

Das Mobilitätsverhalten von Personen in autofreien und autobesitzenden Haushalten

Wie es sich in der Benützung von
Verkehrsmitteln, der Bedeutung von
Verkehrszwecken und der Verursachung von
Umweltbelastungen und externen Kosten
unterscheidet

von Dieter Steiner



Hohlstrasse 489, 8048 Zürich

Januar 2009, rev. Juni 2009

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
2.	Charakterisierung der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen nach ihrer Verkehrsmittelbenützung	3
2.1	Die Verkehrsleistungen in absoluten Zahlen	3
2.2	Bedeutung der verschiedenen Verkehrsmittel bei den einzelnen Mobilitätsformen	6
2.3	Quervergleich der Mobilitätsformen bezüglich Verkehrsleistungen	7
3.	Charakterisierung der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen nach der Bedeutung der Verkehrszwecke	9
3.1	Bedeutung der Verkehrszwecke innerhalb der Verkehrsmittel	9
3.2	Bedeutung der Verkehrsmittel für die Verkehrszwecke	11
4.	Charakterisierung der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen nach der Umweltbelastung	14
4.1	Zur Datengrundlage	14
4.2	Zur Bedeutung der Umweltindikatoren	16
4.3	Resultate der umweltbezogenen Bewertung der Mobilitätsformen	18
5.	Charakterisierung der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen nach den verursachten externen Kosten	21
5.1	Die berücksichtigten Kostenbereiche	21
5.2	Die vom unterschiedlichen Mobilitätsverhalten verursachten externen Kosten	24
5.3	Relativvergleich der Mobilitätsformen bezüglich ihrer externen Kosten	28
5.4	Unsicherheiten und ein Vergleichsbeispiel	29
6.	Quellen	32

1. Einleitung

Das Bundesamt für Statistik (BFS) führt alle fünf Jahre eine statistische Erhebung in Form eines Mikrozensus durch, bei dem rund 30'000 Haushalte telefonisch befragt werden. Dabei werden Charakteristika dieser Haushalte und das Mobilitätsverhalten ihrer Bewohner registriert. Der neuste Mikrozensus stammt aus dem Jahre 2005 (BFS und ARE 2007).

Die Daten lassen sich nach Haushaltstypen ordnen und daraufhin untersuchen, ob die zugehörigen Personen unterschiedliches Mobilitätsverhalten pflegen. In unserem Fall basiert die Typologie der Haushalte auf ihrer Ausstattung mit Autos, d.h. sie werden in autolose und autobesitzende Haushalte eingeteilt, wobei die letzteren noch nach der Zahl der Fahrzeuge – 1 Auto, 2 Autos, 3 und mehr Autos – unterschieden werden. Erwartungsgemäss ist das Mobilitätsverhalten der Personen, die in auf diese Weise differenzierten Haushalten leben, recht unterschiedlich. Der grösste Sprung ergibt sich natürlich beim Wechsel von einem autofreien zu einem autobesitzenden Leben, aber auch die Unterscheidung nach der Zahl der Fahrzeuge im letzteren Fall ist noch mit markanten Veränderungen verknüpft (BFS 2007a).

Die hier verwendeten Daten beziehen sich auf den Verkehr im Inland und geben somit das effektive, auch Fahrten im Ausland einschliessende Mobilitätsverhalten der befragten Personen nur unvollständig wieder. Dabei berücksichtigen wir auch den Inlandverkehr nicht komplett, indem wir auf die Verwendung der Daten für die Benützung von Bergbahnen, Schiffen und Flugzeugen verzichten. Die zugehörigen durchschnittlichen jährlichen Verkehrsleistungen pro Person würden 15, 18 und 15 km betragen.

Auch dies sei hier klargestellt: Der Begriff „autofrei“ zeigt den Zustand eines Haushalts an – auf keine in ihm lebende Person ist ein Auto registriert – und bezieht sich nicht auf die Gestaltung der Mobilität dieser Personen. Diese wird normalerweise immer noch in einem gewissen beschränkten Umfang auch eine Autonutzung enthalten, sei es in Form von Automiete oder –ausleihe oder Taxifahren oder durch Wahrnehmung von Mitfahr- (Car Pooling) oder Autoteilet- (Car Sharing) Gelegenheiten.

Im folgenden beschreiben wir zunächst die je nach Haushaltstyp unterschiedlichen Mobilitätsformen nach verwendeten Verkehrsmitteln und angestrebten Verkehrszwecken. Danach kombinieren wir die Verkehrsdaten mit Angaben zu den daraus entstehenden Umweltbelastungen und zu den verursachten externen Kosten.

2. Charakterisierung der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen nach ihrer Verkehrsmittelbenützung

2.1 Die Verkehrsleistungen in absoluten Zahlen

Betrachten wir nun in Tabelle 1 zuerst, wie sich das mit den genannten Haushaltstypen verbundene Mobilitätsverhalten nach dem Mix der jährlichen Verkehrsleistungen der verschiedenen Verkehrsmittel unterscheidet. Dies ist dann auch der grundlegende Datensatz für die nachherige Beurteilung dieser Verhaltensarten bezüglich ihrer Umweltauswirkungen und die von ihnen verursachten externen Kosten. Mit dem Begriff „Verkehrsleistung“ wird die Anzahl der von einer Person mit einem bestimmten Verkehrsmittel zurückgelegten Kilometer (Personen-Kilometer, abgekürzt pkm) be-

zeichnet.¹ Die Daten in Tabelle 1 sind durch Extrapolation der in der Mikrozensus-Befragung erhobenen durchschnittlichen Tagesdistanzen (BFS 2007a) entstanden.

Die Werte in der Spalte E stellen nach zugehörigen Personenzahlen gewichtete Mittelwerte über alle Haushaltstypen mit Auto (also B, C und D) dar, während diejenigen in Spalte F durch eine entsprechende Mittelbildung über alle Haushaltstypen (also A, B, C und D) entstanden sind und so eine Schätzung für den nationalen Durchschnitt darstellen.

Einige Einträge in Tabelle 1 betreffen verkehrsmittelbezogene Differenzierungen, die im Mikrozensus nicht ausgewiesen sind und deshalb aus anderen Quellen stammen. Sie sind von Belang, weil die fraglichen Verkehrsmittel hinsichtlich ihrer Umweltbelastung unterschiedlich bewertet werden. In allen diesen Fällen haben wir aber keine differenzierten Angaben für die einzelnen Haushaltstypen und können somit nur die generelle Aufteilung überall gleichartig anwenden. Dies betrifft die folgenden Unterscheidungen:

1. *Benzin- vs. Dieselaautos*: Nach einer Angabe des damaligen Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL, heute Bundesamt für Umwelt BAFU) bestand 2004 die Autoflotte der Schweiz zu 8,4% aus Dieselfahrzeugen (BUWAL 2005, S.4). In den folgenden Jahren ist ihr Anteil weiter angestiegen. Für das Jahr 2005 habe ich ihn auf 10% geschätzt.
2. *Regional- vs. Fernverkehr bei der Bahn*: Der Geschäftsbericht 2005 der SBB gibt für den Regionalverkehr eine Verkehrsleistung von 3,46 Mia. pkm, für den Fernverkehr eine solche von 10,37 Mia. pkm an (SBB 2006, S. 20, 23). Zusammen sind das 13,83 Mia. pkm. Nach der Statistik zum Verkehr des BFS betrug die gesamte schweizerische Bahn-Verkehrsleistung im Jahre 2005 16,14 Mia. pkm. Wenn wir annehmen, dass die Differenz (16,14-13,83) Mia. pkm = 2,31 Mia. pkm Regionalverkehr darstellt, bekommen wir für den letzteren ein Total von (2,31 + 3,46) Mia. pkm = 5,77 Mia. pkm. Damit teilen sich die gesamten Bahn-pkm in 36% Regionalverkehr und 64% Fernverkehr. Hier wäre denkbar, dass sich aus einer detaillierten Analyse der Mikrozensusdaten für die fragliche Unterscheidung eine haushaltsspezifische Differenzierung gewinnen liesse, indem bei den verzeichneten Bahn-Tagesdistanzen eine Schwelle bei 20 oder 25 km gesetzt und so eine zugehörige Aufteilung in Regional- und Fernverkehr berechnet würde. Der dazu nötige Aufwand schien aber nicht gerechtfertigt.
3. *Unterscheidung von Trolleybussen (A), dieselbetriebenen Bussen (B, im folgenden kurz Busse genannt) und Postautos (C)*: Im Mikrozensus werden die beiden Kategorien (A+B) und C unterschieden – die Trolleys sind also nicht separat ausgewiesen –, in der schweizerischen Verkehrsstatistik (BFS 2007b) dagegen A und (B+C). Für 2005 werden dort 722 Mio. pkm für A und 2'780 Mio. pkm für (B+C) angegeben. Daraus ergibt sich der Anteil der Trolleys (A) am Gesamttotal von (A+B+C) = 3'502 Mio. pkm als 21%.

¹ Werden dagegen die von einem Fahrzeug zurückgelegten Distanzen betrachtet, wird von „Fahrleistung“ gesprochen. Diese wird in Fahrzeugkilometer (fkm oder fzk) ausgedrückt. Wenn also ein mit 2 Personen besetztes Auto einen Kilometer zurücklegt, entspricht dies 1 fkm und gleichzeitig 2 pkm.

Tabelle 1: Durchschnittliche Jahresverkehrsleistungen im Inland von Personen in autolosen und autobesitzenden Haushalten in pkkm der verschiedenen Verkehrsmittel Quelle: BFS 2007a						
Verkehrsmittel	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Langsamverkehr	1'303	1'062	909	814	996	1'050
Zu Fuss	967	756	675	628	721	765
Velo	336	307	234	186	275	286
Motorisierter Individualverkehr	2'223	8'709	12'760	15'870	10'500	9'039
Mofa + Motorfahrrad	18	22	18	36	22	21
Kleinmotorrad	47	58	55	172	65	62
Motorrad	62	186	146	248	178	157
Auto	1'964	8'289	12'428	15'231	10'093	8'658
Benzin	1'767	7'460	11'185	13'708	9'083	7'792
Diesel	196	829	1'243	1'523	1'009	865
Reisecar	131	153	113	182	143	141
Öffentlicher Verkehr	5'756	2'478	2'066	1'883	2'305	2'914
Bahn	4'588	1'898	1'661	1'544	1'798	2'290
Regionalverkehr	1'652	683	598	556	647	824
Fernverkehr	2'936	1'215	1'063	988	1'151	1'466
Öffentlicher Verkehr Strasse	1'168	580	405	339	508	624
Tram	336	128	73	47	105	145
Bus	555	318	201	182	271	321
Trolleybus	175	95	69	62	84	100
Postauto	102	40	62	47	48	57
Verkehrsleistung total	9'282	12'249	15'735	18'568	13'801	13'003

Hinsichtlich der Bedeutung der verschiedenen Verkehrsmittel ergeben sich beim Vergleich der Daten aus dem Mikrozensus mit den nationalen Verkehrsleistungen aus der Schweizerischen Verkehrsstatistik gewisse Verschiebungen (siehe Tabelle 2). Das Volumen des Langsamverkehrs und des öffentlichen Verkehrs wird im Mikrozensus etwas überbewertet, das des motorisierten Individualverkehrs umgekehrt etwas unterbewertet. Der Mikrozensus ist ja eben eine Stichprobe und beruht auf der Befragung von Personen, während die Daten der Schweizerischen Verkehrsstatistik aus verschiedenen Quellen abgeleitet sind. Wir dürfen aber annehmen, dass der Mikrozensus im Sinne des hier angestrebten Vergleichs von haushaltsspezifischen Mobilitätsformen durchaus repräsentative Informationen liefert.

Tabelle 2: Vergleich der Verkehrsleistungen bezüglich Anteile der verschiedenen Verkehrsmittel für das Jahr 2005 nach dem Mikrozensus und der Schweizerischen Verkehrsstatistik Quellen: BFS 2007a und 2007b				
Verkehrsmittel	Jahresdistanzen einer Durchschnittsperson nach dem Mikrozensus 2005		Nationale Verkehrsleistungen 2005 nach der Schweizerischen Verkehrsstatistik	
	Absolut in km	Relativ in %	Absolut in Mio. km	Relativ in %
Langsamverkehr (LV)	1'051	8,1	7'211	6,2
Zu Fuss	765	5,9	5'254	4,5
Velo	286	2,2	1'957	1,7
Motorisierter Individualverkehr (MIV)	9'039	69,5	87,951	75,6
Auto	8'658	66,6	83'348	71,7
Motorfahrrad	21	0,2	146	0,1
Motorrad	219	1,7	2'222	1,9
Reisecar	141	1,1	2'235	1,9
Öffentlicher Verkehr (ÖV)	2'913	22,4	21'103	18,2
Bahn	2'290	17,6	16'144	13,9
Tram	145	1,1	1'458	1,3
Trolley	100	0,8	722	0,6
Bus	378	2,9	2'780	2,4
Verkehrsleistung total	13'003	100,0	116'265	100,0

2.2 Bedeutung der verschiedenen Verkehrsmittel bei den einzelnen Mobilitätsformen

Die unterschiedlichen Mobilitätsformen der in den verschiedenen Haushalten lebenden Personen lassen sich am besten vergleichen, wenn die zugehörigen Verkehrsleistungen in relativer Form betrachtet werden. Dazu zeigt Tabelle 3 zunächst in einem vertikalen Vergleich die durchschnittlichen Anteile der verschiedenen Verkehrsmittel an der gesamten Verkehrsleistung dieser Personen. Wir sehen, dass bei jenen in autofreien Haushalten (A) 14% auf den LV, 24% auf den MIV (Auto 21%) und 62% auf den ÖV entfallen. Im Gegensatz dazu macht bei Personen aus autobesitzenden Haushalten (E) der LV nur 7%, der MIV dafür 76% (Auto 73%) und der ÖV bloss 17%. aus. Zusätzlich ist aus Tabelle 3 ersichtlich, dass mit wachsendem Autobesitz (Haushalte B bis D) die Anteile von LV und ÖV systematisch abnehmen, während der Anteil des MIV systematisch ansteigt. Ein Extremfall stellt das Verhalten von Personen in Haushalten mit 3 oder mehr Autos dar: Ihr MIV-Anteil beträgt 85% (Auto 82%), während LV und ÖV auf 4% bzw. 10% schrumpfen.

Tabelle 3: Vertikale Relativbetrachtung: Anteile der Hauptverkehrsmittel an den Verkehrsleistungen der Personen in den verschiedenen Haushalten

Quelle: BFS 2007a

Verkehrsmittel	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Alle Verkehrsmittel (Jahresdistanz = 1)	9'282 km = 1,00	12'249 km = 1,00	15'735 km = 1,00	18'568 km = 1,00	13'801 km = 1,00	13'003 km = 1,00
Langsamverkehr	0,14	0,09	0,06	0,04	0,07	0,08
Mot. Individualverkehr	0,24	0,71	0,81	0,85	0,76	0,70
Auto	0,21	0,68	0,79	0,82	0,73	0,67
Öffentlicher Verkehr	0,62	0,20	0,13	0,10	0,17	0,22
Bahn	0,49	0,15	0,11	0,08	0,13	0,18
ÖV Strasse	0,13	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05

2.3 Quervergleich der Mobilitätsformen bezüglich Verkehrsleistungen

Tabelle 4 bietet einen horizontalen Quervergleich, indem die Verkehrsleistungen derselben Verkehrsmittelkategorien über die Haushaltstypen hinweg miteinander verglichen werden. Dabei werden zuerst die durchschnittlichen Verhältnisse in Haushalten ohne Auto (A) als Standard gesetzt, danach diejenigen in allen Haushalten mit Auto (E) und schliesslich diejenigen in allen Haushalten überhaupt (F). In diesem letzten Fall findet also ein Vergleich mit einem aus der Stichprobe geschätzten nationalen Mittel statt.

Nehmen wir die A-Werte als Standard und vergleichen sie mit den B-, C- und D-Werten, so sehen wir natürlich auch auf diese Weise, dass mit steigender Zahl verfügbarer Fahrzeuge die Verkehrsleistung für den MIV systematisch zunimmt, während diejenige für den LV und den ÖV ebenso systematisch abnimmt. Die Zunahme ist aber grösser und die Abnahme kleiner als man auf Grund des vertikalen Vergleichs in Tabelle 3 erwarten würde. Der Grund liegt darin, dass, wie die Zeile „Alle Verkehrsmittel“ zeigt, ja auch der Umfang der Mobilität insgesamt systematisch anwächst. Personen in D legen pro Jahr mit allen Verkehrsmitteln zusammen doppelt so viele Kilometer wie diejenigen in A zurück. Damit steigt der MIV für D im Vergleich zu A nicht nur um etwas mehr als das dreifache, sondern auf satte 714%. Entsprechend sinken die Prozentzahlen von A nach D beim LV und beim ÖV auf 62 bzw. 29, was gegenüber dem, was sich aus Tabelle 3 vermuten liess, einer nur halb so grossen Reduktion gleichkommt. Hinsichtlich des MIV lässt sich dieses Resultat auch so interpretieren: Sind mehr Autos vorhanden wird pro Person auch mehr damit gefahren. Auf Grund der Tatsache, dass es eine gewisse Korrelation zwischen der Zahl der Autos und der Zahl der Personen in einem Haushalt gibt, hätte man erwarten können, dass sich der grössere Fahrzeugbestand jeweils auf mehr Personen verteilt und damit die individuellen Mittelwerte etwa gleich bleiben. Dem ist aber nicht so.

Tabelle 4: Horizontaler Quervergleich der personenbezogenen haushaltsspezifischen Mobilitätsformen hinsichtlich der Benützung der verschiedenen Verkehrsmittel Quelle: BFS 2007a						
Verkehrsmittel	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Relativ zu Haushalten ohne Auto (A)						
Alle Verkehrsmittel	1,00	1,32	1,70	2,00	1,49	1,40
Langsamverkehr	1,00	0,82	0,70	0,62	0,76	0,81
Mot. Individualverkehr	1,00	3,92	5,74	7,14	4,72	4,07
Auto	1,00	4,22	6,33	7,76	5,14	4,41
Öffentlicher Verkehr	1,00	0,50	0,35	0,29	0,43	0,53
Bahn	1,00	0,41	0,36	0,34	0,39	0,50
ÖV Strasse	1,00	0,56	0,40	0,40	0,50	0,59
Relativ zu Haushalten mit Auto (E)						
Alle Verkehrsmittel	0,67	0,89	1,14	1,35	1,00	0,94
Langsamverkehr	1,31	1,07	0,91	0,82	1,00	1,05
Mot. Individualverkehr	0,21	0,83	1,22	1,51	1,00	0,86
Auto	0,19	0,82	1,23	1,51	1,00	0,86
Öffentlicher Verkehr	2,50	1,08	0,90	0,82	1,00	1,26
Bahn	2,55	1,06	0,92	0,86	1,00	1,27
ÖV Strasse	2,30	1,14	0,80	0,67	1,00	1,23
Relativ zu allen Haushalten (F)						
Alle Verkehrsmittel	0,71	0,94	1,21	1,43	1,06	1,00
Langsamverkehr	1,24	1,01	0,87	0,78	0,95	1,00
Mot. Individualverkehr	0,25	0,96	1,41	1,76	1,16	1,00
Auto	0,23	0,96	1,44	1,76	1,17	1,00
Öffentlicher Verkehr	1,97	0,85	0,71	0,65	0,79	1,00
Bahn	2,00	0,83	0,73	0,67	0,78	1,00
ÖV Strasse	1,87	0,93	0,65	0,54	0,81	1,00

Eine umgekehrte Blickrichtung ergibt sich, wenn wir die E-Werte zum Ausgangspunkt nehmen und die A-Werte damit vergleichen: Der MIV-Umfang bei Personen in autolosen Haushalten sinkt auf 21%, während der LV auf 131%, der ÖV auf 250% ansteigt. Ihre gesamte Verkehrsleistung beläuft sich auf 67% derjenigen von Personen in autobesitzenden Haushalten. Gegenüber letzteren sind also Personen in autofreien Haushalten in stark beschränkter Masse mit einem Auto (daneben noch in kleinem Umfang mit zweirädrigen motorisierten Vehikeln) unterwegs, dafür umso mehr zu Fuss, mit dem Velo, mit der Bahn und mit den Angeboten des öffentlichen Strassenverkehrs. Das ist natürlich zu erwarten. Nicht selbstverständlich ist dagegen, dass der Umfang der gesamten Mobilität der autofreien Personen nur zwei Drittel desjenigen der Personen in autobesitzenden Haushalten beträgt. Drücken wir als

Schlussfolgerung das oben schon mal Gesagte noch etwas anders aus: Die direkte Verfügbarkeit von Autos bedeutet nicht nur, dass LV- und/oder ÖV-Wege durch Autofahrten ersetzt werden, sondern bildet auch einen Anreiz für zusätzliche Mobilität.

3. Charakterisierung der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen nach der Bedeutung der Verkehrszwecke

Ein weiteres Licht auf die Unterschiedlichkeit des Mobilitätsverhaltens in Abhängigkeit vom Haushaltstyp wirft eine Aufgliederung der Verkehrsleistungen auf die verschiedenen Verkehrszwecke. Im Mikrozensus werden deren sechs unterschieden: Arbeit, Ausbildung und Schule, Einkauf und Besorgungen, Freizeit, geschäftliche Tätigkeit und Dienstfahrt und Service und Begleitwege² (BFS 2007a). Die letztgenannte Kategorie ist mit maximal 2% der Verkehrsleistung unbedeutend.³ Sie wird zusammen mit einer Kategorie „Anderes“, in der Fahrten zusammengefasst sind, die keinem der sechs Zwecke zugeordnet werden können (rund 7%), hier nicht weiter berücksichtigt. Diese Auslassungen erklären, wieso sich die Relativzahlen in Tabelle 5 jeweils nicht zu 1,00 addieren.

3.1 Bedeutung der Verkehrszwecke innerhalb der Verkehrsmittel

Tabelle 5 zeigt die Anteile der verschiedenen Verkehrszwecke an den Verkehrsleistungen der den einzelnen Haushaltstypen zugehörigen Personen. Bei der zusammenfassenden Betrachtung aller Verkehrsmittel zeigt sich hinsichtlich der Zwecke Arbeit, Ausbildung und Schule sowie Einkauf und Besorgungen eine relativ gleich bleibende Bedürfnisstruktur. 22-26% der zurückgelegten Distanzen entfallen auf Arbeit, 4-5% auf Ausbildung und Schule und 11-12% auf Einkauf und Besorgungen. Grössere Differenzen zeigen sich dagegen bei den Zwecken Freizeit und Geschäftliche Tätigkeiten, und zwar zeichnet sich für die beiden bei steigendem Autobesitz eine gegenläufige Tendenz ab. Im Vergleich der Haushaltstypen haben die auf Freizeitaktivitäten entfallenden Verkehrsleistungen bei den autofreien Haushalten (A) den grössten Anteil (49%), bei den Haushalten mit 3 und mehr Autos (D) den kleinsten (40%). Das Umgekehrte trifft auf die geschäftlichen Aktivitäten zu, bei denen die entsprechenden Prozentsätze 4 bzw. 13 betragen. Bei den autofreien Haushalten steht im Vergleich mit den autobesitzenden Haushalten also den relativ umfangreicheren Freizeitaktivitäten eine relativ geringere geschäftliche Mobilität gegenüber.

Im Folgenden betrachten wir, wie die drei Hauptverkehrsarten LV, MIV und ÖV sich bei den einzelnen Haushaltstypen auf die einzelnen Verkehrszwecke aufteilen. Ich beschränkte mich dabei darauf, die Unterschiede zwischen den Personen in autofreien (A) und solchen in autobesitzenden Haushalten (E) zu kommentieren.

² Bei dieser Kategorie handelt es sich „um das Bringen, Abholen und Begleiten von Personen ... etwa: Bringen und Abholen von Kindern zur Schule, Begleitung älterer oder behinderter Personen zum Arzt, zum Einkaufen oder auf einem Ausflug“ (BFS und ARE 2007, S. 48).

³ Der MIV spielt dabei eine dominante Rolle, denn häufig ist diese Art von Dienstleistung nur mit einem Auto realisierbar.

Tabelle 5: Vertikale Relativbetrachtung innerhalb der Haushaltstypen: Anteile der verschiedenen Verkehrszwecke an den pro Person benützten Hauptverkehrsmitteln Quelle: BFS 2007a						
Verkehrsmittel / Verkehrszweck	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Alle Verkehrsmittel (Tagesdistanz = 1)	25,43 km = 1,00	33,56 km = 1,00	43,11 km = 1,00	50,87 km = 1,00	37,81 km = 1,00	35,63 km = 1,00
Arbeit	0,22	0,22	0,26	0,23	0,24	0,23
Ausbildung, Schule	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04
Einkauf, Besorgungen	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12
Freizeit	0,49	0,47	0,42	0,40	0,45	0,45
Geschäftliche Tätigkeit	0,04	0,07	0,09	0,13	0,08	0,08
Langsamverkehr (LV)	3,57 km = 1,00	2,91 km = 1,00	2,49 km = 1,00	2,23 km = 1,00	2,73 km = 1,00	2,88 km = 1,00
Arbeit	0,19	0,15	0,12	0,11	0,14	0,15
Ausbildung, Schule	0,05	0,09	0,11	0,12	0,10	0,09
Einkauf, Besorgungen	0,19	0,12	0,09	0,07	0,11	0,13
Freizeit	0,52	0,59	0,63	0,61	0,60	0,58
Geschäftliche Tätigkeit	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
Motorisierter Individualverkehr (MIV)	6,09 km = 1,00	23,86 km = 1,00	34,96 km = 1,00	43,48 km = 1,00	28,77 km = 1,00	24,76 km = 1,00
Arbeit	0,11	0,20	0,27	0,23	0,23	0,22
Ausbildung, Schule	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Einkauf, Besorgungen	0,12	0,14	0,12	0,12	0,13	0,13
Freizeit	0,61	0,50	0,43	0,41	0,46	0,47
Geschäftliche Tätigkeit	0,07	0,08	0,10	0,14	0,09	0,09
Öffentlicher Verkehr (ÖV)	15,77 km = 1,00	6,79 km = 1,00	5,66 km = 1,00	5,16 km = 1,00	6,32 km = 1,00	7,98 km = 1,00
Arbeit	0,26	0,31	0,28	0,31	0,30	0,29
Ausbildung, Schule	0,05	0,11	0,18	0,25	0,14	0,11
Einkauf, Besorgungen	0,10	0,07	0,06	0,04	0,07	0,08
Freizeit	0,44	0,31	0,30	0,27	0,30	0,35
Geschäftliche Tätigkeit	0,03	0,08	0,10	0,06	0,08	0,06

1. *Arbeit*: Beim LV entfällt bei A ein deutlich grösserer Anteil auf diesen Verkehrszweck als bei E, nämlich 19 gegenüber 14%. Umgekehrt verhält es sich beim MIV, und zwar ist der Unterschied markant: Der Arbeitsanteil steigt bei E auf mehr als das Doppelte, von 11 auf 23%. Bei E ist überdies auch beim ÖV der für die Arbeit aufgewendete Anteil etwas höher als bei A.

2. *Ausbildung und Schule:* Dieser Zweck ist beim LV von E doppelt so stark vertreten wie bei A (10 gegenüber 5%), beim ÖV sogar mehr als doppelt so stark (14 gegenüber 5%), während beim MIV der Anteil sehr klein ist (1%) und keine haushaltsspezifische Differenzierung zeigt (Ausnahme: Haushalte mit 3 und mehr Autos!).
3. *Einkauf und Besorgungen:* Hier finden wir im Vergleich mit Kategorie 2 ein umgekehrtes Verhältnis zwischen A und E. Beim MIV sind die Anteile auf beiden Seiten wiederum fast gleich (12 bzw. 13%). Dagegen sinken sie beim LV und beim ÖV von A nach E von 19 auf 11% bzw. von 10 auf 7%.
4. *Freizeit:* Der für diesen Verkehrszweck eingesetzte Anteil beim LV steigt von 52% bei A auf 60% bei E, während er beim MIV von 61 auf 46%, beim ÖV von 44 auf 30% sinkt.
5. *Geschäftliche Tätigkeit und Dienstfahrt:* Beim LV ist diese Kategorie auf beiden Seiten unbedeutend (1%). Beim MIV nimmt der Anteil von A nach E in geringem Masse zu, nämlich von 7 auf 9% (wobei allerdings der starke Anstieg mit wachsendem Autobesitz, also bei den Haushaltstypen B, C und D, zu beachten wäre). Stärker steigt er beim ÖV, nämlich von 3 auf 8%.

Einige dieser Ergebnisse mögen uns hier überraschen. Dabei ist immer daran zu denken, dass es sich um eine Betrachtung der relativen Anteile handelt, die innerhalb der einzelnen Haushaltstypen und der Hauptverkehrsarten auf die verschiedenen Verkehrszwecke entfallen. Damit ist nichts über den Vergleich der mit den Zwecken zusammenhängenden absoluten Verkehrsleistungen von Haushaltstyp zu Haushaltstyp gesagt. Für einen solchen Quervergleich könnten wir, ähnlich wie wir dies in Tabelle 4 für die Verkehrsmittel getan haben, die von Personen in den verschiedenen Haushaltstypen für die einzelnen Verkehrszwecke zurückgelegten Distanzen zueinander in Beziehung setzen und wie dort der Reihe nach A, E und F als Standard wählen. Da dies aber nicht wesentlich neue Informationen vermittelt, verzichten wir auf eine solche Darstellung. Wie wir aus den Absolutzahlen in Tabelle 1 und den Relativzahlen in Tabelle 4 sehen, nehmen von Haushaltstyp A (ohne Auto) zu Haushaltstyp D (mit 3 und mehr Autos) die Verkehrsleistungen im LV und im ÖV systematisch ab, diejenigen im MIV systematisch zu. Das wirkt sich im grossen Ganzen auch auf die einzelnen Verkehrszwecke gleichsinnig aus. Eine interessante Ausnahme bildet die Kategorie „Ausbildung und Schule“: Die zu ihr gehörigen Verkehrsleistungen nehmen sowohl beim LV wie auch beim ÖV von den autofreien zu den autobesitzenden Haushalten zu. Dasselbe trifft auch auf die geschäftlichen Aktivitäten zu, allerdings nur beim ÖV.

3.2 Bedeutung der Verkehrsmittel für die Verkehrszwecke

Interessanter ist die zu Tabelle 5 umgekehrte Betrachtungsweise, bei der wir von den Zwecken ausgehen und schauen, wie sich ihre Realisierung auf die einzelnen Verkehrsmittel verteilt (Tabelle 6). Dabei ist der erste Teil der Tabelle, der die haushaltsspezifische Aufgliederung auf die Verkehrsmittel für alle Verkehrszwecke zusammen zeigt, eine Wiederholung der schon in Tabelle 3 präsentierten Information. Vergleichen wir nun im weiteren das Mobilitätsverhalten von Personen in autolosen Haus-

halten (A) mit demjenigen von Personen in autobesitzenden Haushalten (E) bezüglich der einzelnen Verkehrszwecke.

Tabelle 6: Vertikale Relativbetrachtung innerhalb der Haushaltstypen: Anteile der pro Person benützten Hauptverkehrsmittel an den verschiedenen Verkehrszwecken Quelle: : BFS 2007a						
Verkehrszweck / Verkehrsmittel	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Alle Verkehrszwecke (Tagesdistanz = 1)	25,43 km =1,00	33,56 km =1,00	43,11 km =1,00	50,87 km =1,00	37,81 km =1,00	35,63 km =1,00
LV	0,14	0,09	0,06	0,04	0,07	0,08
MIV	0,24	0,71	0,81	0,85	0,76	0,70
Auto	0,21	0,68	0,79	0,82	0,73	0,67
ÖV	0,62	0,20	0,13	0,10	0,17	0,22
Bahn	0,49	0,15	0,11	0,08	0,13	0,18
ÖV Strasse	0,13	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05
Arbeit	5,49 km =1,00	7,28 km =1,00	11,35 km =1,00	11,75 km =1,00	8,89 km =1,00	8,29 km =1,00
LV	0,12	0,06	0,03	0,02	0,04	0,05
MIV	0,12	0,65	0,83	0,84	0,74	0,67
Auto	0,10	0,62	0,82	0,81	0,72	0,65
ÖV	0,76	0,29	0,14	0,14	0,21	0,28
Bahn	0,60	0,23	0,11	0,12	0,17	0,22
ÖV Strasse	0,16	0,07	0,03	0,02	0,05	0,06
Ausbildung + Schule	0,97 km =1,00	1,30 km =1,00	1,66 km =1,00	2,70 km =1,00	1,51 km =1,00	1,42 km =1,00
LV	0,19	0,20	0,16	0,10	0,17	0,18
MIV	0,07	0,22	0,23	0,43	0,25	0,23
Auto	0,04	0,21	0,21	0,39	0,23	0,21
ÖV	0,74	0,58	0,60	0,47	0,57	0,59
Bahn	0,57	0,40	0,42	0,33	0,40	0,42
ÖV Strasse	0,18	0,18	0,18	0,14	0,17	0,17

Die Kategorien „Arbeit“ und „Einkauf und Besorgungen“ weisen ein vergleichbares Muster auf. Bei A entfallen bei der Arbeit drei Viertel der Distanz, beim Einkaufen etwas mehr als die Hälfte auf den ÖV, während der Rest sich gleichmässig auf den LV und den MIV aufteilt. Bei E steht die überragende Dominanz des MIV im Vordergrund, die bei der Arbeit 74% und beim Einkaufen sogar 83% umfasst. Vom Rest entfällt in beiden Fällen der grössere Anteil auf den ÖV; dem LV kommt eine nur untergeordnete Bedeutung zu.

Tabelle 6 (Forts.): Vertikale Relativbetrachtung innerhalb der Haushaltstypen: Anteile der pro Person benützten Hauptverkehrsmittel an der verschiedenen Ver- kehrszwecken Quelle: : BFS 2007a						
Verkehrszweck / Verkehrsmittel	A: Haus- halte oh- ne Auto	B: Haus- halte mit 1 Auto	C: Haus- halte mit 2 Au- tos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Einkauf + Besorgungen	3,01 km =1,00	4,07 km =1,00	4,74 km =1,00	5,49 km =1,00	4,38 km =1,00	4,14 km =1,00
LV	0,23	0,09	0,05	0,03	0,07	0,09
MIV	0,24	0,79	0,88	0,93	0,83	0,76
Auto	0,24	0,77	0,87	0,92	0,82	0,74
ÖV	0,53	0,12	0,08	0,04	0,10	0,15
Bahn	0,29	0,08	0,06	0,02	0,07	0,10
ÖV Strasse	0,24	0,04	0,02	0,02	0,03	0,06
Freizeit	12,50 km =1,00	15,79 km =1,00	18,20 km =1,00	20,41 km =1,00	16,88 km =1,00	16,11 km =1,00
LV	0,15	0,11	0,09	0,07	0,10	0,10
MIV	0,30	0,76	0,82	0,87	0,79	0,72
Auto	0,27	0,71	0,79	0,81	0,75	0,68
ÖV	0,55	0,13	0,09	0,07	0,11	0,17
Bahn	0,45	0,10	0,08	0,06	0,09	0,14
ÖV Strasse	0,10	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03
Geschäftliche Tätig- keit, Dienstfahrt	0,90 km =1,00	2,38 km =1,00	3,99 km =1,00	6,42 km =1,00	3,17 km =1,00	2,77 km =1,00
LV	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MIV	0,49	0,76	0,85	0,94	0,82	0,80
Auto	0,37	0,76	0,84	0,93	0,82	0,79
ÖV	0,46	0,22	0,14	0,05	0,16	0,18
Bahn	0,41	0,20	0,13	0,05	0,15	0,17
ÖV Strasse	0,04	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01

Beim Verkehrszweck „Ausbildung und Schule“ dominiert bei A wiederum der ÖV mit rund drei Viertel, während der LV einen knappen Fünftel umfasst und der Rest auf den MIV (7%) fällt. Bei E hat der LV fast die gleiche Bedeutung wie bei A – tatsächlich kommt dem LV von allen Zwecken bei E hier der grösste Prozentsatz zu –, aber der MIV wächst auf (25%) und der Umfang des ÖV wird entsprechend kleiner, hat hier aber mit immerhin 57% unter allen Zwecken die ebenfalls grösste Bedeutung.

Bei den Kategorien „Freizeit“ und „Geschäftliche Tätigkeiten“ zeigen sich wiederum zwei relativ ähnliche Muster. In beiden Fällen umfasst der ÖV bei A um die Hälfte

der zugehörigen Verkehrsleistung, während bei E auf ihn bloss noch ein Sechstel bis ein Neuntel entfällt. Ebenfalls bei beiden Zwecken kommt bei A dem MIV eine überdurchschnittliche Bedeutung zu (30% bzw. 49%). Auch bei E tendiert er mit 79% bzw. 82% nach oben. Auf den LV entfällt bei den Freizeitaktivitäten von A noch rund ein Siebtel, bei E noch ein Zehntel, während er bei den geschäftlichen Tätigkeiten bei A unbedeutend wird (6%) und bei E fast ganz verschwindet.

4. Charakterisierung der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen nach der Umweltbelastung

4.1 Zur Datengrundlage

Umweltindikatoren sind Masse, die ausgewählte Umweltbelastungen von Verkehrsmitteln pro Transporteinheit (im Personenverkehr pro Personen-Kilometer, im Güterverkehr pro Tonnen-Kilometer) ausdrücken. Seit den 1970er Jahren gibt es Anstrengungen, die Umweltauswirkungen des Verkehrs mit ihnen beschreiben zu können. Bis vor kurzem war eine 1997 erschienene Publikation von Maibach u.a. die letzte zum Thema. Ich habe vor einiger Zeit deren Angaben dazu benutzt, um zusammen mit Daten aus dem Mikrozensus Verkehrsverhalten aus dem Jahr 2000 erstmals die unterschiedliche Umweltbelastung des Mobilitätsverhaltens von Personen in auto-freien und autobesitzenden Haushalten beschreiben zu können (Steiner 2005).

Inzwischen liegt nun eine aufdatierte Nachfolgepublikation vor (Spielmann und de Haan 2008). Sie enthält Daten zum Energieaufwand, zu den Treibhausgas-Emissionen, zu den luftbelastenden Emissionen von Stickoxiden, Kohlenwasserstoffen (NMHC) und Feinpartikel (PM_{2.5}), zum Flächenverbrauch und zur Lärmbelastung. Die letztere wird über eine externe Kostenberechnung erfasst – ein Thema, das wir erst im nächsten Kapitel aufgreifen. Die übrigen Indikatoren benutzen wir, um im gleichen Sinne wie für die oben erwähnten Mikrozensus-Daten von 2000 ein Bild von den Umweltbelastungen zu bekommen.

Tabelle 7 zeigt die verkehrsmittelspezifischen Indikatoren, ausgedrückt pro Personen-Kilometer (pkm) und aufgeteilt in indirekte und direkte Belastungen. Die letzteren beziehen sich auf Wirkungen, die unmittelbar mit dem Gebrauch eines Fahrzeuges zu tun haben, d.h. mit dessen Betrieb und dessen Unterhalt. Die ersteren umfassen den mit diesem Gebrauch mitgetragenen „ökologischen Rucksack“, der aus allen vor- und nachgelagerten Aktivitäten entsteht: Der Energiebereitstellung, der Fahrzeugherstellung und –entsorgung und der Infrastrukturkonstruktion, -unterhalt und -entsorgung.

Was die Autobenützung betrifft, wird in der Studie von Spielmann und de Haan für den Fahrzeugbetrieb eine Aufgliederung in acht Kategorien verwendet, während die indirekten Anteile der Umweltbelastung und auch der Fahrzeugunterhalt als durchgehend konstant angesehen werden. Die acht Kategorien entstehen zum einen durch die Unterscheidung von vier Arten von Verkehrszwecken: Einkaufsfahrten, Arbeitswege, Freizeitfahrten und Dienstreisen, zum anderen durch die weitere Differenzierung jeder dieser Arten nach dem verwendeten Treibstoff, Benzin oder Diesel. Bei

Tabelle 7: Umweltindikatoren für die verschiedenen Verkehrsmittel: Effekte pro pkm

Quelle: Spielmann und de Haan 2008, S.65-73

	Auto Benzin	Auto Diesel	Auto allgemein	Kleinmotorrad	Motorrad	Reisecar	Bahn regional	Bahn Fernverk	Bahn allgemein	Tram	Trolley	Autobus Postauto
Energieaufwand in MJ (megajoule = 10⁶ joule)												
Indirekt	0,872	0,872	0,872	0,688	0,755	0,194	0,552	0,199	0,326	0,248	0,235	0,304
Direkt	2,868	2,332	2,814	0,941	1,731	0,736	0,977	0,498	0,670	0,887	1,175	1,475
Total	3,740	3,206	3,686	1,629	2,486	0,930	1,529	0,698	0,997	1,135	1,410	1,779
Treibhausgas-Emissionen in g												
Indirekt	57,62	45,07	56,37	22,16	34,26	14,89	23,06	10,95	15,31	22,84	20,86	26,87
Direkt	153,46	131,06	151,22	58,67	92,94	39,78	0,21	0,12	0,15	0,98	0,91	79,34
Total	211,08	176,12	207,58	80,83	127,20	54,67	23,28	11,07	15,46	23,81	21,77	106,21
Stickoxid-Emissionen in g												
Indirekt	0,2672	0,2309	0,2635	0,0853	0,1388	0,1008	0,0819	0,0457	0,0588	0,2135	0,1175	0,1654
Direkt	0,2015	0,3414	0,2155	0,0229	0,3490	0,4172	0,0008	0,0003	0,0005	0,0015	0,0014	0,8971
Total	0,4686	0,5722	0,4790	0,1082	0,4878	0,5180	0,0827	0,0460	0,0592	0,2150	0,1189	1,0624
NMHC-Emissionen in g												
Indirekt	0,1953	0,1620	0,1920	0,0669	0,1070	0,0566	0,0175	0,0091	0,0121	0,1791	0,0444	0,0982
Direkt	0,1730	0,0417	0,1599	2,2508	0,9725	0,0223	0,0005	0,0005	0,0005	0,0055	0,0008	0,0716
Total	0,3683	0,2037	0,3519	2,3177	1,0796	0,0788	0,0180	0,0096	0,0126	0,1846	0,0453	0,1698
Feinpartikel-Emissionen in cg (centigramm = 10⁻² g)												
Indirekt	3,062	2,688	3,024	0,933	1,494	1,144	1,650	0,920	1,183	2,822	1,435	1,872
Direkt	0,921	3,110	1,140	0,753	0,897	1,153	0,472	0,321	0,375	0,014	0,133	3,032
Total	3,983	5,797	4,164	1,686	2,391	2,298	2,122	1,241	1,558	2,836	1,567	4,904
Flächenverbrauch in cm²												
Indirekt	78,99	77,56	78,85	106,39	109,06	9,22	90,42	31,18	52,50	17,96	19,08	14,53
Direkt	1,38	1,38	1,38	0,20	0,40	0,62	4,70	0,19	1,81	0,31	0,35	1,05
Total	80,37	78,94	80,23	106,59	109,46	9,84	95,12	31,37	54,32	18,27	19,43	15,58

den Verkehrszwecken ergibt sich eine differenzierte Umweltbelastung durch unterschiedliche Auslastungen der Fahrzeuge. Die angenommenen Durchschnittswerte betragen 1,92 Personen für Freizeitfahrten, 1,69 für Einkaufsfahrten, 1,29 für Dienstreisen und 1,14 für Arbeitswege.⁴ Verschiedenheiten der Umweltbelastung durch die Treibstoffart entstehen durch unterschiedliche Eigenschaften: Diesel ist im Vergleich zu Benzin energieeffizienter, er bewirkt geringere Treibhausgas- und NMHC-Emissionen, produziert aber höhere Stickoxid- und Feinpartikel-Mengen.

Für die Berechnungen in diesem Papier sind diese Details berücksichtigt worden. Es bleiben aber noch die bezüglich Verkehrsleistungen unbedeutenderen Zwecke Ausbildung und Schule“ und „Service und Begleitwege“, sowie die nicht spezifischen Zwecken zugewiesenen restlichen Fahrten, die im Mikrozensus unter „Andere“ figurieren. Ich habe für sie Indikatorwerte verwendet, die Mittelwerte aus den vier oben erwähnten Zwecken darstellen. Bei den in Tabelle 7 aufgeführten Werten in den Spalten „Auto Benzin“, „Auto Diesel“ und „Auto allgemein“ handelt es sich um globale Mittelwerte, die sich aus der Aggregation der Umweltbelastungen über alle Zwecke für alle Haushalte und der nachfolgenden Division durch die zugehörige Kilometerzahl ergeben. Zu beachten ist, dass eine Anwendung dieser Werte auf die Verkehrsleistungen der einzelnen haushaltsspezifischen Mobilitätsformen eine von den Resultaten der detaillierten Analyse etwas abweichende Umweltbelastungen ergeben würde, weil ja dort die Zwecke umweltmässig verschieden bewertet werden und ihnen bei den einzelnen Mobilitätsformen unterschiedliche Gewichte zukommen.

4.2 Zur Bedeutung der Umweltindikatoren

Zu den einzelnen Umweltindikatoren sind die folgenden Erklärungen angebracht (nach BUWAL 1995, S.23-31, und Spielmann und de Haan 2008, S.16-26):

1. *Energieaufwand*: Dieser stellt zwar selbst nicht direkt eine Umweltbelastung dar, ist aber ein allgemeiner guter Indikator für den Ressourcenverbrauch. Bei Spielmann und de Haan wird der zur Herstellung der Endenergie notwendige Energieaufwand, obschon dieser zur Vorkette gehört, dem direkten Teil zugerechnet.⁵
2. *Treibhausgas-Emissionen*: Diese verursachen bekanntlich eine Klimaerwärmung. Dabei spielt das Kohlendioxid (CO₂) die grösste Rolle – es macht um die 85% der nach dem Kyoto-Protokoll klimarelevanten Gase aus. Zum Rest tragen insbesondere Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) bei; ihre Mengen werden in CO₂-Äquivalente umgerechnet und addiert.

⁴ Es sei darauf hingewiesen, dass sich in den Datentabellen im Anhang der Publikation von Spielmann und de Haan jeweils in der Zeile für „PW Diesel Arbeitsweg“ in den Spalten „Betrieb“ und „Energiebereitstellung“ Fehler eingeschlichen haben. In einer Mitteilung hat Peter de Haan folgende Korrekturen angegeben: In Tab. A-1 3,12E+00 statt 1,72E+00, in Tab. A-4 1,80E-01 statt 9,81E-02 und 2,85E-02 statt 1,57E-02, in Tab. A-7 4,50E-04 statt 2,63E-04 und 1,42E-04 statt 7,82E-05, in Tab. A-10 7,23E-05 statt 1,66E-05 und 1,27E-04 statt 7,01E-05, in Tab. A-13 4,39E-05 statt 2,14E-05 und 1,15E-05 statt 6,34E-06 und in Tab. A-16 5,60E-04 statt 3,08E-04.

⁵ Der Grund ist der, dass dieser Herstellungsaufwand direkt mit dem Energieverbrauch des betrachteten Fahrzeugs variiert (Auskunft von Peter de Haan). Deshalb stehen in den Tabellen A-1 bis A-3 in der Spalte „Energiebereitstellung“ (Spielmann und de Haan 2008, S.65-66) alles Nullen.

3. *Stickoxid-Emissionen*: Diese entstehen beim Verbrennen von Treibstoffen. Unter dem Sammelbegriff Stickoxide werden die gasförmigen Oxide des Stickstoffs Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) zusammengefasst; dafür wird die Kurzformel NO_x verwendet. NO oxidiert in der Luft rasch zu NO₂. Dieses kann zu Erkrankungen der Atemwege führen, Ökosysteme überdüngen und auch in Kombination mit anderen Schadstoffen Pflanzen und empfindliche Ökosysteme auf vielfältige Weise schädigen. Über die Bildung von Salpetersäure tragen Stickoxide auch zur Bildung von saurem Regen bei. Schliesslich sind die Stickoxide mit den NMHC zusammen auch Vorläufersubstanzen für das im Sommer unter Einwirkung des Sonnenlichtes entstehende bodennahe Ozon. Seit der Einführung des Katalysators haben sich die Stickoxid-Emissionen des Strassenverkehrs wesentlich vermindert.
4. *NMHC-Emissionen*: Diese sind das Resultat einer unvollständigen Verbrennung von Treibstoffen, sie können aber auch durch deren Verdunstung entstehen. Die Abkürzung NMHC steht für ein vielfältiges Gemisch von Kohlenwasserstoffen unter Ausschluss von Methan (CH₄). Es wird entsprechend von Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen (englisch: *non-methane hydrocarbons*) gesprochen.⁶ Das Spektrum der Auswirkungen reicht von nicht-toxischen bis zu hochtoxischen und Krebs erzeugenden Verbindungen (z.B. Benzol). Wie schon oben erwähnt, sind die NMHC zusammen mit den NO_x an der Bildung von Ozon beteiligt. Die NMHC-Emissionen sind bei den motorisierten Zweirädern am höchsten.
5. *Feinpartikel-Emissionen*: Die hier in Frage stehende Partikelfraktion PM2.5 umfasst Feinstaubpartikel mit einem Durchmesser bis 2,5 µm⁷. Der Feinstaub stammt nicht nur aus dem Auspuff der Fahrzeuge, sondern entsteht auch durch vielfältige Arten von Abrieb: Bremse, Kupplung, Pneus und Strasse beim Strassenverkehr, Schiene, Räder, Bremse und Oberleitung bei der Bahn. Er ist lungengängig und wirkt sich damit auf die menschliche Gesundheit z.B. in Form von Herz- und Kreislauferkrankungen schädlich aus. Als problematisch gilt vor allem der Dieseleruss, der auch für Krebserkrankungen verantwortlich gemacht wird.
6. *Flächenverbrauch*: Dieser umfasst die direkte Flächenbelegung der Transportinfrastruktur, aber auch die indirekten Ansprüche bei der Fahrzeugherstellung und Energiebereitstellung. Die bisher genannten Umweltbelastungen verhalten sich natürlich akkumulativ, d.h. jedes Jahr kommt bei unveränderten Bedingungen dieselbe Menge wiederum dazu. Beim Flächenverbrauch ist das offensichtlich anders. Er ist aus dem jetzigen Verhältnis von Verkehrsvolumen zu Verkehrsfläche abgeleitet und bleibt nächstes Jahr gleich gross, wenn der Verkehr nicht zunimmt. Ist dies aber der Fall, ist mit einer gelegentlichen Anpassung der Infrastruktur und damit mit einer Flächenvergrösserung zu rechnen, es sei denn, die Auslastung der Verkehrsmittel könne verbessert und damit die Transportkapazität bei gleich bleibender Infrastruktur erhöht werden. Und wir wissen, dass auch

⁶ Ein anderer im Zusammenhang mit den Kohlenwasserstoffen verwendeter Begriff ist die Abkürzung VOC nach dem englischen *volatile organic compounds*, zu deutsch also flüchtige organische Verbindungen. Bei den VOC wird aber das Methan dazugerechnet, so dass im Allgemeinen die Gleichung VOC = NMHC + CH₄ gilt. Oft sind diese Begriffe aber nicht genau definiert.

⁷ µm: Mikrometer = 10⁻⁶ m.

das Umgekehrte gilt: Wird die Infrastruktur vorsorglich ausgebaut, bildet sie einen Anreiz für ein weiteres Verkehrswachstum.

4.3 Resultate der umweltbezogenen Bewertung der Mobilitätsformen

Tabelle 8 zeigt die Resultate der Anwendung der Indikatoren auf die hauptsächlichen Kategorien der Verkehrsleistungen in Tabelle 1 in absoluter Form.

Tabelle 8: Durchschnittliche jährliche Umweltbelastungen der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen pro Person Quellen: BFS 2007a; Spielmann und de Haan 2008, S.65-73						
Art der Belastung / Verkehrsmittel	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Energieverbrauch in MJ						
Alle Verkehrsmittel	13'484	33'646	49'701	60'383	40'629	35'837
MIV	7'112	30'839	47'397	58'294	38'032	32'574
Auto	6'729	30'103	46'810	57'168	37'316	31'917
ÖV	6'372	2'808	2'304	2'090	2'597	3'263
Bahn	4'575	1'892	1'656	1'539	1'792	2'284
ÖV Strasse	1'797	915	648	550	805	980
Treibhausgas-Emissionen in kg						
Alle Verkehrsmittel	541	1'784	2'721	3'315	2'189	1'898
MIV	388	1'712	2'664	3'264	2'123	1'817
Auto	374	1'690	2'647	3'229	2'102	1'797
ÖV	153	72	57	51	66	81
Bahn	71	29	26	24	28	35
ÖV Strasse	82	43	31	27	38	46
Stickoxid-Emissionen in g						
Alle Verkehrsmittel	2'062	4'635	6'583	8'020	5'492	4'886
MIV	999	4'103	6'182	7'666	5'014	4'306
Auto	894	3'925	6'044	7'428	4'844	4'147
ÖV	1'063	531	402	353	477	581
Bahn	272	112	98	91	107	136
ÖV Strasse	791	419	303	262	371	445

Tabelle 8 (Forts.): Durchschnittliche jährliche Umweltbelastungen der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen pro Person Quellen: BFS 2007a; Spielmann und de Haan 2008, S.65-73						
Art der Belastung / Verkehrsmittel	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
NMHC-Emissionen in g						
Alle Verkehrsmittel	1'101	3'378	4'906	6'296	4'068	3'544
MIV	862	3'265	4'823	6'226	3'968	3'420
Auto	632	2'866	4'488	5'461	3'564	3'046
ÖV	239	113	82	70	100	125
Bahn	58	24	21	20	23	29
ÖV Strasse	182	89	61	51	77	96
Feinpartikel-Emissionen (PM2.5) in g						
Alle Verkehrsmittel	199	403	574	694	478	429
MIV	83	351	532	656	430	369
Auto	78	342	525	642	421	361
ÖV	116	52	42	38	48	60
Bahn	71	30	26	24	28	36
ÖV Strasse	44	23	16	14	20	24
Flächenverbrauch in m²						
Alle Verkehrsmittel	44,1	80,8	112,0	136,4	94,6	85,7
MIV	17,2	69,5	102,3	127,5	84,0	72,2
Auto	15,6	66,4	99,9	122,4	81,0	69,5
ÖV	26,9	11,3	9,7	9,0	10,6	13,5
Bahn	24,9	10,3	9,0	8,4	9,8	12,4
ÖV Strasse	2,0	1,0	0,7	0,6	0,9	1,0

Zum Vergleich der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen bezüglich ihrer Umweltbelastung können wir direkt zum relativen Quervergleich in Tabelle 9 übergehen. Im ersten Teil der Tabelle sind die Werte auf den Durchschnitt der Personen in autobesitzenden Haushalten (E), im zweiten auf den der Personen in allen Haushalten (F) bezogen. Im ersten Fall lässt sich erkennen, wie sich die Umweltbelastung beim Übergang von einem autogepägten zu einem autofreien Mobilitätsverhalten vermindert. Auch lässt sich sehen, wie sich diese Belastungen für die Personen in den einzelnen autobesitzenden Haushaltstypen (B bis D) gegenüber dem Mittel der Personen über alle autobesitzenden Haushalte (E) verhalten: Mit zunehmender direkter Fahrzeugverfügbarkeit nehmen sie alle systematisch zu. Im zweiten Fall lassen sich die mit den unterschiedlichen Haushaltstypen verknüpften Belastungen mit der mittleren Belastung über alle Haushalte (F), also mit einer Schätzung für das nationale Mittel vergleichen.

Tabelle 9: Relativer Quervergleich zwischen den personenbezogenen haushalts-spezifischen Mobilitätsformen bezüglich der Umweltbelastung Quellen: BFS 2007a; Spielmann und de Haan 2008, S.65-73						
Art der Belastung, der Kosten	A: Haus- halte oh- ne Auto	B: Haus- halte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Au- tos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Referenz: Durchschnitt der Personen in autobesitzenden Haushalten (E)						
Energieverbrauch	0,33	0,83	1,22	1,49	1,00	0,88
Treibhausgas- Emissionen	0,25	0,81	1,24	1,51	1,00	0,87
Stickoxid-Emissionen	0,38	0,84	1,20	1,46	1,00	0,89
NMHC-Emissionen	0,27	0,83	1,21	1,55	1,00	0,87
Feinpartikel- Emissionen	0,42	0,84	1,20	1,45	1,00	0,90
Flächenverbrauch	0,47	0,85	1,18	1,44	1,00	0,91
Referenz: Durchschnitt der Personen in allen Haushalten (F)						
Energieverbrauch	0,38	0,94	1,39	1,68	1,13	1,00
Treibhausgas- Emissionen	0,28	0,94	1,43	1,75	1,15	1,00
Stickoxid-Emissionen	0,42	0,95	1,35	1,64	1,12	1,00
NMHC-Emissionen	0,31	0,95	1,38	1,78	1,15	1,00
Feinpartikel- Emissionen	0,47	0,94	1,34	1,62	1,11	1,00
Flächenverbrauch	0,51	0,94	1,31	1,59	1,10	1,00

Wir sehen, dass die Umweltbelastungen beim Wechsel von Autobesitz zu Autolo-sigkeit um grob die Hälfte bis drei Viertel reduziert werden: Die Treibhausgas-Emissionen sinken auf 25% und die NMHC-Emissionen auf 27%, der Energie-verbrauch verkleinert sich auf 33%, die Stickoxid-Emissionen reduzieren sich auf 38% und die Feinpartikel-Emissionen auf 42%, während der Flächenverbrauch auf 47% sinkt. Nehmen wir die Durchschnitte der Personen in allen Haushalten als Refe-renzwerte, so können wir zeigen, wie die Umweltbelastungen vermindert würden, wenn sich die ganze Bevölkerung das jetzigen atofreie Mobilitätsverhalten aneignen würde. Die eben genannten Prozentsätze würden sich dann um ein paar Punkte er-höhen: Bei den Treibhausgas-Emissionen auf 28, bei den NMHC-Emissionen auf 31, beim Energieverbrauch auf 38, bei den Stickoxid-Emissionen auf 42, bei den Fein-partikel-Emissionen auf 47 und beim Flächenverbrauch auf 51.

Umgekehrt können wir uns auch ausmalen, wie die Umweltbelastungssituation aussehen würde, wenn die ganze Bevölkerung z.B. das Mobilitätsverhalten der Per-sonen in Haushalten mit 3 und mehr Autos adoptieren würde. Die nationalen Werte würden dann je nach Belastungsart auf 159 bis 178% steigen!

5. Charakterisierung der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen nach den von ihnen verursachten externen Kosten

Artikel 7 des Gesetzes über die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA) vom 19. Dezember 1997 verlangt, dass die externen Kosten (und auch die Nutzen) des Verkehrs regelmässig aufdatiert werden müssen. Externe Kosten im Verkehr sind Kosten für Schädigungen, die nicht vom Verursacher bezahlt werden, sondern Dritten zur Last fallen. Entsprechend hat das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) vor ein paar Jahren eine Reihe von Studien zur Berechnung der externen Kosten mit dem Zieljahr 2000 (Ausnahme: Unfälle 1998) in Auftrag gegeben.⁸ Die neuste Publikation zum Thema stammt nun von Ecoplan und Infras (Sommer u.a. 2008), die es im Auftrag des ARE unternommen haben, die Daten aus den vorherigen Arbeiten nach Möglichkeit auf das Jahr 2005 aufzudatieren.

5.1 Die berücksichtigten Kostenbereiche

In der eben genannten Studie werden die folgenden Bereiche berücksichtigt:

1. *Unfälle*: Die externen Kosten umfassen Personenschäden, insbesondere die medizinischen Heilungskosten, mit dem Produktionsausfall verbundene Kosten und immaterielle Kosten, sowie Polizei- und Rechtsfolgekosten. Die immateriellen Kosten ergeben sich aus dem mit dem Unfallgeschehen verbundenen Leid und Schmerz bzw. dem Verlust an Lebensfreude. Dazu gehört auch der Nutzenverlust infolge eingeschränkter Konsummöglichkeiten. Diese Art von Kosten wird mit Hilfe eines Zahlungsbereitschafts-Ansatzes geschätzt, d.h. befragte Personen geben an, was ihnen ein Verminderung des Unfallrisikos und damit eine Reduktion der Möglichkeit von Leid und Schmerz wert ist. Daraus werden Werte für verlorene Lebensjahre berechnet, abgestuft von Todesfall über Invalidität zu heilbaren Verletzungen. Für die Berechnung der externen Unfallkosten gibt es zwei Sichtweisen, die Sicht Verkehrsträger und die Sicht Verkehrsteilnehmende. Im ersteren Fall werden nur die Kosten, die auf die Allgemeinheit abgewälzt werden (z.B. Erhöhung der Spalkosten wegen häufiger Unfälle) als extern betrachtet, nicht aber die Kosten, die unschuldige Unfallopfer selbst tragen müssen. Diese haben auch am Verkehr teilgenommen, und von diesem aus betrachtet war der fragliche Unfall eine interne Angelegenheit. Im letzteren Fall werden auch diese Kosten als extern betrachtet; es handelt sich dabei ausschliesslich um immaterielle Kosten, deren Umfang damit in der externen Kostenberechnung er-

⁸ Ecoplan: Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz 1998. ARE, Bern 2002; Ecoplan, Planteam GHS AG und Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH: Externe Lärmkosten des Strassen- und Schienenverkehrs der Schweiz. ARE, BAG und BUWAL, Bern 2004; Ecoplan, Infras und Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel: Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung in der Schweiz. ARE, BAG, BFE und BUWAL, Bern 2004; Infras: Verkehrsbedingte Gebäudeschäden in der Schweiz. ARE, BFE und BFS, Bern und Neuchâtel 2004; Econcept und nateco: Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft. Monetarisierung der Verluste und Fragmentierung von Habitats. ARE, Bern 2004; Infras: Externe Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs 2000. Klima und bisher nicht erfasste Umweltbereiche sowie vor- und nachgelagerte Prozesse. ARE, Bern 2006.

hört wird. Der Ansatz mit der Sicht Verkehrsteilnehmende ist von Belang, wenn Massnahmen zur Internalisierung externer Kosten geplant sind, d.h. wenn diese Kosten dem Verursacher angelastet werden sollen (Sommer u.a., S.73-75, 84-85, 90-91).

2. *Lärm*: Die Ermittlung der mit Lärmeinwirkungen verbundenen externen Kosten beschränken sich auf Mietzinsverminderungen bei der Wohnnutzung und auf Störungen der menschlichen Gesundheit. Eine ganze Reihe von Aspekten des Lärms werden nicht erfasst, so etwa seine Auswirkungen an Arbeitsplätzen, Schulen und in Schutz- und Erholungsgebieten wie auch die Kosten von Schallschutzmassnahmen (Sommer u.a. 2008, S.112-114).
3. *Gesundheitsschäden infolge Luftverschmutzung*: Der Verkehr erzeugt Emissionen von Schadstoffen. Diese werden in besiedelten Gebieten zu Immissionen, denen die Bevölkerung ausgesetzt ist. Als Leitschadstoff wird der Feinstaub PM10 (Partikel mit einem Durchmesser unter 10 μ m) verwendet, d.h. alle Gesundheitsbeeinträchtigungen als Folge der Luftverschmutzung werden über PM10 quantifiziert. Durch Ozon-Konzentrationen hervorgerufene Schäden finden keine Berücksichtigung (Sommer u.a. 2008, S.150-151).
4. *Gebäudeschäden infolge Luftverschmutzung*: Hier geht es um effektiv getätigte erhöhte Aufwendungen zur Renovation wie auch zur Reinigung von Gebäudefassaden an verkehrsbelasteten Standorten und um Beeinträchtigungen von Fassadenzuständen an und abseits von verkehrsbelasteten Strassen (Verminderung der Lebensdauer). Schäden an Bau- und Kunstdenkmälern werden nicht erfasst. Auch betreffen die Reinigungskosten nur kommerziell bewirtschaftete Gebäude; von Privaten selbst vorgenommene Reinigungen sind nicht berücksichtigt. Auch hier dient PM10 als Leitschadstoff (Sommer u.a. 2008, S.173-175).
5. *Klimaänderung*: Durch den Ausstoss von Treibhausgasen (CO₂, Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O)) steigt deren Konzentration in der Atmosphäre, was bekanntlich zu Temperaturerhöhungen führt. Es wird zwischen kurzfristigen und langfristigen Klimakosten unterschieden, die mit einem niedrigen bzw. mit einem hohen Kostenniveau assoziiert sind. Die ersteren beinhalten die Aufwendungen, die zur Vermeidung von Emissionen getätigt werden müssen, um politisch festgelegte Reduktionsziele zu erreichen. Die letzteren beziehen sich auf alle zukünftigen Schäden an der menschlichen Gesundheit, an Ökosystemen und an natürlichen Ressourcen. Hier kommt also nicht wie vorhin ein Vermeidungskosten-, sondern ein Schadenskostenansatz zum Einsatz. In der Studie von Ecoplan und Infras werden beide Methoden angewendet, danach aber ein Zentralwert zwischen den beiden Schätzungen gebraucht⁹ (Sommer u.a. 2008, S.186-188).
6. *Schäden an Natur und Landschaft*: Zur Berechnung der externen Kosten in diesem Bereich dient ein Ersatzkostenansatz: Von Stichprobenflächen werden Luftbilder aus den 1950er Jahren mit neuen Aufnahmen verglichen, die infolge Aus-

⁹ Für die langfristige Perspektive, also die Bewertung zukünftiger Schäden, spielt die Diskontrate eine entscheidende Rolle. Die Diskontierung folgt einer negativen Zinseszinsrechnung. Wenn ich 1000 Franken heute mit 3% Zins anlege, hat sich meine Einlage bis in 50 Jahren in positiver Weise auf $1000 \text{ Fr.} \cdot (1,03)^{50} = 4383,91 \text{ Fr.}$ vermehrt. Umgekehrt ist ein in 50 Jahren eintretender Schaden von 1 Million Franken bei einer Diskontrate von 3% heute bloss $1'000'000 \text{ Fr.} \cdot (1,03)^{-50} = 228'107,08 \text{ Fr.}$ wert.

dehnung von Verkehrsinfrastrukturen seither eingetretenen Habitatverluste und – fragmentierungen bestimmt und schliesslich auf die ganze Schweiz hochgerechnet. Die externen Kosten ergeben sich dann als Kosten der Rückgängigmachung dieser Veränderungen. Nicht berücksichtigt sind dabei Beeinträchtigungen der Ästhetik von Landschaftsbildern und die damit verbundenen Verluste von Erlebniswerten (Sommer u.a. 2008, S.205-206).

7. *Ernteauffälle*: Vom Verkehr erzeugte Luftschadstoffe können Nutzpflanzen negativ beeinflussen. Da die Wirkungen von bodennahem Ozon gut bekannt sind, wird mit von diesem Schadstoff verursachten Schäden gearbeitet. Durch Vergleich mit normalen Erträgen können die Einbussen erfasst und deren Wert auf Grund der geltenden Preise eruiert werden. Nicht berücksichtigt sind: Einfluss von Ozon auf Weiden und Grasland, negative Wirkungen von Stickstoff-Emissionen auf Nutzpflanzen und Folgen der Bodenversauerung (Sommer u.a. 2008, S.220-222).
8. *Waldschäden*: Luftschadstoffe können auf vielfältige Weise zu einer Beeinträchtigung der Wälder führen. Nur ein Teil davon kann quantifiziert werden. Dies ist der Fall für Reduktionen des Holzwachstums als Folge von Ozonbelastung und Bodenversauerung wie auch für Aufwendungen im Zusammenhang mit durch Verminderung der Standfestigkeit bewirkten Windwürfen. Diese haben eine Ertragsreduktion sowie Zusatzkosten für Räumungen und Wiederaufforstungen zur Folge. Keine Berücksichtigung finden aus geschwächten Wäldern entstehende zusätzliche Naturgefahren (Sommer u.a. 2008, S.233-235).
9. *Bodenschäden*: Zu den in diesem Bereich erfassbaren Effekten gehören die Bodenverschmutzungen entlang von Verkehrswegen durch Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Zur Bestimmung der Kosten dient ein Reparaturkostenansatz, d.h. es wird berechnet, wie viel eine Sanierung der Böden kostet (Sommer u.a. 2008, S.248-250).
10. *Zusatzkosten in städtischen Räumen*: Hier werden zwei Arten von Effekten bewertet: a) Räumliche Trenneffekte durch die Strassen- und Schieneninfrastruktur: Für den Fussverkehr gibt es beim Überqueren einer Strasse Wartezeiten und damit Zeitverluste, die monetär bewertet werden (Zeit ist Geld!); b) Raumknappheitseffekte: Vor allem bei grösseren Strassen wird der für Velos zur Verfügung stehende Raum knapp. Hier werden die Kosten für eine verbesserte Veloinfrastruktur in Rechnung gestellt (Sommer u.a. 2008, S.259-260).
11. *Kosten vor- und nachgelagerter Prozesse*: Damit sollen Folgeschäden erfasst werden, die nicht direkt mit dem Betrieb der Fahrzeuge verbunden sind. Zu den fraglichen Prozessen gehören die folgenden Aktivitäten: Herstellung, Unterhalt und Entsorgung von Fahrzeugen, Herstellung, Transport und Bereitstellung der Betriebsenergie und Herstellung, Unterhalt und Entsorgung der Verkehrsinfrastruktur. Bei all diesen Vorgängen treten vielfältige Umweltbelastungen auf, deren vollständige Erfassung sehr aufwändig wäre. Die Studie von EcoPlan und Infrac begnügt sich mit der Erfassung der mit den genannten Prozessen verknüpften Emission von Treibhausgasen, unabhängig davon, ob diese im In- oder Ausland stattfindet. Die Berechnungen folgen dem gleichen Schema wie bei der Klimaänderung (Sommer u.a. 2008, S.269-271).

5.2 Die vom unterschiedlichen Mobilitätsverhalten verursachten externen Kosten

Tabelle 10 zeigt die aus den obigen Berechnungen abgeleiteten Kosten pro pkm für die verschiedenen Verkehrsmittel in den genannten Bereichen der externen Kosten. Zur Charakterisierung der Unfallkosten ist die Sicht Verkehrsteilnehmende gewählt worden. Ernteauffälle und Waldschäden sind zusammengefasst, weil für beide die gleichen Kosten ausgewiesen werden; sie sind also mit je der Hälfte an den aufgeführten Werten beteiligt. Für Tram und Trolley fehlen die Daten. Die damit verbundenen Effekte sind z.T. vernachlässigbar, z.T. aber auch nicht, so dass die externen Kosten für diese beiden Verkehrsmittel auf alle Fälle zu tief geschätzt sind.

Tabelle 10: Durch Benützung der verschiedenen Verkehrsmittel erzeugte externe Kosten pro pkm										
Quelle: Sommer u.a. 2008, S.294, 296 (– bedeutet, dass keine Daten verfügbar sind)										
Quelle der Kosten	Auto	Mofa	Motorrad	Bahn	Tram	Trolley	Bus	Car	Velo	Zu Fuss
Unfälle	2,86	87,87	19,38	0,040	0,76	0,76	0,76	5,12	26,79	2,23
Lärm	0,60	0,96	10,23	0,330	0,08	0,04	0,91	0,52	0,00	0,00
Luftverschmutzung: Gesundheit	1,11	1,59	1,59	0,342	–	0,79	2,36	0,70	–	0,00
Luftverschmutzung: Gebäudeschäden	0,15	0,22	0,22	0,049	–	–	0,33	0,10	–	0,00
Klimaänderung	1,18	0,80	0,80	0,006	–	–	0,82	0,34	0,00	0,00
Schädigung Natur + Landschaft	0,69	0,40	0,40	0,451	0,00	0,00	0,18	0,10	0,00	0,00
Ernteauffälle + Waldschäden	0,06	0,08	0,08	0,002	–	–	0,32	0,12	0,00	0,00
Bodenschäden	0,06	0,06	0,06	0,130	–	–	0,14	0,08	0,00	0,00
Zusatzkosten in städtischen Räumen	0,08	0,07	0,07	0,103	–	–	0,05	0,01	0,00	0,00
Vor- und nachgelagerte Prozesse	0,53	0,71	0,71	0,145	–	–	0,28	0,13	–	0,00
Total	7,32	92,75	33,54	1,598	0,84	1,59	6,15	7,22	26,79	2,23

Tabelle 11 enthält das Resultat der Anwendung der Kilometerkosten von Tabelle 10 auf die jährlichen Verkehrsleistungsdaten des Mikrozensus, wiederum differenziert nach den Haushaltstypen und nach den Hauptverkehrsmitteln, wobei der Langsamverkehr verständlicherweise nur bei der Kategorie „Unfälle“ erscheint – hier aber mit einem Anteil von rund 20% an den gesamten unfallverursachten externen Kosten markant vertreten ist – während er in den anderen Bereichen mit einer Ausnahme keine externen Kosten erzeugt. Die Ausnahme betrifft natürlich die Herstellung, den Unterhalt und die Entsorgung von Fahrrädern, über die aber keine Daten vorliegen.

Tabelle 11: Durchschnittliche jährliche pro Person verursachte externe Kosten der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen in CHF Quellen: BFS 2007a; Sommer u.a. 2008, S.294, 296						
Art der Schäden / Verkehrsmittel	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Unfälle (Sicht Verkehrsteilnehmende)						
Alle Verkehrsmittel	254,98	455,75	535,10	742,98	501,01	457,58
LV	111,53	98,99	77,64	63,87	89,73	93,58
MIV	132,65	351,55	453,68	675,88	406,67	358,30
Auto	56,16	237,07	355,45	435,62	288,65	247,61
ÖV	10,80	5,21	3,78	3,23	4,61	5,71
Bahn	1,93	0,80	0,70	0,65	0,76	0,96
ÖV Strasse	8,88	4,41	3,08	2,58	3,86	4,74
Lärm						
Alle Verkehrsmittel	40,90	80,00	98,75	126,98	89,25	80,72
MIV	19,44	70,35	90,79	119,73	80,30	69,56
Auto	11,78	49,73	74,57	91,39	60,56	51,95
ÖV	21,46	9,66	7,96	7,25	8,95	11,16
Bahn	15,14	6,26	5,48	5,10	5,93	7,56
ÖV Strasse	6,32	3,40	2,48	2,16	3,02	3,60
Luftverschmutzung: Gesundheit						
Alle Verkehrsmittel	57,33	113,00	154,66	188,60	131,56	118,46
MIV	24,75	97,32	142,23	177,60	117,23	100,91
Auto	21,80	92,01	137,95	169,07	112,03	96,10
ÖV	32,58	15,68	12,43	11,20	14,33	17,55
Bahn	15,69	6,49	5,68	5,28	6,15	7,83
ÖV Strasse	16,89	9,19	6,75	5,92	8,18	9,72
Luftverschmutzung: Gebäudeschäden						
Alle Verkehrsmittel	7,77	15,28	20,92	25,55	17,80	16,03
MIV	3,36	13,17	19,24	24,03	15,86	13,66
Auto	2,95	12,43	18,64	22,85	15,14	12,99
ÖV	4,42	2,11	1,68	1,52	1,93	2,37
Bahn	2,25	0,93	0,81	0,76	0,88	1,12
ÖV Strasse	2,17	1,18	0,87	0,76	1,05	1,25

Tabelle 11 (1. Forts.): Durchschnittliche jährliche pro Person verursachte externe Kosten der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen in CHF

Quellen: BFS 2007a; Sommer u.a. 2008, S.294, 296

Art der Schäden / Verkehrsmittel	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Klimaänderung						
Alle Verkehrsmittel	30,30	103,51	151,04	185,98	124,41	107,80
MIV	24,64	100,46	148,79	184,00	121,69	104,56
Auto	23,17	97,81	146,65	179,73	119,09	102,16
ÖV	5,66	3,05	2,25	1,98	2,72	3,24
Bahn	0,28	0,11	0,10	0,09	0,11	0,14
ÖV Strasse	5,39	2,93	2,15	1,89	2,61	3,10
Schädigung von Natur und Landschaft						
Alle Verkehrsmittel	36,07	67,62	94,71	114,48	79,52	71,85
MIV	14,19	58,41	86,74	107,10	70,84	60,84
Auto	13,55	57,20	85,75	105,10	69,64	59,74
ÖV	21,87	9,20	7,96	7,38	8,68	11,01
Bahn	20,69	8,56	7,49	6,96	8,11	10,33
ÖV Strasse	1,18	0,64	0,47	0,41	0,57	0,68
Ernteauffälle und Waldschäden						
Alle Verkehrsmittel	3,63	6,55	8,64	10,49	7,49	6,81
MIV	1,44	5,37	7,77	9,72	6,44	5,56
Auto	1,18	4,97	7,46	9,14	6,06	5,19
ÖV	2,19	1,18	0,87	0,77	1,06	1,26
Bahn	0,09	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05
ÖV Strasse	2,10	1,14	0,84	0,74	1,02	1,21
Bodenschäden						
Alle Verkehrsmittel	8,24	8,22	10,21	11,89	9,11	8,96
MIV	1,36	5,26	7,68	9,56	6,33	5,45
Auto	1,18	4,97	7,46	9,14	6,06	5,19
ÖV	6,88	2,97	2,53	2,33	2,78	3,51
Bahn	5,96	2,47	2,16	2,01	2,34	2,98
ÖV Strasse	0,92	0,50	0,37	0,32	0,45	0,53

Tabelle 11 (2. Forts.): Durchschnittliche jährliche pro Person verursachte externe Kosten der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen in CHF Quellen: BFS 2007a; Sommer u.a. 2008, S.294, 296						
Art der Schäden / Verkehrsmittel	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Zusatzkosten in städtischen Räumen						
Alle Verkehrsmittel	6,73	8,97	11,95	14,23	10,28	9,66
MIV	1,67	6,83	10,11	12,52	8,27	7,11
Auto	1,57	6,63	9,94	12,19	8,07	6,93
ÖV	5,05	2,13	1,84	1,71	2,01	2,55
Bahn	4,73	1,95	1,71	1,59	1,85	2,36
ÖV Strasse	0,33	0,18	0,13	0,11	0,16	0,19
Vor- und nachgelagerte Prozesse						
Alle Verkehrsmittel	19,98	49,78	70,72	87,09	59,05	52,15
MIV	11,49	46,02	67,57	84,20	55,55	47,77
Auto	10,41	43,93	65,87	80,73	53,49	45,89
ÖV	8,49	3,75	3,14	2,88	3,50	4,38
Bahn	6,65	2,75	2,41	2,24	2,61	3,32
ÖV Strasse	1,84	1,00	0,74	0,64	0,89	1,06
Externe Kosten total						
Alle Verkehrsmittel	465,94	908,69	1'156,69	1'508,45	1'029,50	930,02
LV	111,53	98,99	77,64	63,87	89,73	93,58
MIV	234,98	754,76	1'034,60	1'404,35	889,19	773,71
Auto	143,74	606,77	909,75	1'114,94	738,78	633,74
ÖV	119,42	54,95	44,45	40,23	50,57	62,73
Bahn	73,41	30,37	26,57	24,70	28,76	36,64
ÖV Strasse	46,01	24,58	17,88	15,53	21,81	26,08

Betrachten wir den Anteil der Hauptverkehrsmittel an den gesamten externen Kosten für den Gesamtdurchschnitt (Spalte F in Tabelle 11). Vom Total von rund 930 Franken pro Jahr und Person entfallen 83% auf den MIV (68% auf das Auto), 10% auf den LV und rund 7% auf den ÖV. Entsprechend sieht das Bild natürlich auch völlig verschieden aus, wenn wir die Daten für Personen aus autolosen Haushalten (A) mit denjenigen für Personen aus autobesitzenden Haushalten (E) vergleichen. Bei den letzteren betragen die Prozentsätze 86 für den MIV (72 für das Auto), rund 9 für den LV und 5 für den ÖV, bei den ersteren 50 für den MIV (31 für das Auto), 26 für den ÖV und 24 für den LV. Erwartungsgemäss treffen wir einen extremen Überhang des MIV als Kostenverursacher bei Personen aus Haushalten mit 3 und mehr Autos

an: Er nimmt satte 93% in Anspruch (das Auto 74%); auf den LV entfallen 4, auf den ÖV rund 3%.

Wenn wir die Durchschnittssituation betrachten, wie sie in der Spalte „Alle Haushalte“ (F) erscheint, sehen wir, dass insgesamt (Zeile „Alle Verkehrsmittel“) die weitaus grössten Kosten bei den Unfällen anfallen, auf tieferem Niveau gefolgt von den Gesundheitsauswirkungen der Luftverschmutzung, dem Klimawandel und dem Lärm. Die kleinsten Beträge ergeben sich bei den Ernteaufschlägen und Waldschäden, den Bodenschäden und den Zusatzkosten in städtischen Räumen. Die gleiche Spalte zeigt uns auch, dass der MIV in allen Bereichen die höheren externen Kosten als der ÖV verursacht. Der grösste Unterschied besteht bei der Klimaänderung (Verhältnis von 28:1), was angesichts der Tatsache, dass hier die Treibhausgas-Emissionen entscheidend sind, nicht verwunderlich ist. Fast im gleichen Mass (Verhältnis von rund 27:1) unterscheiden sich MIV und ÖV bei den Unfällen. Ein Verhältnis von rund 10:1 trifft auf die vor- und nachgelagerten Prozesse zu. Bei den übrigen Bereichen stehen die beiden Hauptverkehrsmittel in einem Verhältnis von rund 5:1 oder darunter. Bei den gesamten externen Kosten ist der MIV mit einer Summe vertreten, die rund 10 mal grösser als die des ÖV ist.

Vergleichen wir nun die Haushalte miteinander. Zuerst notieren wir, dass die mit den autofreien Haushalten (A) zusammenhängenden totalen externen Kosten rund 466 Fr., die mit den autobesitzenden Haushalten (E) assoziierten rund 1'029 Fr. pro Jahr und Person betragen. Wer ohne eigenes Auto lebt, spart also der Allgemeinheit 563 Fr. ein. Auf das in der Schweiz existierende autofrei lebende Bevölkerungssegment, das rund 1 Million Personen umfasst, hochgerechnet, bedeutet dies somit eine Schadensvermeidung in der Grössenordnung von über einer halben Milliarde Franken.

5.3 Relativvergleich der Mobilitätsformen bezüglich ihrer externen Kosten

Für den weiteren Quervergleich benützen wir wiederum eine Tabelle mit Relativwerten, die einmal auf die Spalte E (Alle Haushalte mit Auto) und einmal auf die Spalte F (Alle Haushalte) bezogen sind (siehe Tabelle 12). Betrachten wir auch hier den Unterschied zwischen den Auswirkungen des Mobilitätsverhaltens von Personen in autolosen (A) mit denjenigen von Personen in autobesitzenden Haushalten (E) etwas genauer. In allen Fällen sind die vom Mobilitätsverhalten von Personen in A verursachten externen Kosten kleiner als die mit Personen in E zusammenhängenden. Für alle Kosten zusammen verursachen die ersteren nur 45% der mit den letzteren verbundenen Summe. Diese Grössenordnung trifft auch auf mehrere Teilbereiche zu, so auf die Unfälle, den Lärm, die Luftverschmutzung (sowohl Gesundheit wie Gebäudeschäden), die Schäden an Natur und Landschaft und Ernteaufschläge und Waldschäden. Grössere Abweichungen nach unten zeigen die Bereiche vor- und nachgelagerte Prozesse (34%) und vor allem Klimaänderung (nur 24%). Das letztere Resultat ist natürlich sehr einleuchtend, wenn wir daran denken, dass es hier ja um die Effekte der Treibhausgas-Emissionen geht. Markante Abweichungen nach oben gibt es bei den Zusatzkosten in städtischen Gebieten (65%) und vor allem bei den Bodenschäden (90%).

Tabelle 12: Relativer Quervergleich zwischen den personenbezogenen haushalts-spezifischen Mobilitätsformen hinsichtlich ihrer externen Kosten Quellen: BFS 2007a; Sommer u.a. 2008, S.294, 296						
Art der Belastung, der Kosten	A: Haus- halte oh- ne Auto	B: Haus- halte mit 1 Auto	C: Haus- halte mit 2 Au- tos	D: Haus- halte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Referenz: Durchschnitt der Personen in autobesitzenden Haushalten (E)						
Unfälle (Sicht Ver- kehrsteilnehmende)	0,51	0,91	1,07	1,48	1,00	0,91
Lärm	0,46	0,90	1,11	1,42	1,00	0,90
Luftverschmutzung: Gesundheit	0,44	0,86	1,18	1,44	1,00	0,90
Luftverschmutzung: Gebäudeschäden	0,44	0,86	1,18	1,44	1,00	0,90
Klimaänderung	0,24	0,83	1,21	1,49	1,00	0,87
Schädigung von Natur und Landschaft	0,45	0,85	1,19	1,44	1,00	0,90
Ernteauffälle und Waldschäden	0,48	0,87	1,15	1,40	1,00	0,91
Bodenschäden	0,90	0,90	1,12	1,30	1,00	0,98
Zusatzkosten in städti- schen Gebieten	0,65	0,87	1,16	1,38	1,00	0,94
Vor- u. nachgelagerte Prozesse	0,34	0,84	1,20	1,47	1,00	0,88
Total	0,45	0,88	1,12	1,47	1,00	0,90

5.4 Unsicherheiten und ein Vergleichsbeispiel

Allgemein gilt für die Berechnung externer Kosten, dass sie mit grossen Unsicherheiten behaftet sind. Die Studie von Ecoplan und Infrac kommentiert diesen Umstand so (Sommer u.a., S.12): „Die Berechnungen beruhen auf dem *at least* Ansatz, d.h. überall wo Annahmen und Vereinfachungen vorgenommen werden, werden diese ‚so realistisch wie möglich, im Zweifelsfall jedoch konservativ‘ getroffen. Konkret bedeutet dies, dass bei Unsicherheiten vorsichtige Annahmen unterlegt werden, die eher zu einer Unter- als einer Überschätzung der tatsächlichen Kosten führen.“ Zudem werden alle Schätzungen mit Bandbreiten in der Form von 95%-Konfidenzintervallen versehen¹⁰ (Sommer u.a. 2008, S.69-70). Für die mit der Klimaänderung verbundenen Kosten wird diese Bandbreite z.B. mit $\pm 56\%$ um den berechneten Zentralwert angegeben. Auf die im vorliegenden Papier angegebene Summe von rund 108 CHF für eine durchschnittliche Person (also für alle Verkehrsmittel und alle Haushalte, Spalte F in Tabelle 11) angewendet, würde dies eine Bandbreite von rund 47 bis rund 168 CHF ergeben. Darüber hinaus konnten ja, wie die obige Besprechung der

¹⁰ Dies bedeutet, dass der „richtige“ Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,95 innerhalb der angegebenen Bandbreite liegt.

einzelnen Kostenbereiche andeutet, eine ganze Reihe von Schaden verursachenden Faktoren gar nicht berücksichtigt werden. Über unwägbarere Grossrisiken wie z.B. das mögliche Kippen des Golfstromes kann sowieso nichts ausgesagt werden. Man geht deshalb wohl nicht fehl in der Annahme, dass die vom Verkehr verursachten externen Kosten in Wirklichkeit bedeutend höher sind als aus den bisherigen Berechnungen hervorgeht.

Tabelle 12 (Forts.): Relativer Quervergleich zwischen den personenbezogenen haushaltsspezifischen Mobilitätsformen hinsichtlich ihrer externen Kosten Quellen: BFS 2007a; Sommer u.a. 2008, S.294, 296						
Art der Belastung, der Kosten	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Referenz: Durchschnitt der Personen in allen Haushalten (F)						
Unfälle (Sicht Verkehrsteilnehmende)	0,56	1,00	1,17	1,62	1,09	1,00
Lärm	0,51	0,99	1,22	1,57	1,11	1,00
Luftverschmutzung: Gesundheit	0,48	0,95	1,31	1,59	1,11	1,00
Luftverschmutzung: Gebäudeschäden	0,49	0,95	1,31	1,59	1,11	1,00
Klimaänderung	0,28	0,96	1,40	1,73	1,15	1,00
Schädigung von Natur und Landschaft	0,50	0,94	1,32	1,59	1,11	1,00
Ernteauffälle und Waldschäden	0,53	0,96	1,27	1,54	1,10	1,00
Bodenschäden	0,92	0,92	1,14	1,33	1,02	1,00
Zusatzkosten in städtischen Gebieten	0,70	0,93	1,24	1,47	1,07	1,00
Vor- u. nachgelagerte Prozesse	0,38	0,95	1,36	1,67	1,13	1,00
Total	0,50	0,98	1,24	1,62	1,11	1,00

Eine Studie, in der mit höheren Kostenfaktoren gerechnet wird, stammt von Infrac und dem Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW) an der Universität Karlsruhe (Schreyer u.a. 2004). In ihr werden die externen Kosten des Verkehrs für die EU15-Länder¹¹ plus Norwegen und der Schweiz für das Jahr 2000 berechnet. Die berücksichtigten Kostenbereiche sind dieselben wie die bisher besprochenen mit Ausnahme der luftverschmutzungsbedingten Gebäudeschäden wie auch der Ernte-

¹¹ Zu den EU15-Ländern gehören Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Luxemburg, die Niederlande, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien und das Vereinigte Königreich (UK).

Wald- und Bodenschäden, die alle fehlen.¹² Die Verkehrsmittel, die in die Rechnung eingehen, beschränken sich auf Auto, Motorrad, Bus und Bahn. Obschon die Schätzungen für das Jahr 2000 gültig sind, wenden wir die berechneten Werte für die Kilometerkosten zum Vergleich auf die Mikrozensus-Daten von 2005 an. Sie betragen für die Gesamtheit der verursachten externen Kosten in Euro pro 1000 pkm: 81,7 für das Auto, 245,6 für das Motorrad, 13,7 für die Bahn und 47,1 für den Bus. Im Jahr 2000 schwankte der Wechselkurs für Schweizer Franken um 1,5 pro Euro herum. Wir nehmen also diesen Wert für die Umrechnung und bekommen in Rappen pro pkm (in Klammer zum Vergleich die Werte aus der vorgängig betrachteten Arbeit von Ecoplan und Infrac): Auto 12,26 (5,52), Motorrad 36,84 (26,34), Bahn 2,06 (1,57) und Bus 7,06 (5,55).

Die Resultate sind in Tabelle 13 zusammengefasst. Gesamthaft (Alle Haushalte in Spalte F) ist jetzt das Total der vom Verkehr erzeugten externen Kosten pro Jahr und Person auf 1'193 (vorher 930) Franken gestiegen. Der MIV hat jetzt einen Anteil von 94% (vorher 82%), der des ÖV ist auf 6% (vorher 8%) gesunken. Der Unterschied zwischen dem Kostentotal von Personen aus autofreien (A) und solchen aus autobesitzenden Haushalten (F) hat sich auf 958 (1'362-404) Franken (vorher 563) vergrößert. Anders ausgedrückt betragen die externen Kosten bei A 30% (vorher 45%) derjenigen bei E.

Tabelle 13: Durchschnittliche jährliche pro Person verursachte externe Kosten der haushaltsspezifischen Mobilitätsformen in CHF mit relativem Quervergleich Quellen: BFS 2007a; Schreyer u.a. 2004, S.79						
Verkehrsmittel	A: Haushalte ohne Auto	B: Haushalte mit 1 Auto	C: Haushalte mit 2 Autos	D: Haushalte mit 3+ Autos	E: Alle Haushalte mit Auto	F: Alle Haushalte
Absolute Werte in CHF						
Alle	404,21	1'148,69	1'629,56	2'006,03	1'361,74	1'192,71
MIV	263,51	1'084,41	1'576,87	1'958,05	1'302,29	1'118,93
Auto	240,65	1'015,84	1'523,08	1'866,61	1'236,85	1'061,00
ÖV	140,70	64,28	52,70	47,97	59,45	73,79
Bahn	94,28	39,00	34,13	31,73	36,94	47,06
Relative Werte, bezogen auf E						
Alle	0,30	0,84	1,20	1,47	1,00	0,88
Relative Werte, bezogen auf F						
Alle	0,34	0,96	1,37	1,68	1,14	1,00

Diese Verschiebungen haben natürlich mit den höheren Kilometeransätzen zu tun, die zu grösseren Gesamtwerten führen, obschon einige Kostenbereiche (von kostenmässig allerdings minderer Bedeutung) und einige Verkehrsmittel gar nicht be-

¹² Bei den Unfällen wird, wenn ich den Text richtig interpretiere, die Sicht Verkehrsteilnehmende verwendet.

rücksichtigt sind. Die grösste Veränderung hat bei der Bewertung des Klimawandels stattgefunden: In der momentan diskutierten Studie ist für die mit einer Tonne CO₂ assoziierten Kosten mit einer hohen Schätzung¹³ von 140 Euro (= 210 Franken) gerechnet worden; in der Arbeit von Ecoplan und Infrac sind es bloss 90 Franken. Der gleiche Ansatz wurde auch bei den vor- und nachgelagerten Prozessen gewählt, bei denen auch hier die damit verbundenen Treibhausgas-Emissionen berücksichtigt wurden. Dies erklärt einiges und wirkt sich natürlich vor allem als erhöhte Kostenzurechnung beim MIV aus. Beim ÖV bleiben die Kosten absolut gesehen im bisherigen Rahmen, obschon auch bei der Bahn ein grösserer Kilometeransatz zum Zug kommt. Hier ist aber daran zu denken, dass ausser dem Bus der Rest des ÖV auf der Strasse in der Rechnung fehlt. Schliesslich spielt bei den Verschiebungen in der Bedeutung der Hauptverkehrsmittel auch die Absenz des LV im Unfallbereich eine Rolle. Trotz diesen Unterschieden, die die Resultate der beiden Studien nicht direkt vergleichbar machen, können wir aus ihnen eine Vorstellung davon bekommen, wie externe Kostenberechnungen je nach gewählten Annahmen sehr unterschiedlich ausfallen können.

6. Quellen

Bundesamt für Statistik (BFS), 2007a: Excel-Tabelle, die die mit den verschiedenen Verkehrsmitteln für die verschiedenen Verkehrszwecke zurückgelegten durchschnittlichen Tagesdistanzen für Personen aus Haushalten mit 0, mit 1, mit 2 und mit 3 und mehr Autos zeigt, in verdankenswerter Weise von Marc Gindraux zur Verfügung gestellt. Neuchâtel.

Bundesamt für Statistik (BFS), 2007b: Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung im Personenverkehr. Excel-Tabelle, www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/05/blank/key/verkehrsleistungen/leistungen.html (Schweizerische Verkehrsstatistik).

Bundesamt für Statistik (BFS) und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), 2007: Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus zum Verkehrsverhalten. Neuchâtel und Bern (enthält Informationen allgemeiner Art).

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 1995: Vom Menschen verursachte Luftschadstoff-Emissionen in der Schweiz von 1900 bis 2010. Schriftenreihe Umwelt Nr. 256. Bern.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 2005: Feinstaub eindämmen- für bessere Luft in der Stadt. Faktenblatt zum Internationalen Tag der Umwelt, 5. Juni 2005. Bern.

Maibach, Markus, Philippe Schenkel, Daniel Peter und Sonja Gehrig (Infrac), 1997: Umweltindikatoren im Verkehr. Kennziffern für einen ökologischen Vergleich der Verkehrsmittel. GVF-Bericht 1/97 (GVF-Auftrag Nr. 289). Dienst für Gesamtverkehrsfragen (GVF), Bern.

Schweizerische Bundesbahnen (SBB), 2006: Geschäftsbericht 2005. SBB AG, Bern.
Schreyer, Christoph, Christian Schneider und Markus Maibach (Infrac) und Werner Rothengatter, Claus Doll und David Schmedding (IWW), 2004: External Costs of

¹³ Im Bericht ist von *high scenario* oder *upper bound* die Rede.

Transport. Update Study. Final Report. Infras, Zürich und Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW) der Universität Karlsruhe, Karlsruhe.

Sommer, Heini, Christoph Lieb und Renger Van Nieuwkoop (Ecoplan) und Markus Maibach, Christoph Schreyer, Daniel Sutter, Jürg Heldstab, Christian Marti und Helen Lückge (Infras), 2008: Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz. Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten. Schlussbericht. Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) und Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

Spielmann, Michael und Peter de Haan, 2008: Umweltindikatoren im Verkehr. Vergleich der Verkehrsmittel anhand CO₂-Emissionen, Energieaufwand und übriger Umweltauswirkungen. Rüegger, Zürich und Chur (Publikation des Institutes für Umweltentscheidungen der ETH, Zürich).

Steiner, Dieter, 2005: Weniger Kilometer – bessere Umwelt. Zu den Umwelteffekten des autofreien Mobilitätsstils. Club der Autofreien Schweiz (CAS), Zürich (veröffentlicht auf www.clubderautofreien.ch).