



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Office fédéral du développement territorial ARE
Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Uffizi federal da svilup dal territori ARE

b a s e s

**SP-Befragung 2010 zum Verkehrs-
verhalten im Personenverkehr**

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)

Auftraggeber

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Auftragnehmer

Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, 8093 Zürich
TransSol GmbH (TS), 8820 Wädenswil
TransOptima GmbH (TO), 4600 Olten

Bearbeitung

Philipp Fröhlich (TS, operative Projektleitung)
Kay Axhausen (IVT, strategische Projektleitung)
Milenko Vrtic (TO)
Claude Weis (IVT)
Alexander Erath (IVT)

Begleitgruppe

Helmut Honermann, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Leitung
Loris Ambrosini, Kanton Tessin
Thomas Bucheli, Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Stefan Bürgler, Kanton Zug
Kurt Erni, Kanton Solothurn
Hans-Ulrich Felber, Bundesamt für Verkehr (BAV)
Johannes Lieberherr, Schweizerische Bundesbahnen (SBB)
Nicole Mathys, Bundesamt für Energie (BFE)
Hansruedi Müller, Kanton Aargau
Timo Ohnmacht, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
Christian Ordon, Kanton Zürich
Jean-Luc Poffet, Bundesamt für Strassen (ASTRA)
Kathrin Rebmann, Bundesamt für Statistik (BFS)
Michael Redle, Kanton Basel-Stadt
Ernst Schmid, Kanton Luzern
Barbara Sury (bis Dezember 2010) bzw. Lorenz Schweizer (ab Januar 2011), Kanton Bern

Produktion

Stabstelle Kommunikation ARE

Zitierweise

Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2011) SP-Befragung 2010 zum Verkehrsverhalten im Personenverkehr

Bezugsquelle

www.are.admin.ch

Mai 2012

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Abbildungen	v
Tabellen	vii
Kurzfassung	xi
Abrégé	xi
Riassunto	xii
Abstract	xii
Zusammenfassung	xiii
Résumé	xvii
 1 Aufgabenstellung	 1
1.1 Einleitung und Hintergründe	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Lösungsansatz	4
1.4 Arbeitsprogramm	8
 2 Gesamtkonzept Modellstruktur	 9
2.1 NPVM: Kurze Analyse	10
2.2 Grundstruktur	12
2.3 Festlegung der exogenen Variablen	14
2.4 Entscheidungsmodell, Nutzenfunktion und Funktionsformen	20
2.5 Spezialanwendungen	28
 3 Befragungskonzept	 31
3.1 Rekrutierung der Befragten	31
3.2 Erzeugung der Wege aus den Mikrozensus-Daten	32

3.3	Auswahl des berichteten Weges aus dem Mikrozensus	32
3.4	Versuchspläne und Fragebogendesign.....	39
3.4.1	Generierung der Alternativen im Ist-Zustand	39
3.4.2	Erstellung der Versuchspläne	45
3.4.3	Generierung der Fragebögen.....	48
3.4.4	Illustration der Auslastungszustände.....	52
4	SP-Befragung: Pretest.....	55
4.1	Durchführung des Pretests und Rücklauf.....	55
4.1.1	Ablauf des Pretests	55
4.1.2	Erstellung der Fragebögen.....	55
4.1.3	Festgestellte Mängel	56
4.1.4	Rücklaufanalyse	58
4.2	Deskriptive Auswertung Pretest	61
4.2.1	Soziodemographische Eigenschaften der befragten Personen.....	61
4.2.2	Eigenschaften der berichteten Wege	63
4.2.3	Beschreibung des Antwortverhaltens.....	67
4.2.4	Non-Trading-Verhalten.....	67
4.2.5	Korrelationen zwischen den Attributen in den SP-Experimenten	69
4.2.6	Abschlussfrage zum unwichtigsten Attribut bei der Entscheidung.....	75
4.2.7	Anmerkungen der Befragten	76
4.3	Schätzung der Testmodelle	78
4.3.1	Verkehrsmittelwahl	78
4.3.2	ÖV-Routenwahl	80
4.3.3	MIV-Routenwahl.....	81
4.4	Schlussfolgerungen Pretest.....	82
5	SP-Befragung: Hauptbefragung	83
5.1	Anpassungen der Versuchspläne und des Fragebogendesigns.....	83
5.1.1	Ablauf der Hauptbefragung	85
5.1.2	Erstellung der Fragebögen.....	86
5.1.3	Rücklaufanalyse	86
5.2	Datenerfassung und Plausibilisierung	96

5.3	Struktur der Datenbank.....	98
5.4	Deskriptive Auswertung Hauptbefragung.....	108
5.4.1	Soziodemographische Eigenschaften der befragten Personen.....	108
5.4.2	Gewichtung der Stichprobe	111
5.4.3	Eigenschaften der berichteten Wege	111
5.4.4	Beschreibung des Antwortverhaltens.....	114
5.4.5	Non-Trading-Verhalten.....	115
5.4.6	Attribute der SP-Befragungen	116
5.4.7	Korrelationen zwischen den Attributen in den SP-Experimenten	118
5.4.8	Abschlussfrage zu den unwichtigsten Attributen bei der Entscheidung.....	120
5.5	Schätzung Testmodelle	122
5.5.1	Verkehrsmittelwahl	124
5.5.2	ÖV-Routenwahl	131
5.5.3	MIV-Routenwahl.....	131
5.5.4	Zeitwerte und Elastizitäten	133
6	Ausblick	135
	Literaturverzeichnis	138
	Anhang: Fragebogenbeispiel	140

Abbildungen

Abbildung 1	Beispiel Stated Choice Befragung: Verkehrsmittelwahl	4
Abbildung 2	Verkehrsmittelwahl: Attribute und ihre Ausprägungen aus verschiedenen Schweizer Studien	6
Abbildung 3	Routenwahl: Attribute und ihre Ausprägungen aus verschiedenen Studien..	7
Abbildung 4	Zusammenspiel von exogenen und endogenen Variablen	10
Abbildung 5	NPVM: Datenquellen und Zusammenhänge.....	12
Abbildung 6	Datenquellen für die Erstellung des Nachfragemodells	24
Abbildung 7	Verteilung der Weglängen für verschiedene Auswahlregeln	34
Abbildung 8	Verteilung der Verkehrsmittelanteile für verschiedene Auswahlregeln	35
Abbildung 9	Verteilung der Fahrtzwecke für verschiedene Auswahlregeln	36
Abbildung 10	Verteilung der Weglängen für die Distanzklassen „kurz“ und „lang“	37
Abbildung 11	Verteilung der Verkehrsmittel für die Distanzklassen „kurz“ und „lang“	38
Abbildung 12	Verteilung der Fahrtzwecke die Distanzklassen „kurz“ und „lang“	39
Abbildung 13	Beispiel einer Entscheidungssituation.....	52
Abbildung 14	Illustration der Auslastungszustände für eine Fahrt mit dem Tram oder Bus	53
Abbildung 15	Illustration der Auslastungszustände für eine Fahrt mit der Bahn	54
Abbildung 16	Pretest: Rücklauf nach Welle und Sprachregion.....	59
Abbildung 17	Pretest: Befragungsrücklauf im Kontext vergleichbarer Studien.....	60
Abbildung 18	Pretest: Rücklaufdauer	61
Abbildung 19	Pretest: Verteilung der Weglängen	65
Abbildung 20	Pretest: Gegenüberstellung der Weglängen berichtet – geroutet.....	66
Abbildung 21	Pretest: Distanz – MIV-Treibstoffkosten bei Verkehrsmittelwahl	72
Abbildung 22	Pretest: Distanz – MIV-Fahrtzeit bei Verkehrsmittelwahl	72
Abbildung 23	Pretest: Distanz – ÖV-Kosten bei Verkehrsmittelwahl	73
Abbildung 24	Pretest: MIV Fahrtzeit – MIV-Treibstoffkosten bei Verkehrsmittelwahl	73
Abbildung 25	Pretest: MIV Fahrtzeit – ÖV-Kosten bei Verkehrsmittelwahl.....	74
Abbildung 26	Pretest: Nicht-linearer Ansatz für die Berechnung des Benzinverbrauchs ..	74
Abbildung 27	Hauptbefragung: Rücklauf nach Welle und Sprachregion	88

Abbildung 28	Hauptbefragung: Befragungsrücklauf im Kontext vergleichbarer Studien ...	90
Abbildung 29	Hauptbefragung: Rücklaufdauer nach Welle und total.....	91
Abbildung 30	Hauptbefragung: Räumliche Verteilung des Rücklaufs nach Postleitzahl ...	92
Abbildung 31	Hauptbefragung: Rücklauf nach Kantonen [%]	93
Abbildung 32	Hauptbefragung: Verteilung der Anzahl ausgefüllter Entscheidungssituationen.....	97
Abbildung 33	Struktur der Datenbank	98
Abbildung 34	Hauptbefragung: Verteilung der Weglängen.....	113
Abbildung 35	Hauptbefragung: Distanzabhängigkeit des ÖV-Zeitwertes aus nicht-linearen Verkehrsmittelwahlmodell.....	134

Tabellen

Tabelle 1	Massgebende Strukturvariable und Quell-Ziel-Gruppen.....	16
Tabelle 2	Variablenliste und Abhängigkeiten.....	22
Tabelle 3	Attribute der Verkehrsmittelwahl und ihre Ausprägungen.....	23
Tabelle 4	Attribute der Routenwahl und ihre Ausprägungen	27
Tabelle 5	Parkplatzsuchzeit in Minuten.....	40
Tabelle 6	Distanzfaktoren Luftlinie – Fussweg – ÖV	43
Tabelle 7	Generalisierte Auslastungsklassen für ÖV-Wegetappen ohne spez. Daten	44
Tabelle 8	Fahrtkosten ÖV, falls automatisierte Preisabfrage fehlschlägt	45
Tabelle 9	Aufteilung der Attribute auf die Versuchspläne: Verkehrsmittelwahl	46
Tabelle 10	Aufteilung der Attribute auf die Versuchspläne: Routenwahl.....	48
Tabelle 11	Zuteilung der Fragebogentypen	50
Tabelle 12	Pretest: Übersicht der rekrutierten Personen und Rücklauf.....	58
Tabelle 13	Pretest: Soziodemographische Eigenschaften der Befragten	62
Tabelle 14	Pretest: Verteilung der Fahrtzwecke	64
Tabelle 15	Pretest: Verteilung der Verkehrsmittel.....	65
Tabelle 16	Pretest: Wahl des Verkehrsmittels in den SP-Experimenten	67
Tabelle 17	Pretest: <i>Non-Trading</i> in den SP-Daten	69
Tabelle 18	Pretest: Korrelationen in den Verkehrsmittelwahl-Experimenten.....	69
Tabelle 19	Pretest: Korrelationen in den MIV Routenwahl-Experimenten.....	70
Tabelle 20	Pretest: Korrelationen in den ÖV-Routenwahl-Experimenten.....	70
Tabelle 21	Pretest: Antworten nach Häufigkeitsklassen der Anzahl unwichtige Attribute.....	75
Tabelle 22	Pretest: Auswertung der „unwichtigsten“ Attribute	76
Tabelle 23	Pretest: Anmerkungen der Befragten.....	77
Tabelle 24	Pretest: Ergebnisse Testmodell Verkehrsmittelwahl.....	79
Tabelle 25	Pretest: Ergebnisse Testmodell ÖV-Routenwahl.....	80
Tabelle 26	Pretest: Ergebnisse Testmodell MIV-Routenwahl.....	81
Tabelle 27	Hauptbefragung: Attribute der Verkehrsmittelwahl und ihre Ausprägungen	84
Tabelle 28	Hauptbefragung: Attribute der Routenwahl und ihre Ausprägungen	85
Tabelle 29	Hauptbefragung: Übersicht der rekrutierten Personen und Rücklauf	87
Tabelle 30	Hauptbefragung: Rücklauf nach Gemeindetyp des Wohnortes.....	89

Tabelle 31	Hauptbefragung: Rücklaufzahlen nach Kanton.....	94
Tabelle 32	Hauptbefragung: Einfluss der Fragebogenlänge auf den Rücklauf	95
Tabelle 33	Hauptbefragung: Rücklauf nach Fragebogentyp	96
Tabelle 34	Struktur der Datei: Soziodemographische Daten.....	100
Tabelle 35	Struktur der Datei: Verkehrsmittelwahl.....	104
Tabelle 36	Struktur der Datei: Routenwahl MIV	106
Tabelle 37	Struktur der Datei: Routenwahl ÖV	107
Tabelle 38	Struktur der Datei: Gesamtdatensatz	108
Tabelle 39	Struktur der Datei: Rücklauf	108
Tabelle 40	Hauptbefragung: Soziodemographische Eigenschaften der Befragten in Prozent	110
Tabelle 41	Hauptbefragung: Ausstattung der Befragten mit Mobilitätswerkzeugen in Prozent.....	111
Tabelle 42	Hauptbefragung: Verteilung der Fahrtzwecke in Prozent	112
Tabelle 43	Hauptbefragung: Verteilung der Verkehrsmittel in Prozent.....	113
Tabelle 44	Hauptbefragung: Wahl des Verkehrsmittels in den SP-Experimenten	114
Tabelle 45	Hauptbefragung: <i>Non-Trading</i>	115
Tabelle 46	Hauptbefragung: Statistische Kennwerte der SP-Attribute der Verkehrsmittelwahl	116
Tabelle 47	Hauptbefragung: Statistische Kennwerte der SP-Attribute der Routenwahl MIV	117
Tabelle 48	Hauptbefragung: Statistische Kennwerte der SP-Attribute der Routenwahl ÖV	117
Tabelle 49	Hauptbefragung: Variation der Attribute.....	118
Tabelle 50	Hauptbefragung: Korrelationen der Attribute in den Verkehrsmittelwahl-Experimenten.....	119
Tabelle 51	Hauptbefragung: Korrelationen der Attribute in den MIV Routenwahl-Experimenten.....	120
Tabelle 52	Hauptbefragung: Korrelationen der Attribute in den ÖV Routenwahl-Experimenten.....	120
Tabelle 53	Hauptbefragung: Antworten der Anzahl unwichtige Attribute	121
Tabelle 54	Hauptbefragung: Auswertung der „unwichtigen“ Attribute	122
Tabelle 55	Hauptbefragung: Testergebnisse für das Grundmodell der Verkehrsmittelwahl	125

Tabelle 56	Hauptbefragung: Testergebnisse für das Modell der Verkehrsmittelwahl mit Soziodemographie	127
Tabelle 57	Hauptbefragung: Testergebnisse für das nicht-lineare Modell der Verkehrsmittelwahl	129
Tabelle 58	Hauptbefragung: Testergebnisse für komplexere Modelle	131
Tabelle 59	Hauptbefragung: Testergebnisse für das ÖV-Routenwahlmodell.....	131
Tabelle 60	Hauptbefragung: Testergebnisse für das MIV-Routenwahlmodell	132
Tabelle 61	Hauptbefragung: Testergebnisse für Zeitwerte und Elastizitäten	133

Kurzfassung

Um die Reaktion des Verkehrsverhaltens auf Veränderungen des Verkehrsangebots inkl. Preise besser beurteilen zu können, wurde im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) mit Unterstützung einer Reihe von Kantonen und der SBB eine *Stated Preference*-Befragung (SP-Befragung) durchgeführt. Mit der Methode der SP-Befragung werden mögliche Verhaltensänderungen der Befragten durch die Vorgabe mehrerer Alternativen mit veränderten Rahmenbedingungen ermittelt.

Die Bundesämter Statistik (BFS) und Raumentwicklung (ARE) führen im 5-Jahres-Rhythmus den Mikrozensus Mobilität und Verkehr durch, der sowohl bezüglich der Wegcharakteristiken als auch der Personenstichprobe repräsentativ für die Schweiz ist. Im Jahre 2010 ergab sich erstmals die Möglichkeit die Mikrozensus-Erhebung mit einer SP-Befragung zu ergänzen. In deren Rahmen wurden Daten für das Verkehrsmittelwahl- und Routenwahlverhalten erhoben, welche für die Weiterentwicklung des Nationalen Personenverkehrsmodells (NPVM) sowie für die Erstellung und Erweiterung kantonaler Verkehrsmodelle genutzt werden sollen.

Abrégé

Afin de mieux juger la réaction du comportement en matière de transports sur les changements de l'offre de transport (y inclus les prix), un sondage sur les préférences déclarées (*Stated Preference*, SP) a été conduit, commis par l'office fédéral du développement territorial (ARE) et supporté par plusieurs cantons et les CFF. Par la méthode des SP, les réactions possibles des personnes sondées sont évaluées en leur présentant différents scénarios pour lesquels les attributs des alternatives varient.

Les offices fédéraux de la statistique (BFS) et du développement territorial (ARE) conduisent toutes les 5 années le Microrecensement mobilité et transports (MRMT), qui est un sondage représentatif pour la Suisse en ce qui concerne les caractéristiques des trajets et l'échantillon des personnes. En 2010, il se révéla pour la première fois la possibilité de combiner le Microrecensement avec un sondage SP, dans le cadre duquel des données sur le comportement en matière de choix d'un véhicule et d'une route ont été relevées. Ces données serviront au développement du modèle national de transport de personnes (MNTP) ainsi qu'à l'établissement et l'élargissement de modèles cantonaux.

Riassunto

Per spiegare meglio la reazione delle persone, in termini di mobilità, a cambiamenti nell'offerta di trasporto, inclusi i prezzi, è stato condotto, su commissione dell'Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE) e con l'appoggio di alcuni Cantoni e delle FFS, un sondaggio con questionari di tipo Stated-Preferences (questionari SP). Con il metodo SP si cercano di accertare possibili cambiamenti nel comportamento delle persone, in termini di mobilità, proponendo loro situazioni in cui scegliere tra più alternative i cui attributi vengono variati.

Gli uffici federali di Statistica (UST) e sviluppo territoriale (ARE), conducono ogni cinque anni il micro censimento per la mobilità e i trasporti su un campione rappresentativo per la Svizzera sia in termini di popolazione che per il tipo di tragitti. Nel 2010 c'è stata, per la prima volta, la possibilità di combinare questo censimento con un questionario SP, nel quale sono stati rilevati dati sulle abitudini di scelta del mezzo di trasporto e su quella del percorso, che saranno usati, sia per l'ulteriore sviluppo del modello nazionale del trasporto persone, che per la realizzazione e l'estensione di modelli cantonali di trasporto.

Abstract

For the improved appraisal of travel behaviour reactions to changes in transport supply, including prices, the Swiss federal office for spatial development (ARE) commissioned a *Stated Preference* (SP) survey with the support of a number of cantons and the Swiss Federal Railways. With SP surveys, possible travel behaviour changes of the respondents are analyzed by presenting them different choice scenarios with varying attributes.

Every 5 years the Swiss federal offices for statistics (BFS) and spatial development (ARE) carry out the mobility and transportation Microcensus, a survey which is representative for the Swiss population in terms of the trip characteristics and of the persons sampled. In 2010 the possibility arose for the first time to combine the Microcensus with a *Stated Preference* (SP) survey, in which data on mode and route choice behaviour were collected. These data sources will be used for the further development of the national person transport model as well as the establishment and extension of cantonal models.

Zusammenfassung

Um die Reaktion des Verkehrsverhaltens auf Veränderungen des Verkehrsangebots inkl. Preise besser beurteilen zu können, wurde im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) mit Unterstützung der Bundesämter für Strassen (ASTRA), für Verkehr (BAV), für Energie (BFE) und Umwelt (BAFU) sowie acht Kantone (ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, AG, TI) und der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) eine *Stated Preference*-Befragung (SP-Befragung) durchgeführt. Mit der Methode der SP-Befragung werden mögliche Verhaltensänderungen der Befragten durch die Vorgabe mehrerer Alternativen mit veränderten Rahmenbedingungen ermittelt.

Die Bundesämter Statistik (BFS) und Raumentwicklung (ARE) führen im 5-Jahres-Rhythmus den Mikrozensus Mobilität und Verkehr durch, der sowohl bezüglich der Wegcharakteristiken als auch der Personenstichprobe repräsentativ für die Schweiz ist. Im Jahre 2010 ergab sich erstmals die Möglichkeit, die Mikrozensus-Erhebung mit einer SP-Befragung zu ergänzen. In deren Rahmen werden Daten für das Verkehrsmittelwahl- und Routenwahlverhalten erhoben, welche für die Weiterentwicklung des Nationalen Personenverkehrsmodells (NPVM) sowie für die Erstellung und Erweiterung kantonaler Verkehrsmodelle genutzt werden sollen, um Wirkungsanalysen von Infrastrukturprojekten und verkehrspolitischen Massnahmen durchführen zu können.

Ziele

Die Zielsetzung des Projekts war, eine SP-Erhebung zu konzipieren und durchzuführen, welche bezüglich der Wegecharakteristiken (Verkehrsmittel, Zweck und Länge) und der räumlichen und soziodemographischen Merkmale der Befragten, die Stichprobe des Mikrozensus repräsentativ widerspiegelt. Beim Erhebungsdesign wurde auf die Anforderungen bezüglich:

- Preiselastizität und nicht-lineare Einflüsse
- Parkplatzsituation
- Einkommen
- Auslastung im öffentlichen Verkehr (ÖV) und motorisierten Individualverkehr (MIV)

entsprechend Rücksicht genommen.

Vorgehen

In einem ersten Schritt wurde ein Modellkonzept entwickelt, um die Anforderungen der Nachfragemodellierung an die SP-Befragung und die späteren Modellschätzungen im Nationalen Personenverkehrsmodell (NPVM) zu formulieren. Aufbauend auf einer Analyse des be-

stehenden NPVM wurden die Spezifikationen sowohl aus Sicht von Basisanwendungen als auch Spezialanwendungen diskutiert.

Mit Entscheidungsmodellen werden die Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Alternativen bzw. Ausprägungen jedes Merkmals ermittelt. Die Wahrscheinlichkeiten werden beeinflusst von den Merkmalen der Personen, des Wegezwecks, des Angebots und der Attraktivität der konkurrierenden Zielgelegenheiten und der alternativen Verkehrsmittel. Das bestehende Nachfragemodell des NPVM erfüllt mit seiner Struktur die Anforderungen, die für die Basisanwendungen notwendig sind, vollumfänglich.

Die offene Struktur der im NPVM verwendeten Verkehrsplanungssoftware VISEVA ermöglicht auch Erweiterungen der bestehenden Struktur sowohl im Bezug auf die Nachfragesegmentierung als auch im Bezug auf die Einflussfaktoren. Eine solche Erweiterung wurde schon im Rahmen des Forschungspakets „Mobility Pricing“ (ASTRA, 2007) erfolgreich durchgeführt. Damit lässt sich das Nachfragemodell des NPVM, wenn das die verfügbaren Datengrundlagen und Verhaltensparameter ermöglichen, auch auf Spezialanwendungen erweitern.

Die Ausprägungen für das SP-Experiment wurden so definiert, dass die Erstellung des Basismodells, und damit die Abbildung des heutigen Verkehrsverhaltens möglich ist. Gleichzeitig werden durch die Festlegung der Variationen die Reaktionen auf Angebotsveränderungen erfasst und dadurch die Prognosefähigkeit gesichert. Ausserordentliche Angebotsveränderungen, die deutlich ausserhalb der hier betrachteten Variationen liegen, verlangen eine gezielte Befragung.

Die SP-Befragung wurde als *Stated Choice* Befragung formuliert, in welcher die Entscheidungssituationen auf einem durch die jeweiligen Befragten im Mikrozensus Mobilität und Verkehrs 2010 (MZMV 2010) berichteten Weg basierten. Das Erhebungskonzept und die erstellten SP-Experimente sowie die daraus erhobenen Daten sollten zusammen mit den Mikrozensusdaten die Anforderungen an zukünftige Modellstrukturen erfüllen und die entsprechende Schätzung von Modellparametern ermöglichen. Mit diesen Daten ist die Schätzung der Routen- und Verkehrsmittelwahlmodelle gesichert.

Erhebung

Über einen Zeitraum von insgesamt 14 Wochen (2 Wochen Pretest, 12 Wochen Hauptbefragung) wurden die teilnehmenden Personen (maximal eine Person pro Haushalt, nur am Stichtag mobile über 18-jährige) im Rahmen des MZMV rekrutiert und bekamen einige Tage später den personalisierten SP-Fragebogen in Papierform zugestellt. Nach dem Ablauf von 3 Wochen ohne Antwort wurde ein Erinnerungsschreiben versandt. Insgesamt wurde für 5'714

rekrutierte Personen ein Fragebogen erstellt, von welchen 4'038, oder gut 70%, an der Befragung teilnahmen. Dies ist angesichts der recht hohen Komplexität des Fragebogens eine sehr hohe Rücklaufquote und übertrifft die vorgängigen Erwartungen.

Für die Erstellung der Fragebögen mussten für jeden berichteten Weg die Attribute aller in Frage kommenden Verkehrsmittelalternativen erzeugt werden, welche dann als Grundlage für die Erstellung der Entscheidungssituationen mittels vorgefertigter Versuchspläne dienten.

Die zeitkürzesten MIV-Wege wurden gemäss der im MZMV 2010 berichteten Start- und Endkoordinate mittels der Software MATSim, basierend auf dem hoch aufgelösten Navigationsnetz der Firma Teleatlas ermittelt. Dabei wurden tageszeitabhängige Belastungszustände berücksichtigt. Die Verbindungssuche im ÖV erfolgte über eine automatisierte Abfrage des auf der SBB-Webseite verfügbaren Hafas-Fahrplans (<http://www.sbb.ch/>). Für berichtete Wege mit dem ÖV werden Start- und Zielhaltestellen gemäss MZMV 2010 übernommen. Ansonsten erfolgte die Abfrage basierend auf der Start- und Zieladresse des berichteten Weges. Die Verbindungssuche berücksichtigt das im MZMV 2010 berichtete Datum (Unterscheidung der Fahrpläne nach Wochentag) sowie die Abfahrtszeit.

Jede befragte Person erhielt einen individuell zugeschnittenen Fragebogen. Welcher Fragebomentyp zugeordnet wurde, hing von mehreren Faktoren ab. Die Vielzahl an möglichen Kombinationen aus:

- Verfügbarkeit eines PW's und damit einhergehend der entsprechenden Verkehrsmittel-Alternative
- Distanzklasse
- gewähltem Verkehrsmittel im berichteten und ausgewählten Weg
- Zuteilung eines Versuchsplans (per Zufallsauswahl zu Attributsatz 1 oder 2)

Dies führte zu 22 verschiedenen Fragebogenvarianten, welche jeweils in den drei Landessprachen Deutsch, Französisch und Italienisch angeboten wurden. Insgesamt waren also 66 verschiedene Fragebögen zu erzeugen.

Zum besseren Verständnis der in den Fragebögen vorkommenden ÖV-Auslastungszustände „tief“, „mittel“, „hoch“ und „überlastet“ wurden den Befragten illustrative Abbildungen dieser Zustände für eine Fahrt mit dem Tram oder Bus sowie mit der Bahn angezeigt. Im Pretest festgestellte Mängel bezüglich der Alternativengenerierung wurden vor der Hauptbefragung behoben, und leichte Anpassungen im Versuchsplan und der Berechnung der Attribute zur Verminderung der Korrelationen zwischen den einzelnen Attributen vorgenommen.

Ergebnisse

Anhand deskriptiver Auswertungen und der Schätzung einfacher und komplexer Testmodelle mit Daten für alle Wochentage (multinomiale Logit (MNL)-Modelle mit linearen Nutzenfunktionen, ein nicht-linearer Ansatz, Mixed Logit und Latent Class) zur Routen- und Verkehrsmittelwahl konnte aufgezeigt werden, dass die erhobenen Daten die gestellten Ansprüche erfüllen und somit für weitere Modellschätzungen sehr gut geeignet sind.

Die geschätzten Parameter und die für die Diagnose verwendeten Kenngrößen wie Zeitwerte und Elastizitäten sind durchwegs plausibel. Zudem ist die Erklärungskraft der geschätzten Modelle recht hoch, was angesichts der einfachen Modellformen ein weiteres Zeichen für die gute Datenqualität ist. Das Ziel der Testschätzungen bestand darin, die Qualität der erhobenen Daten zu prüfen. Die Suche nach den bestmöglichen Modellformulierungen (Form der nicht-linearen Interaktionen), die Schätzung komplexerer Modellformen (gemeinsame RP-/SP- bzw. Verkehrsmittel-/Routenwahlmodelle) wird Aufgabe eines entsprechenden Nachfolgeprojektes sein.

Das entworfene Modellkonzept und die erhobenen SP-Daten stellen die Grundlage für nachfolgende Projekte dar, wie z.B.:

- die Schätzung der Entscheidungsmodelle,
- die Aktualisierung der Modellansätze des Nationalen Personenverkehrsmodells und kantonaler Modelle,
- die Aktualisierung der Basismodelle für Ist- und Prognosezustand,
- die Anwendungen für Fragestellungen zu Angebotsveränderungen im MIV und ÖV sowie Wirkungsanalysen zu verkehrs-, umwelt- und energiepolitischen Massnahmen,
- die Berechnung von Szenarien zur Nachführung der Schweizerischen Perspektiven des Personenverkehrs bis 2040.

Résumé

Afin de pouvoir évaluer avec davantage de précision l'évolution du comportement en matière de déplacements suite à une modification de l'offre de transports (y compris des prix), un sondage sur les préférences déclarées (*Stated Preference Survey*, sondage SP) a été effectué sur mandat de l'Office fédéral du développement territorial (ARE), soutenu par les offices fédéraux des routes (OFROU), des transports (OFT), de l'énergie (OFEN) et de l'environnement (OFEV), par huit cantons (ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, AG, TI) et par les Chemins de fer fédéraux (CFF). Cette méthode du sondage sur les préférences déclarées permet de mettre en évidence les éventuels changements de comportement des personnes interrogées en présence de plusieurs solutions de rechange lorsque les conditions générales ont été modifiées.

Tous les cinq ans, l'Office fédéral de la statistique (OFS) et l'ARE procèdent à un Microrecensement mobilité et transports (MRMT), qui fournit des données représentatives pour toute la Suisse en termes de caractéristiques de déplacement et d'échantillonnage de voyageurs. En 2010, ce microrecensement a pu, pour la première fois, être combiné à un sondage SP : les données ainsi relevées concernant le choix du moyen de transport et de l'itinéraire pourront être utilisées pour continuer de développer le Modèle national de transport de personnes (MNTP) et pour établir et élargir les modèles de transport cantonaux qui, à leur tour, permettront d'effectuer les analyses d'impact de projets d'infrastructures et de mesures de politique des transports.

Objectifs

Le projet avait pour objectifs de concevoir puis d'effectuer un sondage SP représentatif de l'échantillon du microrecensement en termes de caractéristiques des déplacements (moyen de transport, objet, distance) et de caractéristiques spatiales et sociodémographiques relatives aux personnes interrogées. La conception du sondage tenait compte des facteurs suivants :

- élasticité de la demande par rapport au prix et influences non linéaires,
- situation en matière de stationnement,
- revenu,
- taux d'occupation dans les transports publics (TP) et charge du trafic individuel motorisé (TIM).

Procédure

Dans une première étape, le concept du modèle a été mis au point en vue d'exprimer les exigences de la modélisation de la demande face au sondage SP et aux évaluations fondées sur un modèle ultérieures dans le cadre du MNTP. En se fondant sur une analyse du MNTP exis-

tant, les spécifications ont été considérées tant du point de vue des applications de base que des applications spécialisées.

Les modèles de choix permettent de déterminer la probabilité d'occurrence de chacune des solutions proposées et les variations induites par chacune des caractéristiques analysées. La probabilité dépend des caractéristiques des personnes, de l'objet du déplacement, de l'offre en destinations concurrentes et de leur attrait, ainsi que des moyens de transport de rechange. La structure du questionnaire existant pour le MNTP remplit entièrement les exigences requises pour les applications de base.

La structure ouverte du logiciel de planification des transports VISEVA utilisé dans le cadre du MNTP permet d'élargir la structure existante, tant en termes de segmentation de la demande qu'en termes de facteurs d'influence. Un tel élargissement a été effectué avec succès dans le cadre du projet de recherche « Mobility Pricing » (OFROU, 2007). Par conséquent, le modèle de la demande du MNTP peut aussi être étendu à des applications spécialisées si les bases de données et les paramètres du comportement disponibles le permettent.

Les variations induites utilisées pour le sondage SP ont été définies de telle sorte qu'un modèle de base puisse être établi et qu'une illustration du comportement actuel en matière de déplacements en soit tirée. Parallèlement, en définissant des variations, on a saisi les réactions aux modifications de l'offre, assurant ainsi la capacité à établir des prévisions. Les modifications de l'offre de type extraordinaire, qui dépassent le cadre des variations considérées dans le présent contexte, exigent un sondage ciblé.

Le présent sondage SP a été conçu sous la forme d'un sondage sur les préférences déclarées, où les situations de choix se référaient à un itinéraire signalé par la personne interrogée dans le cadre du Microrecensement mobilité et transports 2010. Le concept du sondage, les expériences SP qui ont été préparées, les données obtenues ainsi, en combinaison avec les données du microrecensement, devraient remplir les exigences structurelles de modèles futurs et doivent permettre d'évaluer des paramètres de modèle. Ces données assurent donc la possibilité d'évaluer les modèles de choix d'itinéraire et de moyen de transport.

Le sondage

Dans le cadre du MRMT, les participant-e-s au sondage (une personne par ménage au maximum, uniquement personnes de plus de 18 ans s'étant déplacées à la date de référence) ont été recrutées sur une période de 14 semaines (2 semaines de test, 12 semaines de sondage effectif) ; quelques jours plus tard, elles recevaient un questionnaire SP personnalisé sur papier.

Puis, les personnes qui n'avaient pas renvoyé leur questionnaire après trois semaines ont reçu une lettre de rappel. Au total, 5'714 personnes ont reçu un tel questionnaire personnalisé, dont 4'038, soit plus de 70 %, ont participé au sondage. Compte tenu de la complexité du questionnaire, ce taux de retour est très élevé et a dépassé toutes les attentes.

Pour établir le questionnaire, les attributs de tous les moyens de transport de rechange envisageables devaient être définis pour chaque déplacement signalé ; ces attributs allaient servir de base pour la définition des situations de choix à l'aide de plans d'essai préétablis.

Les trajets TIM les plus rapides ont été établis au moyen du logiciel MATSim, sur la base des coordonnées de départ et d'arrivée citées dans le microrecensement 2010, en se référant au réseau de navigation de haute résolution de l'entreprise Teleatlas. Ces calculs tiennent compte des charges de trafic, qui varient durant la journée. Côté TP, la recherche de correspondances a été effectuée automatiquement sur l'horaire en ligne Hafas, disponible sur le site des CFF (<http://www.cff.ch/>). Pour les trajets signalés effectués en TP, les arrêts d'origine et de destination utilisés sont ceux relevés dans le microrecensement 2010. Pour les autres, le calcul se fait selon l'adresse de départ et l'adresse d'arrivée du déplacement considéré. Les correspondances sont recherchées selon la date qui figure dans le microrecensement 2010 (horaires différenciés selon le jour de la semaine) et l'heure de départ.

Chacune des personnes sondées a reçu un questionnaire individualisé. Le type de questionnaire reçu dépendait de plusieurs facteurs et de leurs nombreuses combinaisons possibles, notamment :

- disponibilité d'une voiture et par conséquent d'un moyen de transport de rechange ;
- distance ;
- moyen de transport choisi pour le trajet signalé choisi ;
- attribution d'un plan d'essai (échantillon aléatoire, ensemble d'attributs 1 ou 2).

Cette démarche a abouti à 22 variantes de questionnaires, disponibles dans les trois langues nationales (allemand, français, italien). Au total, 66 types de questionnaires ont donc été établis.

Pour faciliter l'interprétation des niveaux d'occupation cités pour les TP (« bas », « moyen », « haut » ou « surchargé »), des illustrations explicatives étaient fournies aux personnes interrogées pour chaque niveau lors d'un déplacement en tram, en bus ou en train. Les défauts relatifs à la génération de solutions de rechange révélés par le test étaient corrigés dans le son-

dage effectif, qui a également fait l'objet de quelques adaptations au niveau du plan d'essai et du calcul des attributs en vue de diminuer les corrélations entre les différents attributs.

Résultats

À l'aide d'analyses descriptives et de l'évaluation de modèles de test simples et complexes faite avec des données de tous les jours de la semaine (modèles Multinomial logit MNL à fonctions utilitaires linéaires, une approche non linéaire, le modèle Mixed Logit et le modèle des classes latentes) concernant le choix de l'itinéraire et du moyen de transport, on a pu montrer que les données saisies remplissent les exigences postulées et se prêtent donc parfaitement à d'autres évaluations-modèles.

Les paramètres évalués et les chiffres utilisés pour indiquer par exemple la valeur du temps ou l'élasticité sont plausibles. De plus, la qualité d'ajustement des modèles évalués est relativement élevée, preuve supplémentaire de la qualité des données compte tenu de la simplicité des modèles considérés. Les évaluations d'essai étaient en effet destinées à vérifier la qualité des données saisies. Il incombera au projet de suivi correspondant de chercher la formulation la plus adéquate pour les modélisations (forme des interactions non linéaires) ainsi que d'évaluer les formes de modèles plus complexes (modèles conjoints RP/SP, resp. de choix d'itinéraire et de moyen de transport).

Le concept du modèle mis au point et les données SP saisies forment la base de projets de suivi tels que

- l'évaluation des modèles de choix,
- l'actualisation des approches utilisées pour le modèle du MNTP et les modèles cantonaux,
- l'actualisation des modèles de base pour l'état actuel et l'état prévu,
- les applications dans les problématiques relatives aux modifications de l'offre dans les TIM et les TP, ainsi que les études d'impact des mesures politiques afférentes aux transports, à l'environnement ou à l'énergie,
- le calcul de scénarios pour la mise à jour des Perspectives d'évolution du trafic voyageurs à l'horizon 2040.

1 Aufgabenstellung

1.1 Einleitung und Hintergründe

Stated Preference (SP) Befragungen werden in der Schweiz seit rund 10 Jahren zur Schätzung diskreter Entscheidungsmodelle zur Verkehrsmittel- und Routenwahl eingesetzt. Dabei waren oft spezielle Untersuchungszwecke massgebend, wie z.B. die Einführung der ICN-Züge oder die Prüfung des Mobility Pricings, die beide Fahrten mit langen Fahrtweiten untersuchten. SP-Befragungen sind insbesondere dann erfolgversprechend, wenn sie auf real berichteten Wegen basieren (sogenannte *Revealed Preference* (RP) Daten). In der Schweiz wird das Verkehrsverhalten von der SBB mit der kontinuierlichen Erhebung Personenverkehr (KEP), laufend für Wege > 3 km erfasst. Mangels vergleichbar gute Rekrutierungsmöglichkeiten wurden viele bisherigen SP-Erhebungen auf Grundlage der KEP-Daten aufgebaut, was, neben den speziellen Untersuchungszwecken, die bisherige Vernachlässigung der kürzeren Wege in den meisten SP-Erhebungen erklärt.

SP-Daten haben den Vorteil, unter „Laborbedingungen“, als Experiment, erhoben zu werden. Dabei werden den Befragten hypothetische Situationen vorgelegt. Damit ist eine grössere Variation in den Ausprägungen der Angebotsvariablen möglich. Im Versuchsplan können sowohl der Wertebereich der Attribute als auch die interessanten Wechselwirkungen zwischen den Attributen heraus gearbeitet werden.

RP-Daten hingegen werden durch Beobachtung oder Befragung von Entscheidungen unter realen Bedingungen und aktuellen Marktbedingungen gewonnen. Somit ist die Variation der Angebotsdaten oft zu gering und eine starke Korrelation zwischen einzelnen Variablen meist unvermeidlich. Ein Vorteil der RP-Daten ist die Erhebung realer Entscheidungen mit den umweltseitigen und technologischen Beschränkungen und individuellen Sachzwängen (z.B. Einkommen) der Befragten.

Die Bundesämter für Statistik und Raumentwicklung führen im 5-Jahres-Rhythmus den Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) durch, der sowohl bezüglich der Wegcharakteristiken als auch der Personenstichprobe repräsentativ für die Schweiz ist. Erstmals ergibt sich nun die Möglichkeit, mit der Unterstützung der Bundesämter für Strassen (ASTRA), für Verkehr (BAV), für Energie (BFE) und Umwelt (BAFU), einer Reihe von Kantonen (Aargau, Basel Stadt, Bern, Luzern, Solothurn, Tessin, Zug und Zürich) und der Schweizerischen Bun-

desbahnen (SBB) die Mikrozensus-Erhebung 2010 mit einer SP-Befragung zu kombinieren. Diese soll Daten für das Verkehrsmittelwahl- und Routenwahlverhalten erheben und für die Weiterentwicklung des Nationalen Personenverkehrsmodells (NPVM) sowie für die Erstellung und Erweiterung kantonaler Verkehrsmodelle genutzt werden

1.2 Zielsetzung

Die bisher durchgeführten SP-Erhebungen und ihre Anwendungen in den verschiedenen Modellen zeigten, dass bezüglich des nicht-linearen Verhaltens einzelner Einflüsse, des Besitzes von Mobilitätswerkzeugen und der Parkplatzsituation, zusätzliche Erkenntnisse erforderlich sind, um den gestiegenen Anforderungen an die Verkehrsmodellierung gerecht zu werden.

Die Zielsetzung des Projekts ist, eine SP-Erhebung zu konzipieren und durchzuführen, welche bezüglich der Wegecharakteristiken (Verkehrsmittel, Zweck und Länge) und der räumlichen und soziodemographischen Merkmale der Befragten, die Stichprobe des Mikrozensus repräsentativ widerspiegelt. Beim Erhebungsdesign ist auf die Anforderungen bezüglich:

- Preiselastizität und nicht-lineare Einflüsse
- Parkplatzsituation
- Einkommen
- Auslastung im ÖV und MIV

entsprechend Rücksicht zu nehmen.

Das Erhebungskonzept und die erstellten SP-Experimente sowie die daraus erhobenen Daten sollten zusammen mit den Mikrozensusdaten die Anforderungen an zukünftige Modellstrukturen erfüllen und die entsprechende Schätzung von Modellparametern ermöglichen. Mit diesen Daten ist die Schätzung der Routenwahlmodelle (MIV und ÖV) und Verkehrsmittelwahlmodelle gesichert.

Das entworfene Modellkonzept und die erhobenen SP-Daten stellen die Grundlage für nachfolgende Projekte, wie:

- die Schätzung der Entscheidungsmodelle,
- die Aktualisierung der Modellansätze des Nationalen Personenverkehrsmodells und kantonaler Modelle,
- die Aktualisierung der Basismodelle für Ist- und Prognosezustand,
- die Anwendungen für Fragestellungen zu Angebotsveränderungen im MIV und ÖV sowie Wirkungsanalysen zu verkehrs-, umwelt- und energiepolitischen Massnahmen,

- die Berechnung von Szenarien zur Nachführung der Schweizerischen Perspektiven des Personenverkehrs bis 2040r.

Daher wird bei der Kodierung der erhobenen SP-Daten in der Datenbank und beim Berichtswesen zum Projekt auf eine übersichtliche und schlüssige Dokumentation besonderen Wert gelegt.

1.3 Lösungsansatz

Die Methoden der Stated Preference (SP) wurden für die Verkehrsplanung aus der Marktforschung übernommen, wo sie unter dem Namen *Conjoint Analysis* bekannt geworden sind. Der Schwerpunkt dieser Methoden liegt in der Quantifizierung der Wirkungszusammenhänge, die ausserhalb der Reichweite bisheriger qualitativer und quantitativer Methoden liegen (Axhausen, 1995; Axhausen und Sammer, 2001). Dazu wird den Befragten eine Reihe von Situationen vorgelegt, in denen sie Alternativen bewerten müssen. Die Befragungsergebnisse bilden die Grundlage für die Modellierung des individuellen bzw. des aggregierten Verkehrsverhaltens.

In diesem Projekt wird die SP-Befragung als *Stated Choice* Befragung formuliert. Die *Stated Choice* Antwortform verlangt von dem Befragten eine Entscheidung zwischen mehreren vorgegebenen Alternativen. Der Vorteil dieser Form ist, dass sie einfach zu verstehen ist, relativ schnell durchgeführt werden kann und die realen Verhältnisse gut widerspiegelt. Es ist deshalb auch möglich, die Alternativen mit einer relativ grossen Anzahl von Einflussgrössen zu beschreiben, ohne die Befragten zu überlasten (Axhausen, 1999). Ein Beispiel für eine Entscheidungssituation aus einem SP-Fragenbogen zur Verkehrsmittelwahl ist in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1 Beispiel Stated Choice Befragung: Verkehrsmittelwahl

 Möglichkeit 1	 Möglichkeit 2
Sie fahren mit dem Auto	Sie fahren mit dem Zug
	Zugangszeit (von zu Hause/Ausgangsort zum Bahnhof): 15 Minuten
Fahrzeit (Tür zu Tür) : 35 Minuten	Fahrzeit (Zeit im System) : 20 Minuten
	Umsteigen: 2 mal
	Intervall (Fahrplankontakt): 15 Minuten
Preis (Reisekosten): 5 Fr.	Komfort: ICN
Wahrscheinlichkeit für eine mindestens 10-Min. Verspätung ist: 20%	Preis (Reisekosten): 6 Fr.
	Wahrscheinlichkeit für eine mindestens 10-Min. Verspätung ist: 5%

Ihre Wahl ?  ☐ ☐

Quelle: Vrtic *et al.* (2003)

In den nachfolgenden Abbildung 2 und Abbildung 3 sind die verwendeten Attribute und ihre Ausprägungen für die Verkehrsmittel- und Routenwahl von vorangegangenen Studien in der Schweiz aufgeführt. Diese Studien sind:

- Vrtic, M., N. Schüssler, A. Erath, M. Bürgle, K.W. Axhausen, E. Frejinger, M. Bierlaire, R. Rudel, S. Scagnolari und R. Maggi (2008) Einbezug der Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens, Endbericht für SVI 2005/004, *Schriftenreihe*, **1191**, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
- Vrtic, M., P. Fröhlich, N. Schüssler, K.W. Axhausen, C. Schulze, P. Kern, F. Perret, S. Pfisterer, C. Schultze, A. Zimmerman und U. Heidl (2005) Verkehrsmodell für den öffentlichen Verkehr des Kantons Zürich, Bericht an das Amt für Verkehr, Kanton Zürich, IVT, Ernst Basler + Partner, Zürich und PTV, Karlsruhe.
- Vrtic, M., K.W. Axhausen, R. Maggi und F. Rossera (2003) Verifizierung von Prognosemethoden im Personenverkehr, Bericht für die SBB und das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), IVT, ETH Zürich und USI Lugano, Zürich und Lugano.
- Weis, C. und K.W. Axhausen (2009) Benzinpreis und Bahnnutzung, Studie im Auftrag der Schweizerischen Bundesbahnen, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- König, A. und K.W. Axhausen (2004) Zeitkostenansätze im Personenverkehr, Endbericht für SVI 2001/534, *Schriftenreihe*, **1065**, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.

Abbildung 2 Verkehrsmittelwahl: Attribute und ihre Ausprägungen aus verschiedenen Schweizer Studien

Befragung Attribute	Mobility Pricing V'mittel		Mobility Pricing V'mittel & Route		SBB: Benzinspreis und Bahnnutzung	
	MIV	ÖV	MIV	ÖV	MIV	ÖV
Abfahrtszeit	0min, +15min, +30min	-15min, 0min, +15min				
Fahrzeit	-40%, -20%, 0%	-20%, -10%, 0%	-40%, -20%, 0%	-20%, -10%, 0%	-10%, 0%, +10%	-10%, 0%, +10%
Fahrtkosten	-20%, 0, +20% "	-10%, +15%, +30% *	-20%, 0, +20% "	-10%, +15%, +30% *	+10%, +50%, +100%, +150%	10%, +20%, +50%
Höhe Strassnegegebühr	-25%, +25%, +75%, +150% "		-25%, +25%, +75%, +150% "			
Verlässlichkeit	unverändert	10 Min Verspätung: nie, jede 20, jede 10. Reise				
Umsteigebehäufigkeit		0, -1, +1				
Intervall		+1, 0, -1 Stufe				
Parkgebühren			0 CHF, 2 CHF, 5 CHF	0, -1, +1		0, -1, +1
Zugangszeit				+1, 0, -1 Stufe		
Stauzeit				-15%, +15%, +30%		
Umsteigewartezeit					+0%, +10%, +20% der Fahrt	0, 10, 15 Min
Komfort						

Befragung Attribute	Kanton ZH		SVI Zeitkosten		ICN	
	MIV	ÖV	LIV	MIV	ÖV	MIV
Abfahrtszeit	-40%, -20%, 0%, +20%, +40%	-40%, -20%, 0%, +20%, +30%	-40%, -20%, 0%, +20%, +30%	0%, +10%, +30%	-10%, +10%, +25%	-10%, +10%, +25%
Fahrtkosten	-40%, -20%, 0%, +15%, +45%	-40%, -20%, 0%, +20%, +30%		0%, +10%, +20%	-20%, 0%, +20%	-5%, +15%, +40%
Höhe Strassnegegebühr						
Verlässlichkeit	10min Verspätung: jede 20te, 5te, 3te Reise	10min Verspätung: nie, jede 10te, 4te Reise				nie, jede 10te, jede 5te Fahrt
Umsteigebehäufigkeit		0, -1, +1				
Intervall		+2, +1, 0, -1, -2 Stufen		0, 1, 2		0, 1, 2
Parkgebühren				15, 30, 60 min		15, 30, 60 min
Zugangszeit						
Stauzeit		-40%, -20%, 0%, +20%, +40%				-15%, 0%, +15%
Umsteigewartezeit						
Komfort						Regionalzug, Doppelstock, IC/EC, ICN

* von 0.06 CHF/km

*GA 0.08 CHF/km, Halbtax: 0.15 CHF/km, ohne Abo: 0.28 CHF/km

Anmerkungen:

Abbildung 3 Routenwahl: Attribute und ihre Ausprägungen aus verschiedenen Studien

Befragung Attribute	Mobility Pricing MIV	Kanton ZH ÖV	SVI		SVI ÖV	ICN ÖV
			MIV			
Abfahrtszeit	-30min, -15min, unv., +15min, +30min					
Fahrzeit	-40%, -20%, 0%, +20%, +40%	-40%, -20%, 0%, +20%, +40%	A: -10%, 0%, +20% B: +15%, +25%, +35% von A	A: -10%, 0%, +20% B: -10%, +20%, +30% von A	-10%, -20%, 0%, +10%, 20%	
Kosten	0.06, 0.12 CHF/km	-40%, -20%, 0, +20%, +40%	A: -10%, 0%, +30% B: -15%, -25%, -35% von A	A: -10%, 0%, +20% B: +10%, +20%, +30% von A	-15%, -30%, 0%, +10%, +25%, +35%	
Art der Strassengebühr	alle Spuren, eine zusätzl. Spur					
Höhe Strassengebühr	4.5, 7.5, 10.5, 15 Rp/km					
Verlässlichkeit	Verspätung >10min: jede 20., 5., 3. Reise, nie berechnet					
Ankunftszeit						
Stauanteil						
Komfort		Bus, Tram, S-Bahn, Regionalzug, Zug, ICN-Zug	A&B: 0%, 15%, 25%		Regionalzug, Doppelstock, IC/EC, ICN	
Umsteigehäufigkeit		-1, 0, +1		A&B: 0,1,2	-1, 0, +1	
Umsteigezeit		-30%, 0%, +30%			-25%, +0%, +25%	
Intervall		-2, -1, 0, +1, +2 Stufen			15, 30, 60, 120 Min	
Zugangszeit		-40%, -20%, 0%, +20%, +40%				

1.4 Arbeitsprogramm

Die Arbeiten untergliedern sich in folgende Arbeitsschritte:

1. **Problemanalyse und Gesamtkonzept Modellstrukturen:** Gemeinsame Erarbeitung der detaillierten Problemsituation auf der Seite der Befragungsinhalte, der Modellansätze und des Anwendungsbedarfs sowie Festlegung des Handlungsbedarfs, einschliesslich der endgültigen Festlegung der Befragungsinhalte und Stichproben. Erstellung des Konzepts für die geplante Modellstruktur. Hier ist insbesondere die Abstimmung mit dem Auftraggeber notwendig. Kompatibilitätsabklärung mit „Konzeptstudie zur Zonen- und Netzverfeinerung“. Die Ergebnisse sind im Abschnitt 2 zusammengestellt.
2. **Befragungskonzept und Entwurf der SP-Befragungen:** Entwurf der SP-Experimente zur Verkehrsmittel- und Routenwahl. Festlegung von Einflussgrössen, Ausprägungen und Versuchsplan. Generierung der berichteten Wege und Erstellung der SP-Situationen und einen Fragebogenentwurf. 1. Zwischenbericht (siehe Abschnitt 3).
3. **Durchführung Pretest und Modelltest:** Durchführung des Pretests einschliesslich der Rekrutierung der Befragten, Generierung der SP-Fragenbögen, Koordination mit LINK-Institut und Plausibilisierung der Stichprobe. Schätzung eines einfachen Modells und einer bekannten, komplexen Modellform mit den Daten des Pretests. Analyse der Ergebnisse. Eventuell Anpassung des Versuchsplans. 2. Zwischenbericht. Die Ergebnisse können im Abschnitt 4 nachgelesen werden. Leser, die sich nur für die Ergebnisse der Hauptbefragung interessieren, können diesen Abschnitt überspringen.
4. **Hauptbefragung und Schätzung von Testmodellen:** Alternativengenerierung für die berichteten Wege. Erstellung und Versand der elektronischen Fragebögen ans LINK-Institut. Koordination und Plausibilisierung der Stichprobe für alle SP-Experimente, Kontinuierliche Überprüfung der soziodemographischen und verkehrlichen Charakteristiken der beantworteten Fragebögen und der MZMV Stichprobe. 3. Zwischenbericht. Testschätzung mit einer einfachen und einer bekannten, komplexen Modellform und Plausibilisierung der Modellparameter (siehe Abschnitt 7).
5. **Datenbank und Dokumentation der Arbeiten:** Konzept einer Datenbankstruktur und Umsetzung derselben. Kodierung der eingehenden SP-Fragebögen. Aufbereitung der SP-Daten und Ergänzung mit soziodemographischen Variablen für die Modellschätzung. Die SP-Befragung ist im vorliegenden Bericht dokumentiert und die erhobenen Daten wurden in einer Datenbank zusammengestellt.

2 Gesamtkonzept Modellstruktur

Die Anforderungen an die Verkehrsplanung und die dazu notwendigen Instrumente haben sich in letzter Zeit stark verändert. Zu den traditionellen Aufgaben, der eher langfristigen Infrastrukturplanung, kommen neue Verkehrsmanagementstrategien mit den Fragen nach Beeinflussung der Verkehrsnachfrage und Optimierung der Verkehrsabläufe dazu. Dadurch steigen auch die Anforderungen an die Verkehrsnachfragemodelle, sowohl im Bezug auf die notwendigen Datengrundlagen als auch auf die methodischen Voraussetzungen.

Die nachfolgende Analyse gibt eine Übersicht über die relevanten Komponenten des Nachfragemodells, die bei der Durchführung der Stated Preference Befragung sowie späteren Modellschätzungen berücksichtigt werden sollen. Da mittels der hier durchgeführten SP-Befragung die Parameter der nationalen und kantonalen Modelle aktualisiert werden sollen, ist es wichtig, die Struktur sowie Begrenzungen und Möglichkeiten der bestehenden Nachfragemodelle hier kurz darzustellen.

Verkehrsnachfragemodelle werden typischerweise als Modelle charakterisiert, welche Ortsveränderungen im Sinne der Ursachen der Verkehrsentstehung bzw. der Aktivitätenwahl, der Zielwahl, der Verkehrsmittelwahl und der Routenwahl qualitativ und quantitativ beschreiben. Um die entstehenden Ortsveränderungen (also die Verkehrsnachfrage) berechnen zu können, benötigen Verkehrsnachfragemodelle vor allem die Aufwände aus der Verkehrsangebotsmodellierung sowie die Parameter um eben diese Aufwände der alternativen Ziele, Verkehrsmittel und Routen bewerten zu können.

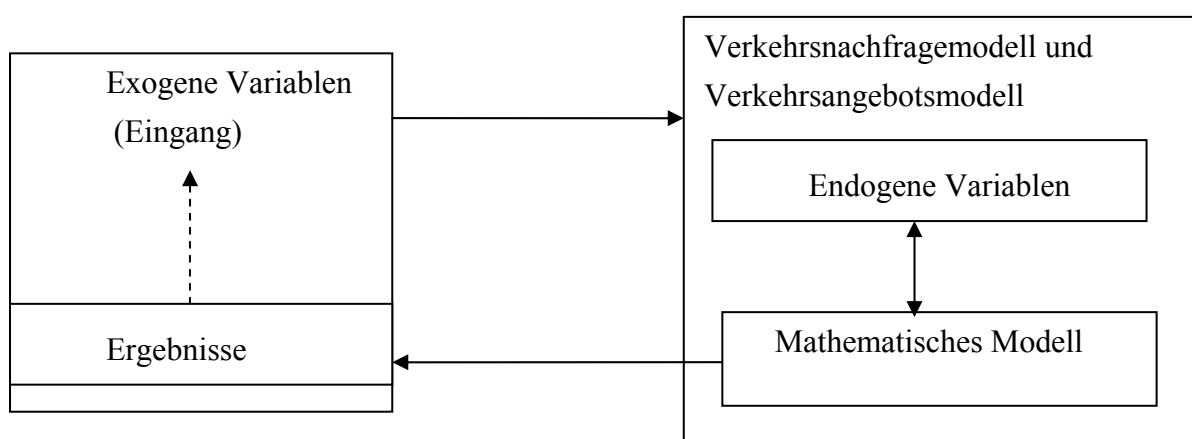
Bei der hier verwendeten Form der Verkehrsnachfragemodelle werden die Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Alternativen bzw. Ausprägungen jedes Merkmals ermittelt. Die Wahrscheinlichkeiten werden beeinflusst von den Merkmalen der Personen, des Wegzwecks, des Angebots und der Attraktivität der konkurrierenden Zielgelegenheiten und der alternativen Verkehrsmodi. Diese Merkmale gehen in das Modell als Eingangsvariablen ein. Dabei kann prinzipiell nach zwei Arten von Variablen unterschieden werden:

- Exogene Variablen werden direkt von aussen bestimmt und verstehen sich als vorhandene Größen (z. B.: Merkmale der Raumstruktur, Merkmale des Verkehrsangebots). Sind exogene Variablen direkt im Modell beeinflussbar, können sie auch als Instrumentenvariable bezeichnet werden. Sind sie nicht beeinflussbar, bilden sie Randbedingungen.

- Endogene Variablen hingegen hängen direkt oder indirekt von exogenen Variablen ab und sind nur mittelbar beeinflussbar (z. B.: Modellparameter, subjektive Bewertungskoeffizienten der exogenen Eingangsvariablen).

Mathematisch gesehen lässt sich also ein Modell als Menge von Relationen zwischen endogenen und exogenen Zielvariablen darstellen (vgl. Abbildung 4). Modellrelevante und entscheidungsbeeinflussende Faktoren, bzw. Variablen, dienen folglich als grundlegende Einflussgrößen bei Verkehrsnachfragemodellen. Die durch sie bestimmten Ortsveränderungen stehen im Blickpunkt der Betrachtungen und bilden die Grundlage zur Analyse der Wirkungszusammenhänge verschiedener Einflussgrößen.

Abbildung 4 Zusammenspiel von exogenen und endogenen Variablen



Quelle: Schiller, 2007

2.1 NPVM: Kurze Analyse

Das bestehende Nachfragemodell des Nationalen Personenverkehrsmodells (NPVM) erfüllt mit seiner Struktur die Anforderungen, die für die Basisanwendungen notwendig sind, vollumfänglich. Die offene Struktur der Verkehrsplanungssoftware VISEVA ermöglicht auch Erweiterungen der bestehenden Struktur sowohl im Bezug auf die Nachfragesegmentierung als auch im Bezug auf die Einflussfaktoren. Eine solche Erweiterung wurde schon im Rahmen des Forschungspakets „Mobility Pricing“ erfolgreich durchgeführt. Damit lässt sich das Nachfragemodell des NPVM, wenn das die verfügbaren Datengrundlagen und Verhaltensparameter ermöglichen, auch auf Spezialanwendungen erweitern. Die Grundstruktur mit Datenquellen und Modellschritten ist in der Abbildung 5 dargestellt. Im Folgenden werden die wesentlichen Beschränkungen des NPVM kurz erwähnt:

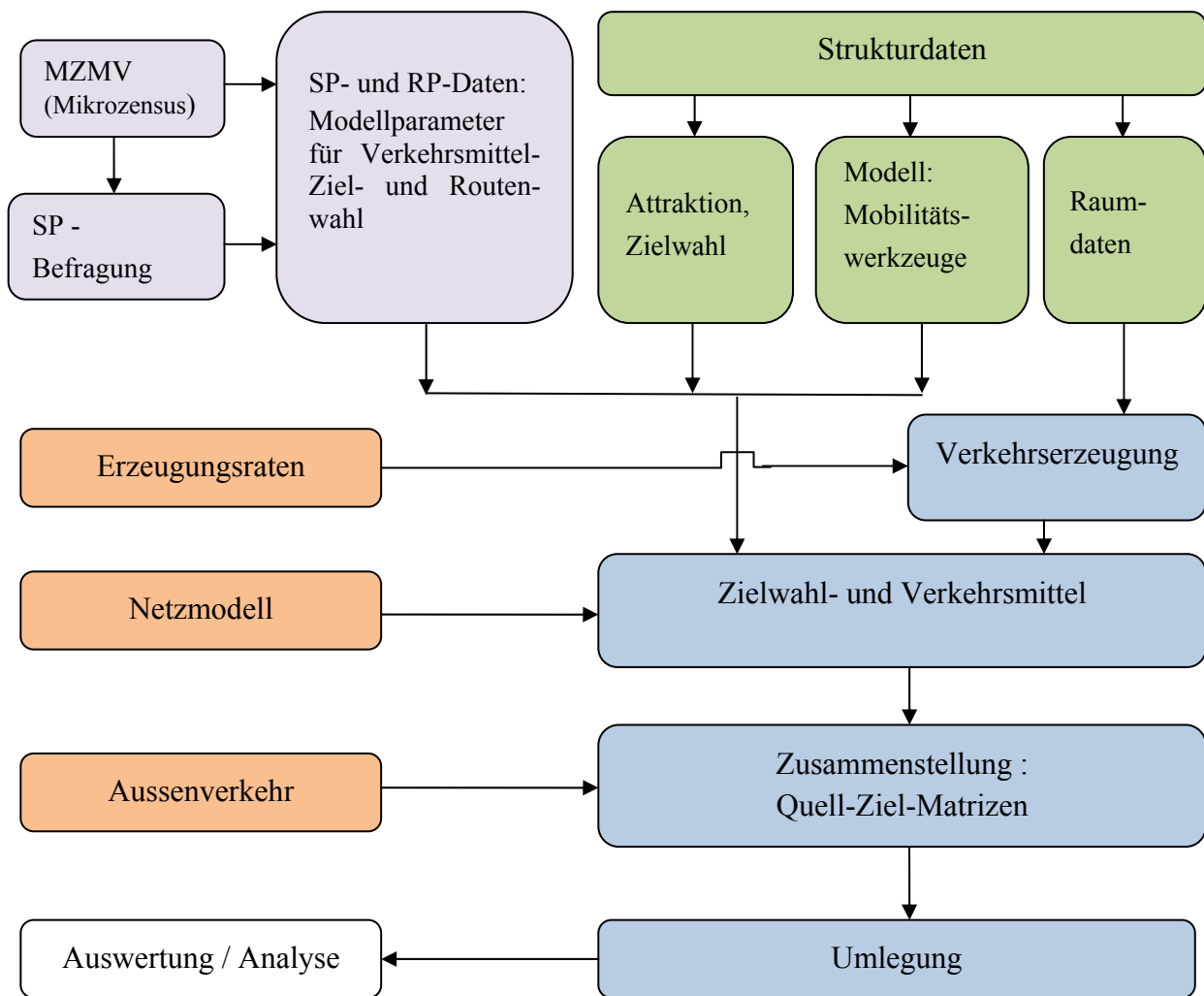
- Bei der Anwendung des NPVM muss vor allem beachtet werden, dass die bestehende Zonierung und Netzdichte auch die räumliche Verteilung der Verkehrsströme stark

beeinflussen. Diese Beschränkung bezieht sich aber vor allem auf die kleinräumigen Ströme und die Aufteilung zwischen dem inter- und intrazonalen Verkehr. Durch die Zonengrösse sowie die sehr unterschiedlichen Angebotscharakteristiken im Intrazonalverkehr (Wege innerhalb einer Zone) sind die Möglichkeiten für die Kalibration sowie Validierung dieser Ströme sehr beschränkt. Damit muss beachtet werden, dass sich die Modellgenauigkeit auf kleinräumiger Ebene entsprechend reduziert.

- Als weitere Beschränkung ist festzuhalten, dass die Modellparameter des NPVM für die Wege mit einer Länge von über 10km Reiseweite geschätzt wurden. Aus anderen Studien ist bekannt, dass die Modellparameter von der Wegelänge stark abhängig sind. Da die Nachfragerreaktionen auch von der Wegelänge abhängig sind, muss hier bewusst sein, dass bei einer räumlichen Verfeinerung des NPVM mit bestehenden Modellparametern die Verhaltensunterschiede ignoriert würden und damit ein Fehler in Kauf genommen wird.
- Neben der Modellstruktur ist für das bestehende NPVM die Aktualität der Modellparameter fraglich. Die stattgefundenen Raum- und Angebotsveränderungen in den letzten zehn Jahren müssten durch die Neuschätzung und Validierung der Modellparameter abgebildet werden. In diesem Zusammenhang wäre die Gewichtung der einzelnen Modellparameter zwischen Angebots-, soziodemographischen und Attraktionsvariablen zu evaluieren. Da die Relevanz dieser Einflussfaktoren auch von der Wegelänge abhängig ist, muss es bewusst sein, dass hier durch das relativ breite Spektrum der Wegelänge des NPVM, die Genauigkeit im Vergleich mit kleinräumigen und homogenen Modellen etwas tiefer ist.
- Im Rahmen von Modellanwendungen des NPVM konnte festgestellt werden, dass die Wirkungen von ÖV-Abonnements unter den von der SBB geschätzten Nachfragewirkungen liegen. Da in diesem Zeitraum auch starke ÖV-Angebotsverbesserungen stattgefunden haben, ist eine Trennung des verursachten Nachfragewachstums nach Verursacher (zwischen ÖV-Abos und ÖV-Angebot) nicht bekannt und damit auch eine abschliessende Beurteilung nicht möglich. Trotzdem wäre bei einer nächsten Modellaktualisierung die Gewichtung der Mobilitätswerkzeuge in der Nutzenfunktion zu überprüfen.
- Die weiteren Einflussfaktoren, wie z.B. Parkplatzangebot, Maut, ÖV-Auslastung usw., können eingebaut werden. Hier ist vor allem zu prüfen, abhängig von der Datenverfügbarkeit und der Verhaltensparameter, in welcher Form solche Faktoren dargestellt werden können.
- Ein Optimierungspotential im NPVM besteht vor allem im Bezug auf die Festlegung der Funktionsformen einzelner Einflussfaktoren, um dadurch Nichtlinearitäten abbilden zu können. Bei der Erstellung des NPVM wurden bei einigen Variablen dafür eine Box-Tukey-Transformation angewendet werden. Es wäre zu empfehlen, bei nächsten Modellschätzungen, die Funktionsformen zu überprüfen und optimieren.
- Im bestehenden Nachfragemodell des NPVM wird das Parkplatzangebot nicht abgebildet. Für die Implementierung dieser Variable sind zwei Hindernisse zu bewältigen: die Aufbereitung der notwendigen Datengrundlagen über das Parkplatzangebot und die Ermittlung der Parkplatzknappheit bzw. Parkplatzsuchzeit. In Bezug auf die Zo-

nengrösse des NPVM müsste hier ein geeignetes Kriterium sowohl für die Quantifizierung des Parkplatzangebotes als auch für die Schätzung der Parkplatzsuchzeit, festgelegt werden.

Abbildung 5 NPVM: Datenquellen und Zusammenhänge



2.2 Grundstruktur

Um die heute gestellten Anforderungen an die Verkehrsplanung und Verkehrsmodellierung zu erfüllen, muss die Grundstruktur des Nachfragemodells nach folgenden Segmenten differenziert werden:

- Verkehrsmodi und
- Fahrtzweck bzw. Quell-Ziel-Gruppen (QZG)

Für die Prognosefähigkeit des Modells ist eine multimodale Differenzierung der Verkehrsmodi nach **MIV, ÖV und LIV** eine notwendige Voraussetzung. Eine weitere Differenzierung des Langsamverkehrs (LIV) zwischen **Fuss- und Fahrradverkehr** ist vor allem für kantonale und städtische Verkehrsmodelle zu bevorzugen.

Die Fahrtzweck (Nachfragesegmente) sind so zu differenzieren, dass die Ähnlichkeiten im Verkehrsverhalten einerseits und die Verfügbarkeit der Datengrundlagen andererseits berücksichtigt werden können.

Hier ist eine Differenzierung des Modells basierend auf fünf Fahrtzwecken eine erste Voraussetzung:

- Arbeit
- Ausbildung
- Nutzfahrt
- Einkauf
- Freizeit

In bisherigen Erfahrungen hat sich diese Segmentierung als sinnvoll bewiesen, wenn auch bei der Ableitung der Modellparameter bei den Fahrtzwecken Ausbildung und Nutzfahrt in der Regel eine tiefere Signifikanz erreicht wird, da diese in der Stichprobe am seltensten vorkommen und somit die Datengrundlage für die Modellschätzungen geringer ist. Auch bei den Modellanwendungen zeigt sich diese Auswirkung durch eine etwas höhere Instabilität der Nachfrage im Ausbildungs- und Nutzfahrtverkehr. **Damit ist zu empfehlen, dass bei der Festlegung der Stichprobe für die SP-Erhebungen seltene Fahrtzwecke übergewichtet zu berücksichtigen sind.**

Um vor allem die räumliche Verteilung der Verkehrsströme soweit wie möglich korrekt abzubilden, ist eine weitere Segmentierung der einzelnen Fahrtzwecke eine wichtige Voraussetzung. Hier geht es vor allem um nicht wohnungsgebundene Aktivitäten, die durch eine andere Randsummenbedingung (weiche) in den Nachfragemodellen auch räumlich anders verteilt werden als wohnungsgebundene Wege. So ist z.B. die Wohnung (auch andere Pflichtaktivitäten) stets aufzusuchen, egal wie günstig sie gerade liegt. Jedoch können bei substituierbaren Aktivitäten (z. B. Einkaufen) auch lagegünstigere Ziele gewählt werden.

Die Nachfragesegmentierung in folgende Fahrtzwecke bzw. Quelle-Ziel-Gruppen hat sich aus der Sicht der heute verfügbaren Datengrundlagen sowie Qualitätsanforderungen als sinnvoll erwiesen:

- **Fahrtzweck Arbeit** mit den Quelle-Ziel-Gruppen: Wohnen-Arbeit, Arbeit-Wohnen, Arbeit-Sonstiges, Sonstiges-Arbeit

- **Fahrtzweck Ausbildung** mit den Quelle-Ziel-Gruppen: Wohnen-Bildung, Bildung-Wohnen
- **Fahrtzweck Nutzfahrt** mit den Quelle-Ziel-Gruppen: Wohnen-Nutzfahrt, Nutzfahrt-Wohnen, Nutzfahrt-Sonstiges, Sonstiges-Nutzfahrt
- **Fahrtzweck Einkauf** mit den Quelle-Ziel-Gruppen: Wohnen-Einkauf, Einkauf-Wohnen, Einkauf-Sonstiges, Sonstiges-Einkauf
- **Fahrtzweck Freizeit** mit den Quelle-Ziel-Gruppen: Wohnen-Sonstiges, Sonstiges-Wohnen, Sonstiges-Sonstiges

Eine weitere Nachfragesegmentierung ist im Bezug auf vorgesehene Modellanwendungen und angesichts der heute verfügbaren Datenbasis nicht notwendig. **Hier muss beachtet werden, dass eine Differenzierung der Modellparameter nach Quell-Ziel-Gruppen in der Regel wegen der Stichprobengrösse nicht möglich ist, so dass nur fahrtzweckspezifische Parameter abgeleitet werden.** Da zwischen wohnungsgebundenen und nicht wohnungsgebundenen Wegen Verhaltensunterschiede vorhanden sind, muss hier ein Fehler in Kauf genommen werden. Trotzdem ist diese Differenzierung aufgrund der vorher angesprochenen räumlichen Verteilung notwendig.

Hier ist weiterhin wichtig, dass die Erzeugungs- und Anziehungsraten nach Quell-Ziel-Gruppen differenziert sind.

2.3 Festlegung der exogenen Variablen

Die exogenen Variablen beschreiben die Angebots- und Raumverhältnisse im betrachteten Untersuchungsgebiet und bestimmen damit die Ergebnisse aller drei Modellschritte, Erzeugung, Verteilung und Aufteilung, entscheidend. Diese Daten sollten in drei Kategorien gruppiert werden:

- Raumstrukturvariablen
- Verkehrsangebotsvariablen
- Soziodemographische Variablen

Die durch die Strukturvariablen beschriebenen **Raumcharakteristiken** fliessen neben dem Erzeugungsmodell auch in die Nutzenfunktionen der Ziel- und Verkehrsmittelwahl ein. Diese sollten so disaggregiert werden, dass alle Fahrtzwecke bzw. Quell-Ziel-Gruppen entsprechend quantifiziert werden können. Erfahrungsgemäss zeigen sich Fehler in den Strukturdaten in allen Modellschritten und müssen bei der Modellkalibration bereinigt und korrigiert werden. Die massgebenden Strukturgrössen nach Quell-Ziel-Gruppen sind in Tabelle 1 dargestellt. Als problematisch hat sich hier vor allem die Aufbereitung folgender Strukturgrössen gezeigt:

- Ausbildungsplätze: Diese Daten sind in der Regel statistisch nicht verfügbar und verlangen eine gezielte Erfassung, sowie in vielen Fällen eine Umrechnung anhand von statistischen Mittelwerten, was zu Ungenauigkeiten führt. Weiterhin sind die Angaben über den Beschäftigten im Schulsektor und die Lage der Ausbildungsplätze räumlich oft unterschiedlich (siehe z.B. ETH Zürich: Aufteilung in ETH Zentrum mit Nebensstandorte und ETH Höggerberg).
- Verkaufsflächen: Weitere Segmentierungen nach Grösse und Branchen würden die Genauigkeit des Modells erhöhen, was aber auch eine sehr anspruchsvolle Datensuche abverlangt. Parallel dazu müssten auch die Erzeugungsraten dementsprechend disaggregiert werden.
- Freizeitverkehr: Da der Freizeitverkehr durch eine sehr grosse Anzahl von Attraktoren beschrieben wird, muss hier die Entscheidung über die Segmentierung der Attraktionsvariablen in Abhängigkeit der Datenverfügbarkeit getroffen werden. Die Mindestdifferenzierung nach Einwohner (Besucherverkehr), Gastronomie, Kultureinrichtungen, Spitäler und Grosseinrichtungen sollte aber erfüllt werden. Weiterhin ist es wichtig, für Freizeiteinrichtungen die Anzahl Besucher zu ermitteln, da nur diese in Bezug auf das Verkehrsaufkommen aussagekräftig sind.

Bei der Einwohnerzahl ist die Differenzierung nach Altersklassen vor allem für das Erzeugungsmodell sehr wichtig. Die Ermittlung des spezifischen Verkehrsaufkommens pro Bezugsperson lässt sich aus dem Mikrozensus Verkehr ableiten. Nicht verfügbar sind in der Regel die Gewichtungen der Attraktionsvariablen für das Zielaufkommen. Hier ist es wichtig, die Variationen der Attraktivität innerhalb einer Attraktionsgrösse, wie z.B. die Einkaufsfläche oder das Freizeitangebot, festzustellen. Weiterhin ist für die Verteilung des Zielaufkommens einer Quell-Ziel-Gruppe, bei welcher mehrere Variable betrachtet werden, auch eine Gewichtung zwischen den Attraktionsvariablen notwendig. Hier werden in der Regel Erfahrungswerte angewendet, da sonst Zusatzerhebungen notwendig sind.

Tabelle 1 Massgebende Strukturvariable und Quell-Ziel-Gruppen

QZG	Quell-Ziel-Gruppe	Strukturvariable SQ _i der Quellverkehrszone i	Strukturvariable SZ _j der Ziel- verkehrszone j
WA	Wohnen - Arbeit	Erwerbstätige	Arbeitsplätze
WB	Wohnen - Bildung	Einwohner	Ausbildungsplätze
WN	Wohnen - Nutzfahrt	Erwerbstätige	Arbeitsplätze
WS	Wohnen - Freizeit	Einwohner nach Altersklassen	Freizeiteinrichtungen, Spitäler, Kulturangebot, Gastronomie, Einwohner
WE	Wohnen - Einkauf	Einwohner nach Altersklassen	Verkaufsfläche
AW	Arbeit - Wohnen	Arbeitsplätze	Erwerbstätige
BW	Bildung - Wohnen	Ausbildungsplätze	Einwohner
NW	Nutzfahrt - Wohnen	Arbeitsplätze	Erwerbstätige
SW	Freizeit - Wohnen	Freizeiteinrichtungen, Spi- tale, Kulturangebot, Gast- ronomie, Einwohner	Einwohner nach Altersklassen
EW	Einkauf - Wohnen	Verkaufsfläche	Einwohner nach Altersklassen
AS	Arbeit - Sonstiges	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze, Einwohner, Verkaufsfläche, Freizeiteinrich- tungen
SA	Sonstiges - Arbeit	Arbeitsplätze, Einwohner, Verkaufsfläche, Freizeit- einrichtungen	Arbeitsplätze
ES	Einkauf - Sonstiges	Verkaufsfläche	Arbeitsplätze, Einwohner, Verkaufsfläche, Freizeiteinrich- tungen
SE	Sonstiges - Einkauf	Arbeitsplätze, Einwohner, Verkaufsfläche, Freizeit- einrichtungen	Verkaufsfläche
NS	Nutzfahrt - Sonstiges	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze, Einwohner, Verkaufsfläche, Freizeiteinrich- tungen
SN	Sonstiges - Nutzfahrt	Arbeitsplätze, Einwohner, Verkaufsfläche, Freizeit- einrichtungen	Arbeitsplätze
SS	Sonstiges - Sonstiges	Arbeitsplätze, Einwohner Verkaufsfläche, Freizeit- einrichtungen	Arbeitsplätze, Einwohner, Verkaufsfläche, Freizeiteinrich- tungen

Damit sind in Bezug auf die Raumcharakteristiken folgende Daten aufzubereiten:

- Einwohner nach Altersklassen
- Ausbildungsplätze
- Erwerbstätige
- Beschäftigte
- Verkaufsflächen (eventuell differenziert nach Einkaufszentren und übrige Verkaufsflächen oder nach Branchen)
- Freizeitangebot (Anzahl Einrichtungen und Besucher: Gastronomie, Kultureinrichtungen, Naturparks (Zoos), Spitäler, Grosseinrichtungen, Skilifte, Sportanlagen, sowie weitere Attraktionsgrößen des Freizeitverkehrs)

Die in Tabelle 1 dargestellten Raumdaten werden sowohl für das Erzeugungs-, als auch für das Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodell verwendet. Zusätzlich können für das Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodell auch weitere Einflussfaktoren, wie z.B. Höhe, Aussichtspunkt, „Kulturstadt“ sowie weitere relevante Faktoren der Zielzone abgebildet werden. Dafür müssen zwei Voraussetzungen erfüllt werden: Datenverfügbarkeit und Modellparameter. Bei der Datenverfügbarkeit sollte geklärt werden, ob und in welcher Form diese vorhanden sind, sowie in welcher Form sie sich im Verkehrsmodell darstellen lassen. Dementsprechend ist auch die Parameterschätzung durchzuführen.

Das Verkehrsangebot sollte multimodal abgebildet werden: MIV, ÖV, Fuss- und Fahrradverkehr. Die folgenden Angebotscharakteristiken nach Verkehrsmitteln sind für die Basisanwendungen im Nachfragemodell abzubilden:

MIV:

- Fahrtzeit (inkl. Zugangszeit)
- Fahrtkosten
- Parkplatzsuchzeit (Parkplatzknappheit)
- Parkplatzkosten
- Strassengebühren
- Verlässlichkeit
- Weitere Kostenkomponenten (je nach Anwendungen)

ÖV:

- Zu- und Abgangszeit

- Beförderungszeit
- Bedingungshäufigkeit
- Anzahl Umsteigen
- Umsteigezeit
- Fahrkosten
- Auslastungsgrad (Sitzplatzverfügbarkeit)
- Verlässlichkeit
- Weitere Kostenkomponenten (je nach Anwendungen)

Fuss:

- Reisezeit
- Höhenunterschied

Fahrrad:

- Reisezeit
- Höhenunterschied

Die meisten Angebotsvariablen lassen sich aus den Netzmodellen ableiten. Im MIV verlangen vor allem das Parkplatzangebot und die Verlässlichkeit des Verkehrssystems die besondere Aufmerksamkeit bei der Datenaufbereitung.

Für die Implementierung im Nachfragemodell ist die Voraussetzung, dass die Verlässlichkeitsvariable sowohl im MIV als auch im ÖV abgeleitet werden kann. Diese Variable könnte (grob) aus der Angebotsanalyse des Strassen- und ÖV Netz ermittelt werden.

Das Parkplatzangebot wird als Attraktionsvariable der Zone dargestellt. In bisherigen Anwendungen hat sich gezeigt, dass die flächendeckenden Datengrundlagen für diese Variable nicht verfügbar sind. Sowohl private als auch öffentliche und Firmenparkplätze sind in der Regel in den statistischen Daten nicht zonenfein verfügbar. Zusätzlich ist für die Nachfrageberechnung vor allem der Auslastungsgrad des bestehenden Parkplatzangebots die aussagekräftige Grösse. Um diese zu berechnen, muss die Nachfrage nach Parkplätzen dem Parkplatzangebot gegenübergestellt werden, was wieder nur durch die bestimmten Annahmen quantifizierbar ist. Damit sind beide Grössen, die für die Ermittlung der Parkplatzknappheit benötigt werden, mit einigen Unsicherheiten verbunden. Aus diesem Grund muss die Verlässlichkeit dieses Einflussfaktors mit Vorsicht betrachtet werden. Die vollständige Erhebung des Parkplatzangebots des betrachteten Modellgebiets (zonenfein) würde dieses Risiko natürlich

stark reduzieren, was aber wahrscheinlich vor allem bei kleineren Modellgebieten umsetzbar ist.

Für das NPVM ist die Ableitung des Parkplatzangebotes deutlich schwieriger als bei den kantonalen oder regionalen Modellen. Da diese Daten (nach Gemeinden) in der Regel nicht statistisch verfügbar sind, kann man davon ausgehen, dass eine landesweite Erhebung mit sehr grossem Aufwand verbunden wäre. Aus diesem Grund sollte für das NPVM nach anderen Lösungen gesucht werden, die eher auf den Strukturdaten und Zonencharakteristiken aufgebaut sind. Ein möglicher Ansatz ist im Rahmen des SVI Projektes „Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch“ geplant, um die Parkplatzsuchzeit als Funktion der Auslastung einer Zone zu modellieren. Somit sollte diese Variable in Zukunft als Annahme zur Verfügung stehen. Die Parkplatzkosten müssten ebenfalls als Attraktionsvariable betrachtet werden. Diese Variable lässt sich aber aus Zonencharakteristiken über die Mittelwerte ableiten.

Die Ableitung der Zu- und Abgangszeit im ÖV verlangt für grossräumige Modelle einen höheren Genauigkeitsgrad, da diese Zeiten auch die innerstädtischen Angebotsverhältnisse beschreiben. Andererseits beinhalten sie in den kantonalen Modellen relativ kurze Distanzen zu den innerstädtischen Haltestellen und in der Regel nur Fusszeiten. Damit haben die Zu- und Abgangszeiten in Abhängigkeit der Modellgrösse und Zonierung unterschiedliche Relevanz bei der Entscheidung und dadurch auch unterschiedliche Modellparameter. Auf diese Unterschiede sollte beim SP-Experiment und der Auswahl der berichteten Wege sowie bei der Modellschätzung geachtet werden.

Die **soziodemographischen Variablen** sind vor allem für das Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodell wichtig. Hier sind die Mobilitätswerkzeuge – **PW-Besitz und ÖV-Abonnemente** – entscheidende Variablen. Weiterhin wird hier auch die Altersstruktur der Einwohner berücksichtigt, da diese Variable für die Verkehrsprognose wichtig ist. Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor wäre hier auch das mittlere Einkommen pro Zone, um den Einfluss dieser Variable auf die Verkehrsmittelwahl abbilden zu können. Es müsste aber im Voraus geklärt werden, ob und in welcher Form diese Daten vorhanden sind. **Bei der SP-Befragung und den Modellschätzungen sollte der Einfluss des Einkommens auf die geschätzten Parameter berücksichtigt werden.**

Die Beschaffung bzw. Prognose der Mobilitätswerkzeuge ist für das Nachfragemodell eine sehr wichtige Komponente, die aber in diesem Projekt nicht behandelt wird. Für das NPVM wäre eine Aktualisierung, Validierung und Weiterentwicklung des bestehenden Ansatzes für Prognosen der Mobilitätswerkzeuge sehr empfehlenswert. Für die kantonalen Modelle sollten die Einflussfaktoren sowie Modellparameter wegen den unterschiedlichen Raumcharakteristi-

ken und Angebotsverhältnissen gegenüber dem NPVM zuerst überprüft und dementsprechend überarbeitet werden.

Für die Berechnung der Ziel- und Verkehrsmittelwahl ist es wichtig, dass bei diesen Variablen die Nichtlinearitäten sowie Gewichtungen gegenüber den Angebotsvariablen überprüft werden. Da diese Variablen beim SP-Experiment nicht variiert werden, sind solche Analysen erst bei der Modellschätzung durchzuführen.

Für die **Modellanwendungen** stellt die Prognose von exogenen Variablen die zentrale Eingangsgrösse dar. Hier ist vor allem eine konsistente Szenarienbildung sehr wichtig, so dass zwischen den Veränderungen einzelner Raumdaten keine Widersprüche vorhanden sind. Diese Konsistenz ist auch notwendige Voraussetzung für die Erstellung von Prognosen der Mobilitätswerkzeuge. Dabei ist zu beachten, dass bei den Angebotsvariablen eine Plausibilisierung sowie ein Gleichgewichtszustand sichergestellt sind. Weiterhin sind die Annahmen über die Mobilitätsbedürfnisse (Erzeugungsraten) und Verhaltensänderungen zwischen den regionalen und dem nationalen Modell abzuklären und abzustimmen. Da in regionalen Modellen der Aussenverkehr in der Regel aus dem NPVM übernommen wird, wäre es wichtig, die wesentlichen Eingangsgrössen, inklusive Mobilitätswerkzeuge, zu homogenisieren.

2.4 Entscheidungsmodell, Nutzenfunktion und Funktionsformen

Verkehrsmittelwahl

Für die Modellschätzungen werden diskrete Entscheidungsmodelle verwendet. Diese Modelle sind mit den bestehenden Strukturen der Nachfragemodelle konsistent. Die bisherigen Anwendungen haben vor allem auf der Annahme basiert, dass der Nutzen einer Alternative eine Linearkombination verschiedener Einflussgrössen ist. Diese Annahme entspricht dem tatsächlichen Verkehrsverhalten nur beschränkt und kann auf verschiedene Weisen modifiziert werden. **Auf diese Modifizierungen sollte bei den Nachfragemodellen ausreichend Gewicht gelegt werden.**

Die endgültigen Nutzenfunktionen können erst bei der Modellschätzung definiert werden. Die Stärke der Signifikanz der einzelnen Parameter hat hier Priorität, und die Interaktionen müssen dementsprechend angepasst werden. Es ist wichtig, dass die vorher erwähnten Variablen in allen drei Nutzenkomponenten und allen vier Verkehrsmitteln berücksichtigt werden:

$$V_{ijk} = \text{Konstante} + V_{\text{Verkehrsangebot}} + V_{\text{Attraktion}} + V_{\text{Soziodemographie}}$$

Weiterhin sollte die Umsetzung der geschätzten Funktionsformen in den Nachfragemodellen überprüft werden. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, sowohl lineare als auch nichtlineare Mo-

delle zu schätzen, da die Umsetzung der nichtlinearen Modellformen in den Nachfragemodellen problematisch sein könnte.

Für das Nachfragemodell und die Implementierung der Modellparameter ist es wichtig, dass die geschätzte Nutzenfunktion bei den hier bezeichneten Variablen einen nichtlinearen Verlauf der Elastizitäten abbildet. In der bisherigen Praxis wurde diese Korrektur im Nachfragemodell durch eine Box-Tukey-Transformation mit einem zusätzlichen Parameter ergänzt. Es ist sinnvoll, diese Abhängigkeiten schon bei der Parameterschätzung festzulegen. Diese nichtlinearen Funktionen lassen sich in den Nachfragemodellen auch implementieren.

Die Interaktionen zwischen den einzelnen Einflussfaktoren stellen aber an die Nachfragemodelle eine grosse Anforderung. Solche Abhängigkeiten, wie z.B.:

$$\beta_{\text{Fahrzeit}} \cdot \left(\frac{\text{Kosten}}{\text{mittlere Kosten}} \right)^{\lambda_{\text{Kosten}}} \cdot \text{Fahrzeit},$$

lassen sich nur in wenige bestehende Nachfragemodelle direkt integrieren. So bietet VISEVA frei definierbare Funktionsformen an und kann außerdem über COM-Schnittstellen auf freie Funktionstypen zugreifen.

Die für das SP-Experiment relevanten Angebots- und soziodemographischen Variablen sowie mögliche Interaktionsvariablen sind in Tabelle 2 dargestellt. Bei der Erstellung des Versuchsplans sollten die Korrelationen zwischen diesen Variablen soweit wie möglich berücksichtigt werden. Im SP-Experiment werden alle, für die betrachteten Verhaltensentscheidungen relevanten Einflussfaktoren auch berücksichtigt. Hier muss beachtet werden, dass die Einflussfaktoren nicht nur wegen späterer Implementierung in das Nachfragemodell, sondern auch wegen der Erklärungskraft des Modells und Modellgüte, bei der Modellschätzung gewählt werden.

Tabelle 2 Variablenliste und Abhängigkeiten

Variable	Nichtlinear	Interaktion möglich mit
<i>Angebotsvariablen</i>		
Zugangs- und Abgangszeit	x	
Fahrtzeit	x	Kosten, Einkommen
Umsteigen	x	Fahrtzeit
Umsteigewartezeit	x	
Bedienungshäufigkeit	x	Fahrtzeit
Parkplatzsuchzeit	x	
Sitzplatzverfügbarkeit	x	
Fahrtkosten	x	Fahrtzeit, Einkommen
Parkplatzkosten	x	Fahrtzeit, Einkommen
Strassenkosten	x	Fahrtzeit, Einkommen
Verlässlichkeit	x	
<i>Soziodemographie</i>		
GA		Fahrtzeit
Halbtaxabo		Fahrtzeit
Verbundsabo		Fahrtzeit
Alter	x	
Einkommen	x	Fahrtzeit

Die Ausprägungen für das SP-Experiment sollten so definiert werden, dass die Erstellung des Basismodells und damit die Abbildung des heutigen Verkehrsverhaltens möglich ist. Gleichzeitig werden durch die Festlegung der Variationen die Reaktionen auf die Angebotsveränderungen erfasst und dadurch die Prognosefähigkeit gesichert. Hier muss beachtet werden, dass ausserordentliche Angebotsveränderungen, die deutlich ausserhalb der hier betrachteten Variationen liegen, eine gezielte Befragung verlangen. Auf eine Variation der Attribute für die Velo und zu Fuss-Alternative wird verzichtet, da diese Wegeigenschaften mit verkehrsplanerischen Massnahmen kaum verändert werden können. Die Attribute und ihre Ausprägungen für die Experimente der Verkehrsmittelwahl sind in Tabelle 3 dargestellt.

Die möglichen Interaktionen müssen bei den Modellschätzungen in nachfolgenden Projekten weiter untersucht werden. Dabei stellen die hier aufgeführten Möglichkeiten Erfahrungswerte da, die aber den Modellschätzungen nicht vorgreifen wollen. Bei den Schätzungen können erst die Interaktionen getestet werden.

Tabelle 3 Attribute der Verkehrsmittelwahl und ihre Ausprägungen

Attribut	MIV	ÖV	Ausprägungen
Zu- und Abgangszeit		x	-30%, +15%, +30%
Beförderungszeit ÖV		x	-30%, -10%, +10%
Fahrtzeit MIV	x		-30%, -10%, +30%
Treibstoffkosten	x		-20%, +25%, +50%
Umsteigen		x	-1, 0, +1
Bedienungshäufigkeit		x	1 Stufe schlechter, unverändert, 1 Stufe besser *
Parkplatzsuchzeit	x		-2 min, +2 min, +4 min
ÖV-Auslastung		x	2 Stufen schlechter, 1 Stufe schlechter, 2 Stufen besser **
Fahrtkosten ÖV		x	-15%, +15%, +45% (Grundpreis nach Abo-Besitz)
Parkplatzkosten	x		Gratis, 2 Fr., 5 Fr.
Strassengebühren	x		75%, 150%, 300% von 0.06 Fr./km
Verlässlichkeit (MIV)	x		Verspätung > 10 min: nie, jede 20. Fahrt, jede 5. Fahrt
Verlässlichkeit (ÖV)		x	Verspätung > 10 min: nie, jeden 30. Weg, jeden 10. Weg
Ankunftszeit	x	x	30 min früher, 15 min früher, 30 min später

*Bedienungshäufigkeit (Stufen in min.): 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120

** ÖV-Auslastung (Stufen): tief (<33%), mittel (33-66%), hoch (67-100%), überlastet (>100%)

Anmerkung: Die Attribute für die Alternativen Fuss und Velo werden nicht variiert.

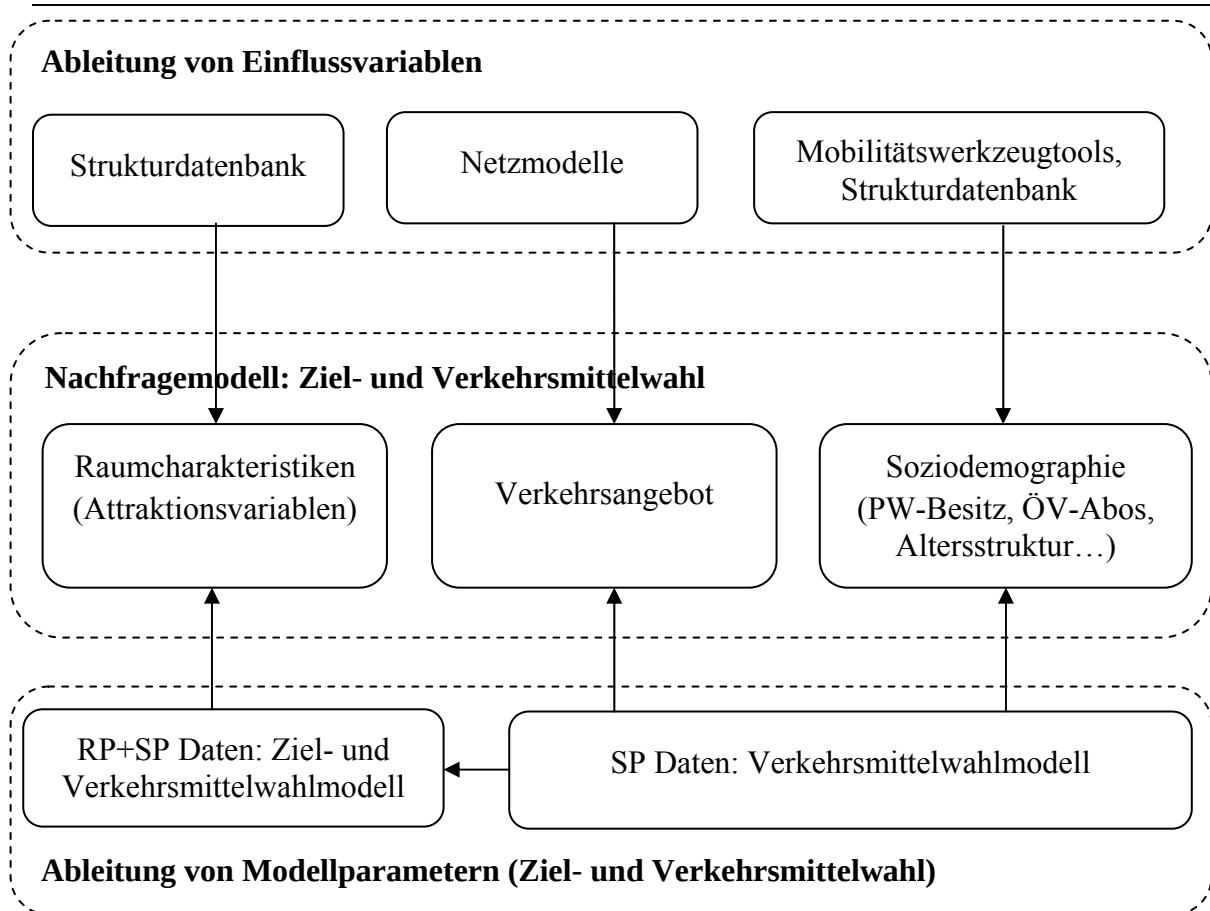
Es ist also wichtig, dass im Nachfragemodell die hier aufgeführten Einflussfaktoren als Charakteristik des Raums, des Verkehrsangebots und der Soziodemographie abgebildet werden können. Das Nachfragemodell sollte eine offene Struktur besitzen, so dass weitere (zusätzliche) Einflussfaktoren in Spezialanwendungen unbeschränkt implementiert werden können. Weiterhin wäre zu prüfen, ob und für welche Variablen die Funktionen in nichtlinearer Form geschätzt und abgebildet werden können, da mit diesen das Verkehrsverhalten deutlich realistischer abgebildet werden kann.

Um die hier erwähnten Ziele zu erreichen, ist eine breite Segmentierung der Stichprobe bezüglich der Wegelänge eine wichtige Voraussetzung. Dementsprechend können auch unterschiedliche Modelle geschätzt werden, die dann in Abhängigkeit der Modellgrösse und Wegestruktur anzuwenden sind. Es muss aber betont werden, dass es nicht möglich ist, bei der Erstellung des Erhebungskonzepts festzustellen, ob die empfohlenen Funktionsformen bei späteren Modellschätzungen mit genügender Signifikanz sichergestellt werden können.

Für die kantonalen Verkehrsmodelle (ZH, BE und TI) wurden die Modellparameter anhand der Mikrozensusdaten 2005 und den SP-Parametern aus dem GVM ZH kombiniert geschätzt. Es könnte festgestellt werden, dass vor allem neu geschätzte Parameter für die soziodemographischen Variablen eine höhere Stabilität besitzen, als die aus den reinen SP-

Datengrundlagen. Demzufolge wäre zu empfehlen, bei den Modellschätzungen neben den SP-Modellen auch Modelle aus kombinierter SP- und RP (MZMV)-Datenbasis zu schätzen. Daraus könnten auch die Parameter mit geringer Signifikanz zusätzlich validiert werden. Die Zusammenstellung der Datengrundlagen für die Ableitung der relevanten Einflussvariablen und Modellparameter für das Nachfragemodell, sind in folgender Abbildung 6 dargestellt.

Abbildung 6 Datenquellen für die Erstellung des Nachfragemodells



Routenwahlmodell

Die Verkehrsteilnehmer bewerten den Nutzen einer Route aufgrund objektiver und subjektiver Faktoren unterschiedlich. Die Faktoren, die einen Einfluss auf das Verkehrsverhalten bei der Routenwahl haben können, werden in drei Kategorien eingeteilt:

- Verfügbare Routen und ihre Charakteristiken
- Charakteristik der Verkehrsteilnehmer
- Reisezweck, Situation und andere Umstände.

Die Aufteilung der Verkehrsströme kann mit verschiedenen Methoden berechnet werden. Die heute verwendeten Ansätze unterscheiden sich grundsätzlich durch die Berücksichtigung der Überlastungen im Verkehrsnetz, die unterschiedliche Berechnung des Gleichgewichts, die Bewertung der Einflussfaktoren der Routenwahl und den daraus berechneten Nutzen sowie durch die Zufallsverteilung der subjektiven Nutzenelemente.

Um in einem Verkehrsnetzmodell mehrere Wege zu finden, gibt es zwei grundsätzlich unterschiedliche Möglichkeiten:

Bei **deterministischen Verfahren** wird davon ausgegangen, dass die Verkehrsteilnehmer sämtliche verfügbaren Strecken kennen (also perfekte Information über alle Routen besitzen) und sich im einzelnen für unterschiedliche, mögliche und sinnvolle Routen entscheiden, die mittels geeigneter Mehrweg-Algorithmen der Routensuche zu finden sind. Dieser Ansatz nimmt an, dass jeder Verkehrsteilnehmer seine generalisierten Kosten kennt und dass er rational zwischen mehreren verfügbaren Routen entscheidet. Beim deterministischen Nutzer-Gleichgewicht wählt jeder Verkehrsteilnehmer die Routen mit den minimalen Kosten. Das Gleichgewicht wird erreicht, wenn kein Verkehrsteilnehmer seine Kosten mehr reduzieren kann. Eine andere kritische Annahme beim deterministischen Modell ist die Kenntnis der Reisezeiten im Netz. In der Realität sind die durch die Verkehrsteilnehmer subjektiv wahrgenommenen Reisezeiten bzw. Kosten sehr unterschiedlich.

Damit umgeht das deterministische (belastungsabhängige) Routenwahlmodell zwar das Problem der Abgrenzung alternativer Routen und berücksichtigt den Einfluss der auslastungsbedingten Widerstandserhöhung, lässt aber den im stochastischen Verfahren abgebildeten Zufallseinfluss der individuellen Nutzeneinschätzung ausser Acht.

Die **stochastischen Verfahren** gehen davon aus, dass die Widerstände des Verkehrsnetzes den Verkehrsteilnehmern nicht genau bekannt sind, und dass die Beurteilung dieser Wider-

stände zwischen den Verkehrsteilnehmern variiert. Die Abbildung der Routenwahl im Netzmodell betrachtet die Kosten eines Netzelementes als Erwartungswert (Mittelwert) einer Verteilung.

Beim stochastischen Nutzer-Gleichgewicht können die Verkehrsteilnehmer ihre wahrgenommenen Kosten durch einseitigen Routenwechsel nicht reduzieren. Hier ist das Gleichgewicht sowohl von Überlastungen als auch vom stochastischen Effekt abhängig. Der stochastische Effekt wird durch die Zufallskomponente beschrieben, um die Unterschiede in der Wahrnehmung der Kosten zwischen den Verkehrsteilnehmern darzustellen. Diese Verfahren werden von vielen Autoren als realistischer als das deterministische Nutzergleichgewicht-Verfahren betrachtet.

Die hier benutzte Formulierung mit diskreten Entscheidungsmodellen basiert auf der Theorie der Nutzenmaximierung. Gemäss dieser Theorie versucht jeder Verkehrsteilnehmer bei der Wahl der Route i aus einem Satz von S Routen, seinen Nutzen U_i zu maximieren.

Um die Effekte von nicht erhobenen Attributen und Eigenschaften zu berücksichtigen, werden die Nutzen jeder Route als Zufallsvariable, bestehend aus einer deterministischen Komponente V_i und einer stochastischen Komponente (Störterme) ε_i , ausgedrückt. Die deterministische Komponente wird als lineare Funktion der verschiedenen Eigenschaften der Route berechnet. Wenn die Reisekosten (c_i) als generalisierte Kosten verstanden werden, entspricht die Nutzenmaximierung der Minimierung der wahrgenommenen Reisekosten. Die mathematische Darstellung der Nutzenfunktion ist:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i = -\beta \cdot c_i + \varepsilon_i,$$

wobei β ein Parameter ist.

Der Parameter β bestimmt den Unterschied zwischen dem deterministischen und stochastischen Teil der Nutzenfunktion. Bezogen auf die wertende Schätzung des Nutzens der Verkehrsteilnehmer bedeutet dies: Ist β kleiner, so ist die Streuung der Wahrnehmung der generalisierten Kosten zwischen den Verkehrsteilnehmern für die Entscheidung bedeutungsvoller, und/oder die wertende Schätzung der Grösse c_i für die Verkehrsteilnehmer relativ gleichgültig/bedeutungslos. Wenn β grösser wird, dominiert die deterministische Komponente über die Zufallskomponente und die wertende Schätzung der Grösse c_i aus der Sicht der Verkehrsteilnehmer wird bedeutungsvoller.

Durch eine Annahme über die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zufallsvariable ε_i ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit für die Wahl der Route i zu berechnen. Verwendet werden

hier vor allem folgende Ansätze: Multinomial Logit, Lohse-Ansatz, Kirchhoff-Ansatz, C-Logit und Path-Size-Logit.

Die stochastischen Verfahren werden für die Modellierung des Routenwahlverhaltens sowohl im ÖV als auch im MIV verwendet. Die weitere Analyse bezieht sich damit nur auf die stochastischen Verfahren, da bei deterministischen Verfahren für die Nachfrageaufteilung kein Entscheidungsmodell angewendet wird und damit auch keine Bewertung von Angebotskomponenten verwendet wird.

Für die Schätzung der Modellparameter für stochastische Umlegungsverfahren werden in der Regel SP-Befragungen durchgeführt, da RP-Daten mit Korrelationen verbunden sind und oft ungenügende Variationen besitzen. Aus diesem Grund wurden sowohl für das NPVM als auch für GVM ZH SP-Befragungen zum Routenwahlverhalten im ÖV durchgeführt.

Die hier vorgesehenen SP-Experimente werden die Datengrundlagen für die Schätzung der Routenwahlparameter im MIV und ÖV bilden. Da auch hier aus dem Mikrozensus 2010 anhand von geokodierten Routen die RP-Daten zur Verfügung stehen, ist neben SP-Modellen eine gemeinsame RP und SP Schätzung zu empfehlen.

In die Routenwahlexperimente werden die in Tabelle 4 dargestellten Attribute einbezogen.

Tabelle 4 Attribute der Routenwahl und ihre Ausprägungen

Attribut	MIV	ÖV	Ausprägungen
Zugangs- und Abgangszeit		x	-30%, +15%, +30%
Fahrzeit im Fahrzeug ÖV		x	-30%, -10%, +10%
Fahrtkosten ÖV			-15%, +15%, +45% *
Umsteigen		x	-1, 0, +1
Umsteigewartezeit		x	-20%, 0, +20%
Anzahl Zwischenhalte		x	-30%, 0, +30%
Bedienungshäufigkeit		x	1 Stufe schlechter, unverändert, 1 Stufe besser**
ÖV-Auslastung		x	2 Stufen schlechter, 1 Stufe schlechter, 2 Stufen besser***
Fahrtzeit MIV	x		-30%, +15%, +30%
Fahrtkosten MIV	x		-20%, +25%, +50%
Strassengebühren	x		75%, 150%, 300% von 0.06 Fr./km

* Grundpreis nach Abo Besitz

**Bedingungshäufigkeit (Stufen in min.): 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120

*** ÖV-Auslastung (Stufen): tief (<33%), mittel (33-66%), hoch (67-100%), überlastet (>100%)

Bei der Implementierung der geschätzten Modellparameter sind oft die Nutzenfunktionen der Umlegungsmodelle unterschiedlich formuliert und verlangen eine Umrechnung bzw. Anpassung. Gleichzeitig ist auch eine Validierung anhand von empirischen Datengrundlagen durchzuführen. Weiterhin wäre es wichtig, für kantonale und regionale Modelle separate Parameter zu schätzen, da hier die Struktur der Verkehrsströme anders ist als im NPVM und damit unterschiedliches Routenwahlverhalten erfolgt.

Im MIV ist neben der Validierung der Parameter auch die Umlegungszeit zu analysieren.

2.5 Spezialanwendungen

In Nachfragenmodellen mit offenen Modellstrukturen, in denen zusätzliche Einflussfaktoren abgebildet werden können, ist die Erweiterung des Basismodells auf spezifische Fragestellungen in der Regel möglich. Hier müssen vor allem folgende Fragen geklärt werden:

- Analyse: Massnahmenbeschreibung und erwartete Nachfrageeffekte, zeitliche und räumliche Differenzierung sowie Anforderungen an das Nachfrage- und Umlegungsmodell
- Quantifizierung der Einflussfaktoren, bzw. der dadurch geänderten Angebotsverhältnisse und deren Umsetzung in die Nutzenfunktion
- Festlegung entsprechender Modellparameter sowie Rahmenbedingungen des Nachfragemodells (Zeitachse, Nachfragesegment usw.)
- Anpassungen und Implementierung im Umlegungsmodell

Im Folgenden werden die Anforderungen für einige Spezialanwendungen kurz dokumentiert.

Veränderung bei der Steuer

Die Reisekostenveränderungen durch die indirekten Massnahmen wie Steuererhöhung oder Steuerreduktion sind in den bestehenden Modellformen grundsätzlich umsetzbar, verlangen aber eine Konkretisierung der Massnahmenbeschreibung sowie eine Analyse möglicher Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten. Die veränderte Steuerabgabe im Berufsverkehr würde z.B. die Reisekosten der Erwerbstätigen beeinflussen. Damit wäre hier vor allem zu prüfen, ob die Massnahme neben einer veränderten Verkehrsmittelwahl auch Zielwahleffekte mit sich bringt. Da erfahrungsgemäss Pendler auf Kostenerhöhungen sehr sensibel reagieren, ist eine gezielte Befragung hier zu empfehlen. Vor allem in Bezug auf das Zielwahlverhalten wäre eine solche Befragung notwendig, da bestehende Zielwahlparameter nur auf RP-Daten basieren. Bei der bestehenden Modellstruktur des NPVM wäre die Umsetzung des Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodells möglich. Bei kleineren Kostenveränderungen könnte, auch mit bestehenden Modellparametern, eine erste Nachfragewirkung abgeschätzt werden.

Road Pricing

Die Wirkung von Road Pricing Massnahmen wurde im Rahmen des Forschungspakets „Mobility Pricing“ durch die Anwendung im NPVM erfolgreich umgesetzt (siehe Fröhlich, Vrtic und Kern, 2007). Berechnet wurden hier die Wirkungen auf die Ziel-, Verkehrsmittel-, Routenwahl und die Wahl der Abfahrtszeit. Das Road Pricing wurde als zusätzliche Kostenkomponente in der Nutzenfunktion in VISEVA eingebaut und auf verschiedene Road Pricing Szenarien angewendet. Für die Modellierung des Routenwahlverhaltens muss bei solchen Massnahmen ein stochastisches Umlegungsverfahren mit entsprechender Bewertung der modellierbaren Einflussfaktoren (einschliesslich Maut) angewendet werden. Die hier vorgesehene SP-Befragung wird die Relevanz der Maut auf die Verkehrsmittel- und Routenwahl gegenüber früheren Studien aktualisieren und validieren. Damit ist diese Massnahme mit der vorhandenen Modellstruktur des NPVM sowie im GVM Zürich, Bern und Tessin umsetzbar. Es muss aber beachtet werden, dass die Wirkungen von solchen Massnahmen in Bezug auf das Zielwahlverhalten durch die Befragung nicht erfasst wurden.

Pay as you drive

Für die Modellierung dieser Massnahmen gelten gleiche Rahmenbedingungen wie für die vorher beschriebene Road Pricing Massnahme. Im Forschungspaket „Mobility Pricing“ wurde ein ähnliches Szenario (Szenario E) mit flächendeckender Maut in zwei Höhen auch modelliert. Bei solchen Massnahmen ist es wichtig, dass alle Modellstufen unter Berücksichtigung aller Verkehrsarten modelliert werden, um vor allem die Wechselwirkungen zwischen LIV und motorisiertem Verkehr sowie zwischen interzonalem (längere Wege) und intrazonalem (kürzere Wege) Verkehr abzubilden. Zusätzliche Befragungen bei solchen Massnahmen in Bezug auf die Routen- und Verkehrsmittelwahl sind neben der hier vorgesehenen Befragung nicht notwendig. Auch hier wäre zu prüfen, ob und wie Zielwahlwirkungen noch evaluiert werden könnten. Für den Fall einer zeit- und streckenabhängigen Differenzierung der Kosten sind die stundefinen Nachfragematrizen, das Dynamische Umlegungsmodell, ein stochastisches Routenwahlmodell (MIV) und ein Abfahrtszeitmodell zusätzliche Voraussetzungen für die Nachfrageeffekte dieser Massnahme.

Park+Ride (P+R) Massnahmen

Die Modellierung von P+R Massnahmen verlangt eine Erweiterung der bestehenden Modellstrukturen, da hier kombinierte Wege betrachtet werden und dementsprechend auch eine Beschreibung des Verkehrsangebots nötig ist. Die P+R Wege werden als separate Verkehrsart abgebildet. Neben bestehenden multimodalen Modellen (MIV, ÖV, Fuss und Velo) sind für die Modellierung von P+R Massnahmen folgende Schritte durchzuführen:

- Abbildung des P+R Verkehrsangebots

- Schätzung der Verhaltensparameter
- Berechnung der P+R Verkehrsnachfrage

Damit muss auch ein P+R Netz erstellt werden, dass die Angebotsbeschreibung der MIV und ÖV Netze, der Umsteigevorgänge und der P+R-Anlagen umfasst. Für die Nachfrageberechnung können bestehende Programme (VISEVA) oder ergänzende Schnittstellen verwendet werden. Die Nachfragemodellierung verlangt auch die Bewertung der P+R Angebotskomponenten. Dafür wäre hier eine gezielte SP-Befragung mit entsprechenden Modellschätzungen durchzuführen, da P+R-Benutzer nicht den Segmenten der typischen MIV- oder ÖV-Benutzer zuzuordnen sind. Als weitere, weniger geeignete Alternative könnte hier eine Kalibrierung der Parameter anhand von Erhebungsdaten für erste, grobe Schätzungen verwendet werden. Es sollte beachtet werden, dass die Modellierung von P+R-Massnahmen mit bedeutendem Aufwand verbunden ist, da hier neben der SP-Befragung, Modellschätzung und der Erweiterung des Angebots- und Nachfragemodells auch eine gezielte Datenaufbereitung durchgeführt werden muss. Zusätzlich sind Erhebungsdaten über die P+R-Nachfrage für die Modellkalibration eine wichtige Voraussetzung.

Gestaffelte Preisstrukturen im ÖV

Die Implementierung von gestaffelten Preisstrukturen im ÖV verlangt eine Verfeinerung der bestehenden Modellstrukturen. Es ist zu erwarten, dass die Wirkungen dieser Massnahme vor allem Abfahrtszeitveränderungen verursachen würden, wobei auch Verkehrsmittelwahleffekte überprüft werden müssten. Durch das veränderte Abfahrtszeitverhalten werden sich auch die Streckenbelastungen des betrachteten Netzes ändern.

Die zentrale Voraussetzung für die Modellierung dieser Massnahmen sind stundefine Matrizen und Umlegungsmodelle sowie ein Abfahrtszeitmodell. Dafür sind natürlich auch Erhebungsdaten, bzw. stundenfeine Querschnittszählungen im ÖV, notwendig. Die Berechnung der Verkehrsmittelwahlveränderungen wäre auch stundenfein durchzuführen, was auch eine stundenfeine Angebotsbeschreibung verlangt.

Für die Umsetzung einer solchen Massnahme wäre vor allem die Erfassung stundenfeiner Zählzeiten im ÖV und die nachfolgende Kalibrierung des stundenfeinen Umlegungsmodells eine wichtige Voraussetzung.

3 Befragungskonzept

3.1 Rekrutierung der Befragten

Rekrutiert werden Personen aus dem MZMV 2010, welche 18 Jahre oder älter sind und am Stichtag mindestens einen Weg unternommen haben. Die am Stichtag nicht-mobilen Personen werden nicht berücksichtigt. Es wird keine Stichprobenziehung innerhalb der an der Befragung teilnahmewilligen Personen durchgeführt, sondern alle Personen, die sich bereit erklären, bekommen einen SP Fragebogen.

Dies ergibt sich aus der problematischen Stichprobenziehung innerhalb kleiner räumlicher Schichten im MZMV. Voraussichtlich ist die Summe der teilnahmebereiten Personen nur etwas grösser oder gleich gross wie die angestrebte SP Stichprobe (5'500 Personen). Verzerrungen der Personencharakteristiken sind dabei immer gegeben, starke räumliche Verzerrungen sind aber bisher bei SP-Erhebungen in der Schweiz nicht aufgetreten.

Es werden an allen Tagen Personen rekrutiert und nicht wie bisher üblich nur an Werktagen. Damit kann die Befragungsdauer im vorgesehen Rahmen gehalten werden. Die Rekrutierung erfolgte am Ende des Interviews für den Mikrozensus. Dabei wurde nach folgendem Ablauf vorgegangen:

- 1) Die Rekrutierungsfragen wurden am Stichtag mobilen Personen ab und einschliesslich 18 Jahren gestellt, wobei pro Haushalt nur eine Person rekrutiert wurde
- 2) Die Rekrutierungsfragen wurden immer der ersten Zielperson im Haushalt gestellt, welche älter als 18 Jahre ist und am Stichtag mobil war.
- 3) Bekundete die erste Zielperson ihre Teilnahmebereitschaft, wurde keiner weiteren Zielperson die Rekrutierungsfrage gestellt.
- 4) Wurde die Teilnahme aber von der ersten Zielperson abgelehnt, wurde die Rekrutierungsfrage der zweiten Zielperson im Haushalt gestellt, die älter als 18 Jahre und am Stichtag mobil war.

Die Teilnahmebereitschaft der Befragten wurde von LINK mit folgender Systematik abgefragt:

1. Frage: (Nr. 89000)

Ergänzend zum Mikrozensus Mobilität und Verkehr macht das Bundesamt für Raumentwicklung noch eine schriftliche Zusatzbefragung zur Wahl vom Verkehrsmittel. Dieser Fragebogen bezieht sich auf einen von Ihnen berichteten Weg und sollte etwa 15 bis 20 Minuten Zeit brauchen. Sind Sie grundsätzlich dazu bereit, an dieser schriftlichen Zusatzbefragung teilzunehmen?

2. Frage (Nr. 89100)

Sind Sie einverstanden, dass Ihre Antworten aus dem jetzigen Interview zusammen mit der neuen Befragung gebraucht werden?

3. Frage (Nr. 89300)

Damit dieser schriftliche Fragebogen auch wirklich richtig ankommt, sollte ich noch einmal Ihre Adresse kontrollieren.

3.2 Erzeugung der Wege aus den Mikrozensus-Daten

Aus den im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 berichteten Etappen wurden in einem ersten Schritt Wege erzeugt, welche als Grundlage für die SP-Experimente dienen. Hierbei wurde wie folgt vorgegangen:

- Der erste Weg des Stichtages beginnt mit der ersten berichteten Etappe.
- Wenn der Zweck einer Etappe nicht „Umsteigen“, sondern eine tatsächliche Aktivität an einem Zielort ist, ist ein Weg abgeschlossen, und der Zweck der letzten Etappe wird dem Weg als Zweck zugeordnet.

Anders als im bisher verwendeten Verfahren im Mikrozensus wurde dabei auch ein neuer Weg begonnen, wenn die davor durchgeführte Aktivität weniger als 60 Minuten dauerte. Dies sollte zu realistischeren Experimenten für die Befragten führen, da die ansonsten stattfindende Aggregation mit der Anrechnung der Aktivitätendauer an den resultierenden Weg verwirrend wäre. Da diese Sonderregelung jedoch nicht häufig vorkommt, dürften in den allermeisten Fällen die hier erzeugten Wege jenen aus dem MZMV 2010 entsprechen.

3.3 Auswahl des berichteten Weges aus dem Mikrozensus

Aus den berichteten Wegen der Befragten im Mikrozensus muss jeweils einer ausgewählt werden, auf dessen Basis die Experimente für die SP-Befragung erstellt werden. Für diese Auswahl muss nach bestimmten Regeln vorgegangen werden, welche im Voraus festzulegen sind.

Aufgrund des Umstands, dass für die SP-Befragung sehr kurze Wege nicht von Interesse sind (da hier die durch die Variation der Attribute erzeugten Gewinne bzw. Verluste sehr gering sind und somit von den Befragten weniger stark wahrgenommen werden), kommt eine rein zufällige Auswahl der Wege nicht in Frage. Diese reproduziert annähernd die Distanzverteilung der berichteten Wege (Abbildung 7) und führt somit zu einer zu grossen Anzahl kurzer Wege.

Ebenfalls weniger von Interesse sind Fusswege (welche, wie Abbildung 8 zeigt, einen sehr grossen Anteil an den berichteten Wegen ausmachen), da diese nur ein Attribut (die Reisezeit) besitzen und somit für die Berechnung der interessierenden Abwägungen (*trade-offs*) nicht relevant sind.

Ein weiteres Problem ist der sehr geringe Anteil der im Mikrozensus berichteten Nutzfahrten (Abbildung 9). Damit für die Schätzung der Entscheidungsmodelle eine genügend grosse Stichprobe für jeden Fahrtzweck vorliegt, muss bei der Auswahl diese am wenigsten vorhandene Kategorie übergewichtet werden.

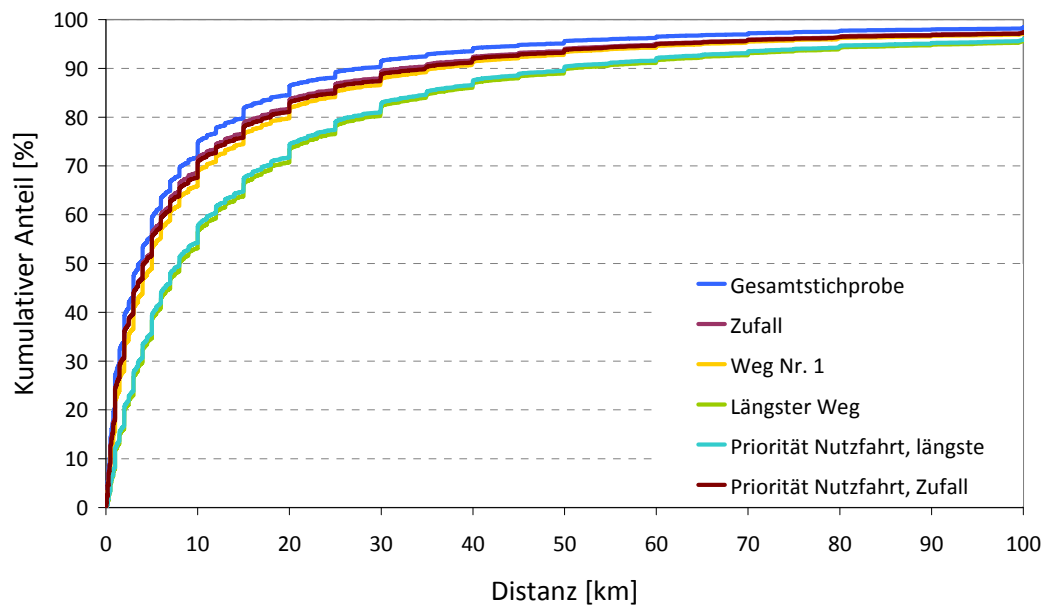
Die Abbildungen zeigen für die Daten des Mikrozensus 2005 (BFS und ARE, 2007; es wird davon ausgegangen, dass sich die Struktur des MZMV 2010 nicht wesentlich unterscheidet) die Verteilung der Verkehrsmittel, Fahrtzwecke und Weglängen für verschiedene Auswahlregeln:

- Zufallsauswahl aus den berichteten Wegen;
- Auswahl des ersten berichteten Weges für jeden Befragten;
- Auswahl des längsten berichteten Weges für jeden Befragten;
- Priorisierung der Nutzfahrten und Auswahl des längsten Weges;
- Priorisierung der Nutzfahrten und Zufallsauswahl.

Die Priorisierung der Nutzfahrten bedeutet hierbei dass, wenn ein Befragter mindestens eine Nutzfahrt im Mikrozensus angegeben hat, diese ausgewählt wird.

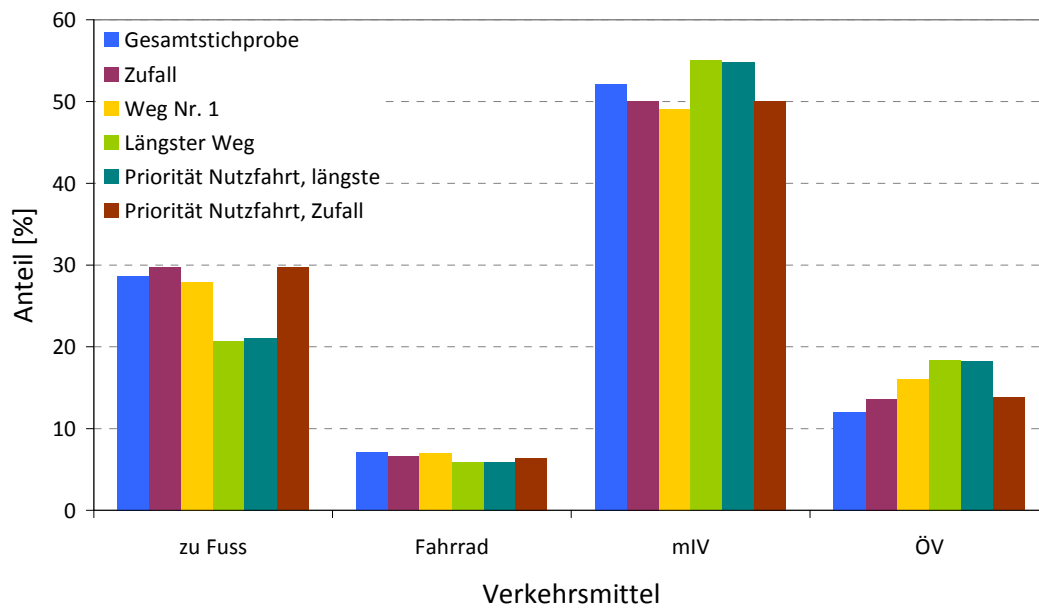
Wie in den Abbildungen ersichtlich, ist die Priorisierung der Nutzfahrten mit anschliessender Auswahl des längsten Weges für die Erreichung der oben genannten Kriterien am zweckmässigsten: die Distanzverteilung verlagert sich nach rechts (also hin zu längeren Wegen; Abbildung 7), der Fussweganteil sinkt (Abbildung 8) und der Anteil Nutzfahrten an der Stichprobe wird maximiert (Abbildung 9).

Abbildung 7 Verteilung der Weglängen für verschiedene Auswahlregeln



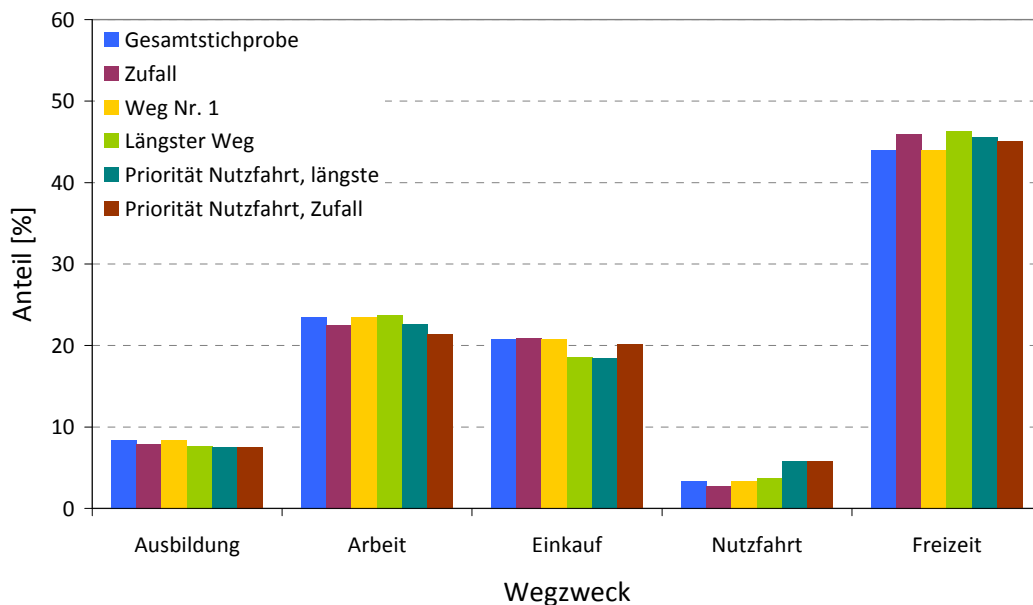
Datenquelle: Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 (BFS und ARE, 2007)

Abbildung 8 Verteilung der Verkehrsmittelanteile für verschiedene Auswahlregeln



Datenquelle: Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 (BFS und ARE, 2007)

Abbildung 9 Verteilung der Fahrtzwecke für verschiedene Auswahlregeln



Datenquelle: Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 (BFS und ARE, 2007)

Aufteilung der Distanzklassen

Nach der Auswahl der Wege für jeden Befragten stellt sich die Frage nach der Aufteilung dieser Wege in Distanzklassen und die damit einhergehende Verfügbarkeit der Verkehrsmittelalternativen in den Entscheidungssituationen. Grob lassen sich zwei Distanzklassen festlegen: kurze Wege, für welche der Langsamverkehr (Velo und insbesondere zu Fuss) eine gangbare Alternative darstellt; und lange, für welche nur noch der motorisierte Individualverkehr und der öffentliche Verkehr in Frage kommen und somit auch nur diese beiden Alternativen in den SP-Befragungen angeboten werden sollen. Die Versuchspläne, aufgrund welcher die SP-Fragebögen erstellt werden, sind für die beiden Distanzklassen verschieden.

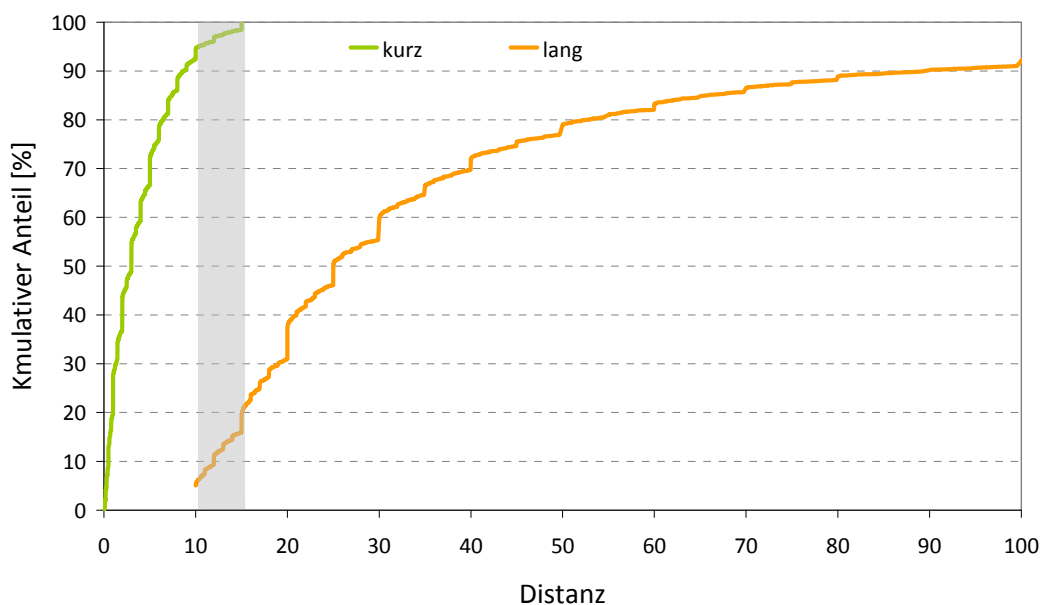
Die beiden Klassen werden wie folgt festgelegt: kurze Wege unter 15 Kilometer, und lange über 10 Kilometer. Hierbei wurde bewusst eine Überschneidung der beiden Klassen zugelassen, da für Wege zwischen 10 und 15 Kilometern je nach Fahrtzweck unterschiedliche Verkehrsmittel in Frage kommen (oder eben nicht). Um festzulegen, welche Wege in dieser Schnittmenge welcher Kategorie zugeteilt werden (und somit, welcher Versuchsplan für die Erzeugung der Entscheidungssituationen verwendet wird), wurde nach folgender Regel verfahren:

- Wege zwischen 10 und 15 Kilometern mit Fahrtzweck „Ausbildung“ oder „Freizeit“ werden der Distanzklasse „kurz“ zugeteilt; somit werden Befragten mit diesen Eigenschaften Situationen mit einer Langsamverkehrsalternative vorgelegt.
- Wege der entsprechenden Distanzen aller anderen Fahrtzwecke (also „Arbeit“, „Einkauf“ und „Nutzfahrt“) fallen hingegen in die Distanzklasse „lang“, und nur mIV und ÖV werden als Alternativen zugelassen.

Diese Gliederung ergibt sich aus der Überlegung, dass erstere Fahrtzwecke eher langsamverkehrsaffin sind und somit auch für längere Distanzen der Langsamverkehr noch als gangbare Alternative wahrgenommen wird. Bei Pendler-, Einkaufs- und Nutzfahrten hingegen tendiert die Verkehrsmittelwahl eher zu den schnelleren Modi, womit der Langsamverkehr hier nicht mehr in Frage kommt.

Die Auswirkungen dieser Verteilungsregel auf die Eigenschaften der beiden Stichproben zu analysieren, wurden wiederum anhand der Daten aus dem Mikrozensus 2005 (aus welchen nach dem oben genannten Kriterium ein Weg für jeden Befragten ausgewählt wurde) ermittelt. Abbildung 10 zeigt für die beiden erzeugten Distanzklassen die Weglängenverteilung. Der Bereich, in welcher sich die Klassen überschneiden, ist grau hinterlegt.

Abbildung 10 Verteilung der Weglängen für die Distanzklassen „kurz“ und „lang“

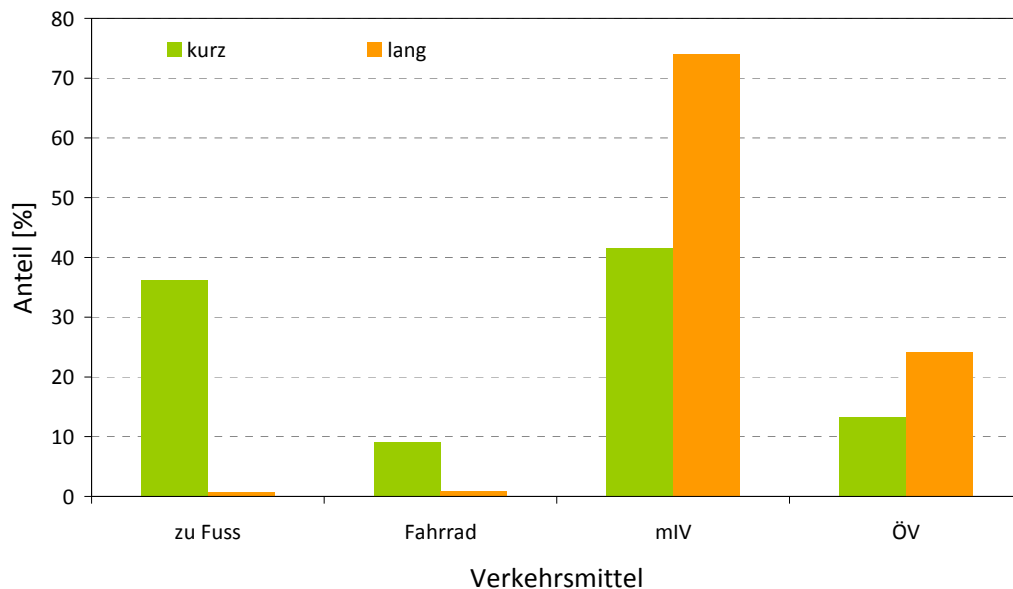


Datenquelle: Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 (BFS und ARE, 2007)

Abbildung 11 zeigt die Verteilung des Hauptverkehrsmittels für die beiden Distanzklassen. Hier ist ersichtlich, dass bei den kurzen Wegen ein hoher Fussweganteil zu verzeichnen ist,

aber auch genügend MIV- und ÖV-Wege zur Verfügung stehen. Für die langen Wege sind die Anteile des Langsamverkehrs vernachlässigbar, womit also die Vorgaben in diesem Bereich erfüllt sind.

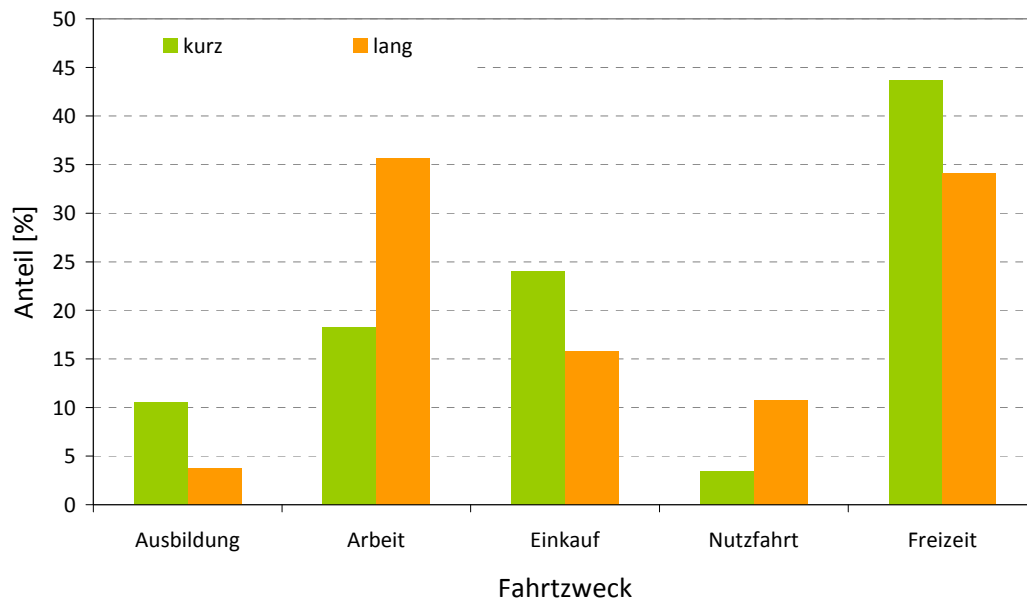
Abbildung 11 Verteilung der Verkehrsmittel für die Distanzklassen „kurz“ und „lang“



Datenquelle: Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 (BFS und ARE, 2007)

Die Aufteilung der Fahrtzwecke für die beiden Distanzklassen ist aus Abbildung 12 ersichtlich. Entsprechend der Aufteilungsregel ist hier bei den kurzen Wegen der Anteil an Ausbildungs- und Freizeitwegen höher.

Abbildung 12 Verteilung der Fahrtzwecke die Distanzklassen „kurz“ und „lang“



Datenquelle: Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 (BFS und ARE, 2007)

3.4 Versuchspläne und Fragebogendesign

3.4.1 Generierung der Alternativen im Ist-Zustand

Basis für die SP-Befragung sind die im Mikrozensus berichteten Wege. Zu dem jeweils berichteten Weg werden Alternativen mit den nicht benutzten Verkehrsmitteln generiert, die als Datenbasis zur Generierung der SP-Entscheidungssituation dienen. Dabei wird auch der berichtete Weg nach untenstehender Methodik neu generiert. Dadurch wird gewährleistet, dass immer diejenigen Wegalternativen mit den verkehrsmittelspezifisch geringsten generalisierten Kosten als Datenbasis vorliegen. Wurde aufgrund persönlicher Präferenzen beispielsweise bei einem berichteten ÖV-Weg ein Umweg gefahren, der durch das Routingtool des MZMV 2010 auch entsprechend erfasst wurde, so kann eine derartige Präferenz bei der Generierung der MIV- und LIV-Alternativen nicht berücksichtigt werden. Entsprechende Effekte könnten dann bei der Modellierung und späteren Modellanwendung nicht adäquat berücksichtigt werden und somit zu Verzerrungen führen. Zusätzlich werden so Verzerrungen, die sich durch Rundungseffekte durch die Befragten beim Berichten der Wegattribute ergeben, vermieden.

MIV

Reisezeit

Die zeitkürzesten MIV-Wege werden gemäss der im MZMV 2010 berichteten Start- und Endkoordinate mittels der Software MATSim basierend auf dem hochaufgelösten Navigationsnetz der Firma Teleatlas ermittelt. Dabei werden tageszeitabhängige Belastungszustände berücksichtigt. Als Netzbelastung werden die Ergebnissen des KTI-Projekts „Agentenbasierte Simulation für location based services“ (Balmer *et al.*, 2010) übernommen, für welches Verkehrsnachfrage und -ablauf eines durchschnittlichen Werktages simuliert wurden.

Reisekosten

Wie in bisherigen SP-Befragungen werden die MIV-Reisekosten des berichteten Weges nur durch die Treibstoffausgaben beschrieben. Zur Berechnung der Reisekosten wurde ein Treibstoffverbrauch von 7.5l/100km und ein Treibstoffpreis von 1.75 CHF/l angenommen, woraus Kilometerkosten von 0.13 CHF/km resultieren.

Parkplatzsuchzeit

Da der MZMV 2010 die Parkplatzsuchzeit nicht umfasst, muss diese sinnvoll imputiert werden. Die Verfügbarkeit eines Parkplatzes und somit die Annahme der Suchzeit wird basierend auf den verfügbaren Informationen der räumlichen Gliederung des Zielorts, der dortigen Aktivitäten sowie der Informationen zur Parkplatzverfügbarkeit im MZMV (nur vorhanden für Arbeits- und Wohnorte) gemäss Tabelle 5 bestimmt.

Tabelle 5 Parkplatzsuchzeit in Minuten

Räumliche Gliederung	Arbeit/Ausbildung ¹	Nutzfahrt	Einkauf	Freizeit	Wohnort ¹
Kernstadt	3/1	3	5	5	3/0
Agglomeration	1/1	2	2	3	1/0
Isolierte Stadt	2/1	2	3	3	2/0
Ländlich	1/1	1	1	1	1/0

¹ Kein Parkplatz verfügbar / Parkplatz meist oder immer verfügbar

ÖV

Verbindungssuche

Die Verbindungssuche erfolgt über eine automatisierte Abfrage des auf der SBB-Webseite verfügbaren Hafas-Fahrplans (<http://www.sbb.ch/>). Für berichtete Wege mit dem ÖV werden Start- und Zielhaltestellen gemäss MZMV 2010 übernommen. Ansonsten erfolgt die Abfrage basierend auf der Start- und Zieladresse. Falls mindestens eine der Adressen innerhalb von Hafas nicht georeferenziert werden kann und somit keine Verbindung gefunden wird, werden die zu Start- und Zielort distanznächsten Haltestellen, für welche Hafas eine Verbindung findet, berücksichtigt. Falls innerhalb eines Umkreises von 500 m der Start- respektive Zielkoordinate ein Bahnhof vorhanden ist, wird automatisch dieser Bahnhof als Start-/Zielhaltestelle übernommen. Damit wird gewährleistet, dass die Haltestelle mit dem besten ÖV-Angebot ausgewählt wird. Als Datenbasis zur Auswahl der Haltestellen wird die vom Bundesamt für Verkehr publizierte Didok-Liste der ÖV-Haltestellen in der Schweiz verwendet.

Die Verbindungssuche berücksichtigt das im MZMV 2010 berichtete Datum (Unterscheidung der Fahrpläne nach Wochentag) sowie die Abfahrtszeit.

Verbindungswahl

Eine Fahrplanabfrage gibt in der Regel vier bis fünf verschiedene, mögliche Verbindungen zurück. Die Fahrplanabfrage wird viermal wiederholt, wobei die erste Startzeit die berichtete Abfahrtszeit laut MZMV minus 30 min und die Abfahrtszeit für die nachfolgenden Abfragen jeweils der spätesten Abfahrtszeit der vorigen Abfrage entspricht. Sollte diese sich entsprechen, wird die Abfahrtszeit für die nächste Iteration um 30 Minuten nach hinten verschoben. So wird sichergestellt, dass das generierte Verbindungsbündel einerseits die tatsächlich beste Verbindung enthält, andererseits für die Berechnung der Fahrzeugfolgezeit eine genügend grosse Stichprobe vorhanden ist.

Aus diesem Verbindungsbündel muss in der Folge diejenige Verbindung mit der höchsten Auswahlwahrscheinlichkeit für den berichteten Weg ausgewählt werden. Eine Verbindung wird dann als irrelevant taxiert, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- Gleiche Ankunftszeit, aber frühere Abfahrtszeit als eine andere Verbindung.
- Gleiche Abfahrtszeit, aber spätere Ankunftszeit als eine andere Verbindung.

- Reisezeit grösser als das 1.3-fache der Reisezeit der schnellsten Verbindung und Umsteigezeit nicht minimal.
- Anzahl der Umsteigevorgänge ist grösser als die Mindestanzahl der Umsteigevorgänge plus zwei.
- Ankunftszeit erfolgt drei Stunden vor oder nach der gewünschten Ankunftszeit.

Die Auswahl der Verbindung mit der grössten Auswahlwahrscheinlichkeit erfolgt über die Berechnung der generalisierten Kosten für die verbleibenden Verbindungen. Dazu werden die Nutzenparameter der Fahrzeit, Umsteigehäufigkeit- und dauer sowie Zu- und Abgangszeit des Nationalen Personenverkehrsmodells 2005 (Vrtic *et al.*, 2005) verwendet. Zusätzlich werden allfällige Verfrühungen/-spätungen berücksichtigt, die insbesondere dann auftreten, wenn der berichtete Weg mit dem MIV oder LIV unternommen wurde. Wird beispielsweise für einen MIV-Weg eine Ankunftszeit von 12:20 Uhr berichtet, ÖV-Verbindungen aber nur für die Ankunftszeiten 12:00 Uhr respektive 12:30 Uhr vorliegen, müssen die Verfrühung/-spätung von 20, respektive 10 Minuten bei der Verbindungswahl berücksichtigt werden. Dabei werden für Verfrühungen der einfache, für Verspätungen der doppelte Wert des Reisezeitparameters verwendet.

Fahrzeit, Umsteigezeit, Umsteigevorgänge

Die Fahrzeit basiert auf den Angaben der Hafas Fahrplanabfrage, wobei Haltezeiten der Fahrzeuge zum Fahrgastwechsel als Fahrzeit berücksichtigt werden.

Die Umsteigezeit umfasst die Zeit zwischen der Ankunft eines Fahrzeuges an einer Haltestelle und der Abfahrzeit des auf dem Weg nächstfolgenden Fahrzeuges. Allfällige Fusswege zwischen den Fahrzeugen, also auch Haltstellenwechsel zu Fuss, werden der Umsteigezeit zugeschlagen. Die Anzahl der Umsteigevorgänge ist durch die Anzahl von Fahrzeugwechseln gegeben.

Zusätzlich werden die Umsteigevorgänge nach Verkehrsmitteln unterschieden, wobei sich aus der Kategorie Bahn – andere ÖV-Verkehrsmittel folgende drei Klassen ergeben: 1) Bahn - andere ÖV-Verkehrsmittel; 2) andere ÖV-Verkehrsmittel – Bahn; 3) andere ÖV-Verkehrsmittel - andere ÖV-Verkehrsmittel. Diese Information wird für die SP-Befragung nicht verwendet, wird aber zur möglichen Verwendung späterer RP-Schätzungen im Datensatz gespeichert.

Zu-/Abgangszeit

Die Zu- und Abgangszeiten basieren auf der Luftliniendistanz zwischen den Start- und Zielkoordinaten und den Koordinaten der Start- und Zielhaltestellen. Zur Berechnung der Fusswegdistanzen wird die Luftliniendistanz mit einem distanzabhängigen Faktor gemäss Tabelle 6 multipliziert.

Tabelle 6 Distanzfaktoren Luftlinie – Fussweg – ÖV

Luftliniendistanz	Faktor Fussweg	Faktor Öffentlicher Verkehr
< 0.5km	1.30	1.50
< 1.0 km	1.25	1.50
< 2.5 km	1.20	1.50
< 20.0 km	1.10	1.30
> 20.0 km	1.10	1.20

Verbindungsfolgezeit

Die zur Berechnung der Verbindungsfolgezeit berücksichtigten Verbindungen müssen innerhalb einer gewissen Zeitspanne vor und nach der Verbindung mit der höchsten Auswahlwahrscheinlichkeit liegen. Die berücksichtigte Zeitspanne ist abhängig von der längsten Fahrzeugfolgezeit des um die irrelevanten Verbindungen reduzierten Verbindungsbündels. Ist die längste Fahrzeugfolgezeit kleiner als 10 Minuten, beträgt die Zeitspanne die dreifache Fahrzeugfolgezeit vor und nach der Verbindung mit der höchsten Auswahlwahrscheinlichkeit. Für Fahrzeugfolgezeiten grösser 10 Minuten, werden Verbindungen innerhalb der doppelten Fahrzeugfolgezeit vor und nach der Verbindung mit der höchsten Auswahlwahrscheinlichkeit berücksichtigt. So wird gewährleistet, dass die Verbindungsfolgezeit einerseits nicht von irrelevanten Verbindungen beeinflusst wird, andererseits immer durch den Mittelwert von mindestens fünf, respektive drei aufeinander folgenden Verbindungen gegeben ist.

Auslastung

Die Auslastung der Fahrzeuge der Verbindung wird je nach Datenlage ermittelt. Für Zugstapen werden kurs- und streckenabschnittsfeine Auslastungsdaten auf vier Stufen verwendet, welche von der SBB für dieses Projekt zur Verfügung gestellt wurden. Dieser Datensatz umfasst auch Auslastungsdaten der BLS, RhB und SOB. Obschon im SBB-Datensatz Auslastungsdaten nach 1. und 2. Klasse separiert ausgewiesen werden, werden für dieses Projekt nur die Auslastungsdaten der 2. Klasse berücksichtigt. Zusätzlich stellte die BLT für die Tramli-

nien 10 und 11 im Raum Basel ebenfalls zeit- und streckenabschnittsfeine Auslastungsdaten zur Verfügung. Die Mittelwertbildung über eine Etappe erfolgt gewichtet nach Fahrtabschnitten und deren Dauer.

Für die restlichen ÖV-Etappen werden die Auslastungen aufgrund des Zeitpunkts und des Raumtypus beim Ein- resp. Aussteigen eines Fahrzeuges gemäss Tabelle 7 bestimmt. Falls sich die Auslastungsangaben für den Ein- und Ausstiegsvorgang nicht entsprechen, wird deren Mittelwert berücksichtigt.

Für Wege mit mehreren Etappen wird der reisezeitgewichtete Mittelwert verwendet.

Tabelle 7 Generalisierte Auslastungsklassen für ÖV-Wegetappen ohne spez. Daten

	Stosszeit 7-9h/16:30–18:30h	Normal 6-7h/9h-16:30h/ 18:30-22h	Nebenzeit 22h-6h
Kernstadt	4	3	1
Agglomeration	3	2	1
Isolierte Stadt	3	2	1
Ländlich	2	1	1

Anzahl Zwischenhalte

Aufgrund technischer Schwierigkeiten kann die Anzahl der Zwischenhalte nicht direkt aus der automatisierten Fahrplanabfrage erfolgen. Sofern für die Etappe Auslastungsdaten vorhanden sind, erfolgt die Summierung der Zwischenhalte über den von der SBB zur Verfügung gestellten, streckenabschnittsfeinen Auslastungsdatensatz. Andernfalls wird die Anzahl der Zwischenhalte aufgrund der Etappendauer und des verwendeten Verkehrsmittels geschätzt: Dabei werden folgende mittleren Fahrzeiten zwischen zwei aufeinanderfolgenden Haltestellen angenommen: Zug, 2 Min; Tram/Bus, 1 Min; Postbus, 2 Min; Schiff, 4 Min.

Kosten

Die Berechnung der Fahrkosten erfolgt etappenbasiert, berücksichtigt den Abonnementsbesitz der befragten Personen und bezieht sich auf den Fahrpreis der 2. Klasse. Für jede Etappe wird versucht über die auf der SBB-Webseite verfügbare Preisauskunft die jeweiligen Kosten zu ermitteln. Aufgrund technischer Restriktionen können Preisinformationen von Etappen mit Start- und Zielort im selben Tarifverbund nicht automatisiert abgefragt werden. Falls über die

SBB-Webseite aus diesem oder anderen Gründen keine Preisinformation abrufbar ist, werden die Reisekosten gemäss Tabelle 8 bestimmt: Die dazu erforderlichen Distanzangaben basierend auf den Luftliniendistanzen zwischen den Etappenstart- und zielhaltestellen, welche mit den Faktoren gemäss Tabelle 6 multipliziert werden. Diese Faktoren beruhen auf den Ergebnissen von Chalasani *et al.* (2005) für geroutete ÖV-Wege des Mikrozensus 2000. Fahrkosten für GA-Besitzer werden durch Multiplikation dieser Distanzangaben mit einem mittleren Fahrkostenansatz von 0.105 CH/km berechnet.

Tabelle 8 Fahrtkosten ÖV, falls automatisierte Preisabfrage fehlschlägt

	Halbtax	Ohne Halbtax
< 2.5 km	0.60 CHF/km	0.30 CHF/km
> 2.5 km	0.40 CHF/km	0.20 CHF/km
Mindestkosten pro Weg < 1 km	2.00 CHF	1.60 CHF
Mindestkosten pro Weg > 1 km	2.00 CHF	1.00 CHF

LIV

Die Berechnung der LIV-Reisedistanzen basiert auf der Luftliniendistanz zwischen Start- und Zielkoordinate, multipliziert mit einem Distanzfaktor gemäss Tabelle 6. Die Reisezeiten ergeben sich unter der Annahme eine Geschwindigkeit von 4 km/h für Fusswege, respektive 15 km/h für Velowege.

3.4.2 Erstellung der Versuchspläne

Die Variation der Attribute für die Erstellung der Entscheidungssituationen in den Fragebögen, also die Verrechnung der Werte der Alternativen im Ist-Zustand mit den Faktoren Tabelle 3 und Tabelle 4, erfolgt gemäss den erstellten Versuchsplänen. Diese geben für jede Entscheidungssituation die zu verwendende Kombination von Ausprägungen der einzelnen Variablen an. Für die Erstellung dieser Versuchspläne wurde die Software Ngene (Rose *et al.*, 2008) verwendet. Die in der Software implementierte Erstellung sogenannter *Efficient Designs* (effizienter Versuchspläne) stellt mittels eines Optimierungsalgorithmus sicher, dass die Kombination der in den Entscheidungssituationen verwendeten Attributsausprägungen den auf der Basis der resultierenden Daten zu schätzenden Modellen ein Maximum an Informationen bereitstellt. Somit können die Einflüsse der einzelnen Variablen auf das Entscheidungsverhalten bestmöglich abgebildet werden.

Die Versuchspläne teilen also jeder Entscheidungssituation einen der möglichen Werte der in Tabelle 3 und Tabelle 4 aufgeführten Variablen zu. Da die Vielzahl an aufgelisteten Variablen für die Darstellung in einem einzelnen Experiment zu gross ist, wurde entschieden, eine Aufteilung der Attribute in zwei Sätze vorzunehmen und jeder befragten Person jeweils nur einen Teilsatz anzuzeigen. Die Zuteilung eines Teilsatzes zu einer befragten Person erfolgt dabei zufällig. Um eine Datengrundlage für eine gemeinsame Schätzung der Modelle zu schaffen, wurde jedoch jeweils ein Grundstock an Variablen beibehalten, welche in beiden Attributsätzen vorkommen. Die Aufteilung der Attribute für die Verkehrsmittelwahl-Experimente ist aus Tabelle 9 ersichtlich. Die in allen Versuchsplänen vorkommenden Variablen sind im MIV die Treibstoffkosten, die Strassengebühren und die Fahrtzeit, im ÖV der Billettpreis, die Fahrtzeit und die Anzahl Umsteigevorgänge. Auf eine Variation der Attribute für die Velo und zu Fuss-Alternative wird verzichtet, da diese mit verkehrsplanerischen Massnahmen kaum verändert werden können.

Tabelle 9 Aufteilung der Attribute auf die Versuchspläne: Verkehrsmittelwahl

Verkehrsmittel		Versuchsplan 1		Versuchsplan 2	
		MIV	ÖV	MIV	ÖV
Kosten ÖV			x		x
Kosten MIV	Treibstoff	x		x	
	Strassengebühr	x		x	
	Parkplatz			x	
Fahrtzeit ÖV			x		x
Fahrtzeit MIV		x		x	
Zu- und Abgangszeit					x
Bedienungshäufigkeit					x
Umsteigen			x		x
Parkplatzsuchzeit				x	
Abfahrts- und Ankunftszeit		x	x		
Verlässlichkeit MIV		x			
Verlässlichkeit ÖV			x		
ÖV-Auslastung			x		
Anzahl Attribute		5	6	5	5

Bei der Verkehrsmittelwahl führen die Kombinationen der Variablen zu insgesamt 10 (Versuchsplan 1) bzw. 11 (Versuchsplan 2) Attributen in den Entscheidungssituationen, was als den Befragten zumutbarer Aufwand bei der Informationsaufnahme angesehen werden kann. In Versuchsplan 1 werden neben Kosten und Fahrtzeiten die Verlässlichkeit (also der Anteil

Fahrten mit einer Verspätung grösser als 10 Minuten), die Abfahrts- und Ankunftszeit sowie die Auslastung im ÖV variiert, da die Attribute Verlässlichkeit, Abfahrts- und Ankunftszeit sowie ÖV-Auslastung gemeinsam betrachtet werden müssen. Versuchsplan 2 enthält Variablen zur Parkplatzsituation im MIV (Suchzeit und Kosten für den Parkplatz), die Zu- und Abgangszeiten und die Bedienungshäufigkeit (Angabe über das Zeitintervall zwischen zwei Fahrten) im ÖV.

Die Attribute der Alternativen bezüglich des Langsamverkehrs (zu Fuss und Velo) werden nicht variiert. Da diese nur die Reisezeit als Attribut besitzen und sich weder die Distanz noch die Topografie in den hypothetischen Entscheidungssituationen verändert, gäbe es keinen für die Befragten ersichtlichen Grund für eine Veränderung dieser Reisezeiten. Die entsprechenden Alternativen bleiben also jeweils über alle Entscheidungssituationen unverändert.

In den Routenwahl-Experimenten werden nur im Falle eines ÖV-Referenzweges die Attribute aufgeteilt, da hier im MIV nur drei Variablen variiert werden und dieser Satz somit konstant gehalten werden kann. Im ÖV beinhaltet der Satz an Variablen, welche in beiden Versuchsplänen auftauchen, die Kosten und die Reisezeit. In Versuchsplan 1 werden zusätzlich die Zu- und Abgangszeit, die Auslastung und die Anzahl Zwischenhalte variiert, in Versuchsplan 2 die Umsteigewartezeit, die Anzahl Umsteigevorgänge und die Bedienungshäufigkeit. Die beschriebene Aufteilung ist aus Tabelle 10 ersichtlich.

Tabelle 10 Aufteilung der Attribute auf die Versuchspläne: Routenwahl

Route 1 & 2	ÖV		MIV
	Versuchsplan 1	Versuchsplan 2	
Kosten ÖV	x	x	
Zu- und Abgangszeit	x		
Fahrtzeit ÖV	x	x	
Umsteigewartezeit		x	
Umsteigen		x	
Bedienungshäufigkeit		x	
ÖV-Auslastung	x		
Anzahl Zwischenhalte	x		
Kosten MIV			
Treibstoff			x
Maut			x
Fahrtzeit MIV			x
Anzahl Attribute	5	5	3

In den Routenwahl-Experimenten müssen sich die Befragten jeweils zwischen zwei angebotenen Alternativen entscheiden. Hieraus ergibt sich für die Routenwahl-Experimente im ÖV für beide Versuchspläne eine Gesamtanzahl von 10 (je 5 für beide Routenalternativen) variierenden Attributen, zwischen welchen bei der Entscheidung eine Abwägung getroffen werden muss.

3.4.3 Generierung der Fragebögen

Die Vielzahl an möglichen Kombinationen aus:

- Verfügbarkeit eines PW's und damit einhergehend der entsprechenden Verkehrsmittel-Alternative,
- Distanzklasse,
- gewähltem Verkehrsmittel im berichteten und ausgewählten Weg, und
- Zuteilung eines Versuchsplans (per Zufallsauswahl zu Attributsatz 1 oder 2)

führt zu 22 verschiedenen Fragebogenvarianten, welche jeweils in den drei Landessprachen Deutsch, Französisch und Italienisch angeboten werden. Insgesamt waren also 66 Fragebögen zu erzeugen. Die Typisierung der Fragebögen ist aus Tabelle 11 ersichtlich. Befragten, bei welchen mangels gangbarer Alternativen keine Verkehrsmittelwahl-Experimente möglich sind (bei langen Wegen und fehlender PW-Verfügbarkeit ist das einzige in Frage kommende

Verkehrsmittel der ÖV), werden 12 Routenwahl-Experimente zugeteilt (Fragebogentypen 5 und 6); ansonsten werden 10 Verkehrsmittelwahl- und gegebenenfalls 6 Routenwahl-Experimente erstellt. Für Referenzwege zu Fuss und mit dem Velo, also Fragebogentypen 1 bis 4 sowie 7 bis 10, werden keine Routenwahl-Experimente angeboten.

Falls die befragte Person einen PW zur Verfügung hat und der im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 berichtete und für die SP-Befragung ausgewählte Weg ein kurzer (Zuteilung zu Distanzklassen siehe Abschnitt 3.3) Weg mit dem MIV oder ÖV ist, würden für die Erstellung der Verkehrsmittelwahl-Experimente eigentlich vier Alternativen zur Auswahl stehen (zu Fuss / Velo / MIV / ÖV). Da deren Darstellung im Fragebogen die Befragten jedoch überlasten könnte, wird immer nur eine der beiden Langsamverkehrs-Alternativen angezeigt; die Auswahl dieser erfolgt wiederum zufällig (betrifft Fragebogentypen 11 bis 18). Bei langen Wegen kommt der Langsamverkehr nicht mehr als Alternative in Frage, daher bestehen die Verkehrsmittelwahl-Experimente hier lediglich aus einer binären Entscheidungssituation zwischen MIV und ÖV (falls die befragte Person einen PW zur Verfügung hat; dies betrifft also die Fragebogentypen 19 bis 22).

Tabelle 11 Zuteilung der Fragebogentypen

PW verfügbar	Distanz	Berichtetes Verkehrsmittel	Attributsatz	Verkehrsmittelwahl	Routenwahl	Gesamt	Nr.
nein	kurz	zu Fuss	1	10x zu Fuss / Velo / ÖV	-	10	1
			2	10x zu Fuss / Velo / ÖV	-	10	2
		Velo	1	10x zu Fuss / Velo / ÖV	-	10	1
			2	10x zu Fuss / Velo / ÖV	-	16	2
		ÖV	1	10x zu Fuss / Velo / ÖV	6x ÖV	16	3
			2	10x zu Fuss / Velo / ÖV	6x ÖV	16	4
	lang	ÖV	1	-	12x ÖV	12	5
			2	-	12x ÖV	12	6
ja	kurz	zu Fuss	1	10x zu Fuss / ÖV / MIV	-	10	7
			2	10x zu Fuss / ÖV / MIV	-	10	8
		Velo	1	10x Velo / ÖV / MIV	-	10	9
			2	10x Velo / ÖV / MIV	-	10	10
		ÖV	1	10x zu Fuss / ÖV / MIV oder 10x Velo / ÖV / MIV	6x ÖV	16	11
							12
			2	10x zu Fuss / ÖV / MIV oder 10x Velo / ÖV / MIV	6x ÖV	16	13
							14
		MIV	1	10x zu Fuss / ÖV / MIV oder 10x Velo / ÖV / MIV	6x MIV	16	15
							16
			2	10x zu Fuss / ÖV / MIV oder 10x Velo / ÖV / MIV	6x MIV	16	17
							18
	lang	ÖV	1	10 x ÖV / MIV	6x ÖV	16	19
			2	10 x ÖV / MIV	6x ÖV	16	20
		MIV	1	10 x ÖV / MIV	6x MIV	16	21
			2	10 x ÖV / MIV	6x MIV	16	22

Es folgt ein Lesebeispiel zu Tabelle 11:

Angenommen, eine befragte Person hat im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 angegeben, einen Weg von 5 Kilometern Länge mit dem Velo unternommen zu haben, und dieser Weg wird durch das Auswahlverfahren (siehe Abschnitt 3.2) als Referenzweg für die Erstellung des SP-Fragebogens bestimmt. Aus den Daten geht zudem hervor, dass die Person einen PW besitzt. Die Person erhält also 10 Verkehrsmittelwahl-Experimente mit der Vorgabe, sich zwischen den Alternativen Velo (Ist-Weg), ÖV und MIV zu entscheiden. Des Weiteren werden keine Routenwahl-Experimente erzeugt, da der Referenzweg ein Langsamverkehrsweg ist und somit die Routenwahl nicht analysiert werden soll. Die Zufallsauswahl ergibt eine Zuteilung von Attributsatz 2, die Person erhält demnach einen Fragebogen vom Typ 10.

Nach der Zuteilung eines Fragebogentyps mittels des oben beschriebenen Vorgehens werden als nächster Schritt für jede befragte Person die Attribute aus dem zugehörigen Versuchsplan (also die Faktoren, um welche die erzeugten Wegalternativen im Ist-Zustand verändert werden müssen) durch ein eigens mittels der Programmiersprache *R* (Venables *et al.*, 2010) erstelltes Programm eingelesen. Im obigen Fall werden 10 verschiedene Kombinationen von Ausprägungen für die Verkehrsmittelwahl-Situationen eingelesen. Durch Verrechnung dieser Faktoren mit den Werten der Ist-Alternativen (welche aus dem in Abschnitt 3.4.1 beschriebenen Arbeitsschritt hervorgehen) ergeben sich die Ausprägungen der Attribute für die Alternativen in den Entscheidungssituationen der Befragten, welche für jeden Fragebogentyp separat als Datensatz abgespeichert und anschliessend automatisch in die individuellen Fragebögen eingefügt werden.

Abbildung 13 zeigt ein Beispiel einer mittels dieses Verfahrens erzeugten Entscheidungssituation, wie sie im Fragebogen der oben genannten fiktiven Person dargestellt werden würde. Die *kursiv* gedruckten Attribute werden im Versuchsplan nicht variiert sondern über alle Entscheidungssituationen konstant gehalten. Sie werden der befragten Person jedoch trotzdem angezeigt, damit diese sich ein besseres Gesamtbild über die Situation machen kann.

Die dargestellte Kombination der verschiedenen Variablenwerte stellt also eine der 10 hypothetischen Situationen dar, in welche die befragte Person sich hineinversetzen soll. Nun soll aufgrund der Attribute und deren möglichen *Trade-Offs* (Austauschverhältnisse zwischen den Bewertungen der einzelnen Variablen) eine Abwägung darüber getroffen werden, welche der drei Alternativen in dieser spezifischen Situation bevorzugt würde. Die entsprechende Wahl wird dann mittels Ankreuzen einer Alternative in der untersten Zeile vorgenommen. Diese Datenerhebung mittels dieser sogenannten *Stated Choice* Methodik hat sich als gute Grundlage für die Schätzung der in dieser Studie verwendeten diskreten Entscheidungsmodelle er-

wiesen (siehe u.a. Louvière *et al.*, 2009, bzw. die in Abschnitt 1.3 beschriebenen Schweizer Anwendungsbeispiele).

Abbildung 13 Beispiel einer Entscheidungssituation

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 11:45	Abfahrtszeit 11:50	Abfahrtszeit 11:40
	Fahrtzeit 10 min	Fahrtzeit 16 min
	Parkplatzsuchzeit 5 min	Zu- und Abgangszeit 4 min
Fahrtzeit 15 min	Kosten Treibstoff 1.5 CHF	Billettpreis 3 CHF
	Strassennutzungsgebühr 0.8 CHF	Umsteigen 1 Mal
	Kosten Parkplatz 5 CHF	Auslastung tief
		Eine Verbindung alle 5 min
Ankunftszeit 12:00	Ankunftszeit 12:00	Ankunftszeit 12:00

← Ihre Wahl →

☐
☐
☐

3.4.4 Illustration der Auslastungszustände

Zum besseren Verständnis der Auslastungszustände „tief“, „mittel“, „hoch“ und „überlastet“ wurden den Befragten illustrative Abbildungen dieser Zustände für eine Fahrt mit dem Tram oder Bus sowie mit der Bahn angezeigt. Diese Illustrationen entsprechen jenen in den Abbildung 14 und Abbildung 15. Die Zustände für eine Fahrt mit dem Nahverkehr weichen von jenen für eine Fahrt mit der Bahn insofern ab, als ein Wagen oder Fahrzeug, in welchem alle Sitzplätze besetzt sind und somit ein Teil der Strecke stehend zugebracht werden muss, im Tram eher noch als akzeptabel angesehen wird (und somit noch nicht als „überlastet“ ausgewiesen werden sollte), während ein solcher Zustand bei der Bahn bereits als Überlastung gilt.

Abbildung 14 Illustration der Auslastungszustände für eine Fahrt mit dem Tram oder Bus

tief



mittel



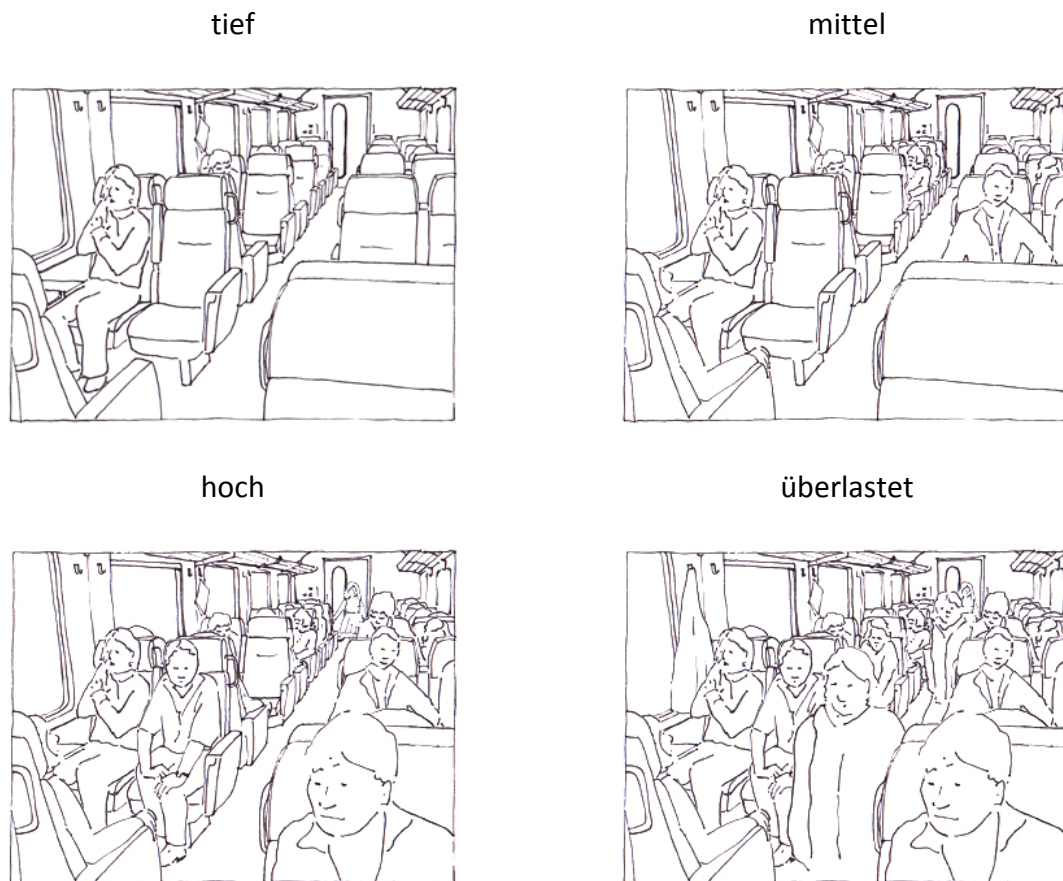
hoch



überlastet



Abbildung 15 Illustration der Auslastungszustände für eine Fahrt mit der Bahn



4 SP-Befragung: Pretest

4.1 Durchführung des Pretests und Rücklauf

4.1.1 Ablauf des Pretests

Die operative Durchführung des Pretests erfolgte nach folgenden Arbeitsschritten:

- Rekrutierung der Teilnehmer am Ende der telefonischen Befragung „Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010“ durch das Befragungsinstitut LINK: Montag, den 3. Mai bis Mittwoch, den 12. Mai 2010; alle Befragten über 18 Jahre, welche an ihrem Stichtag mindestens einen Weg berichtet hatten, wurden gefragt, ob sie an einer weiteren, schriftlichen Befragung teilnehmen möchten (pro Haushalt wurde aber maximal ein Teilnehmer rekrutiert); siehe hierzu auch Abschnitt 3.1;
- Freitag, den 7. und Freitag, den 14. Mai: Lieferung der Grundlagendaten der rekrutierten Teilnehmer durch LINK an die ARGE zwecks Erstellung der SP-Fragebögen;
- Dienstag, den 11. und Dienstag, den 18. Mai: Lieferung der erstellten Fragebögen (elektronisch im PDF-Format) durch die ARGE an LINK, zwecks Druck und Versand;
- Mittwoch, den 12. und Mittwoch, den 19. Mai: Druck und Versand der Fragebögen durch LINK;
- Dienstag, den 15. Juni und Donnerstag, den 1. Juli: Abholung der zurückerhaltenen Fragebögen durch einen Vertreter der ARGE bei LINK und anschließende Kodierung der Antworten der Teilnehmer.

4.1.2 Erstellung der Fragebögen

In der knapp zweiwöchigen Rekrutierungsperiode erklärten im Anschluss an die telefonische Befragung 723 Teilnehmer ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der SP-Befragung. Von diesen 723 Personen konnte für 612 mittels des in den Abschnitten 3.2 und 3.4 beschriebenen Vorgehens SP-Befragungssituationen erstellt werden. Die 109 ausscheidenden Personen begründen sich wie folgt:

- Kein relevanter Weg: die betreffende Person war am Stichtag zwar mobil, hat aber keinen Weg mit einem für die SP-Befragung relevanten Verkehrsmittel (zu Fuss, Velo, Auto oder ÖV) zurückgelegt.
- Keine ÖV-Alternative gefunden: für den durch die betreffende Person berichteten Weg konnte bei der in Abschnitt 3.4.1 beschriebenen Erzeugung der Wegalternativen

tiven keine sinnvolle Alternative mit dem ÖV gefunden werden: entweder ist der relevante Weg zu kurz, so dass die Ein- und Ausstiegshaltestelle dieselben wären und somit keine Verbindung gefunden werden kann, oder es gibt im HAFAS-Fahrplan keine Verbindung zwischen Start- und Zielort (obwohl diese nicht exakt gleich sind). Da in allen Fragebogenvarianten jedoch immer eine ÖV-Alternative angeboten werden muss, fallen diese Personen aus der Stichprobe heraus.

Von den 612 versandten Fragebögen wurden in der ersten Pretestwoche 242 und in der zweiten 370 erstellt. Die geringere Anzahl in der ersten Welle ergibt sich aus der hier kürzeren Rekrutierungsperiode (4 anstelle von 7 Tagen), die zweite Welle ist also massgebend. Es wird damit gerechnet, dass die genannten Rekrutierungsquoten auch in der Hauptbefragung beibehalten werden und somit ca. 370 Fragebögen pro Woche versandt werden können.

4.1.3 Festgestellte Mängel

Generierung der Fragebögen

Bei der Durchsicht der Fragebögen, welche nach dem Versand durch den Auftraggeber und die ARGE erfolgte, wurden folgende Fehler festgestellt:

- Bei den französischsprachigen Teilnehmern war aufgrund einer fehlerhaften Verbindung mit der Datenbank, der Text zur Beschreibung des durch die Befragten im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 berichteten Weges (siehe Fragebogenbeispiel im Anhang) fehlerhaft; hier wurde jeweils eine falsche Abfahrtszeit sowie immer als Verkehrsmittel das Auto angezeigt. Die tabellarische Übersicht des betreffenden Weges, welche ebenfalls auf der ersten Seite des Fragebogens ersichtlich ist, wurde jedoch in allen Fällen korrekt dargestellt. Dieser Umstand könnte allenfalls einen Einfluss auf das Verständnis der Befragten und somit eventuell auf den Rücklauf beim betroffenen Teil der Stichprobe gehabt haben.
- Der Einleitungstext für die italienischsprachigen Teilnehmer enthielt keine Information über das im berichteten Weg verwendete Verkehrsmittel; auch dies könnte (in geringerem Masse) zu einer verminderten Wiedererkennung des berichteten Weges durch die Befragten geführt haben und allenfalls einen Einfluss auf den Rücklauf gehabt haben.
- In einigen wenigen Fällen wichen die Bezeichnungen des Start- und Zielorts im Einleitungstext von den Nennungen aus dem Telefoninterview ab. In der Datenaufbereitung wurden nicht die Ortsnamen aus dem Mikrozensus verwendet, da diese nur durchgehend in Grossbuchstaben vorlagen. Basierend auf der angegebenen BFS-Gemeindenummer wurde der Gemeindename aus einer Gemeindeliste mit Stand des Jahres 2000 abgeleitet. Der Gemeindestand der gelieferten BFS-Gemeindenummern ist jedoch 2010. Falls keine Zuordnung stattfinden konnte, wurde eine falsche Datenzeile ausgelesen, wodurch es zu Unstimmigkeiten kam. Für die Generierung der Wegalternativen hatte dies allerdings keinen Einfluss, da diese auf den Geokoordinaten basieren.

Generierung der Alternativen

Bei der Generierung der Alternativen zum berichteten Weg wurden folgende Mängel festgestellt:

- Die Abfahrts- und Ankunftszeit der Wegealternativen wurden, unabhängig vom berichteten Verkehrsmittel aufgrund der Ankunftszeit der ÖV-Alternative ermittelt. Als Ankunftszeit der MIV- und LIV-Alternative wurde jeweils die Ankunftszeit ÖV zugeordnet und davon basierend die Startzeit ermittelt. Dies führte zu Problemen, wenn die ÖV-Alternative, beispielsweise aufgrund längerer Zu- und Abgangszeiten, deutlich mehr Zeit in Anspruch nimmt als die MIV-/LIV-Alternative oder wenn zur berichteten Ankunftszeit keine passende ÖV-Verbindung verfügbar war (beispielsweise während der Nacht). Dadurch ergaben sich im Vergleich zu den berichteten Zeiten im Mikrozensus vereinzelt grössere Verschiebungen der Abfahrts- resp. Ankunftszeit gegenüber dem berichteten Weg.

Für die Hauptbefragung wird daher das Vorgehen zur Terminierung der Abfahrts- und Ankunftszeiten folgendermassen angepasst. Für die fahrplanunabhängigen Modi (MIV und LIV) wird der Abfahrtszeitpunkt aufgrund der berichteten Ankunftszeit durch Subtraktion der Dauer des Wegs berechnet. Die ÖV-Alternative wird aufgrund der berichteten Ankunftszeit ermittelt. Die Verbindungswahl erfolgt analog des in Abschnitt 3.4.1 erläuterten Vorgehens. Abweichend davon wird allerdings für die automatisierte Fahrplanabfrage nicht die Abfahrtszeit, sondern die Ankunftszeit berücksichtigt. Dadurch entsprechen die Ankunftszeiten des MIV und LIV nicht zwingend den Ankunftszeiten des ÖV. Wird beispielsweise zur berichteten Ankunftszeit keine plausible ÖV-Verbindung gefunden, so wird die zur berichteten Ankunftszeit beste Verbindung ausgewählt.

- Umsteigevorgänge mit und ohne Fusswege werden bei der automatischen Fahrplanabfrage getrennt behandelt und in zwei unterschiedliche Attribute gespeichert. Zur Generierung der Fragebögen ist aber nur die aufsummierte Anzahl an Umsteigevorgängen und –dauer relevant. Im Pretest wurden allerdings nur die Umsteigevorgänge ohne Fusswege berücksichtigt. Daher wurde in 28.6% der berichteten Wege ein und in weiteren 5.8% zwei Umsteigevorgänge von im Durchschnitt 2.4 Minuten Dauer unterschlagen.
- Im Pretest wurden aufgrund eines Programmierfehlers die Auslastungsdaten und die Anzahl der Zwischenhalte, sofern diese nicht aus dem SBB-Auslastungsdatensatz stammten, nur aufgrund der letzten Etappe definiert.

Alle obengenannten Mängel wurden selbstverständlich sofort nach deren Erkennung behoben, so dass für die Hauptstudie allen Befragten der korrekte Einleitungstext und die korrekten Ortsnamen angezeigt werden. Weiter wurden die Skripte dahin gehend korrigiert, dass die Entscheidungsexperimente auf zum berichteten Weg relevanten Wegalternativen mit der korrekten Anzahl und Dauer an Umsteigevorgängen sowie über alle Etappen summierten Anzahl Zwischenhalte/gemittelte Auslastung basieren.

4.1.4 Rücklaufanalyse

Die nachfolgende Tabelle 12 gibt eine Übersicht zu den Teilnehmern des Mikrozensus, den an der SP „teilnahmeberechtigten“ Personen, den rekrutierten Personen, versandten und zurückbekommenen Fragebögen. Eine der Kennzahlen ist hierbei besonders interessant: Der relative Anteil der teilnahmebereiten (rekrutierten) Personen von den für die SP geeigneten Personen. Dieser beträgt 54.1 % und liegt höher als die Erfahrungswerte von 45%.

Tabelle 12 Pretest: Übersicht der rekrutierten Personen und Rücklauf

	Absolute Anzahl	Relativer Anteil
Befragte Personen im MZMV von 3.5.-12.5. (10 Tage)	1'729	
Für SP teilnahmeberechtigte Befragte (mobil am Stichtag und älter 18 Jahre)	1'336	77.3 %
Rekrutierte Personen	723	54.1 %
Versandte Fragebögen	612	84.6 %
Zurückgesendete Fragebögen	433	70.8 %

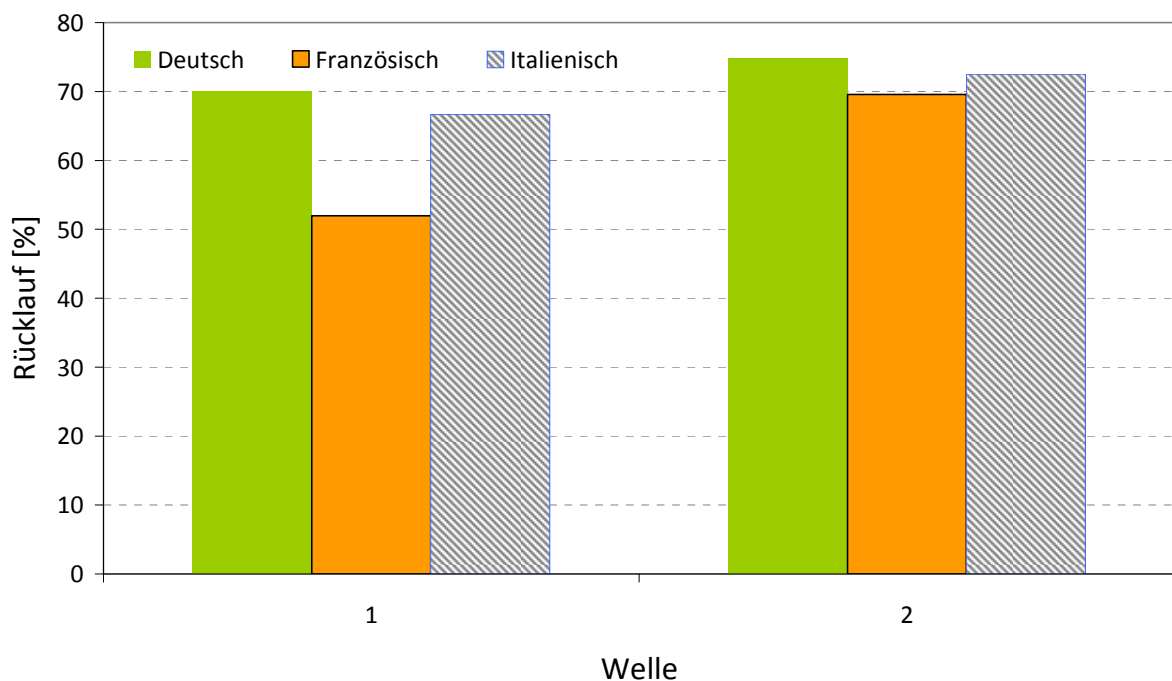
Von den 612 versandten Fragebögen wurden 433 durch die Befragten zurückgeschickt, was einer Rücklaufquote von 70.8 Prozent (66.9% in der ersten, 73.2% in der zweiten Welle) entspricht. Wenn diese Quote in der Hauptbefragung beibehalten wird, ist mit einem Rücklauf von ca. 280 Fragebögen pro Woche zu rechnen. Somit kann erwartet werden, dass bei der 11-wöchigen Hauptbefragung knapp über 3'000 Fragebögen zurückgesendet werden und damit der untere Bereich des Zielwerts (3'000-4'000 Fragebögen) des Pflichtenhefts auch ohne die Fragebögen des Pretests erreicht wird.

Rücklauf nach Sprachregion

Um den Einfluss der oben besprochenen Mängel der französisch- und italienischsprachigen Fragebögen auf die Rücklaufquote zu eruieren, ist in Abbildung 16 der Rücklauf in den verschiedenen Sprachregionen, differenziert nach der Befragungswelle, dargestellt. Hier ist ersichtlich, dass es tatsächlich Unterschiede zwischen den Sprachregionen zu geben scheint. Diese sind jedoch sicherlich nur begrenzt auf die Fehler in der Fragebogengenerierung zurückzuführen. Dass die Rücklaufquote für die französischsprachigen Fragebögen in der zweiten Welle sich jener der deutschsprachigen annähert, könnte darauf hinweisen, dass die Stichprobengrösse der ersten Welle für eine Aussage über die Signifikanz eines regionalen Effekts zu klein ist (da hier bereits 5 Fragebögen mehr oder weniger eine beträchtliche Veränderung in der Rücklaufquote ausmachen würden).

Des Weiteren können ähnliche Muster der regionalen Unterschiede im Rücklauf auch in früheren Studien am IVT (siehe z.B. Vrtic et al., 2006 bzw. Weis und Axhausen, 2009) festgestellt werden. In letztgenannter Studie beispielsweise lag der Rücklauf für den deutschsprachigen Teil der Schweiz bei 65%, für den Rest lediglich bei 45%. Erfahrungsgemäss liegt der Rücklauf für den nicht deutschsprachigen Teil der Bevölkerung also etwas tiefer, womit die hier beschriebene Befragung keine Ausnahme bildet.

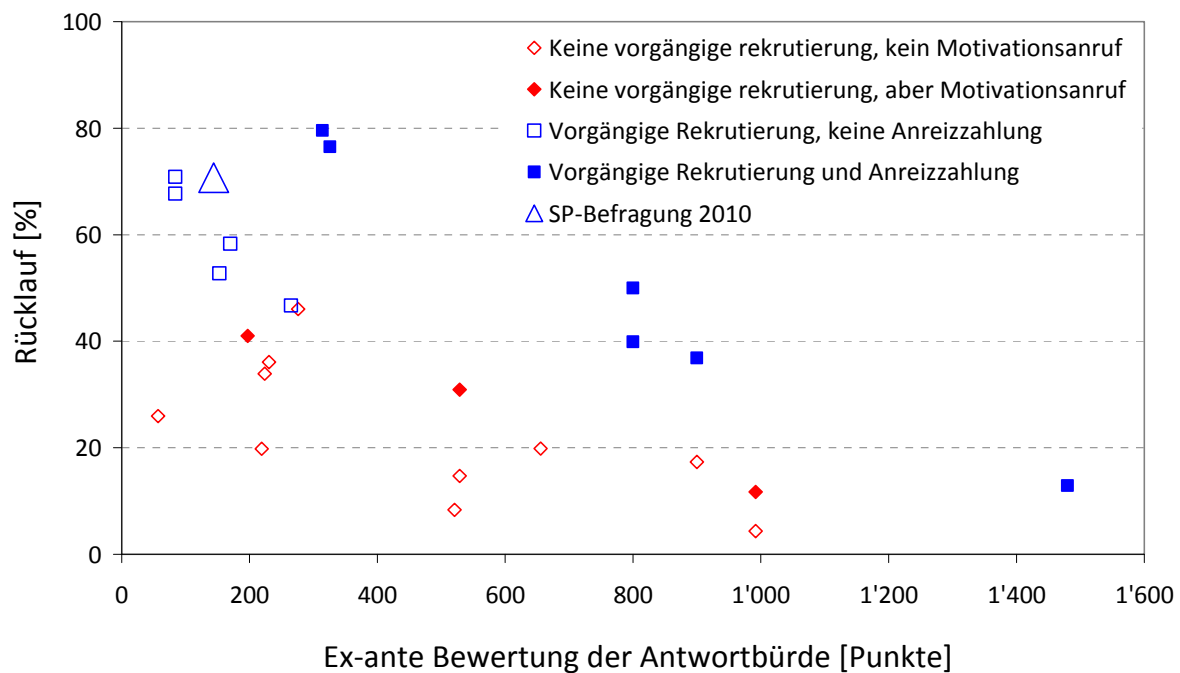
Abbildung 16 Pretest: Rücklauf nach Welle und Sprachregion



Rücklauf im Vergleich früherer Studien

Die erzielte Rücklaufquote von ca. 70% liegt für eine Befragung dieses Ausmasses mit vorgängiger Rekrutierung im Rahmen der Erwartungen, wie der in Abbildung 17 dargestellte Vergleich mit Studien ähnlicher Art am IVT zeigt. Das verwendete Punktesystem (Axhausen und Weis, 2010) besteht aus einer gewichteten Summe von Bewertungen, welche den verschiedenen Fragetypen zugewiesen werden, und weist einen etwa linearen Zusammenhang mit der Rücklaufquote auf.

Abbildung 17 Pretest: Befragungsrücklauf im Kontext vergleichbarer Studien

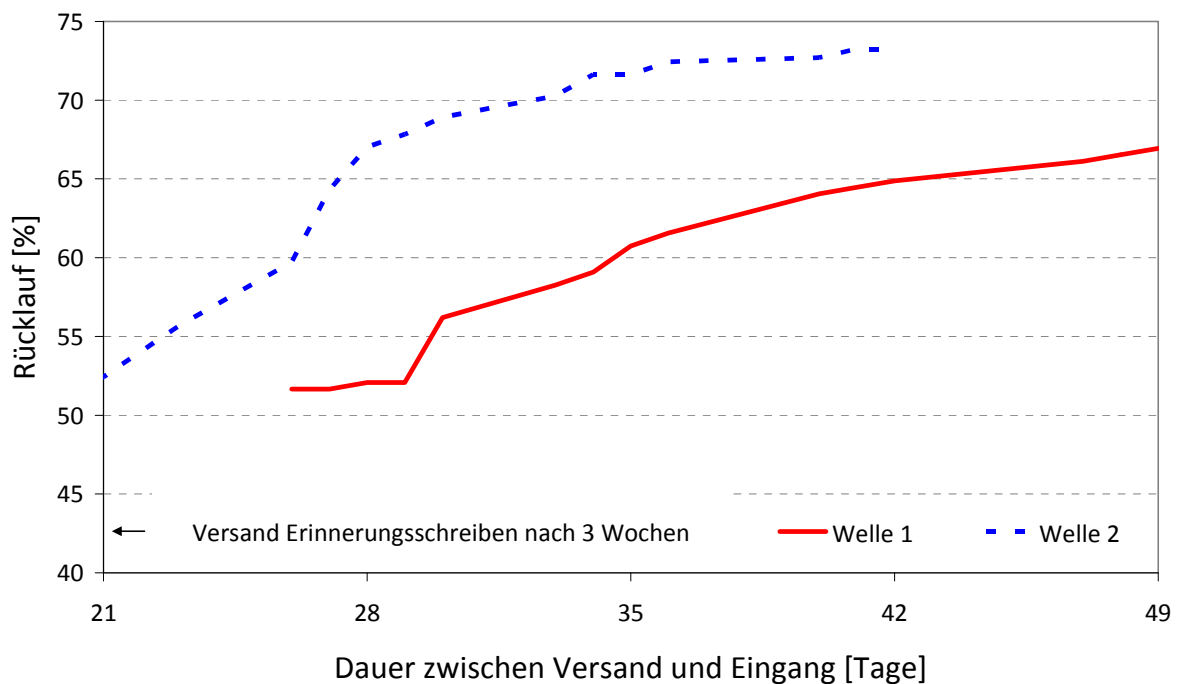


Quelle: aktualisierte Fassung auf Grundlage Axhausen und Weis (2010)

Rücklaufdauer

Die verstrichene Zeit zwischen Versand des Fragebogens und dessen Erhalt ist in Abbildung 18 dargestellt. Die Aufzeichnung des genauen Datums des Erhalts der einzelnen Fragebogens wurde erst ab dem 7. Juni, also knapp 3 Wochen nach Versand der Fragebögen aus der 2. Welle, begonnen, womit über die Rücklaufgeschwindigkeit vor Ablauf dieser Periode keine Aussage getroffen werden kann. Was aus Abbildung 18 jedoch ersichtlich ist, ist der Effekt des Versands des Erinnerungsschreibens an die Personen, die 3 Wochen nach dem ersten Versand noch nicht teilgenommen haben. Dieser sorgt mit ca. einer Woche Verzug (also 4 Wochen nach dem ursprünglichen Versand des Fragebogens) nochmals für einen Anstieg der Rücklaufquote um ca. 5% und stellt somit einen durchaus lohnenden Aufwand dar.

Abbildung 18 Pretest: Rücklaufdauer



4.2 Deskriptive Auswertung Pretest

4.2.1 Soziodemographische Eigenschaften der befragten Personen

Um Aussagen über die Repräsentativität der Stichprobe treffen zu können, wird diese anhand verschiedener Kriterien mit der für die Bevölkerung repräsentativen, gewichteten Stichprobe des Mikrozensus 2005 (da die Daten für den Mikrozensus 2010 noch nicht vorliegen) verglichen. Zudem werden Vergleiche zwischen den Variablenverteilungen in den Stichproben der rekrutierten Personen und jenen, welche die SP-Befragung beantwortet haben, gezogen, um Informationen über eventuelle Einflüsse der soziodemographischen Eigenschaften der Befragten auf das Antwortverhalten zu erlangen.

Tabelle 13 Pretest: Soziodemographische Eigenschaften der Befragten

Variable	Ausprägung	MZ'05	Rekrutiert	Antworten
Geschlecht	männlich	48.3	46.9	49.9
	weiblich	51.7	53.1	50.1
Alter [Jahre]	18 – 35	28.4	24.7	22.2
	36 – 50	30.4	31.3	29.1
	51 – 65	23.2	24.7	27.0
	> 65	18.1	19.3	21.7
Haushaltsgrösse [Personen]	1	28.8	27.9	25.6
	2	36.1	37.1	40.6
	3	13.1	12.1	11.3
	4	15.3	15.2	15.2
	> 4	6.7	7.7	7.3
Haushaltseinkommen [CHF / Monat]	< 2'000	4.1	2.5	1.6
	2'000 – 4'000	19.9	13.9	13.4
	4'000 – 6'000	28.1	24.8	23.7
	6'000 – 8'000	21.0	19.9	19.9
	8'000 – 10'000	12.4	16.4	17.2
	10'000 – 12'000	6.7	8.3	9.1
	12'000 – 14'000	3.3	4.8	5.1
	14'000 – 16'000	1.8	3.7	4.6
	> 16'000	2.7	5.6	5.4
Raumtyp	Kernstadt einer Agglomeration	28.7	36.0	35.0
	Andere Agglomerationsgemeinde	45.3	44.7	45.7
	Isolierte Stadt	0.9	0.5	0.5
	Ländliche Gemeinde	25.1	18.8	18.9
ÖV-Abonnement	keines	67.2	49.8	46.4
	Halbtax	26.5	39.6	40.9
	GA	6.3	10.6	12.7
PW-Verfügbarkeit	immer	79.4	81.7	80.1
	gelegentlich / nach Absprache	15.7	14.4	14.1
	nie	4.9	3.9	3.0
Anzahl PW's im Haushalt	0	14.2	16.5	15.0
	1	48.8	52.5	55.0
	2	29.8	25.8	24.7
	> 2	7.2	5.2	5.3

Die entsprechende Übersicht ist aus Tabelle 13 ersichtlich. Es zeigt sich, dass Verzerrungen gegenüber der Gesamtbevölkerung bezüglich folgender Variablen auftreten:

- Alter: die jüngste Altersklasse (18 bis 35 Jahre) ist leicht unterrepräsentiert.
- Haushaltseinkommen: Leichte Unterrepräsentierung der tiefsten Einkommensklasse (unter 2'000 CHF/Monat) und jener mit einem Einkommen zwischen 4'000 und 6'000 CHF/Monat.
- Raumtyp: ländliche Gemeinden sind unter-, Kernstädte übervertreten.
- Besitz eines ÖV-Abonnementes: Überproportional viele Befragungsteilnehmer besitzen ein GA oder Halbtax.

Letztere Überrepräsentierung von Personen, welche viel mit dem ÖV fahren, ist typisch für Befragungen zum Verkehrsverhalten in der Schweiz (siehe wiederum Weis und Axhausen, 2009, für ein anderes aktuelles Beispiel, in dem diese Verzerrung vorliegt).

Aus den Unterschieden zwischen Befragungsrücklauf und Grundgesamtheit ergibt sich die Frage nach der Notwendigkeit der Umgewichtung der Stichprobe. Für deskriptive Auswertungen und lineare Analysen sollte diese für den Gesamtdatensatz vorgenommen werden. Für die konsistente Schätzung der diskreten Entscheidungsmodelle, auf welchen das Hauptgewicht in dieser Studie liegt, ist eine Umgewichtung jedoch nicht notwendig, sofern die Variablen, welche die Selektivität beeinflussen, in die Modelle einbezogen werden (Ben-Akiva und Lerman, 1985; Axhausen *et al.*, 2008). Dies wird in den zu schätzenden Modellen der Fall sein.

Was die Unterschiede zwischen den Stichproben der rekrutierten und teilgenommenen Personen betrifft, so fällt insbesondere der nochmalige Anstieg des Anteils der ÖV-Abonnementsbesitzer auf, was die oben genannte Hypothese stützt.

4.2.2 Eigenschaften der berichteten Wege

Neben den soziodemographischen Eigenschaften der Stichprobe ist die Verteilung der Wegeigenschaften interessant. Diese sollte idealerweise den Vorgaben aus Abschnitt 3.2 entsprechen; es wird also eine leichte Verzerrung zugunsten langer Wege und nicht häufig genannter Fahrtzwecke in Kauf genommen, um für die Schätzung der Modelle eine genügend grosse Stichprobe für alle Kategorien zur Verfügung zu haben.

Die Verteilung der Fahrtzwecke ist für die Stichproben der rekrutierten und teilgenommenen Befragten im Vergleich mit der repräsentativen Stichprobe des Mikrozensus 2005 aus Tabelle 14 ersichtlich. Der Anteil der Rückfahrten nach Hause ist deutlich geringer als im MZ'05, da

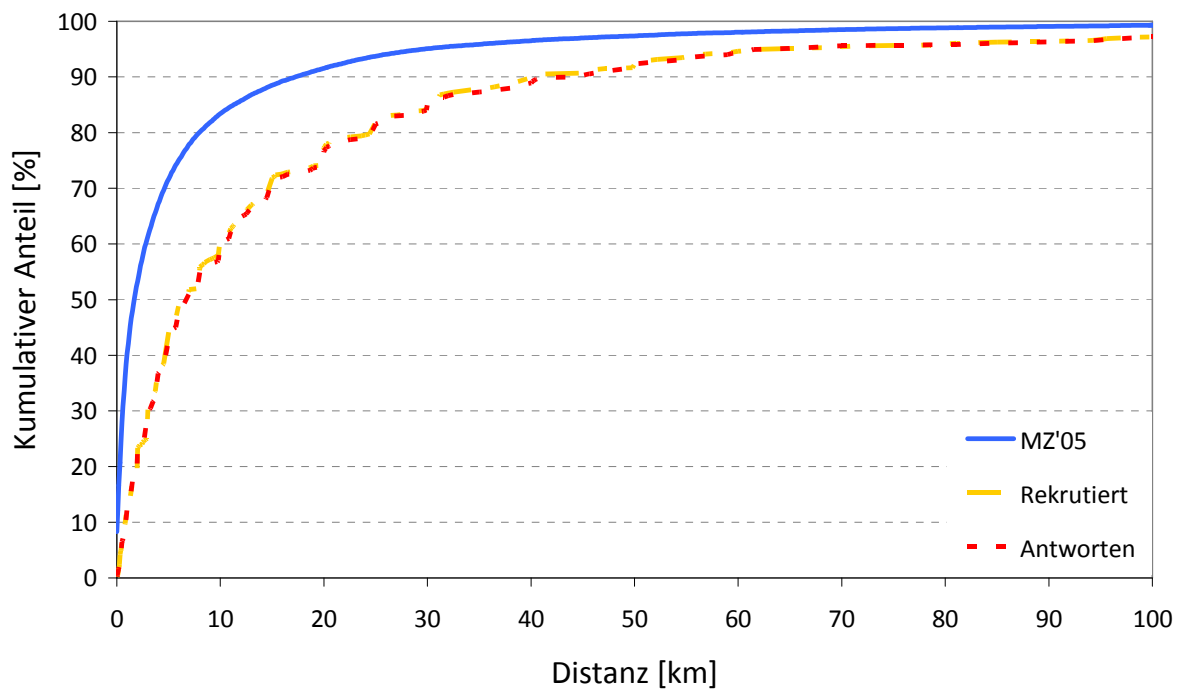
bei gleich langem Hin- und Rückweg zu einer Aktivität immer der Hinweg ausgewählt wird. Dadurch liegen die Anteile der übrigen Fahrtzwecke höher als in der Gesamtstichprobe, insbesondere gilt dies für Wege zur Arbeit und Freizeitwegen. Ausbildungswege sind aufgrund des Wegfalls der unter 18-jährigen Befragten unterrepräsentiert, während das Ziel, mehr Nutzfahrten als im Bevölkerungsmittel zu erhalten, erreicht wurde. Die Wegzweckverteilung zwischen den Stichproben der rekrutierten und teilgenommenen Befragten unterscheidet sich nicht wesentlich; der Rücklauf scheint also unabhängig vom Zweck des berichteten Weges zu sein.

Tabelle 14 Pretest: Verteilung der Fahrtzwecke

Fahrtzweck	MZ'05	Rekrutiert	Antworten
Rückkehr nach Hause	43.0	13.2	11.8
Arbeit	13.0	27.5	29.6
Ausbildung	4.4	1.3	1.6
Einkauf / Erledigung	12.6	19.8	20.8
Nutzfahrt	2.2	5.7	5.1
Freizeit	23.8	31.9	30.3
andere	1.0	0.7	0.9

Ebenfalls interessant ist die Frage nach der Verteilung der Weglängen; hier dient als Illustration Abbildung 19. Hier ist zu sehen, dass wie vorgegeben durch das Auswahlverfahren die Distanzverteilung zugunsten längerer Wege verlagert werden konnte. Die Distanzverteilung zwischen der Stichprobe der rekrutierten Befragten und den Teilnehmern im Rücklauf unterscheidet sich hingegen nicht. Die Länge des berichteten Weges ist also erwartungsgemäss kein Kriterium dafür, ob eine Person an der Befragung teilnimmt oder nicht.

Abbildung 19 Pretest: Verteilung der Weglängen



Als letzter Indikator sei noch die Wahl des Verkehrsmittels für den berichteten Weg erwähnt, deren Verteilungen in Tabelle 15 zu sehen sind.

Tabelle 15 Pretest: Verteilung der Verkehrsmittel

Verkehrsmittel	MZ'05	Rekrutiert	Antworten
zu Fuss	28.4	11.9	10.6
Velo	7.0	4.2	5.1
MIV	51.5	62.7	63.5
ÖV	11.8	21.2	20.8
andere	1.3	0.0	0.0

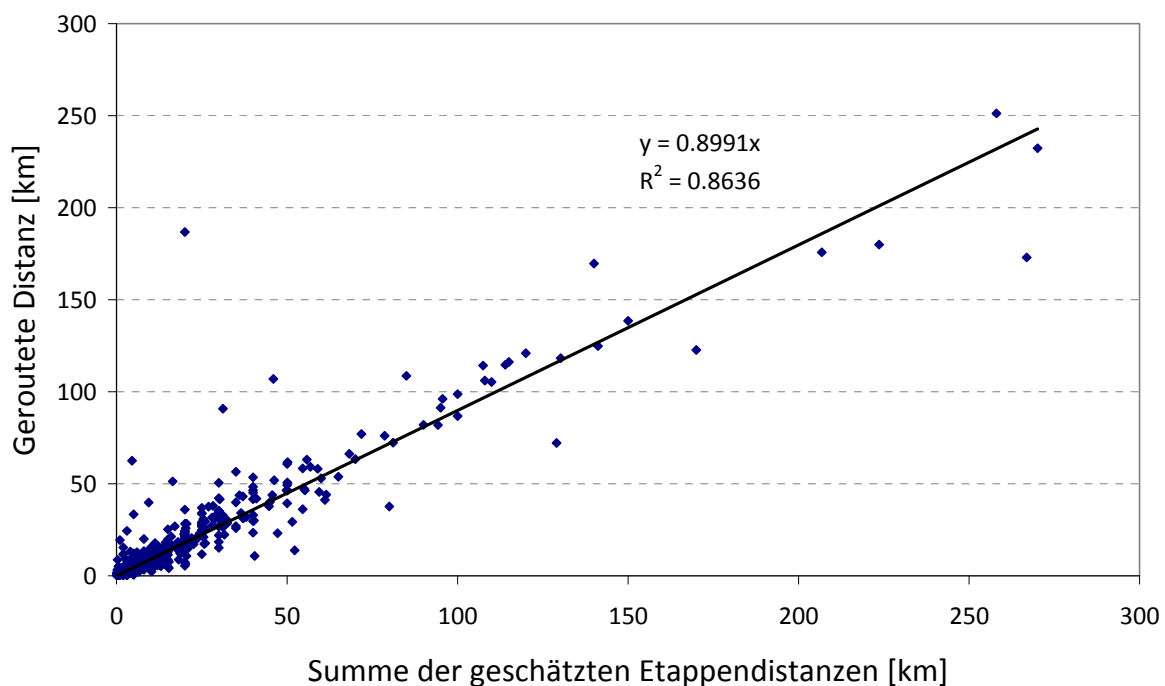
Durch die oben beschriebene Umverteilung der Weglängen wurde auch das Verhältnis zwischen den Verkehrsmitteln verändert. Es sind deutlich weniger Fusswege in der Stichprobe vorhanden als im MZ'05, dies zugunsten der MIV- und ÖV-Wege, welche für die Erzeugung der hier beschriebenen SP-Befragungen und die darauf basierende Modellierung relevanter sind.

Zur Plausibilisierung des in Abschnitt 3.4.1 beschriebenen Routings der berichteten Wege werden die im Routing berechneten den Summen der durch die Befragten geschätzten Etappendistanzen gegenübergestellt. Diese Gegenüberstellung ist in Abbildung 20 dargestellt.

Wie zu sehen ist, wird die berichtete Distanz in den meisten Fällen sehr gut durch das Routing angenähert; die Distanzen werden durch die Befragten im Durchschnitt um ca. 10% überschätzt, was auf Rundungsfehler bei der Angabe kurzer Distanzen, bzw. auf Umwege zurückgeführt werden kann. Beim stärksten Ausreisser handelt es sich um einen Weg von Jona nach Laupen ZH, welcher aufgrund fehlender Angaben im MZMV-Datensatz nach Laupen BE geroutet wurde, wodurch ihm eine viel höhere Länge zugeordnet wurde als in der Realität.

Zusammenfassend kann jedoch festgehalten werden, dass die der Erstellung der SP-Experimente zugrundeliegenden Wege sehr gut mit den berichteten übereinstimmen und somit eine realistische Grundlage für die Variation der Attribute vorhanden ist.

Abbildung 20 Pretest: Gegenüberstellung der Weglängen berichtet – geroutet



4.2.3 Beschreibung des Antwortverhaltens

Von den 433 Befragten, welche den Fragebogen zurückgesendet haben, konnten insgesamt 3'624 Verkehrsmittelwahl-Beobachtungen verwendet werden (einige Befragte schickten den Fragebogen leer oder nur teilweise ausgefüllt zurück; in letzterem Fall wurden die angegebenen Daten verwendet, erstere mussten aus der Stichprobe entfernt werden). Die Verteilung der in den SP-Experimenten ausgewählten Verkehrsmittel ist, gegliedert nach dem Verkehrsmittel des im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 angegebenen Weges, in Tabelle 16 angegeben.

Es ist ersichtlich, dass alle Kombinationen zwischen berichtetem und ausgewähltem Verkehrsmittel in der Stichprobe vorhanden sind; sehr selten kommt hierbei der Umstieg zwischen den Langsamverkehrsalternativen (also vom Velo auf das zu Fuss gehen oder umgekehrt), und vom Velo auf den MIV oder ÖV, vor.

Beim ÖV ist eine vermehrte Auswahl gegenüber den berichteten Wegen ersichtlich, was mit Übergewichtung von Verbesserungen der ÖV-Angebotsattribute bei den Ausprägungen begründet ist. Andererseits ist der gegenteilige Effekt beim MIV festzustellen. Diese Asymmetrien sind beabsichtigt, da bei ÖV-Projekten Angebotsverbesserungen beabsichtigt sind und andererseits durch zukünftig höheren Strassenauslastungen und Beruhigungsmassnahmen Fahrgeschwindigkeiten eher verringert werden.

Tabelle 16 Pretest: Wahl des Verkehrsmittels in den SP-Experimenten

Berichtet	Ausgewählt				Total
	zu Fuss	Velo	MIV	ÖV	
zu Fuss	250	7	45	42	344
Velo	1	164	7	8	180
MIV	78	166	1'802	414	2'460
ÖV	18	38	149	435	640
Total	347	375	2'003	899	3'624

4.2.4 Non-Trading-Verhalten

Erwartungsgemäss sehr häufig wird in den SP-Experimenten dasselbe Verkehrsmittel gewählt wie für den berichteten Weg. Dies deutet auf eine gewisse Trägheit der Befragten hin – diese sind nur schwer zu überzeugen, ihr gewohntes Verkehrsmittel zu wechseln. Dies wirft auch die Frage nach sogenanntem *Non-Trading* auf. Als *Non-Trader* werden in einer SP-

Befragung jene Befragte bezeichnet, welche unabhängig von den Attributen der angebotenen Alternativen immer dieselbe Alternative auswählen, bzw. andere Alternativen nicht in Betracht ziehen. Tabelle 17 gibt eine Übersicht dieses *Non-Trading*-Verhaltens in Abhängigkeit des Verkehrsmittels für den im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 angegebenen und für die Erstellung der SP-Experimente ausgewählten Weg.

Es zeigt sich, dass insbesondere bei den Wegen, welche mit einem der Langsamverkehrsmittel (zu Fuss oder mit dem Velo) zurückgelegt werden, der Anteil *Non-Trader* sehr hoch ist. Dies deutet darauf hin, dass für solche kurzen Wege die Befragten den MIV bzw. ÖV selten in Betracht ziehen, falls der berichtete Weg mit dem Langsamverkehr zurückgelegt wurde.

Für Wege mit dem MIV und ÖV liegt der Anteil der *Non-Trader* unter 50%; mehr als die Hälfte der Benutzer dieser Verkehrssysteme betrachten also alle ihnen angebotenen Verkehrsmittel und wägen deren Nutzen anhand der Attribute der Alternativen gegeneinander ab.

Es ist noch hinzuzufügen, dass *Non-Trading* nicht zwingend darauf hinweisen muss, dass das Verhalten des Befragten nicht rational ist und die entsprechenden Beobachtungen somit nicht für die Modellschätzungen verwendet werden können. Vielmehr kann das entsprechende Verhalten auch aus einem Missverhältnis der vorhandenen Verkehrsmittelalternativen (also beispielsweise einer sehr schlechten ÖV-Verbindung, welche nicht als tatsächliche Alternative zum MIV angesehen werden kann), aus dem Wegzweck (beispielsweise dem Umstand, für Einkäufe auf das Auto angewiesen zu sein) oder aus der Flexibilität des Befragten (beispielsweise Altersgebreche und die damit einhergehende beschränkte Mobilität) resultieren. Es ist daher darauf zu achten, dass die entsprechenden Variablen zur Beschreibung der Trägheit, der Person und der Situation in den Modellen korrekt berücksichtigt werden. Die Anteile an *Non-Tradern* sind vergleichbar mit den Zahlen aus Weis und Axhausen (2009).

Tabelle 17 Pretest: *Non-Trading* in den SP-Daten

Verkehrsmittel	Anzahl <i>Non-Trader</i>	Anteil <i>Non-Trader</i> [%]
zu Fuss	20	58.8
Velo	11	61.1
MIV	111	45.1
ÖV	26	40.6

4.2.5 Korrelationen zwischen den Attributen in den SP-Experimenten

In den nachfolgenden Tabellen Tabelle 18, Tabelle 19 und Tabelle 20 sind die Korrelationen zwischen den Attributen in den SP-Experimenten angegeben. Korrelationen, welche auf dem 5-Prozent-Niveau statistisch signifikant sind, sind hierbei *kursiv* gedruckt.

Tabelle 18 Pretest: Korrelationen in den Verkehrsmittelwahl-Experimenten

	MIV Verspätung	ÖV Verspätung	MIV Verfrühung	ÖV Verfrühung	ÖV Takt	ÖV Zugangszeit	ÖV Umsteigen	ÖV Kosten	ÖV Beförder'gsz	MIV Strasseng.	MIV Treibstoffk.	MIV Fahrtzeit
MIV Verspätung	1.00	<i>-0.06</i>	<i>0.17</i>	<i>-0.28</i>	<i>0.05</i>	<i>-0.01</i>	<i>0.10</i>	0.03	0.03	<i>0.07</i>	0.03	0.02
ÖV Verspätung		1.00	<i>-0.34</i>	<i>0.19</i>	<i>0.04</i>	0.02	0.02	0.01	0.01	<i>0.05</i>	<i>0.03</i>	0.00
MIV Verfrühung			1.00	0.00	<i>-0.09</i>	<i>-0.01</i>	<i>-0.03</i>	<i>-0.03</i>	<i>-0.05</i>	<i>-0.07</i>	<i>-0.08</i>	<i>-0.05</i>
ÖV Verfrühung				1.00	<i>-0.05</i>	<i>-0.01</i>	<i>-0.04</i>	<i>-0.01</i>	<i>-0.01</i>	<i>-0.04</i>	<i>-0.03</i>	<i>-0.01</i>
ÖV Takt					1.00	<i>0.11</i>	<i>0.19</i>	<i>0.25</i>	<i>0.31</i>	<i>0.17</i>	<i>0.19</i>	<i>0.14</i>
ÖV Zugangszeit						1.00	<i>-0.10</i>	<i>-0.01</i>	<i>-0.06</i>	0.01	0.00	<i>-0.01</i>
ÖV Umsteigen							1.00	<i>0.50</i>	<i>0.66</i>	<i>0.51</i>	<i>0.53</i>	<i>0.53</i>
ÖV Kosten								1.00	<i>0.73</i>	<i>0.73</i>	<i>0.79</i>	<i>0.72</i>
ÖV Beförder'gsz.									1.00	<i>0.70</i>	<i>0.80</i>	<i>0.78</i>
MIV Strasseng.										1.00	<i>0.86</i>	<i>0.78</i>
MIV Treibstoffk.											1.00	<i>0.88</i>
MIV Fahrtzeit												1.00

Tabelle 19 Pretest: Korrelationen in den MIV Routenwahl-Experimenten

	MIV Treibstoffk	MIV Strassengeb	MIV Fahrzeit
MIV Treibstoffk	1.00	0.87	0.86
MIV Strassengeb.		1.00	0.79
MIV Fahrzeit			1.00

Tabelle 20 Pretest: Korrelationen in den ÖV-Routenwahl-Experimenten

	ÖV Kosten	ÖV Umsteigen	ÖV Zwischenhalt	ÖV Zugangszeit	ÖV Beförder'gsz	ÖV Umsteigezeit	ÖV Takt	ÖV Auslastung
ÖV Kosten	1.00	0.35	0.06	-0.01	0.67	0.30	0.56	-0.15
ÖV Umsteigen		1.00	0.25	-0.36	0.66	0.44	0.33	-0.13
ÖV Zwischenhalt			1.00	-0.15	0.18	0.19	0.18	-0.09
ÖV Zugangszeit				1.00	-0.12	-0.03	-0.07	0.25
ÖV Beförder'gsz					1.00	0.61	0.56	-0.10
ÖV Umsteigezeit						1.00	0.24	-0.03
ÖV Takt							1.00	-0.23
ÖV Auslastung								1.00

Es zeigt sich, dass im Allgemeinen die Korrelationen sehr gering sind. Nur zwischen den distanzabhängigen Attributen sind höhere Korrelationen um 0.80 festzustellen. Dies lässt sich aber nicht vermeiden, wenn die verschiedenen Attribute realistische Werte annehmen sollen.

Zur Illustration betrachte man das Beispiel der Fahrzeit im MIV und den Treibstoffkosten, bzw. den Kosten des ÖV-Billetts. Alle diese Attribute sind von der Distanz des zurückgelegten Weges abhängig (siehe Abbildungen Abbildung 21 bis Abbildung 23). Aus dieser Abhängigkeit der Attribute von einer gemeinsamen Variablen (also der Distanz) ergibt sich zwangsläufig auch eine erhöhte Korrelation zwischen den einzelnen Attributen. Beispielsweise zeigt Abbildung 21, dass für jede berichtete Weglänge genau vier Werte für die Treibstoffkosten möglich sind, welche aus den vier verschiedenen Werten für die Faktoren in Tabelle 3 hervorgehen.

Abbildung 24 zeigt die Verteilung der Treibstoffkosten im MIV abhängig von der Fahrzeit in den SP-Experimenten. Hier ist zu sehen, dass für jeden Wert der Fahrzeit eine bestimmte Bandbreite an Treibstoffkosten abgedeckt werden kann, welche zu realistischen Entscheidungssituationen führt. Diese Bandbreite ist insbesondere für kurze Wege recht tief, da hier die Multiplikation mit den Faktoren nur zu geringen absoluten Unterschieden in den Attributen führt. Eine Reduktion der Korrelation könnte nur herbeigeführt werden, indem die Bandbreiten für die Faktoren aus Tabelle 4 erhöht würde. Hierdurch würden die in Abbildung 24 nicht abgedeckten Werte (also sehr tiefe Preis für sehr lange Wege oder umgekehrt) zwar ausgefüllt werden. Dies würde jedoch auf Kosten der Realitätsnähe der Experimente, welche gerade durch die Basierung auf den berichteten Weg und dessen Attribute angestrebt wird, geschehen. Der oben angesprochene Umstand der linearen Abhängigkeit beider Attribute von der Distanz könnte jedoch sogar durch diese grössere Bandbreite nicht ausgelotet werden, die Anpassung würde also nur zu einer geringen Reduktion der Korrelation führen und wäre somit in beiderlei Hinsicht wenig zielführend.

Dieselbe Argumentation kann beim Beispiel der Korrelation zwischen MIV-Fahrzeit und ÖV-Kosten angeführt werden (diese ist in Abbildung 25 dargestellt). Hier ist die Bandbreite der angebotenen Billettpreise für jede Fahrzeit (bzw. Distanz) etwas grösser, da die Preise gestaffelt nach Abonnementsbesitz berechnet werden. Am Grundprinzip der zwangsläufig vorhandenen Korrelation ändert dies jedoch nichts.

Schlussfolgernd kann also gesagt werden dass in SP-Experimenten, wie sie hier vorliegen, immer Korrelationen zwischen den distanzabhängigen Variablen in Kauf genommen werden müssen, wenn die angestrebte Realitätsnähe der Experimente nicht verloren gehen soll.

Für die Hauptbefragung wird, um diesen Effekt etwas abzuschwächen, ein nicht-linearer Ansatz für die Berechnung der Treibstoffkosten gewählt, indem der Verbrauch für sehr kurze Wege über- und für sehr lange Wege unterproportional zur Distanz angesetzt wird. Dieser degressive Ansatz ist in Abbildung 26 dargestellt. Es ist damit zu rechnen, dass sich dadurch die Korrelation zwischen den Treibstoffkosten und der Strassennutzungsgebühr sowie der Fahrzeit um ca. 3% (von ca. 0.85 auf ca. 0.80) verringern wird.

Abbildung 21 Pretest: Distanz – MIV-Treibstoffkosten bei Verkehrsmittelwahl

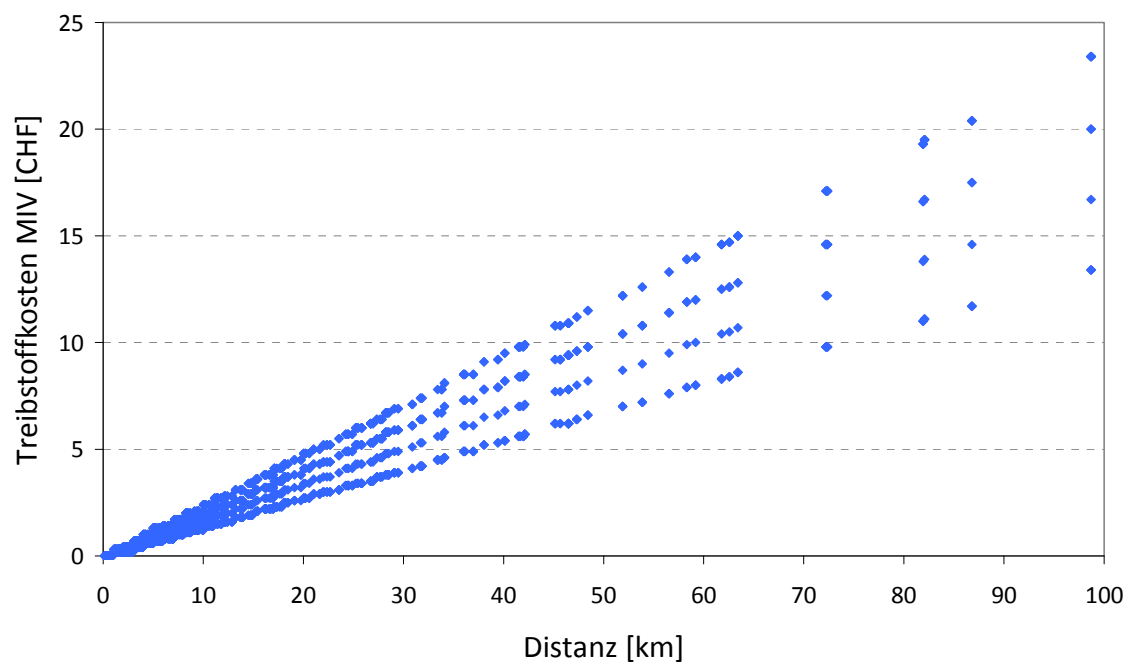


Abbildung 22 Pretest: Distanz – MIV-Fahrtzeit bei Verkehrsmittelwahl

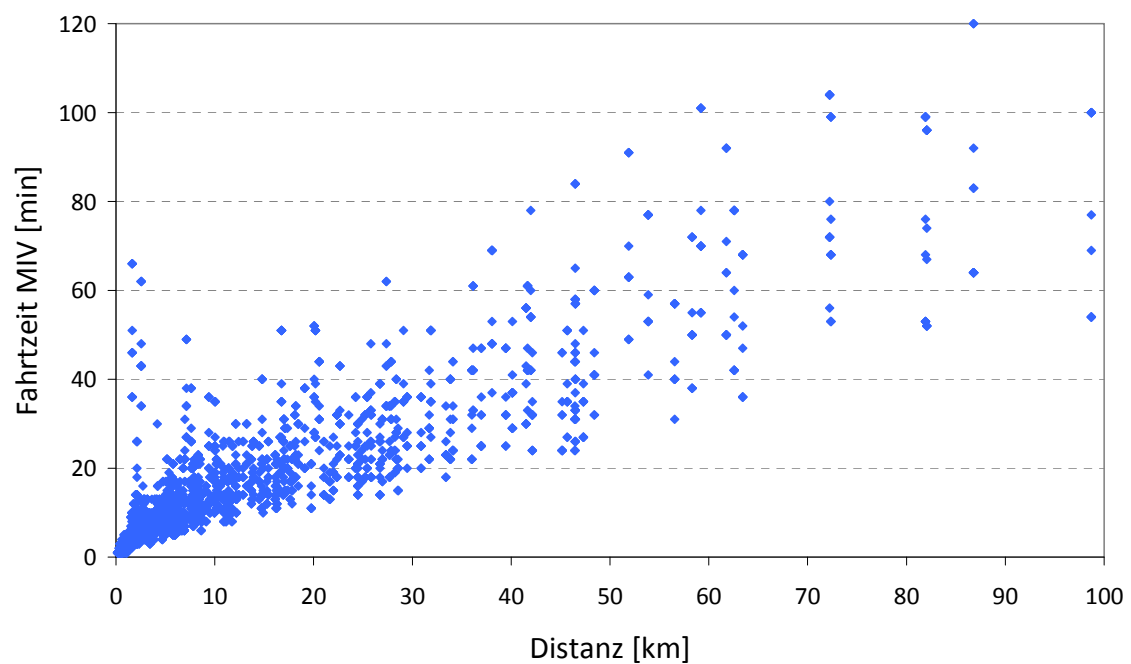


Abbildung 23 Pretest: Distanz – ÖV-Kosten bei Verkehrsmittelwahl

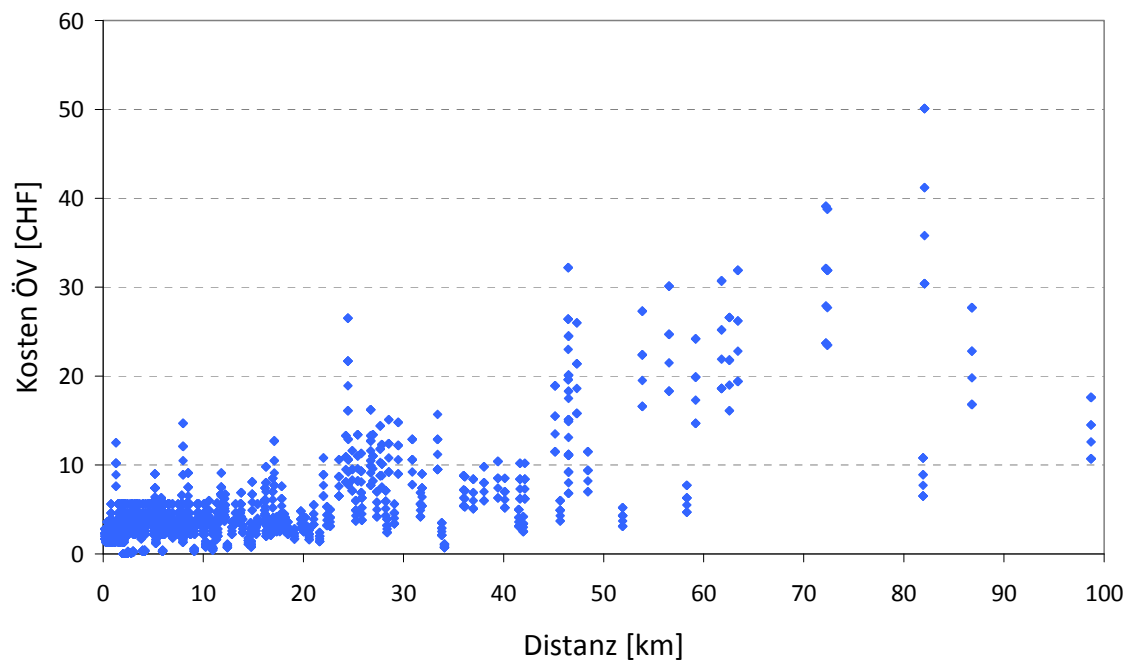


Abbildung 24 Pretest: MIV Fahrtzeit – MIV-Treibstoffkosten bei Verkehrsmittelwahl

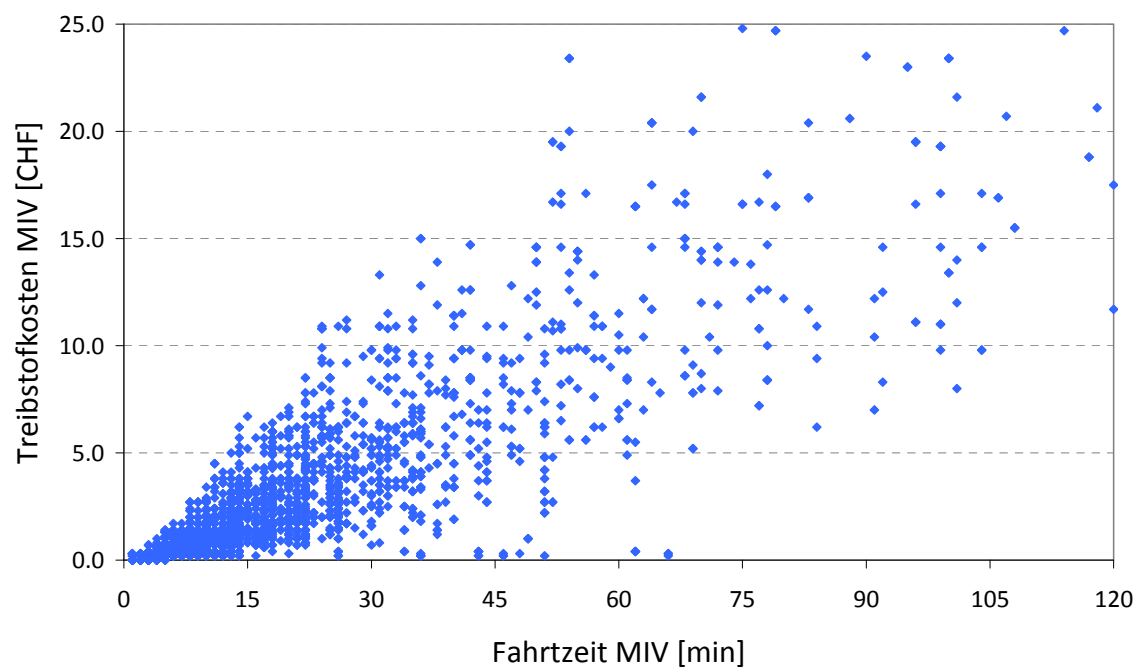


Abbildung 25 Pretest: MIV Fahrtzeit – ÖV-Kosten bei Verkehrsmittelwahl

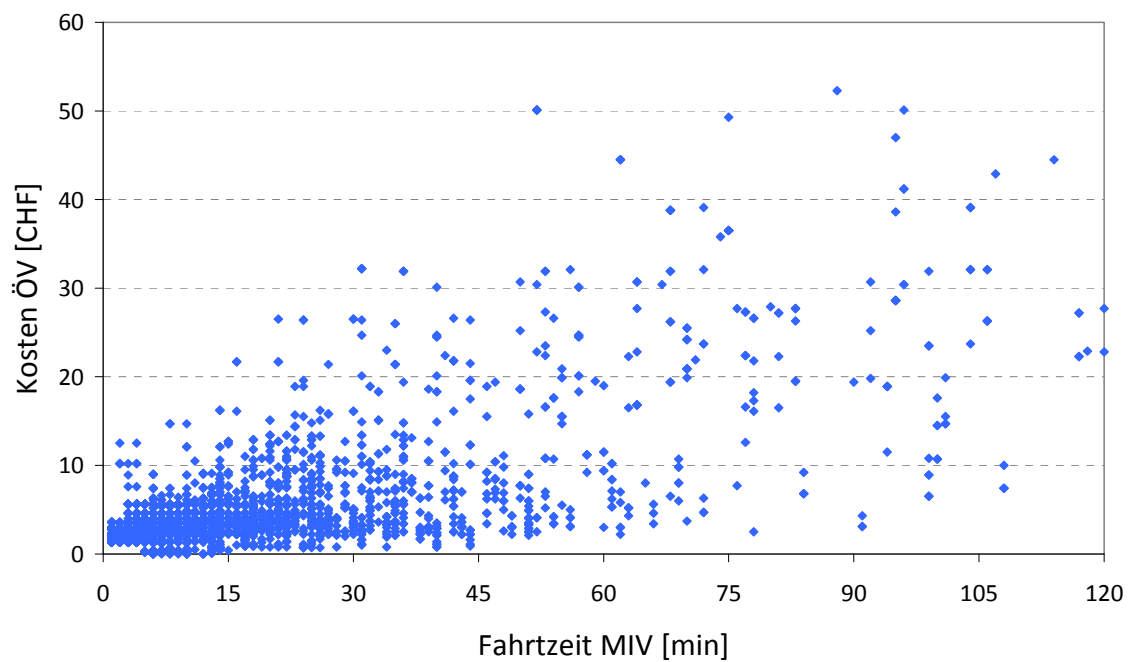
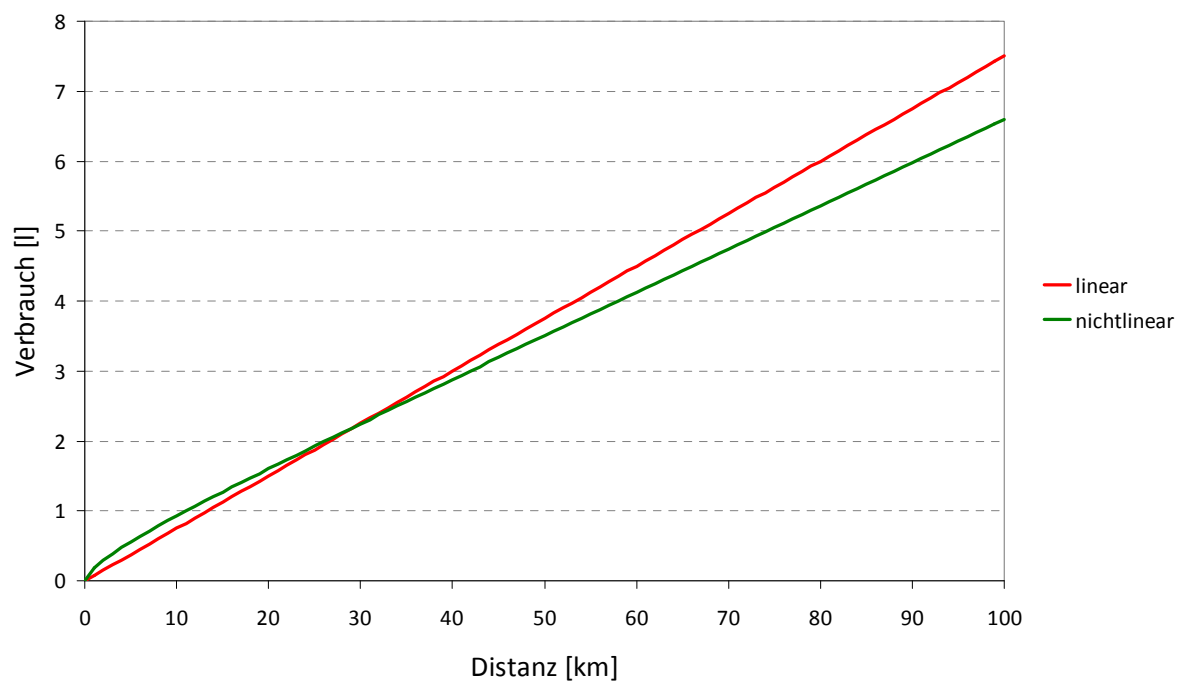


Abbildung 26 Pretest: Nicht-linearer Ansatz für die Berechnung des Benzinverbrauchs



4.2.6 Abschlussfrage zum unwichtigsten Attribut bei der Entscheidung

Auf der letzten Seite des Fragebogens wurden die Teilnehmer noch gefragt, welches von den verschiedenen Attributen für ihre Entscheidung am unwichtigsten war. Von den 390 zurückgesandten Fragebögen, die italienischen Fragebogen wurden aufgrund eines Übersetzungsfehlers bei dieser Frage nicht berücksichtigt, war auf 326 Bögen (83.5%) die Frage ausgefüllt, wobei auch Mehrfachantworten zulässig waren. Die nachfolgende Tabelle 21 gibt eine Übersicht der Anzahl Antworten in den Häufigkeitsklassen. Fast die Hälfte der Befragten markierten zwei Attribute, meist eines beim MIV und das korrespondierende Attribut beim ÖV (z.B. MIV Verlässlichkeit und ÖV Verlässlichkeit).

Tabelle 21 Pretest: Antworten nach Häufigkeitsklassen der Anzahl unwichtige Attribute

Anzahl "unwichtige" Attribute	Anzahl Antworten nach Häufigkeitsklassen
1	40
2	151
3	41
4	45
5	27
6	9
7	8
8 und mehr	5
Summe	326

In Tabelle 22 sind die Anzahl Nennungen der „unwichtigen“ Attribute aufgeführt, wobei noch zu beachten ist, dass nicht alle Attribute in den jeweiligen Fragebogen immer vorkommen. Daher wurde unter Anmerkung noch angegeben in wie vielen Versuchsplänen das jeweilige Attribut variiert wurde.

Tabelle 22 Pretest: Auswertung der „unwichtigsten“ Attribute

Attribut	Anzahl Nennungen (Mehrfachauswahl möglich)	Anmerkung (Anzahl Versuchspläne)
ÖV-Auslastung	130	1 VM und 1 RW
MIV Kosten Strassengebühr	91	2 VM und 2 RW
MIV Abfahrts- und Ankunftszeit	87	1 VM
ÖV Kosten	73	2 VM und 2 RW
ÖV Abfahrts- und Ankunftszeit	66	1 VM und 1 RW
Umsteigen	63	2 VM und 1 RW
MIV Fahrtzeit	59	2 VM und 2 RW
Kosten MIV Treibstoff	59	2 VM und 2 RW
ÖV Zugangs- und Abgangszeit	58	1 VM und 1 RW
ÖV Beförderungszeit	58	2 VW und 2 RW
MIV Verlässlichkeit	42	1 VM
ÖV Bedienungshäufigkeit	36	1 VM und 1 RW
MIV Parkplatzsuchzeit	33	1 VM
ÖV Verlässlichkeit	26	1 VM
ÖV Zwischenhalte	23	1 RW
MIV Parkplatzkosten	20	1 VM
ÖV Umsteigewartezeit	11	1 RW

Auffallend ist die häufige Meldung der ÖV-Auslastung als unwichtigstes Attribut. Dies kann mit der speziellen Hervorhebung des Attributes durch die Erklärung der Auslastungsklassen mit den Bilderserien im Fragebogen zusammenhängen.

Die Strassennutzungsgebühr ist aufgrund ihrer Distanzabhängigkeit bei den kurzen Wegen oft gering und wird von den Befragten als unwichtiges Attribute wahrgenommen.

4.2.7 Anmerkungen der Befragten

Im Anschluss an die eigentliche SP-Befragung wurde den Befragten jeweils noch die Gelegenheit gegeben, Anmerkungen zum Fragebogen zu machen. Diese wurden durch die ARGE mittels Schlagworten registriert; die sinngemäss am häufigsten vorkommenden Bemerkungen sind in Tabelle 23 aufgeführt.

Auf 132 der 433 rückgesandten Fragebögen haben Befragte Anmerkungen abgegeben. Mit Abstand am häufigsten (durch 80 Teilnehmer) wurde angegeben, für den betrachteten Weg käme ein Verkehrsmittelwechsel unter keinen Umständen in Frage; dies widerspiegelt teilweise den oben beschriebenen hohen Anteil an *Non-Tradern*. 6 Befragte gaben zudem an, im Gegensatz zu den Daten im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 kein Auto zur Verfügung zu haben, womit die entsprechende Alternative für sie nicht in Frage komme.

Selten (18 Befragte) wurde moniert, die Attribute in den SP-Experimenten seien unrealistisch und könnten so nicht realisiert werden, was jedoch in einer solchen Befragung bewusst in Kauf genommen werden muss (da es sich um hypothetische Situationen, und nicht um durch schnell umsetzbare Massnahmen realisierbare Werte handeln soll).

15 Befragte gaben an, der Fragebogen sei ihnen zu kompliziert, während 9 noch weiter gingen und diesen gerade hinaus als sinnlos, bzw. eine Verschwendung von Steuergeldern, bezeichneten. 2 Befragte schrieben, sie hätten anlässlich der telefonischen Befragung ihr Einverständnis zu einer Teilnahme an der SP-Befragung nicht gegeben.

Immerhin 7 Befragte freuten sich explizit über die interessante Befragung, an welcher sie sehr gerne teilgenommen hätten, grüssten freundlich oder wünschten dem Projektteam viel Erfolg bei der Auswertung der Daten.

Tabelle 23 Pretest: Anmerkungen der Befragten

Anmerkung	Anzahl	Anteil [%]
Würde (für diesen Weg) nie anderes Verkehrsmittel in Betracht ziehen	80	18.4
Unrealistische Attribute im SP	18	4.1
Fragebogen zu kompliziert	15	3.4
Falscher Referenzweg	13	3.0
Der Fragebogen ist sinnlos / Steuergeldverschwendung	9	2.1
Interessant / habe gerne mitgemacht / freundliche Grüsse / viel Erfolg	7	1.6
Besitze kein Auto, demnach keine gangbare Alternative	6	1.4
Zusage zur Teilnahme nicht gegeben	2	0.5

4.3 Schätzung der Testmodelle

Die in der Pretest-Befragung erhobenen Datensätze wurden durch die statistische Analyse (Korrelationen) und einfache Testmodellschätzungen validiert, um eventuellen Anpassungsbedarf für die Hauptbefragung festzustellen. Dabei muss beachtet werden, dass mit den Pretest-Datensätzen keine Aussagen über die Bewertung der Einflussfaktoren abgeleitet werden können, sondern mögliche Verbesserungen im SP-Konzept im Vordergrund stehen. Durch die Modellschätzungen sollten vor allem eventuelle Fehler bei der Generierung der SP-Experimente bzw. Attribuierung der Alternativen sowie bei der Erstellung der Versuchspläne und Ausprägungen ausgelotet werden.

Die kodierten Pretest-Daten wurden im Excel-Format für die Modellschätzungen aufbereitet. Damit standen folgende Datensätze zur Verfügung:

- Verkehrsmittelwahl: 3'341 Beobachtungen
- ÖV-Routenwahl: 472 Beobachtungen
- MIV-Routenwahl: 1'181 Beobachtungen

Der Einfluss der Charakteristika sowohl des Verkehrsangebotes als auch der Befragten auf das beobachtete Antwortverhalten kann am besten mit einem diskreten Entscheidungsmodell abgebildet werden. Die Grundannahme hinter einem diskreten Entscheidungsmodell ist, dass der Entscheidungsträger aus einer Menge voneinander verschiedener, diskreter Alternativen diejenige auswählt, die für ihn den grössten Nutzen hat. Zur Schätzung der Testmodelle wurde die Software BIOGEME (Bierlaire, 2010) verwendet. Das Ergebnis der Schätzung sind die β -Parameter der Nutzenfunktion, sowie verschiedene statistische Kennzahlen, welche Aussagen über die Signifikanz der einzelnen Parameter sowie die Erklärungskraft des Gesamtmodells erlauben.

4.3.1 Verkehrsmittelwahl

Die Parameter des Verkehrsmittelwahlmodells sind in Tabelle 24 zusammengefasst.

Tabelle 24 Pretest: Ergebnisse Testmodell Verkehrsmittelwahl

Verkehrsmittel	Variable	Parameter	
MIV	Fahrtzeit [min]	-0.071	*
	Treibstoffkosten [CHF]	-0.022	
	Strassengebühr [CHF]	-0.046	
	Parkgebühren [CHF]	-0.204	*
	Parksuchzeit [min]	-0.099	*
	PW-Besitz	1.120	*
	Verlässlichkeit**	-3.750	*
	Ankunftszeit-Verfrühung [min]	0.017	*
	Ankunftszeit-Verspätung [min]	-0.011	
	ln(Klassenmittel der Einkommensklasse)	-0.006	
ÖV	Beförderungszeit [min]	-0.038	*
	Billettkosten [CHF]	-0.061	*
	Zugangszeit [min]	-0.063	*
	Intervall [min]	-0.015	*
	Anzahl Umsteigevorgänge	-0.243	*
	Verfrühung [min]	-0.018	*
	Verspätung [min]	0.008	
	Verlässlichkeit**	-1.780	
	Auslastung [in 4 Klassen***]	-0.096	
	Alter [Jahre]	0.008	*
	GA-Besitzer	1.610	*
	Halbtax-Besitzer	0.428	*
	Sprache deutsch	-0.065	
	Männlich	-0.245	*
Fuss	Zeit [min]	-6.230	*
	Konstante	2.090	*
Velo	Zeit [min]	-8.710	*
	Konstante	1.090	*
Anzahl Beobachtungen		3'341	
Initiale Log-Likelihood		-3'220	
Finale Log-Likelihood		-2'133	
Adj. ρ^2		0.329	
(*) signifikant auf 95%-Niveau			
(**) Anteil Fahrten mit einer Verspätung von mindestens 10 min			
(***) 1=Auslastungsstufe tief (<33%), 2=Auslastungsstufe mittel (33-66%), 3=Auslastungsstufe hoch (67-100%), 4=Auslastungsstufe überlastet (>100%)			

Die meisten Parameter zeigen das richtige Vorzeichen. Auch die Verhältnisse der wichtigsten und signifikanten Variablen stimmen mit den Ergebnissen aus früheren Studien überein. Da die Kostenparameter im MIV nicht genügende Signifikanz besitzen, können die Zeitwerte noch nicht verlässlich abgeleitet werden. Im ÖV stimmt die relative Bewertung der einzelnen Angebotskomponenten mit den bisherigen Erfahrungen gut überein. Nicht plausibel und signifikant ist die Variable „Abfahrtszeit“ bzw. die daraus abgeleitete Verfrühungs- und Verspätungsvariable. Bei der Plausibilisierung der Datensätze wurde schon festgestellt, dass bei die-

ser Variable bei der Attribuierung der SP-Experimente systematische Fehler gemacht wurden (Abschnitt 4.1.3). Dementsprechend konnte bei der Modellschätzung kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Verfrühung bzw. Verspätung und den getroffenen Entscheidungen festgestellt werden. Für die Hauptbefragung wird wie beschrieben bei der Generierung der Abfahrtszeitvariablen ein anderes Vorgehen gewählt.

Die schlechte Signifikanz der Kostenvariablen (Treibstoffkosten und Maut) im MIV ist einerseits auf die relativ kleine Stichprobe und andererseits auch auf vorhandene Korrelationen (vergleiche Tabelle 18) zurückzuführen. Hier konnte festgestellt werden, dass sowohl zwischen den einzelnen Kostenvariablen als auch zwischen den MIV-Kostenkomponenten und der MIV-Reisezeit eine positive Korrelation besteht. Da diese Variablen jedoch alle linear distanzabhängig sind und muss eine entsprechende Korrelationen in Kauf genommen werden. Zur weiteren Reduktion dieser Korrelationen wird die Bandbreiten der Faktoren leicht erhöht.

4.3.2 ÖV-Routenwahl

Eine ähnliche Qualität der Modellschätzungen (Tabelle 25) konnte auch im ÖV-Routenwahlmodell erreicht werden, auch wenn die Stichprobengrösse mit knapp 500 Beobachtungen sehr gering ist.

Tabelle 25 Pretest: Ergebnisse Testmodell ÖV-Routenwahl

Routenwahl	Variable	Parameter
ÖV	Fahrzeit im Fahrzeug [min]	-0.087 *
	Billettkosten [CHF]	-0.284 *
	Zugangszeit [min]	-0.118 *
	Intervall [min]	-0.033 *
	Anzahl Umsteigevorgänge	-0.653 *
	Umsteigewartezeit [min]	0.103
	Anzahl Zwischenhalte	0.090
	Auslastung [in 4 Klassen**]	-0.310 *
Anzahl Beobachtungen		472
Initiale Log-Likelihood		-327
Finale Log-Likelihood		-233
Adj. ρ^2		0.264

(*) signifikant auf 95%-Niveau
 (**) 1=Auslastungsstufe tief (<33%), 2=Auslastungsstufe mittel (33-66%), 3=Auslastungsstufe hoch (67-100%), 4=Auslastungsstufe überlastet (>100%)

Nicht signifikant und mit falschen Vorzeichen sind die Parameter Umsteigewartezeit und Anzahl Zwischenhalte. Bei der Alternativengenerierung in Hafas wurde bei der Umsteigewartezeit die Fusswegezeit nicht berücksichtigt (siehe 4.1.3), dies hat Auswirkungen auf die Schätzung des zugehörigen Parameters und wird beim Hauptfeld nicht vorkommen. Auch

wenige plausibel zeigt sich der Parameter für die Umsteigezahl, der hier kaum einen Einfluss auf das Routenwahlverhalten zu haben scheint. Die Anzahl Umsteigevorgänge, die Umsteigewartezeit und die Anzahl Zwischenhalte gehören zu den Variablen, welche nicht in allen SP-Experimenten variiert werden (siehe Tabelle 9), den Befragten jedoch zum besseren Verständnis der Gesamtsituation immer angezeigt wurden. In diesen Fällen beträgt die Nutzen-differenz, welche zwischen den beiden angebotenen Alternativen durch diese Variablen erzeugt wird, null, und die Variablen fliessen somit nicht in die Parameterschätzung ein. Es kann erwartet werden, dass mit zunehmender Stichprobengrösse auch hier eine grössere Variabilität in den Daten erreicht werden wird, und somit auch der Einfluss der entsprechenden Variablen dann in den Modellen besser abgebildet werden kann.

4.3.3 MIV-Routenwahl

Mit dem MIV-Routenwahldatensatz wurden ebenfalls lineare Modellschätzungen durchgeführt. Die aus der Modellschätzung ermittelten Parameter sind in Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26 Pretest: Ergebnisse Testmodell MIV-Routenwahl

Routenwahl	Variable	Parameter
MIV	Fahrtzeit [min]	-0.238 *
	Treibstoffkosten [CHF]	-0.944 *
	Strassengebühr [CHF]	-0.711 *
Anzahl Beobachtungen		1'181
Initiale Log-Likelihood		-819
Finale Log-Likelihood		-535
Adj. ρ^2		0.343

(*) signifikant auf 95%-Niveau

Der geschätzte Parameter für die Maut ist hier höher als jener für die Treibstoffkosten, was auf den ersten Blick widersprüchlich ist gegenüber den bisherigen Ergebnissen aus der Schweiz und im Ausland sowie Verhaltensmessungen. Jedoch liegen, bedingt durch die kurzen Wege im Datensatz (vergleiche Abschnitt 3.2), die Mautkosten und insbesondere die für die Modellschätzung wichtigen Differenzen zwischen diesen für die beiden angebotenen Alternativen, relativ tief. Zudem gaben relativ viele Befragte an, die Maut bei ihrer Entscheidung nicht berücksichtigt zu haben (Tabelle 22), wodurch die unterschiedliche Bewertung sich erklären lässt.

Trotz allen hier aufgeführten Unplausibilitäten muss beachtet werden, dass die aus den Pretest-Daten nicht erreichte Signifikanz und Plausibilität der Modellschätzungen vor allem auf sehr kleine Stichproben zurückzuführen sind und erwartet werden kann, dass diese bei steigender Stichprobengrösse reduziert werden können.

4.4 Schlussfolgerungen Pretest

Der Pretest wurde planmässig und mit Erfolg unter knappen zeitlichen Vorgaben durchgeführt. Die wesentlichste Schlussfolgerung ist, dass mit der gewählten Vorgangsweise und Projektorganisation die gestellten Projektziele mit ausreichender Sicherheit erreicht werden können.

Die Erfahrungen und Folgerungen, welche in den Abschnitten 4.1 bis 4.3 beschrieben sind, werden in die Hauptbefragung einfließen und erfassen im Wesentlichen:

- Die fehlerhaften Abweichungen in den französischen und italienischen Fragebögen wurden innerhalb des Pretests erkannt und korrigiert.
- Bei der Alternativengenerierung im ÖV wurden Probleme bei der Abfahrts- und Ankunftszeit festgestellt und Anpassungen vorgenommen.
- Die Teilnahmebereitschaft und die Rücklaufquote liegen im oberen Bereich der Erwartungswerte. Wenn diese Quote in der Hauptbefragung beibehalten werden kann, dann können bei der 12-wöchigen Hauptbefragung mit knapp über zurückgesandten 3'000 Fragebögen gerechnet werden. Damit würde der untere Bereich des Zielwerts (3'000-4'000 Fragebögen) des Pflichtenhefts auch ohne den Fragebögen des Pretests erreicht.
- Der Rücklauf zeigt leichte soziodemographische Verzerrungen in Richtung ÖV-Abonnementbesitzer, deutschsprachige und ältere Personen.
- Die Schätzung von Testmodellen diente zur Validierung des SP-Konzepts bzw. deren Umsetzung und diese zeigen überwiegend sinnvolle und signifikante Parameter. Zwischen den distanzabhängigen Attributen zeigt sich eine hohe Korrelation, welche aber aufgrund der Forderung nach realistischen Attributswerten bedingt ist.
- Die Pretestdaten können für die Modellschätzungen mit dem Gesamtdatensatz verwendet werden, wobei Vorkehrungen in der Nutzenfunktion getroffen bzw. einige Attribute ausgelassen werden sollten. Auch eine Nichtberücksichtigung der Pretest-Daten kann die bessere Alternative sein, eine Beurteilung ist erst nach Schätzung entsprechender Modelle möglich.

5 SP-Befragung: Hauptbefragung

In diesem Abschnitt wird die Durchführung und Auswertung der Hauptbefragung beschrieben. Die Ausführungen sind teilweise sinngemäss die gleichen wie für den Pretest im vorigen Abschnitt, alle Aussagen werden aber der Vollständigkeit halber trotzdem hier wiederholt.

5.1 Anpassungen der Versuchspläne und des Fragebogendesigns

Für die Erstellung der Fragebögen wurden weitestgehend die Attributsausprägungen aus dem Pretest übernommen. Lediglich bei den Werten der Kostenvariablen im MIV, also die Treibstoffkosten und Strassengebühren, wurden etwas höhere Bandbreiten als im Pretest gewählt, um bei der Modellschätzung zu signifikanteren Ergebnissen (aufgrund der höheren Variabilität in den Daten) zu gelangen. Die veränderten Attributsausprägungen sind in Tabelle 27 und Tabelle 28 **fett gedruckt**.

Im Detail wurde sowohl bei der Verkehrsmittelwahl als auch in der MIV Routenwahl die Ausprägung des Attributes MIV Treibstoffkosten von -20%, +20%, +40% im Pretest auf -20%, +25%, +50% in der Hauptbefragung geändert. Bei den Strassenbenutzungsgebühren wurden von 75%, 125%, 200% im Pretest auf 75%, 150%, 300% in der Hauptbefragung angepasst. Mit diesen Ausprägungen ist die höhere Variabilität gesichert, ohne dass diese jedoch zu unrealistischen Szenarien führen würden.

Als zusätzliche Massnahme zur Steigerung der Variabilität, sowie um die Korrelation zwischen Treibstoffkosten und Strassengebühren zu senken, wurde in der Diskussion der Ergebnisse aus dem Pretest entschieden, den nicht-linearen Ansatz für die Treibstoffkosten, wie er in Abschnitt 4.2 beschrieben ist, anzuwenden.

Tabelle 27 Hauptbefragung: Attribute der Verkehrsmittelwahl und ihre Ausprägungen

Attribut	MIV	ÖV	Ausprägungen
Zu- und Abgangszeit		x	-30%, +15%, +30%
Beförderungszeit ÖV		x	-30%, -10%, +10%
Fahrtzeit MIV	x		-30%, -10%, +30%
Treibstoffkosten	x		-20%, +25% , +50%
Umsteigen		x	-1, 0, +1
Bedienungshäufigkeit		x	1 Stufe schlechter, unverändert, 1 Stufe besser *
Parkplatzsuchzeit	x		-2 min, +2 min, +4 min
ÖV-Auslastung		x	2 Stufen schlechter, 1 Stufe schlechter, 2 Stufen besser **
Fahrtkosten ÖV		x	-15%, +15%, +45% (Grundpreis nach Abo-Besitz)
Parkplatzkosten	x		Gratis, 2 Fr., 5 Fr.
Strassengebühren	x		75%, 150% , 300% von 0.06 Fr./km
Verlässlichkeit (MIV)	x		Verspätung > 10 min: nie, jede 20. Fahrt, jede 5. Fahrt
Verlässlichkeit (ÖV)		x	Verspätung > 10 min: nie, jeden 30. Weg, jeden 10. Weg
Ankunftszeit	x	x	30 min früher, 15 min früher, 30 min später

*Bedienungshäufigkeit (Stufen in min.): 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120

** ÖV-Auslastung (Stufen): tief (<33%), mittel (33-66%), hoch (67-100%), überlastet (>100%)

Anmerkung: Die Attribute für die Alternativen Fuss und Velo wird nicht variiert.

Tabelle 28 Hauptbefragung: Attribute der Routenwahl und ihre Ausprägungen

Attribut	MIV	ÖV	Ausprägungen
Zugangs- und Abgangszeit		x	-30%, +15%, +30%
Fahrzeit im Fahrzeug ÖV		x	-30%, -10%, +10%
Fahrtkosten ÖV			-15%, +15%, +45% *
Umsteigen		x	-1, 0, +1
Umsteigewartezeit		x	-20%, 0, +20%
Anzahl Zwischenhalte		x	-30%, 0, +30%
Bedienungshäufigkeit		x	1 Stufe schlechter, unverändert, 1 Stufe besser**
ÖV-Auslastung		x	2 Stufen schlechter, 1 Stufe schlechter, 2 Stufen besser***
Fahrtzeit MIV	x		-30%, +15%, +30%
Fahrtkosten MIV	x		-20%, +25%, +50%
Strassengebühren	x		75%, 150% , 300% von 0.06 Fr./km

* Grundpreis nach Abo Besitz

**Bedingungshäufigkeit (Stufen in min.): 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120

*** ÖV-Auslastung (Stufen): tief (<33%), mittel (33-66%), hoch (67-100%), überlastet (>100%)

5.1.1 Ablauf der Hauptbefragung

Die Durchführung der Hauptbefragung erfolgte nach folgenden Arbeitsschritten:

- Rekrutierung der Teilnehmer am Ende der telefonische Befragung „Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010“ durch das Befragungsinstitut LINK: über einen Zeitraum von 12 Wochen von Montag, den 5. September bis Montag, den 28. November 2010; alle Befragten über 18 Jahre, welche an ihrem Stichtag mindestens einen Weg berichtet hatten, wurden gefragt, ob sie an einer weiteren, schriftlichen Befragung teilnehmen möchten (pro Haushalt wurde aber maximal ein Teilnehmer rekrutiert); siehe hierzu auch Abschnitt 3.1;
- jeweils am Dienstag jeder Befragungswoche: Lieferung der Grundlagendaten der rekrutierten Teilnehmer aus der Vorwoche durch LINK an die ARGE zwecks Erstellung der SP-Fragebögen;
- jeweils bis spätestens Donnerstag jeder Befragungswoche: Lieferung der erstellten Fragebögen (elektronische Dokumente) durch die ARGE an LINK, zwecks Druck und Versand;
- jeweils am Freitag jeder Befragungswoche: Druck und Versand der Fragebögen durch LINK;
- 3 Wochen nach Versand der Fragebögen: Erinnerungsschreiben an die Personen, welche den Fragebogen noch nicht zurückgeschickt haben;

- in Abständen von ca. 4 Wochen: Abholung der zurückerhaltenen Fragebögen durch einen Vertreter der ARGE bei LINK und anschliessende Kodierung der Antworten der Teilnehmer.
- Nachdem die Fragebögen der vierten Rekrutierungswoche eingetroffen waren (863 beantwortete Fragebögen), wurden Testschätzungen durchgeführt und dem Auftraggeber übermittelt. Dabei zeigte sich, dass die Korrekturen bei der Generierung der ÖV-Abfahrtszeit und dem ÖV-Umsteigeweg nach dem Pretest erfolgreich waren. Eine leichte Veränderung bei der Ableitung (vergleiche Abbildung 26) der distanzabhängigen MIV Fahrtkosten verringerte die Korrelation im geringen Ausmass. Im Allgemeinen können die Resultate der Zwischenschätzung als sehr zufriedenstellend bezeichnet werden.

5.1.2 Erstellung der Fragebögen

In der gut dreimonatigen Rekrutierungsperiode erklärten im Anschluss an die telefonische Befragung 6'005 Teilnehmer ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der SP-Befragung. Von diesen 6'005 Personen konnte für 5'102 mittels des in den Abschnitten 3.2 und 3.4 beschriebenen Vorgehens SP-Befragungssituationen erstellt werden. Die 903 ausscheidenden Personen begründen sich wie folgt:

- Kein relevanter Weg: die betreffende Person war am Stichtag zwar mobil, hat aber keinen Weg mit einem für die SP-Befragung relevanten Verkehrsmittel (zu Fuss, Velo, Auto oder ÖV) zurückgelegt. Dies betrifft 478 rekrutierte Personen.
- Keine ÖV-Alternative gefunden: für den durch die betreffende Person berichteten Weg konnte bei der in Abschnitt 3.4.1 beschriebenen Erzeugung der Wegalternativen keine sinnvolle Alternative mit dem ÖV gefunden werden: entweder ist der relevante Weg zu kurz, so dass die Ein- und Ausstiegshaltestelle dieselben wären und somit keine Verbindung gefunden werden kann, oder es gibt im HAFAS-Fahrplan keine Verbindung zwischen Start- und Zielort (obwohl diese nicht exakt gleich sind). Da in allen Fragebogenvarianten jedoch immer eine ÖV-Alternative angeboten werden muss, fallen diese Personen aus der Stichprobe heraus. Dies betrifft 425 rekrutierte Personen.

Die insgesamt 5'102 versandten Fragebögen entsprechen einem Durchschnitt von ca. 425 pro Woche. Damit konnten die Erwartungen, welche im Anschluss an den Pretest gestellt wurden (also ca. 370 verschickte Fragebögen pro Woche, siehe Abschnitt 4.1.2), sogar noch übertroffen werden.

5.1.3 Rücklaufanalyse

Die nachfolgende Tabelle 29 gibt für die Hauptbefragung eine Übersicht zu den Teilnehmern des Mikrozensus, den an der SP „teilnahmeberechtigten“ Personen, den rekrutierten Personen, versandten und zurückbekommenen Fragebögen. Eine der Kennzahlen ist hierbei beson-

ders interessant: Der relative Anteil der teilnahmebereiten (rekrutierten) Personen von den für die SP geeigneten Personen. Dieser beträgt 50.5 % und liegt höher als die Erfahrungswerte von 45%.

Tabelle 29 Hauptbefragung: Übersicht der rekrutierten Personen und Rücklauf

	Absolute Anzahl	Relativer Anteil
Befragte Personen im MZMV, 6.9-28.11.2010	15'742	
Für SP teilnahmeberechtigte Befragte (mobil am Stichtag und älter 18 Jahre)	11'886	75.5%
Rekrutierte Personen	6'005	50.5%
Versandte Fragebögen	5'102	85.0%
Zurückgesendete Fragebögen	3'605	70.7%
Mindestens eine Entscheidungssituation beantwortet	3'429	67.2%

Von den 5'102 versandten Fragebögen wurden 3'605 durch die Befragten zurückgeschickt, was einer Rücklaufquote von 70.7 Prozent entspricht. 3'429 Personen füllten mindestens eine Entscheidungssituation aus, was 95.1% des Rücklaufs bzw. 67.2% der Gesamtstichprobe entspricht. Leere Fragebögen werden zum Rücklauf hinzugerechnet, für die Modellschätzungen können jedoch für diese Befragten nur die RP-Daten verwendet werden, da keine SP-Daten vorliegen.

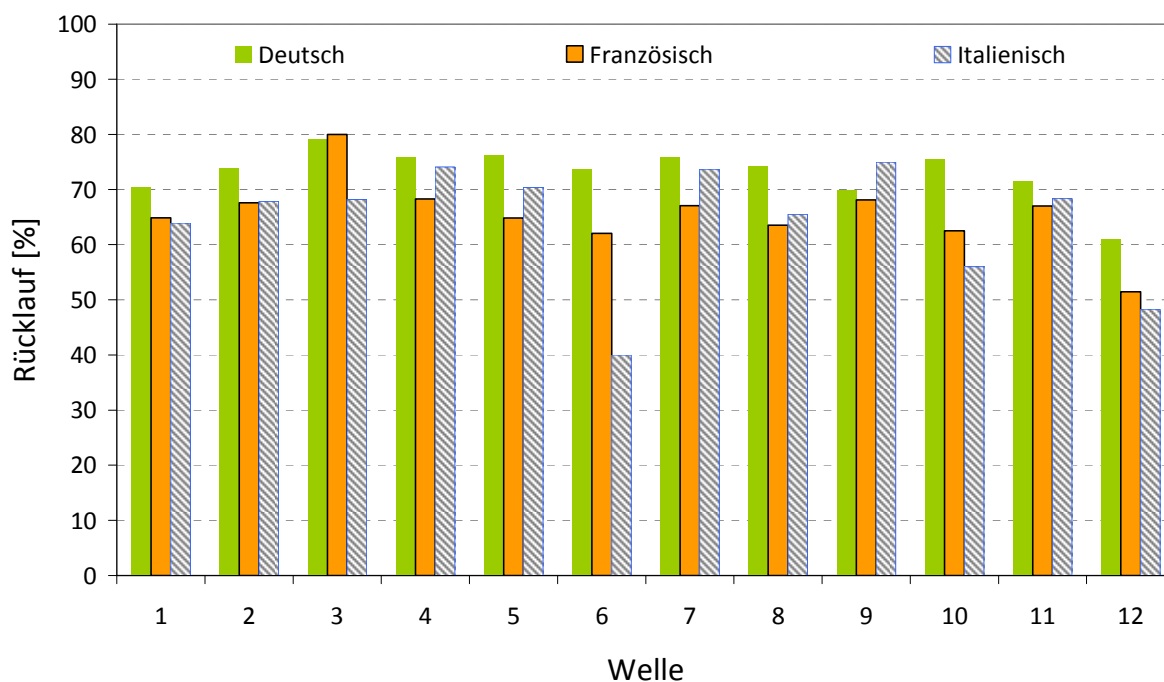
Im Durchschnitt wurden somit 280 Fragebögen pro Woche zurückgesandt, was den im Anschluss an den Pretest getroffenen Erwartungen entspricht (siehe Abschnitt 4.1.4). Die im Pflichtenheft festgelegte Anzahl von 3'000 bis 4'000 zurückgesendete Fragebögen wurde somit auch ohne den Bögen aus dem Pretest erfüllt.

Rücklauf nach Sprachregion

In Abbildung 27 ist der Rücklauf in den verschiedenen Sprachregionen, differenziert nach der Befragungswelle, dargestellt. In der Woche 12 wurde kein Erinnerungsschreiben mehr versendet, da dies kurz vor Weihnachten bei den Befragten angekommen wäre. Insgesamt beträgt der Rücklauf für den deutschsprachigen Teil der Schweiz 73.1, für den französischsprachigen Teil 65.9 sowie für das Tessin 63.9 Prozent. Hier ist ersichtlich, dass es tatsächlich Unterschiede zwischen den Sprachregionen zu geben scheint. Auch nach der Korrektur der in Abschnitt 4.1.3 besprochenen Mängel bestehen also immer noch Unterschiede in der Antwortbereitschaft zwischen den einzelnen Sprachregionen. Dieses Muster ist aber wie erwähnt auch in früheren Studien immer vorhanden gewesen (siehe z.B. Vrtic et al., 2006 bzw. Weis

und Axhausen, 2009), und tritt hier weitaus weniger stark auf. Insgesamt kann die Lage hier also als zufriedenstellend betrachtet werden.

Abbildung 27 Hauptbefragung: Rücklauf nach Welle und Sprachregion



Einfluss des Raumtyps

Neben der Sprachregion wurde angenommen, dass auch der Raumtyp des Wohnortes der Befragten einen Einfluss auf das Antwortverhalten haben könnte. Aus

Tabelle 30 ist jedoch ersichtlich, dass die Rücklaufquoten für die einzelnen Raumtypen nur sehr schwach voneinander abweichen. Eine Ausnahme bilden hier die isolierten Städte; hier ist die Stichprobengrösse jedoch zu gering um schlüssige Aussagen über den Einfluss auf das Antwortverhalten treffen zu können.

Tabelle 30 Hauptbefragung: Rücklauf nach Gemeindetyp des Wohnortes

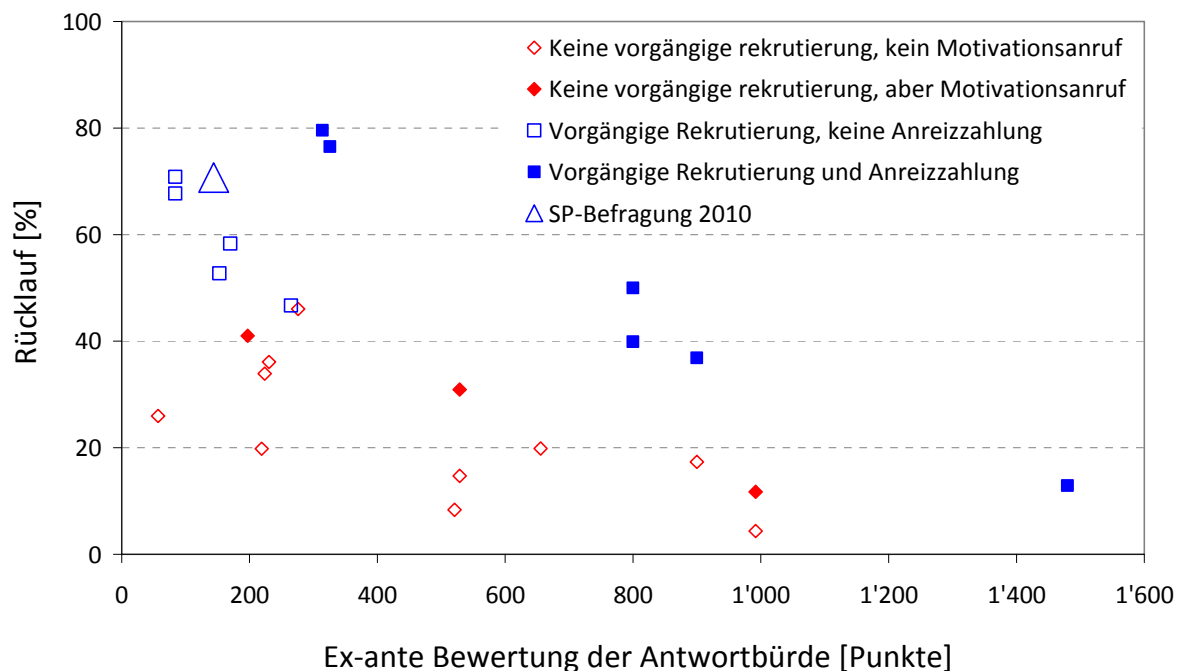
Raumtyp	Verschickte Fragebögen	Zurückerhaltene Fragebögen	Rücklauf [%]
Kernstadt einer Agglomeration	1'740	1'201	69.0
Andere Agglomerationsgemeinde	2'466	1'749	70.9
Isolierte Stadt	39	33	84.6
Ländliche Gemeinde	812	584	71.9

Die Schichtung der MZMV-Stichprobe und die Begrenzung der Dauer der SP-Erhebung auf 14 Wochen (anstatt über das ganze Jahr) führen möglicherweise zu einer Verzerrung durch die räumliche Auswahl der Befragten. Der Einfluss auf die Ergebnisse sollte aber sehr gering sein, und das gewählte Vorgehen entspricht dem *State of the Art*.

Rücklauf im Vergleich früherer Studien

Die erzielte Rücklaufquote von ca. zwei Dritteln in der Hauptbefragung liegt für eine Befragung dieses Ausmasses mit vorgängiger Rekrutierung im Rahmen der Erwartungen, wie der in Abbildung 28 dargestellte Vergleich nach dem System aus Axhausen und Weis (2010) zeigt.

Abbildung 28 Hauptbefragung: Befragungsrücklauf im Kontext vergleichbarer Studien

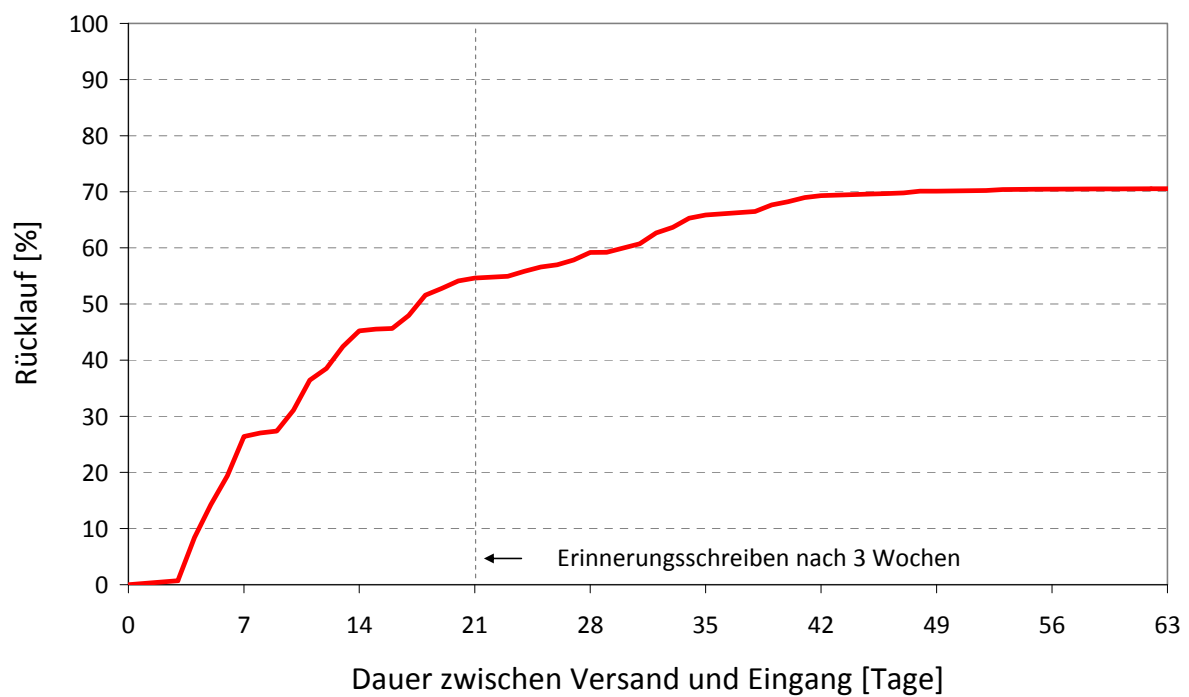
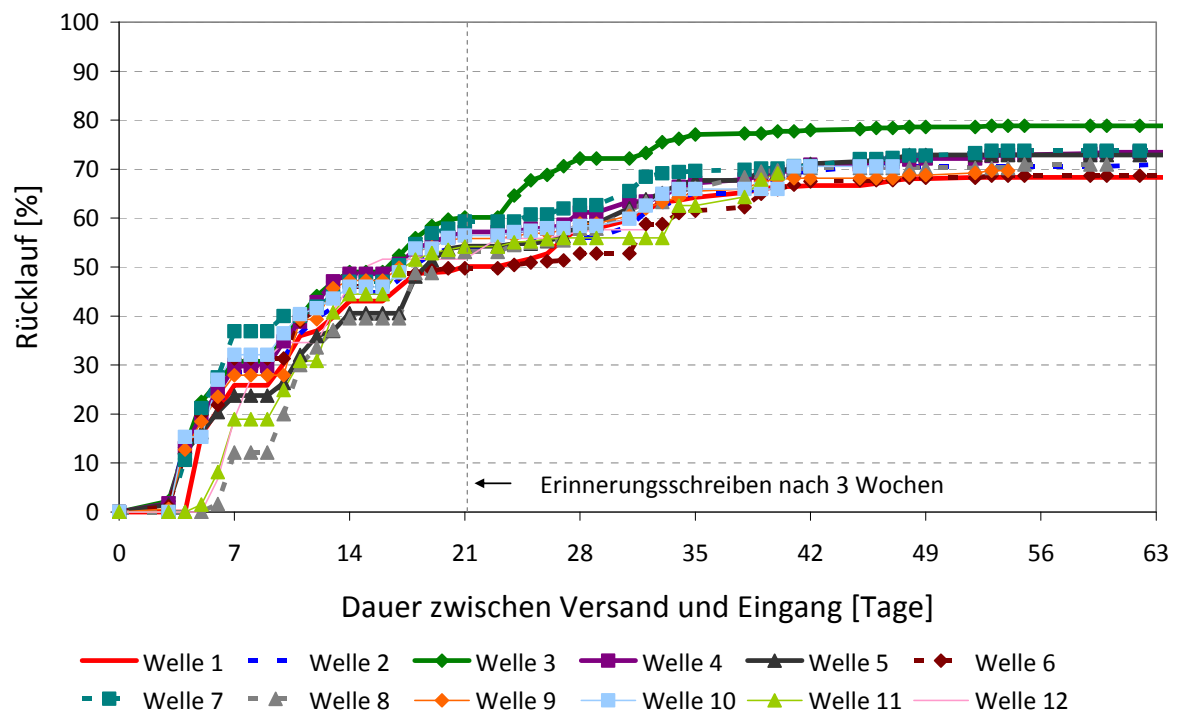


Rücklaufdauer

Die verstrichene Zeit zwischen Versand des Fragebogens und dessen Erhalt ist für die 12 einzelnen Wellen der Hauptbefragung sowie aggregiert für alle Wellen in Abbildung 29 dargestellt. Hier ist (wie auch bereits in Abbildung 27) zu sehen, dass die Rücklaufquoten für die einzelnen Wellen teilweise recht stark voneinander abweichen; die Bandbreite reicht von 57.6% (Welle 12) bis 78.8% (Welle 3). Ebenfalls aus Abbildung 29 ersichtlich ist der nach wie vor vorhandene Effekt des Versands des Erinnerungsschreibens an die Personen, die 3 Wochen nach dem ersten Versand noch nicht teilgenommen haben. Dieser sorgte in der Hauptbefragung mit ca. 1-2 Wochen Verzug (also 4-5 Wochen nach dem Versand des Fragebogens) nochmals für einen Anstieg der Rücklaufquote um durchschnittlich ca. 10%. Für die letzte Welle (Nr. 12) wurde aufgrund der Nähe zu den Weihnachtsfeiertagen auf den Versand eines Erinnerungsschreibens verzichtet, was den tieferen Gesamtrücklauf für diese Welle erklärt.

Insgesamt gingen ein Grossteil der Fragebogen bis ca. 2 Wochen nach dem Versand des Erinnerungsschreibens, also innert 5 Wochen nach dem Versand des Fragebogens, ein.

Abbildung 29 Hauptbefragung: Rücklaufdauer nach Welle und total



Räumliche Verteilung des Rücklaufs

Abbildung 30 zeigt die räumliche Verteilung des Rücklaufs auf dem räumlichen Niveau der Postleitzahlen.

Abbildung 30 Hauptbefragung: Räumliche Verteilung des Rücklaufs nach Postleitzahl

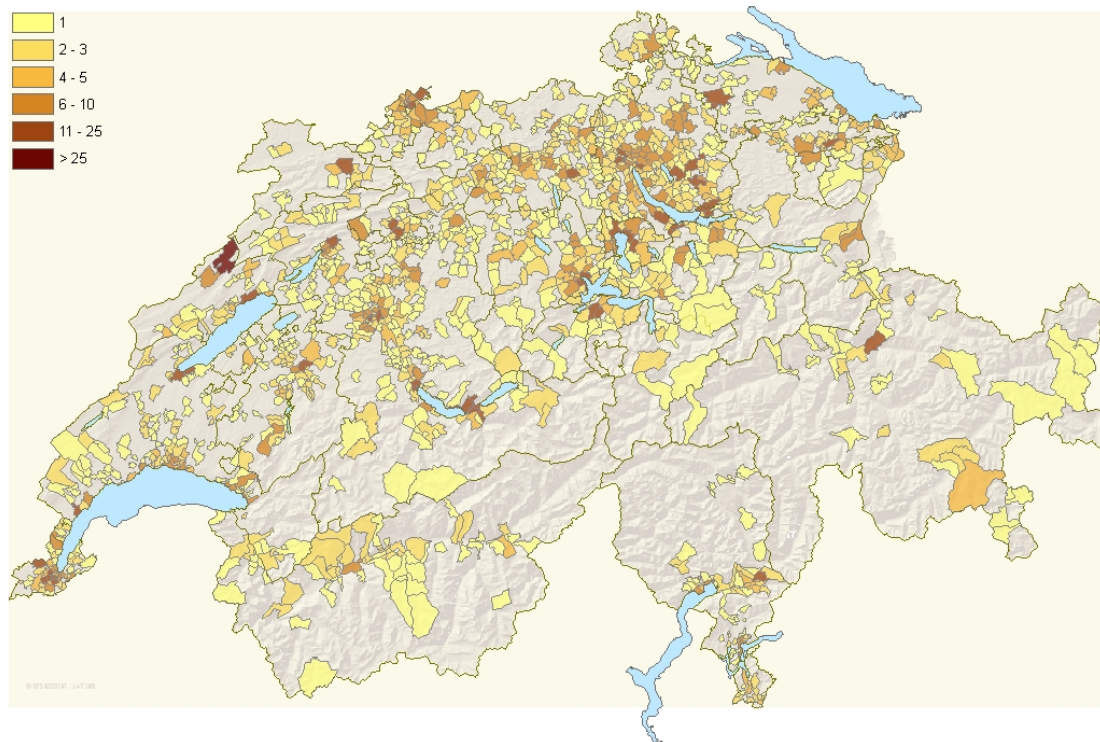
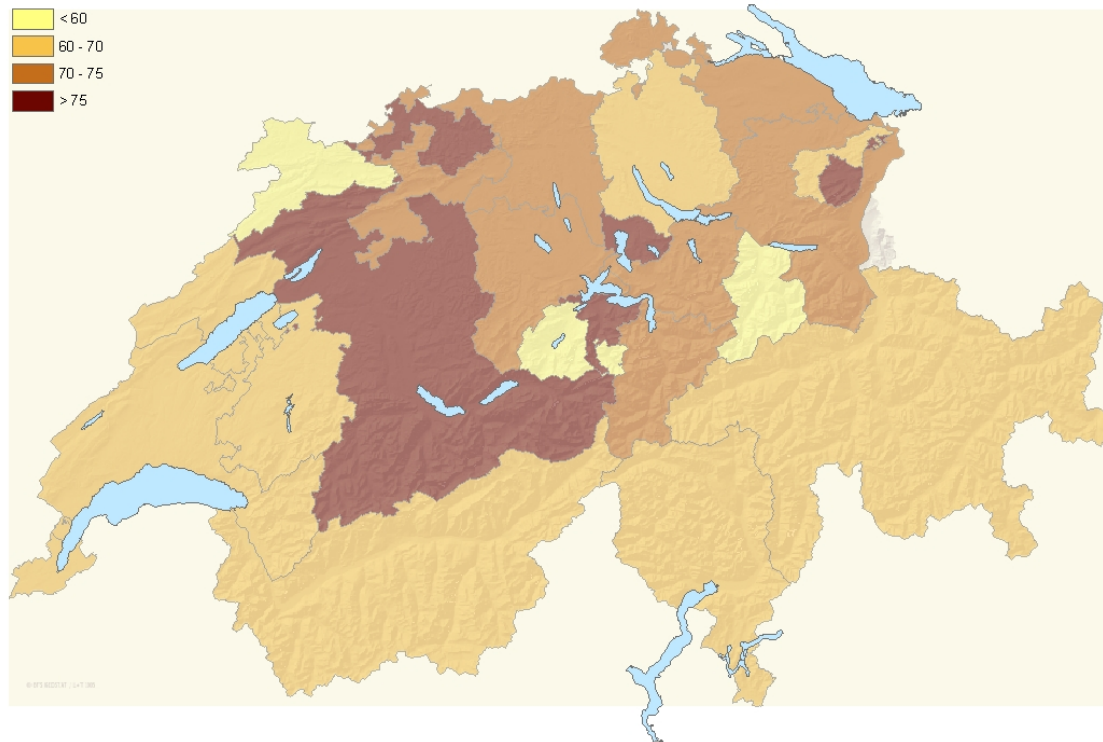


Abbildung 31 zeigt die Rücklaufquoten für die einzelnen Schweizer Kantone. Hier ist ersichtlich, dass der Rücklauf insbesondere in den Kantonen Appenzell Innerrhoden, Zug, Bern und Basel-Stadt sehr hoch (über 70%) liegt. Eine relativ tiefe Teilnahmequote (unter 55%) verzeichnen die Kantone Jura, Glarus und Graubünden. In der Innerschweiz zeigt sich ein sehr heterogenes Bild – während der Rücklauf in den Kantonen Schwyz sowie Nidwalden sehr hoch liegt, fällt er in dessen Nachbarkanton Obwalden deutlich ab.

Abbildung 31 Hauptbefragung: Rücklauf nach Kantonen [%]



Zur Vollständigkeit sind die Rücklaufzahlen für die einzelnen Kantone in Tabelle 31 aufgeführt (die Tabelle ist absteigend nach der Anzahl erhaltenen Fragebögen pro Kanton sortiert).

Tabelle 31 Hauptbefragung: Rücklaufzahlen nach Kanton

Kanton	Rekrutierte Teilnehmer	Verschickte Fragebögen	Erhaltene Fragebögen	Rücklauf [%]
Zürich	1'031	907	630	69.5
Bern	748	656	506	77.1
Waadt	553	449	299	66.6
Aargau	394	359	265	73.8
Genf	442	354	228	64.4
St. Gallen	324	277	197	71.1
Luzern	275	246	183	74.4
Tessin	283	239	162	67.8
Solothurn	199	177	128	72.3
Freiburg	226	189	125	66.1
Basel-Land	176	153	116	75.8
Neuenburg	177	160	105	65.6
Basel-Stadt	146	128	92	71.9
Thurgau	141	122	91	74.6
Wallis	155	133	90	67.7
Schwyz	119	107	80	74.8
Graubünden	134	113	70	61.9
Zug	91	81	63	77.8
Schaffhausen	67	54	38	70.4
Nidwalden	48	44	37	84.1
Jura	79	64	33	51.6
Appenzell Ausserrhoden	28	25	17	68.0
Uri	17	14	10	71.4
Obwalden	12	10	5	50.0
Glarus	6	5	3	60.0
Appenzell Innerrhoden	3	2	2	100.0

Einfluss des Fragebogentyps

Eine weitere Frage ist jene nach dem Einfluss des Fragebogentyps, bzw. dessen Länge, auf die Rücklaufquote. Gemäss Tabelle 11 gibt es je nach Kombination von Verkehrsmittel- und Routenwahl-Experimenten Fragebögen mit Gesamtanzahlen von 10, 12 und 16 Entscheidungssituationen. Wie aus Tabelle 32 ersichtlich ist, scheint die Fragebogenlänge die Antwortbereitschaft nicht wesentlich zu beeinflussen, die Befragten scheinen also durch den zusätzlichen Aufwand des Ausfüllens der Routenwahlentscheidungen nicht übermässig gefordert worden zu sein. Am tiefsten liegt der Rücklauf für die Befragten, welche nur ÖV-Routenwahlentscheidungen (12 Stück) ausfüllen mussten, hier scheint die Ermüdung durch das wiederholte Vorkommen derselben Aufgabe also noch am höchsten zu sein.

Tabelle 32 Hauptbefragung: Einfluss der Fragebogenlänge auf den Rücklauf

Gesamtanzahl Entscheidungssituationen	Versandt	Zurückerhalten	Rücklauf [%]
10	893	641	71.8
12	215	145	67.4
16	3'994	2'819	70.6

Der Vollständigkeit halber zeigt Tabelle 33 den Rücklauf nach den 22 in Tabelle 11 aufgezählten Fragebogentypen; auch hier ist kein klarer Trend ersichtlich, welcher darauf hinweisen würde, dass ein Fragebogentyp zu ausserordentlich negativem Antwortverhalten geführt hätte. Tendenziell liegt die Rücklaufquote für Personen, welche einen kurzen Weg berichtet haben und keinen PW besitzen (Fragebogentypen 1-4) etwas tiefer als für die restlichen Typen.

Tabelle 33 Hauptbefragung: Rücklauf nach Fragebogentyp

Fragebogentyp	Versandt	Zurück erhalten	Rücklauf [%]
1	159	93	58.5
2	161	105	65.2
3	116	67	57.8
4	134	70	52.2
5	112	71	63.4
6	103	74	71.8
7	180	129	71.7
8	189	150	79.4
9	107	87	81.3
10	97	77	79.4
11	71	53	74.6
12	66	53	80.3
13	68	44	64.7
14	74	53	71.6
15	462	320	69.3
16	421	295	70.1
17	434	318	73.3
18	440	293	66.6
19	198	147	74.2
20	190	142	74.7
21	698	509	72.9
22	622	455	73.2

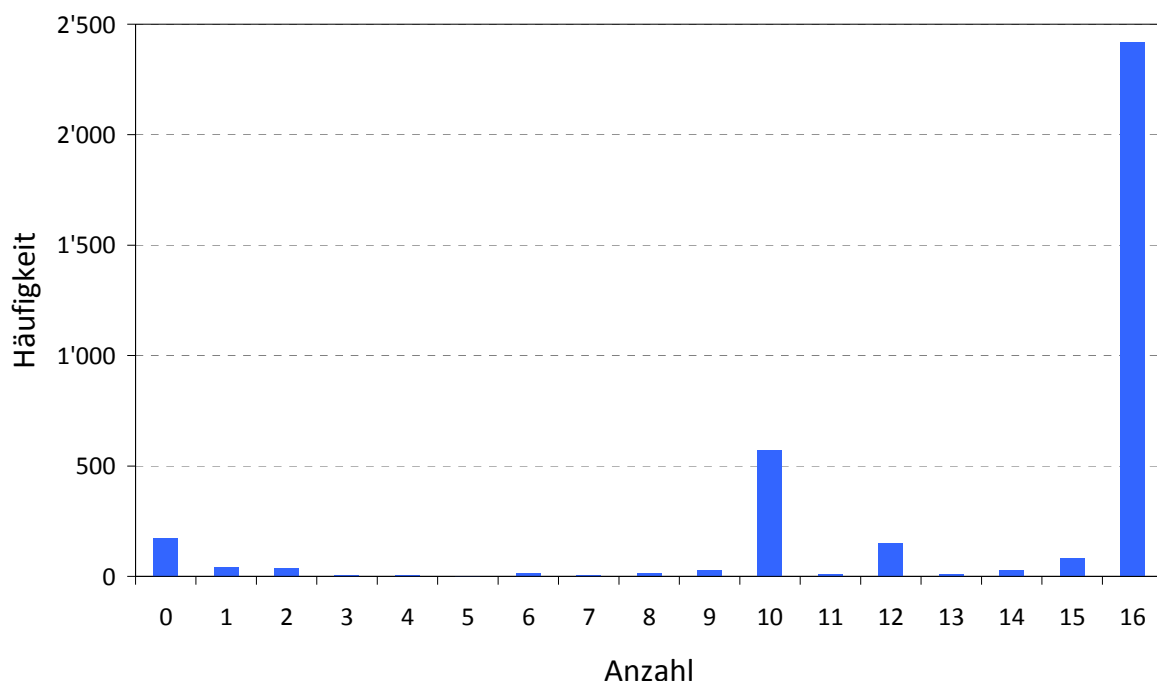
5.2 Datenerfassung und Plausibilisierung

Im Anschluss an das Abholen der Fragebögen wurde deren Eingabe durch die ARGE vorgenommen. Erfasst wurden für jeden Fragebogen die in jeder Entscheidungssituation ausgewählte Verkehrsmittel- oder Routenalternative, sowie die angegebenen „unwichtigen“ Attribute.

Zur Plausibilisierung wurde für jede befragte Person die Anzahl Entscheidungssituationen, in welchen diese Person eine Alternative angekreuzt hat, zugespielt. Diese Information kann als Filter verwendet werden, wenn Personen mit unvollständigen Fragebögen (oder unter einer bestimmten Anzahl ausgefüllter Entscheidungssituationen) bei der Modellierung des Verkehrsverhaltens ausgeschlossen werden sollen. Für die in diesem Bericht gezeigten Auswertungen werden jedoch alle Personen, welche mindestens in einer Entscheidungssituation eine Auswahl getroffen haben, im Datensatz belassen.

Abbildung 32 zeigt die Häufigkeitsverteilung dieser Anzahl ausgefüllter Entscheidungssituationen für den gesamten Datensatz (3'605 Befragte). Es ist ersichtlich, dass die grössten Anteile auf 10 (alle Verkehrsmittelwahlsituationen, keine Routenwahl), 12 (nur Routenwahl, keine Verkehrsmittelwahl) und 16 (10 Verkehrsmittelwahl-, 6 Routenwahlsituationen) entfallen. 176 Befragte schickten den Fragebogen komplett leer zurück (siehe Tabelle 29) und werden somit aus der Stichprobe für die Modellschätzungen entfernt. Unvollständig ausgefüllte Fragebögen sind sehr selten.

Abbildung 32 Hauptbefragung: Verteilung der Anzahl ausgefüllter Entscheidungssituationen



5.3 Struktur der Datenbank

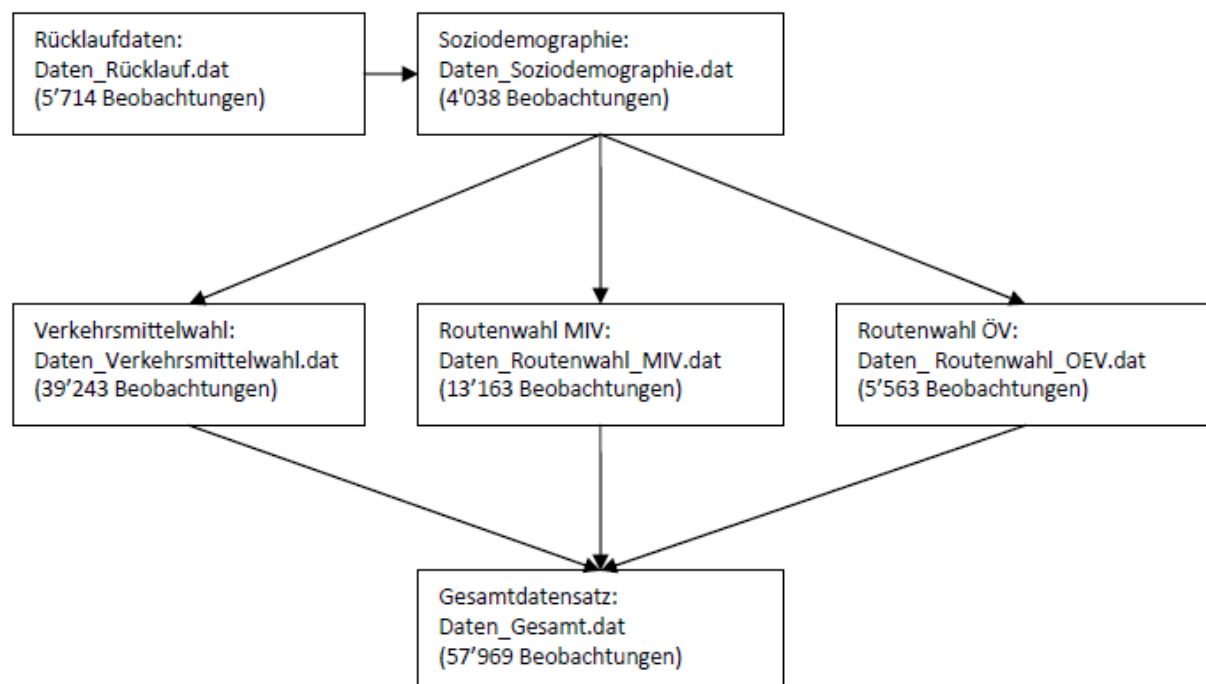
Nach der Eingabe und Umstrukturierung der Daten aus der SP-Befragung stehen die Daten für die Auswertungen und Modellschätzungen in Form von Textdateien in Tabellenform (*.dat), welche mit beliebigen Software-Programmen bearbeiten werden können, zur Verfügung.

Insgesamt resultieren aus der Datenaufbereitung sechs Datensätze: Rücklaufdaten, soziodemographische Eigenschaften der Befragten, Verkehrsmittelwahl, Routenwahl MIV und ÖV sowie ein Gesamtdatensatz aller SP-Daten, welcher für die Schätzung von gemeinsamen Modellen (Kombination Verkehrsmittel- und Routenwahl) verwendet werden kann. Die Datensätze enthalten jeweils alle Daten aus dem Pretest und der Hauptbefragung, wobei durch eine eigene Variable gekennzeichnet ist, ob es sich bei einer Beobachtung um Daten aus dem Pretest oder der Hauptbefragung handelt.

Die einzelnen Dateien sind untereinander über den Identifikator HH_ID (also die Haushaltsnummer aus dem Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010) verknüpft.

Zur Übersicht über die einzelnen Datensätze und deren Verknüpfung dient Abbildung 33.

Abbildung 33 Struktur der Datenbank



Die Struktur der Datei mit den soziodemographischen Daten ist aus Tabelle 34 ersichtlich; die darauffolgenden Tabellen enthalten die Variablenerklärungen der Dateien zur Verkehrsmittelwahl, MIV-Routenwahl und ÖV-Routenwahl. Der Gesamtdatensatz enthält eine zusätzliche Variable, welche angibt, welche Art von Beobachtung in einer Zeile vorhanden ist. Im Verkehrsmittelwahl-Datensatz sind auch die RP-Daten enthalten, und als zusätzliche Information enthalten diese die Aufteilung der ÖV-Zugangs- und –Abgangszeit (welche für die SP-Daten zu einer einzigen Variable zusammengefasst wurden) sowie die Typisierung der Umsteigevorgänge (welche für die SP-Befragung ebenfalls zu einem einzigen Attribut aufsummiert wurden). Der Einfachheit halber wurden alle soziodemographischen Variablen auch den SP-Datensätzen zugespielt (damit sie bei der Modellierung direkt verwendet werden können); diese Variablen werden in den nachfolgenden Tabellen nur einmal erläutert. Die Datei enthält soziodemographische Charakteristiken aller 4'038 (433 aus dem Pretest, 3'605 aus der Hauptbefragung) befragten Personen.

Der Datensatz zum Rücklauf enthält für jede Person, an welche ein Fragebogen verschickt wurde, Informationen zu Versanddatum und Rücklaufdatum.

Neben dem Textformat liegen die Dateien jeweils auch im SPSS-Dateiformat (*.sav) vor; hier sind die in den Tabellen angegebenen Variablenbeschreibungen jeweils mit enthalten.

Tabelle 34 Struktur der Datei: Soziodemographische Daten

Dateiname:	Daten_Soziodemographie.dat		
Anzahl Beobachtungen:	4'038		
Variablenname	Bedeutung	Codierung	
HH_ID	Haushaltsnummer MZMV 2010		
P_ID	Zielpersonennummer MZMV 2010		
stufe	Befragungsperiode	Pretest	1
		Hauptbefragung	2
alter	Alter [Jahre]		
gesl	Geschlecht	männlich	1
		weiblich	2
hh_eink	Haushaltseinkommen [CHF/Monat]	< 2'000	1
		2'000 – 4'000	2
		4'000 – 6'000	3
		6'000 – 8'000	4
		8'000 – 10'000	5
		10'000 – 12'000	6
		12'000 – 14'000	7
		14'000 – 16'000	8
		> 16'000	9
		keine Angabe / fehlender Wert	0
hh_eink_mittel	Klassenmittel der Einkommensklasse [CHF/Monat]		
raumtyp	Raumtyp nach BFS	Kernstadt einer Agglomeration	1
		Andere Agglomerationsgemeinde	2
		Isolierte Stadt	3
		Ländliche Gemeinde	4
hhgr	Anzahl Personen im Haushalt		
erwerb	Erwerbstätigkeit	nein	0
		ja	1
n_pw	Anzahl PW's im Haushalt		
sprache	Befragungssprache	Deutsch	1
		Französisch	2
		Italienisch	3
halbtax	Besitz eines Halbtax-Abonnements	nein	0
		ja	1
ga	Besitz eines Generalabonnements	nein	0
		ja	1

pw_verf	Verfügbarkeit eines PW	nein	0
		ja	1
dist	Distanz des berichteten Weges [km]		
zweck	Zweck des berichteten Weges, wobei dem Nachhauseweg der Zweck des vorangegangenen Weges zugewiesen wurde	Arbeit	1
		Ausbildung	2
		Einkauf / Erledigung	3
		Nutzfahrt	4
		Freizeit	5
		andere	6
zweck_neu	Zweck des berichteten Weges, wobei dem Nachhauseweg der Hauptzweck des Ausgangs zugewiesen wurde (nur Hauptstudie)	Arbeit	1
		Ausbildung	2
		Einkauf / Erledigung	3
		Nutzfahrt	4
		Freizeit	5
		andere	6
zweck_nach_hause	Berichteter Weg ist eine Rückkehr nach Hause	nein	0
		ja	1
unwichtig_oev_ankunftszeit	“Unwichtiges” Attribut: Abfahrtszeit ÖV	nein	0
		ja	1
unwichtig_oev_kosten	“Unwichtiges” Attribut: Billettkosten ÖV	nein	0
		ja	1
unwichtig_oev_zugangszeit	“Unwichtiges” Attribut: Zu- und Abgangszeit ÖV	nein	0
		ja	1
unwichtig_oev_fahrtzeit	“Unwichtiges” Attribut: Beförderungszeit ÖV	nein	0
		ja	1
unwichtig_oev_wartezeit	“Unwichtiges” Attribut: Umsteigewartezeit ÖV	nein	0
		ja	1
unwichtig_oev_umsteigen	“Unwichtiges” Attribut: Anzahl Umsteigevorgänge ÖV	nein	0
		ja	1
unwichtig_oev_auslastung	“Unwichtiges” Attribut: Auslastung ÖV	nein	0
		ja	1
unwichtig_oev_takt	“Unwichtiges” Attribut: Takt ÖV	nein	0
		ja	1
unwichtig_oev_verlaesslichkeit	“Unwichtiges” Attribut: Verlässlichkeit ÖV	nein	0
		ja	1
unwichtig_oev_zwischenhalte	“Unwichtiges” Attribut: Anzahl Zwischenhalte ÖV	nein	0
		ja	1
unwichtig_miv_ankunftszeit	“Unwichtiges” Attribut: Ankunftszeit MIV	nein	0
		ja	1

unwichtig_miv_fahrtzeit	“Unwichtiges” Attribut: Fahrtzeit MIV	nein	0
		ja	1
unwichtig_miv_fahrtkosten	“Unwichtiges” Attribut: Treibstoffkosten MIV	nein	0
		ja	1
unwichtig_miv_parksuchzeit	“Unwichtiges” Attribut: Parkplatzsuchzeit MIV	nein	0
		ja	1
unwichtig_miv_maut	“Unwichtiges” Attribut: Strassennutzungsgebühren MIV	nein	0
		ja	1
unwichtig_miv_parkkosten	“Unwichtiges” Attribut: Parkplatzkosten MIV	nein	0
		ja	1
unwichtig_miv_verlaesslichkeit	“Unwichtiges” Attribut: Verlässlichkeit MIV	nein	0
		ja	1
n_unwichtige_attribute	Anzahl “unwichtige” Attribute		
n_verkehrsmittel_fb	Anzahl angebotene Verkehrsmittelwahl-Situationen		
n_route_fb	Anzahl angebotene Routenwahl-Situationen		
n_total_fb	Gesamtanzahl angebotene Entscheidungssituationen		
n_verkehrsmittel	Anzahl ausgefüllte Verkehrsmittelwahl-Situationen		
n_route	Anzahl ausgefüllte Routenwahl-Situationen		
non_trader	Non-Trading in Verkehrsmittelwahl-Experimenten	nein	0
		ja	1
wohn_laenge	Wohnort: Geodätische Länge WGS84		
wohn_breite	Wohnort: Geodätische Breite WGS84		
wohn_x	Wohnort: X-Koordinate CH1903*		
wohn_y	Wohnort: Y-Koordinate CH1903*		
wohn_gemnr	Wohnort: BFS-Gemeindenummer		
start_laenge	Startort: Geodätische Länge WGS84		
start_breite	Startort: Geodätische Breite WGS84		
start_x	Startort: X-Koordinate CH1903*		
start_y	Startort: Y-Koordinate CH1903*		
start_gemnr	Startort: BFS-Gemeindenummer		
ziel_laenge	Zielort: Geodätische Länge WGS84		
ziel_breite	Zielort: Geodätische Breite WGS84		
ziel_x	Zielort: X-Koordinate CH1903*		
ziel_y	Zielort: Y-Koordinate CH1903*		
ziel_gemnr	Zielort: BFS-Gemeindenummer		
fragebogen	Fragebogen-Typ gemäss Tabelle 11		

weg_nr	Wegnummer des ausgewählten Weges		
et_nr	Etappennummer im Original-Datensatz der ersten Etappe des erzeugten und ausgewählten Weges		
anteil_auslastung_sbb	Anteil des ÖV-Weges, für welchen die Auslastung aus den Daten der SBB gewonnen wurde [%] (siehe Abschnitt 3.4.1, S. 43)	nur RP-Daten; nur Hauptbefragung	
datum	Datum des Stichtags der befragten Person im MZMV 2010		
wochentag	Wochentag des Stichtags der befragten Person im MZMV 2010	Montag	1
		Dienstag	2
		Mittwoch	3
		Donnerstag	4
		Freitag	5
		Samstag	6
		Sonntag	7
wochentag_typ	Typ des Wochentags des Stichtags der befragten Person im MZMV 2010	Montag – Freitag	1
		Samstag	2
		Sonntag	3

* CH1903 steht als Abkürzung für das Schweizer Landeskoordinatensystem.

Tabelle 35 Struktur der Datei: Verkehrsmittelwahl

Dateiname:	Daten_Verkehrsmittelwahl.dat		
Anzahl Beobachtungen:	39'243 (inklusive RP-Daten), davon 35'273 SP-Beobachtungen		
Variablenname	Bedeutung	Codierung	
HH_ID	Haushaltsnummer MZMV 2010		
P_ID	Zielpersonennummer MZMV 2010		
index	Nummer der Entscheidungssituation	RP-Daten	0
	aus Fragebogen	SP-Daten	1-10
vm_wahl	Gewähltes Verkehrsmittel	zu Fuss	1
		Velo	2
		MIV	3
		ÖV	4
vm_av_1	Verfügbarkeit der Alternative "zu Fuss"	nein	0
		ja	1
vm_av_2	Verfügbarkeit der Alternative "Velo"	nein	0
		ja	1
vm_av_3	Verfügbarkeit der Alternative "MIV"	nein	0
		ja	1
vm_av_4	Verfügbarkeit der Alternative "ÖV"	nein	0
		ja	1
zu_fuss_fahrtzeit	Gehzeit der Alternative "zu Fuss" [min]		
zu_fuss_ankunftszeit	Ankunftszeit der Alternative "zu Fuss" [min nach Mitternacht]		
zu_fuss_ankunftszeit_diff	Differenz Ankunftszeit der Alternative "zu Fuss" – Ankunftszeit des berichteten Weges [min]		
velo_fahrtzeit	Fahrtzeit der Alternative "Velo" [min]		
velo_ankunftszeit	Ankunftszeit der Alternative "Velo" [min nach Mitternacht]		
velo_ankunftszeit_diff	Differenz Ankunftszeit der Alternative "Velo" – Ankunftszeit des berichteten Weges [min]		
miv_fahrtzeit	Fahrtzeit der Alternative "MIV" [min]		
miv_fahrtkosten	Treibstoffkosten der Alternative "MIV" [CHF]		
miv_maut	Strassennutzungsgebühren der Alternative "MIV" [CHF]		
miv_parkkosten	Parkplatzkosten der Alternative "MIV" [CHF]		
miv_parksuchzeit	Parkplatzsuchzeit der Alternative "MIV" [min]		
miv_verlaesslichkeit	Verlässlichkeit der Alternative "MIV" [Anteil Fahrten als Zahl mit Verspätung > 10 min]		
miv_ankunftszeit	Ankunftszeit der Alternative "MIV" [min nach Mitternacht]		

miv_ankunftszeit_diff	Differenz Ankunftszeit der Alternative "MIV" – Ankunftszeit des berichteten Weges [min]		
oev_fahrtzeit	Beförderungszeit der Alternative "ÖV" [min]		
oev_kosten	Billettkosten der Alternative "ÖV" [CHF]		
oev_umsteigen	Anzahl Umsteigevorgänge der Alternative "ÖV"		
oev_umsteigen_bahn_bahn	Anzahl Umsteigevorgänge zwischen Bahn und Bahn	nur RP-Daten	
oev_umsteigen_bahn_andere	Anzahl Umsteigevorgänge zwischen Bahn und anderen	nur RP-Daten	
oev_umsteigen_andere_bahn	Anzahl Umsteigevorgänge zwischen anderen und Bahn	nur RP-Daten	
oev_umsteigen_andere_andere	Anzahl Umsteigevorgänge zwischen anderen und anderen	nur RP-Daten	
oev_zugangszeit	Zu- und Abgangszeit der Alternative "ÖV" [min]		
oev_zugangszeit_zu	Zugangszeit der Alternative "ÖV" [min]	nur RP-Daten	
oev_zugangszeit_ab	Abgangszeit der Alternative "ÖV" [min]	nur RP-Daten	
oev_verlaesslichkeit	Verlässlichkeit der Alternative "ÖV" [Anteil Fahrten als Zahl mit Verspätung > 10 min]		
oev_auslastung	Auslastung der Alternative "ÖV" (vergleiche S. 52f)		
	Auslastungsstufe < 33%	tief	1
	Auslastungsstufe 33 - 66%	mittel	2
	Auslastungsstufe 67 - 100%	hoch	3
	Auslastungsstufe > 100%	überlastet	4
oev_takt	Takt der Alternative "ÖV" [eine Verbindung alle ... min]		
oev_ankunftszeit	Ankunftszeit der Alternative "ÖV" [min nach Mitternacht]		
oev_ankunftszeit_diff	Differenz Ankunftszeit der Alternative "ÖV" – Ankunftszeit des berichteten Weges [min]		

Tabelle 36 Struktur der Datei: Routenwahl MIV

Dateiname:	Daten_Routenwahl_MIV.dat		
Anzahl Beobachtungen:	13'163		
Variablenname	Bedeutung	Codierung	
HH_ID	Haushaltsnummer MZMV 2010		
P_ID	Zielpersonennummer MZMV 2010		
index	Nummer der Entscheidungssituation		
r_wahl	Gewählte Route	Route 1	1
		Route 2	2
r_av_1	Verfügbarkeit von Route 1	nein	0
		ja	1
r_av_2	Verfügbarkeit von Route 2	nein	0
		ja	1
route1_miv_fahrtzeit	Fahrtzeit von Route 1 [min]		
route2_miv_fahrtzeit	Fahrtzeit von Route 2 [min]		
route1_miv_kosten	Treibstoffkosten von Route 1 [CHF]		
route2_miv_kosten	Treibstoffkosten von Route 2 [CHF]		
route1_miv_maut	Strassennutzungsgebühren von Route 1 [CHF]		
route2_miv_maut	Strassennutzungsgebühren von Route 2 [CHF]		

Tabelle 37 Struktur der Datei: Routenwahl ÖV

Dateiname:	Daten_Routenwahl_OEV.dat		
Anzahl Beobachtungen:	5'563		
Variablenname	Bedeutung	Codierung	
HH_ID	Haushaltsnummer MZMV 2010		
P_ID	Zielpersonennummer MZMV 2010		
index	Nummer der Entscheidungssituation		
r_wahl	Gewählte Route	Route 1	1
		Route 2	2
r_av_1	Verfügbarkeit von Route 1	nein	0
		ja	1
r_av_2	Verfügbarkeit von Route 2	nein	0
		ja	1
route1_oev_kosten	Billettkosten von Route 1 [CHF]		
route2_oev_kosten	Billettkosten von Route 2 [CHF]		
route1_oev_zugangszeit	Zu- und Abgangszeit von Route 1 [min]		
route2_oev_zugangszeit	Zu- und Abgangszeit von Route 2 [min]		
route1_oev_fahrtzeit	Fahrtzeit im Fahrzeug von Route 1 [min]		
route2_oev_fahrtzeit	Fahrtzeit im Fahrzeug von Route 2 [min]		
route1_oev_wartezeit	Umsteigewartezeit von Route 1 [min]		
route2_oev_wartezeit	Umsteigewartezeit von Route 2 [min]		
route1_oev_umsteigen	Anzahl Umsteigevorgänge von Route 1		
route2_oev_umsteigen	Anzahl Umsteigevorgänge von Route 2		
route1_oev_takt	Takt von Route 1 [eine Verbindung alle ... min]		
route2_oev_takt	Takt von Route 2 [eine Verbindung alle ... min]		
route1_oev_auslastung	Auslastung von Route 1 (vergleiche S. 52f)		
	Auslastungsstufe < 33%	tief	1
	Auslastungsstufe 33 - 66%	mittel	2
	Auslastungsstufe 67 - 100%	hoch	3
route2_oev_auslastung	Auslastung von Route 2 (vergleiche S. 52f)		
	Auslastungsstufe < 33%	tief	1
	Auslastungsstufe 33 - 66%	mittel	2
	Auslastungsstufe 67 - 100%	hoch	3
route1_oev_auslastung	Auslastungsstufe > 100%	überlastet	4
	Auslastungsstufe < 33%	tief	1
	Auslastungsstufe 33 - 66%	mittel	2
	Auslastungsstufe 67 - 100%	hoch	3
route2_oev_auslastung	Auslastungsstufe > 100%	überlastet	4
route1_oev_zwischenhalte	Anzahl Zwischenhalte von Route 1		
route2_oev_zwischenhalte	Anzahl Zwischenhalte von Route 2		

Tabelle 38 Struktur der Datei: Gesamtdatensatz

Dateiname:	Daten_Gesamt.dat		
Anzahl Beobachtungen:	57'969		
Variablenname	Bedeutung	Codierung	
HH_ID	Haushaltsnummer MZMV 2010		
P_ID	Zielpersonennummer MZMV 2010		
typ	Typ der Beobachtung	RP-Daten	0
		Verkehrsmittelwahl	1
		Routenwahl MIV	2
		Routenwahl ÖV	3

Tabelle 39 Struktur der Datei: Rücklauf

Dateiname:	Daten_Rücklauf.dat		
Anzahl Beobachtungen:	5714		
Variablenname	Bedeutung	Codierung	
HH_ID	Haushaltsnummer MZMV 2010		
P_ID	Zielpersonennummer MZMV 2010		
stufe	Befragungsperiode	Pretest	1
		Hauptbefragung	2
welle	Befragungswelle	Pretest	1–2
			1–12
versand	Versanddatum des Fragebogens		
antwort	Fragebogen zurückgeschickt	nein	0
		ja	1
eingang	Eingangsdatum des Fragebogens		
diff	Dauer zwischen Versand und Eingang [Tage]		

5.4 Deskriptive Auswertung Hauptbefragung

5.4.1 Soziodemographische Eigenschaften der befragten Personen

Um Aussagen über die Repräsentativität der Stichprobe treffen zu können, wird diese anhand verschiedener Kriterien mit der für die Bevölkerung repräsentativen, gewichteten Stichprobe des Mikrozensus 2005 (da die Daten für den Mikrozensus 2010 bei Ende der Studie noch

nicht vorliegen) verglichen. Zudem werden Vergleiche zwischen den Verteilungen der Variablen in den Stichproben der rekrutierten Personen und jenen, welche die SP-Befragung beantwortet haben, gezogen, um Informationen über eventuelle Einflüsse der soziodemographischen Eigenschaften der Befragten auf die schlussendliche Antwortbereitschaft zu erlangen.

Die entsprechende Übersicht ist aus Tabelle 40 und Tabelle 41 ersichtlich. Es zeigt sich, dass grössere Verzerrungen gegenüber der Gesamtbevölkerung bezüglich folgender Variablen auftreten:

- Alter: die jüngste Altersklasse (18 bis 35 Jahre) ist in der Stichprobe der rekrutierten Personen leicht unterrepräsentiert, während die 51- bis 65-jährigen Personen überrepräsentiert sind.
- Haushaltseinkommen: Leichte Unterrepräsentierung der 3 tiefsten Einkommensklasse (alle unter 6'000 CHF/Monat). Alle Klassen mit einem Brutto-Haushaltseinkommen von über 8'000 CHF/Monat sind hingegen überrepräsentiert.
- Raumtyp: ländliche Gemeinden sind unter-, Kernstädte übervertreten.
- Besitz eines ÖV-Abonnements: Überproportional viele Befragungsteilnehmer besitzen ein GA oder Halbtax.
- Verfügbarkeit eines Personenwagens: Der Anteil Personen, welche nie einen Personenwagen zur Verfügung haben, ist im Vergleich zur repräsentativen Stichprobe um ca. 10% höher.

Die Überrepräsentierung der Personen, die viel mit dem ÖV fahren und die Unterrepräsentierung der PW-Fahrer ist typisch für Befragungen zum Verkehrsverhalten in der Schweiz (siehe wiederum Weis und Axhausen, 2009, für ein anderes aktuelles Beispiel, in welchem diese Verzerrung auch vorliegt). Tatsächlich scheinen Personen, welche stark ÖV-gebunden sind (hier durch die Merkmale „GA-Besitz“ und „kein PW verfügbar“ gekennzeichnet) sich eher für Studien zum Verkehrsverhalten zu interessieren. Dazu kommt die Korrelation dieser Attribute mit dem Raumtyp – Personen in Kernstädten, welche ja hier ebenfalls übervertreten sind, tendieren eher dazu, kein Auto zu besitzen und sich im täglichen Verkehr mit dem ÖV fortzubewegen.

Was die Unterschiede zwischen den Stichproben der rekrutierten und teilnehmenden Personen betrifft, so fällt insbesondere der nochmalige Anstieg des Anteils der ÖV-Abonnementsbesitzer auf, was die oben genannte Hypothese stützt.

Tabelle 40 Hauptbefragung: Soziodemographische Eigenschaften der Befragten in Prozent

Variable	Ausprägung	MZ'05	Rekrutiert	Antworten
Geschlecht	männlich	48.3	47.8	48.6
	weiblich	51.7	52.2	51.4
Alter [Jahre]	18 – 35	28.4	23.6	20.2
	36 – 50	30.4	30.5	29.9
	51 – 65	23.2	27.1	29.3
	> 65	18.1	18.8	20.6
Haushaltsgrösse [Personen]	1	28.8	27.1	26.5
	2	36.1	36.8	39.3
	3	13.1	13.1	12.6
	4	15.3	16.7	15.7
	> 4	6.7	6.3	5.9
Erwerbstätigkeit	ja	58.8	64.0	62.9
	nein	41.2	36.0	37.1
Haushaltseinkommen [CHF / Monat]	< 2'000	4.1	2.1	2.0
	2'000 – 4'000	19.9	14.1	12.7
	4'000 – 6'000	28.1	24.1	23.6
	6'000 – 8'000	21.0	21.4	21.1
	8'000 – 10'000	12.4	14.7	15.7
	10'000 – 12'000	6.7	9.5	9.6
	12'000 – 14'000	3.3	5.2	5.7
	14'000 – 16'000	1.8	3.4	3.7
	> 16'000	2.7	5.5	5.9
Raumtyp	Kernstadt einer Agglomeration	28.7	34.4	33.7
	Andere Agglomerationsgemeinde	45.3	48.8	49.0
	Isolierte Stadt	0.9	0.8	0.9
	Ländliche Gemeinde	25.1	16.1	16.4

Tabelle 41 Hauptbefragung: Ausstattung der Befragten mit Mobilitätswerkzeugen in Prozent

Variable	Ausprägung	MZ'05	Rekrutiert	Antworten
ÖV-Abonnement	keines	67.2	43.9	40.4
	Halbtax	26.5	44.4	47.0
	GA	6.3	11.7	12.4
PW-Verfügbarkeit	ja	95.1	84.5	84.3
	nie	4.9	15.5	15.7
Anzahl PW's im Haushalt	0	18.8	17.0	15.4
	1	50.6	50.1	50.9
	2	25.1	26.5	27.5
	> 2	5.5	6.4	6.1

5.4.2 Gewichtung der Stichprobe

Aus den Unterschieden zwischen Befragungsstichprobe und Grundgesamtheit ergibt sich erneut die Frage nach der Notwendigkeit der Umgewichtung der Stichprobe. Für die konsistente Schätzung der diskreten Entscheidungsmodelle, auf welchen das Hauptgewicht in dieser Studie liegt, ist eine Umgewichtung jedoch nicht notwendig, sofern die Variablen, welche die Selektivität beeinflussen, in die Modelle einbezogen werden (Ben-Akiva und Lerman, 1985; Axhausen *et al.*, 2008). Dies wird in den zu schätzenden Modellen der Fall sein.

Der MZMV 2010 wird erst Ende 2011 vorliegen und steht daher für eine eventuelle Gewichtung für die deskriptiven Auswertungen nicht zur Verfügung. Daher müsste auf den MZ 2005 zurückgegriffen werden. Daher steht der Aufwand zum Nutzen in keiner sinnvollen Relation für diese untergeordnete Auswertung und daher wird auf eine Gewichtung bei der deskriptiven Auswertung verzichtet.

5.4.3 Eigenschaften der berichteten Wege

Die Verteilung der Wegeigenschaften sollte idealerweise den Vorgaben aus Abschnitt 3.2 entsprechen, also eine leichte Verzerrung zugunsten langer Wege und nicht häufig genannter Fahrtzwecke aufweisen, damit für die Schätzung der Modelle eine genügend grosse Stichprobe für alle Kategorien zur Verfügung steht.

Die Verteilung der Fahrtzwecke ist für die Stichproben der rekrutierten und teilgenommenen Befragten im Vergleich mit der repräsentativen Stichprobe des Mikrozensus zum Verkehrs-

verhalten 2005 (MZ 05) aus Tabelle 42 ersichtlich. Im Gegensatz zu den Auswertungen des Pretests (Tabelle 14, Seite 64) wurden hier Wege mit Zweck „Rückkehr nach Hause“ umkodiert, indem ihnen der Zweck des jeweils vorangegangenen Weges zugeordnet wurde. Ein Nachhauseweg von der Arbeit wird also dem Zweck „Pendler“ zugeordnet, etc. Bei komplexeren Touren entspricht diese Zuordnung nicht dem Vorgehen im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010. Hier wird für den Zweck des Nachhauseweges die längste Aktivität des vorangegangenen Ausgangs verwendet. Die entsprechende Zuordnung konnte jedoch für die im Zeitraum der Hauptbefragung erhobenen Wege nachträglich durchgeführt werden.

Ausbildungswege sind aufgrund des Wegfalls der unter 18-jährigen Befragten nach wie vor unterrepräsentiert, während das Ziel, mehr Nutzfahrten als im MZ 05 zu erhalten, erreicht wurde. Die Stichprobe enthält etwas mehr Einkaufs- und weniger Freizeitwege als im repräsentativen MZ 05. Angesichts der sehr spärlichen Anzahl der Ausbildungswege stellt sich die Frage, ob diese bei der Modellierung separat betrachtet werden können, oder gemeinsam mit den Pendlerwegen ausgewiesen werden sollten. Für die Hauptzwecke Pendler, Einkaufen und Freizeit sollten genügend Beobachtungen für robuste und ausreichend disaggregierte Modell-schätzungen vorliegen.

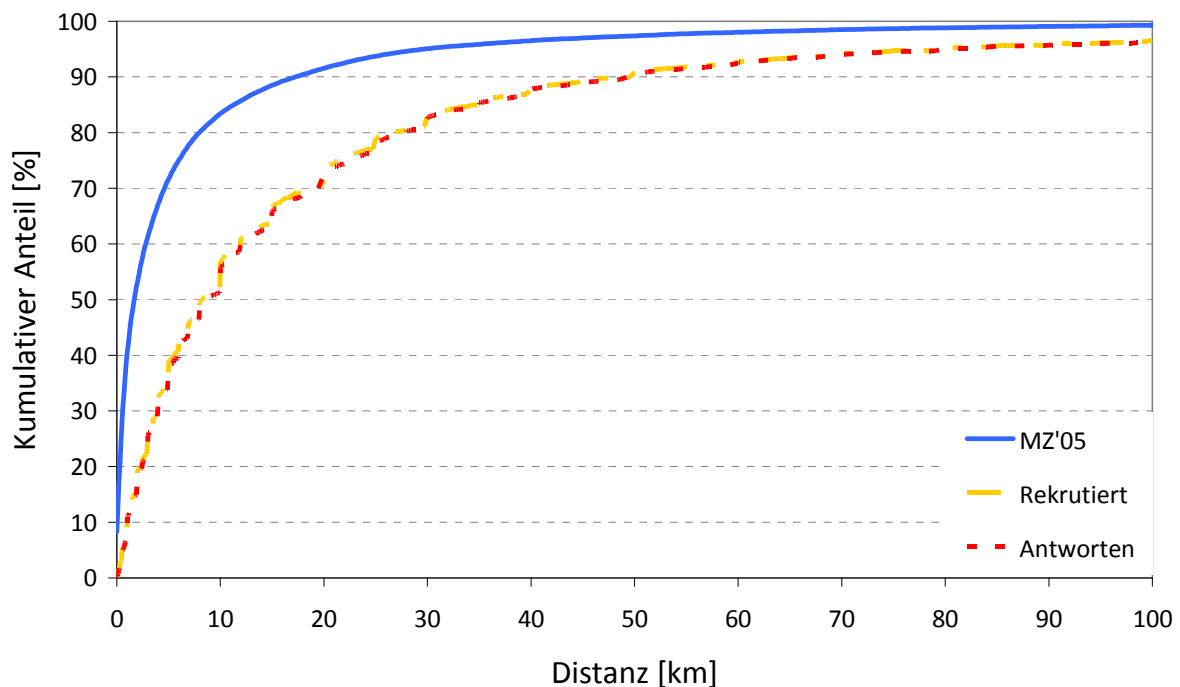
Die Wegzweckverteilung zwischen den Stichproben der rekrutierten und teilgenommenen Befragten unterscheidet sich nicht wesentlich; der Rücklauf scheint also unabhängig vom Zweck des berichteten Weges zu sein.

Tabelle 42 Hauptbefragung: Verteilung der Fahrtzwecke in Prozent

Fahrtzweck	MZ'05	Rekrutiert	Antworten
Arbeit	23.1	25.0	25.1
Ausbildung	8.4	2.8	2.9
Einkauf / Erledigung	20.2	25.2	25.3
Nutzfahrt	3.4	5.5	5.0
Freizeit	43.6	40.5	40.5
andere	1.3	1.0	1.2

In Abbildung 34 ist zu sehen, dass auch in der Hauptbefragung durch das Auswahlverfahren die Distanzverteilung zugunsten längerer Wege verlagert wurde.

Abbildung 34 Hauptbefragung: Verteilung der Weglängen



Als letzter Indikator sei noch die Wahl des Verkehrsmittels für den berichteten Weg erwähnt, deren Verteilungen in Tabelle 43 zu sehen sind.

Tabelle 43 Hauptbefragung: Verteilung der Verkehrsmittel in Prozent

Verkehrsmittel	MZ'05	Rekrutiert	Antworten
zu Fuss	28.4	11.8	11.6
Velo	7.0	5.7	6.2
MIV	51.5	60.3	60.7
ÖV	11.8	22.2	21.5
andere	1.3	0.0	0.0

Durch die oben beschriebene Umverteilung der Weglängen wurde auch das Verhältnis zwischen den Verkehrsmitteln verändert. Aufgrund der Umverteilung der Weglängen (kurze Wege) sind deutlich weniger Fusswege in der Stichprobe vorhanden als im MZ'05, dies zugunsten der MIV- und ÖV-Wege, welche für die Erzeugung der hier beschriebenen SP-Befragungen und die darauf basierende Modellierung relevanter sind.

5.4.4 Beschreibung des Antwortverhaltens

Von den 3'605 Befragten, welche den Fragebogen zurückgesendet haben, konnten insgesamt 31'649 Verkehrsmittelwahl-Beobachtungen verwendet werden (einige Befragte schickten den Fragebogen leer oder nur teilweise ausgefüllt zurück, siehe hierzu auch Abbildung 32; in letzterem Fall wurden die angegebenen Daten verwendet, erstere konnten für die nachfolgenden Auswertungen nicht verwendet werden). Die Verteilung der in den SP-Experimenten ausgewählten Verkehrsmittel ist, gegliedert nach dem Verkehrsmittel des im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 angegebenen Weges, in Tabelle 44 angegeben.

Es ist ersichtlich, dass alle Kombinationen zwischen berichtetem und ausgewähltem Verkehrsmittel in der Stichprobe vorhanden sind; selten kommt hierbei der Umstieg zwischen den Langsamverkehrsalternativen (also vom Velo auf das zu Fuss gehen oder umgekehrt), und vom Velo auf den MIV oder ÖV, vor. Ersteres lässt sich dadurch erklären, dass die Attribute der Langsamverkehrsalternativen in den SP-Experimenten nicht verändern und es somit keinen Anreiz gibt, von der einmal gewählten Alternative abzuweichen.

Beim ÖV ist eine vermehrte Auswahl gegenüber den berichteten Wegen ersichtlich, was mit Übergewichtung von Verbesserungen der ÖV-Angebotsattribute bei den Ausprägungen begründet ist. Andererseits ist der gegenteilige Effekt beim MIV festzustellen. Diese Asymmetrien sind beabsichtigt, da bei ÖV-Projekten Angebotsverbesserungen beabsichtigt sind und andererseits durch zukünftig höhere Strassenauslastungen und Beruhigungsmassnahmen Fahrgeschwindigkeiten eher verringert werden; zudem beinhalten die SP-Experimente die Strassennutzungsgebühren als zusätzliche Kostenkomponente für die MIV-Alternative.

Tabelle 44 Hauptbefragung: Wahl des Verkehrsmittels in den SP-Experimenten

Berichtet	Ausgewählt				Total
	zu Fuss	Velo	MIV	ÖV	
zu Fuss	2'459	159	483	398	3'499
Velo	38	1'813	102	117	2'070
MIV	419	865	16'194	2'737	20'015
ÖV	225	497	1'328	3'815	5'865
Total	3'141	3'334	18'107	7'067	31'649

5.4.5 Non-Trading-Verhalten

Erwartungsgemäss wird in den SP-Experimenten häufig dasselbe Verkehrsmittel gewählt wie für den berichteten Weg. Dies deutet auf eine gewisse Trägheit der Befragten hin – diese sind nur schwer zu überzeugen, ihr gewohntes Verkehrsmittel zu wechseln. Dies wirft auch die Frage nach sogenanntem *Non-Trading* auf. Als *Non-Trader* werden in einer SP-Befragung jene Befragte bezeichnet, welche unabhängig von den Attributen der angebotenen Alternativen immer dieselbe Alternative auswählen, bzw. andere Alternativen nicht in Betracht ziehen. Tabelle 45 gibt eine Übersicht dieses *Non-Trading*-Verhaltens in Abhängigkeit des Verkehrsmittels für den im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 angegebenen und für die Erstellung der SP-Experimente ausgewählten Weg.

Es zeigt sich, dass wie im Pretest (Tabelle 17, Seite 69) bei den Wegen, welche mit einem der Langsamverkehrsmittel (zu Fuss oder mit dem Velo) zurückgelegt werden, der Anteil *Non-Trader* sehr hoch ist – für Fusswege liegt er bei gut der Hälfte, für Velowege bei ca. zwei Dritteln. Dies deutet darauf hin, dass für kurze Wege die Befragten den MIV bzw. ÖV selten in Betracht ziehen, falls der berichtete Weg mit dem Langsamverkehr zurückgelegt wurde. Für Wege mit dem MIV liegt der Anteil der *Non-Trader* bei knapp 52%, für ÖV-Wege nur bei knapp einem Drittel; MIV-Benutzer scheinen also unflexibler zu sein, was die Verkehrsmittelwahl angeht, während ÖV-Nutzer bei entsprechendem Angebot eher auf alternative Verkehrsmittel umzusteigen bereit wären.

Tabelle 45 Hauptbefragung: *Non-Trading*

Verkehrsmittel	Anzahl <i>Non-Trader</i>	Anteil <i>Non-Trader</i> [%]
zu Fuss	183	51.3
Velo	140	67.6
MIV	1'039	51.6
ÖV	190	32.8

Es sei hier erneut darauf hingewiesen, dass *Non-Trading* nicht zwangsläufig darauf hinweisen muss, dass das Verhalten des Befragten nicht rational ist und die entsprechenden Beobachtungen somit nicht für die Modellschätzungen verwendet werden können. Vielmehr kann das entsprechende Verhalten auch aus einem Missverhältnis der vorhandenen Verkehrsmittelalternativen (also beispielsweise einer sehr schlechten ÖV-Verbindung, welche nicht als tatsächliche Alternative zum MIV angesehen werden kann), aus dem Wegzweck (beispielsweise dem Umstand, für Einkäufe auf das Auto angewiesen zu sein) oder aus der Flexibilität des Befragten (beispielsweise Altersgebrechen und die damit einhergehende beschränkte Mobilität) resultieren. Es ist daher darauf zu achten, dass die entsprechenden Variablen zur Be-

schreibung der Trägheit, der Person und der Situation in den Modellen korrekt berücksichtigt werden. Die Anteile an *Non-Tradern* sind vergleichbar mit den Zahlen aus Weis und Axhausen (2009).

5.4.6 Attribute der SP-Befragungen

Die wichtigsten statistischen Kennwerte (Mittelwert, Median, Standardabweichung, 5%- und 95%-Perzentil) jedes in den SP-Befragungen vorkommenden Attributs sind in den folgenden Tabellen dargestellt. Tabelle 46 enthält die Auswertungen für den Verkehrsmittelwahl-Datensatz, Tabelle 47 jene für die Routenwahl im MIV und Tabelle 48 jene für die Routenwahl im ÖV. Für diese Auswertungen wurden nur die Daten aus der Hauptbefragung verwendet.

Tabelle 46 Hauptbefragung: Statistische Kennwerte der SP-Attribute der Verkehrsmittelwahl

Attribut	Mittelwert	Median	Std.-Abw.	5%-Perz.	95%-Perz.
Gehzeit der Alternative "zu Fuss" [min]	58.4	43.0	57.0	6.0	160.0
Fahrtzeit der Alternative "Velo" [min]	19.4	13.0	28.6	2.0	49.0
Fahrtzeit der Alternative "MIV" [min]	22.6	14.0	27.5	3.0	72.0
Treibstoffkosten der Alternative "MIV" [CHF]	4.0	2.1	6.0	0.1	14.6
Strassennutzungsgebühren der Alternative "MIV" [CHF]	2.0	0.7	4.0	0.1	8.0
Parkplatzkosten der Alternative "MIV" [CHF]	1.0	0.0	1.8	0.0	5.0
Parkplatzsuchzeit der Alternative "MIV" [min]	1.6	0.0	2.2	0.0	6.0
Verlässlichkeit der Alternative "MIV" [Anteil Fahrten]	0.03	0.01	0.03	0.00	0.10
Differenz Ankunftszeit der Alternative "MIV" [min]	-2.3	0.0	15.2	-30.0	30.0
Beförderungszeit der Alternative "ÖV" [min]	32.9	22.0	36.3	2.0	101.0
Billettkosten der Alternative "ÖV" [CHF]	6.3	3.8	8.9	0.8	20.1
Anzahl Umsteigevorgänge der Alternative "ÖV"	1.2	1.0	1.2	0.0	3.0
Zu- und Abgangszeit der Alternative "ÖV" [min]	10.9	9.0	9.0	3.0	26.0
Verlässlichkeit der Alternative "ÖV" [Anteil Fahrten]	0.03	0.01	0.03	0.00	0.10
Auslastung der Alternative "ÖV"	2.3	2.0	1.1	1.0	4.0
Takt der Alternative "ÖV" [eine Verbindung alle ... min]	36.6	30.0	30.1	7.5	120.0
Differenz Ankunftszeit der Alternative "ÖV" [min]	-3.4	-1.0	40.4	-43.0	37.0

Tabelle 47 Hauptbefragung: Statistische Kennwerte der SP-Attribute der Routenwahl MIV

Attribut	Mittelwert	Median	Std.-Abw.	5%-Perz.	95%-Perz.
Fahrtzeit Route 1 [min]	24.1	16.0	26.4	4.0	68.0
Treibstoffkosten Route 1 [CHF]	4.2	2.4	5.6	0.4	13.6
Strassennutzungsgebühren Route 1 [CHF]	2.2	1.0	3.9	0.1	8.1
Fahrtzeit Route 2 [min]	24.0	16.0	26.4	4.0	68.0
Treibstoffkosten Route 2 [CHF]	4.0	2.3	5.4	0.4	12.9
Strassennutzungsgebühren Route 2 [CHF]	1.7	0.8	2.8	0.1	6.1

Tabelle 48 Hauptbefragung: Statistische Kennwerte der SP-Attribute der Routenwahl ÖV

Attribut	Mittelwert	Median	Std.-Abw.	5%-Perz.	95%-Perz.
Billettkosten Route 1 [CHF]	6.2	3.8	7.4	0.4	21.0
Zu- und Abgangszeit Route 1 [min]	14.2	10.0	13.9	3.0	38.0
Beförderungszeit Route 1 [min]	33.8	23.0	33.4	4.0	101.0
Umsteigewartezeit Route 1 [min]	4.5	0.0	8.4	0.0	20.0
Anzahl Umsteigevorgänge Route 1	1.0	1.0	1.1	0.0	3.0
Takt Route 1 [eine Verbindung alle ... min]	27.9	20.0	24.5	7.5	90.0
Auslastung Route 1	2.6	3.0	1.1	1.0	4.0
Anzahl Zwischenhalte Route 1	10.9	8.0	11.0	1.0	31.0
Billettkosten Route 2 [CHF]	6.1	3.6	7.3	0.4	20.9
Zu- und Abgangszeit Route 2 [min]	12.1	9.0	11.0	2.0	31.0
Beförderungszeit Route 2 [min]	33.8	23.0	33.5	4.0	102.0
Umsteigewartezeit Route 2 [min]	4.5	0.0	8.3	0.0	20.0
Anzahl Umsteigevorgänge Route 2	1.0	1.0	1.1	0.0	3.0
Takt Route 2 [eine Verbindung alle ... min]	27.9	20.0	24.5	7.5	90.0
Auslastung Route 2	2.6	3.0	1.1	1.0	4.0
Anzahl Zwischenhalte Route 2	10.9	8.0	11.0	1.0	31.0

Tabelle 49 zeigt, in wie vielen Entscheidungssituationen (aus den zurückerhaltenen Fragebögen) insgesamt die einzelnen Attribute in den Verkehrsmittelwahl- und Routenwahl-Experimenten variiert worden sind, wie also die Aufteilung gemäss Tabelle 9 und Tabelle 10 für die Datensätze ist. Die Langsamverkehrs-Attribute werden nie variiert, und in den MIV-Routenwahl-Experimenten werden jeweils alle Attribute variiert.

Tabelle 49 Hauptbefragung: Variation der Attribute

Experiment	Attribut	Variiert	Nicht variiert
Verkehrsmittelwahl	Gehzeit der Alternative "zu Fuss" [min]	0	35'273
	Fahrtzeit der Alternative "Velo" [min]	0	35'273
	Fahrtzeit der Alternative "MIV" [min]	32'222	3'501
	Treibstoffkosten der Alternative "MIV" [CHF]	32'222	3'501
	Strassennutzungsgebühren der Alternative "MIV" [CHF]	32'222	3'501
	Parkplatzkosten der Alternative "MIV" [CHF]	15'809	19'464
	Parkplatzsuchzeit der Alternative "MIV" [min]	15'809	19'464
	Verlässlichkeit der Alternative "MIV" [Anteil Fahrten]	16'413	18'860
	Ankunftszeit der Alternative "MIV"	16'413	18'860
	Beförderungszeit der Alternative "ÖV" [min]	35'273	0
	Billettkosten der Alternative "ÖV" [CHF]	35'273	0
	Anzahl Umsteigevorgänge der Alternative "ÖV"	35'273	0
	Zu- und Abgangszeit der Alternative "ÖV" [min]	17'304	17'969
	Verlässlichkeit der Alternative "ÖV" [Anteil Fahrten]	17'969	17'304
	Auslastung der Alternative "ÖV"	17'969	17'304
	Takt der Alternative "ÖV" [eine Verbindung alle ... min]	17'304	17'969
	Ankunftszeit der Alternative "ÖV"	17'969	17'304
MIV-Routenwahl	Fahrtzeit [min]	13'163	0
	Treibstoffkosten [CHF]	13'163	0
	Strassennutzungsgebühren [CHF]	13'163	0
ÖV-Routenwahl	Billettkosten [CHF]	5'560	0
	Zu- und Abgangszeit [min]	2'846	2'717
	Beförderungszeit [min]	5'560	0
	Umsteigewartezeit [min]	2'717	2'846
	Anzahl Umsteigevorgänge	2'717	2'846
	Takt [eine Verbindung alle ... min]	2'717	2'846
	Auslastung	2'846	2'717
	Anzahl Zwischenhalte	2'846	2'717

5.4.7 Korrelationen zwischen den Attributen in den SP-Experimenten

In Tabelle 50, Tabelle 51 und Tabelle 52 sind die Korrelationen zwischen den Attributen in den SP-Experimenten angegeben. Korrelationen, welche auf dem 5-Prozent-Niveau statistisch signifikant sind, sind hierbei *kursiv* gedruckt. Es zeigt sich, dass im Allgemeinen die Korrelationen sehr gering sind. Durch den nichtlinearen Ansatz für die Berechnung der Treibstoffkosten im MIV konnte die Korrelation dieses Attribute mit den übrigen distanzab-

hängigen Variablen wie erwartet leicht, aber nicht entscheidend, abgeschwächt werden. Wie erwähnt konnte diese Korrelation jedoch nicht weiter verringert werden, da ansonsten die Attributskombinationen in den Entscheidungssituationen zu unrealistisch geworden wären. In SP-Experimenten, wie sie hier vorliegen, müssen immer Korrelationen zwischen den distanzabhängigen Variablen in Kauf genommen werden müssen, wenn die angestrebte Realitätsnähe der Experimente nicht verloren gehen soll.

Trotz der vereinzelt stark korrelierenden Attribute kann damit gerechnet werden, dass aufgrund der sehr umfangreichen Stichprobe die Variabilität in den Daten gross genug ist, damit in den Entscheidungsmodellen signifikante Parameter für diese geschätzt werden können, wie dies auch bereits im Pretest der Fall war.

Tabelle 50 Hauptbefragung: Korrelationen der Attribute in den Verkehrsmittelwahl-Experimenten

	MIV Verspätung	ÖV Verspätung	MIV Verfrühung	ÖV Verfrühung	ÖV Takt	ÖV Zugangszeit	ÖV Umsteigen	ÖV Kosten	ÖV Beförder'gsz	MIV Strasseng.	MIV Treibstoffk.	MIV Fahrtzeit
MIV Verspätung	1.00	-0.05	0.19	-0.12	-0.01	0.00	0.06	0.03	0.02	0.05	0.02	0.02
ÖV Verspätung		1.00	-0.13	0.31	0.23	0.08	0.08	0.07	0.13	0.04	0.05	0.04
MIV Verfrühung			1.00	-0.04	0.01	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	-0.05	-0.04
ÖV Verfrühung				1.00	-0.22	0.02	-0.08	-0.07	-0.11	-0.04	-0.06	-0.05
ÖV Takt					1.00	0.07	0.21	0.23	0.35	0.18	0.21	0.18
ÖV Zugangszeit						1.00	-0.02	0.06	0.05	0.07	0.08	0.09
ÖV Umsteigen							1.00	0.40	0.58	0.38	0.43	0.43
ÖV Kosten								1.00	0.69	0.60	0.67	0.63
ÖV Beförder'gsz.									1.00	0.69	0.78	0.76
MIV Strasseng.										1.00	0.83	0.76
MIV Treibstoffk.											1.00	0.87
MIV Fahrtzeit												1.00

Tabelle 51 Hauptbefragung: Korrelationen der Attribute in den MIV Routenwahl-Experimenten

	MIV Treibstoffkosten	MIV Strassengebühren	MIV Fahrtzeit
MIV Treibstoffkosten	1.00	0.76	0.85
MIV Strassengebühren		1.00	0.72
MIV Fahrtzeit			1.00

Tabelle 52 Hauptbefragung: Korrelationen der Attribute in den ÖV Routenwahl-Experimenten

	ÖV Kosten	ÖV Umsteigen	ÖV Zwischenhalt	ÖV Zugangszeit	ÖV Beförder'gsz	ÖV Umsteigezeit	ÖV Takt	ÖV Auslastung
ÖV Kosten	1.00	0.35	0.36	0.06	0.67	0.44	0.29	0.03
ÖV Umsteigen		1.00	0.37	-0.13	0.55	0.69	0.33	0.05
ÖV Zwischenhalt			1.00	-0.08	0.57	0.36	0.22	-0.01
ÖV Zu- und Abgangszeit				1.00	-0.03	-0.08	-0.05	0.01
ÖV Beförderungsszeit					1.00	0.61	0.38	0.07
ÖV Umsteigezeit						1.00	0.42	0.02
ÖV Takt							1.00	-0.09
ÖV Auslastung								1.00

5.4.8 Abschlussfrage zu den unwichtigsten Attributen bei der Entscheidung

Auf der letzten Seite des Fragebogens wurden die Teilnehmer gefragt, welches von den verschiedenen Attributen für ihre Entscheidung am unwichtigsten war. Von den 3'605 zurückgesandten Fragebögen war auf 3'199 Bögen (88.7%) diese Frage ausgefüllt, wobei auch Mehrfachantworten zulässig waren. Tabelle 53 gibt eine Übersicht der Anzahl Antworten in den Häufigkeitsklassen. Die Hälfte der Befragten markierten zwei Attribute, meist eines beim MIV und eines beim ÖV.

Tabelle 53 Hauptbefragung: Antworten der Anzahl unwichtige Attribute

Anzahl "unwichtige" Attribute	Anzahl Antworten nach Häufigkeitsklassen
1	385
2	1'563
3	398
4	376
5	222
6	118
7	67
8 und mehr	70
Summe	3'199

In Tabelle 54 sind die Anzahl Nennungen der *unwichtigen* Attribute aufgeführt, wobei noch zu beachten ist, dass nicht alle Attribute in den jeweiligen Fragebogen immer vorkommen (insbesondere die Anzahl Zwischenhalte und die Wartezeit kommen nur in den relativ wenigen Fällen vor, in welchen der befragten Person ein Routenwahlexperiment mit dem ÖV gestellt wird). Daher ist in der Tabelle zusätzlich angegeben, in wie vielen Versuchsplänen das jeweilige Attribut variiert wurde.

Auffallend ist der Umstand, dass die vier am häufigsten genannten Attribute hier dieselben sind wie im Pretest (vergleiche Tabelle 22, Seite 76); es herrscht hier also Kontinuität.

Die ÖV-Auslastung wird am häufigsten als unwichtigstes Attribut genannt. Dies kann mit der speziellen Hervorhebung des Attributes durch die Erklärung der Auslastungsklassen mit den Bilderserien im Fragebogen zusammenhängen. Die Strassennutzungsgebühr ist bei kurzen Wegen oft gering und wird von den Befragten als eher unwichtiges Attribute wahrgenommen. Die ÖV-Kosten werden eventuell durch GA-Besitzer nicht wahrgenommen (trotz der entsprechenden Erklärungen auf den Fragebögen) und somit häufig als unwichtiges Attribut genannt.

Relativ zur Häufigkeit, mit welcher die einzelnen Attribute in den Fragebögen als variierte Attribute vorkommen (siehe auch Tabelle 49), ist neben der Auslastung und der Ankunftszeit mit dem MIV die Anzahl Zwischenhalte das Attribut, welches bei weitem am häufigsten genannt wird. Nur 391 Befragte beantworteten ein ÖV-Routenwahlexperiment, in welchem dieses Attribut vorkam, wovon 315 (80.6%) es als unwichtig ansahen.

Tabelle 54 Hauptbefragung: Auswertung der „unwichtigen“ Attribute

Attribut	Versuchspläne	Anzahl Fragebögen	Nennungen	Anteil [%]
ÖV Zwischenhalte	1 RW	391	315	80.6
ÖV Auslastung	1 VM und 1 RW	1'824	1'180	64.7
MIV Abfahrts- und Ankunftszeit	1 VM	1'593	800	50.2
ÖV Zugangs- und Abgangszeit	1 VM und 1 RW	1'434	541	37.7
ÖV Abfahrts- und Ankunftszeit	1 VM und 1 RW	1'753	606	34.6
MIV Strassengebühr	2 VM und 2 RW	3'125	857	27.4
MIV Verlässlichkeit	1 VM	1'593	373	23.4
MIV Parkplatzsuchzeit	1 VM	1'532	359	23.4
ÖV Bedienungshäufigkeit	1 VM und 1 RW	1'781	412	23.1
MIV Treibstoffkosten	2 VM und 2 RW	3'125	634	20.3
ÖV Umsteigewartezeit	1 RW	383	74	19.3
ÖV Kosten	2 VM und 2 RW	3'605	693	19.2
MIV Parkplatzkosten	1 VM	1'532	293	19.1
Umsteigen	2 VM und 1 RW	3'605	686	19.0
MIV Fahrtzeit	2 VM und 2 RW	3'125	510	16.3
ÖV Verlässlichkeit	1 VM	1'753	261	14.9
ÖV Beförderungszeit	2 VW und 2 RW	3'605	528	14.6

5.5 Schätzung Testmodelle

Die erhobenen Datensätze werden hier mittels der Schätzung von verschiedenen Modellansätzen getestet. Die Resultate der Testmodelle dienen nur diesem Zweck und dürfen nicht in anderen Projekten verwendet werden. Dafür sind eigene verfeinerte Modellschätzungen vorzunehmen.

Der Einfluss der Charakteristika sowohl des Verkehrsangebotes als auch der Befragten auf das beobachtete Antwortverhalten kann am besten mit diskreten Entscheidungsmodellen abgebildet werden. Die Grundannahme hinter einem solchen Modell ist, dass der Entscheidungsträger aus einer Menge voneinander verschiedener, diskreter Alternativen diejenige auswählt, die für ihn den grössten Nutzen hat.

Mit dem Entscheidungsmodell werden die Wahrscheinlichkeiten bestimmt, mit welchen die einzelnen Alternativen durch einen Befragten ausgewählt werden. Dies geschieht auf Grundlage des Nutzens der einzelnen Alternativen, der wie folgt definiert ist:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i = \beta * x_i + \varepsilon_i$$

V_i stellt den beobachteten Teil des Nutzens dar. Er kann anhand eines Vektors x_i der Attribute der Alternativen und der soziodemographischen Merkmale des Entscheidungsträgers sowie eines Vektors β_i der Parameter des Entscheidungsträgers beschrieben werden. Im Rahmen der Modellschätzungen werden die β -Parameter auf Grundlage der beobachteten Entscheidungen und des ebenfalls beobachteten Vektors x_i bestimmt. Sie spiegeln die Bewertung der einzelnen Attribute durch die Befragten wieder und geben so Aufschluss darüber, welche Eigenschaften der Alternativen für den Befragten einen positiven bzw. negativen Einfluss auf die Wahl einer Alternative. Für den nicht-beobachtbaren, zufälligen Teil des Nutzens ε_i muss eine entsprechende Verteilung angenommen werden. Diese Verteilung definiert das Modell mit dem die Auswahlwahrscheinlichkeiten der Alternativen berechnet werden. Der beobachtete Teil des Nutzens V_i und der nicht-beobachtete (zufällige) Teil des Nutzens ε_i ergeben zusammen den Gesamtnutzen U_i an.

In dem hier vorliegenden Modell kommt der am häufigsten verwendete Ansatz, das Multinominale Logit Modell (MNL), zur Anwendung. Es wurde von McFadden (1974) eingeführt und von Ben-Akiva und Lerman (1985) erweitert. In diesem Modell wird angenommen, dass die zufälligen Nutzenbestandteile unabhängig Gumbel-verteilt sind. Sowohl für die Verkehrsmittelwahl als auch für die Routenwahl werden Modelle mit linearer Nutzenfunktion bestimmt. Zur Schätzung der Modelle wurde die Software BIOGEME (Bierlaire, 2010) verwendet. Das Ergebnis der Schätzung sind die β -Parameter der Nutzenfunktion, sowie verschiedene statistische Kennzahlen, welche Aussagen über die Signifikanz der einzelnen Parameter sowie die Erklärungskraft des Gesamtmodells erlauben.

Für die Schätzung der Modelle wurden jeweils nur die SP-Daten der Hauptbefragung verwendet, und nur Befragte, welche mindestens 2 Experimente angekreuzt haben, in der Stichprobe belassen.

5.5.1 Verkehrsmittelwahl

Lineares Grundmodell

Die Parameter des Verkehrsmittelwahlmodells sind in Tabelle 55 zusammengefasst. Dieses Modell ist ein Grundmodell, in welchem nur die Attribute der Verkehrsmittel-Alternativen enthalten sind.

Alle Parameter haben das richtige Vorzeichen und sind (abgesehen von der Konstante für die Velo-Alternative sowie der Verfrühung im MIV) auf dem 95%-Niveau signifikant verschieden von Null. Auch die Verhältnisse der wichtigsten und signifikanten Variablen stimmen mit den Ergebnissen aus früheren Studien überein. Nur der Parameter für die ÖV-Zugangszeit liegt nicht im Erwartungsbereich. Dies kann verschiedene Ursachen haben und wird bei ausgefeilter Modellspezifikation verbessert werden, was aber nicht Teil dieses Projektes ist. Die Modellgüte (adjusted ρ^2) ist mit 0.3 für ein einfaches Modell mit linearen Nutzenfunktionen bereits sehr gut.

Tabelle 55 Hauptbefragung: Testergebnisse für das Grundmodell der Verkehrsmittelwahl

Verkehrsmittelwahl	Variable	Parameter	
MIV	Fahrtzeit [min]	-0.0510	*
	Treibstoffkosten [CHF]	-0.0806	*
	Strassengebühr [CHF]	-0.0720	*
	Parkplatzkosten [CHF]	-0.1550	*
	Parkplatzsuchzeit [min]	-0.0471	*
	Verlässlichkeit**	-3.2100	*
	Verfrühung [min]	-0.0001	
	Verspätung [min]	-0.0013	*
	Konstante	0.0594	*
ÖV	Beförderungszeit [min]	-0.0325	*
	Billettkosten [CHF]	-0.1200	*
	Zugangszeit [min]	-0.0090	*
	Intervall [min]	-0.0093	*
	Anzahl Umsteigevorgänge	-0.2270	*
	Verfrühung [min]	-0.0048	*
	Verspätung [min]	-0.0098	*
	Verlässlichkeit**	-1.9300	*
	Auslastung [in 4 Klassen***]	-0.1770	*
Fuss	Zeit [min]	-0.0901	*
	Konstante	1.5700	*
Velo	Zeit [min]	-0.0827	*
	Konstante	-0.0848	
Anzahl Beobachtungen		31'562	
Initiale Log-Likelihood		-29'827	
Finale Log-Likelihood		-20'844	
Adj. ρ^2		0.301	
(*) signifikant auf 95%-Niveau			
(**) Anteil Fahrten mit einer Verspätung von mindestens 10 min			
(***) 1=Auslastungsstufe tief (<33%), 2=Auslastungsstufe mittel (33-66%), 3=Auslastungsstufe hoch (67-100%), 4=Auslastungsstufe überlastet (>100%)			

Einbezug der soziodemographischen Eigenschaften

Als zusätzliche Auswertung werden in einem nächsten Schritt die soziodemographischen Eigenschaften der Befragten in das lineare Modell einbezogen. Hiermit wird der Einfluss dieser Attribute auf die Nutzendifferenz zwischen den einzelnen Alternativen für eine bestimmte Person gemessen, wodurch die Berechnung der Auswahlwahrscheinlichkeiten differenzierter vorgenommen werden kann. Die entsprechenden Modellergebnisse sind in Tabelle 56 dargestellt. Es ist zu sehen, dass die meisten Parameter, welche die Nutzen der Attribute der Alternativen abbilden, im Vergleich zum Grundmodell ähnlich geblieben sind. Die Strassengebühr wird jetzt negativer bewertet als die Treibstoffkosten, was eher den Erwartungen entspricht als die vorherigen Modelle. Die Modellgüte hat sich im Vergleich zum Grundmodell leicht verbessert.

Bei den soziodemographischen Eigenschaften sind folgende Trends ersichtlich:

- Alter: je älter eine befragte Person, desto höher die Wahrscheinlichkeit, mit dem Auto zu fahren;
- Geschlecht: die Signifikanz des entsprechenden Parameters ist zu gering, um hier eine Aussage über einen Effekt ableiten zu können;
- Einkommen: je höher das Einkommen, desto höher die Wahrscheinlichkeit, mit dem Auto zu fahren;
- Raumtyp: Einwohner von Agglomerationsgemeinden, isolierten Städten und ländlichen Gemeinden haben eine höhere Wahrscheinlichkeit, das Auto zu nutzen, als Einwohner von Kernstädten (welche als Referenzkategorie im Modell verwendet wurden);
- Sprachregion: Befragte aus der deutschsprachigen Schweiz (welche als Referenzkategorie verwendet wurden) haben eine geringere Wahrscheinlichkeit, einen Weg mit dem Auto zurückzulegen, als solche aus der französischsprachigen Schweiz und dem Tessin;
- Fahrtzweck: Arbeits- und Ausbildungsfahrten haben eine geringere, Nutzfahrten und Einkaufswege eine höhere Wahrscheinlichkeit, mit dem Auto zurückgelegt zu werden, als Freizeitwege (welche als Referenzkategorie verwendet wurden);
- Besitz eines ÖV-Abonnements: Besitzer eines Halbtaxabonnements, und in noch stärkerem Masse Besitzer eines Generalabonnements, haben eine höhere Auswahlwahrscheinlichkeit für den ÖV als Personen, welche kein ÖV-Abonnement besitzen.

Tabelle 56 Hauptbefragung: Testergebnisse für das Modell der Verkehrsmittelwahl mit Soziodemographie

Verkehrsmittelwahl	Variable	Parameter	
MIV	Fahrtzeit [min]	-0.0419	*
	Treibstoffkosten [CHF]	-0.0509	*
	Strassengebühr [CHF]	-0.0583	*
	Parkplatzkosten [CHF]	-0.1540	*
	Parkplatzsuchzeit [min]	-0.0439	*
	Verlässlichkeit**	-3.1100	*
	Verfrühung [min]	-0.0001	
	Verspätung [min]	-0.0013	*
	Alter [Jahre]	0.0030	*
	Geschlecht: männlich	0.0166	
	Klassenmittel der Einkommensklasse[1000 CHF/Monat]	0.0073	*
	Raumtyp: Andere Agglomerationsgemeinde	0.4590	*
	Raumtyp: Isolierte Stadt	0.6530	*
	Raumtyp: Ländliche Gemeinde	0.2740	*
	Sprache: Französisch	0.2420	*
	Sprache: Italienisch	0.3650	*
	Fahrtzweck: Arbeit	-0.2030	*
	Fahrtzweck: Ausbildung	-0.6710	*
	Fahrtzweck: Einkauf / Erledigung	0.1560	*
	Fahrtzweck: Nutzfahrt	0.0972	
	Konstante	0.0066	
ÖV	Beförderungszeit [min]	-0.0318	*
	Billettkosten [CHF]	-0.0564	*
	Zugangszeit [min]	-0.0090	*
	Intervall [min]	-0.0074	*
	Anzahl Umsteigevorgänge	-0.2260	*
	Verfrühung [min]	-0.0042	*
	Verspätung [min]	-0.0102	*
	Verlässlichkeit**	-1.9900	*
	Auslastung [in 4 Klassen***]	-0.2000	*
	Besitz eines Generalabonnements	1.2600	*
	Besitz eines Halbtaxabonnements	0.5290	*
Fuss	Zeit [min]	-0.0881	*
	Konstante	2.1500	*
Velo	Zeit [min]	-0.0771	*
	Konstante	0.5040	*
Anzahl Beobachtungen		31'562	
Initiale Log-Likelihood		-29'827	
Finale Log-Likelihood		-20'334	
Adj. ρ^2		0.317	
(*) signifikant auf 95%-Niveau			
(**) Anteil Fahrten mit einer Verspätung von mindestens 10 min			
(***) 1=Auslastungsstufe tief (<33%), 2=Auslastungsstufe mittel (33-66%), 3=Auslastungsstufe hoch (67-100%),			
4=Auslastungsstufe überlastet (>100%)			

Nicht-linearer Modellansatz

Ausgehend vom Grundmodell mit linearen Nutzenkomponenten für alle relevanten Attribute werden hier Modelle mit nicht-linearen Interaktionen zwischen diesen sowie fahrtzweckspezifische Modelle formuliert. Die Anwendung solcher Interaktionsterme wird in Mackie *et al.* (2003) vorgestellt; Anwendungen für Schweizer Daten finden sich u.a. in Axhausen *et al.* (2007, 2008) und Hess *et al.* (2008). Die allgemeine Form der Interaktionsterme lautet wie folgt:

$$f(y, x) = \beta_x \cdot \left(\frac{y}{\bar{y}} \right)^{\lambda_{y,x}} \cdot x,$$

- x = beobachtete Variable, z.B. Reisezeit, Kosten, ...;
- β_x = linearer Nutzenparameter der beobachteten Variable x ;
- y = beobachteter Wert für interagierende Variable, z.B. Distanz, Einkommen, ...;
- $\bar{y}$ = Referenzwert für die Variable y ;
- $\lambda_{y,x}$ = Elastizität der Abhängigkeit des Nutzens vom Wert der Variable y ; das Vorzeichen von λ gibt Aufschluss darüber, ob die Bewertung der Variable x mit zunehmendem y zu- oder abnimmt.

Die Wahl des Referenzwerts $\bar{y}$ ist beliebig und hat keine Auswirkungen auf den geschätzten Wert der Parameter oder die Modellgüte. Oftmals (und auch in dem hier vorgestellten Beispiel) wird die Stichprobenmittelwerte verwendet. So gibt der Parameter β_x direkt, also ohne Berücksichtigung von $\lambda_{y,x}$, den Nutzen einer Einheit der Variable x im Stichprobenmittel an

(da für $y = \bar{y}$ der Term $\left(\frac{y}{\bar{y}} \right)^{\lambda_{y,x}}$ gleich 1 ist und somit aus der Gleichung verschwindet). Als

Interaktionsvariable wird hier wie in Hess *et al.* (2008) die zurückgelegte Distanz verwendet und Interaktionsterme zwischen dieser und der MIV- und ÖV-Reisezeit sowie den Treibstoffkosten, der Strassennutzungsgebühr und den ÖV-Kosten geschätzt. Damit kann die Abhängigkeit der Bewertungen der Einflussvariablen und letztendlich auch der abgeleiteten Zeitwerte von der Weglänge ausgewiesen werden. Die Modellergebnisse sind aus Tabelle 57 ersichtlich.

Tabelle 57 Hauptbefragung: Testergebnisse für das nicht-lineare Modell der Verkehrsmittelwahl

Verkehrsmittelwahl	Variable	Parameter	
MIV	Fahrtzeit [min]	-0.0457	*
	Interaktion mit Distanz [km]	-0.1370	*
	Treibstoffkosten [CHF]	-0.0646	*
	Interaktion mit Distanz [km]	-0.0788	
	Strassengebühr [CHF]	-0.0798	*
	Interaktion mit Distanz [km]	-0.1750	*
	Parkplatzkosten [CHF]	-0.1570	*
	Parkplatzsuchzeit [min]	-0.0411	*
	Verlässlichkeit**	-3.1700	*
	Verfrühung [min]	-0.0001	
	Verspätung [min]	-0.0013	*
	Alter [Jahre]	0.0032	*
	Geschlecht: männlich	0.0130	
	Klassenmittel der Einkommensklasse[1000 CHF/Monat]	0.0235	*
	Raumtyp: Andere Agglomerationsgemeinde	0.4570	*
	Raumtyp: Isolierte Stadt	0.6110	*
	Raumtyp: Ländliche Gemeinde	0.2800	*
	Sprache: Französisch	0.2250	*
	Sprache: Italienisch	0.3700	*
	Fahrtzweck: Arbeit	-0.2020	*
	Fahrtzweck: Ausbildung	-0.6250	*
	Fahrtzweck: Einkauf / Erledigung	0.1370	*
	Fahrtzweck: Nutzfahrt	0.0871	
	Konstante	-0.1210	
ÖV	Fahrtzeit [min]	-0.0313	*
	Interaktion mit Distanz [km]	-0.0325	
	Billettkosten [CHF]	-0.0708	*
	Interaktion mit Distanz [km]	-0.2520	*
	Zugangszeit [min]	-0.0097	*
	Intervall [min]	-0.0074	*
	Anzahl Umsteigevorgänge	-0.2370	*
	Verfrühung [min]	-0.0045	*
	Verspätung [min]	-0.0106	*
	Verlässlichkeit**	-1.9000	*
	Auslastung [in 4 Klassen***]	-0.1990	*
	Besitz eines Generalabonnements	1.1800	*
	Besitz eines Halbtaxabonnements	0.4960	*
Fuss	Zeit [min]	-0.0899	*
	Konstante	2.0100	*
Velo	Zeit [min]	-0.0784	*
	Konstante	0.3420	*
Anzahl Beobachtungen		31'562	
Initiale Log-Likelihood		-29'827	
Finale Log-Likelihood		-20'262	
Adj. ρ^2		0.319	

(*) signifikant auf 95%-Niveau
(**) Anteil Fahrten mit einer Verspätung von mindestens 10 min
(***) 1=Auslastungsstufe tief (<33%), 2=Auslastungsstufe mittel (33-66%), 3=Auslastungsstufe hoch (67-100%), 4=Auslastungsstufe überlastet (>100%)

Die Modellgüte konnte durch den Einbezug der nicht-linearen Terme gegenüber dem Modell mit den soziodemographischen Eigenschaften nochmals knapp verbessert werden. Die Nutzenparameter im Stichprobenmittel weichen nicht wesentlich von jenen aus dem vorigen Modell ab, womit die Schätzung als konsistent angesehen werden kann. Die Interaktionsterme sind grösstenteils signifikant.

Komplexere Modellansätze

Zusätzlich zu den hier im Detail vorgestellten Modellen wurden erste Versuche unternommen, sogenannte *Latent-Class-Modelle* (LCM; Greene und Hensher, 2003) sowie *Mixed-Multinomial-Logit-Modelle* (MMNL; Hensher, 2003) zu schätzen. Diese Modellformen erlauben die Abbildung der Heterogenität der Bewertung der Alternativen zwischen einzelnen Individuen bzw. des Umstandes, dass einzelne Alternativen von verschiedenen Personen nicht als gangbar wahrgenommen werden.

Folgende Modelle wurden geschätzt, wobei jeweils die soziodemographischen Eigenschaften einbezogen wurden:

- 1) Ein LCM, in welchem angenommen wird, dass ein Teil der Befragten den ÖV bei der Beantwortung des Fragebogens nicht als tatsächliche Alternative wahrgenommen hat (die Stichprobe also aus zwei Unterstichproben besteht – das Modell, mit welchem die Klassenzugehörigkeit bestimmt wird, ist hier wiederum ein Logit-Modell);
- 2) ein LCM, welches eine Teilstichprobe erstellt für Befragte, welche die Kostenvariablen bei der Auswahl einer Alternative ignoriert;
- 3) eine bereinigte Form von Modell (2), mit Aufteilung des Einkommens in Klassen (anstelle eines linearen Nutzenterms wie in den vorherigen Modellen);
- 4) ein MMNL, in welchem die Reisezeitparameter für alle Alternativen nicht einem Mittelwert schätzen, sondern einer Normalverteilung folgen.

Tabelle 58 zeigt den Einfluss dieser Modellformen auf die Modellgüte. Diese konnte im Vergleich zu den einfachen Modellen (als Vergleich Modell 0: lineares MNL mit soziodemographischen Variablen) durch diese komplexeren Formen verbessert werden. Es ist jedoch zu beachten, dass die hier diskutierten Modelle lediglich der Überprüfung des Datensatzes bezüglich der Anwendbarkeit solcher Ansätze dienen. Die geschätzten Modelle bedürfen noch der Bereinigung und einer Suche nach der am besten geeigneten Spezifikation, welche im Nachfolgeprojekt erfolgen muss.

Tabelle 58 Hauptbefragung: Testergebnisse für komplexere Modelle

Modell Nr.	Anzahl Parameter	Finale Log-Likelihood	Adj. ρ^2
(0) MNL (Tabelle 55)	36	-20'334	0.317
(1)	57	-19'997	0.422
(2)	96	-19'457	0.344
(3)	77	-19'652	0.339
(4)	46	-19'824	0.348

5.5.2 ÖV-Routenwahl

Eine ähnliche Qualität der Modellschätzung konnte für das ÖV-Routenwahlmodell erreicht werden (Tabelle 59). Auch hier haben alle Parameter das erwartete Vorzeichen. Nicht signifikant verschieden von Null ist lediglich der Parameter für die Anzahl Zwischenhalte, was angesichts deren sehr häufiger Nennung als „unwichtiges“ Attribut (Tabelle 54) jedoch nicht erstaunt.

Tabelle 59 Hauptbefragung: Testergebnisse für das ÖV-Routenwahlmodell

Routenwahl	Variable	Parameter
ÖV	Fahrzeit im Fahrzeug [min]	-0.0698 *
	Kosten [CHF]	-0.2910 *
	Zugangszeit [min]	-0.0543 *
	Intervall [min]	-0.0411 *
	Anzahl Umsteigevorgänge	-0.7430 *
	Umsteigewartezeit [min]	-0.0408 *
	Anzahl Zwischenhalte	-0.0097
	Auslastung [in 4 Klassen**]	-0.4130 *
Anzahl Beobachtungen		5'078
Initiale Log-Likelihood		-3'520
Finale Log-Likelihood		-2'626
Adj. ρ^2		0.252

(*) signifikant auf 95%-Niveau
(**) 1=Auslastungsstufe tief (<33%), 2=Auslastungsstufe mittel (33-66%), 3=Auslastungsstufe hoch (67-100%), 4=Auslastungsstufe überlastet (>100%)

5.5.3 MIV-Routenwahl

Mit dem MIV-Routenwahl Datensatz wurden ebenfalls lineare Modellschätzungen durchgeführt. Die aus der Modellschätzung ermittelten Parameter sind aus Tabelle 60 ersichtlich.

Der geschätzte Parameter für die Maut ist hier höher („weniger negativ“) als jener für die Treibstoffkosten, was auf den ersten Blick widersprüchlich ist gegenüber bisherigen Ergebnissen aus der Schweiz und im Ausland sowie Verhaltensmessungen. Jedoch liegen, bedingt

durch die kurzen Wege im Datensatz (vergleiche Abschnitt 5.4.3), die Mautkosten und insbesondere die für die Modellschätzung wichtigen Differenzen zwischen diesen für die beiden angebotenen Alternativen, relativ tief. Zudem gaben relativ viele Befragte an, die Maut bei ihrer Entscheidung nicht berücksichtigt zu haben (Tabelle 54), wodurch die unterschiedliche Bewertung sich erklären lässt. Durch die Schätzung nicht-linearer Modelle sowie den Einbezug der soziodemographischen Eigenschaften analog zu den Verkehrsmittelwahl-Modellen kann beispielsweise die Abhängigkeit der Bewertung der verschiedenen Kostenkomponenten von der zurückgelegten Distanz und dem Einkommen eruiert werden, womit die Parameterverhältnisse differenzierter betrachtet werden können. Die Spezifikationssuche und Schätzung dieser komplexeren Modelle wird Aufgabe des Folgeprojektes sein, während hier das Ziel lediglich die Plausibilisierung der erhobenen Daten ist.

Tabelle 60 Hauptbefragung: Testergebnisse für das MIV-Routenwahlmodell

Routenwahl	Variable	Parameter
MIV	Fahrtzeit [min]	-0.1780 *
	Treibstoffkosten [CHF]	-0.6950 *
	Strassengebühr [CHF]	-0.5360 *
Anzahl Beobachtungen		11'963
Initiale Log-Likelihood		-8'292
Finale Log-Likelihood		-5'553
Adj. ρ^2		0.330
(*) signifikant auf 95%-Niveau		

Der geschätzte Parameter für die Maut ist hier höher („weniger negativ“) als jener für die Treibstoffkosten, was auf den ersten Blick widersprüchlich ist gegenüber bisherigen Ergebnissen aus der Schweiz und im Ausland sowie Verhaltensmessungen. Jedoch liegen, bedingt durch die kurzen Wege im Datensatz (vergleiche Abschnitt 5.4.3), die Mautkosten und insbesondere die für die Modellschätzung wichtigen Differenzen zwischen diesen für die beiden angebotenen Alternativen, relativ tief. Zudem gaben relativ viele Befragte an, die Maut bei ihrer Entscheidung nicht berücksichtigt zu haben (Tabelle 54), wodurch die unterschiedliche Bewertung sich erklären lässt. Durch die Schätzung nicht-linearer Modelle sowie den Einbezug der soziodemographischen Eigenschaften analog zu den Verkehrsmittelwahl-Modellen kann beispielsweise die Abhängigkeit der Bewertung der verschiedenen Kostenkomponenten von der zurückgelegten Distanz und dem Einkommen eruiert werden, womit die Parameterverhältnisse differenzierter betrachtet werden können. Die Spezifikationssuche und Schätzung dieser komplexeren Modelle wird Aufgabe des Folgeprojektes sein, während hier das Ziel lediglich die Plausibilisierung der erhobenen Daten ist.

5.5.4 Zeitwerte und Elastizitäten

Tabelle 61 zeigt die aus den Modellergebnissen abgeleiteten Zeitwerte (der treffendere englische Begriff dafür ist *value of travel time savings*, abgekürzt VTTS) und Elastizitäten. Die Werte für die Verkehrsmittelwahl resultieren hier aus dem Modell mit Einbezug der soziodemographischen Eigenschaften der Befragten. Die errechneten Werte sind plausibel, wenn gleich die Zeitwerte in den Routenwahlmodellen, sowie die Elastizitäten aus dem Verkehrsmittelwahlmodell, recht tief liegen. Diese Werte können aber durch die Verfeinerung der Modellansätze weiter differenziert werden.

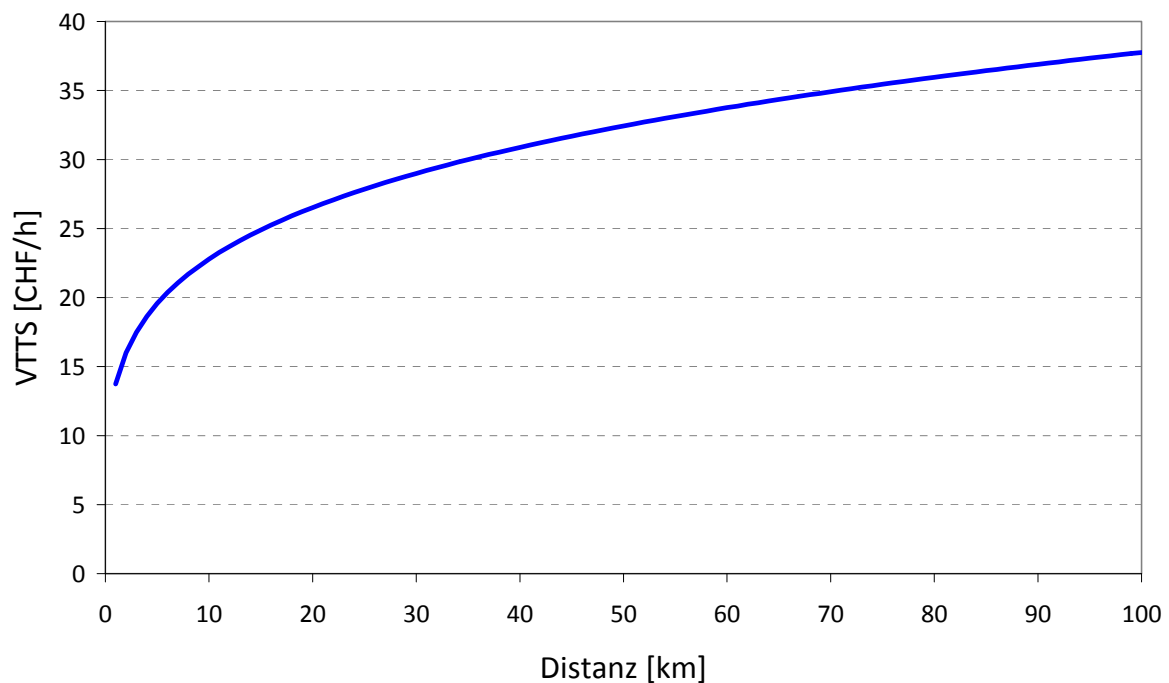
Tabelle 61 Hauptbefragung: Testergebnisse für Zeitwerte und Elastizitäten

	Verkehrsmittel	Route MIV	Route ÖV
VTTS MIV Treibstoffkosten [CHF/h]	49.4	15.4	-
VTTS MIV Strassengebühren [CHF/h]	43.1	19.9	-
VTTS ÖV [CHF/h]	33.8	-	14.4
Elastizität MIV Treibstoffkosten	-0.08	-	-
Elastizität MIV Strassengebühren	-0.05	-	-
Elastizität MIV Fahrtzeit	-0.37	-	-
Elastizität ÖV Billettkosten	-0.15	-	-
Elastizität ÖV Fahrtzeit	-0.81	-	-

Wie erwähnt können nicht-lineare Modellansätze verwendet werden, um die Abhängigkeit beispielsweise der Zeitwerte von der Distanz abzuleiten. Der aus den in Tabelle 57 aufgezeigten Parametern resultierende Verlauf des ÖV-Zeitwertes für das Verkehrsmittelwahlmodell ist in Abbildung 35 gezeigt.

Im Gegensatz zu einer konstanten Zahlungsbereitschaft für Zeitersparnis, wie sie aus den linearen Modellen resultiert, ist diese also hier abhängig von der zurückgelegten Distanz. Bei längeren Wegen ist die Zahlungsbereitschaft für eingesparte Zeit grösser als bei kurzen.

Abbildung 35 Hauptbefragung: Distanzabhängigkeit des ÖV-Zeitwertes aus nicht-linearen Verkehrsmittelwahlmodell



Zusammenfassend kann man feststellen, dass die geschätzten Testmodelle mit den erhobenen SP-Daten durchwegs sinnvolle Resultate und die erwarteten Wirkungen zeigen. Somit stellen die Daten eine vielversprechende Grundlage für ausgereifte Schätzstrategien bezüglich verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten dar. Im nächsten Abschnitt wird ein kurzer Ausblick gegeben.

6 Ausblick

Das entworfene Modellkonzept und die erhobenen SP-Daten stellen die Grundlage für ein breites Feld von möglichen Anwendungen dar, wie zum Beispiel:

- die Schätzung der Entscheidungsmodelle,
- die Aktualisierung der Modellansätze des Nationalen Personenverkehrsmodells und kantonaler Modelle,
- die Aktualisierung der Basismodelle für Ist- und Prognosezustand,
- die Anwendungen für Fragestellungen zu Angebotsveränderungen im MIV und ÖV sowie Wirkungsanalysen zu verkehrs-, umwelt- und energiepolitischen Massnahmen,
- die Berechnung von Szenarien zur Nachführung der Schweizerischen Perspektiven des Personenverkehrs bis 2040.

Für die Anwendung im Bereich der Verkehrsmodellierung sind mit den vorliegenden RP- und SP-Daten Fortschritte und neue Erkenntnisse bezüglich der Erklärungskraft des Wahlverhaltens als auch der Abwägungsprozesse zwischen verschiedenen Attributen zu erwarten. Für verkehrspolitische Analysen bieten die SP-Daten mit ihrer Differenzierung nach Werktag- und Wochenend-/Feiertagsverkehr erweiterte Möglichkeiten.

Bundesebene

Auf Bundesebene sind die Anforderungen und Möglichkeiten an die Modellschätzung umfassend. Somit sollte ein abgestimmtes Konzept erarbeitet werden und es können hier nur einige Hinweise dazu gegeben werden. Es bestehen bezüglich der Stichprobe keine räumlichen Einschränkungen und es liegen noch zusätzliche Datenquellen wie z.B. SP Mobility Pricing, SP Zeitwertstudie oder die KEP-Erhebung der SBB vor, die in die erhobenen Daten integriert werden können. Der MZMV 2010 wird für die Bundesämter Ende 2011 vorliegen. Es stellt sich die Frage, wie eine solch umfangreiche und wertvolle Erhebung bestmöglich in den Modellschätzungen verwendet werden kann. Für die MZMV-Wege, welche in der SP-Erhebung verwendet wurden, liegen die ermittelten Alternativen vor, welche für die Verkehrsmittelwahlschätzungen unabdingbar sind. Für die restlichen MZMV-Wege (ca. 97% der Gesamtwege im MZMV) müssen die entsprechenden Alternativen erst berechnet werden. Die Schätzungen der kombinierten RP/SP-Modelle sollten mit dem gesamten Datensatz des MZMV 2010 erfolgen. Auf nationaler Ebene können Modelle sowohl für den Werktagsverkehr- als auch den Wochenend- und Feiertagsverkehr geschätzt werden, auch wenn für die Aktualisierung des NPVM wahrscheinlich nur die Werktagsergebnisse verwendet werden. Die Berech-

nung von Elastizitäten und Zeitwerte im Wochenend- und Feiertagsverkehr sind sehr wünschenswert, da es dazu kaum Untersuchungen gibt.

Kantonale Ebene

Für kantonale Modelle steht einerseits eine geeignete Schätzstrategie als auch die Festlegung der räumlichen Stichprobe im Vordergrund. Folgende Anregungen können gegeben werden:

- Es sollten Werktag-Modelle geschätzt werden, da für Anwendungen diese Auswertungen im Vordergrund stehen. Fakultativ können auch Schätzungen für den Wochenend- und Feiertagsverkehr erfolgen, wobei eine Auswertung aufgrund der Stichprobe wohl nur auf nationaler Ebene sinnvoll wäre. Die Schätzung von fahrtzweckspezifischen Modellen (getrennt nach Arbeit, Ausbildung, Nutzfahrt, Einkauf und Freizeit) ist für die Nachfrageberechnung zweckmässig.
- Bei der Verkehrsmittelwahl sollten sowohl kombinierte RP- und SP-Modelle als auch reine SP-Modelle geschätzt werden. Als RP-Daten sollten die im Rahmen der SP-Erhebung verwendeten MZMV-Wege und ihre Alternativen ausreichen. Falls dies nicht zutrifft, müssen für die restlichen MZMV-Wege noch die Attribute der verfügbaren Alternativen erhoben werden.
- Bei der räumlichen Auswahl sollte ein pragmatischer Ansatz beschritten werden, um auf eine brauchbare Gesamtgrösse des Datensatzes zu kommen.
- Für die Schätzung von Zielwahl- bzw. kombinierte Ziel- und Verkehrsmittelwahl-Modellen sollten alle berichteten MZMV-Wege innerhalb der räumlichen Auswahl verwendet werden. Hier sind die Voraussetzungen anders als bei der Verkehrsmittelwahl, da bei der Zielwahl keine SP-Daten vorliegen und daher mehr MZMV-Wege notwendig sind, um fahrtzweckspezifische Zielwahlmodelle schätzen zu können. Der gesamte Wegedatensatz des MZMV 2010 wird Ende 2011 für die Kantone mit verdichteter MZMV-Erhebung bzw. Anfang 2012 für alle Kantone vorliegen. Zusätzlich sind die Strukturdaten der bestehenden bzw. künftigen Zonen und die Netze im Verkehrsmodell notwendig, um die Arbeiten vorzunehmen. Mehrere Kantone haben im Jahr 2010 für den Zustand 2007 Gesamtverkehrsmodelle erstellen lassen. Hier wurden auch die entsprechenden Strukturdaten für die Zielwahl erhoben. Diese können mit einem kleinen Update bezüglich neuer grösserer Siedlungsprojekte (insbesondere Einkaufszentren und grosse Überbauungen) verwendet werden, auch wenn die Konsistenz der Daten nicht vollständig gegeben ist.
- Sinnvoll wäre ein gemeinsames Vorgehen mehrerer Kantone bei der Verkehrsmittel und Routenwahl, da durch den Skaleneffekt und gleicher bzw. ähnlicher Stichprobe niedrigere Kosten je Kanton anfallen, aber durch ein für die potentiellen Auftragnehmer interessanteres Auftragsvolumen auch eine höhere Qualität erzielt werden kann. Damit wird auch die Vergleichbarkeit der kantonalen Modelle verbessert, da gleiche bzw. ähnliche Modellansätze Verwendung finden. Bei der Zielwahl sind gemeinsame MIV- und ÖV-Netze sowie Strukturdaten bzw. vergleichbar aufgebaute Modelle Voraussetzung um diese Arbeiten gemeinsam durchzuführen.

- Bei der Validierung der Ergebnisse sind von den Auftragnehmern sowohl die Kennzahlen für die Abwägungsprozesse (z. B. Zeitwerte) als auch die Elastizitäten zu analysieren.
- Die Schätzarbeiten sollten lineare und nicht-lineare Modelle umfassen.

Literaturverzeichnis

- Axhausen, K.W. (1995) Was sind die Methoden der Direkten Nutzenmessung, Conjoint Analysis oder Stated Preferences, *Straßenverkehrstechnik*, **39** (5) 210-218.
- Axhausen, K.W., S. Hess, A. König, G. Abay, J.J. Bates und M. Bierlaire (2008) Income and distance elasticities of values of travel time savings: New Swiss results, *Transport Policy*, **15** (3) 173–185.
- Axhausen, K.W., A. König, G. Abay, J.J. Bates und M. Bierlaire (2007) State of the art estimates of the Swiss value of travel time savings, Vortrag, 86th *Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington D.C., Januar 2007.
- Axhausen, K.W. und J.W. Polak (1991) Choice of parking: Stated preference experiments, *Transportation*, **18** (1) 59-81.
- Axhausen, K.W. und C. Weis (2010) Predicting response rate: A natural experiment, *Survey Practice*, **3** (2), <http://surveypractice.org/2010/04>.
- Axhausen, K.W., S. Hess, A. König, G. Abay, J.J. Bates und M. Bierlaire (2008) Income and distance elasticities of values of travel time savings: New Swiss results, *Transport Policy*, **15** (3) 173–185.
- Ben-Akiva, M. und S.R. Lerman (1985) *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, Cambridge.
- Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Raumentwicklung (2007) Mobilität in der Schweiz – Ergebnisse des Mikrozensus zum verkehrsverhalten 2005, *Statistik der Schweiz*, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- Fröhlich, Ph., M. Vrtic und P. Kern (2007) Quantitative Auswirkungen von Mobility Pricing Szenarien auf das Mobilitätsverhalten und auf die Raumplanung, Endbericht SVI 2005/005, *Schriftenreihe*, **1208**, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
- Greene, W.H. und D.A. Hensher (2003) A latent class model for discrete choice analysis: Contrasts with mixed logit, *Transportation Research B*, **37** (8) 681-698.
- Hensher, D.A. (2003) The Mixed Logit model: The state of practice, *Transportation*, **30** (2) 133-176.
- Hess, S., A. Erath und K.W. Axhausen (2008) Estimated value of savings in travel time in Switzerland: Analysis of pooled data, *Transportation Research Record*, **2082**, 43-55.
- Mackie, P., M. Wardman, A.S. Fowkes, G. Whelan, J. Nellthorp und J.J. Bates (2003) *Values of travel time savings in the UK*, Institute for Transport Studies, University of Leeds und John Bates Services, Leed und Abingdon.

- Louvière, J.J., D.A. Hensher und J.D. Swait (2009) *Stated Choice Methods: Analysis and Application*, Cambridge University Press, Cambridge.
- McFadden, D. (1974), Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior, in P. Zarembka (Hrsg.), *Frontiers of Econometrics*, Academic Press.
- Rose, J.M., M.C.J. Bliemer, D.A. Hensher und A.T. Collins (2008) Designing efficient stated choice experiments in the presence of reference alternatives, *Transportation Research B*, **42** (4) 395-406.
- Schiller, Ch. (2007) Erweiterung der Verkehrsnachfragemodellierung um Aspekte der Raum- und Infrastrukturplanung, Institutes für Verkehrsplanung und Strassenverkehr, *Schriftenreihe*, **10**, Institutes für Verkehrsplanung und Strassenverkehr, TU Dresden, Dresden.
- Venables, W.N. und D.M. Smith (2010) An introduction to R, <http://www.r-project.org/>, Zugriff am 21. Juni 2010.
- Vrtic, M., K.W. Axhausen, F. Rossera und R. Maggi (2003) Verifizierung von Prognosemethoden im Personenverkehr, im Auftrag der SBB und dem Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), IVT, ETH Zürich und USI Lugano, Zürich und Lugano.
- Vrtic, M., N. Schüssler, A. Erath, M. Bürge, K.W. Axhausen, E. Frejinger, M. Bierlaire, R. Rudel, S. Scagnolari und R. Maggi (2008) Einbezug der Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens, Schlussbericht SVI 2005/004, *Schriftenreihe*, **1191**, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
- Weis, C. und K.W. Axhausen (2009) Benzinpreis und Bahnnutzung, Studie im Auftrag der Schweizer Bundesbahnen, IVT, ETH Zürich, Zürich.

Anhang: Fragebogenbeispiel



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Raumentwicklung ARE

Retouren an: LINK-Institut

P.P. A	6003 Luzern 4
--------	---------------

Zeile 1
Zeile 2
Zeile 3
Zeile 4
Zeile 5

Bern, XXX

„Entscheidungen zum Verkehrsverhalten 2010“ – Ihre Antwort zählt

Sehr geehrte Frau XXX, sehr geehrter Herr XXX

Anlässlich der telefonischen Befragung „Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2010“ haben Sie sich dazu bereit erklärt, an der schriftlichen Zusatzbefragung „Entscheidungen zum Verkehrsverhalten 2010“ des Bundesamtes für Raumentwicklung teilzunehmen. Dafür möchten wir uns noch einmal ganz herzlich bei Ihnen bedanken.

Für diese Studie wurden über 5'000 Personen zufällig aus der Befragung „Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2010“ ausgewählt. Um ein korrektes und wirklichkeitsgetreues Bild zu bekommen, ist es sehr wichtig, dass wir möglichst alle Fragebogen auch zurückbekommen.

Die Einhaltung der geltenden Datenschutzbestimmungen ist selbstverständlich garantiert. Ihre Angaben werden streng vertraulich behandelt, persönliche Daten werden nicht publiziert. Für Fragen zur Erhebung bezüglich Inhalt, Durchführung und Datenschutz steht Ihnen das Bundesamt für Raumentwicklung unter der Telefonnummer 031 322 57 00 gerne zur Verfügung.

Weitere, detaillierte Hinweise zum Ausfüllen des Fragebogens finden Sie auf der Titelseite des Fragebogens.

In der Beilage erhalten Sie den angekündigten Fragebogen. Wir bitten Sie, diesen **bis spätestens am XXX 2010** auszufüllen und uns mit dem beiliegenden portofreien Rückantwortcouvert zurückzusenden.

Wir danken Ihnen im Voraus bestens für Ihre Teilnahme an dieser wichtigen Erhebung.

Mit freundlichen Grüssen

Bundesamt für Raumentwicklung ARE

Dr. Maria Lezzi
Direktorin

Beilagen: erwähnt



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Welches Verkehrsmittel und welche Route für Ihren Weg?

Mit diesem Fragebogen wollen wir erfahren, wie Sie sich bei der Wahl des Verkehrsmittels und der Route bei einem veränderten Verkehrsangebot verhalten würden. Bitte nehmen Sie sich 15-20 Minuten Zeit. Es ist für unsere Auswertungen wichtig, dass Sie sich Ihre Antworten genau überlegen.

Teil 1: Wahl des Verkehrsmittels

In diesem Teil der Befragung möchten wir von Ihnen wissen, ob und wie sich Ihre Verkehrsmittelwahl unter unterschiedlichen Randbedingungen verändern würde. Den Ausgangspunkt bildet hierbei ein Weg, den Sie im Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 berichtet haben.

In der Befragung haben Sie von einem Weg am 8.5.2010 mit der Ankunftszeit um 09:58 mit dem Auto von Visp nach Brig-Glis berichtet. Die Eigenschaften dieses Weges können für das Velo, das Auto und den öffentlichen Verkehr wie folgt beschrieben werden:

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 09:37	Abfahrtszeit 09:46	Abfahrtszeit 09:32
	Fahrtzeit 12 min	Fahrtzeit* 8 min
		Zugangs- und Abgangszeit** 18 min
Fahrtzeit 21 min	Kosten Treibstoff 0.9 CHF	Billettpreis*** 2.6 CHF
		Umsteigen 0 Mal
		Auslastung tief
		Eine Verbindung alle 20 min
Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58

* Die Fahrtzeit versteht sich als Zeit von der Starthaltestelle zur Zielhaltestelle inkl. eventueller Umsteigewartezeiten
 ** Zugangszeit vom Startort zur Starthaltestelle und Abgangszeit von der Zielhaltestelle zum Ziel
 *** Für Abo-Besitzer ergibt sich dieser Fahrpreis aus den durchschnittlichen Kosten pro Kilometer (= Preis des Abos geteilt durch durchschnittliche gefahrene km eines Abo-Besitzers pro Jahr).

Die aufgeführten Eigenschaften wurden computergestützt berechnet und können deshalb unter Umständen etwas von den wahren Werten abweichen. Stellen Sie sich nun vor, die Eigenschaften der Verkehrsmittel für Ihren Weg von Visp nach Brig-Glis würden sich wie in den folgenden Situationen teilweise verändern. Die unveränderten Eigenschaften sind in *kursiver* Schrift abgedruckt, um Ihnen eine bessere Gesamtübersicht zu geben. Für welches Verkehrsmittel würden Sie sich unter diesen neuen Umständen jeweils entscheiden? Bitte wägen Sie die Eigenschaften der Verkehrsmittel gegeneinander ab und kreuzen Sie jeweils das für Ihren Weg **beste** Verkehrsmittel an.

Um Ihnen die Auslastung eines öffentlichen Verkehrsmittels zu veranschaulichen, sind auf der folgenden Seite die im Fragebogen verwendeten Stufen tief, mittel, hoch ausgelastet sowie überlastet für eine Fahrt mit dem Zug und Tram bzw. Bus dargestellt.



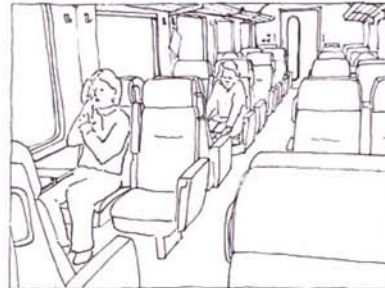
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



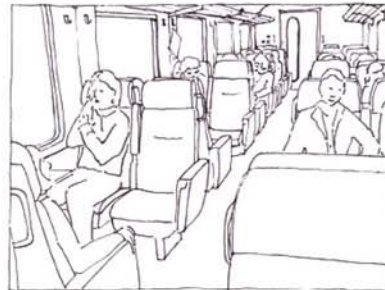
Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Auslastungsstufen für eine Fahrt mit dem Zug:

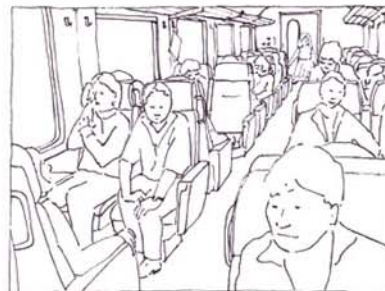
tief



mittel



hoch



überlastet





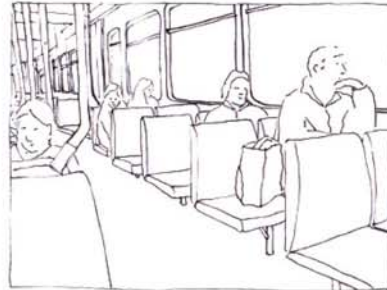
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Auslastungsstufen für eine Fahrt mit dem Tram bzw. Bus

tief



mittel



hoch



überlastet





Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Situation 1

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 09:37	Abfahrtszeit 09:47	Abfahrtszeit 09:30
	Fahrtzeit 11 min	Fahrtzeit 7 min
	Parkplatzsuchzeit 5 min	Zugangs- und Abgangszeit 21 min
Fahrtzeit 21 min	Kosten Treibstoff 1.1 CHF	Billettpreis 2.2 CHF
	Strassen-nutzungsgebühr 0.4 CHF	Umsteigen 0 Mal
	Kosten Parkplatz 2 CHF	Auslastung tief
Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58	Eine Verbindung alle 15 min
		Ankunftszeit 09:58

← Ihre Wahl →

☐
☐
☐

Situation 2

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 09:37	Abfahrtszeit 09:42	Abfahrtszeit 09:28
	Fahrtzeit 16 min	Fahrtzeit 9 min
	Parkplatzsuchzeit 5 min	Zugangs- und Abgangszeit 21 min
Fahrtzeit 21 min	Kosten Treibstoff 0.7 CHF	Billettpreis 3 CHF
	Strassen-nutzungsgebühr 0.7 CHF	Umsteigen 0 Mal
	Kosten Parkplatz 0 CHF	Auslastung tief
Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58	Eine Verbindung alle 15 min
		Ankunftszeit 09:58

← Ihre Wahl →

☐
☐
☐



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Situation 3

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 09:37	Abfahrtszeit 09:50	Abfahrtszeit 09:31
	Fahrtzeit 8 min	Fahrtzeit 6 min
	Parkplatzsuchzeit 5 min	Zugangs- und Abgangszeit 21 min
Fahrtzeit 21 min	Kosten Treibstoff 1.3 CHF	Billettpreis 2.2 CHF
	Strassen-nutzungsgebühr 0.3 CHF	Umsteigen 0 Mal
	Kosten Parkplatz 0 CHF	Auslastung tief
Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58	Eine Verbindung alle 30 min
		Ankunftszeit 09:58

← Ihre Wahl →

☐
☐
☐

Situation 4

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 09:37	Abfahrtszeit 09:50	Abfahrtszeit 09:26
	Fahrtzeit 8 min	Fahrtzeit 9 min
	Parkplatzsuchzeit 5 min	Zugangs- und Abgangszeit 23 min
Fahrtzeit 21 min	Kosten Treibstoff 1.3 CHF	Billettpreis 3.6 CHF
	Strassen-nutzungsgebühr 0.7 CHF	Umsteigen 0 Mal
	Kosten Parkplatz 5 CHF	Auslastung tief
Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58	Eine Verbindung alle 15 min
		Ankunftszeit 09:58

← Ihre Wahl →

☐
☐
☐



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Situation 5

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 09:37	Abfahrtszeit 09:42	Abfahrtszeit 09:29
	Fahrtzeit 16 min	Fahrtzeit 6 min
	Parkplatzsuchzeit 5 min	Zugangs- und Abgangszeit 23 min
Fahrtzeit 21 min	Kosten Treibstoff 0.7 CHF	Billettpreis 2.2 CHF
	Strassen-nutzungsgebühr 0.7 CHF	Umsteigen 0 Mal
	Kosten Parkplatz 2 CHF	Auslastung tief
Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58	Eine Verbindung alle 20 min
		Ankunftszeit 09:58

← Ihre Wahl →

☐
☐
☐

Situation 6

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 09:37	Abfahrtszeit 09:47	Abfahrtszeit 09:29
	Fahrtzeit 11 min	Fahrtzeit 6 min
	Parkplatzsuchzeit 5 min	Zugangs- und Abgangszeit 23 min
Fahrtzeit 21 min	Kosten Treibstoff 1.1 CHF	Billettpreis 3.6 CHF
	Strassen-nutzungsgebühr 0.4 CHF	Umsteigen 0 Mal
	Kosten Parkplatz 5 CHF	Auslastung tief
Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58	Eine Verbindung alle 20 min
		Ankunftszeit 09:58

← Ihre Wahl →

☐
☐
☐



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Situation 7

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 09:37	Abfahrtszeit 09:50	Abfahrtszeit 09:39
	Fahrtzeit 8 min	Fahrtzeit 6 min
	Parkplatzsuchzeit 5 min	Zugangs- und Abgangszeit 13 min
Fahrtzeit 21 min	Kosten Treibstoff 1.3 CHF	Billettpreis 3.6 CHF
	Strassen-nutzungsgebühr 0.7 CHF	Umsteigen 1 Mal
	Kosten Parkplatz 2 CHF	Auslastung tief
Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58	Eine Verbindung alle 20 min
		Ankunftszeit 09:58

← Ihre Wahl →

☐
☐
☐

Situation 8

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 09:37	Abfahrtszeit 09:42	Abfahrtszeit 09:36
	Fahrtzeit 16 min	Fahrtzeit 9 min
	Parkplatzsuchzeit 5 min	Zugangs- und Abgangszeit 13 min
Fahrtzeit 21 min	Kosten Treibstoff 0.7 CHF	Billettpreis 3 CHF
	Strassen-nutzungsgebühr 0.3 CHF	Umsteigen 1 Mal
	Kosten Parkplatz 0 CHF	Auslastung tief
Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58	Eine Verbindung alle 20 min
		Ankunftszeit 09:58

← Ihre Wahl →

☐
☐
☐



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Situation 9

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 09:37	Abfahrtszeit 09:50	Abfahrtszeit 09:28
	Fahrtzeit 8 min	Fahrtzeit 9 min
	Parkplatzsuchzeit 5 min	Zugangs- und Abgangszeit 21 min
Fahrtzeit 21 min	Kosten Treibstoff 1.3 CHF	Billettpreis 2.2 CHF
	Strassen-nutzungsgebühr 0.3 CHF	Umsteigen 0 Mal
	Kosten Parkplatz 0 CHF	Auslastung tief
Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58	Eine Verbindung alle 15 min
		Ankunftszeit 09:58

← Ihre Wahl →

☐
☐
☐

Situation 10

Velo	Auto	Öffentlicher Verkehr
Abfahrtszeit 09:37	Abfahrtszeit 09:47	Abfahrtszeit 09:31
	Fahrtzeit 11 min	Fahrtzeit 6 min
	Parkplatzsuchzeit 5 min	Zugangs- und Abgangszeit 21 min
Fahrtzeit 21 min	Kosten Treibstoff 1.1 CHF	Billettpreis 3 CHF
	Strassen-nutzungsgebühr 0.3 CHF	Umsteigen 1 Mal
	Kosten Parkplatz 5 CHF	Auslastung tief
Ankunftszeit 09:58	Ankunftszeit 09:58	Eine Verbindung alle 30 min
		Ankunftszeit 09:58

← Ihre Wahl →

☐
☐
☐



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Teil 2: Routenwahl mit dem Auto

Im zweiten Teil des Fragebogens möchten wir nun von Ihnen wissen, wie Sie sich zwischen zwei alternativen Routen mit dem Auto entscheiden. Ihre berichtete Route hatte folgende Eigenschaften:

Fahrt um 09:46 von Visp nach Brig-Glis		
Fahrtzeit	12	min
Kosten Treibstoff	0.9	CHF

Bitte betrachten Sie die jeweiligen Situationen genau, wägen Sie die Eigenschaften der beiden alternativen Routen gegeneinander ab und wählen Sie für Ihren Weg die **beste** Alternative.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Situation 1

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	1.3	CHF	Kosten Treibstoff	1.1	CHF
Strassennutzungsgebühr	0.3	CHF	Strassennutzungsgebühr	0.3	CHF
Fahrtzeit	16	min	Fahrtzeit	8	min

☐
← Ihre Wahl →
☐

Situation 2

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	1.1	CHF	Kosten Treibstoff	1.1	CHF
Strassennutzungsgebühr	0.4	CHF	Strassennutzungsgebühr	0.7	CHF
Fahrtzeit	16	min	Fahrtzeit	8	min

☐
← Ihre Wahl →
☐

Situation 3

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	1.1	CHF	Kosten Treibstoff	0.7	CHF
Strassennutzungsgebühr	0.7	CHF	Strassennutzungsgebühr	0.3	CHF
Fahrtzeit	8	min	Fahrtzeit	16	min

☐
← Ihre Wahl →
☐



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Situation 4

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	1.3	CHF	Kosten Treibstoff	0.7	CHF
Strassennutzungsgebühr	0.3	CHF	Strassennutzungsgebühr	0.7	CHF
Fahrtzeit	16	min	Fahrtzeit	14	min

☐ ← Ihre Wahl → ☐

Situation 5

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	0.7	CHF	Kosten Treibstoff	1.3	CHF
Strassennutzungsgebühr	0.7	CHF	Strassennutzungsgebühr	0.4	CHF
Fahrtzeit	8	min	Fahrtzeit	16	min

☐ ← Ihre Wahl → ☐

Situation 6

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	0.7	CHF	Kosten Treibstoff	1.3	CHF
Strassennutzungsgebühr	0.4	CHF	Strassennutzungsgebühr	0.4	CHF
Fahrtzeit	14	min	Fahrtzeit	14	min

☐ ← Ihre Wahl → ☐



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Abschlussfrage

Zum Schluss der Befragung interessiert uns noch, welche von den aufgeführten Eigenschaften der Verkehrsmittel für Ihre Entscheidungen am unwichtigsten war:

Öffentlicher Verkehr

- ☐ Abfahrtszeit bzw. Ankunftszeit
- ☐ Zugangs- und Abgangszeit
- ☐ Fahrtzeit
- ☐ Billettpreis
- ☐ Auslastung
- ☐ Eine Verbindung alle
- ☐ Umsteigen

Auto

- ☐ Abfahrtszeit bzw. Ankunftszeit
- ☐ Fahrtzeit
- ☐ Parkplatzsuchzeit
- ☐ Kosten Treibstoff
- ☐ Strassennutzungsgebühr
- ☐ Kosten Parkplatz

Hier ist Platz für Ihre Anmerkungen:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vielen Dank!



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Raumentwicklung ARE

Retouren an: LINK-Institut

P.P. A	6003 Luzern 4
--------	---------------

Zeile 1
Zeile 2
Zeile 3
Zeile 4
Zeile 5

Bern, XXX

„Entscheidungen zum Verkehrsverhalten 2010“ – zur Erinnerung, Ihre Antwort zählt

Sehr geehrte Frau XXX, sehr geehrter Herr XXX

Anlässlich Ihrer Teilnahme an der Telefonbefragung „Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010“ haben Sie sich dazu bereit erklärt, auch an einer zusätzlichen schriftlichen Verkehrsbefragung des Bundes teilzunehmen. Vor etwa drei Wochen liessen wir Ihnen deshalb einen Fragebogen und ein portofreies Rückantwortcouvert zur Befragung „Entscheidungen zum Verkehrsverhalten 2010“ zukommen.

Leider ist Ihr Fragebogen noch nicht bei uns eingetroffen. Da die Ergebnisse der Untersuchung nur dann aussagekräftig sind, wenn möglichst alle ausgewählten Personen an der Befragung teilnehmen, bitten wir Sie, den Fragebogen möglichst bald auszufüllen und **bis spätestens am XXX 2010** an uns zurück zu senden.

Zwischen dem Eintreffen der Antworten und dem Versand dieses Briefes vergeht einige Zeit. Daher ist es möglich, dass sich dieses Schreiben mit Ihrer Antwort gekreuzt hat. In diesem Falle möchten wir uns hierfür entschuldigen und danken Ihnen für Ihre wertvolle Unterstützung.

Falls Ihr Fragebogen oder das Rückantwortcouvert zwischenzeitlich nicht mehr auffindbar sind, senden wir Ihnen gerne ein weiteres Exemplar zu. Melden Sie sich bitte hierfür bei unserer Hotline unter der Telefonnummer 031 322 57 00. Hier steht Ihnen das Bundesamt für Raumentwicklung auch weiterhin bei Fragen zur Erhebung bezüglich Inhalt, Durchführung und Datenschutz gerne zur Verfügung.

Wir danken Ihnen im Voraus bestens für Ihre Teilnahme an dieser wichtigen Erhebung.

Mit freundlichen Grüssen

Bundesamt für Raumentwicklung ARE

Dr. Maria Lezzi
Direktorin