



Kay W. Axhausen und Allister Loder

## Zusammenfassung

Das Kapitel gibt einen Überblick über das Verkehrsverhalten in industrialisierten Ländern, im wesentlichen mit Zahlen aus der Schweiz und Deutschland. Die zentralen Aspekte sind die Verteilungen der Anzahl der Fahrten/Wege, deren Verkehrsmittelwahl, Längen und Dauern. Die Fernreisen, die die Verkehrsleistung dominieren, werden aus weiteren Datenquellen heraus dargestellt. Es wird klar, dass die alltäglichen Entscheidungen der Verkehrsteilnehmer im wesentlichen von ihren langfristigen Entscheidungen zu Wohnort, Arbeitsplatz und Mobilitätswerkzeugbesitz abhängen, da so die generalisierten Kosten ihrer Bewegungen praktisch festgeschrieben sind. Die Zeitwerte und Elastizitäten geben weitere Anhaltspunkte für die möglichen Verhaltensänderungen. Um sicherzustellen, dass die Zahlen vergleichbar sind, diskutiert das Kapitel die notwendigen Definitionen für die Erfassung der Bewegungen: Etappe, Weg, Tour, Reise, Ausgang. Das Kapitel zeigt auch, dass die Erfassung der Wege problematisch ist, da jede Methode ihre spezifischen Probleme hat: Unterschiede in den Grundgesamtheiten, Verzerrungen der Antworter Stichprobe, technische Untererfassung bei GSM/GPS, Vergessen und Verweigerung bei Fragebögen aller Art.

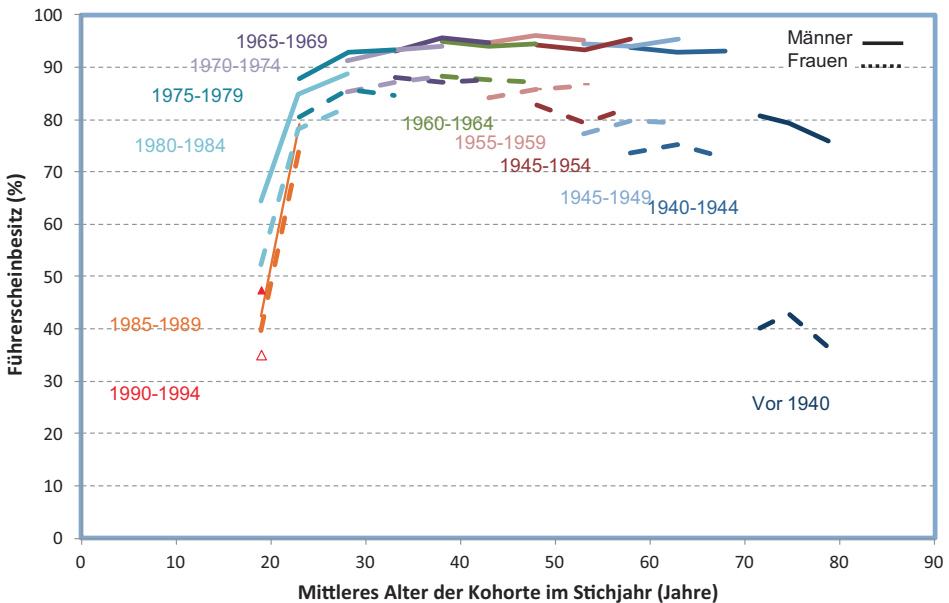
---

K. W. Axhausen (✉) · A. Loder  
IVT, ETH Zürich, Zürich, Schweiz  
E-Mail: [axhausen@ethz.ch](mailto:axhausen@ethz.ch)

A. Loder  
E-Mail: [allister.loder@ivt.baug.ethz.ch](mailto:allister.loder@ivt.baug.ethz.ch)

## 1.1 Hintergrund und Entwicklungstrends

In den letzten sechs Jahrzehnten hat die größte Völkerwanderung der Geschichte stattgefunden: die Besiedelung des städtischen Umlands in den Industrieländern durch die dort heute lebende Bevölkerung und die dort arbeitende Industrie respektive die Wanderung in die Metropolen der Entwicklungsländer: Prozesse, die mit der Globalisierung der Wirtschaft und das durch sie mögliche Einkommenswachstum verknüpft sind. Die Tertiärisierung der Beschäftigung ist ein parallel laufender Prozess. Diese Umorganisation der räumlichen Strukturen ist in Deutschland und vergleichbaren Industrieländern eng mit der Motorisierung der Bevölkerung verbunden. Es ist an dieser Stelle müßig, über die Kausalitäten nachzudenken, aber es muss betont werden, dass Einkommenswachstum, steigende Pkw-Verfügbarkeit und Suburbanisierung in den letzten Jahrzehnten zusammengehörten. Die Veränderungen sind auch noch nicht abgeschlossen, da in Europa erst in 20 Jahren eine vollständig motorisierte Bevölkerung zu erwarten ist: Erst dann werden nahezu alle Erwachsenen über einen Führerschein verfügen (Abb. 1.1). Ob die Sättigung bei 90 % oder 95 % der Erwachsenen erreicht werden wird, ist im Verhältnis bedeutungslos, insbesondere, da die spätestens ab 2040/2050 erwartete Verfügbarkeit vollautonomer Fahrzeuge dies irrelevant machen wird (Litman 2016).



**Abb. 1.1** Entwicklung des Führerscheinbesitzes und Pkw-Besitzes nach Alterskohorte in der Schweiz 2000–2010. Daten: Mikrozensus 2000, 2005 und 2010. Männer: Durchgezogene Linien; Frauen: gestrichelte Linien. (Aus Ciari et al. 2013)

Es ist nicht Ziel dieses Kapitels, diese Entwicklungen nachzuzeichnen oder zu prognostizieren, sondern es möchte das durchschnittliche Verkehrsverhalten in einem europäischen Industrieland heute darstellen, wobei im weiteren vor allem auf die den Autoren vertrauten Quellen aus der Schweiz zurückgegriffen werden wird (Schweizer Mikrozensus Verkehr 2010, BFS und ARE 2012).

Nach einer Kategorisierung und Definition des Verkehrsverhaltens und einer Diskussion seines Kontexts werden in den folgenden Abschnitten die wichtigsten Dimensionen des Verhaltens illustriert: die Nachfrage nach Wegen und deren Intensität, d. h. Dauern und Distanzen. Das Kapitel stellt damit im Vergleich zu Axhausen und Frick (2005) erweiterte Vergleichswerte für weitere Untersuchungen zur Verfügung, die es erlauben sollten, neue Ergebnisse in ihrer Besonderheit einzuordnen und zu würdigen. Es wird auch die Vollständigkeit der Erfassung des Verkehrsverhaltens durch die üblichen Befragungen diskutiert.

---

## 1.2 Definitionen

Die Verkehrsplanung betont bei ihrer Analyse des Alltags die Bewegung, den Verkehr. Es ist daher konsistent, dass Aktivitäten und Wege getrennt betrachtet werden, obwohl es offensichtlich ist, dass Bewegung auch eine Aktivität ist, und dass es bei bestimmten Bewegungen möglich ist, sekundäre Aktivitäten durchzuführen, z. B. Musik hören beim Autofahren oder telefonieren beim Zufahren. Zur Beschreibung des Raum-Zeit-Pfades (Hägerstrand 1970) werden sieben Begriffe und damit Elemente unterschieden (Axhausen 2003a und 2007; Tab. 1.1 und Abb. 1.2 für ein Beispiel).

- Eine **Etappe** ist die Bewegung mit einem Verkehrsmittel oder Fahrzeug, einschließlich aller reinen Wartezeiten während der Bewegung und vor Beginn der nächsten Etappe oder Aktivität. Zu Fuß gehen ist ebenfalls ein Verkehrsmittel, das auch Skateboarding, Rollschuhlaufen und Ähnliches mit einschließt.
- Ein **Weg** ist die Sequenz der Etappen zwischen zwei Aktivitäten. Ein Weg besteht aus einer Zu-Fuß-Etappe oder ansonsten aus mindestens drei Etappen: zu Fuß zum Fahrzeug, mit dem Fahrzeug und zu Fuß zum Ziel. Wenn das Zu-Fuß-Gehen die Aktivität selbst ist, wie z. B. beim Ausführen eines Hundes von zu Hause aus, gibt es keinen Weg zu dieser Aktivität.
- Eine **Tour** ist eine Sequenz von Wegen weg und wieder zurück zum selben Ort.
- Ein **Ausgang** oder eine **Reise** ist eine Tour, die am aktuellen Standort, d. h. in der Regel zuhause, beginnt und endet.
- Eine **Aktivität** ist ein Strom von Handlungen in einem gleichbleibenden räumlichen und sozialen Umfeld, die einen gemeinsamen Zweck erfüllen.

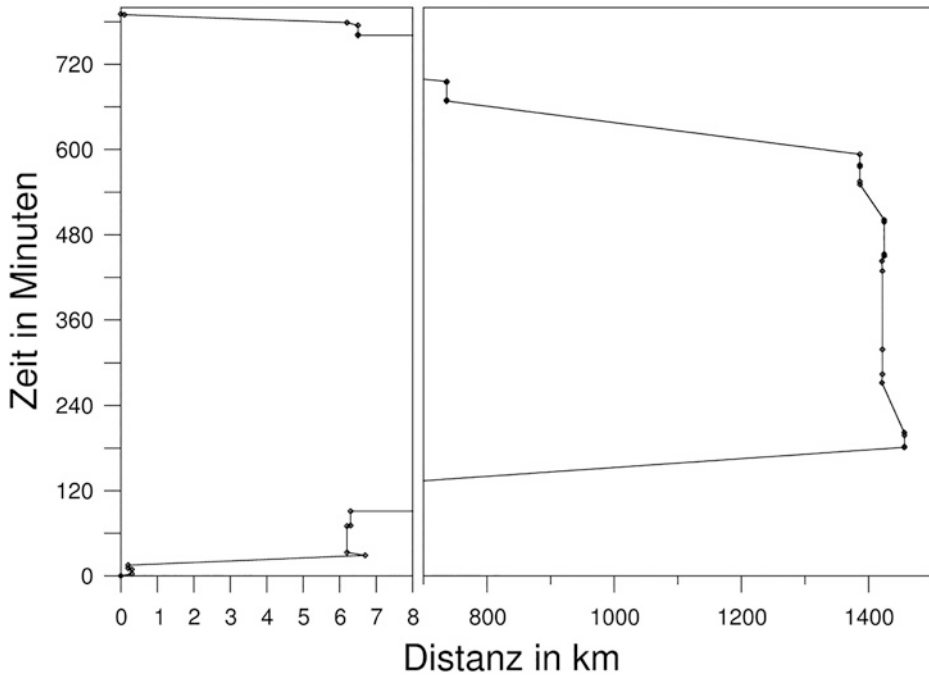
**Tab. 1.1** Etappen, Wege und Reisen

Verkehrsmittel	Aktivität/ Ereignis	Nummer			Kundentransport nach	
		Aktivitäten	Wege	Etappe	Transporteur	Verkehrsmittel
	Zuhause					
Fußweg			1	1,1		
	Kauf einer S-Bahn-Fahr- karte	1				
	Wartezeit am Bahnsteig					
Fußweg			2	2,1		
S-Bahn-Fahrt			2	2,2	1	1
Fußweg			2	2,3		
	Einchecken, Arbeiten unterwegs	2				
Fußweg			3	3,1		
	Gespräch mit Kollegen					
Fußweg			3	3,2		
Flug nach London Luton			3	3,3	2	2
Fußweg			3	3,4		
Bus			3	3,5	3	3
Fußweg			3	3,6		
	Mittagessen/ Kunden- gespräch	3				
Fußweg			4	4,1		
U-Bahn			4	4,2	4	4
Fußweg			4	4,3		
	Einkauf	4				
Fußweg			5	5,1		
Bus			5	5,2	3	3
Fußweg			5	5,3		
	Einchecken, Arbeiten unterwegs	5				
Fußweg			6	6,1		

(Fortsetzung)

**Tab. 1.1** (Fortsetzung)

Verkehrsmittel	Aktivität/ Ereignis	Nummer			Kundentransport nach	
		Aktivitäten	Wege	Etappe	Transporteur	Verkehrsmittel
Flug nach Köln			6	6,2	2	2
Fußweg			6	6,3		
	Umsteigen, Wartezeit Flughafen					
Fußweg			6	6,4		
Flug nach Zürich			6	6,5	5	2
Fußweg						
Taxi			6	6,6	6	5
Fußweg			6	6,7		
	Zuhause	6				



**Abb. 1.2** Etappen, Wege, Reisen

Weg und Aktivität bedingen sich in diesen Definitionen. In der Regel signalisiert der Fragebogen, welches Detail von der Studie erwartet wird: ein Fragebogen mit 10 Spalten und 8 Aktivitätskategorien fragt offensichtlich nach etwas anderem als die Tabellen in Zeitbudgetuntersuchungen mit ihren 96 Zeilen für alle Viertelstunden des Tages und 140 Kategorien. Das wachsende Interesse an den Freizeitwegen hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass hier öfter Zusatzfragen zur Detaillierung der Aktivität gestellt werden: „Freizeit, und zwar“. Dieser Ansatz sollte auch für die Kategorie „Sonstige Aktivitäten“ angewendet werden, um Fehlkodierungen der Befragten zu verringern (Götz et al. 1998; Schlich et al. 2003).

Die Definition des Weges als Sequenz von Etappen erfordert die Bestimmung eines Hauptverkehrsmittels zu seiner Klassifikation. Hier kommen entweder heuristische Regeln zum Einsatz, die die verschiedenen Verkehrsmittel in eine Rangreihenfolge bringen, oder es wird das Verkehrsmittel zugeordnet, das für die längste Etappe verwendet wurde. Analoges gilt für Verkehrsmittel und Zweck bei Touren, Ausgängen und Reisen (s. auch Schmutz 2015 für die Wirkung dieser Aggregationen).

Reisen enden am aktuellen Standort, der anlässlich eines Urlaubs, eines Umzugs, auch eines temporären Umzugs, wie ihn Wochenpendler oder Studenten durchführen, wechselt. In diesem Fall endet die Reise ausnahmsweise an diesem neuen Standort.

---

### 1.3 Verkehrsverhalten im Kontext

Die Verkehrsteilnehmer können ihren Kontext weitgehend wählen, wobei die langfristigen – teuren und schwierigen – Entscheidungen, den kurzfristigen den Rahmen vorgeben. Aus verkehrlicher Sicht sind die wichtigsten langfristigen Entscheidungen, respektive der Lebensstil, definiert durch:

- die **selbstgewählten Standorte** der Wohnungen und der Arbeitsplätze, wobei jeweils der primäre Wohnort und der primäre Arbeitsplatz dominieren,
- die **selbstgewählten kurzfristigen Grenzkosten** der Bewegung durch die Verfügbarkeit, sprich den Besitz von Mobilitätswerkzeugen, d. h. Kraftfahrzeugen, Fahrrädern und Zeitkarten des öffentlichen Verkehrs (Tab. 1.2 respektive Tab. 1.3 – man beachte den hohen Anteil an Netzkartenbesitzern. In der Schweiz schließt dieses Generalabonnement auch den Nahverkehr mit ein.),
- die **langfristigen zeitlichen** und damit auch **räumlichen Verpflichtungen**, die man gegenüber Familie, Freunden, Vereinen, Arbeitgeber usw. eingegangen ist,
- das **Einkommen**, das man durch Investitionen in Ausbildung ermöglicht hat, durch das angesammelte Kapital erwirbt respektive durch die gewählte Arbeitszeit variiert.

**Tab. 1.2** Schweiz 2010: Anteil der Befragten nach Besitz von Mobilitätswerkzeugen und Bruttohaushaltseinkommen

Mobilitätswerkzeugbesitz				Brutto Haushaltseinkommen [sFr/Monat]						
Pkw	Generalabo	Regionale Zeitkarte	Halbtax	Keine Angabe	Bis 4000	4001– 6000	6001– 8000	8001– 12.000	12.001 und mehr	Alle
Nein	Nein	Nein	Nein	39,0	33,9	36,1	34,8	26,0	20,7	33,6
			Ja	16,2	21,1	15,1	16,8	16,8	14,9	16,9
		Ja	Nein	4,2	3,5	3,1	2,4	2,7	1,7	3,2
			Ja	1,3	2,5	1,7	1,4	1,3	1,4	1,6
	Ja	Nein	Nein	4,8	5,1	3,5	3,5	4,3	5,0	4,3
Ja	Nein	Nein	Nein	23,2	23,5	28,6	26,6	30,6	30,8	26,6
			Ja	8,1	8,0	9,1	11,6	14,5	21,4	10,7
		Ja	Nein	0,7	0,5	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6
			Ja	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,2	0,3
	Ja	Nein	Nein	1,3	0,4	0,9	0,9	1,8	2,4	1,1
Mit Pkw (%)				33,6	32,7	39,7	40,0	47,9	55,5	39,4
Mit Generalabonnement (%)				6,1	5,5	4,4	4,4	6,1	7,4	5,4
Mit regionaler Zeitkarte (%)				6,5	6,7	5,9	4,7	5,1	4,0	5,8
Mit Halbtaxabonnement (%)				25,9	31,9	26,2	30,1	33,1	38,0	29,6
In Einkommensklasse (%)				22,0	17,9	22,5	16,2	14,9	6,6	100,0

Daten: Mikrozensus 2010; Die Antwort „Pkw immer verfügbar“ wird hier als Besitz interpretiert; s. auch Tab. 1.3 für die Bestätigung dieser Interpretation

**Tab. 1.3** Interpretation der verschiedenen Arten der Pkw-Verfügbarkeit

Vertiefende Fragen	Antwort auf die Frage zur Pkw-Verfügbarkeit			
	Immer (%)	Häufig (%)	Selten (%)	Nie (%)
Besitz eines eigenen Autos	92,9	31,1	17,9	0,0
Jemand im Haushalt besitzt ein Auto	4,0	59,5	46,2	42,9
Freund/Freundin besitzt ein Auto	0,7	4,1	25,6	14,3
Zugang zu einem Dienstauto, auch für private Zwecke nutzbar	1,7	1,4	2,6	0,0
Zugang zu einem Dienstauto, nicht für private Zwecke nutzbar	0,5	1,4	2,6	0,0
Nutzung der Möglichkeit des Carsharings	0,2	0,0	0,0	0,0
Andere Formen der Pkw-Verfügbarkeit	0,0	2,7	5,1	42,9

Quelle: Beige und Axhausen (2003)

Es ist klar, dass der Einzelne diese Entscheidungen nicht alleine fällt respektive ihm in vielen Fällen bestimmte Alternativen nicht zur Verfügung stehen. Die Biografie, die Familie und das soziale Netz binden den Einzelnen. Trotzdem sollte man die Freiheitsgrade des Einzelnen und seiner Familie, insbesondere über die Zeit, nicht unterschätzen.

Im Alltag sind diese langfristigen Entscheidungen bindend. Sie können kurzfristig nicht aufgehoben oder verändert werden und sollten deshalb bei der Beurteilung und Analyse des Verkehrsverhaltens immer mitgedacht werden. Im Rahmen der so verfügbaren Aktivitätsalternativen versucht der Reisende seine Aktivitäten optimal abzuwickeln, wobei sein Wissen und die oft knappe verfügbare Zeit zur Suche und Konstruktion von Alternativen häufig zu, von Außen betrachtet, suboptimalen Entscheidungen führt. Dieses Wissen hat oft die Form früherer Lösungen, d. h. Aktivitätsketten einschließlich Orten und Verkehrsmitteln. Bei Zeitknappheit sind diese Lösungen sehr willkommen. Sie erlauben aber auch eine einfache und sichere Koordination mit anderen Beteiligten. Die Rolle des sozialen Netzes beim Kennenlernen und Testen von neuen Alternativen (Routen, Ziele, Aktivitäten und Verkehrsmitteln) darf nicht unterschätzt werden. Leider wird diese Wechselwirkung in der Verkehrsplanung zu wenig erfasst (s. aber für erste Ansätze Axhausen 2003b; Larsen et al. 2006; Kowald und Axhausen 2015).

---

## 1.4 Verkehrsnachfrage

Die tägliche Nachfrage nach Wegen variiert international um einen Mittelwert von 3,5 über alle Personen und 3,8 für mobile Personen (Madre et al. 2003). Diese Zahlen und ein zugehöriges Budget für Unterwegszeiten von 75–85 min pro Tag werden seit vier Jahrzehnten in nationalen und regionalen Tagebuchbefragungen beobachtet. Die Frage, ob es sich hier um eine biologisch oder soziologisch begründbare Konstante handelt, ist fast genauso alt (siehe Mokhtarian und Chen (2004) und die dort umfassend dokumentierte Literatur zum Thema). In den Ländern mit entsprechend langen Serien nationaler Verkehrsbefragungen gibt es aber zu starke Brüche in den Erhebungsprotokollen, um diese Frage abschließend beantworten zu können. In der Schweiz scheint es einen leicht anwachsenden Zeitverbrauch für Verkehr zu geben, aber auch hier ist der Trend durch Methodenwechsel zwischen den Befragungen schwierig zu erkennen.

Die folgenden Tabellen und Abbildungen illustrieren den Einfluss der benannten langfristigen Entscheidungen und Bindungen: Haushaltsgröße (Tab. 1.4), Status, insbesondere Berufstätigkeit (Tab. 1.5) und Besitz von Mobilitätswerkzeugen (Tab. 1.6). Man beachte die ausgeprägten Wirkungen der Berufstätigkeit sowie des Pkw – und Zeitkartenbesitzes auf die Anzahl der Wege. Die Wirkung des Einkommens ist ähnlich, wie am Beispiel des Fernverkehrs gut gezeigt werden kann. Die Befragung INVERMO hat von 2000–2003 die Fernreisen einer repräsentativen Stichprobe der



**Tab. 1.4** Anzahl Personen- und Haushaltswege nach Haushaltsgröße

Haushaltsgröße (Anzahl Personen)	Schweiz 2000	Deutschland 2008	
	Wege pro Person	Wege pro Person	Minuten pro Person
1	3,22	3,6	79,3
2	3,18	3,3	81,4
3	3,58	3,4	77,5
4	3,70	3,5	75,8
5	3,72	3,5	76,1
Durchschnitt	3,43	3,4	78,6

Daten: Mikrozensus 2010; MiD 2008 über MiD-Tabulationsprogramm

**Tab. 1.5** Schweiz 2010: Wege pro Person und Tag nach ausgewählten Zwecken und Status

	Arbeit	Ausbildung	Einkaufen	Geschäftlich <sup>a</sup>	Freizeit	Service/ Begleitung	Alle
Personen in Lehre	1,33	0,41	0,46	0,12	1,47	0,12	3,96
Selbstständige	1,24	0,05	0,70	0,36	1,17	0,22	3,81
Arbeitnehmer	1,31	0,07	0,74	0,14	1,21	0,23	3,75
Mitarbeitendes Familienmitglied	0,87	0,12	0,82	0,15	1,31	0,21	3,53
Personen in Aus-/Weiterbildung	0,06	1,29	0,51	0,01	1,47	0,11	3,52
Andere Nichterwerbspersonen	0,04	1,43	0,41	0,01	1,44	0,09	3,49
Erwerbslose	0,06	0,15	1,08	0,03	1,50	0,32	3,22
Hausfrau/Hausmann	0,03	0,03	1,13	0,00	1,29	0,46	3,00
Personen im Ruhestand	0,01	0,01	1,02	0,01	1,28	0,11	2,50
	0,83	0,30	0,69	0,14	1,42	0,12	
Alle <sup>b</sup>	0,77	0,27	0,76	0,10	1,28	0,19	3,43

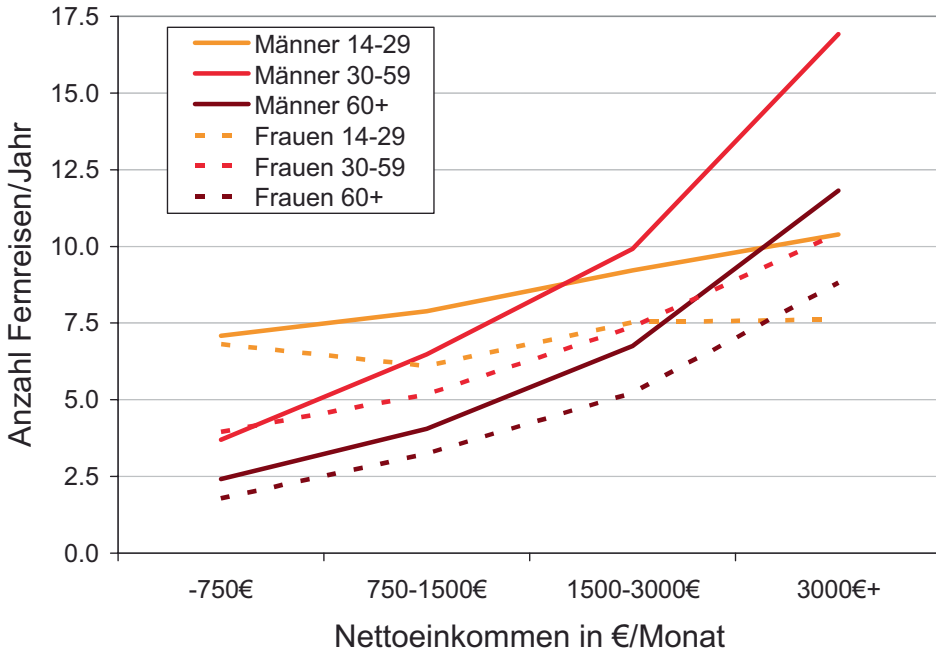
Daten: Mikrozensus 2010; <sup>a</sup>hier einschließlich Geschäftsreisen; <sup>b</sup>Diese Summen enthalten zusätzliche Wegzwecke, die in der Tabelle nicht aufgeführt sind

**Tab. 1.6** Schweiz 2010: Wege pro Person und Tag nach Alter, Geschlecht und Besitz von Mobilitätswerkzeugen

Mobilitätswerkzeuge				Alter							
Pkw	Generalabo	Halbtax	Regionale Zeitkarte	0–17	18– 29	30– 39	40– 49	50– 59	60– 69	>69	Alle
<b>Männer</b>											
Nein	Nein	Nein	Nein	3,62	3,45	3,71	2,99	3,14	2,59	1,47	3,37
			Ja	3,52	3,48	3,05	3,08	2,84	3,31	2,56	3,34
		Ja	Nein	3,80	3,85	3,43	3,77	3,68	3,11	2,15	3,46
			Ja	4,12	3,49	3,57	3,81	3,45	3,20	2,72	3,52
	Ja	Nein	Nein	4,29	3,88	3,33	5,89	4,13	3,61	2,89	3,52
Ja	Nein	Nein	Nein		4,15	3,85	3,85	3,76	3,24	2,61	3,66
			Ja		4,30	3,86	3,37	3,71	3,54	3,25	3,72
		Ja	Nein		4,48	3,82	3,95	3,93	3,58	2,97	3,76
			Ja		4,27	3,77	3,81	3,81	3,55	3,43	3,77
	Ja	Nein	Nein		3,60	3,68	3,26	3,20	2,46	3,05	3,58
<b>Frauen</b>											
Nein	Nein	Nein	Nein	3,58	3,21	3,17	2,95	2,68	2,30	1,42	2,91
			Ja	3,52	3,35	3,06	3,00	2,69	2,70	2,00	3,07
		Ja	Nein	3,62	3,45	3,46	3,59	3,54	2,88	2,13	3,12
			Ja	3,32	3,67	3,36	3,88	3,48	3,15	2,72	3,39
	Ja	Nein	Nein	3,08	3,03	2,44	3,82	3,14	3,12	1,82	3,31
Ja	Nein	Nein	Nein		3,54	3,74	3,83	3,36	2,91	2,37	3,44
			Ja		3,64	3,54	3,94	3,47	3,18	2,63	3,58
		Ja	Nein		3,88	3,70	4,06	3,64	3,40	2,86	3,64
			Ja		4,08	3,31	3,93	3,59	3,33	3,18	3,57
	Ja	Nein	Nein		2,75	4,06	2,51	3,05	3,17	2,81	3,51
Alle Befragten				3,60	3,72	3,64	3,75	3,56	3,15	2,33	3,43

Daten: Mikrozensus 2010; Die Antwort „Pkw immer verfügbar“ wird hier als Besitz interpretiert; s. auch Tab. 1.3

Bevölkerung Deutschlands erfasst. Abb. 1.3 zeigt, wie in Abhängigkeit von Alter, Einkommen und Geschlecht die Werte um das nationale Mittel von 7,5 Reisen pro Jahr zu Zielen über 100 km Luftlinie entfernt variieren. Je nach Annahme zur Anzahl der Wege pro Reise und deren Längenverteilung impliziert diese Zahl etwa 14–16 Wege über 100 km Fahrtweite, was je nach Annahme zur Zahl aller Wege pro Jahr wiederum 1,0–1,5 % aller Wege entsprechen sollte (siehe auch Abb. 1.7 oder Tab. 1.8). Die Wechselwirkung zwischen Geschlecht und Einkommen wird dabei genauso deutlich wie die problematische Zuordnung des Haushaltseinkommens beim Verhalten der jüngeren

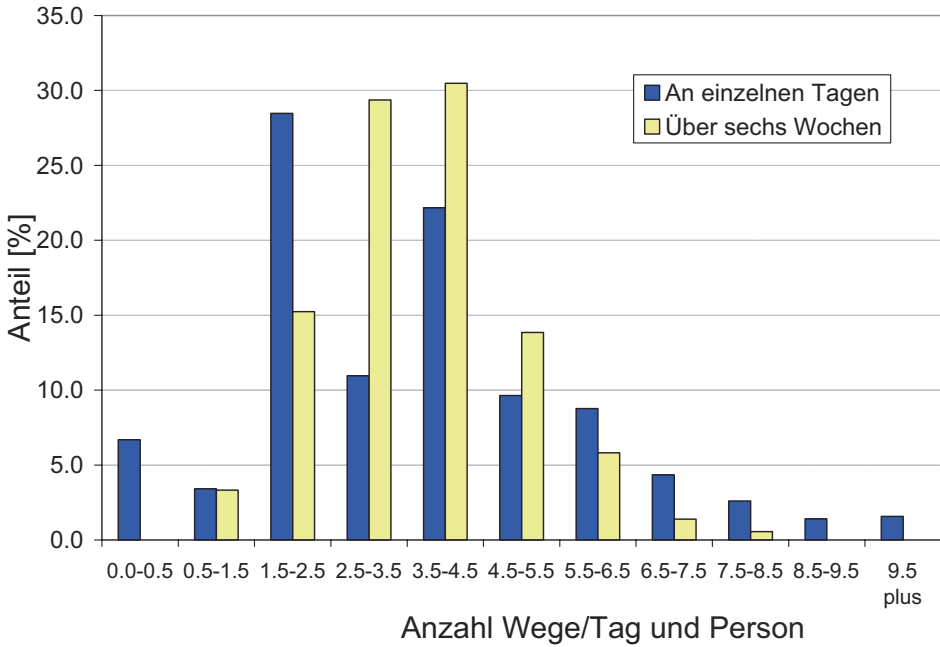


**Abb. 1.3** Deutschland 2001–2003: Anzahl Fernreisen (zu Zielen in über 100 km Entfernung) nach Alter, Geschlecht und Einkommen (Daten: INVERMO [s. auch <http://verkehrspanel.ifv.uni-karlsruhe.de/>] [Auswertung durch Herrn W. Manz, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe])

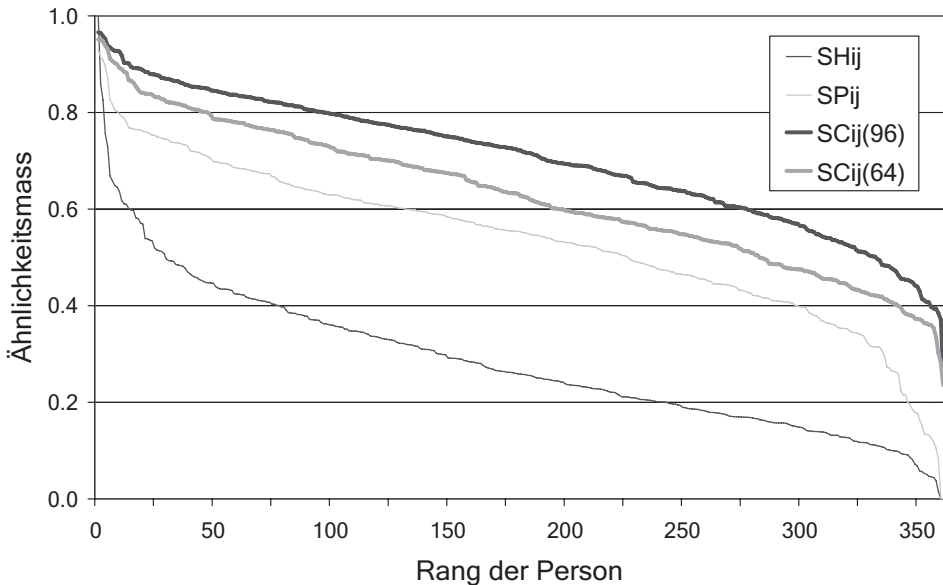
Befragten. Man beachte aber, dass die bisher bekannten absoluten Zahlen um den Faktor 2 zu niedrig sein sollten (Janzen et al. 2016).

Die Verteilung der Anzahl der Wege pro Tag und Person ist linksschief, wenn man einzelne Tage betrachtet. Die Verteilung beginnt sich einer Normalverteilung anzunähern, wenn man die mittlere Anzahl Wege pro Tag und Person über einen längeren Zeitraum betrachtet. Abb. 1.4 zeigt diese beiden Verteilungen für die Teilnehmer an dem 6-Wochen-Verkehrstagebuch *Mobidrive*, das 1999 in Karlsruhe und Halle durchgeführt wurde (Axhausen et al. 2002). Der Anteil der immobilen Tage ist hier vergleichsweise gering, was auf das Befragungsverfahren zurückzuführen ist. Ein realistischer Anteil für eine repräsentative Stichprobe sollte bei 5–8 % Immobiler je Tag liegen (Madre et al. 2007).

Die Variabilität des Verhaltens von Tag-zu-Tag sollte bei allen diesen Betrachtungen nicht vernachlässigt werden. Schlich und Axhausen (2003) zeigen, auch wieder mit den *Mobidrive*-Daten, den Umfang dieser Variabilität, den sie mit drei verschiedenen Maßzahlen messen, die jede aufgrund ihrer jeweiligen Konstruktion einen anderen Aspekt der Variabilität betont (Abb. 1.5, S. 12).



**Abb. 1.4** Verteilung der Verkehrsnachfrage: Wege pro Tag und Person und mittlere Anzahl Wege pro Tag und Person über 6 Wochen. (Daten: Mobidrive; s. Axhausen et al. 2002)



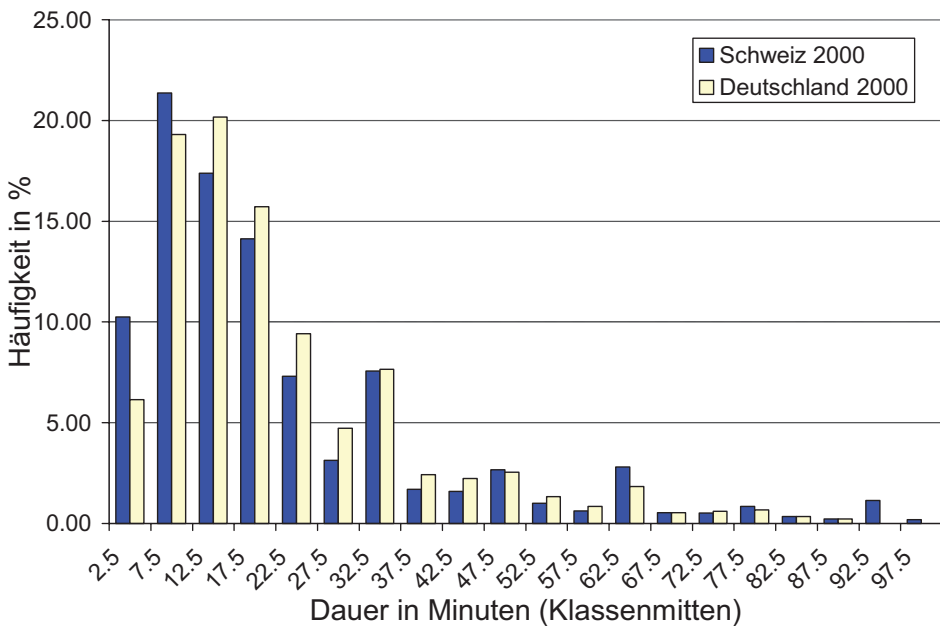
**Abb. 1.5** Variabilität der täglichen Nachfragemuster. (Aus Schlich und Axhausen 2003, Abb. 4)  $SH_{ij}$  Ähnlichkeitsmaß Hanson;  $SP_{ij}$  nach Pas;  $SC_{ij}$  nach Clark und Jones mit und ohne Nachtstunden (96, 64)

## 1.5 Intensität und Art der Verkehrsnachfrage

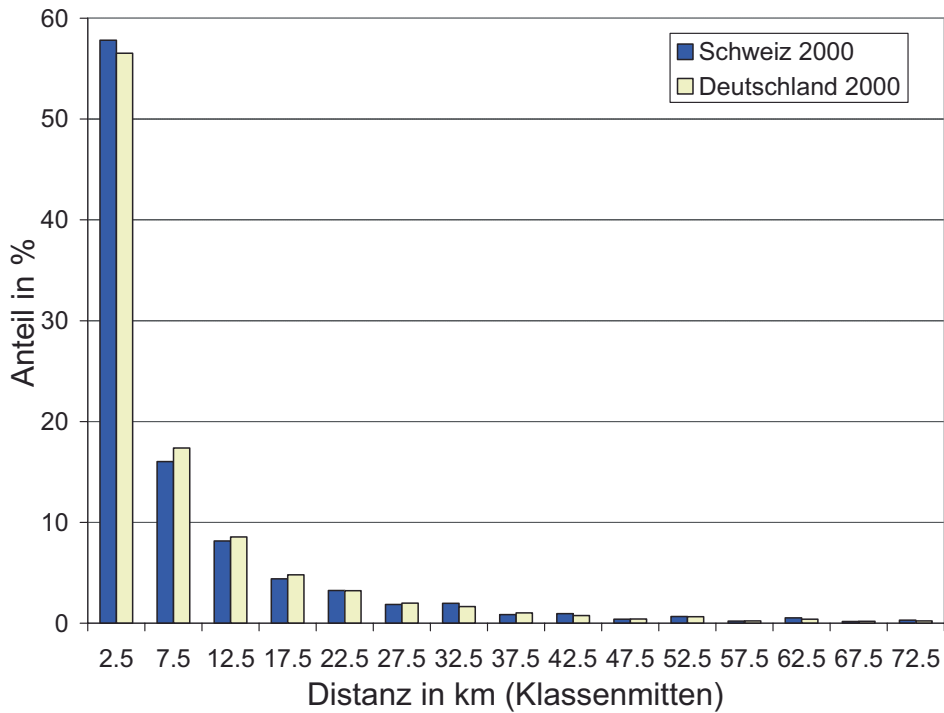
### 1.5.1 Dauer und Länge der Wege

Die Verteilungen der Wegedauern (Abb. 1.6) und -längen (Abb. 1.7) sind beide linkschief und werden von den kurzen Wegen dominiert. Es hat hier auch über die Jahre keine substantziellen Veränderungen gegeben. Der Vergleich der deutschen und der Schweizer Daten zeigt auch die Unterschiede in der Befragungsmethodik: ein schriftlicher Fragebogen zum Selbstausfüllen im einen Falle und ein CATI-gestütztes Interview im anderen. Im Schweizer Fall werden deutlich mehr zeitlich kurze Wege respektive die Fußwegeetappen überhaupt erfasst.

Die Verteilungen nach Hauptverkehrsmittel des Weges (Tab. 1.7 und 1.8) zeigen die erwarteten Muster, wobei insbesondere der öffentliche Verkehr mit seinen längeren Wegen auffällt. Die mittleren Wegelängen und -dauern (Tab. 1.9) sind konsistent mit diesen Verteilungen. Bei den Fahrleistungen fällt der hohe MIV-Anteil auf, da auch in der Schweiz der MIV als Fahrer und Mitfahrer den Markt dominiert.



**Abb. 1.6** Schweiz und Deutschland 2000: Verteilung der Wegedauern (hier Summe der Etappenzeiten und der Wartezeiten). (Daten: Mikrozensus 2000 und Deutsches Mobilitätspanel 2000)



**Abb. 1.7** Schweiz und Deutschland 2000: Verteilung der Wegelängen. (Daten: Mikrozensus 2000 und Deutsches Mobilitätspanel 2000)

**Tab. 1.7** Schweiz 2010: Verteilung der Wegedauern<sup>a</sup> (%) nach Hauptverkehrsmittel des Weges

Dauer	Langsamer Verkehr (%)	Individualverkehr (%)	Öffentlicher Verkehr (%)	Sonstige (%)	Alle (%)
1–5 min	20,5	8,2	0,2	7,4	11,7
5–10 min	25,1	20,0	3,9	14,2	19,7
10–30 min	36,1	47,7	44,1	31,1	42,8
30–60 min	8,8	16,6	34,5	12,5	16,0
1–5 Std.	9,2	7,1	16,5	27,1	9,3
>5 h	0,2	0,4	0,8	7,7	0,5
Anteil an allen Wegen	36,6	49,2	12,8	1,4	100,0

Daten: Mikrozensus 2010; <sup>a</sup>hier Summe der Etappenzeiten und der Wartezeiten

**Tab. 1.8** Schweiz 2010: Verteilung der Wegelängen (%) nach Hauptverkehrsmittel des Weges

Distanz in km	Langsamer Verkehr (%)	Individualverkehr (%)	Öffentlicher Verkehr (%)	Sonstige (%)	Alle (%)
Bis 1 km	54,5	4,7	0,8	19,4	22,6
1 bis 10 km	43,3	53,5	49,4	39,8	49,1
10 bis 100 km	2,2	39,7	44,7	24,4	26,4
100 bis 1.000 km	0,0	2,1	5,2	10,4	1,9
Über 1.000 km	0,0	0,0	0,0	6,0	0,1
Anteil an alle Wegen	36,6	49,2	12,8	1,4	100,0

Daten: Mikrozensus 2010

**Tab. 1.9** Schweiz 2010: Mittlere Wegedauer<sup>a</sup> und -länge und Anteil am Verkehrsaufkommen; nach Hauptverkehrsmittel des Weges

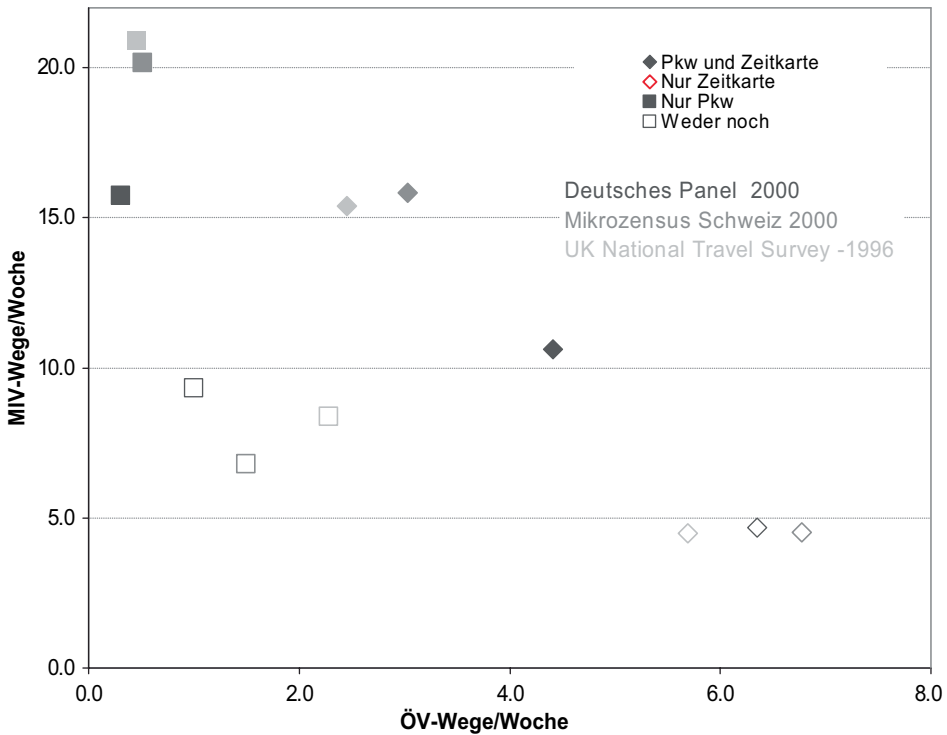
Hauptverkehrsmittel	Mittlere Dauer (min)	Mittlere Distanz (km)	Anteil am Verkehrsaufkommen (Personenkilometer) (%)
Individualverkehr	23,7	16,0	52,3
Andere	86,7	244,3	22,3
Öffentlicher Verkehr	43,9	25,1	21,4
Langsamer Verkehr	19,4	1,6	4,0
Gesamt	25,6	15,1	100,0

Daten: Mikrozensus 2010; <sup>a</sup> hier Summe der Etappenzeiten und der Wartezeiten

## 1.5.2 Verkehrsmittelwahl

Die Verfügbarkeit von Mobilitätswerkzeugen dominiert die Verkehrsmittelwahl. Abb. 1.8, S. 16 vergleicht deren Wirkung in Deutschland, der Schweiz und dem Vereinigten Königreich im Jahr 2000. Auch hier gibt es keine dramatischen Veränderungen, wie es beispielhaft für die Schweiz Abb. 1.9, S. 17 zeigt. Die durch den Pkw-Besitz und Zeitkartenbesitz definierten Gruppen differenzieren sich klar, wobei die Gruppe mit beiden Vorinvestitionen ihr Verhalten entsprechend mischen. Hier wird auch klar, dass die wenigsten Personen ausschließlich ein Verkehrsmittel verwenden. Abgesehen von der offensichtlichen Nutzung der eigenen Füße auf dem Weg zu einem Fahrzeug, verwenden die Verkehrsteilnehmer die verschiedenen Verkehrsmittel situationsabhängig.

Die Befragung *Mobidrive* erlaubt mit ihrem sechswöchigen Tagebuch Einblick in diese Mischung (Abb. 1.10). Die Dreiecksdiagramme erlauben es, die Anteile der drei Verkehrsmittelarten (ÖV, MIV und Langsamverkehr) gleichzeitig darzustellen. Zwar konzentriert



**Abb. 1.8** Verkehrsmittelwahl als Funktion des Besitzes der Mobilitätswerkzeuge (Schweiz, Deutschland, UK) im Jahr 2000 (Zeitkarten umfassen hier lokale und regionale Zeitkarten und nationale Netzkarten)

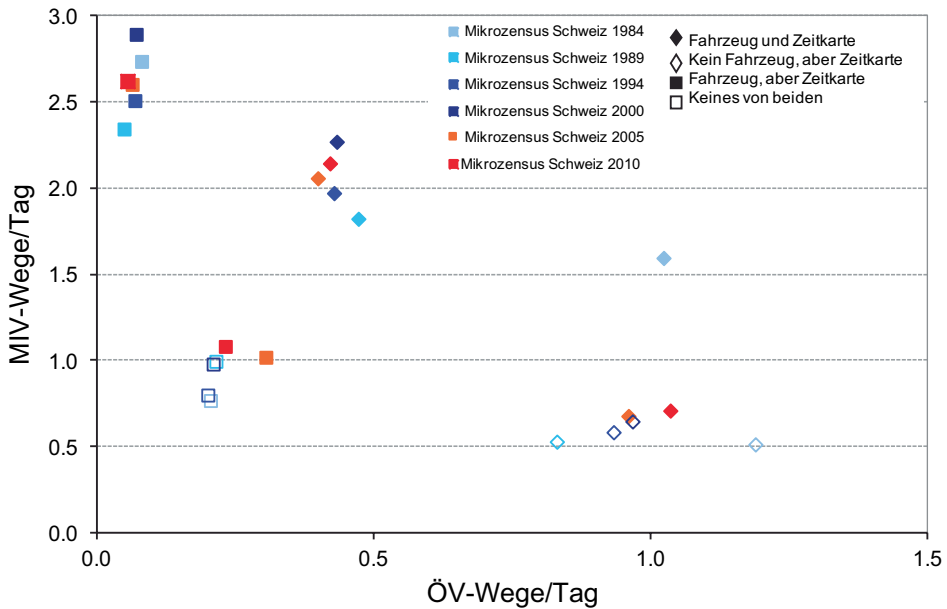
sich ein Teil der Befragten in dem Bereich des Diagramms, das einer geringen oder keiner ÖV-Nutzung entspricht, aber selbst diese Verkehrsteilnehmer mischen ihre Pkw-Nutzung mit Wegen zu Fuß und mit dem Fahrrad. Allerdings nutzen die verbleibenden Befragten alle drei Verkehrsmittelarten in weit verschiedenen Verhältnissen. Diese Beobachtungen treffen auch zu, wenn man die Befragten nach Geschlecht, Alter oder Pkw-Besitz des Haushalts unterscheidet.

Der differenzierte Einsatz der verschiedenen Verkehrsmittel wird ebenfalls deutlich, wenn man die Anteile nach Wegezweck betrachtet (Tab. 1.10, S. 19). Dies setzt sich bei der Nutzung spezifischer Verkehrsmittel im Rahmen eines Weges fort, wie die Verteilung der Verkehrsmittelketten über die Etappen in Tab. 1.11, S.20/21 zeigt.

Die deutsche und internationale Literatur hat dieses Thema unter dem Begriff der Multimodalität aufgegriffen und vertieft mit den Lebensstilen verknüpft (Lanzendorf 2002; Ohnmacht et al. 2009; Kuhnimhof et al. 2010; Prillwitz und Barr 2011; Kuhnimhof et al. 2012).

Nachfrageelastizitäten sind eine gute, wenn gleichzeitig problematische Zusammenfassung des derzeitigen Wissens über das Verhalten der Verkehrsteilnehmer (Cerwenka

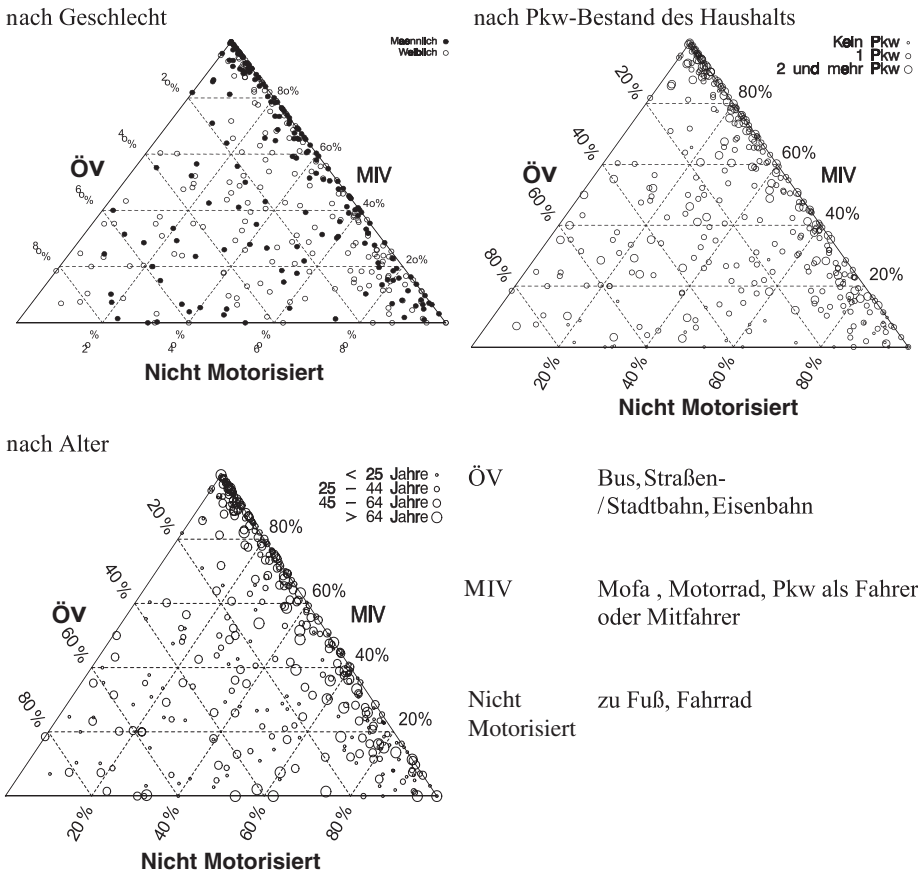




**Abb. 1.9** Verkehrsmittelwahl als Funktion des Besitzes der Mobilitätswerkzeuge (Schweiz 1984–2010); (Zeitkarten umfassen hier lokale und regionale Zeitkarten und nationale Netzkarten)

2002): gut, da die in einer Zahl zusammengefasste Reaktion zur weiteren Anwendung zur Verfügung steht; problematisch, da oft vergessen wird, dass diese Zahl in einer bestimmten Situation für einen bestimmten Wertebereich und Satz an Alternativen bestimmt wurde. Die in Tab. 1.12, S.22 vorgestellten Schweizer Werte sind aber trotzdem wertvoll, da sie die Situation in einer polyzentrischen Großregion abbilden, wie sie ja auch in Deutschland oft vorzufinden ist. Die Werte sind auch ungewöhnlich vollständig, weil sowohl die Eigen- als auch die entsprechenden Kreuzelastizitäten angegeben werden. Die in Tab. 1.13 und Abb. 1.11, S.23 vorgestellten Zeitwerte und relativen Bewertungen stammen aus einer Studie für den deutschen Bundesverkehrswegeplan (Axhausen et al. 2014). Es wurde auch erstmals die Bewertung der Verlässlichkeit erfasst (s. Tab. 1.14, S. 24).

Die Wartezeit bei der ersten Etappe eines ÖV-Weges muss getrennt von den Wartezeiten beim Umsteigen und bei der Ankunft behandelt werden. Die Wartezeit bei der ersten Etappe ist relativ gering und kann vom Verkehrsteilnehmer selbst gewählt werden. Bei aktuellen Befragungen und Beobachtungen des IVT betrug diese Erstwartezeit zwischen 3 und 5 min, unabhängig von der Länge des Taktes (Lüthi et al. 2007). Die übliche Praxis, die Erstwartezeit als den halben Takt zu berechnen, ist deshalb nicht gerechtfertigt.



**Abb. 1.10** Mobidrive: Mischung der Verkehrsmittelnutzung über 6 Wochen. (Daten: Mobidrive; aus Schlich et al. 2000)

Die Wirkung des Taktes liegt in den geplanten Verfrühungen und Verspätungen, die durch ihn entstehen. In einem getakteten System kommt der Fahrgast praktisch immer entweder zu früh oder zu spät an respektive muss er früher oder später aufbrechen als gewünscht. Diese Wartezeiten werden durch die Veränderung des Taktes oder des Fahrplans reduziert oder vergrößert. Für den deutschen Sprachraum liegen nun die dargestellten Ergebnisse und die aus der Schweiz vor.

**1.5.3 Abfahrtszeiten**

Die Flexibilisierung der Arbeitszeiten und die Ausdehnung der Öffnungszeiten vieler Einrichtungen und Geschäfte haben in den letzten zwei Jahrzehnten den Verkehrs-

**Tab. 1.10** Schweiz 2010: Hauptverkehrsmittel nach Wegezwecken (%), mittlerer Besetzungsgrad und Anteil an allen Wegen

Hauptverkehrsmittel	Arbeit	Ausbildung	Einkaufen	Geschäftlich <sup>a</sup>	Freizeit	Erledigung	Begleitung	Alle
Langsamer Verkehr	24,9 %	56,1 %	40,3 %	17,9 %	42,7 %	37,1 %	21,5 %	36,8 %
MIV	56,5 %	13,9 %	49,8 %	67,7 %	45,7 %	50,8 %	74,9 %	49,2 %
Bus und Tram	8,4 %	17,1 %	6,9 %	4,0 %	5,8 %	8,1 %	2,1 %	7,3 %
Eisenbahn und Flugzeug	9,7 %	10,3 %	2,6 %	6,4 %	4,3 %	3,4 %	0,9 %	5,5 %
Andere	0,6 %	2,7 %	0,4 %	3,9 %	1,6 %	0,6 %	0,5 %	1,2 %
Mittlerer Besetzungsgrad <sup>b</sup>	1,10	1,41	1,57	1,15	1,85	1,30	2,11	1,51
Anteil an allen Wegen	22,6 %	7,8 %	16,9 %	4,1 %	37,6 %	5,3 %	5,7 %	100 %

Daten: Mikrozensus 2010; <sup>a</sup> hier einschließlich Geschäftsreisen; <sup>b</sup> hier Anzahl Personen im Pkw, gewichtet mit der Länge der Etappe. Nur Inlandsetappen und befragte Personen als Fahrer berücksichtigt

teilnehmern einen größeren Spielraum bei der Wahl der Abfahrtszeit eingeräumt. In vielen Fällen ist es für die Reisenden am einfachsten, ihr Verhalten in dieser Dimension zu ändern: spätere Rückkehr am Abend, um den Stau zu vermeiden, früherer Aufbruch in den Urlaub usw. Abb. 1.12, S.24 illustriert diese Möglichkeiten am Beispiel des Baregg-Tunnels bei Baden, einem notorischen Engpass zwischen den Wohngebieten im Kanton Aargau und den Arbeitsplätzen im Ballungsraum Zürich und zeigt die Verbreiterung der Spitzen und ihrer relativen Einebnung. Angesichts der Bedeutung dieser Verhaltensdimension ist es kaum nachvollziehbar, dass sie in praktisch keinem Fall bei der Beurteilung von verkehrspolitischen Maßnahmen berücksichtigt wird.

## 1.6 Zur Genauigkeit der Daten

Die Erfassung der Wege und Etappen ist je nach Methode unterschiedlich genau und vollständig (s. z. B. Axhausen 2015), da z. B. Befragungen, GPS-Spuren, GSM-Abrechnungsdaten, wifi-Nutzung, jeweils eigene Verzerrungen verursachen. GPS-Spuren sind zwar weitgehend vollständig, bei ihnen stellt sich aber die Frage, wer bereit

**Tab. 1.11** Schweiz 2010: Anteile der 20 wichtigsten Verkehrsmittelkombinationen (Intermodalität) auf Etappenebene nach ausgewählten Wegezwecken

Verkehrsmittelkette	Arbeit	Ausbildung	Einkaufen	Geschäftlich	Freizeit	Eriedigung	Nach Hause	Alle
1_7_1	48,4 %	5,6 %	34,9 %	50,8 %	26,7 %	37,8 %	14,7 %	34,7 %
1	17,5 %	43,3 %	33,0 %	14,1 %	36,0 %	29,8 %	5,3 %	29,5 %
1_8_1	4,0 %	6,4 %	10,1 %	7,9 %	15,0 %	9,4 %	11,8 %	10,0 %
1_2_1	7,2 %	12,4 %	5,2 %	3,3 %	5,5 %	5,3 %	2,0 %	6,1 %
1_11_1	3,7 %	10,3 %	3,7 %	1,6 %	2,6 %	4,0 %	2,1 %	3,6 %
1_12_1	1,8 %	2,0 %	2,0 %	1,0 %	1,4 %	2,2 %	0,7 %	1,6 %
1_7_1_7_1	0,6 %	0,1 %	2,2 %	4,2 %	1,3 %	1,6 %	12,0 %	1,6 %
1_9_1	2,5 %	2,4 %	1,1 %	1,2 %	1,2 %	1,4 %	1,7 %	1,5 %
1_5_1	1,5 %	0,2 %	0,4 %	0,7 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %
1_8_1_8_1	0,1 %	0,1 %	1,1 %	0,6 %	0,8 %	0,3 %	7,6 %	0,6 %
1_11_1_11_1	0,8 %	1,2 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,5 %	2,7 %	0,5 %
1_9_1_11_1	0,9 %	1,2 %	0,1 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,7 %	0,5 %
1_19_1	0,0 %	2,2 %	0,2 %	0,3 %	0,6 %	0,1 %	0,1 %	0,5 %
1_4_1	0,9 %	0,5 %	0,2 %	0,4 %	0,3 %	0,3 %	0,4 %	0,5 %
1_11_1_9_1	0,8 %	1,0 %	0,2 %	0,3 %	0,2 %	0,3 %	0,2 %	0,4 %
1_9_1_9_1	0,7 %	0,3 %	0,2 %	0,5 %	0,3 %	0,2 %	1,3 %	0,4 %
1_3_1	0,5 %	0,7 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %	0,5 %	0,4 %
1_11_1_12_1	0,4 %	0,3 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,4 %	0,2 %	0,2 %
1_10_1	0,3 %	1,0 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %	0,2 %	0,3 %	0,2 %
1_12_1_12_1	0,3 %	0,3 %	0,2 %	0,1 %	0,2 %	0,3 %	0,9 %	0,2 %
Restliche Ketten	7,1 %	8,4 %	4,5 %	11,7 %	6,0 %	4,7 %	34,5 %	6,4 %

(Fortsetzung)

Tab. 1.11 (Fortsetzung)

Verkehrsmittelkette	Arbeit	Ausbildung	Einkaufen	Geschäftlich	Freizeit	Erliedigung	Nach Hause	Alle
Quelle: Mikrozensus 2010								
1	Zu Fuß	6	Motorrad als Mitfahrer			11	Bus	
2	Velo	7	Auto als Fahrer			12	Tram	
3	Mofa, Motor- fahrrad	8	Auto als Mitfahrer			13	Taxi	
4	Kleinmotorrad	9	Bahn			14	Reisecar	
5	Motorrad als Fahrer	10	Postauto			15	Lastwagen	

**Tab. 1.12** Schweiz 1999: Nachfrageelastizitäten im MIV und ÖV nach Zweck für Fahrtweiten über 10 km

Variablen- veränderung	Verkehrs- mittel	Alle Fahrtzwecke	Pendler	Geschäft	Einkauf	Freizeit/ Urlaub
		Aus SP-Modellparameter und RP-Variablenmittelwert berechnete Nachfrageelastizitäten				
Reisezeit Pkw	Pkw	-0,425	-0,665	-0,680	-0,545	-0,530
	ÖV	0,671	0,776	1,531	1,008	0,937
Preis Pkw	Pkw	-0,121	-0,312	-0,076	-0,156	-0,174
	ÖV	0,191	0,365	0,171	0,288	0,308
Fahrzeit ÖV	Pkw	0,365	0,480	0,615	0,460	0,456
	ÖV	-0,575	-0,560	-1,386	-0,850	-0,805
Preis ÖV	Pkw	0,157	0,435	0,092	0,223	0,217
	ÖV	-0,247	-0,508	-0,206	-0,412	-0,383
Zugangszeit	Pkw	0,172	0,272	0,111	0,279	0,127
	ÖV	-0,272	-0,318	-0,249	-0,515	-0,224
Intervall	Pkw	0,144	0,320	0,154	0,121	0,116
	ÖV	-0,227	-0,374	-0,346	-0,224	-0,205
Umsteigezahl	Pkw	0,115	0,133	0,151	0,101	0,134
	ÖV	-0,181	-0,156	-0,339	-0,186	-0,237
		Nur aus SP-Daten berechnete Nachfrageelastizitäten				
Verlässlichkeit Pkw <sup>a</sup>	Pkw	-0,024		-0,064		-0,024
	ÖV	0,049		0,146		0,044
Verlässlichkeit ÖV <sup>a</sup>	Pkw	0,016		0,050		0,015
	ÖV	-0,035		-0,114		-0,030

Quelle: Vrtic et al. (2003); <sup>a</sup> Wahrscheinlichkeit für eine Verspätung von mindestens 10 min

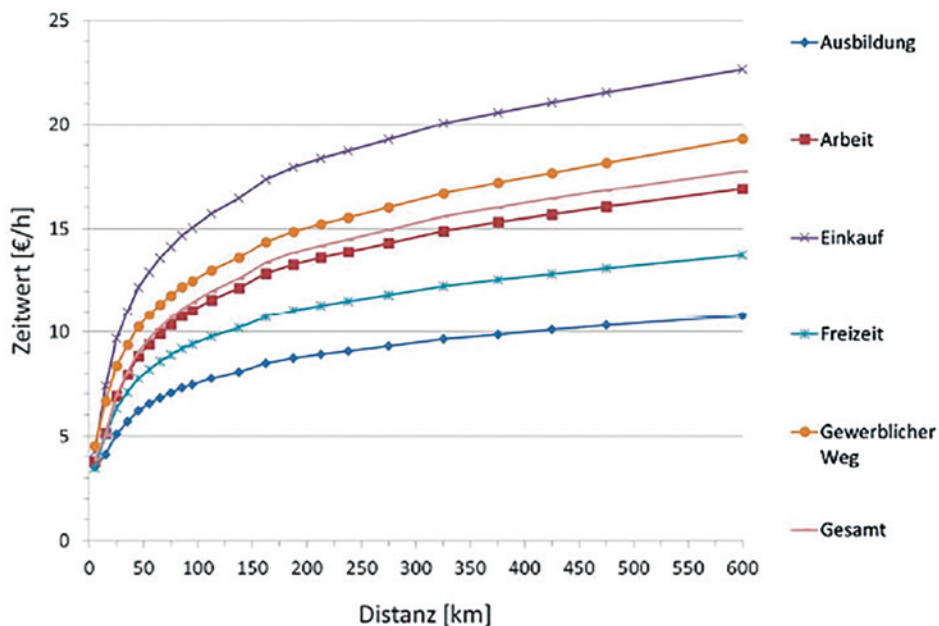
ist, an solchen Studien teilzunehmen. Bei den traditionellen Befragungen (s. auch Kap. 8 im Buch) kommt neben dieser Selektivität dazu, dass viele Befragte sich nicht an Wege erinnern oder sie sogar bewusst nicht berichten (Madre et al. 2007). Die Verteilungen der Wegelängen und Dauern sind aus beiden Quellen vergleichbar, aber die absoluten Zahlen der Anzahl Wege und damit auch der Verkehrsmittelanteile sind problematisch. Bricka und Bhat (2006) dokumentieren diese Differenzen (Tab. 1.15, S. 25):

Die fehlenden Wege in früheren Vergleichsstudien waren vor allem kurze Wege, sowohl in Dauer als auch in Länge. Der Vergleich von GPS-Daten mit dem Schweizer Mikrozensus (Schüssler 2010) legt Anteile zwischen 10 und 50 % nahe. Die Anteile können aber noch besser abgegrenzt werden, wie Zahlen aus Japan zeigen (Abb. 1.13).

**Tab. 1.13** Deutschland 2013/2014: Bewertungen der Elemente der generalisierten Kosten relativ zur Fahrzeit nach Zweck und Verkehrsmittel

Verkehrsmittel	Element	Alle	Arbeit	Einkauf	Freizeit	Gewerbliche Fahrt
MIV	Zugangs- und Abgangszeit	0,9	0,9	0,8	0,8	1,1
	Stauzeit	1,3	1,2	1,4	1,3	1,3
ÖV	Zugangs- und Abgangszeit	0,8	0,9	0,8	0,8	1,1
	Umsteigewartezeit	0,4	0,4	0,3	0,4	0,7
	Umsteigen [min/Vorgang]	7,3	7,5	6,7	7,2	10,2
	Takt	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3
Flug	Zugangszeit	1,0			1,0	1,0
	Umsteigewartezeit	2,0			2,0	2,0
	Umsteigen [min/Vorgang]	60,7			61,4	60,7
	Takt	0,04			0,04	0,04

Quelle: vereinfacht nach Axhausen et al. (2014), Tab. 31

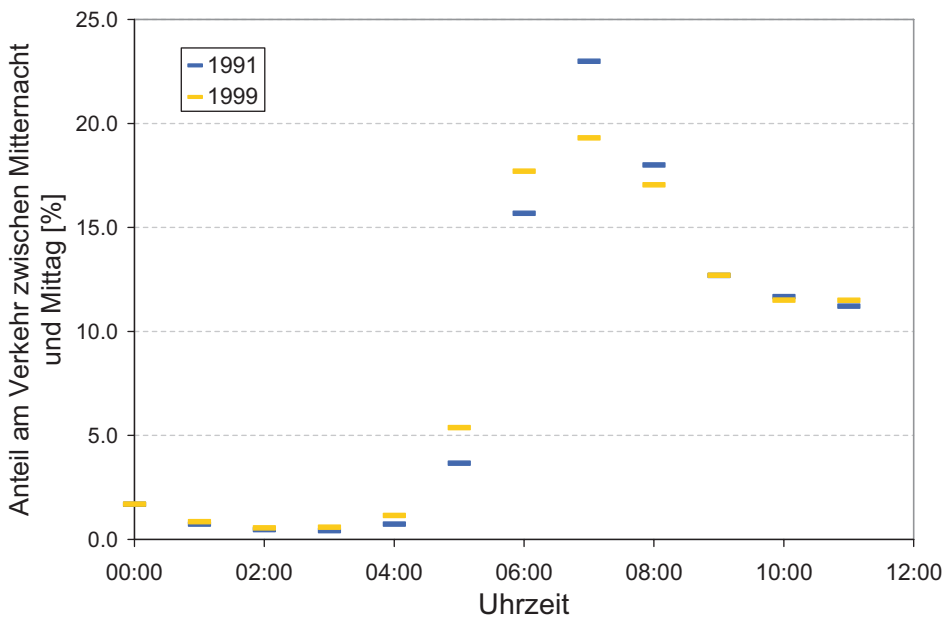


**Abb. 1.11** Deutschland 2013/2014: Zeitwerte nach Fahrtzweck und Distanz. (aus Axhausen et al. 2014, Abb. K-3)

**Tab. 1.14** Deutschland 2013/2014: Zahlungsbereitschaft für Zuverlässigkeit in €/h nach Zweck und Verkehrsmittel

Verkehrsmittel	Element	Alle	Arbeit	Einkauf	Freizeit	Gewerbliche Fahrt
MIV	Standardabweichung der Fahrzeit	3,61	3,45	3,51	3,09	6,54
ÖV	Durchschnittliche mittlere ungeplante Verspätung	5,48	5,10	4,28	4,82	15,97
Flug	Durchschnittliche mittlere ungeplante Verspätung	46,60			38,44	51,27

Quelle: vereinfacht nach Axhausen et al. (2014), Tab. 30

**Abb. 1.12** Verschiebung und Veränderung der Morgenspitze Richtung Zürich am Baregg-Tunnel bei Baden zwischen 1991 und 1999. (Daten: Tiefbauamt des Kanton Aargau)

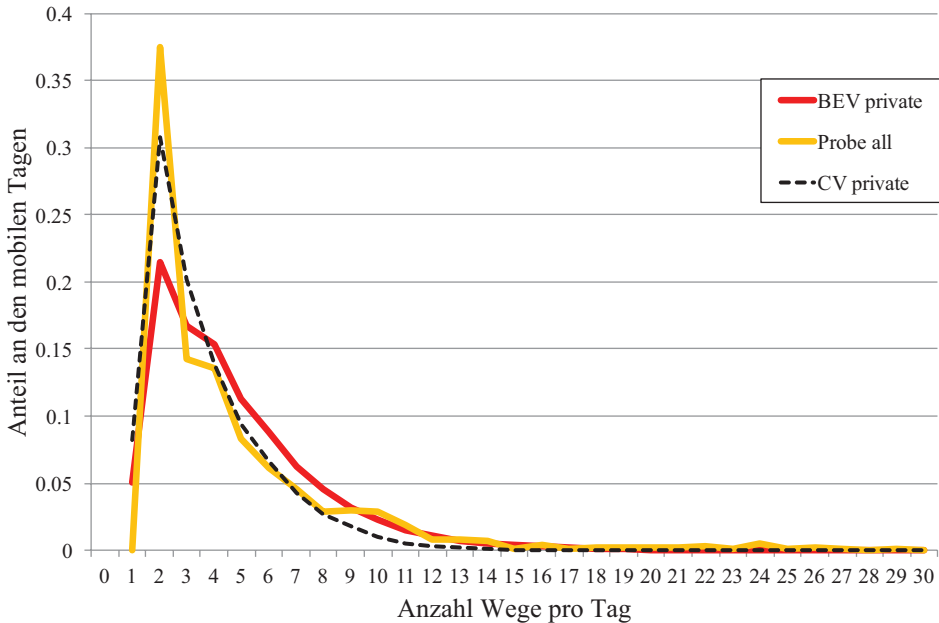
Wie zu erkennen kann man sich nicht auf die Ähnlichkeit der Weglängenverteilung verlassen. Der Analyse (hier Quelle: Prof. Toshiyuki Yamamoto, Institute of Materials and systems for Sustainability, Universität Nagoya, Nagoya, Japan) liegen drei Datenquellen sehr verschiedener Art zugrunde: 500 Personen, die an einem längerfristigen Versuch



**Tab. 1.15** Anteil fehlender Wege bei GPS und Telefonbefragungen für dieselben Personen

Stadt	Jahr	Anzahl Teilnehmer mit GPS- und CATI-Daten	Anteil fehlender Wege (%)
Austin	1997	200	12
California	2001	292	23
Los Angeles	2001/2002	293	35
Pittsburgh	2001/2002	46	31
St. Louis	2002	150	11
Ohio	2002	230	30
Laredo	2002	87	81
Kansas City	2004	228	10

Quelle: Bricka und Bhat (2006)

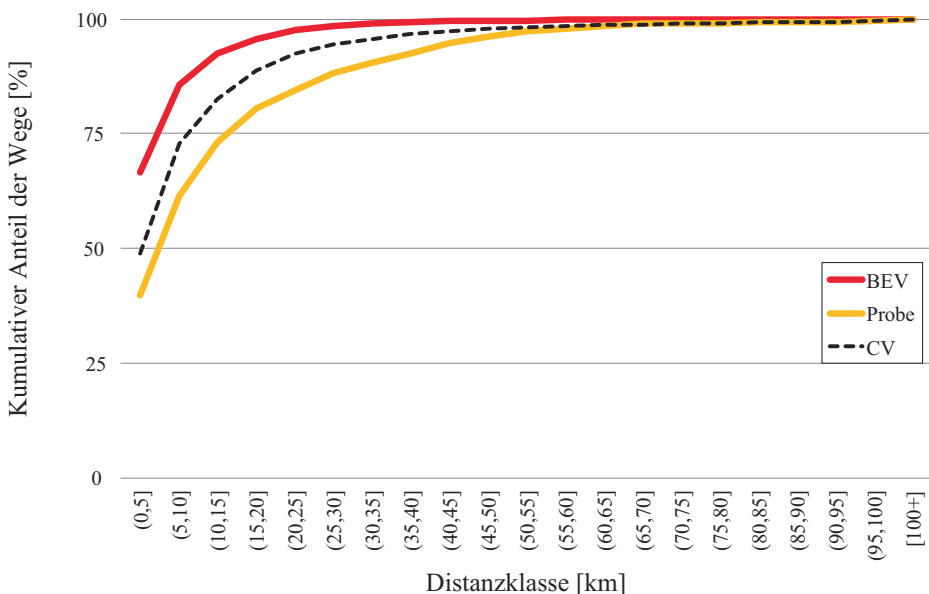
**Abb. 1.13** Vergleich der Verteilung der Wege pro Tag der mobilen Personen in drei japanischen Datensätzen. (Daten: Prof. Toshiyuki Yamamoto, Nagoya Universität)

mit Elektrofahrzeugen teilgenommen haben (BEV); 90 Personen, die in Nagoya für mehrere Wochen mit GPS ausgerüstete Wagen fuhren (Probe); und die regionale Verkehrserhebung (CV). Abb. 1.13 zeigt die Verteilung der Anzahl Wege. Für Nutzer der elektrischen Fahrzeuge ergibt sich ein Mittelwert von 4,66, für die GPS-beobachteten Personen 4,69 und 3,64 für den traditionellen Fragebogen. Das heißt, schon für die

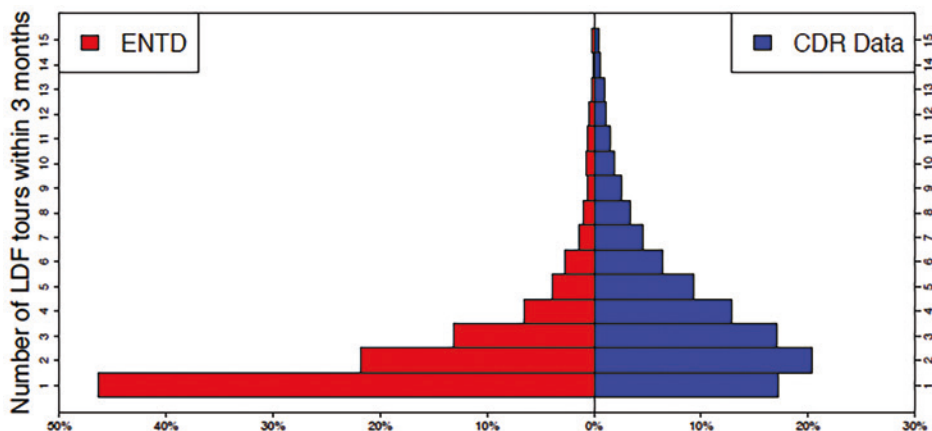
mobilen Personen ergibt sich ein Unterschied von fast 25 %. Man muss aber bedenken, dass sich die Anteile der immobilen Personen stark unterscheiden werden: Nimmt man realistische 5 % für die beiden ersten Datensätze an und die in Befragungen üblichen 15 % für den dritten Datensatz, dann ergeben sich 4,43, 4,45 und 3,09 Wege pro Tag und damit eine 30 % Unterberichterstattung der Wege.

Die deutlich kürzeren Wege der Nutzer der Elektrofahrzeuge fallen in Abb. 1.14 unmittelbar auf, aber auch die deutlich längeren Wege der mit GPS ausgerüsteten Fahrzeuge. Mit 5,8, 9,6 und 12,6 km/Weg im Durchschnitt für die Elektrofahrzeuge, den normalen Fragebögen und die GPS-Daten sich etwa 25 % Fahrzeugkilometer mehr. Die kurzen Distanzen der Elektrofahrzeuge dürfte auf die Teilnehmer und deren Bedenken zur Batterielaufzeit zurückzuführen sein. Bei der GPS-Verteilung zeigt sich, dass sowohl mehr relativ kurze, aber vor allem auch längere Wege gefahren wurden. Man darf vermuten, dass zum einen die kurzen Wege im Tagebuch vergessen werden, zum anderen aber auch, dass lange Wege zur Verweigerung der Teilnahme führen, da sie oft Teil sehr komplexer Tage und damit länger, für die Befragten zeitaufwendiger, Befragungen oder Fragebögen sind.

Diese Unterberichterstattung der langen Wege sieht man auch in einem Vergleich von 2007 erhobenen GSM-Daten mit dem nationalen Verkehrstagebuch in Frankreich (Abb. 1.15). Unter Berücksichtigung der Verweigerer im Tagebuch erhält man fast



**Abb. 1.14** Verteilung der Wegelängen in drei japanischen Datensätzen. (Daten: Prof. Yamamoto, Nagoya Universität)



**Abb. 1.15** Verteilung der Anzahl Fernreisen (über 80 km) in drei Monaten in GPS- und Verkehrstagedaten in Frankreich. (aus Janzen et al. 2016, Abb. 5)

doppelt so viele Fernreisen mit den GSM-Daten. Der Fehler in den geschätzten Fahrleistungen ist beträchtlich.

Diese aktuellen Ergebnisse zeigen, dass der besseren und vollständigeren Erhebung des Verkehrsverhaltens in den kommenden Jahren noch mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Es erscheint offensichtlich, dass die traditionellen Befragungen durch neue passive Datenquellen ergänzt werden müssen.

## 1.7 Nutzungen, Strukturen und Verkehr: Zwischenfazit

Die Verkehrsteilnehmer lösen ihre täglichen Aufgaben mit ihrem vorhandenen Wissen und ihren Ressourcen. Sie müssen dabei die langfristigen Bindungen und Verpflichtungen respektieren, die sie eingegangen sind. Ein Teil des andauernden Lernprozesses besteht natürlich auch in der Veränderung dieser langfristigen Bindungen und Verpflichtungen, wenn damit der Alltag besser bewältigt werden kann. In diesem Rahmen ist das Verhalten variabel und anpassungsfähig, wie Ergebnisse an verschiedenen Stellen zeigen und wie es unter anderem auch an den Elastizitäten der Verkehrsmittelwahl deutlich wird. Die Datenquellen, die das Internet verfügbar macht, ändern daran nichts Grundsätzliches, außer dass sie die Unsicherheiten des Alltags reduzieren.

Die präsentierten Zahlen zum Verkehrsverhalten sind immer auch als Produkt der sie erzeugenden Definitionen und Befragungen zu verstehen. Die in Abschn. 1.2 vorgeschlagene Systematik von Etappe, Weg und Aktivität, samt der abgeleiteten Konzepte ist in sich nur schlüssig, wenn der Begriff Aktivität für die Befragten klar wird. Die

umgangssprachliche und alltägliche Definition ist z. B. in manchen Fällen zu grob. Man denke an das Einkaufen, bei dem in der Regel nicht jedes besuchte Geschäft getrennt berichtet wird. Die Vergleiche zwischen den Erfassungs- und Erhebungsansätzen zeigen aber auch, dass alle verwendeten Quellen die Anzahl und den Umfang der Bewegungen unterberichten, denn selbst die GPS-basierten Zahlen können Lücken aufweisen, wenn z. B. Geräte ausgeschaltet sind oder Batterieprobleme auftreten.

Das Mengengerüst, das die Tabellen und Abbildungen berichten, beruht zwar auf Schweizer Zahlen, ist aber insofern relativ gut auf die Verhältnisse in den deutschen Großstädten und ihren Regionen übertragbar, als nach Berücksichtigung von Alterstruktur, Einkommen und Besitz von Mobilitätswerkzeugen die Unterschiede zwischen den Ländern klein sein sollten. Die Zahlen zeigen aber, wie wichtig es ist, sich über die jeweiligen Definitionen und Verzerrungen der Studien bewusst zu sein.

Die Unterschiede zwischen den Datenquellen offenbaren eine große Forschungslücke, die es in den nächsten Jahren zu schließen gilt. Es ist aber klar, dass den passiven Erfassungsmethoden die Zukunft gehören wird.

---

## Literatur

- Axhausen KW (2003a) Definitions and measurement problems. In: Axhausen KW, Madre JL, Polak JW, Toint P (Hrsg) Capturing long distance travel. Research Science Press, Baldock, S 8–25
- Axhausen KW (2003b) Social networks and travel: Some hypotheses. Arbeitsberichte Verkehr- und Raumplanung, 197, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich
- Axhausen KW (2007) Definition of movement and activity for transport modelling. In: Hensher DA, Button KJ (Hrsg) Handbook of transport modelling, 2. Aufl. Elsevier, Oxford
- Axhausen KW (2015) Kommentar SN 640003 Verkehrserhebungen: Methoden der Verkehrsbefragungen – Schlussbericht VSS 2009/103. Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung, 1064, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Axhausen KW, Ehreke I, Glemser A, Hess S, Joedden C, Nagel K, Sauer A, Weis C (2014) Ermittlung von Bewertungsansätzen für Reisezeiten und Zuverlässigkeit auf Basis der Schätzung eines Modells für modale Verlagerungen im nicht-gewerblichen und gewerblichen Personenverkehr für die Bundesverkehrswegeplanung: FE-Projekt 96.996/2011 Zeitkosten Personenverkehr, Bericht an das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Berlin
- Axhausen KW, Frick M (2005) Nutzungen, Strukturen, Verkehr. In: Steierwald G, Künne H-D, Vogt W (Hrsg) Stadtverkehrsplanung: Grundlagen, Methoden, Ziele. Springer, Heidelberg, S 61
- Axhausen KW, Zimmermann A, Schönfelder S, Rindsfuser G, Haupt T (2002) Observing the rhythms of daily life: a six-week travel diary. Transportation 29(2):95–124
- Beige S, Axhausen KW (2003) Besitz von Mobilitätsressourcen und deren Nutzung sowie Änderungen des Wohnortes, Bericht für Univox 2003. GfS, Zürich
- Bricka S, Bhat CR (2006) Comparative analysis of global positioning system-based and travel survey-based data. Transp Res Rec 1972:9–20
- Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Raumentwicklung (2012) Mobilität in der Schweiz: Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010. BfS und ARE, Neuchâtel und Bern

- Cerwenka P (2002) Glanz und Elend der Elastizität. *Der Nahverkehr* 20(6):28–33
- Ciari F, Marmolejo A, Stahel A, Axhausen KW (2013) Mobility patterns in Switzerland: past, present and future, Vortrag. 13th Swiss Transport Research Conference, Ascona, April 2013
- Götz K, Jahn T, Schultz I (1998) Mobilitätsstile: Ein sozial-ökologischer Untersuchungsansatz. Forschungsbericht Stadtverträgliche Mobilität, 7, Forschungsverbund City:mobil, Frankfurt a. M.
- Hägerstrand T (1970) What about people in regional science? *Papers of the Regional Science Association* 24(1):7–21
- Janzen M, Vanhoof M, Smoreda Z, Axhausen KW (2016) Closer to the total? Long distance travel of French Mobile Phone users. *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, 1160, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, (IVT), ETH Zurich, Zurich.
- Kowald M, Axhausen KW (Hrsg) (2015) *Social networks and travel behaviour*. Ashgate, Burlington
- Kuhnimhof T, Chlond B, Huang P-C (2010) Multimodal travel choices of bicyclists: multiday data analysis of bicycle use in Germany. *Transp Res Rec* 2190:19–27
- Kuhnimhof T, Buehler R, Wirtz M, Kalinowska D (2012) Travel trends among young adults in Germany: increasing multimodality and declining car use for men. *J Transp Geogr* 24:443–450
- Lanzendorf M (2002) Mobility styles and travel behavior: application of a lifestyle approach to leisure travel. *Transp Res Rec* 1807:163–173
- Larsen J, Urry J, Axhausen KW (2006) *Mobilities, networks and geographies*. Ashgate, Aldershot
- Litman T (2016) Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for transport planning. Lecture, 95th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., Januar 2016
- Lüthi M, Weidmann UA, Nash A (2007) Passenger arrival rates at public transport stations. Lecture, 86th Annual Meeting of Transportation Research Board, Washington, D.C., Januar 2007
- Madre J-L, Axhausen KW, Gascon MO (2003) Immobility: a microdata analysis. Paper presented at 10th IATBR conference, Lucerne, August 2003
- Madre J-L, Axhausen KW, Brög W (2007) Immobility in travel diary surveys. *Transportation* 34(1):107–128
- Mokhtarian PL, Chen C (2004) TTB or TTB, that is the questions: a review and analysis of the empirical literature on travel time and money budgets. *Transport Res A* 38(9):643–675
- Ohnmacht T, Götz K, Schad H (2009) Leisure mobility styles in Swiss conurbations: construction and empirical analysis. *Transportation* 36(2):243–265
- Prillwitz J, Barr S (2011) Moving towards sustainability? Mobility styles, attitudes and individual travel behavior. *J Transp Geogr* 19(6):1590–1600
- Schlich R, Axhausen KW (2003) Habitual travel behaviour – evidence from a six week travel diary. *Transportation* 30(1):13–36
- Schlich R, König A, Axhausen KW (2000) Stabilität und Variabilität im Verkehrsverhalten. *Strassenverkehrstechnik* 44(9):431–440
- Schlich R, Simma A, Axhausen KW (2003) Determinanten des Freizeitverkehrs – Modellierung und empirische Befunde, Forschungsauftrag SVI 2000/443, IVT, ETH Zürich, Zürich
- Schmutz Simon A (2015) Effect of analytical units and aggregation rules on mode choice models, Master thesis. IVT, ETH Zürich, Zürich
- Schüssler N (2010) Accounting for similarities between alternatives in discrete choice models based on high-resolution observations of transport behaviour. PhD Dissertation, ETH Zürich, Zürich
- Vrtic M, Axhausen KW, Maggi R, Rossera F (2003) Verifizierung von Prognosemethoden im Personenverkehr, Schlussbericht an die SBB und das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), IVT (IVT), ETH Zürich und USI Lugano, Zürich und Lugano