Ergebnisse verdeutlichen eine relativ hohe Fahrleistung, die nicht den (plausiblen) Erwartungen bzw. den Ergebnissen anderer Berechnungen und Erhebungen (Hautzinger[24], DIW) entspricht.

Berücksichtigt man für die Hochrechnung und Gewichtung eine Klassifizierung nach Fahrzeugalter und Hubraumklassen, ergeben sich für die Stichprobe von 1996 und 1997 folgende Verteilungen der durchschnittlichen Frühjahrsmonatsfahrleistungen:

Alter des PKW (Jahre) / Hubraum	3 und weniger	4-6	7-9	10 und mehr	alle Altersklassen
bis 1399 cm^3	1176	1062	956	954	
1400-1699 cm^3	1146	1086	978	962	
1700-1999 cm^3	1261	1259	1022	1062	
über 2000 cm^3	26629	1308	1190	944	
alle Hubraumklassen					

Tab. 24: Verteilung der Fahrleistung in Hubraum- und Altersklassen (Stichprobe 1996)

Alter des PKW (Jahre) / Hubraum	3 und weniger	4-6	7-9	10 und mehr	alle Altersklassen
bis 1399 cm^3	1151	1094	1156	992	
1400-1699 cm^3	1162	1171	886	1043	
1700-1999 cm^3	1388	1468	1000	1405	
über 2000 cm^3	1477	1508	1431	1520	
alle Hubraumklassen					

Tab. 25: Verteilung der Fahrleistung in Hubraum- und Altersklassen (Stichprobe 1997)

24 Vergleiche Hautzinger, Heinz; Heidemann, Dirk: Hochrechnungen und Analysen zur Fahrleistung inländischer Kraftfahrzeuge. In: Internationales Verkehrswesen (48). Heft 9. 1996.S. 17 - 24.

Tendenziell werden die Annahmen bestätigt, daß
- ältere Fahrzeuge geringere, dagegen jüngere Fahrzeuge höhere Fahrleistungen aufweisen,
- größere Fahrzeuge höhere Fahrleistungen aufweisen.

Der Vergleich der Ergebnisse beider Tabellen verdeutlichen jedoch Instabilität / die Vertrauensspielräume der mit diesem Ansatz erzielbaren Ergebnisse: Offensichtlich sind die Fahrleistungen im Frühjahr durch Zufallseinflüsse geprägt (Lage von Feiertagen, Wetter), die keine eindeutigen, stabilen und damit vergleichbaren Ergebnisse zulassen.

7.4.2.2 Verbräuche

Für die ausgewertete Stichprobe von 1995 ergab sich ungewichtet ein durchschnittlicher Verbrauch von 8,87 Liter / 100 km. (Flottenverbrauch der 95er Stichprobe)

Für die ausgewertete Stichprobe von 1996 ergab sich ungewichtet eine durchschnittlicher Verbrauch von 8,83 Liter / 100 km. (Flottenverbrauch der 96er Stichprobe)

Daraus ergab sich für die Stichprobe von 1996 folgende ungewichtete Verteilung (in durchschnittlich verbrauchten Litern pro 100 Km)

Alter des PKW (Jahre) / Hubraum	3 und weniger	4-6	7-9	10 und mehr	alle Altersklassen
bis 1399 cm^3	7,60	7,04	7,68	9,13	
1400-1699 cm^3	8,09	7,97	7,87	8,44	
1700-1999 cm^3	8,86	8,95	9,27	8,89	
über 2000 cm^3	10,34	9,67	11,01	11,74	
alle Hubraumklassen					

Tab. 26: Verteilung des Treibstoffverbrauchs nach Hubraum - und Altersklassen (1996)

Alter des PKW (Jahre) / Hubraum	3 und weniger	4-6	7-9	10 und mehr	alle Altersklassen
bis 1399 cm^3	7,27	7,40	7,57	8,07	
1400-1699 cm^3	8,08	7,81	8,64	8,94	
1700-1999 cm	8.72	8,85	8,96	8,76	
über 2000 cm^3	10,36	10,23	10,97	10,61	
alle Hubraumklassen					

Tab. 27: Verteilung des Treibstoffverbrauchs nach Hubraum - und Altersklassen (1997)

In dieser Darstellung werden die Erwartungen bestätigt, daß
- jüngere Fahrzeuge geringere Durchschnittsverbräuche aufweisen als ältere Fahrzeuge,
- Fahrzeuge mit größerem Hubraum höhere durchschnittliche Verbräuche aufweisen als die kleineren Fahrzeuge

7.5 Gewichtete und hochgerechnete Ergebnisse

7.5.1 Verfahren der Gewichtung und Hochrechnung

7.5.1.1 Vorbemerkungen:

1. Die verfügbare Statistik des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) erscheint immer mit einer Verzögerung von ca. 1 Jahr (im Juni des Folgejahres für den Stichtag 1. Juli eines betrachteten Jahres). Damit ergeben sich hinsichtlich der Genauigkeit der Hochrechenbarkeit bestimmte - unvermeidbare - Abweichungen.

2. Eine disaggregierte Darstellung eines geeigneten Hochrechenrahmens (Hubraum- über Altersklassen) ist in einer Unterscheidung zwischen alten und neuen Bundesländern nicht verfügbar! Da die Erhebungen sich lediglich auf das Gebiet der alten Bundesländer beschränken sind ebenfalls Anpassungen und Überlegungen erforderlich!

3. Ebenso ist eine Trennung von Diesel- und Benzin angetriebenen Fahrzeugen nur auf hochaggregierter Ebene möglich.

4. In der fortgeschriebenen Statistik des KBA erfolgten Anpassungen hinsichtlich der Hubraumklassifizierung (betrifft ca. 0,4 % des Gesamtbestandes eines Jahres).

Aus diesen Zwangspunkten ergibt sich die Verfahren zur Hochrechnung und Gewichtung. Für das Jahr 1995 wurde basierend auf den Ergebnissen der KBA-Statistik vom 1.Juli 1995 ein Verfahren entwickelt und angewendet, für 1996 und 1997 wurde basierend auf den Daten der KBA-Statistik von 1996 ein modifiziertes Verfahren angewandt.

Wesentlich für die Interpretation der Ergebnisse ist, daß die Daten von 1995 nicht mit denen der Folgejahre verglichen werden kann: Neben dem veränderten Design der Erhebung ist hierfür die Veränderung der Gewichtungs- und Hochrechnungsgrundlagen verantwortlich!

7.5.1.2 Verfahren für die Daten des Jahres 1995

Die Stichproben wurden in 16 Klassen aufgeteilt. Es wurden 4 Hubraumklassen

I	bis 1399 cm^3
II	1400 - 1699 cm^3
III	1700 - 1999 cm^3
IV	über 2000 cm^3

und 4 Altersklassen

I	3 Jahre jünger
II	4-6 Jahre
III	7-9 Jahre
IV	10 Jahre und älter

gebildet.
Diese beiden Kriterien wurden gewählt, da sie

1. vom KBA in den Statistischen Mitteilung veröffentlicht werden und somit verfügbar sind,
2. eine hohe Diskriminierungsmöglichkeit der Zielvariablen Fahrleistung und Verbrauch bieten
3. die Zellbesetzungen für die einzelnen Klassen einerseits hinreichend groß sind25 und andererseits die gewählten Klassen etwa homogene Zellengrößen gewährleisten.

Für die ausgewertete Stichprobe 1995 ergab sich folgende Zellbesetzung (Anzahl/Prozent):

Alter des PKW (Jahre) / Hubraum	3 und weniger		4-6		7-9		10 und mehr		Summe	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
bis 1399 cm^3	5	3,79	11	8,33	10	7,58	7	5,30	33	25,00
1400-1699 cm^3	5	3,79	11	8,33	7	5,30	9	6,82	32	24,24
1700-1999 cm^3	13	9,85	17	12,88	4	3,03	7	5,30	41	31,06
über 2000 cm^3	3	2,27	7	5,30	7	5,30	9	6,82	26	19,70
Summe	26	19,7	46	34,84	28	21,21	32	24,24	132	100,00

Tab. 28: Istverteilung der Stichprobe 1995 nach Hubraum - und Altersklassen:

Da bedingt durch die Wiedervereinigung eine differenzierte Auswertung und Darstellung der PKW-Bestandszahlen nicht mehr erfolgt, wurde ein Verfahren entwickelt, welches für die Alten Bundesländer (ABL) die Referenzverteilung der Fahrzeugklassen angenähert wiedergibt. Die Randverteilungen für die ABL und die Neuen Bundesländer (NBL) sind bekannt. Ebenso ist die gesamte Verteilung für die ganze BRD bekannt. Nun wird eine hypothetische Verteilung für die gesamte BRD unter Annahme der Unabhängigkeit von Hubraum- und Altersklassen erstellt. Mit den Differenzen aus hypothetischer und tatsächlicher Verteilung für die gesamte BRD wird dann mittels dieser Differenzverteilung und der Randverteilung der Alten Bundesländer eine Soll-Verteilung für die Alten Bundesländer errechnet.

Die folgende Soll-Verteilung in Prozent für die Alten Bundesländer 1995 resultiert aus diesem Verfahren:

Alter des PKW (Jahre) / Hubraum	3 und weniger	4-6	7-9	10 und mehr	Summe
bis 1399 cm^3	4.55	7.04	5.92	11.68	29.2
1400 -1699 cm^3	3.92	4.62	4.74	9.46	22.8
1700 -1999 cm^3	7.76	10.23	7.07	7.41	32.5
über 2000 cm^3	3.34	3.99	3.14	5.10	15.6
Summe	19.58	25.89	20.88	33.64	100

Tab. 29: Sollverteilung 1995 nach Hubraum - und Altersklassen:

25 Dies gilt insbesondere für den Treibstoffverbrauch, da dieser als Verhältnisgröße eine hohe Reliabilität besitzt und dessen Berechnung im Rahmen dieser Auswertung eine größere Relevanz besitzt. Vorsichtig zu interpretieren sind hingegen die Fahrleistungen, die ohnehin bezüglich der Klassen weniger homogen sind

Einen Vergleich zwischen Soll- und Istverteilungen gibt die folgende Abbildung wieder:

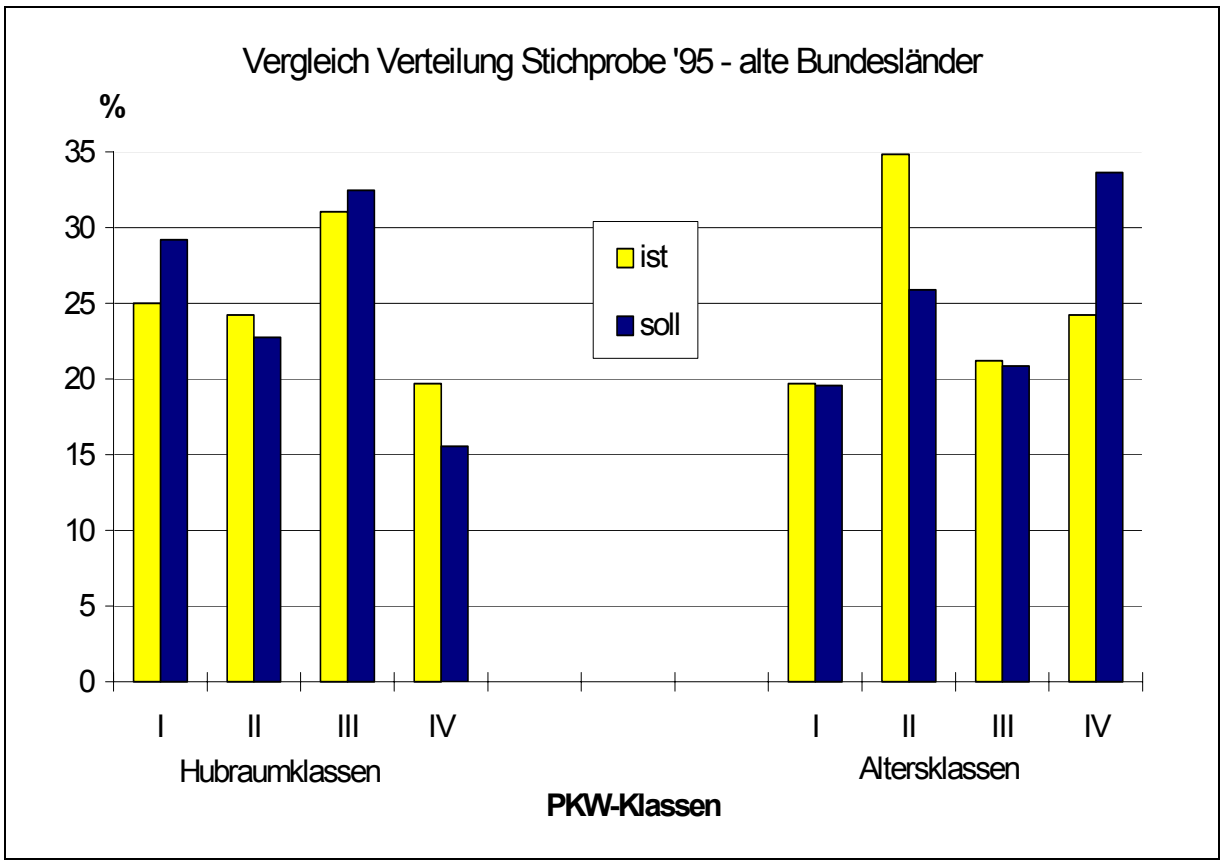

Abb. 3: Ist - und Sollverteilung der Stichprobe 1995 nach Hubraum - und Altersklassen

Aus der Graphik läßt sich ablesen, daß die Stichprobe „zu neu“ sind. Eine Analyse der Ursachen findet weiter unten statt.

7.5.1.2 Verfahren für die Daten der Jahre 1996 und 1997

Wie oben erwähnt soll ein Hochrechen- und Auswerteverfahren sowohl zwischen unterschiedlichen Alters- und Hubraumklassen als auch zwischen unterschiedlichen Antriebsarten differenzieren können. Darüberhinaus soll das Verfahren langfristig verwendbar sein, auch bei einer Ausweitung der Erhebung auf die neuen Bundesländer.

Aus diesem Anspruch und unter Berücksichtigung der (veränderten) Hubraumklasseneinteilung für 1997 ergibt sich die folgende Einteilung in 4 Hubraumklassen

I	bis 1399 cm^3
II	1400 - 1599 cm^3
III	1600 - 1999 cm^3
IV	über 2000 cm^3

sowie 4 Altersklassen

I	3 Jahre jünger
II	4-6 Jahre
III	7-9 Jahre
IV	10 Jahre und älter.

Wie weiter oben erwähnt bietet die Fahrzeugbestandsstatistik der Bundesrepublik Deutschland vom Kraftfahrtbundesamt keine Möglichkeit, in der zweidimensionalen Verteilung von Altersklassen und Hubraumklassen zwischen alten und neuen Bundesländern zu unterscheiden.

In der Berechnung von Fahrleistung und Verbrauch der 96er und 95er Stichprobe war zunächst basierend auf den Zulassungszahlen des Jahres 1995 eine geschätzte zweidimensionale Verteilung von Hubraum- und Altersklassen für die ABL vorgenommen worden.

Dieser Ansatz wurde als notwendig erachtet, da sich sowohl Fahrzeuggrößen (= Hubraumklassen), Baujahre und - bedingt durch die andere Siedlungsstruktur - auch die mittlere Fahrleistung und der mittlere Verbrauch sich zwischen ABL und NBL unterscheiden dürften!

Zur Verdeutlichung dieses Sachverhaltes wird (basierend auf den Zulassungsdaten zum 1. Juli 1996) in den beiden folgenden Abbildungen der Unterschied zwischen ABL und NBL dargestellt (Unterschied zwischen der Verteilung der Baujahre bzw. der Unterschied in der Verteilung der Hubraumgrößen zwischen alten und neuen Bundesländern).

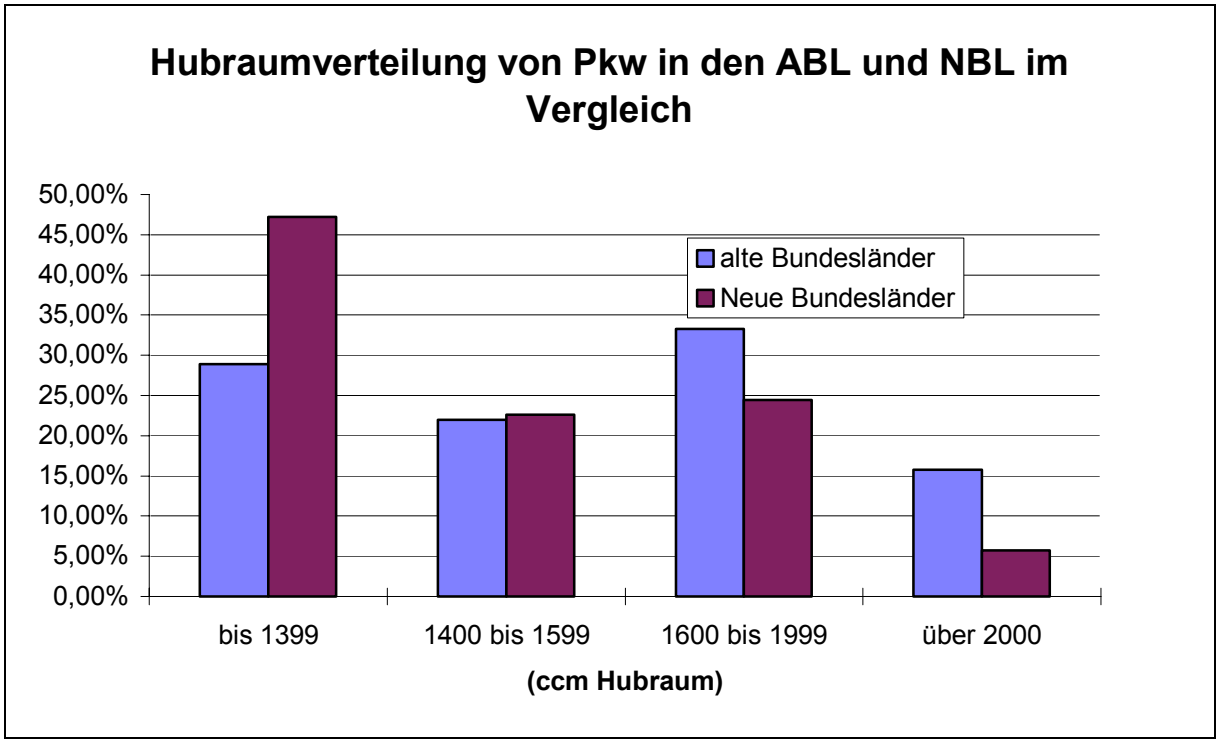

Abb: Verteilung der Hubraumklassen zwischen alten und neuen Bundesländern

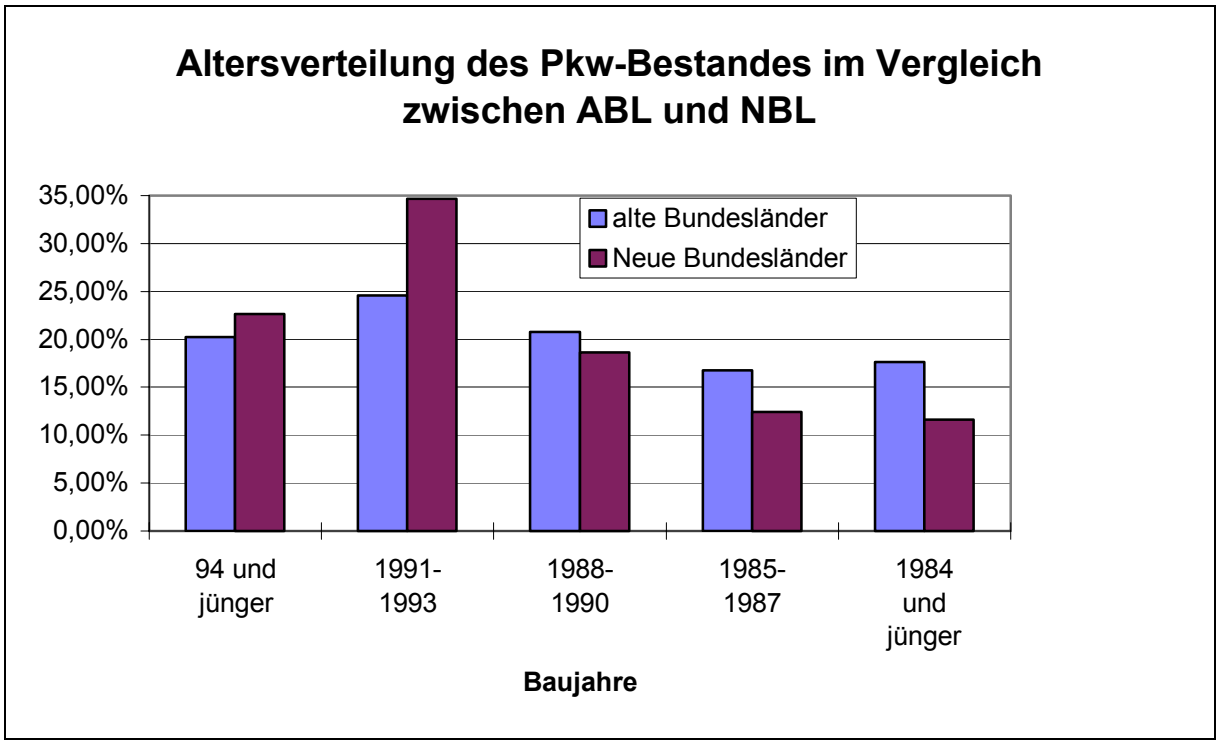

Abb: Vergleich der Altersklassenverteilung zwischen alten und neuen Bundesländern

In den NBL sind tendenziell die Fahrzeuge kleiner und jünger als in den ABL: diese Umstände dürften sich prinzipiell in wesentlich niedrigeren Verbräuchen niederschlagen, wenn man den Pkw-Bestand des gesamten Bundesgebietes zugrundelegt.

Dennoch kann die Gesamtverteilung der Bundesrepublik für die Berechnung zugrundegelegt werden:

Da sich die Zusammensetzung der Pkw-Bestands in der Bundesrepublik zu 81 % durch den Einfluß der ABL und nur zu 19 % durch die neuen Länder bestimmt wird, sind die Abweichungen zwischen den Werten der ABL und der Gesamtrepublik vergleichsweise klein.

Dabei entsteht ein nennenswerter Fehler in erster Linie bei den Baujahren 1991 bis 1993, bzw. bei den Hubraumklassen mit sehr kleinem (< 1400 ccm) bzw. sehr großen Hubraum (>= 2000 ccm).

Die beiden Abbildungen auf der folgenden Seite geben diesen Sachverhalt wieder.

Unter Berücksichtigung
- einer zunehmenden Angleichung im Mobilitätsverhalten zwischen neuen und alten Bundesländern
- der Verfügbarkeit einer Jahresbestandsstatistik lediglich für die gesamte Bundesrepublik
- einer möglichst langfristigen Verwendbarkeit derselben Datenquelle für ein langfristig angelegtes Fahrleistungs- und Verbrauchspanel

bietet es sich an, diese Datenquelle unkorrigiert - also ohne eine nachträgliche Schätzung der Hochrechungsmatrix für die alten Bundesländer - zu verwenden.

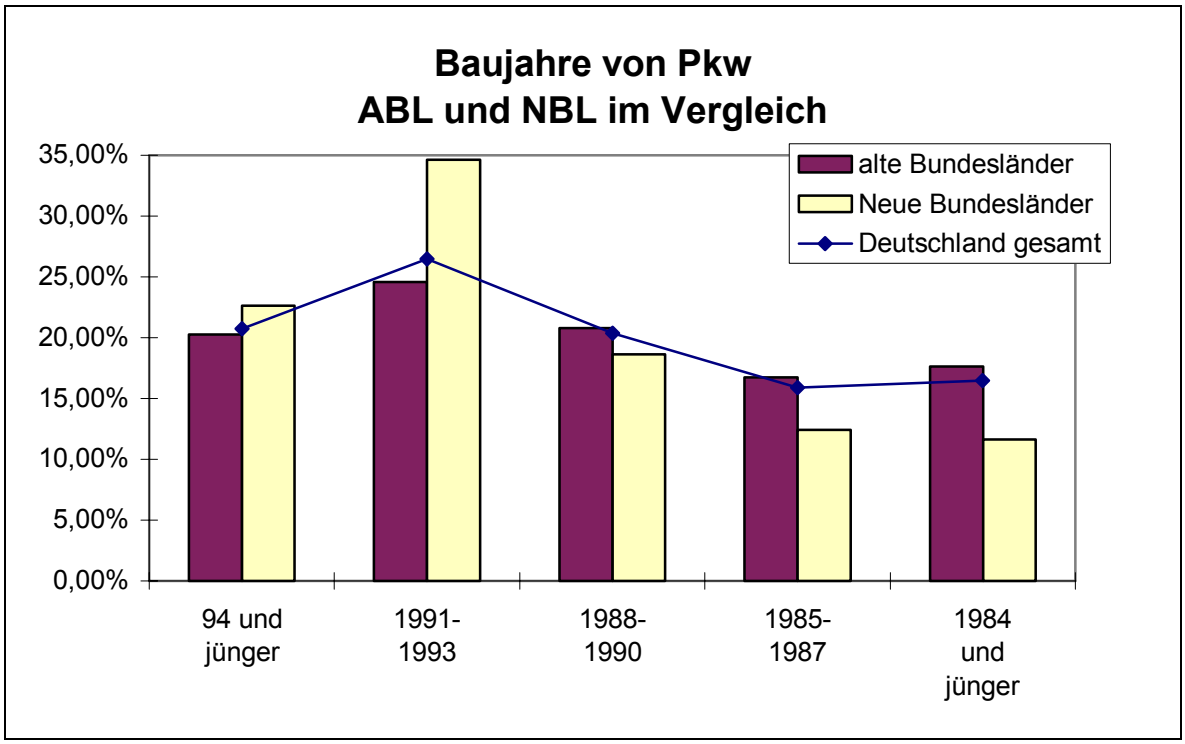

Abb: Baujahrverteilung zwischen Altbundesländern, Neubundesländern und Gesamtdeutschland zum Vergelich (Stand 1.7.1996)

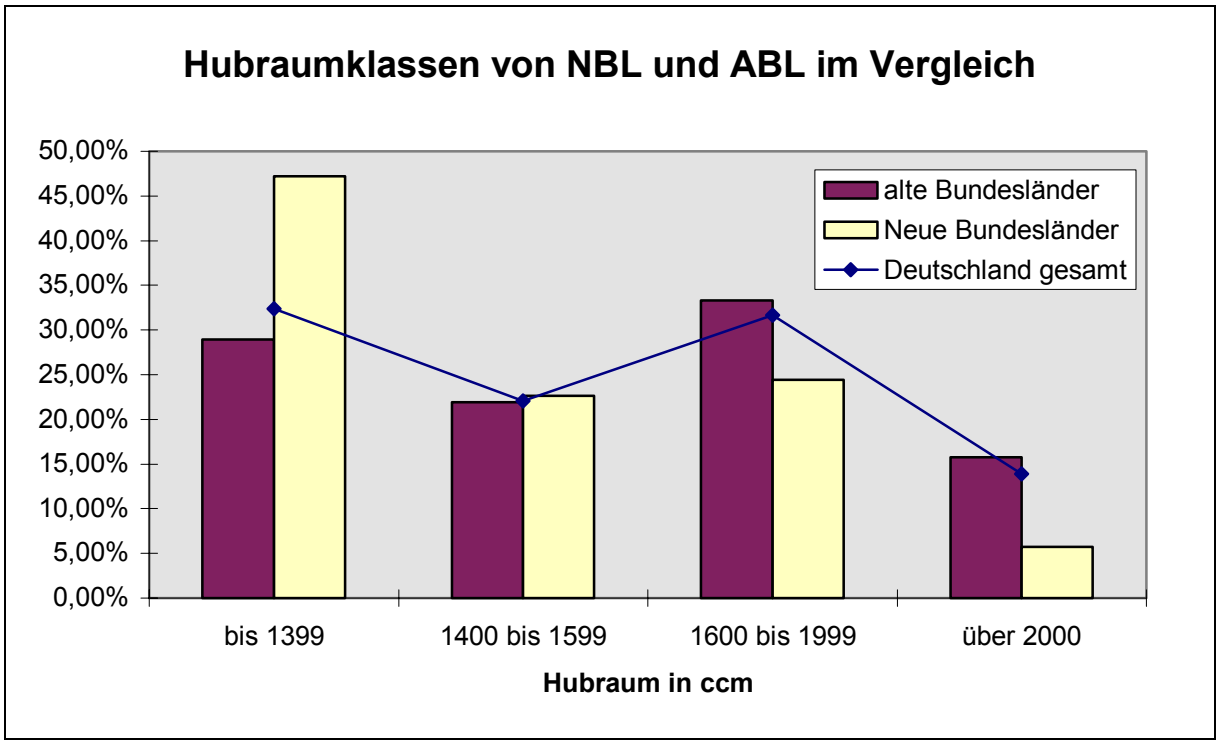

Abb: Baujahrverteilung zwischen Altbundesländern, Neubundesländern und Gesamtdeutschland zum Verglelich (Stand 1.7.1996)

Gesamtdeutschland *(die mittleren beiden Hubraumklassen haben eine andere Klassengrenze als in den Vorjahren)*					
Zulassungsjahr / *Hubraum*	**>= 94**	**91-93**	**88-90**	**>= 87**	**Gesamt**
bis 1399	2430078	3271232	2663543	4804659	13169512
1400 bis 1599	1792676	1909505	1821800	3553369	9077350
1600 bis 1999	3000931	4072690	2785358	3189663	13048642
über 2000	1240663	1544935	1083041	1814756	5683395
	8464348	10798362	8353742	13362447	40978899

Tabelle: Pkw-Bestand nach Hubraumklassen und Baujahr (Absolutwerte)

Gesamtdeutschland *(die mittleren beiden Hubraumklassen haben eine andere Klassengrenze als in den Vorjahren)*					
Zulassungsjahr / *Hubraum*	**>= 94**	**91-93**	**88-90**	**>= 87**	**Gesamt**
bis 1399	5,93%	7,98%	6,50%	11,73 %	32,14%
1400 bis 1599	4,37%	4,66%	4,45%	8,67 %	22,15%
1600 bis 1999	7,32%	9,94%	6,80%	7,78 %	31,84%
über 2000	3,03%	3,77%	2,64%	4,42 %	13,87%
	20,66%	26,35%	20,39%	32,61 %	100,00%

Tabelle: Pkw-Bestand nach Hubraumklassen und Baujahr (Relativwerte,01.07.1996)

Differenzierung zwischen Fahrzeugen mit Diesel- und Benzinantrieb

Eine differenzierte Auswertung Antriebsart * Baujahr * Hubraum sieht die amtliche Statistik nicht vor. Eine Berücksichtigung der unterschiedlichen Antriebsarten mit einer zu erwartenden unterschiedlichen Nutzung (z.B. prinzipiell höhere Fahrleistung bei Diesel-Pkw) ist demnach bereits bei der Vergabe von Hochrechenfaktoren unmöglich.
Zwar differenziert die KBA-Statistik Antriebsart und Hubraum. Dennoch ist ohne eine Kenntnis der Altersverteilung eine differenzierte Vergabe von Hochrechenfaktoren nicht möglich.

Eine Auswertung kann mit einer geeigneten Hochrechnungsbasis somit zunächst lediglich nach Baujahren und Altersklassen ohne Berücksichtigung der Antriebsart erfolgen.
Auswertungen und Hochrechnungen des Durchschnittsverbrauchs im Kollektiv, die die Antriebsart berücksichtigen, können lediglich als Ergebnis der hubraum- und altersgewichteten Daten vorgenommen werden.

Das Verfahren zur Gewichtung und Hochrechnung arbeitet folglich in zwei Stufen.

Falls die Abweichung zwischen Diesel-Pkw und Benzin-Pkw in der Stichprobe wesentliche Unterschiede zur zu repräsentierenden Grundgesamtheit aufweist, werden Fehler verursacht, die schwer einschätzbar ist und demnach kaum korrigiert werden können.
Ein solcher Fehler bezieht sich auf den Durchschnittsverbrauch der Stichprobe, wenn die technisch bedingten geringeren Verbräuche von Diesel-Pkw bei einer falschen Repräsentierung in der Gesamtstichprobe auf die Mittelwertbildung durchschlagen.

Die folgende Tabelle 30 gibt diesen Sachverhalt wieder:

Antriebsart	Anzahlen (1.7.1996, „Soll“)	Prozentwerte (1.7.1996, „Soll“)	Prozentwerte in der Stichprobe, Ist (1996, Rohdaten)	Prozentwerte in der Stichprobe 1996 (gewichtet nach Hubraum- und Alter)	Prozentwerte in der Stichprobe, Ist (1997, Rohdaten)	Prozentwerte in der Stichprobe 1997 (gewichtet nach Hubraum- und Alter
Otto-Motor	35 348 TSD	86,3 %	83,59 %		91,75 %	91,1 %
Dieselmotor	5 631 TSD	13,7 %	16,5 %		8,25 %	8,9 %

Tabelle 30: Soll- und Istwerte von unterschiedlichen Antriebsarten im Vergleich

In der Stichprobe 1996 waren die Diesel-Pkw prinzipiell überrepräsentiert, die Gewichtung nach Hubraum und Alter kann diese Abweichung zwar verringern, jedoch kann dieser Fehler nicht gänzlich korrigiert werden!

Umgekehrt sind die Diesel-Pkw 1997 deutlich unterrepräsentiert, die Gewichtung über Alter- und Hubraum führt nur zu einer geringfügigen Verbesserung.

Deshalb muß für die aggregierten Auswertungen des mittleren Verbrauchs und der mittleren Fahrleistung in einer zweiten Stufe dieser Fehler korrigiert werden.

Dies bedeutet, daß

Für die ausgewertete Stichprobe 1996 ergab sich folgendes Bild:

Alter des PKW (Jahre) / Hubraum	3 und weniger Anzahl %	4-6 Anzahl %	7-9 Anzahl %	10 und mehr Anzahl %	Summe Anzahl %
bis 1399 cm^3	14/5,51 %	21/8,27 %	10/3,94 %	17/6,69 %	62/24,41 %
1400-1699 cm^3	23/9,06 %	20/7,87 %	16/6,3 %	12/4,72 %	71/27,95 %
1700-1999 cm^3	24/9,45 %	26/10,24 %	13/5,12 %	16/6,30 %	79/31,1 %
über 2000 cm^3	6/2,36 %	16/6,3 %	11/4,33 %	9/3,54 %	42/16,54 %
Summe	67/26,38 %	83/32,68 %	50/19,69 %	54/21,26 %	254/100%

Tab. 4: Istverteilung der Stichprobe 1996 nach Hubraum - und Altersklassen

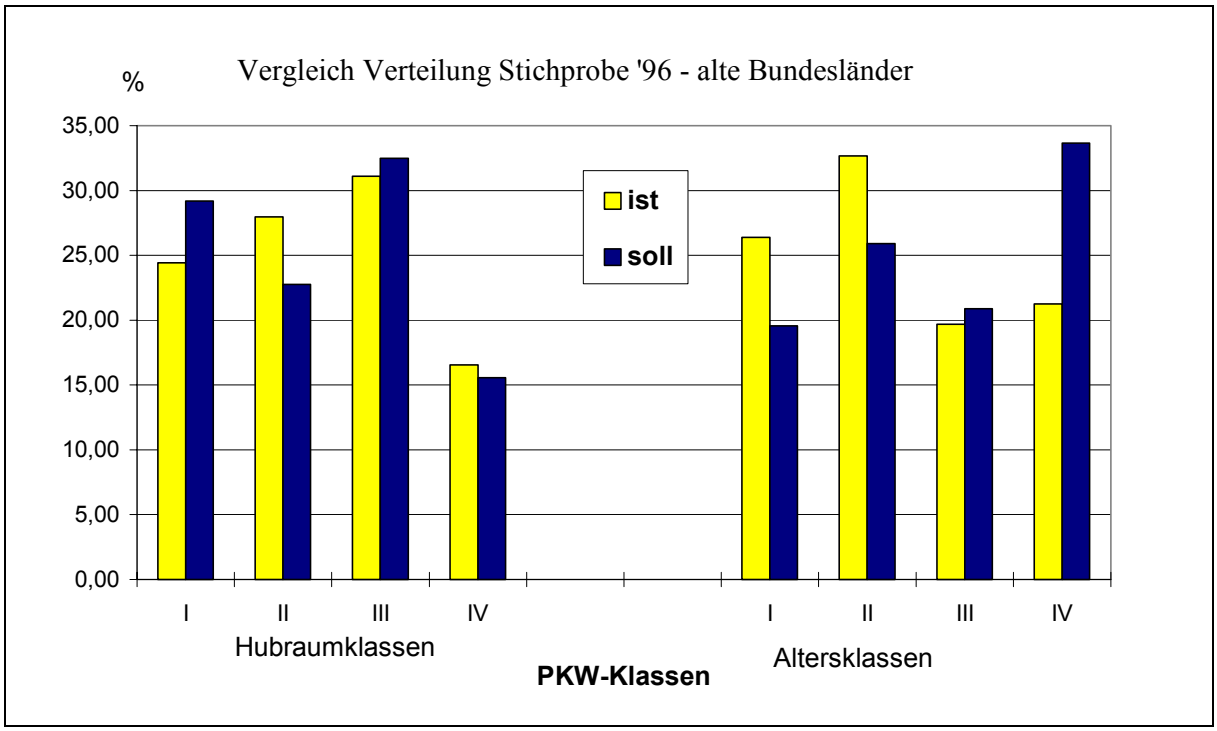

Abb.1 : Ist - und Sollverteilung der Stichprobe 1996 nach Hubraum - und Altersklassen

Ein Vergleich der kumulierten Verteilung der ausgewerteten Stichprobe '96 (alte Bundesländer) verdeutlicht, daß bezüglich der Hubraumklassen nur äußerst geringfügige Verzerrungen bestehen. Allerdings zeigt die rechte Seite der Graphik, daß die Stichprobe zu „neu“ ist:

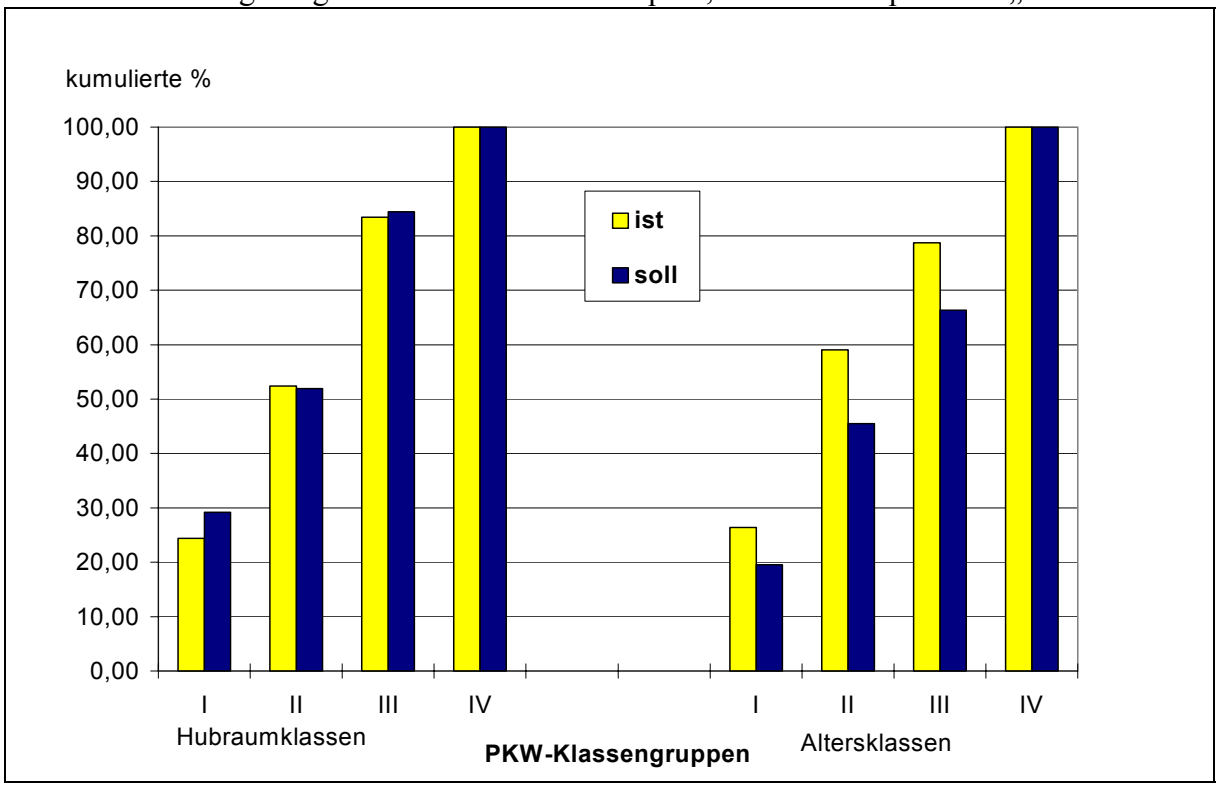

Abb. 2: Ist - und Sollverteilung der Stichprobe 1996 nach Hubraum - und Altersklassen: kumuliert

Aus den Graphiken läßt sich ablesen, daß die Stichproben „zu neu“ sind. Bei der ‘96 Stichprobe ist dieses teilweise mit einem systematischen Fehler zu begründen. Die in der ‘96 Stichprobe vorhandenen PKW, die nach dem 30.06.1995 zugelassen wurden, verjüngen die Stichprobe im Vergleich zur Referenzverteilung der Alten Bundesländer von 1995. Bei der ‘95 Stichprobe müßte es aber eher umgekehrt sein, da diese Welle vor dem 30.06.95 bereits beendet war. Dennoch ist auch diese Stichprobe „zu neu“.

Aus diesen Abweichungen, der Analyse der Ausfälle sowie den Vorabkenntnissen (Fahrleistungen, durchschnittliche Verbräuche) lassen sich die folgenden **Schlußfolgerungen** ziehen

- Offensichtlich verweigern die Besitzer von älteren PKW häufiger die Mitarbeit als die Besitzer von neueren PKW. Altautos ohne Katalysatoren oder gar ältere kleine Fahrzeuge sind mit einem „negativen“ Image besetzt. Ihre Besitzer gelten als nicht umweltbewußt. Diese Ergebnisse spiegeln sich damit in den als zu niedrig anzunehmenden durchschnittlichen Verbräuchen wieder.
- Da die Besitzer von Altautos eher die „Wenigfahrer“ sind, fehlt gerade diese Gruppe in der Auswertung.
- Da neuere Autos tendenziell eine höhere Fahrleistung haben und etwas weniger verbrauchen, ist diese systematische Verzerrung bei den ungewichteten Statistiken zu berücksichtigen. Dieser Fehler kann durch Gewichtung zum Teil ausgeglichen werden.
- Die höheren Fahrleistungen bei jüngeren Fahrzeugen sprechen eher für suburbane oder ländliche Lebensformen mit einer unter dem Strich höheren PKW-Mobilität und höheren Fahrleistungen. Diese Tendenz war bereits bei der Analyse der Stichprobe zum bundesweiten Mobilitätspanel aufgefallen. Dort war insgesamt der ausgewiesene durchschnittliche PKW-Besitz (ungewichtet) zu hoch. Dieselben Wirkungen werden u.a. auch dadurch verursacht, daß die „Rentner“ in der Stichprobe deutlich unterrepräsentiert waren. Bei der Gewichtung sollten daher auch soziodemographische Merkmale berücksichtigt werden, was aber aus zwei Gründen schwierig ist: erstens liegt eine Sekundärstatistik über nach Fahrzeughaltermerkmalen getrennten PKW-Besitz nicht vor und kann daher allenfalls grob abgeschätzt werden. Diese Schätzung muß dann noch mit der Alters- und Hubraumklasse der PKW in Beziehung gebracht werden. Zum Zweiten ist die realisierte Stichprobe zu klein, um derart differenziert hochgerechnet zu werden. Daher wurde auf eine speziellere Gewichtung und Hochrechnung verzichtet; das Problem der verzerrten Fahrzeughaltermerkmal aber im Rahmen der verfügbaren Sekundärdaten in Anhang E angerissen.

7.4.4.2 Datenauswertung (gewichtet)

Die Berechnung der durchschnittlichen Fahrleistung erfolgte nach der Formel:

$$durchschn.Frühjahrsmonatsfahrleistung = \frac{\sum_{i=1}^{n} Frühjahrsmonatsfahrleistung * Typgewichtungsfaktor}{n}$$

wobei n wieder für die Anzahl der Fahrzeuge in der Stichprobe steht.

Dieses ergab für die ausgewertete Stichprobe 1995 eine durchschnittliche gewichtete Monatsfahrleistung[26] von 1496 km, für die ausgewertete Stichprobe 1996 1268 km.
Zur Berechnung des durchschnittlichen, fahrleistungsgewichteten Verbrauchs der Stichproben wurde folgende Formel verwendet:

$$durchschn.Verbrauch = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Verbrauch\ pro\ km * Frühjahrsmonatsfahrleistung) * Typgewichtsfaktor}{n}$$
$$\frac{}{durchschnittliche\ Frühjahrsmonatsfahrleistung\ der\ Stichprobe}$$

Hieraus resultierten:
8,33 Liter/100 Km für die ausgewertete Stichprobe 1995 und
8,53 Liter/100 Km für die ausgewertete Stichprobe 1996.

Zu diesen Ergebnissen sind folgende Bemerkungen zu machen:

1. Die durchschnittliche Fahrleistungen der Stichproben scheinen etwas zu hoch zu sein[27]. Wenigfahrer fallen durch die Elimination eher aus der Stichprobe (vgl. Kapitel Plausibilisierung). Dies wiederum schlägt auf die durchschnittlichen Verbräuche durch.
2. Der Flottenverbrauch der Stichprobe ist höher als der fahrleistungs- und typgewichtete Verbrauch der Stichprobe. Dies verdeutlicht die Überrepräsentierung großer Fahrzeuge in der Stichprobe, aber auch einer Anzahl von „kleinen" Fahrzeugen mit entgegen plausiblen Annahmen „hohen" Fahrleistungen und „geringeren" Verbräuchen.
3. Es bleibt das Problem der Stichprobe: Personen, die außer dem ersten nur noch einen oder zwei weitere(n) Tankvorgang/-gänge berichtet haben, verursachen je nach Wahl der Berechnungsmethode unterschiedlich große Fehler. Man kann diese jedoch nicht einfach eliminieren, da sonst die durchschnittliche Fahrleistung ansteigen würde.
4. Durch Elimination der PKW mit fehlerhaften oder sehr zweifelhaften Angaben steigt die durchschnittliche gewichtete Jahresfahrleistung der Stichprobe 1995 an. Gerade die Vielfahrer haben die Daten zuverlässiger angegeben. Diese sind u.U. wegen Abrechnung von Dienstfahrten und ähnlichem daran gewöhnt, Fahrtenbücher zu führen und daher zuverlässiger. Das bedeutet, daß die Stichprobe durch die Elimination von Fahrzeugen systematisch verfälscht wird.

[26] Verwendet man einen Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der jahreszeitlichen Abweichung von 0,903 (Übernahme dieses Korrekturfaktors von INFRATEST), so reduziert sich die mittlere korrigierte Fahrleistung auf 13744 km pro Jahr für 1996 und 16214 km pro Jahr für 1995.
Alternativ stehen zum Abgleich der jahreszeitlichen Verzerrung auch Jahresganglinien des DTV (durchschnittlicher täglicher Verkehr) zur Verfügung. Geht man davon aus, daß sich die mittlere Verkehrsstärke proportional zu den gefahrenen Kilometer verhält, resultiert eine mittlere jahreszeitliche Abweichung um den Faktor 0,968. Die mittlere gewichtete Fahrleistung reduziert sich unter Berücksichtigung dieses Korrekturfaktors für 1996 auf 15695 km pro Jahr und für 1995 auf 17381 km pro Jahr.

[27] Vgl. Hautzinger, Heinz; Heidemann, Dirk: Hochrechnungen und Analysen zur Fahrleistung inländischer Kraftfahrzeuge. In: Internationales Verkehrswesen (48). Heft 9. 1996.S. 17 - 24.
Hautzinger und Heidemann kommen für die Alten Bundesländer bei einer sinkenden Tendenz der Jahresfahrleistung für 1993 auf den Wert 14.330 km durchschnittliche PKW-Jahresfahrleistung.

5. Prinzipiell dürfte, basierend auf den vorliegenden Ergebnissen, die Fahrleistung und der Anteil an Fahrleistungen auf Außerortsstraßen überproportional und die Stadtfahrleistung unterproportional vertreten sein.
6. Dies dürfte auf die bereits oben angesprochene falsche Zusammensetzung der Stichprobe (zu hoher Anteil von Teilnehmern aus ländlichen Regionen in den dynamischen Jahrgängen, deutliche Unterrepräsentierung z.B. von Rentnern) zurückzuführen sein. Die Unterrepräsentierung von Rentnern könnte sich auch in dem zu jungen Durchschnittsalter der Fahrzeuge widerspiegeln.
7. Der bereits weiter oben beschriebene Effekt, daß Fahrzeughalter von Fahrzeugen mit einem unpopulär hohen Verbrauch dazu neigen, entweder gar nicht zu berichten oder schlimmer, die Verbräuche niedriger anzugeben, könnte ebenfalls auf das Gesamtergebnis durchgeschlagen haben, allerdings weniger aufgrund der zu niedrigen Werte als vielmehr durch eine Veränderung der Stichprobe.

7.5 Vergleich der Ergebnisse mit anderen Quellen

Die folgende Tabelle liefert einen Vergleich der Resultate der Tankbucherhebungen mit weiteren zur Verfügung stehenden Quellen.

Merkmal Quelle / Bezugsjahr	mittlere Jahresfahrleistung gewichtet in km	mittlerer Verbrauch gewichtet in l/100 km
Panel Tankbuch: Mittelwert 1996 mit jahresz. Korr.faktor 0,903 (Infratest)	13744	8,53
Panel Tankbuch: Mittelwert 1996 mit jahresz. Korr.faktor 0,968 (Schmidt, Thomas)	15193	„
Verkehr in Zahlen ABL für 1996	13200	8,9
Verkehr in Zahlen ABL für 1994[28]	13200	9,1
Brühning et al. [1996] Mittelwert 1995/1996[29]	14970	-
ifo Institut [1996] Mittelwert 1995	12732	-
Hautzinger / Heidemann [1996] für 1993	14330	-

Tab. 6: Vergleich von Fahrleistung und Verbrauch

Ein Vergleich verdeutlicht - berücksichtigt man die genannten Einschränkungen - daß das Instrument Panel durchaus plausible Verbrauchs - und Fahrleistungswerte liefert. Allerdings bedürfen diese einer sehr vorsichtigen Interpretation, was schon an der Bandbreite der ausgewiesenen Jahresfahrleistung in Abhängigkeit von verschiedenen Korrekturfaktoren zeigt. Wie weiter oben schon erwähnt, gilt dies insbesondere für die Fahrleistung. Hier scheint insbesondere der jahreszeitliche Korrekturfaktor eine große Rolle zu spielen. Der Treibstoffverbrauch besitzt als Verhältnisgröße eine höhere Reliabilität.

7.6 Schlußfolgerungen und Wertung der Ergebnisse

7.6.1 Bewertung des eingesetzten Verfahrens

Das eingesetzte Instrumentarium scheint prinzipiell richtig verstanden zu werden. Die Einführung der Tankuhr hat in Einzelfällen zur Verunsicherung der Befragten beigetragen und für diese Interpretationsspielräume eröffnet, die nicht ohne weiteres erkennbar waren. Aus diesem Grund wird empfohlen,

- entweder die „Tankuhr“ eindeutiger zu gestalten
- oder ganz auf sie zu verzichten, da ohnehin kein entscheidender Einfluß auf die Ermittlung der durchschnittlichen Verbräuche zu erkennen war.

Als problemtisch hat sich offensichtlich die Stichprobenzusammenstellung herausgestellt: Hierbei sind weniger die Stichprobenzusammenstellung nach Fahrzeugalter und Hubraumgröße relevant als vielmehr die Halter- bzw. Fahrermerkmale[30]. Die mehrfache Selektivität des Auswahlprozesses[31] müßte im Vorhinein korrigiert werden: Besser könnte es langfristig sein, anstelle einer Erhebungen von Fahrleistungen und Verbräuchen auf der Basis der Pa-

[28] Z.T. eigene Berechnungen.
[29] Z.T. eigene Berechnungen.
[30] Prinzipiell hätte eine Gewichtung auch nach soziodemographischen Merkmalen der Fahrzeughalter erfolgen müssen. Da eine entsprechende Sekundärstatistik nicht vorliegt, mußte hiervon abgesehen werden. In Anhang B werden die entsprechenden soziodemographischen Verzerrungen ausgewiesen. Vgl. Anhang B.
[31] es nehmen nur relativ motivierte Personen am Panel teil; eine Teilnahme an der Fahrleistungs- und Verbrauchserhebung hat bereits ursprünglich Motivierte zum Ausstieg bewogen.

nelstichprobe eine getrennte Erhebung zu Fahrleistungen und Benzinverbräuchen durchzuführen. Die Stichprobenschichtung sollte gezielt nach fahrleistungs- und verbrauchsrelevanten Merkmalen durchführt werden. Eine weitere Alternative wäre die simultane Erhebung der Fahrleistung und Verbräuche mit der Erhebung der Alltagsmobilität im Herbst eines Jahres. Dies würde die Möglichkeit eröffnen, Fahrleistungsdaten aus der Alltagsmobilität zur Gewichtung und Plausibilisierung der Fahrzeugfahrleistungen zu verwenden. Ein möglicher Nachteil dieser Vorgehensweise könnte in einer erhöhten Panelmortalität liegen, zu der die Doppelbelastung zum gleichen Zeitpunkt führen könnte.

7.6.2 Bewertung der Stichprobenzusammenstellung:

Die Wenigfahrer werden - gegeben die Abweichungen zu anderen Fahrleistungsdaten - mit dem Verfahren unzureichend erfaßt. Allerdings kann nicht ohne weiteres entschieden werden ob die „Wenigfahrer“

- wegen ihrer Unterrepräsentierung in der Stichprobe,
- wegen zu wenig Tankvorgängen oder
- wegen sonstiger Implausibilitäten (aufgrund der „Seltenheit“ vergessener Tankvorgänge)

unzureichend Berücksichtigung finden.
Ein neues Hochrechnungsverfahren, das neben den Fahrzeugdaten auch soziodemographische Merkmale der Nutzer (Haushalts- und Raumtypisierung) berücksichtigt, kann möglicherweise Abhilfe schaffen, um besonders zu einem Fehlberichten neigende Haushalte zu identifizieren.
Problematisch stellt sich eine Hochrechnung allerdings auch deshalb dar, weil Kenntnisse über Fahrzeuggrößen oder Fahrzeugalter nach soziodemographischen Eigenschaften der Halter oder Raumvariablen in der amtlichen Statistik (Statistische Mitteilungen des KBA) nicht zur Verfügung steht.

7.6.3 Bewertung der Ergebnisse

Aufgrund der beschriebenen Einflußfaktoren dürften die ausgewiesenen Fahrleistungen etwas zu hoch und - als unmittelbare Folge - die durchschnittlichen Verbräuche zu gering sein.
Dieser Effekt beruht auf einem systematischen Fehler bei der Stichprobenzusammenstellung (selektives Antwortverhalten von Teilnehmern, nach Fahrleistung und nach Benzinverbrauch) und kann aufgrund der fehlenden sekundärstatistischen Daten nicht korrigiert werden.
Eine mögliche Verbesserung des bislang gewählten Vorgehens könnte ein Abgleich von (fahrzeugspezifischen) Fahrleistungen und Verbräuchen mit der Alltagsmobilität sein, wobei beide Erhebungen gleichzeitig im Herbst durchgeführt werden.

ANHANG A: Untersuchung der Mobilität verschiedener Kohorten (bzgl. der Dauer der Panelzugehörigkeit)

Fallzahl (Personen)		Mobilitätskenngröße (ungewichtet)												Attrition (Anfangstag-gewichtet, falls möglich)		
		Verkehrsbeteiligung			Wegezahl			km-Budget			Dauer			Wegezahl /Signifikanz (F-Wert) Verkehrsbeteiligung %/Signifikanz		
Kohorte		**1994**	**1995**	**1996**	**1994**	**1995**	**1996**	**1994**	**1995**	**1996**	**1994**	**1995**	**1996**	**1994**	**1995**	**1996**
94 Erstbericht	**517**	(90,9)			(3,42)			(47,5)			(83,4)			(-0,88) (0,14) (-0,58) (0,17)		
95 Erstbericht	**449**		92,0			3,28			38,5			82,4			-2,2 (0,01) -1,85 (0,01)	
96 Erstbericht	**1123**			93,3			3,63			39,7			83,0			(N.S.) (N.S.)
95 1. Wiederholung	**295**	(91,7)	89,0		(3,58)	3,14		(45,2)	45,7		(83,9)	76,9		(N.S.) (-0,7) (0,08)	(AnfTag 6=2)	
96 1. Wiederholung	**197**		92,0	92,8		3,31	3,29		44,4*	37,5*		85,4	80,5		(AnfTag 3=1)	(AnfTag 2=2)
96 2. Wiederholung	**149**	(90,9)	88,7	91,9	(3,60)	3,26	3,58	(45,2)	41,7	40,8	(82,5)	72,9	77,6	(-1,9) (0,07) (-1,2) (0,04)	(AnfTag 7=2)	-
gewichtete Resultate (jeweils gesamte Welle)		(90,5)	90,8	(+)	(3,26)	3,21	(+)	(41,4)	39,9	(±0)	(80,4)	79,8	(±0)	(-0,88) (0,14) (-0,58) (0,17)	-1,3 (0,06) -1,1 (0,02)	-

* Ausreißerproblem: Betrachtet man in beiden Wellen nur Personentage mit 400 und weniger km, so beträgt der Durchschnitt 95: 33,6 km, 96: 33,1 km.

Besonderheiten bei der Personenzusammensetzung (ermöglicht Vergleich zwischen Zeilen) Entwurf, ungewichtet

Kohorte	Fallzahl (Personen)	Alter / Geschlecht	Beruf	PKWHH / HHgröße (auf Basis Personen)
94 Erstbericht	**517**	wenig 60+ (15%), v.a. alte Frauen fehlen	viele vollzeit (42,2%)	nur 6,4% 1-PersonenHH, nur 3,5% 0-PKWHH
95 Erstbericht	**449**	viele 60+ (32,5%), wenig 18-35 (26,3%) und 36-59 (32%)	wenig vollzeit (35%), viele Rentner (27,6%)	viele 0-PKWHH (12,3%)
96 Erstbericht	**1123**	wenig 70+ (5,6%)	wenig Rentner (14%), viele Auszub. (16,3%)	
95 1. Wiederholung	**295**	wie 94 erst	wie 94 erst	wie 94 erst
96 1. Wiederholung	**197**	sehr viele 60+ (40%), sehr wenig 18-35 (17%)	wenig vollzeit (30%), sehr viele Rentner (37,6%)	viele 0-PKWHH (13,2%)
96 2. Wiederholung	**149**		viele Auszub. (16,8%)	nur 4,7% 1-PersonenHH, wenig 0-PKWHH (4,7%)

ANHANG E: Erstellung eines dynamischen Modells zur Bestimmung der motorisierten Haushalte nach Ortsgrößenklasse und Haushaltsgröße

Für die Bestimmung der Verteilung der privaten Haushalte nach Motorisierung, Gemeindegrößenklasse und Haushaltsgröße wurden aus den Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) die Daten der Jahre 1962/63, 1969, 1973, 1978, 1983, 1988 und 1993 verwendet. Diese Daten beziehen sich alle auf das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vor der Wiedervereinigung, d.h. die alten Bundesländer. "Bis zur Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 1988 wurden Haushalte aller Größen, sozialen Schichten und Einkommensgruppen, mit Ausnahme der Haushalte mit besonders hohem Einkommen (1988 lag die Obergrenze für das monatliche Haushaltsnettoeinkommen bei 25000 DM, 1993 bei 35000 DM), der Ausländerhaushalte und der Anstaltsbevölkerung, in die Erhebung einbezogen. Mit der 1993 durchgeführten EVS wurden die Haushalte von Ausländern erstmals in den Berichtskreis aufgenommen."[32] Nach jetzigen Planungen sollen weitere EVS in den Jahren 1998 sowie 2003 durchgeführt werden, damit wird eine Fortschreibung des Modells möglich.

Differenzierung der Daten

Die Differenzierung nach Haushalts- und Gemeindegröße erfolgte wie folgt:

Haushaltsgröße: 1 Personenhaushalt, 2 Personenhaushalt, 3 und mehr Personenhaushalt

Gemeindegröße: Unter 20000 Einwohner, 20000 bis unter 100000 Einwohner, 100000 und mehr Einwohner.

Die Originaldaten aus den EVS wurden anhand obiger Einteilung aggregiert. Da sich allerdings das Design und die Erhebungsform seit der ersten EVS 1962/63 teilweise verändert hat, mußten im folgende Annahmen getroffen werden:

1. In der 1962/63 durchgeführten Erhebung der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) wurde Berlin nicht in die Stichprobe miteinbezogen. **Annahme:** Die Nichtberücksichtigung von Berlin beeinflußt die Stichprobe nur unwesentlich; kann also vernachlässigt werden.

2. Bei der EVS 1962/63 wurde die "Ausstattung der privaten Haushalte mit ausgewählten langlebigen Gebrauchsgütern" nicht nach Ortsgrößen differenziert erhoben. Die Verteilung der Haushaltsgrößen und des PKW-Besitzes auf die verschiedenen Gemeindegrößen wurde analog der Verteilung aus dem Jahre 1969 vorgenommen. **Annahme:** Die Verteilung der Haushaltsgrößen und der „Pkw-Verfügbarkeit“ auf die verschiedenen Gemeindegrößen hat sich von 1962/63 bis 1969 nur unwesentlich verändert.

3. Bei der EVS 1978 wurden die beiden unteren Gemeindegrößenklassen nicht differenziert, sondern als kleinste Gemeindegröße "unter 100000 Einwohner" erhoben. Die Verteilung der Haushaltsgrößen und des PKW-Besitzes auf diese zwei Gemeindegrößen wurde analog

[32] Statistisches Bundesamt „Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 1993“, Wiesbaden 1994, S. IX C

der Verteilung aus dem Jahre 1973 aufgeteilt. **Annahme:** Das Verhältnis der Haushaltsgrößen und des PKW-Besitzes hat sich in beiden Gemeindegrößenklassen zwischen 1973 bis 1978 nur unwesentlich verändert.

4. In der EVS 1993 wurden erstmalig Ausländerhaushalte berücksichtigt. Die vom Marplan-Institut 1993 durchgeführte Befragung "Ausländer in Deutschland" zeigt, "die Pkw-Besitzquote auf Haushaltsebene ist mit ca. 64% niedriger als bei den deutschen Haushalten (72%)."[33] Da der Ausländeranteil 1993 aber ca. 7% betrug, sind die dadurch entstandenen Veränderungen vernachlässigbar. **Annahme:** Die durch die erstmalige Hinzunahme von Ausländerhaushalten induzierten Änderungen sind unwesentlich.

Um eine logistische Wachtumsfunktion zu schätzen, mussen die Sättigungsgrade bestimmt werden.

Vorüberlegungen

Für die Schätzung der Sättigungsgrade sind grundsätzlich zwei verschiedene Vorgehensweisen denkbar:

- Einerseits schätzt die isolierte Betrachtungsweise jeden einzelnen Wert unabhängig von anderen Werten,
- andererseits kann man Schätzwerte durch Analyse von Zusammenhängen bzw. Abhängigkeiten zwischen den Schätzgrößen und anderen Parametern ableiten.

Im folgenden wird der Sättigungsgrad der kleinsten Ortsgrößenklasse isoliert geschätzt und im Anschluß daran versucht, die übrigen Sättigungsgrade von den bereits bekannten Größen abzuleiten. Dabei werden wir ein Annahmesystem (A1 - A10) zugrunde legen und evtl. auf weitere Annahmen bzw. Folgerungen schließen.

Erste Annahmen:

Im folgenden bezeichne w_{ij} den Sättigungsgrad w der Haushalte, mit der Haushaltsgrößenklasse i in der Ortsgrößenklasse j (i,j jeweils aufsteigend).
Bei der Betrachtung der einzelnen Zeitreihen lassen sich folgende plausible Annahmen treffen:

- **(A1)** Es gilt für alle j: $w_{3j} \geq w_{2j} \geq w_{1j}$, d.h. der Sättigungsgrad fällt monoton mit fallender Haushaltsgröße.
- **(A2)** Es gilt für alle i: $w_{i1} \geq w_{i2} \geq w_{i3}$, d.h. der Sättigungsgrad fällt monoton mit steigender Ortsgröße.

Aus (A1) und (A2) folgt:

$$\max_{ij} w_{ij} = w_{31}$$

[33] Hautzinger/Pfeiffer/Tassaux-Becker „Mobilität - Ursachen, Meinungen, Gestaltbarkeit“, Heilbronn 1994

Die Basisschätzung: w_{31}

Bei der Analyse der Zeitreihe des Motorisierungsgrads großer Haushalte auf dem Land $a_{31k} := 37{,}9;\ 66{,}0;\ 81{,}4;\ 88{,}8;\ 93{,}7;\ 95{,}8;\ 96{,}7$ fällt auf, daß sich die Differenzen $a_{31(k+1)} - a_{31k}$ etwa nach folgender Gesetzmäßigkeit verhalten:

$$\bar{a}_n := \frac{30}{2^n} = 30;\ 15;\ 7{,}5;\ 3{,}75;\ 1{,}875;\ 0{,}937;\ \ldots$$

Annahme:

- **(A3):** Abweichungen zwischen den beiden Folgen ($|a_{31k+1} - a_{31k}| - \bar{a}_n$) werden als zufällige Störung interpretiert und bei der Schätzung von w_{13} durch die Konstante c entsprechend berücksichtigt.

Nun kann man w_{31} durch die Zeitreihe a_{31k} als folgenden geschlossenen Ausdruck definieren:

$$a_{311} + \left(\sum_{n=0}^{\infty} \frac{30}{2^n}\right) + c = 37{,}9 + 30 \underbrace{\left(\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2^n}\right)}_{konvergiert gegen 2} + c = 37{,}9 + 30 \cdot 2 + c$$

c wird wie folgt definiert: $c := \sum_{k=1}^{|K'|=7} (|a_{31k+1} - a_{31k}| - \bar{a}_k)$

Somit gilt:

a_{31k+1}-a_{31k}	a_k	$\lvert a_{31k+1}$-$a_{31k}\rvert$-a_k
28,7	30	-1,3
15,4	15	+0,4
8,62	7,5	+1,12
3,61	3,75	-0,14
2,1	1,875	+0,225
0,9	0,937	-0,037

c = 0,268

Somit ist mit der Annahme (A3) $w_{31} = 37{,}9 + 2 \cdot 30 + 0{,}268 = 98{,}168 \approx 98$

Schätzung von w_{21}:

Betrachtet man die Differenzen a_{31k}-a_{21k} der Zeitreihen a_{21k} und $a_{31k,}$

a_{21k}	a_{31k}	a_{31k}-a_{21k}	$(a_{31k+1}$-$a_{21k+1})$-$(a_{31k}$-$a_{21k})$
23,5	37,9	14,4	+11,6
39,96	65,97	26	+2,6
52,8	81,4	28,6	-4,05
65,45	90	24,55	-3,45

72,6	93,7	21,1	-4,5
79,2	95,8	16,6	-7,1
87,2	96,7	9,5	

so stellt man fest, daß die Differenzen über die letzten fünf Größen kontinuierlich abnehmen.

Weitere Annahmen:

- **(A4):** Unter Annahme des Beibehaltens dieses Tends liegen w_{21} und w_{31} relativ dicht zusammen.
- **(A5):** Die anfangs steigenden und abschließend fallenden Differenzen lassen sich durch einen gewissen Nachholbedarf erklären, mit dem die Zweipersonenhaushalte (2PHH) den Drei- und Mehrpersonenhaushalten (3PHH) hinterherhinken. Die 2PHH versuchen, den Standard der 3PHH zu adaptieren.

Mit den Annahmen (A4), (A5) und (A1) wird $w_{21} = 96$ geschätzt.

Schätzung von w_{11}:

Dazu werden die Differenzen a_{21k}-a_{11k} der Zeitreihe a_{11k} und a_{21k} analysiert.

Also:

a_{11k}	a_{21k}	a_{21k}-a_{11k}
6,71	23,5	16,79
8,8	40	31,2
13,4	52,8	39,4
21	65,45	44,45
30,2	72,6	42,4
39,1	79,2	40
50,7	87,2	36,5

Es besteht weder ein Trend abnehmender noch zunehmender Differenzen.
Analoge Ergebnisse erhält man beim Vergleich der Zeitreihe a_{11k} und Zeitreihe a_{31k}.

Annahmen:

- **(A6):** Die zunehmenden Wachstumsraten der ZR a_{21k} sowie die abnehmenden Differenzen der letzten 4 Zeitscheiben deuten auf einen Nachholbedarf auch in diesem Bereich hin, d. h. es 1PHH haben also eine Tendenz, die geringere Motorisierung gegenüber den 2PHH zu kompensieren.

Wir setzen die Differenz der Motorisierungsgrade $k := \frac{\sum_{k=1}^{|K'|=7} (a_{21k} - a_{11k})}{|K'| = 7} - k'$

mit k' dem Nachholbedarfspotential der 1PHH genüber den 2PHH

somit ist $k = 35{,}82 - k'$

Weitere Annahme:

- **(A8):** Das Nachholbedarfpotential k´wird $k' = 22$ gesetzt.

Mit (A1) (A6), (A7), (A8) erhält man: $w_{11} = 96 - 13{,}82 = 82{,}18 \approx 82$.

Schätzung von w_{12}, w_{22}, w_{32}, w_{13}, w_{23} w_{33}:

Annahme:

- **(A9):** Ist das Mittel der Differenzen zwischen den Zeitreihen

  - a_{31k} und a_{32k},
  - a_{21k} und a_{22k},
  - a_{11k} und a_{12k},
  - a_{12k} und a_{13k},
  - a_{22k} und a_{23k},
  - a_{32k} und a_{33k}

  eine Zahl m, so unterscheiden sich die Sättigungsgrade $w_{ij}, j = 2,3$ ebenfalls um diese Konstante m.

- **(A10):** Das Nachholbedarfspotential auf dem Lande sei höher als im städtischen Bereich.

Es gelten weiterhin die Annahmen (A1) und (A2).

Mit (A2), (A9), (A10) erhält man: $w_{32} = w_{31} + m = 98 + (-3{,}63) = 94{,}37$.

Analog ergibt sich:

$w_{12} = 82$, $w_{13} = 76$
$w_{22} = 93{,}3$, $w_{23} = 89{,}7$
$w_{32} = 94{,}4$, $w_{33} = 90{,}6$

Zusammenfassung und Schlußbemerkung

Wie anfangs bereits erwähnt, haben wurde ein Annahmesystem (A1 - A10) generiert und daraus Schlußfolgerungen abgeleitet. Die Annahmen (A1 - A10) werden durch folgenden Bemerkungen nochmals motiviert:

- Mit dem Aussterben einer Generation wächst der Anteil der Personen mit Führerscheinbesitz bezogen auf die Gesamtbevölkerung. Dies betrifft vor allem die derzeit ältere Generation. Gerade Einpersonenhaushalte, wie z. B. Witwen, werden daher mit zunehmen-der Wahrscheinlichkeit motorisiert sein. Der erwähnte Nachholbedarf schlägt sich also auch dahingegen nieder.
- Die Einkommensverteilung, differenziert nach städtischen und ländlichen Bereichen, wird zunehmend *gleicher*. Während man sich vor einigen Jahrzehnten im städtischen Bereich, wo die Industrie angesiedelt war, noch höhere Einkommen als im ländlichen Bereich versprach, so sind heute diese Einkommenslücken weitgehend ausgeglichen, so daß sich Landbewohner entsprechend eine hohe Motorisierung leisten können.
- Heutzutage spielt bezüglich der Motorisierung der knappe Stellplatz für den privaten PKW eine immer stärkere Rolle. Somit erscheinen die Wachstumspotentiale in hochverdichteten Räumen unabhängig vom Einkommensniveau weitgehend ausgeschöpft.

Das hier entwickelte Modell wird in einem weiteren Schritt ausgeweitet. Bislang wurde erst modelliert, ob ein Haushalt motorisiert ist oder nicht. Dabei spielt mehr und mehr die Tatsache, ob im Haushalt ein Zweit- oder gar Drittagen vorhanden ist, eine entscheidende Rolle. Die Aufteilung der motorisierten Haushalte auf Haushalte mit genau einem PKW und in Haushalte mit mehr als einem PKW beruht auf Schätzungen und wird in Kap. 2.1.1 erläutert. Somit handelt es sich bei der Sollverteilung der Haushalte nach Ortsgrößenklasse, Haushaltsgröße und PKW-Besitze um ein zweistufiges Modell, wobei die zweite Stufe die Aufteilung der motorisierten Haushalte vornimmt.

ANHANG C: Ungewichtete Originalverteilungen der Haushalte

Panel 94

Anzahl / %		Ortsgrößenklasse					
Anzahl PKW im Haushalt	Haushaltsgröße (Personen)	Land (0-20 T Einwohner)		Kleinstadt (20-100 T Einwohner)		Großstadt (über 100 T Einwohner)	
		IST Anzahl / %	SOLL %	IST Anzahl / %	SOLL %	IST Anzahl / %	SOLL %
0	1	3 / 1,26	4,87	2 / 0,84	4,41	3 / 1,26	9,54
	2	1 / 0,42	1,39	0 / 0	1,26	4 / 1,67	2,60
	3+	0 / 0	0,44	0 / 0	0,53	0 / 0	1,06
1	1	8 / 3,35	5,09	4 / 1,67	4,27	12 / 5,02	7,11
	2	20 / 8,37	6,97	14 / 5,86	4,86	25 / 10,46	5,67
	3+	18 / 7,53	8,02	12 / 5,02	4,47	26 / 10,88	4,10
2+	1	1 / 0,42	0	0 / 0	0	0 / 0	0
	2	14 / 5,86	2,85	6 / 2,51	2,21	11 / 4,60	3,35
	3+	24 / 10,04	6,75	14 / 5,86	4,01	17 / 7,11	4,17

Aufteilung der Panelhaushalte 1994 auf die Ortsgrößenklasse, differenziert nach Haushaltsgröße und Anzahl der Pkw im Haushalt. Soll-Werte nur in Prozent

Dadurch wurden erhebliche Zusammenfassungen notwendig. Die Priorität der Zellzusammenfassungen verlief vom Merkmal mit der geringsten Mobilitätsdiskriminierung (Ortsgröße) über die Haushaltsgröße zum Merkmal mit der höchsten Mobilitätsdiskriminierung (PKW-Besitz), nach dem folglich zuletzt zusammengefaßt wurde. Es wurde bewußt kein Schwellenwert festgelegt, die die Mindestbesetzung bzw. ein Abbruchkriterium bei der Zusammenfassung festlegt, da die Mobilitätsdiskriminierung als höherrangiges Kriterium betrachtet wird. Generell sollte die resultierende Zellengröße den Wert 10 aber nicht unterschreiten. Zusammengefaßt wurden::

Panel 1994:
- Haushalte ohne PKW (unabh. von Haushaltsgröße und Ortsgröße)
- Einpersonenaushalte mit mindestens einem PKW (unabh. von der Ortsgröße)
- Zweipersonenaushalte mit einem PKW auf dem Land und in Kleinstädten
- Drei- und Mehrpersonenaushalte mit einem PKW auf dem Land und in Kleinstädten
- Zweipersonenaushalte mit zwei PKW (unabh. von der Ortsgröße)

- Drei- und Mehrpersonenaushalte mit zwei und mehr PKW in Mittel- und Großstädten

Folgende Tabelle mit den IST-Werten des Panels 1994 soll die Zusammenfassungen der Zellen verdeutlichen:

Panel 94

Anzahl		Ortsgrößenklasse		
Anzahl PKW im Haushalt	Haushaltsgröße (Personen)	Land (0-20 T Einwohner)	Kleinstadt (20-100 T Einwohner)	Großstadt (über 100 T Einwohner)
		IST Anzahl	IST Anzahl	IST Anzahl
0	1	3	2	3
	2	1	0	4
	3+	0	0	0
1	1	8	4	12
	2	20	14	25
	3+	18	12	26
2+	1	1	0	0
	2	14	6	11
	3+	24	14	17

IST-Verteilung der Panelhaushalte 1994, zusammengefaßte Zellen sind in gleicher Weise unterlegt.

Panel 95

Anzahl PKW im Haushalt	Haushaltsgröße (Personen)	Ortsgrößenklasse					
		Land (0-20 T Einwohner)		Kleinstadt (20-100 T Einwohner)		Großstadt (über 100 T Einwohner)	
		IST Anzahl / %	SOLL %	IST Anzahl / %	SOLL %	IST Anzahl / %	SOLL %
0	1	5 / 1,3	4,68	7 / 1,82	4,25	30 / 7,79	9,33
	2	2 / 0,52	1,30	1 / 0,26	1,19	8 / 2,08	2,50
	3+	0 / 0	0,43	0 / 0	0,52	2 / 0,52	1,04
1	1	12 / 3,12	5,28	9 / 2,34	4,43	33 / 8,57	7,33
	2	27 / 7,01	7,1	17 / 4,42	4,95	58 / 15,06	5,80
	3+	33 / 8,57	8,04	8 / 2,08	4,48	36 / 9,35	4,14
2+	1	0 / 0	0	0 / 0	0	1 / 0,26	0
	2	10 / 2,60	2,81	6 / 1,56	2,18	21 / 5,45	3,32
	3+	27 / 7,01	6,74	9 / 2,34	4,00	23 / 5,97	4,17

Aufteilung der Panelhaushalte 1995 auf die Ortsgrößenklasse, differenziert nach Haushaltsgröße und Anzahl der Pkw im Haushalt. Soll-Werte nur in Prozent

Wiederum wurden erhebliche Zusammenfassungen notwendig. Die Priorität der Zellzusammenfassungen erfolgte wie oben. Zusammengefaßt wurden::

Panel 1995:
- Einpersonenhaushalte ohne PKW (unabh. von der Ortsgröße)
- Zwei- und Mehrpersonenaushalte ohne PKW (unabh. von der Ortsgröße)
- Einpersonenaushalte mit mindestens einem PKW auf dem Land und in Kleinstädten.
- Einpersonenaushalte mit mindestens einem PKW in Großstädten.
- Zweipersonenaushalte mit einem PKW auf dem Land und in Kleinstädten
- Drei- und Mehrpersonenaushalte mit einem PKW auf dem Land und in Kleinstädten
- Zweipersonenaushalte mit zwei PKW (unabh. von der Ortsgröße)
- Drei- und Mehrpersonenaushalte mit zwei und mehr PKW in Klein- und Großstädten

In der folgende Tabelle werden die IST-Werte des Panels 1995 aufgelistet, um wiederum die Zusammenfassungen der Zellen zu verdeutlichen:

Panel 95

Anzahl		Ortsgrößenklasse		
Anzahl PKW im Haushalt	Haushaltsgröße (Personen)	Land (0-20 T Einwohner)	Kleinstadt (20-100 T Einwohner)	Großstadt (über 100 T Einwohner)
		IST Anzahl	IST Anzahl	IST Anzahl
0	1	5	7	30
	2	2	1	8
	3+	0	0	2
1	1	12	9	33
	2	27	17	58
	3+	33	8	36
2+	1	0	0	1
	2	10	6	21
	3+	27	9	23

IST-Verteilung der Panelhaushalte 1995, zusammengefaßte Zellen sind in gleicher Weise unterlegt.

Panel 96

		Ortsgrößenklasse					
Anzahl PKW im Haushalt	Haushaltsgröße (Personen)	Land (0-20 T Einwohner)		Kleinstadt (20-100 T Einwohner)		Großstadt (über 100 T Einwohner)	
		IST Anzahl / %	SOLL %	IST Anzahl / %	SOLL %	IST Anzahl / %	SOLL %
0	1	7 / 0,94	4,50	11 / 1,47	4,11	44 / 5,88	9,11
	2	5 / 0,67	1,22	3 / 0,40	1,13	9 / 1,20	2,40
	3+	0 / 0	0,41	1 / 0,13	0,52	6 / 0,80	1,02
1	1	30 / 4,01	5,46	7 / 0,94	4,57	80 / 10,70	7,55
	2	45 / 6,02	7,21	32 / 4,28	5,04	138 / 18,45	5,94
	3+	50 / 6,68	8,06	20 / 2,67	4,48	65 / 8,69	4,15
2+	1	1 / 0,13	0	0 / 0	0	1 / 0,13	0
	2	18 / 2,41	2,78	8 / 1,07	2,16	37 / 4,95	3,30
	3+	58 / 7,75	6,73	17 / 2,27	4,00	55 / 7,35	4,17

Aufteilung der Panelhaushalte 1996 auf die Ortsgrößenklasse, differenziert nach Haushaltsgröße und Anzahl der Pkw im Haushalt. Soll-Werte nur in Prozent

Auch in der größeren 1996er Stichprobe wurden Zusammenfassungen notwendig. Die Priorität der Zellzusammenfassungen erfolgte wieder wie oben. Zusammengefaßt wurden::

Panel 1996:
- Einpersonenhaushalte ohne PKW (unabh. von der Ortsgröße)
- Zwei- und Mehrpersonenaushalte ohne PKW (unabh. von der Ortsgröße)
- Einpersonenaushalte mit mindestens einem PKW auf dem Land und in Kleinstädten
- Einpersonenaushalte mit mindestens einem PKW in Großstädten.
- Zweipersonenaushalte mit einem PKW auf dem Land und in Kleinstädten
- Drei- und Mehrpersonenaushalte mit einem PKW auf dem Land und in Kleinstädten
- Zweipersonenaushalte mit zwei PKW (unabh. von der Ortsgröße)
- Drei- und Mehrpersonenaushalte mit zwei und mehr PKW in Klein- und Großstädten

In der folgende Tabelle werden die IST-Werte des Panels 1996 aufgelistet, um wiederum die Zusammenfassungen der Zellen zu verdeutlichen:

Panel 96

Anzahl		Ortsgrößenklasse		
Anzahl PKW im Haushalt	Haushaltsgröße (Personen)	Land (0-20 T Einwohner)	Kleinstadt (20-100 T Einwohner)	Großstadt (über 100 T Einwohner)
		IST Anzahl	IST Anzahl	IST Anzahl
0	1	7	11	44
	2	5	3	9
	3+	0	1	6
1	1	30	7	80
	2	45	32	138
	3+	50	20	65
2+	1	1	0	1
	2	18	8	37
	3+	58	17	55

IST-Verteilung der Panelhaushalte 1996, zusammengefaßte Zellen sind in gleicher Weise unterlegt.

Anhang D: Bemerkungen

Bemerkungen zu der Erhebungswelle 2, 1995

zur Angabengenauigkeit der Teilnehmer:

1. Einige Fahrer haben offenbar einen oder mehrere Tankvorgänge, auch innerhalb des Berichtszeitraumes nicht berichtet und somit den Verbrauch verfälscht.
2. Einige, denen 1. passiert ist, haben wohl im nachhinein versucht, diese Tankvorgänge durch Schätzungen zu ergänzen und somit das Ergebnis verfälscht.
3. Ein Fahrzeug der Stichprobe stellte sich als Motorrad heraus.
4. Etliche Befragte der Stichprobe haben Fehler beim Notieren des Kilometerstandes gemacht, so das sich zwischen einzelnen Tankvorgängen negative Strecken und somit auch negative Verbräuche einstellten.
5. Einige Befragte vergaßen ausgerechnet beim letzten Tankvorgang wichtige Angaben (z.B. getankte Menge), diese Fahrzeuge konnten mit der Software SAS nicht bearbeitet werden.
6. Einige befragte Haushalte vergaßen das Datum der Tankvorgänge anzugeben, dadurch ist bei diesen Fahrzeugen keine Hochrechnung auf das ganze Jahr möglich.
7. Einige Befragte gaben nur Tankvorgänge an, die immer bis zu einer bestimmten Summe (z.B. 20 DM) kosteten. Bei 2 oder 3 Tankvorgängen ist dieser Fehler kaum zu korrigieren, bei mehr Tankvorgängen fällt er angesichts der getroffenen Annahme „Tank nach Tanken immer voll“ nicht so sehr ins Gewicht.
8. Einige Befragte schrieben offensichtlich nur eine grobe Schätzung, entweder ihres tatsächlichen oder ihres gewünschten Verbrauchs auf, z.B. gab ein Fahrer an, immer bei Km-Ständen die durch 100 teilbar sind eine Benzinmenge, die immer durch 10 teilbar ist, getankt zu haben.

Eliminiert man die mit offensichtlich falschen sowie die mit zweifelhaften Angaben berichteten Fahrzeuge aus der Erhebung von 1995, so bleiben nur noch 132 Fahrzeuge übrig, diese Stichprobe ist damit für eine sinnvolle Auswertung zu klein.

Anhang E: Fahrzeughaltermerkmale

Im folgenden werden die SOLL- und IST-Verteilungen wichtiger soziodemographischer Fahrzeughaltermerkmale aufgeführt. Hierbei spielen zum einen der Haushaltstyp, d.h. der aktuelle Status im Lebenszyklus sowie die räumliche Struktur, in dem der Haushalt lebt, eine wichtige Rolle. Dabei ist zu beachten, daß sich die Soll-Verteilung auf alle Haushalte der alten Bundesländer bezieht, also Haushalte ohne PKW mit einbezieht. Daher dürften sich die ausgewiesenen Unterschiede zwischen den Ist- und den Sol-Verteilungen etwas abschwächen.

Hauhaltstyp %	I: Kleinhaushalte ohne Kinder mit Erwerbspersonen	II: Kleinhaushalte ohne Kinder ohne Erwerbspersonen	III: Haushalte mit Kindern	IV: Sonstige Haushalte
Ist	33,9	19,7	35,8	10,6
Soll	32,5	31,2	26,1	10,2

BIK - Raumtyp %	I: Ort mit über 100000 Einwohner Kern	II: Ort mit über 100000 Einwohner Rand	III: Ort mit 20000 - 100000 Einwohner	IV: Ort mit 5000 - 20000 Einwohner	V: Ort mit unter 5000 Einwohner
Ist	32,7	14,2	14,2	20,1	18,9
Soll	41,2	17,1	13,3	16,0	12,5

Vergleicht man die Ist- mit den Soll-Werten, fällt deutlich die Überrepräsentativität von Haushalten mit Kindern auf Kosten von Haushaltstyp II (i.a. Rentner und Arbeitslose) auf. Ebenso wird die erhöhte Präsens von Haushalten in Kleinstädten und auf dem Land zu Lasten von Haushalten in Großstädten deutlich. Teile der berechneten (hohen) Fahrleistungs- sowie (niedrigen) Verbrauchswerte lassen sich durch diese Verzerrung begründen.

Literaturverzeichnis

Bamberg, G.; Baur, F.: Statistik. R. Oldenburg Verlag. München, Wien 1993

Bronstein, I. N.: Teubner-Taschenbuch der Mathematik. B. G. Teubner Verlag. Stuttgart, Leipzig 1995

Brühning, E. et al.: Voraussichtliche Entwicklung von Unfallzahlen und Jahresfahrleistungen in Deutschland - Ergebnisse 1996 -. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach, Dezember 1996.

Chlond, B.; Lipps, O.; Zumkeller, D.: Auswertung der Paneluntersuchung zum Verkehrsverhalten. Schlußbericht. Karlsruhe, 1996

Deutsche Shell AG: Grenzen der Motorisierung - Aktuelle Wirtschaftsanalysen (20). Hamburg 1989

Deutsche Shell AG: Aufbruch zu neuen Dimensionen - Aktuelle Wirtschaftsanalysen (22) Hamburg 1991

Emnid-Institut: KONTIV 1989. Bielefeld 1989

Golob, T.F.: The dynamics of household travel time expenditures and and car ownership decisions. In: Transportation Research 24A, pp. 443-463.

Hautzinger, H; Heidemann, D.: Hochrechnungen und Analysen zur Fahrleistung inländischer Kraftfahrzeuge. In: Internationales Verkehrswesen September 1996.

Hautzinger; Pfeiffer; Tassaux-Becker: Mobilität - Ursachen, Meinungen, Gestaltbarkeit. Heilbronn 1994

Herz, R.: Verkehrsverhaltensänderungen 1976-1982: Ergebnisse einer vergleichenden Auswertung der KONTIV 76 und KONTIV 82. Inst. F. Städtebau und Landesplanung, Universität Karlsruhe 1984.

Herz, R. et al.: Angewandte Statistik für Verkehr- und Regionalplaner. Werner-Verlag, Düseldorf 1992

Hesse, K.: Strukturen privater Haushalte und Familien. Frankfurt a.M. 1994

ifo Institut: Verkehrskonjunktur 1996: Abgeschwächtes Wachstum im Personenverkehr - deutlicher Rückgang im Güterverkehr. Sonderdruck aus ifo Wirtschaftskonjunktur Nr. 9. München, September 1996.

INFRATEST: Haushalts-Panel zum Verkehrsverhalten „Alltagsmobilität Herbst 1996". Unveröffentlichtes Gutachten. München 1997

Kish, L.: Survey Sampling, John Wiley & Sons, 1965

Kloas, J; Kunert, U.: Vergleichende Auswertung von Haushaltsbefragungen zum Personennahverkehr (KONTIV 1976,1982,1989). Berlin 1993

Kunert, U.: Individuelles Verkehrsverhalten im Wochenverlauf. In: Beiträge zur Strukturforschung, Heft 10. Berlin 1992

Pas, E; Pendyala, R.: Multiday and Multiperiod Data. Unpublished workshop paper, presented for the International Conference on Transport Survey Quality and Innovation, Grainau, 1997.

Schmidt, G.; Thomas, B.: Hochrechnungsfaktoren für manuelle und automatische Kurzzeitzählungen im Innerortsbereich. In: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 732, 1996.

Statistisches Bundesamt: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe, versch. Jg.. Wiesbaden

van der Hoorn, T.: Practitioner's Future Needs. Unpublished workshop paper, presented for the International Conference on Transport Survey Quality and Innovation, Grainau, 1997.