

# SP-Befragung 2015 zum Verkehrsverhalten

---



## **IMPRESSUM**

---

### **Herausgeber**

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

### **Autoren**

Dr. Claude Weis, TransOptima GmbH, Zürich  
Dr. Milenko Vrtic, TransOptima GmbH, Zürich  
Prof. Dr. Kay W. Axhausen, IVT ETH, Zürich  
Milos Balac, IVT ETH, Zürich

### **Begleitung**

Dr. Matthias Kowald (ARE)  
Dr. Helmut Honermann (ARE)

Loris Ambrosini (Kanton Tessin)  
Martin Babst (BFE)  
Pascal Bovey (Kanton Wallis)  
Sacha Bundi (Kanton St. Gallen und Kanton Thurgau)  
Stefan Bürgler (Kanton Zug)  
Sabine Canatluppi (Kanton Basel-Landschaft)  
Damien Cataldi (Kanton Genf)  
Kurt Erni (Kanton Solothurn)  
Gordon Finné (Kanton Aargau)  
Andreas Kästli (Kanton St. Gallen)  
Christian Liaudat (Kanton Waadt)  
Julie Lietha (BAV)  
Dorina Markus (ASTRA)  
Orhan Özkul (Kanton Zürich)  
Christian Perret (BFS)  
Roger Ramer (BAFU)  
Tobias Ramser (Kanton Bern)  
Michael Redle (Kanton Basel-Stadt)  
Wolfgang Scherr (SBB)  
Ernst Schmid und Danièle Müller (Kanton Luzern)  
Georg Thomann (Kanton Graubünden)  
Matthias Winzer (LINK)  
Seraina Zellweger (Kanton Solothurn)

### **Produktion**

Rudolf Menzi, Leiter Kommunikation ARE

### **Bezugsquellen**

Elektronische Version: [www.are.admin.ch](http://www.are.admin.ch)

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract</b> .....	<b>III</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>V</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>VII</b>
<b>Riassunto</b> .....	<b>X</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Ablauf der Befragung</b> .....	<b>4</b>
2.1 Schnittstellen .....	4
2.2 Auswahl der Befragten und der RP-Wege .....	5
2.3 Attributierung der ausgewählten Wege .....	8
2.4 Inhalte der SP-Befragung .....	13
2.5 Versuchspläne .....	23
<b>3 Durchführung der Befragung</b> .....	<b>26</b>
3.1 Allgemeiner Ablauf .....	26
3.2 Pretest .....	29
3.3 Anpassungen im Anschluss an den Pretest .....	30
3.4 Haupterhebung .....	32
<b>4 Datenerfassung und -aufbereitung</b> .....	<b>32</b>
4.1 Plausibilisierung und Bereinigung der Erhebungsdaten .....	33
4.2 Struktur der Datenbank .....	35
<b>5 Deskriptive Auswertung der Befragungsdaten</b> .....	<b>44</b>
5.1 Rücklaufanalyse .....	44
5.2 Soziodemographische Eigenschaften der befragten Personen .....	46
5.3 Eigenschaften der erhobenen Wege .....	48
5.4 Antwortverhalten.....	50
5.5 <i>Non-Trading</i> -Verhalten .....	51
5.6 Attribute der SP-Experimente .....	54
5.7 Korrelationen zwischen den Attributen.....	56
5.8 „Unwichtige“ Attribute .....	58
<b>6 Schätzung der Testmodelle</b> .....	<b>61</b>
6.1 Entscheidungsmodelle.....	61
6.2 Modellformulierung und Vorgehen .....	63
6.3 Verkehrsmittelwahl .....	68
6.4 Routenwahl MIV .....	71
6.5 Routenwahl ÖV .....	72
6.6 Gesamtmodell.....	72

6.7	Fahrtzweckspezifische Modelle .....	74
6.8	Zeitwerte und Elastizitäten .....	76
6.9	Fazit .....	79
<b>7</b>	<b>Vorschläge für regionalisierte Auswertungen .....</b>	<b>80</b>
<b>8</b>	<b>Ausblick.....</b>	<b>88</b>
<b>9</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>90</b>
<b>10</b>	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>92</b>
	<b>Anhang 1: Zeitplan.....</b>	<b>93</b>
	<b>Anhang 2: Beispiel-Fragebogen .....</b>	<b>95</b>

## Abstract

### Deutsch

Die Bundesämter für Raumentwicklung (ARE) und Statistik (BFS) führen im 5-Jahres-Rhythmus den Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) durch, der sowohl bezüglich der Wegecharakteristiken als auch der Personenstichprobe repräsentativ für die Schweiz ist. Im Jahr 2015 wurde nun bereits zum zweiten Mal eine an den MZMV gekoppelte *Stated Preference* (SP) Befragung zur Verkehrsmittel- und Routenwahl durchgeführt. Der Ablauf der Erhebung, die Verknüpfung der Daten aus MZMV und SP sowie die Inhalte der SP-Erhebung orientieren sich dabei weitestgehend an der Durchführung im Jahr 2010.

In der SP-Befragung wurden Daten für das Verkehrsmittel- und Routenwahlverhalten erhoben. Die dabei gesammelten Informationen ergänzen die Daten des MZMV und lassen sich vor allem zur Beantwortung verkehrspolitischer Fragestellungen und die Schätzung von Modellen im Bereich der Verkehrsmodus- und Routenwahl nutzen. Sie dienen also u.a. zur Weiterentwicklung und Aktualisierung von nationalen und kantonalen Verkehrsmodellen sowie zur Parametrisierung von Kosten-Nutzen-Analysen.

### Français

L'Office fédéral du développement territorial (ARE) et l'Office fédéral de la statistique (OFS) effectuent tous les cinq ans le Microrecensement mobilité et transports (MRMT), qui donne une image représentative de la Suisse tant par les caractéristiques des trajets examinés que par l'échantillonnage des personnes interrogées. En 2015, un sondage sur les préférences déclarées (*Stated Preference*, SP) concernant le choix des itinéraires et des moyens de transport est venu pour la deuxième fois compléter le MRMT. Le déroulement du sondage, l'appariement des données provenant du MRMT et du sondage SP, ainsi que le contenu de ce dernier, sont largement calqués sur la procédure de 2010.

Le sondage sur les préférences déclarées recueille des données sur le comportement en matière de choix d'itinéraires et de moyens de transport. Les informations ainsi rassemblées complètent les données du MRMT. Elles permettent avant tout de répondre à des questions de politique des transports et d'évaluer des modèles dans les domaines du choix des modes de transport et des itinéraires. Dès lors, elles servent notamment à développer et à actualiser les modèles de transport nationaux et cantonaux et à paramétrer les analyses coûts-bénéfices.

## Italiano

L'Ufficio federale per lo sviluppo territoriale (ARE) e l'Ufficio federale di statistica (UST) conducono ogni cinque anni il Microcensimento mobilità e trasporti (MCMT) su un campione rappresentativo per la Svizzera sia in termini di popolazione che per il tipo di spostamenti. Nel 2015, già per la seconda volta è stata abbinata all'MCMT un'indagine *Stated Preference* (SP) relativa alla scelta del mezzo di trasporto e del tragitto. Lo svolgimento del rilevamento, l'integrazione dei dati provenienti dall'MCMT e dall'SP, nonché i contenuti del rilevamento SP si sono basati principalmente sulla prima indagine svolta nel 2010.

Con i questionari SP sono stati rilevati i dati relativi alla scelta del mezzo di trasporto e del tragitto. Le informazioni così raccolte completano i dati provenienti dall'MCMT, forniscono risposte a questioni di politica dei trasporti e servono a valutare modelli concernenti la scelta del mezzo di trasporto e del tragitto. Tra le altre cose, sono anche utili per l'ulteriore sviluppo e per l'aggiornamento di modelli di traffico nazionali e cantonali, nonché per la parametrizzazione delle analisi costi - benefici.

## Zusammenfassung

### Einleitung

Die Bundesämter für Raumentwicklung (ARE) und Statistik (BFS) führen im 5-Jahres-Rhythmus den Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) durch, der sowohl bezüglich der Wegecharakteristiken als auch der Personenstichprobe repräsentativ für die Schweiz ist. Im Jahr 2015 wurde nun bereits zum zweiten Mal im Auftrag des ARE und mit der Unterstützung der Bundesämter für Strassen (ASTRA), für Verkehr (BAV), für Energie (BFE) und Umwelt (BAFU), der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) sowie mehrerer Kantone (ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, BL, SG, GR, AG, TG, TI, VD, VS, GE) eine an den MZMV gekoppelte *Stated Preference* (SP) Befragung zur Verkehrsmittel- und Routenwahl durchgeführt. Der Ablauf der Erhebung, die Verknüpfung der Daten aus MZMV und SP sowie die Inhalte der SP-Erhebung orientieren sich dabei weitestgehend an der Durchführung der ersten an den MZMV gekoppelten SP-Befragung im Jahr 2010.

In der SP-Befragung wurden Daten für das Verkehrsmittel- und Routenwahlverhalten erhoben. Die dabei gesammelten Informationen ergänzen die Daten des MZMV und lassen sich vor allem zur Beantwortung verkehrspolitischer Fragestellungen und die Schätzung von Modellen im Bereich der Verkehrsmodus- und Routenwahl nutzen. Sie dienen also u.a. zur Weiterentwicklung und Aktualisierung von nationalen und kantonalen Verkehrsmodellen sowie zur Parametrisierung von Kosten-Nutzen-Analysen. Mit der Methode der SP-Befragung werden mögliche Verhaltensänderungen der Befragten durch die Vorgabe mehrerer Alternativen mit veränderten Rahmenbedingungen ermittelt.

### 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 MZMV so gut wie möglich repräsentiert, dabei jedoch in allen relevanten Attributen genügend Variabilität für die Schätzung signifikanter Modellparameter anbietet. Zu diesem Zweck wurden lange Wege und solche mit im MZMV eher weniger stark vertretenen Fahrtzwecken bevorzugt ausgewählt.

Die SP-Befragung wurde als *Stated Choice* (SC) Befragung formuliert, in welcher die Entscheidungssituationen auf einem durch die jeweiligen Befragten im MZMV berichteten Weg basierten. Zu diesen berichteten Wegen wurden den Befragten Alternativen zur Verkehrsmittel- und Routenwahl vorgelegt. Das Erhebungskonzept und die erstellten SP-Experimente sowie die daraus erhobenen Daten sollten zusammen mit den Daten des MZMV die Anforderungen an zukünftige Modellstrukturen erfüllen und die entsprechende Schätzung von Mo-

dellparametern ermöglichen. Mit diesen Daten ist die Schätzung der Routen- und Verkehrsmittelwahlmodelle gesichert.

## **Datenerfassung und -analyse**

Von den insgesamt 6'099 erstellten Fragebögen wurden 4'693 durch die Befragten retourniert, was einem Rücklauf von knapp 77% entspricht. Die Erwartungen, bzw. das Ziel von 4'000 Befragten in der Netto-Stichprobe, konnten somit deutlich übertroffen werden.

Die eingegebenen Daten wurden bezüglich ihrer Repräsentativität (bezogen auf die Soziodemographie der Befragten) und Plausibilität (bezogen auf das Antwortverhalten) eingehend geprüft und plausibilisiert.

Zur Analyse des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer und deren Reaktion auf Veränderungen in den Attributen der Verkehrsmittelalternativen wurden diskrete Entscheidungsmodelle (nach dem Logit-Ansatz) verwendet. Für jedes Modell (Verkehrsmittelwahl, Routenwahl MIV und Routenwahl ÖV) wurde zunächst ein Grundmodell mit linearen Nutzenkomponenten für alle relevanten Attribute geschätzt. Anschliessend wurden die Modelle weiter differenziert und erweitert.

## **Ergebnisse, Fazit und Ausblick**

Die Modellschätzungen haben ergeben, 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 dar.

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

- die Schätzung von Entscheidungsmodellen;
- die Aktualisierung der Modellansätze des nationalen und der kantonalen Verkehrsmodelle;
- die Aktualisierung der Basismodelle für Ist- und Prognosezustand;
- 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.

Für die Anwendung im Bereich der Verkehrsmodellierung sind mit den vorliegenden RP- und SP-Daten Fortschritte und neue Erkenntnisse bezüglich der Erklärungskraft des Wahlverhaltens und der Abwägungsprozesse zwischen verschiedenen Attributen zu erwarten. Die SP-Daten bietet mit ihrer grossen Stichprobe und der so möglichen feinen Differenzierung, z.B. nach Fahrtzwecken, die Datengrundlage für verschiedene Analysen.



## Résumé

### Introduction

L'Office fédéral du développement territorial (ARE) et l'Office fédéral de la statistique (OFS) effectuent tous les cinq ans le Microrecensement mobilité et transports (MRMT), qui donne une image représentative de la Suisse tant au niveau des caractéristiques des trajets examinés que par l'échantillonnage des personnes interrogées. En 2015, un sondage sur les préférences déclarées (*Stated Preference*, SP) concernant le choix des itinéraires et des moyens de transport est venu pour la deuxième fois compléter le MRMT. Ce sondage a été mené sur mandat de l'ARE, avec le soutien des offices fédéraux des routes (OFROU), des transports (OFT), de l'énergie (OFEN) et de l'environnement (OFEV), des Chemins de fer fédéraux (CFF) et de nombreux cantons (ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, BL, SG, GR, AG, TG, TI, VD, VS, GE). Le déroulement du sondage, l'appariement des données provenant du MRMT et du sondage SP, ainsi que le contenu de ce dernier, sont largement calqués sur la procédure appliquée lors du premier sondage SP en 2010.

Le sondage sur les préférences déclarées recueille des données sur le comportement en matière de choix d'itinéraires et de moyens de transport. Les informations ainsi rassemblées complètent les données du MRMT. Elles permettent avant tout de répondre à des questions de politique des transports et d'évaluer des modèles dans les domaines du choix des itinéraires et des modes de transport. Dès lors, elles servent notamment à développer et à actualiser les modèles de transport nationaux et cantonaux et à paramétrer les analyses coûts-bénéfices. La méthode du sondage sur les préférences déclarées permet de mettre en évidence les éventuels changements de comportement des personnes interrogées en leur proposant plusieurs options dans des conditions générales modifiées.

### Objectifs

Le projet avait pour but de concevoir puis d'effectuer un sondage SP représentatif de l'échantillon du microrecensement en termes de caractéristiques des trajets (moyens de transport, but et distance) et de caractéristiques spatiales et sociodémographiques relatives aux personnes interrogées, mais offrant néanmoins suffisamment de variabilité dans tous les attributs importants pour évaluer les paramètres de modèle significatifs. Dans ce but, l'on a privilégié les longs trajets et les buts de destination globalement moins représentés dans le MRMT.

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 trajet mentionné par la personne interrogée dans le cadre du MRMT. Concernant ce trajet, plusieurs autres solutions où les itinéraires et les moyens de transport variaient ont alors été présentées à la personne interrogée. Le concept du sondage, les expériences SP élaborées et les données ainsi obtenues, en combinaison avec les

données du microrecensement, devraient remplir les exigences structurelles de modèles futurs et permettre d'évaluer des paramètres de modèle. Ces données assurent donc la possibilité d'évaluer les modèles de choix d'itinéraires et de moyens de transport.

## **Saisie et analyse des données**

Sur les 6099 questionnaires établis, 4693 ont été renvoyés par les personnes interrogées, ce qui correspond à un taux de participation de 77 %. Les attentes en la matière, à savoir un objectif de 4000 personnes interrogées au niveau de l'échantillonnage net, ont ainsi été clairement dépassées.

La représentativité (du point de vue sociodémographique) et la plausibilité (d'après le comportement de réponse) des données obtenues ont été étudiées et contrôlées en détail.

Des modèles de choix discret (modèle Logit) ont été employés pour analyser le comportement des usagers et leur réaction aux changements modifiant les attributs des solutions différentes proposées quant au moyen de transport. Pour chaque modèle (choix du moyen de transport, de l'itinéraire en TIM et de l'itinéraire en TP), un modèle de base avec des fonctions d'utilité linéaires a été évalué pour tous les attributs pertinents. Enfin, les modèles ont été encore différenciés et étendus.

## **Résultats, conclusion et perspectives**

Les estimations de modèles ont indiqué que les modèles-tests évalués, avec les données SP récoltées, affichent des résultats tout à fait judicieux et les effets attendus. Dès lors, ces données constituent une base prometteuse pour élaborer des stratégies d'évaluation abouties.

Les données SP saisies forment une base utilisable pour un large champ d'applications, telles que :

- l'évaluation des modèles de décision,
- l'actualisation des approches utilisées pour le modèle national et les modèles cantonaux en matière de transport,
- l'actualisation des modèles de base pour l'état actuel et l'état prévu,
- des applications dans les problématiques relatives aux modifications de l'offre dans les TIM et les TP, ainsi que des 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 en Suisse.

Pour l'application dans le domaine de la modélisation des transports, les présentes données sur les préférences révélées (RP) et déclarées (SP) devraient permettre de progresser et

d'obtenir de nouvelles informations concernant la valeur explicative des comportements en matière de choix et des processus d'appréciation entre divers attributs. Les données SP constituent une base pour différentes analyses, grâce à son vaste échantillon et à la possibilité de différenciation fine, par exemple en fonction du but de destination.

## Riassunto

### Introduzione

L'Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE) e l'Ufficio federale di statistica (UST) conducono ogni cinque anni Microcensimento mobilità e trasporti (MCMT) su un campione rappresentativo per la Svizzera sia in termini di popolazione che per il tipo di spostamenti. Nel 2015, già per la seconda volta è stata abbinata all'MCMT un'indagine *Stated Preference* (SP) relativa alla scelta del mezzo di trasporto e del tragitto, su incarico dell'ARE e con il sostegno dell'Ufficio federale delle strade (USTRA), dell'Ufficio federale dei trasporti (UFT), dell'Ufficio federale dell'energia (UFE), dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), delle Ferrovie federali svizzere (FFS), nonché di vari Cantoni (ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, BL, SG, GR, AG, TG, TI, VD, VS, GE). Lo svolgimento del rilevamento, l'integrazione dei dati provenienti dall'MCMT e dall'SP, nonché i contenuti del rilevamento SP si sono basati principalmente sulla prima indagine SP abbinata all'MCMT svolta nel 2010.

Con i questionari SP sono stati rilevati i dati relativi alla scelta del mezzo di trasporto e del tragitto. Le informazioni così raccolte completano i dati provenienti dall'MCMT, forniscono risposte a questioni di politica dei trasporti e servono a valutare modelli concernenti la scelta del mezzo di trasporto e del tragitto. Tra le altre cose, sono anche utili per l'ulteriore sviluppo e per l'aggiornamento di modelli di traffico nazionali e cantonali, nonché per la parametrizzazione delle analisi costi - benefici. La metodologia dell'indagine SP permette di individuare eventuali cambiamenti nel comportamento delle persone intervistate, proponendo loro situazioni nelle quali scegliere tra più alternative con condizioni modificate.

### Obiettivi

Lo scopo del progetto era concepire ed effettuare un rilevamento SP che rappresentasse al meglio il campione dell'MCMT per quanto concerne le caratteristiche degli spostamenti (mezzo di trasporto, scopo e distanza percorsa) e le caratteristiche territoriali e socio-demografiche delle persone intervistate, offrendo tuttavia una sufficiente variabilità, in tutti gli attributi rilevanti, per la valutazione dei parametri di modello significativi. A questo scopo, sono stati preferiti gli spostamenti lunghi e gli spostamenti i cui scopi sono meno rappresentati nell'MCMT.

Il questionario SP è stato formulato sulla base della metodologia dello *Stated Choice* (SC), ovvero presentando alle persone intervistate una scelta tra situazioni ipotetiche basate su uno degli spostamenti da essi indicati nell'MCMT. Per tali spostamenti vengono presentate loro alternative per la scelta del mezzo di trasporto e del tragitto. Insieme ai dati dell'MCMT, la concezione alla base del rilevamento e gli esperimenti SP, nonché i dati che ne sono emersi dovrebbero permettere di soddisfare i requisiti delle future strutture dei modelli e consentire la

valutazione dei parametri di modello. Tali dati consentono di valutare i modelli relativi al tragitto e al mezzo di trasporto.

## **Rilevamento e analisi dei dati**

Dei 6099 questionari elaborati, 4693 sono stati rinviati dalle persone intervistate (tasso di risposta del 77 per cento). È stato così ampiamente superato l'obiettivo atteso di 4000 partecipanti al netto dei controlli a campione effettuati.

I dati forniti sono stati analizzati in modo approfondito e verificati per quanto concerne la loro rappresentatività (in riferimento alla situazione socio-demografica degli intervistati) e plausibilità (in riferimento al comportamento di risposta).

Per analizzare il comportamento degli utenti dei trasporti e le loro reazioni alle modifiche degli attributi delle alternative concernenti il mezzo di trasporto sono stati impiegati modelli decisionali discreti (secondo il modello logit). Per ogni modello (scelta del mezzo di trasporto, scelta del tragitto TMP e TP) è stato valutato, in un primo momento, un modello base con componenti di beneficio lineari per tutti gli attributi rilevanti. Infine, i modelli sono stati ulteriormente differenziati e ampliati.

## **Risultati, conclusioni e panoramica**

Dalle valutazioni è emerso che i modelli test contenenti i dati rilevati con l'indagine SP forniscono risultati totalmente ragionevoli e sortiscono gli effetti auspicati. I dati costituiscono quindi una promettente base per strategie di valutazione avanzate.

I dati rilevati con l'indagine SP rappresentano la base per un ampio campo di eventuali applicazioni, quali ad esempio:

- la valutazione di modelli decisionali;
- l'aggiornamento degli approcci utilizzati per i modelli di traffico nazionali e cantonali;
- l'aggiornamento dei modelli base per lo stato attuale e le previsioni;
- le applicazioni relative alle modifiche dell'offerta TMP e TP, nonché le analisi degli effetti delle misure di politica dei trasporti, ambientale ed energetica;
- il calcolo di scenari per l'aggiornamento delle prospettive del traffico viaggiatori in Svizzera.

Con i dati disponibili RP (*Revealed Preference*) e SP (*Stated Preference*), per l'applicazione nel settore della modellizzazione del traffico si prevedono progressi e nuove conoscenze in merito alla forza esplicativa del comportamento di scelta e ai processi di ponderazione tra i vari attributi. Grazie all'ampio campione e all'accurata differenziazione che ne deriva (ad es. secondo lo scopo dello spostamento), i dati SP costituiscono la base per diverse analisi.



# 1 Einleitung

Daten aus *Stated Preference* (SP) Befragungen werden in der Schweiz seit rund 15 Jahren als Grundlage für die Schätzung diskreter Entscheidungsmodelle eingesetzt. Meist sind hierbei Fragen zur Verkehrsmittel- und Routenwahl zentral. SP-Daten haben den Vorteil, unter „Laborbedingungen“, als Experiment, erhoben zu werden. Dabei werden den Befragten hypothetische Situationen vorgelegt, deren Eigenschaften (Attribute) laufend variiert werden, um die Befragten zu Abwägungen zwischen diesen zu bewegen. *Revealed Preference* (RP) Daten werden hingegen durch Beobachtung oder Erfragung von tatsächlich getroffenen Entscheidungen unter aktuellen Marktbedingungen gewonnen. Somit ist die Variation der Angebotsdaten für die Schätzung von Modellen und insbesondere für deren Einsatz in der Prognose oft zu gering und eine starke Korrelation zwischen einzelnen Variablen meist unvermeidlich. Ein Vorteil von RP-Daten ist jedoch die Erhebung realer Entscheidungen unter Berücksichtigung der umweltseitigen und technologischen Beschränkungen und der individuellen Sachzwänge (z.B. Einkommen) der Befragten.

SP-Befragungen zum Verkehrsverhalten sind daher insbesondere dann erfolgversprechend, wenn sie auf von den Befragten real zurückgelegten und berichteten Wegen basieren (RP-Daten). Auch Entscheidungsmodelle, welche auf Grundlage von gemischten RP- und SP-Daten geschätzt werden, kombinieren die Vorteile der beiden Datenarten und führen somit zu verlässlicheren Modellergebnissen (Parameterschätzungen).

Wenn SP-Experimente auf empirischen Beobachtungen aufbauen, können die Vorteile des hypothetischen Settings mit jenen der direkt beobachteten RP-Daten kombiniert werden. Damit ist eine Variation in den Ausprägungen der Angebotsvariablen möglich, ohne dass sich die vorgelegten Entscheidungssituationen zu weit von der den Befragten bekannten Realität entfernen. Somit wird den Befragten die Beantwortung deutlich erleichtert, da sie ihre eigene Situation, in leicht abgeänderter Form, in den SP-Experimenten wiedererkennen. Die abzufragenden Wertebereiche der erhobenen Attribute (auf welchen die Entscheidungen der Befragten basieren) werden mittels sogenannter Versuchspläne so festgelegt, dass aus den erhobenen Daten ein Maximum an Informationen gewonnen und somit statistisch signifikante Modellparameter geschätzt werden können. Diese Optimierung bezieht sich insbesondere auf die Reduktion der Korrelation zwischen den einzelnen Variablen, welche einen Einfluss auf die Qualität der Modelle bzw. die Signifikanz der geschätzten Parameter hat.

Die kombinierte bzw. sequentielle Erhebung von RP- und SP-Daten wurde in der Schweiz und im nahen Ausland in den vergangenen Jahren in zahlreichen Projekten erfolgreich angewandt; hierzu seien einige Beispiele grösserer SP-Befragungen in der Schweiz und in Deutschland genannt, die in den letzten 10 Jahren durchgeführt wurden:

- SP-Befragung 2010 zum Verkehrsverhalten (ARE, 2012) ;
- Verifizierung von Prognosemethoden im Personenverkehr am Beispiel Einführung des ICN (Vrtic *et al.*, 2003);
- Studie zu möglichen *Mobility Pricing* Massnahmen (Vrtic *et al.*, 2007);
- Studie zum Einfluss steigender Treibstoffkosten auf die Nachfrage im öffentlichen Verkehr (Weis und Axhausen, 2009);
- Untersuchung zur Anpassung des Verkehrsverhaltens im Personenverkehr als Reaktion auf veränderte Rahmenbedingungen (Weis und Axhausen, 2012);
- Einfluss der Verlässlichkeit der Verkehrsmittel auf die Verkehrsmittel- und Routenwahl (Fröhlich *et al.*, 2014);
- Einfluss des Parkierungsangebots auf das Verkehrsverhalten (Widmer *et al.*, 2016);
- Deutsche Zeitkostenstudie im Auftrag des BMVI (Axhausen *et al.*, 2014).

Die Bundesämter für Raumentwicklung (ARE) und Statistik (BFS) führen im 5-Jahres-Rhythmus den Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) durch, der sowohl bezüglich der Wegecharakteristiken als auch der Personenstichprobe repräsentativ für die Schweiz ist. Im Jahr 2010 wurde erstmals im Rahmen des MZMV unter finanzieller Beteiligung der UVEK-Ämter, von acht Kantonen und den SBB eine Teilstichprobe für die Teilnahme an einer SP-Befragung rekrutiert und diese mit der Unterstützung des LINK-Befragungsinstituts (welches auch die CATI-Befragung zum MZMV durchführt) abgewickelt (ARE, 2012).

Die erwähnte Koppelung von MZMV und SP-Befragung hat sich bewährt und wurde für das Jahr 2015 beibehalten. An dieser neuerlichen Durchführung der SP-Befragung waren neben dem Bund 15 Kantone und die SBB finanziell und im Rahmen einer Begleitgruppe beteiligt. Aus Gründen der immer noch gegebenen Aktualität der Inhalte der SP-Befragung aus dem Jahr 2010 und um Vergleiche der Befragungsergebnisse aus den Jahren 2010 und 2015 zu erlauben, orientieren sich der Ablauf der Erhebung, die Verknüpfung der Daten aus MZMV und SP sowie die Inhalte der SP-Erhebung weitestgehend an der Durchführung im Jahr 2010.

In der SP-Befragung wurden Daten für das Verkehrsmittelwahl- und Routenwahlverhalten erhoben. Die dabei gesammelten Informationen ergänzen die Daten des MZMV und lassen sich vor allem zur Beantwortung verkehrspolitischer Fragestellungen und die Schätzung von Modellen im Bereich der Verkehrsmodus- und Routenwahl nutzen. Sie dienen also u.a. zur



Weiterentwicklung und Aktualisierung von nationalen und kantonalen Verkehrsmodellen sowie zur Parametrisierung von Kosten-Nutzen-Analysen.

## 2 Ablauf der Befragung

Wie einleitend erwähnt, orientieren sich die Inhalte der Befragung stark an der letzten SP-Befragung aus dem Jahr 2010. Dies betrifft sowohl die in der SP abgefragten Attribute (welche die Entscheidungen der Befragten beeinflussen), als auch die Gestaltung der Befragungsinstrumente (Papierfragebögen) und den organisatorischen Ablauf sowie die Staffelung der verschiedenen Erhebungsstufen. Im Vorfeld zur Durchführung der Befragung wurden einige Änderungen beschlossen, auf welche in diesem Kapitel neben der allgemeinen Beschreibung des Ablaufs der Erhebungen besonders eingegangen wird.

### 2.1 Schnittstellen

Die Schnittstellen zwischen dem LINK Institut (AN 1), welches mit der Durchführung des MZMV 2015 beauftragt ist, und der Arbeitsgemeinschaft TransOptima GmbH / IVT (AN 2) beziehen sich auf den Austausch der Daten und Dokumente zur SP-Befragung. Die beiden wesentlichen Austausche (je Befragungswelle) waren hier einerseits die Lieferung der relevanten Daten aus dem MZMV 2015 (AN 1 → AN 2), der Versand der druckfertigen Fragebögen (AN 2 → AN 1) und die Übersendung der gesammelten und elektronisch erfassten Daten aus den ausgefüllten Fragebögen der SP-Befragung (AN1 → AN2). Dieses Verfahren war aus datenschutztechnischen Gründen notwendig und garantiert, dass ausschliesslich der AN 1 eine Zuordnung zwischen Befragten IDs und Namen vornehmen kann. Die Anonymität der Befragten in den SP-Daten ist somit sichergestellt.

#### 2.1.1 Datenlieferung MZMV 2015 (AN 1 → AN 2)

Die Lieferung der grundlegenden und relevanten MZMV-Daten erfolgte wöchentlich, jeweils am Dienstag, in elektronischem Format (Text- bzw. ASCII-Dateien). Der AN 2 verarbeitete diese Daten dann weiter und verwendete sie als Grundlage für die Erstellung der druckfertigen SP-Fragebögen (genauer Ablauf siehe Abschnitte 2.2 bis 2.5).

#### 2.1.2 Versand der Fragebögen (AN 2 → AN 1)

Die druckfertigen SP-Fragebögen wurden wöchentlich, jeweils am Donnerstag, als PDF-Dateien vom AN 2 an den AN 1 geliefert. Die individualisierten Fragebögen wurden dabei mithilfe einer Word-Serienbriefmaske und den spezifischen Daten für jeden einzelnen Befrag-

ten erstellt. Der AN1 druckte die Fragebögen aus und versandte sie (mit einem Anschreiben) jeweils am Freitag derselben Woche an die Befragten. Der AN 1 war des Weiteren für den Versand der Erinnerungsschreiben (nach drei Wochen an alle Befragten, die Ihre Fragebögen bis dahin noch nicht zurückgeschickt hatten) zuständig.

### **2.1.3 Datenlieferung SP-Befragung 2015 (AN 1 → AN 2)**

Die zur Erzeugung der SP-Fragebögen verwendeten Daten (insbesondere die Ausprägungen der Attribute für die SP-Experimente) wurden beim AN 2 in einer jede Woche aktualisierten elektronischen Datenbank vorgehalten (jeweils eine Datei pro Welle sowie eine Gesamtdatei aller Experimente).

Die Antworten der Befragten auf den zurückerhaltenen Fragebögen wurden durch den AN 1 elektronisch codiert und dem AN 2 wiederum als Text- bzw. ASCII-Datei geliefert. Der AN 2 spielte dann die beiden Datensätze (Ein- und Ausgangsdaten) zusammen, woraus sich der Gesamtdatensatz aller für die Schätzung der Modelle und übrigen Auswertungen notwendigen Informationen ergibt. Diese Schritte wurden mit der Software SPSS durchgeführt, welche eine spätere Datenlieferung in allen gängigen Dateiformaten bzw. als plattformunabhängige Textdateien erlaubt.

## **2.2 Auswahl der Befragten und der RP-Wege**

Die ersten Schritte bei der Erstellung der individualisierten (auf die einzelnen Befragten zugeschnittenen) SP-Experimente sind die Filtrierung der für die Teilnahme in Frage kommenden Befragten sowie die Erzeugung und Auswahl des für die SP-Befragung relevanten Wegs.

### **2.2.1 Auswahl der Befragten**

Zwischen dem 6.4. und dem 18.4. sowie zwischen dem 20.6. und dem 28.9.2015 wurden alle Teilnehmer des MZMV, die über 18 Jahre alt waren, um eine Teilnahme an der SP-Befragung gebeten. Waren die angesprochenen Personen zur Teilnahme bereit und erklärten sich auch mit einer Verknüpfung der Daten aus der SP-Befragung mit den Daten aus ihrem MZMV-Interview einverstanden, kamen sie für die Versendung eines SP-Fragebogens in Betracht.

Unter folgenden Umständen kam es vor, dass im Rahmen des MZMV Personen für die Teilnahme an der SP-Befragung rekrutiert wurden, welche jedoch im Laufe der Datenaufbereitung dann vom weiteren Prozess ausgeschlossen werden mussten:

- Personen, welche nur Rundwege (Start und Ziel am selben Ort) oder sehr kurze Wege (mit gleicher Start- und Zielhaltestelle im ÖV-Routing) berichtet haben: in diesem Fall kann keine ÖV-Alternative geroutet werden, da die Fahrzeit gleich Null wäre und daher keine sinnvolle Variation der Attribute möglich wäre;
- Personen, welche nur Wege mit Verkehrsmitteln zurückgelegt haben, welche für die SP-Befragung nicht relevant sind (z.B. Flugzeug, Taxi);
- Personen, welche nur Wege mit Start und/oder Ziel im Ausland berichtet haben, da diese mit den vorliegenden Modellen nicht geroutet werden können.

Diese Personen wurden aus der endgültigen Bruttostichprobe für die SP-Befragung entfernt.

## 2.2.2 Erzeugung der Wege aus den Etappendaten des MZMV

Um diese Auswahl durchführen zu können, mussten zunächst die durch die Befragten im MZMV berichteten Etappen (Abschnitte eines Wegs, welche mit demselben Verkehrsmittel durchgeführt werden) zu Wegen (Abfolgen von Etappen, an deren Ziel eine Aktivität durchgeführt wird) aggregiert werden. Zu diesem Zweck hat der AN 2 ein spezialisiertes Programm in der Software SPSS erstellt, welches die einzelnen Etappen eines Befragten sukzessive einliest und nach folgender Logik zu Wegen aggregiert:

- 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 (aggregiert in fünf Kategorien: Arbeit, Ausbildung, Einkauf, Nutzfahrt, Freizeit) zugeordnet.

Anders als im vom BFS bei der Aufbereitung der MZMV-Daten verwendeten Verfahren wurde dabei jeweils auch ein neuer Weg begonnen, wenn die davor durchgeführte Aktivität weniger als 60 Minuten dauerte. Dies führt zu realistischeren Experimenten für die Befragten, da die ansonsten stattfindende Aggregation mit der Anrechnung der Dauer der dazwischen liegenden Aktivität an den resultierenden Weg verwirrend wäre. Diese Sonderregelung kommt jedoch nur sehr selten vor, so dass in den allermeisten Fällen die hier erzeugten Wege jenen aus dem MZMV entsprechen sollten.

Wegen mit dem im MZMV codierten Fahrtzweck „Rückkehr nach Hause“ wurde der letzte davor auftretende Zweck zugeordnet.

### 2.2.3 Auswahl des Wegs für die SP-Befragung

Aus den berichteten Wegen der Befragten im MZMV musste jeweils einer ausgewählt werden, auf dessen Grundlage die Experimente für die SP-Befragung erstellt werden sollten. Für die Auswahl des jeweiligen Wegs wurde nach einer festgelegten Heuristik vorgegangen:

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), kam eine rein zufällige Auswahl der Wege nicht in Frage. Diese hätte annähernd die Distanzverteilung der im MZMV berichteten Wege reproduziert und somit zu einer grossen Anzahl kurzer Wege geführt, die im Rahmen der SP-Befragung aber nicht sinnvoll hätten verwendet werden können (siehe auch Abschnitt 5.3).

Ebenfalls weniger von Interesse sind Fusswege (welche erfahrungsgemäss 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*) zwischen den einzelnen Widerstandskomponenten nicht relevant sind.

Ein weiteres Problem ist der sehr geringe Anteil der im MZMV berichteten Ausbildungswege und Nutzfahrten (geschäftliche Wege). Damit für die Schätzung der Entscheidungsmodelle eine genügend grosse Stichprobe für jeden Fahrtzweck vorliegt, wurden bei der Auswahl diese selten berichteten Kategorien proportional übergewichtet bzw. bevorzugt ausgewählt.

Die Befragungsperiode umfasste die Sommerferien im Juli und August. Dies war jedoch angesichts der Strukturierung der Befragung unumgänglich, da ein späterer Start der Hauptbefragung erhebliche Risiken eines verspäteten Projektabschlusses mit sich gebracht hätte. Da damit gerechnet wurde, dass in den Ferienwochen hauptsächlich Wege mit dem Fahrtzweck Ausbildung weniger häufig auftreten würden, wurde dieser Fahrtzweck bei der Auswahl der relevanten Wege insgesamt bevorzugt behandelt, um eine genügend grosse Gesamtstichprobe für die Schätzung fahrtzweckspezifischer Modelle zu erzielen.

Aufgrund dieser Überlegungen wurde das Vorgehen, welches bereits bei der SP-Befragung 2010 zu den gewünschten Ergebnissen (erhöhte Anteile längerer Wege und der genannten Fahrtzwecke) geführt hat, mit leichten Anpassungen beibehalten. Es wurden hierbei Ausbildungswege und Nutzfahrten priorisiert und aus den entsprechenden Wegen jeweils der mit der längsten zurückgelegten Distanz ausgewählt. Die Priorisierung bedeutet dabei, dass wenn der Befragte mindestens einen Ausbildungsweg zurückgelegt hat, der längste Ausbildungsweg ausgewählt wurde. Falls keine Ausbildungswege vorliegen, es jedoch Nutzfahrten unter den

berichteten Wegen gab (und diese beiden Zwecke schliessen sich zumeist gegenseitig aus, da sie in der Regel nicht von denselben Personengruppen zurückgelegt werden), wurde die Nutzfahrt mit der längsten Distanz ausgewählt. Ansonsten wurde der Weg mit der längsten Distanz zur Erstellung der SP-Experimente genutzt.

Insgesamt wurden die folgenden Fahrtzwecke berücksichtigt (in der Reihenfolge ihrer Codierung im SP-Datensatz):

- Arbeit;
- Ausbildung;
- Einkauf (inkl. Besorgungen, Inanspruchnahme von Dienstleistungen, etc.);
- Nutzfahrt (geschäftliche Tätigkeit, Dienstfahrt, Begleitwege);
- Freizeit.

### 2.3 Attributierung der ausgewählten Wege

Um die ausgewählten Wege als Basis für ein SP-Experiment zu verwenden, mussten zunächst die real (d.h. im aktuellen Zustand) existierenden Attribute jedes dieser Wege ermittelt werden. Da das Hauptaugenmerk auf den Verkehrsmittelwahlexperimenten lag, waren hierbei nicht nur die Eigenschaften des tatsächlich zurückgelegten Wegs und des dabei verwendeten Verkehrsmittels, sondern jeweils auch jene der alternativ zur Verfügung stehenden Verkehrsmittel zu ermitteln. Grundlage sind hierbei jeweils die Koordinaten der Start- und Zielorte der aus den MZMV-Daten ermittelten und ausgewählten Wege.

Um konsistente Grundwerte unabhängig vom gewählten Verkehrsmittel zu erhalten, wurde für alle Befragten auf ein einheitliches Verfahren zur Ermittlung dieser Attribute zurückgegriffen. Bei der Erstellung der Datensätze für die SP-Befragung 2015 wurden hierfür zwei unterschiedliche Datenquellen verwendet:

- das TomTom-Navigationsnetz der Schweiz (inkl. Speed-Profiles; Stand 2014), welches in der gemeinsam von der ETH Zürich und der TU Berlin entwickelten agentenbasierten Mikrosimulationssoftware MATSim (*Multi-Agent Transport Simulation*) enthalten ist;
- automatische Abfragen im Online-HAFAS-Fahrplan auf der Webseite der SBB.

Aus diesen Datenquellen wurden die Eigenschaften des MIV- und des ÖV-Wegs für die durch die Befragten berichteten Quell- und Zielbeziehungen ermittelt. Mittlerweile ist MATSim um ein ÖV-Modul erweitert worden und enthält den gesamten HAFAS-Fahrplan (aktueller Stand nach dem Fahrplanwechsel im Dezember 2014) als interne Datenbank. Da die Erfahrungen 2010 gezeigt haben, dass die Abrufe per Internet zum einen relativ langsam (ca. 3 Minuten

pro zu ermittelndem Weg) und zum anderen sehr anfällig auf allfällige Anpassungen der Struktur der Webseite sind (und somit während der Feldphase zu Schwierigkeiten führen könnten), wurde das Routing der Wege in der SP-Befragung 2015 gänzlich in MATSim durchgeführt. Dies führt zu denselben Attributen der Wege, bringt aber beträchtliche Effizienz- und Datensicherheitsgewinne (Reproduzierbarkeit der Ergebnisse) mit sich.

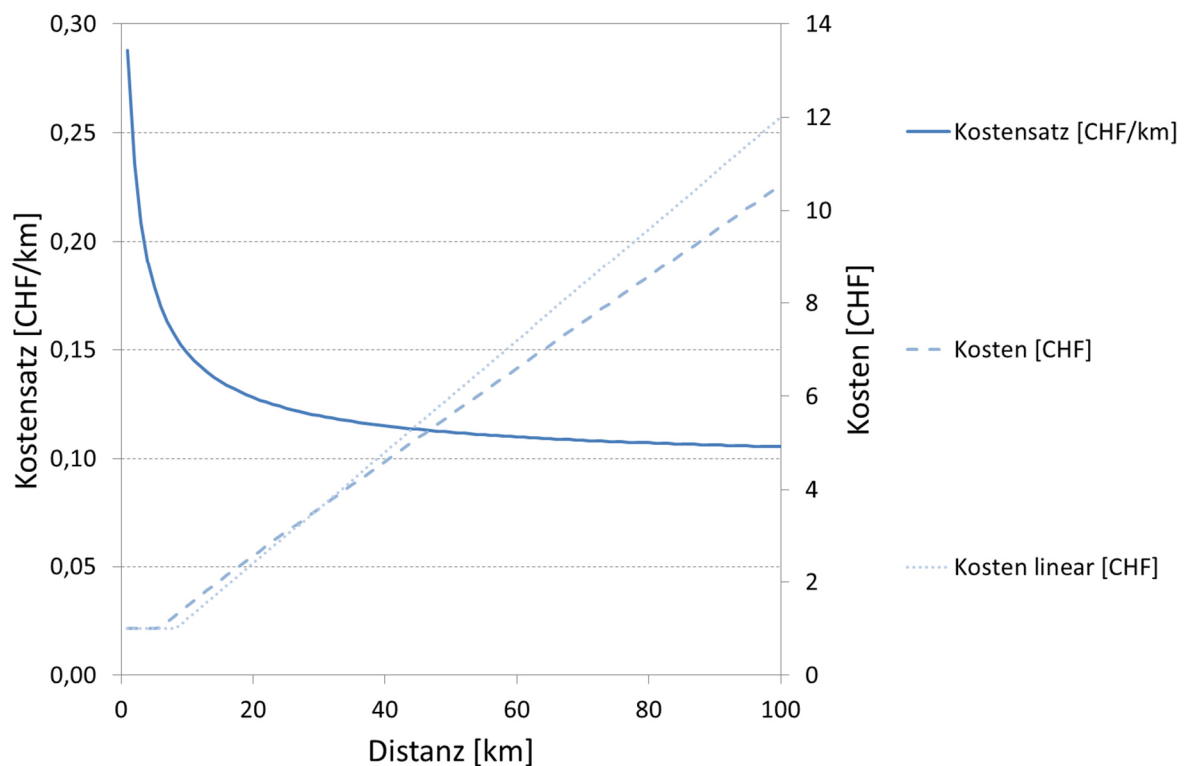
### **2.3.1 MIV**

Im MIV wurden die Attribute Fahrtzeit und Distanz direkt aus dem MATSim-Netz (tageszeitfeines Kurzweg-Routing der berichteten Wege) ausgelesen. Dabei wurde ein Java-Skript verwendet, welches tagszeitabhängige Fahrtzeiten zwischen zwei Punkten (mit Koordinaten eingegeben) im Netz aus dem Modell im Gleichgewichtszustand (Nutzergleichgewicht) berechnet. Die gefahrene Distanz wurde aus der Summe der Längen aller Strecken berechnet, welche für die Route verwendet wurden.

Die Fahrtkosten wurden dann mit einem degressiven Kostensatz ermittelt. Wie bei der SP-Befragung 2010, und unter Verwendung desselben Funktionsverlaufs, wurden hierbei nur die Treibstoffkosten berücksichtigt und tiefere Kilometerkosten für zunehmende Weglängen angesetzt.

Diese Abminderung trägt einerseits dem geringeren Treibstoffverbrauch auf längeren Strecken Rechnung; andererseits wird dadurch die Korrelation zwischen Fahrtzeit und Kosten etwas reduziert und somit eine verbesserte Schätzung der Entscheidungsmodelle ermöglicht. Der Verlauf der Kosten pro Kilometer und der daraus resultierenden Gesamtkosten in Abhängigkeit der Distanz ist, im Vergleich zu einem linearen Verlauf, in Abbildung 1 dargestellt. Das Minimum für die Kosten eines Wegs wurde auf 1.00 CHF festgesetzt.

Abbildung 1 Degressive Treibstoffkosten im MIV



Da die Parkplatzsuchzeit im MZMV nicht enthalten ist und auch im MATSim-Netz keine dementsprechenden Attribute existieren, wurden hier Näherungswerte in Abhängigkeit des Raumtyps des Zielorts sowie des Fahrtzwecks verwendet. Diese Werte wurden aus der SP-Befragung 2010 übernommen. Beim Arbeits- und Wohnort wurde zusätzlich auf die Information aus dem MZMV über das Vorhandensein eines Parkplatzes am entsprechenden Ort zurückgegriffen. Die verwendeten Werte zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1 Parkplatzsuchzeit [min]

Raumtyp des Zielorts	Fahrtzweck / Ziel				
	Pendler	Einkauf	Nutzfahrt	Freizeit	Wohnort
Kernstadt	3 / 1*	5	3	5	3 / 1*
Agglomeration	1 / 1*	2	2	3	1 / 0*
Isolierte Stadt	2 / 1*	3	2	3	2 / 1*
Ländlich	1 / 1*	1	1	1	1 / 0*

\*abhängig von der Parkplatzverfügbarkeit am entsprechenden Ort



### 2.3.2 ÖV

Die Verbindungssuche im ÖV erfolgt wie erwähnt über eine automatisierte Abfrage des in MATSim implementierten HAFAS-Fahrplans. Die Abfrage basiert wie im MIV auf den Start- und Zielkoordinaten des berichteten Wegs. Die Verbindungssuche berücksichtigt die im MZMV 2015 berichtete Abfahrtszeit des Wegs und verwendet jene Verbindung, deren Abfahrtszeit am nächsten an dieser liegt. Es wird ausnahmslos für jeden im Datensatz vorliegenden Weg eine ÖV-Verbindung gesucht; Abbrüche der Suche (aufgrund zu langer Wege, zu vieler Umsteigevorgänge, o.ä.), wie sie bei einer Abfrage über die SBB-Website auftreten würden, kommen hier nicht vor.

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

Die Fahrtkosten wurden abhängig vom Abonnementsbesitz und dem Typ des zurückgelegten Wegs aus der zurückgelegten Distanz im Netz berechnet. Dabei wurden die in Tabelle 2 aufgeführten Kostensätze verwendet. Die Kilometerkosten für GA- bzw. Verbundabonnements-Besitzer basieren auf den Berechnungen von Chalasani (2005) zu gerouteten Wegen des MZMV 2000. Dessen Kostensätze wurden bereits in der SP-Befragung 2010 und in mehreren weiteren Schweizer Studien übernommen (unter anderem in Vrtic *et al.*, 2007; Weis und Axhausen, 2009; Fröhlich *et al.*, 2014; Widmer *et al.*, 2016). Da es seitdem keine weitere Forschung zur angesprochenen Thematik gegeben hat, sind die Werte aus Chalasani (2005) nach wie vor die aktuellste Grundlage für solche Fragestellungen.

Die in der genannten Quelle angegebenen Kostensätze werden aber aufgrund der seither gestiegenen ÖV-Preise hier um 20% erhöht und auf Rappenpreise gerundet. Die Kosten beruhen also auf Annahmen bezüglich der unmittelbaren Kosten des Billetts und der mittleren Kosten des Abonnements pro Kilometer, basierend auf Durchschnittswerten. Zusätzlich wurden für Personen ohne ÖV-Abonnement Mindestkosten von 2.60 CHF pro Weg, entsprechend dem Preis eines Kurzstreckebilletts in der Stadt Zürich, angenommen.

Tabelle 2 Kilometerkosten im ÖV [CHF/km]

Abonnement	Typ des Wegs		
	nur ÖPNV	Bahn & ÖPNV	Bahn ohne ÖPNV
GA	0.10	0.10	0.10
Halbtax	0.18	0.18	0.18
Verbund	0.10	0.18	0.36
Halbtax & Verbund	0.10	0.15	0.18
keines	0.36	0.36	0.36

Die Zu- und Abgangszeiten basieren auf der Distanz zwischen den Start- und Zielkoordinaten und den Koordinaten der Start- und Zielhaltestellen.

Die zur Berechnung des Verbindungstakts berücksichtigten Verbindungen müssen innerhalb einer gewissen Zeitspanne vor und nach der verwendeten Verbindung liegen. Die berücksichtigte Zeitspanne, für welche im Fahrplan nach Verbindungen gesucht wird, beträgt zwei Stunden vor und nach der ausgewählten Verbindung. Verbindungen, welche mehr als 30% länger als die gewählte sind oder mehr als 2 Umsteigevorgänge mehr enthalten, wurden von der weiteren Berechnung ausgeschlossen. Der Takt wird dann per Division der oben genannten Zeitspanne und der Anzahl gefundener Verbindungen berechnet. So wird gewährleistet, dass die Verbindungsfolgezeit einerseits nicht von irrelevanten Verbindungen beeinflusst wird, andererseits immer durch den Mittelwert aller relevanten Verbindungen gegeben ist.

Die Auslastung der Fahrzeuge einer Verbindung wurde je nach Datenlage ermittelt. Für Zugsetappen wurden 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, MoB, MGB und SOB. Die Zuordnung wurde über die in beiden Datensätzen vorhandenen Zugnummern vorgenommen. Die Mittelwertbildung über eine Etappe erfolgte gewichtet nach der Dauer der einzelnen Fahrabschnitte, jene über einen Weg gewichtet nach der Dauer der einzelnen Etappen.

Von den insgesamt 6'099 Wegen, denen für die SP-Befragung mit dem hier beschriebenen Vorgehen Attribute zugespielt wurden, war für 3'455 das ermittelte Hauptverkehrsmittel der ÖV-Alternative die Bahn oder eine S-Bahn. 2'770 dieser Wege (entspricht 80%) konnten aus dem oben erwähnten Datensatz über die Zugnummern Auslastungswerte zugeordnet werden. Die nicht zugeordneten Segmente (20%) betreffen also ausschliesslich Unternehmungen, deren Auslastungsdaten nicht im SBB-Datensatz enthalten sind.

Für die restlichen ÖV-Wege (Bahnen ohne Werte im Datensatz, Tram, Bus, PostAuto etc.) wurden die Auslastungen mit einem vereinfachten Verfahren abhängig von der Tageszeit und dem Raumtyp des Start- bzw. Zielorts imputiert (cf. Tabelle 3). Die Werte wurden aus der SP-Befragung 2010 übernommen.

Tabelle 3    ÖV-Auslastung

Raumtyp des Start-/Zielorts	Tageszeit		
	Stosszeit	Nacht	sonstige
	07:00 – 09:00 16:30 – 18:30	22:00 – 06:00	
Kernstadt	4	1	3
Agglomeration	3	1	2
Isolierte Stadt	3	1	2
Ländlich	2	1	1

### 2.3.3 Langsamverkehr

Für die Bestimmung der Attribute der Langsamverkehrsalternativen (Fuss und Velo) wurde zunächst die Weglänge aus der Luftliniendistanz berechnet und mit dem Faktor 1.2 hochgerechnet. Dann wurde die Geh- bzw. Fahrtzeit berechnet; hierbei wurde für Fusswege eine mittlere Geschwindigkeit von 4.2 km/h und für Fahrten mit dem Velo eine Geschwindigkeit von 12.0 km/h angenommen. Diese Werte entsprechen den Medianen der mit den entsprechenden Modi zurückgelegten Etappen aus dem MZMV 2010. Die so ermittelten Geh- bzw. Fahrtzeiten der Langsamverkehrsalternativen wurde in den SP-Experimenten nicht variiert, da von gleichbleibenden Start- und Zielorten und somit auch von einer unveränderten Topographie ausgegangen wird.

## 2.4 Inhalte der SP-Befragung

Die Inhalte der SP-Befragung, also die in den Experimenten abgefragten Attribute, orientieren sich wie erwähnt bis auf wenige Anpassungen sehr stark an der Durchführung 2010. Sie basieren grösstenteils auf Variationen der oben genannten, für den Weg eines Befragten ermittelten, Attribute.

Seitens des Auftraggebers waren in der Ausschreibung zur SP-Befragung 2015 mehrere Vorschläge zur Anpassung der Befragungsinhalte und deren Ausgestaltung enthalten. Diese

Punkte werden hier erneut aufgegriffen und erläutert, wie sie in die Umsetzung der Befragung eingeflossen sind.

#### **2.4.1 Verlässlichkeit**

Bei der Formulierung des Attributs „Verlässlichkeit“ wurde zusätzlich zum Verspätungsrisiko bzw. deren Wahrscheinlichkeit die Dauer der im Auftretensfall zu erwartenden Verspätung eingeblendet. Diese Dauer wurde an die Länge des zugrundeliegenden Wegs, bzw. an dessen Fahrtzeit, gekoppelt und im Versuchsplan variiert. Die Kombination dieser beiden Attribute (Wahrscheinlichkeit und Betrag der Verspätung) wird auch in den gängigen Nachfragemodellen verwendet. Auf detailliertere Abbildungen, beispielsweise über die Verteilung der Fahrt- oder Ankunftszeiten, wurde aus Gründen der Überlastung der Befragten verzichtet. Diese Verteilungen können in den heute gängigen makroskopischen Verkehrsmodellen nicht abgebildet werden. Solche Experimente wurden aber kürzlich im Rahmen des SVI-Projektes „Einfluss der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme auf das Verkehrsverhalten“ (Fröhlich *et al.*, 2014) durchgeführt, womit ein reichhaltiger Datensatz für die Untersuchung eventuell auftretender entsprechender Fragestellungen vorliegt.

#### **2.4.2 Verkehrsmittelfeine Aufgliederung im ÖV**

Eine detaillierte verkehrsmittelfeine Differenzierung der ÖV-Attribute ist aufgrund der Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten und der daraus resultierenden Komplexität in einem statischen Papierfragebogen nur begrenzt möglich. Für eine umfassende verkehrsmittelabhängige Bewertung müssten für Wege mit mehrmaligem Verkehrsmittelwechsel (z.B. Umsteigen zwischen Bus und Bahn) die Attribute jeder einzelnen Etappe variiert werden, um schlüssige Ergebnisse zu erzielen. Ein solcher Aufbau würde aber einerseits zu einer sehr hohen Befragungslast führen (zu viele durch den Befragten zu betrachtende Variablen) und andererseits wäre die Anzahl verschiedener Fragebogentypen dann nicht mehr handhabbar.

Die gegenwärtigen Verkehrsnachfragemodelle berücksichtigen diese Differenzierung bei der Verkehrsmittelwahl zudem nicht. In den Umlegungsmodellen werden jedoch häufig sogenannte Malus-Faktoren verwendet, um solche Produktpräferenzen abzubilden. Um zu einer verbesserten Schätzung dieser Faktoren zu gelangen, wurde als zusätzliches Attribut bei der ÖV-Routenwahl das Hauptverkehrsmittel (Verkehrsmittel, mit dem der grösste Teil des Wegs zurückgelegt wird) eingebunden. Die Ausprägungen dieses Attributs wurden mit dem Versuchsplan erzeugt und abhängig vom Hauptverkehrsmittel des berichteten Wegs variiert. Die Mechanik umfasst insbesondere in städtischen Netzen Verschiebungen hin zu möglichen be-

stehenden oder neu zu implementierenden Alternativen. Tabelle 4 zeigt den Zuordnungsschlüssel für diese Variationen.

Tabelle 4 Vorgeschlagene Zuordnung der Variable „Hauptverkehrsmittel“

Hauptverkehrsmittel des berichteten Wegs	Mögliche Ausprägungen im Fragebogen
Bus	Bus, Tram
Tram	Bus, Tram
S-Bahn	Bus, Tram, S-Bahn
Bahn (Fernverkehr)	Bahn
PostAuto	PostAuto

Anhand dieser neuen Variablen ist eine Bewertung der verschiedenen ÖV-Verkehrsmittel im Routenwahlmodell, entweder über eine Konstante oder über Interaktionsterme, möglich. Dies sollte zu einer Verbesserung der ÖV-Umlegungsmodelle bzw. der dort zugrundeliegenden Malusfaktoren beitragen.

### 2.4.3 Abfahrts- und Ankunftszeit

Betreffend die Abfahrts- und Ankunftszeit wurde der Vorschlag aus der Ausschreibung aufgenommen, diese Attribute aus den Fragebögen zu streichen. Dies kann mit mehreren Argumenten begründet werden.

Einerseits macht eine Bewertung der Ankunftszeit nur dann Sinn, wenn die durch den Befragten gewünschte Ankunftszeit am Zielort bekannt ist und somit eine verfrühte oder verspätete Ankunft schlüssig definiert werden kann. Dieses Attribut wurde jedoch im MZMV 2015 nicht abgefragt. Auch hier wurden im SVI-Projekt zur Verlässlichkeit (Fröhlich *et al.*, 2014) mit einem eigens konstruierten Befragungsinstrument entsprechende Arbeiten geleistet und zwischen planmässiger und unplanmässiger Verfrühung bzw. Verspätung differenziert.

Andererseits musste aufgrund des Einbezugs der beiden oben erwähnten zusätzlichen Attribute (Verspätungsdauer und Hauptverkehrsmittel) eine Reduktion der erfragten Attribute angestrebt werden, um den Befragungsaufwand wieder auf das Niveau von 2010 zu bringen (welches am oberen Rand des Handhabbaren lag). Zu diesem Zweck bot sich das Streichen der Abfahrts- und Ankunftszeit an, welche in den makroskopischen Modellen zudem nicht abgebildet werden. Zusätzlich wurde aber, zur besseren Übersicht für die Befragten, die Gesamt-reisezeit in die Fragebögen aufgenommen. Diese ergibt sich im ÖV aus der Summe der Fahrt-, Zu- und Abgangs- sowie gegebenenfalls der Umsteigezeit, im MIV (wie in der Ausschreibung vorgeschlagen) aus der Summe der Fahrt- und gegebenenfalls der Parkplatzsuchzeit.

#### **2.4.4 Anzahl Zwischenhalte**

Ebenfalls im Interesse der Reduktion des Aufwandes für die Beantwortung wurde auch der Vorschlag des Auftraggebers umgesetzt, die Anzahl Zwischenhalte als Attribut zu streichen. In der SP 2010 bezeichnete eine grosse Mehrheit der Befragten (ca. 80%) diese Variable als unwichtig bei der Entscheidungsfindung. Das Attribut erwies sich dementsprechend auch in den Entscheidungsmodellen als statistisch nicht signifikant und der Parameter zeigte keinen nennenswerten Effekt. Zudem wird es auch in der Praxis bei den heute angewandten Verkehrsmodellen nicht verwendet.

#### **2.4.5 Strassengebühren / -maut**

Die Nomenklatur des Strassengebühren-Attributs wurde in der SP-Befragung 2015 nach eingehenden Absprachen mit dem Auftraggeber und der Begleitgruppe vorgenommen. Es wurde sich darauf geeinigt, den Ausdruck *Strassenbenutzungsabgabe* zu verwenden.

#### **2.4.6 Auslastung**

Wie bereits bei der SP-Befragung 2010 wurden die Auslastungszustände im ÖV den Befragten anhand von Abbildungen veranschaulicht (4 Stufen). Diese sind in Abbildung 2 gezeigt.

#### **2.4.7 Ausgestaltung**

Nachdem die gegenüber der SP-Befragung 2010 vorzunehmenden Änderungen an den Befragungsinstrumenten diskutiert und bewertet wurden, wird in Abbildung 3 ein Beispiel für eine Entscheidungssituation zwischen MIV und ÖV gezeigt, wie sie im verwendeten Instrumentarium zur Anwendung kam. Hier sind alle in Frage kommenden Attribute eingeblendet; ein Teil davon wurde in den endgültigen Fragebögen aber nicht angezeigt oder nicht variiert, da die Attribute aufgeteilt wurden; siehe dazu auch die nachfolgenden Erläuterungen. Ein Beispiel eines vollständigen Fragebogens ist in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 2 Veranschaulichung der Auslastungszustände im ÖV

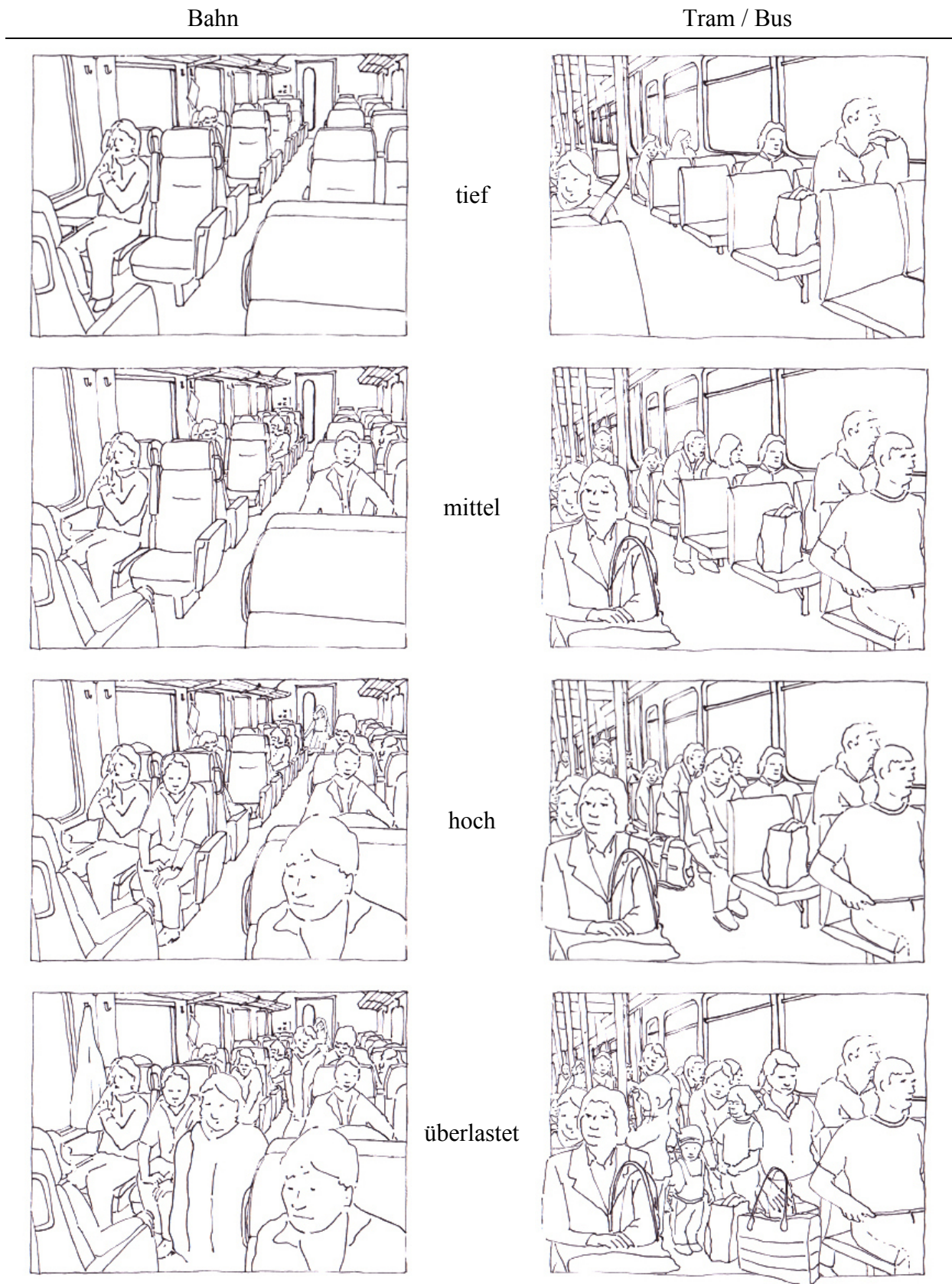


Abbildung 3 Beispielhaftes Layout einer Entscheidungssituation, in der alle verwendeten Attribute berücksichtigt sind (Verkehrsmittelwahl MIV vs. ÖV)

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Gesamtzeit	20 min	Gesamtzeit	24 min
Fahrtzeit	16 min	im Fahrzeug	18 min
Parkplatzsuchzeit	4 min	zu / von Haltestelle	6 min
Kosten Treibstoff	1.50 CHF	Billettpreis	2.30 CHF
Strassenbenutzungsabgabe	1.20 CHF	Umsteigen	1 Mal
Kosten Parkplatz	2.00 CHF	Auslastung	tief
Verspätung	jede 10. Fahrt	Verspätung	jede 5. Fahrt
Verspätungsdauer	2 min	Verspätungsdauer	5 min
		Eine Verbindung alle	15 min

← Ihre Wahl →

#### 2.4.8 Individualisierung der Entscheidungssituationen

Wie oben erwähnt entschied die individuelle Situation jedes Befragten bzw. dessen berichtetes Verkehrsverhalten darüber, ob und welche SP-Entscheidungssituationen ihm vorgelegt wurden. Grob lassen sich die Experimente in 3 Gruppen (mit 4 Untertypen bei der Verkehrsmittelwahl) aufteilen:

- Verkehrsmittelwahl (SP 1):
  - zu Fuss / Velo / ÖV;
  - zu Fuss / MIV / ÖV;
  - Velo / MIV / ÖV;
  - MIV / ÖV;
- Routenwahl MIV (SP 2);
- Routenwahl ÖV (SP 3).

Da die Anzahl der in den Fragebögen variierten Attribute insgesamt recht hoch ist, wären die Befragten bei der Beantwortung der Situationen überfordert gewesen, wenn diese Attribute alle gleichzeitig variiert worden wären. Um dieser Gefahr vorzubeugen, wurde jeweils nur ein Teil der Attribute variiert und die übrigen Werte fix gelassen bzw. nicht angezeigt. Es wurden dabei zwei Attributsätze gebildet, da dies die Anzahl zu verarbeitender Variablen auf ein gangbares Niveau senkt. Die Aufteilung der Attribute auf die beiden Sätze folgt deren Zusammenspiel. So wurde im MIV ein Block mit Attributen zur Verlässlichkeit und einer mit



Variablen zur Parkierung gebildet; im ÖV beinhaltet der eine Satz ebenfalls Variablen zur Verlässlichkeit, der andere solche zum Bedienungshäufigkeit und -dichte.

Ein Grundstock an wichtigen Variablen (Fahrzeit, Kosten etc.) wurde in beiden Attributsätzen beibehalten und immer variiert. Diese Attribute bilden die Grundlage für die gemeinsame Schätzung von Entscheidungsmodellen aus beiden Attributsätzen, bei welchen die Bewertung aller Attribute jeweils in Relation zu diesen Variablen erfolgt.

Dieses Vorgehen hat sich bei der Durchführung der SP-Befragung 2010 bewährt. Tabelle 5 zeigt die in den SP-Experimenten zur Verkehrsmittelwahl verwendeten Variablen und deren Zuordnung zu den beiden Attributsätzen (Nr. 1 bzw. 2). Die Fahrzeit und die Kosten, sowie die Anzahl Umsteigevorgänge wurden hier als gemeinsame Grundlage verwendet und in allen Experimenten variiert.

Tabelle 5 Aufteilung der Attribute: Verkehrsmittelwahl

Attribut	Attributsatz 1		Attributsatz 2	
	MIV	ÖV	MIV	ÖV
Gesamtzeit	x	x	x	x
Fahrzeit	x	x	x	x
Parksuchzeit			x	
Zu- und Abgangszeit				x
Fahrtkosten	x	x	x	x
Maut	x		x	
Parkkosten			x	
Umsteigen		x		x
Takt		x		
Auslastung				x
Verspätungsdauer	x	x		
Verspätungsrisiko	x	x		

Bei der MIV-Routenwahl (Tabelle 6) ist eine Aufteilung nicht notwendig, da hier nur 3 Attribute variiert wurden. Bei der ÖV-Routenwahl (Tabelle 6) wurde zusätzlich das Hauptverkehrsmittel als Grundvariable verwendet.

Das Attribut „Gesamtzeit“ ergibt sich bei beiden Verkehrsmitteln aus der Summe ihrer Komponenten und wird zur Verbesserung der Übersichtlichkeit der Entscheidungssituationen angezeigt. Dieses Vorgehen hat sich unter anderem in Axhausen *et al.* (2014) bewährt.

Tabelle 6 Aufteilung der Attribute: Routenwahl

Attribut	MIV	ÖV	
		Attributsatz 1	Attributsatz 2
Hauptverkehrsmittel		x	x
Gesamtzeit		x	x
Fahrtzeit	x	x	x
Zu- und Abgangszeit		x	
Fahrtkosten	x	x	x
Maut	x		
Umsteigen			x
Umsteigewartezeit			x
Takt		x	
Auslastung		x	

Durch diese Aufteilung verdoppelt sich die Anzahl der oben aufgelisteten Experimenttypen nochmals (ausser bei der MIV-Routenwahl). Somit entstehen 11 verschiedene Experimenttypen, von welchen den Befragten je nach berichtetem Verhalten verschiedene Kombinationen zugeteilt wurden.

Welche der Kombinationen einer befragten Person zugeteilt wurde, wurde durch die folgenden Eigenschaften der Befragten und derer Wege bestimmt:

- Verfügbarkeit eines Personenwagens (PW);
- Länge des berichteten Wegs (unter oder über 10 km);
- Verkehrsmittel des berichteten Wegs.

Die Auswahl des zu verwendenden Attributsatzes (und gegebenenfalls des verfügbaren Langsamverkehrsmittels) erfolgte zufällig, so dass für jede Kombinationsmöglichkeit ca. 50% der Befragten den Attributsatz 1 und 50% den Attributsatz 2 zugeteilt bekommen haben und somit eine ausreichend grosse Stichprobe für die Bewertung sämtlicher Attribute vorliegt.

Aus den verschiedenen genannten Kombinationen entstehen schliesslich 22 verschiedene Fragebogentypen, welche in je drei Sprachen angeboten wurden. Insgesamt waren also 66 Fragebögen zu erstellen und in jeder Welle gemäss dem oben beschriebenen Vorgehen abzuarbeiten. Tabelle 7 zeigt die Aufschlüsselung dieser Typen, bedingt durch das Zusammenspiel der bestimmenden Grössen. Beispielsweise erhielt eine befragte Person, welche einen PW verfügbar und einen kurzen Weg (< 10 km) mit dem Velo zurückgelegt hat, ein Verkehrsmittelwahl-Experiment mit den Alternativen Velo, MIV und ÖV, aber kein Routenwahl-

Experiment zugeteilt. Routenwahl-Experimente gibt es nur für den MIV und den ÖV. Diese wurden jeweils nur zugeteilt, wenn der berichtete Weg mit dem entsprechenden Verkehrsmittel zurückgelegt wurde. Je nach Zufallsauswahl des Attributsatzes ergibt dies also den Fragebogentypen 9 oder 10.

In der Regel erhielt jeder Befragte also je ein Verkehrsmittel- und ein Routenwahlexperiment; diese Experimente wurden den Befragten je in acht verschiedenen Ausführungen (Attributkombinationen aus dem Versuchsplan) präsentiert. Sonderfälle sind wie folgt gegeben:

- wenn der berichtete Weg mit dem Langsamverkehr (zu Fuss oder Velo) zurückgelegt wurde: dann erhielt die betreffende Person nur ein Verkehrsmittelwahlexperiment, da keine Langsamverkehrs-Routenwahlexperimente vorgesehen waren;
- wenn eine Person ohne PW einen langen Weg mit dem ÖV berichtet hat: dann erhielt die betreffende Person nur ein ÖV-Routenwahlexperiment, da es neben dem ÖV kein alternatives Verkehrsmittel gibt, mit welchem der Weg sinnvollerweise zurückgelegt werden könnte.

Die Fragebogentypen 1 und 2 wurden für Befragte ohne PW mit berichteten Wegen sowohl zu Fuss als auch mit dem Velo verwendet, weshalb diese beiden Typen in der Tabelle doppelt auftauchen.

Tabelle 7 Fragebogentypen

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

## 2.5 Versuchspläne

Einer der grossen Vorteile einer SP-Befragung ist es, Reaktionen auf Kombinationen von Werten der Attribute der Alternativen zu erhalten, welche in der Realität nicht vorliegen und nur in einem experimentellen Umfeld erfragt werden können. Die Ermittlung dieser Reaktionen basiert auf sogenannten *Trade-Offs* (Abwägungen) zwischen den Variablen, welche in einer Entscheidungssituation zur Beschreibung der Alternativen verwendet werden. Der einfachste Fall wäre die Entscheidung zwischen einer billigeren, aber langsameren, und einer teureren, aber schnelleren, Alternative.

Um nicht nur zwei, sondern eine ganze Bandbreite an Variablen, abfragen zu können und dabei ein Maximum an Informationen zu gewinnen, welche bei der Modellierung des Verkehrsverhaltens eingesetzt werden können, werden sogenannte Versuchspläne verwendet. Aus diesen kann herausgelesen werden, welcher Wert für die jeweiligen Variablen in einer Entscheidungssituation eingesetzt werden muss. Die Versuchspläne wurden automatisch erzeugt (hier als sogenannte effiziente Versuchspläne mit der Software Ngene; Rose *et al.*, 2008) und so generiert, dass sie die notwendigen Informationen für die Schätzung schlüssiger Entscheidungsmodelle liefern. Die Werte der Attribute wurden dabei jeweils auf Grundlage des RP-Wegs erzeugt; hier kommt wiederum die Personalisierung des Fragebogens für jeden Befragten zur Geltung.

Die Ausprägungen für ein SP-Experiment sollten so definiert werden, dass die Abbildung des heutigen Verkehrsverhaltens möglich ist. Gleichzeitig werden durch die Festlegung der Variationen die Reaktionen auf die Angebotsveränderungen erfasst und dadurch die Anwendbarkeit der Modellparameter für Prognosen sichergestellt. 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 Langsamverkehrs-Alternativen wurde verzichtet.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen für die Verkehrsmittelwahl (SP 1; Tabelle 8), die MIV-Routenwahl (SP 2; Tabelle 9) sowie die ÖV-Routenwahl (SP 3; Tabelle 10) die Variation der Attribute, welche für die SP-Experimente im Pretest verwendet wurden. Die Variationen wurden hier teilweise etwas anders gewählt, als dies in der SP-Befragung 2010 der Fall war; die entsprechenden Ausprägungen sind in den Tabellen **fett gedruckt**. Dies erlaubt insbesondere die Abdeckung etwas grösserer Bandbreiten der erhobenen Attribute, ohne jedoch zu weit von einer realitätsnahen Situation abzuweichen. Insbesondere bei Wegekompenten mit im Vergleich zum Gesamtweg eher tiefen absoluten Werten (Fusswege zum Parkplatz oder der Haltestelle, Parkplatzkosten, Verspätungsdauer) wurde hier mit etwas höheren relativen Variatio-

nen gearbeitet, um diese Veränderungen im Gesamtkontext spürbar zu behalten und zu verhindern, dass sie durch die Befragten vernachlässigt würden. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den beiden Befragungen, bzw. die Kombination derer Datensätze für eine eventuelle spätere gemeinsame Schätzung von Entscheidungsmodellen, wird durch diese Anpassungen nicht beeinträchtigt.

Analog zur SP-Befragung 2010 wurden bei der Fahrtzeit sowohl im MIV und ÖV keine gleichbleibenden Werte ( $\pm 0\%$ ) einbezogen, um im Zusammenspiel mit den RP-Beobachtungen eine grösstmögliche Variation der Werte in diesem wichtigen Attribut sicherzustellen. Diese ist für die Schätzung signifikanter Modellparameter von zentraler Bedeutung.

Tabelle 8 Attributsvariationen Verkehrsmittelwahl (SP 1)

Alternative	Attribut	Ausprägungen
MIV	Fahrtzeit	Ist -30% / -10% / +30%
	Parkplatzsuchzeit	Ist -50% / $\pm 0\%$ / +50%
	Treibstoffkosten	Ist -25% / +25% / +50%
	Strassenbenutzungsabgabe	<b>50% / 100% / 200%</b> von -0.06 CHF/km
	Parkkosten	0.- / 2.- / 5.- CHF
	Verspätungsrisiko	<b>10% / 20% / 30%</b>
	Verspätungsdauer	<b>50% / 100% / 150%</b> von <b>0.1 x Fahrtzeit</b> <b>(max. 30 min)</b>
-----		
ÖV	Fahrtzeit im Fahrzeug	Ist -30% / -10% / +30%
	Zu- und Abgangszeit	Ist -50% / $\pm 0\%$ / +50%
	Fahrtkosten	Ist -10% / +20% / +30%
	Umsteigen	Ist -1 / $\pm 0$ / +1
	Takt	Ist -1 / $\pm 0$ / +1 Stufe*
	Auslastung	Ist -1 / $\pm 0$ / +1 Stufe**
	Verspätungsrisiko	<b>10% / 20% / 30%</b>
Verspätungsdauer	<b>50% / 100% / 150%</b> von <b>0.1 x Fahrtzeit</b> <b>(max. 30 min)</b>	

\*Taktstufen: 5, 7, 10, 15, 20, 30, 60, 90, 120 min

\*\*Auslastungsstufen: tief / mittel / hoch / überlastet (cf. Abschnitt 2.4.6)

Tabelle 9 Attributsvariationen Routenwahl MIV (SP 2)

Alternative	Attribut	Ausprägungen
Route 1 / 2	Fahrtzeit	Ist -30% / <b>-10%</b> / +30%
	Treibstoffkosten	Ist -25% / +25% / +50%
	Strassenbenutzungsabgabe	<b>50% / 100% / 200%</b> von -.06 CHF/km

\*Taktstufen: 5, 7, 10, 15, 20, 30, 60, 90, 120 min

\*\*Auslastungsstufen: tief / mittel / hoch / überlastet (cf. Abschnitt 2.4.6)

Tabelle 10 Attributsvariationen Routenwahl ÖV (SP 3)

Alternative	Attribut	Ausprägungen
Route 1 / 2	Hauptverkehrsmittel	<b>Ist -1 / ±0 / +1 Stufe*</b>
	Fahrtzeit im Fahrzeug	Ist -30% / -10% / <b>+30%</b>
	Zu- und Abgangszeit	Ist <b>-50%</b> / ±0% / +50%
	Fahrtkosten	Ist <b>-25%</b> / +25% / +50%
	Umsteigen	Ist -1 / ±0 / +1
	Umsteigewartezeit	Ist <b>-50%</b> / ±0% / +50%
	Takt	Ist -1 / ±0 / +1 Stufe**
	Auslastung	Ist -1 / ±0 / +1 Stufe***

\*Hauptverkehrsmittel-, „Stufen“: cf. Abschnitt 2.4.2

\*\*Taktstufen: 5, 7, 10, 15, 20, 30, 60, 90, 120 min

\*\*\*Auslastungsstufen: tief / mittel / hoch / überlastet (cf. Abschnitt 2.4.6)

## **3 Durchführung der Befragung**

### **3.1 Allgemeiner Ablauf**

Der Ablauf der Befragung konnte wie beschrieben grösstenteils aus dem Jahr 2010 übernommen werden. Es wurden zwei Pretest-Wellen und 14 Erhebungswochen für die Hauptbefragung durchgeführt.

Eine Übersicht des bei der Durchführung der Befragung verfolgten Zeitplans ist aus Tabelle 11 ersichtlich. Bis Ende 2014 wurden vorbereitende inhaltliche Arbeiten durchgeführt. Diese Inhalte wurden bis zum Beginn der Pretest-Feldarbeit im April 2015 weiter ausgearbeitet und dienten als Grundlage für die ersten Befragungswochen.

Nach der Definition der Versuchsanlage (siehe vorangegangenes Kapitel) erfolgte die Durchführung der Feldarbeit zur SP-Befragung. Diese wurde in 2 Phasen durchgeführt. Die zwei Wellen des Pretests dauerten inklusive Datenaufbereitung und -auswertung (deskriptive Statistik und erste Testmodelle) bis Ende Mai. Der Juni stand dann für eine Sitzung und daraus hervorgehende letzte Änderungen an den Befragungsinstrumenten zur Verfügung, bevor Ende Juni die Feldarbeit für die Hauptbefragung startete. Deren 14 Wellen wurden Ende Oktober 2015 abgeschlossen. Der endgültige Rohdatensatz mit allen codierten Beobachtungen stand dem AN 2 dann im November 2015 zur Verfügung. Der Rest des Jahres 2015 sowie die erste Hälfte des Jahres 2016 wurden für die Detailaufbereitung, die Auswertung der Daten, die Schätzung der Testmodelle sowie die Erstellung des Schlussberichts verwendet.

Der detaillierte Zeitplan für das Projekt, inklusive der Termine für die Fertigstellung des Zwischen- und Schlussberichtes sowie für die Sitzungen, ist in Anhang 1 dargestellt.



Tabelle 11 Grober Zeitplan

Arbeitsschritt	Durchführung	Zeitpunkt
Rekrutierung Pretest	LINK	08.04. – 17.04.
1. Datenlieferung MZMV Pretest	LINK → TO	14.04.
1. FB-Lieferung SP Pretest	TO → LINK	16.04.
1. Druck & Versand SP Pretest	LINK	17.04.
2. Datenlieferung MZMV Pretest	LINK → TO	21.04.
2. FB-Lieferung SP Pretest	TO → LINK	23.04.
2. Druck & Versand SP Pretest	LINK	24.04.
1. Mahnung Pretest	LINK	08.05.
1. Datenlieferung Pretest	LINK → TO	11.05.
2. Mahnung Pretest	LINK	13.05.
2. Datenlieferung Pretest	LINK → TO	18.05.
3. Datenlieferung Pretest	LINK → TO	29.05.
-----		
Entscheid Anpassungen	ARE	bis 05.06.
Umsetzung Anpassungen	LINK / TO	bis 19.06.
-----		
Rekrutierung Hauptstudie	LINK	22.06. – 26.09.
1. Datenlieferung MZMV	LINK → TO	30.06.
1. FB-Lieferung SP	TO → LINK	02.07.
1. Druck & Versand SP	LINK	03.07.
1. Mahnung	LINK	24.07.
1. Datenlieferung	LINK → TO	27.07.
14. Datenlieferung MZMV	LINK → TO	29.09.
14. FB-Lieferung SP	TO → LINK	01.10.
14. Druck & Versand SP	LINK	02.10.
14. Mahnung	LINK	22.10.
14. Datenlieferung	LINK → TO	13.11.

Aufgrund der Vielzahl an Austauschprozessen zwischen dem MZMV und der SP-Befragung (bzw. zwischen AN 1 und AN 2) und der dadurch entstehenden Komplexität der Arbeitsabläufe musste das genaue Vorgehen bei der Durchführung der Befragung vorgängig definiert und festgelegt werden. Hierbei war neben dem Gesamtzeitplan insbesondere der Ablauf der einzelnen Befragungswellen ein zentraler Punkt.

Der Ablauf einer Befragungswelle wird hier kurz skizziert:

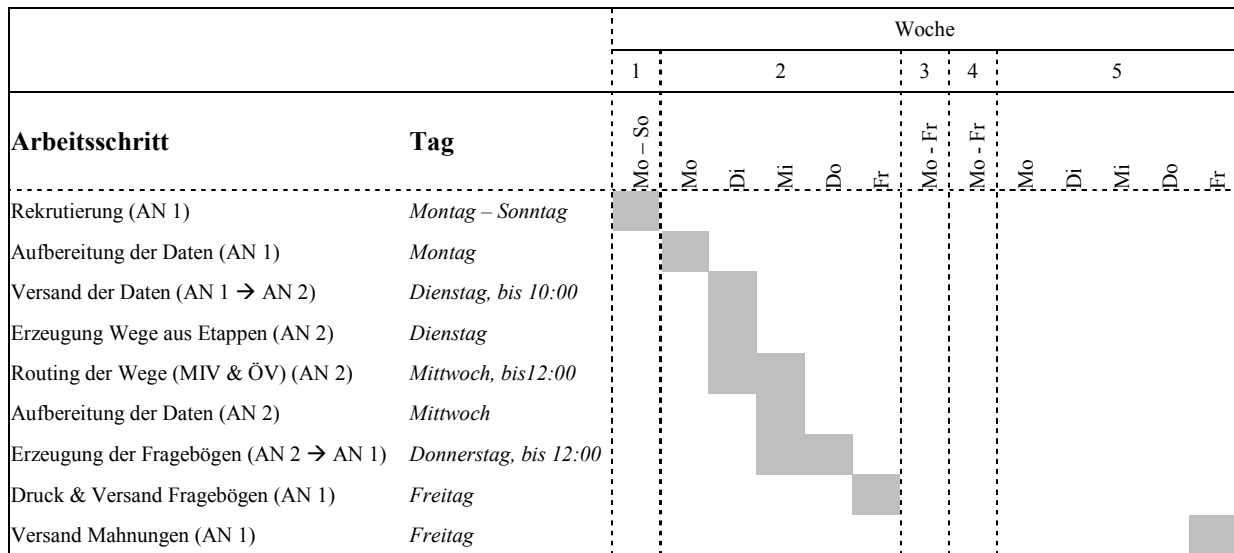
- **Rekrutierung** der zu befragenden Personen durch das LINK-Befragungsinstitut (AN 1);
- **Übermittlung** der relevanten (anonymisierten) Daten (Haushalte, Personen, Etappen) an die TransOptima GmbH (AN 2);
- **Erzeugung** der für die SP-Befragung relevanten Wege aus den berichteten Etappen (allfällige Aggregation mehrerer Etappen zu einem Weg);
- **Auswahl** des für die SP-Befragung zu verwendenden Wegs (Bevorzugung von Ausbildungs- und Geschäftswegen sowie von Wegen mit langen Distanzen, da diese im MZMV am seltensten auftreten und somit die Schätzung von fahrtzweckspezifischen Modellen in diesem Segment kritisch wäre);
- **Routing** der Wege (Erzeugung der Attribute der Verkehrsmittelalternativen im Ist-Zustand);
- **Aufbereitung der Daten** für die Verwendung in den Fragebögen (Zusammenfügen von MZMV-Daten, gerouteten Alternativen und Versuchsplänen sowie Berechnung der Attribute der Alternativen in den SP-Experimenten);
- **Verknüpfung** von Word-Serienbriefen mit den erstellten Daten (ein Dokument pro Fragebogentyp und Sprache) und **Erstellung von Einzeldokumenten** (eine Datei pro befragter Person) im PDF-Format;
- **Versand** der PDF-Dateien an AN 1;
- **Druck** der Fragebögen und **Versand an die Befragten** durch AN 1;
- allfällige **Mahnung** der Befragten durch AN 1 (nach 3 Wochen ohne Beantwortung);
- **Codierung** der Daten aus den zurückerhaltenen Fragebögen durch AN 1;
- **Versand** der Daten durch AN 1 an AN 2;
- **Aufbereitung und Auswertung** der Daten durch AN 2.

Die Dauer einer Befragungswelle betrug nach diesem Muster, vom Eingang der Daten der rekrutierten Personen beim AN 2 bis zum Vorliegen der codierten und aufbereiteten Daten, ca. fünf Wochen. Abbildung 4 zeigt den zeitlichen Ablauf einer Befragungswelle. In der ersten Woche wurden die Befragten aus dem MZMV rekrutiert. Während der zweiten Woche wurden die RP-Daten aufbereitet und die Fragebögen erzeugt und versandt; dann wurde 3 Wochen (also bis ca. Ende der fünften Woche) abgewartet, bis die Mahnungen verschickt wurden.

Ca. zehn Tage nach dem Versand der Mahnungen lagen dann die codierten Befragungsdaten zur jeweiligen Welle vor. Diese wurden in regelmässigen Abständen (alle drei bis vier Wochen) durch den AN 1 an den AN 2 übergeben und dann durch Letzteren ausgewertet. Allfäll-

lige Nachzügler (Eingang des Fragebogens nach dem Ende der dritten Woche ab Versand) wurden jeweils mit den Fragebögen der darauffolgenden Welle codiert.

Abbildung 4 Zeitlicher Ablauf einer Befragungswelle



### 3.2 Pretest

Der Pretest zur SP-Befragung wurde wie im Zeitplan vorgesehen in zwei Wellen im April 2015 durchgeführt. Dessen Zwecke umfassen:

- die Erprobung der Arbeitsabläufe;
- die Validierung der Datenqualität;
- die Schätzung erster Testmodelle zur groben Plausibilisierung der Ergebnisse;
- die Evaluation allfälliger Anpassungen in den Versuchsplänen.

Im Pretest wurden 918 Befragte aus dem MZMV für die Teilnahme an der SP-Befragung rekrutiert; für 723 davon konnte ein Fragebogen erstellt und versandt werden. Die Differenz zwischen rekrutierten und in der Stichprobe verbliebenen Teilnehmern ergibt sich aus verschiedenen Ausschlussgründen, namentlich:

- Die Person hat nur Rundwege (mit gleichem Start und Ziel) zurückgelegt, zu welchen keine Verkehrsmittelalternativen zugespielt werden und somit keine SP-Experimente erstellt werden können. Dies betrifft ca. 30% der ausgeschlossenen Teilnehmer.
- Die Person hat nur Wege mit für die SP-Befragung nicht relevanten Verkehrsmitteln (Flugzeug, Motorrad, etc.) durchgeführt. Dies betrifft ca. 10% der ausgeschlossenen Teilnehmer.

- Die Person hat nur Wege im Ausland zurückgelegt, für welche keine Verkehrsmittel-Alternativen zugespielt werden konnten und welche für die SP-Befragung nicht relevant sind. Dies betrifft ca. 5% der ausgeschlossenen Teilnehmer.
- Die Person hat nur Wege mit Fahrtzwecken zurückgelegt, welche für die SP-Befragung nicht relevant sind-. Dies betrifft ca. 5% der ausgeschlossenen Teilnehmer.
- Für den durch die Person mit dem Langsamverkehr oder mit dem Auto zurückgelegten und ausgewählten Weg konnte keine ÖV-Alternative ermittelt werden (zu kurze Wege, keine Verbindung im Fahrplan, etc.), so dass kein SP-Experiment erstellt werden konnte. Dies betrifft ca. 50% der ausgeschlossenen Teilnehmer.

548 Befragte schickten den Fragebogen zurück, was einem sehr zufriedenstellenden Rücklauf von 75.8% entspricht (siehe auch Abschnitt 5.1). Die Auswertung der Pretest-Daten ergab, dass die gewünschte Repräsentativität der Daten sowie die angestrebten Verteilungen der Fahrtzwecke und Weglängen eingehalten werden konnten. Bei der weiteren Datenanalyse wurde allerdings festgestellt, dass in den SP-Experimenten zur Verkehrsmittelwahl, und insbesondere bei MIV-Wegen, ein relativ hoher Anteil an sogenannten *Non-Traders* (siehe auch Abschnitt 5.5) enthalten war. Um diesem Umstand etwas entgegenzuwirken, wurden die im nachfolgenden Abschnitt beschriebenen Änderungen am Versuchsplan beschlossen.

### 3.3 Anpassungen im Anschluss an den Pretest

Tabelle 12 zeigt für die Verkehrsmittelwahl die Variation der Attribute, welche für die SP-Experimente in der Hauptbefragung verwendet wurden. Es wurden gegenüber dem Pretest leichte Anpassungen an der Attributierung der Fahrt- und Suchzeit im MIV vorgenommen; diese sind in der Tabelle **fett gedruckt**. Die Versuchspläne für die Routenwahlexperimente, welche in (Tabelle 13 und Tabelle 14) wurden hingegen vollständig unverändert aus dem Pretest übernommen.

Tabelle 12 Attributsvariationen Verkehrsmittelwahl (SP 1)

Alternative	Attribut	Ausprägungen
MIV	Fahrtzeit	<b>Ist -20% / -10% / +30%</b>
	Parkplatzsuchzeit	<b>Ist -25% / +25% / +50%</b>
	Treibstoffkosten	Ist -25% / +25% / +50%
	Strassenbenutzungsabgabe	50% / 100% / 200% von -.06 CHF/km
	Parkkosten	0.- / 2.- / 5.- CHF
	Verspätungsrisiko	10% / 20% / 30%
	Verspätungsdauer	50% / 100% / 150% von 0.1 x Fahrtzeit (max. 30 min)
-----		
ÖV	Fahrtzeit im Fahrzeug	Ist -30% / -10% / +30%
	Zu- und Abgangszeit	Ist -50% / ±0% / +50%
	Fahrtkosten	Ist -10% / +25% / +50%
	Umsteigen	Ist -1 / ±0 / +1
	Takt	Ist -1 / ±0 / +1 Stufe*
	Auslastung	Ist -1 / ±0 / +1 Stufe**
	Verspätungsrisiko	10% / 20% / 30%
	Verspätungsdauer	50% / 100% / 150% von 0.1 x Fahrtzeit (max. 30 min)

\*Taktstufen: 5, 7, 10, 15, 20, 30, 60, 90, 120 min

\*\*Auslastungsstufen: tief / mittel / hoch / überlastet (cf. Abschnitt 2.4.6)

Tabelle 13 Attributsvariationen Routenwahl MIV (SP 2)

Alternative	Attribut	Ausprägungen
Route 1 / 2	Fahrtzeit	Ist -30% / -10% / +30%
	Treibstoffkosten	Ist -25% / +25% / +50%
	Strassenbenutzungsabgabe	50% / 100% / 200% von -.06 CHF/km

\*Taktstufen: 5, 7, 10, 15, 20, 30, 60, 90, 120 min

\*\*Auslastungsstufen: tief / mittel / hoch / überlastet (cf. Abschnitt 2.4.6)

Tabelle 14 Attributsvariationen Routenwahl ÖV (SP 3)

Alternative	Attribut	Ausprägungen
Route 1 / 2	Hauptverkehrsmittel	Ist -1 / ±0 / +1 Stufe*
	Fahrtzeit im Fahrzeug	Ist -30% / -10% / +30%
	Zu- und Abgangszeit	Ist -50% / ±0% / +50%
	Fahrtkosten	Ist -10% / +25% / +50%
	Umsteigen	Ist -1 / ±0 / +1
	Umsteigewartezeit	Ist -50% / ±0% / +50%
	Takt	Ist -1 / ±0 / +1 Stufe**
	Auslastung	Ist -1 / ±0 / +1 Stufe***

\*Hauptverkehrsmittel-, „Stufen“: cf. Abschnitt 2.4.2

\*\*Taktstufen: 5, 7, 10, 15, 20, 30, 60, 90, 120 min

\*\*\*Auslastungsstufen: tief / mittel / hoch / überlastet (cf. Abschnitt 2.4.6)

Im Nachgang des Pretests wurde die Verständlichkeit des Erhebungsinstruments, die Datenkodierung durch den AN 1 und der Anteil an Non-Tradern durch das ARE und den AN 2 vertiefend analysiert. Daraus resultierten kleinere sprachliche Anpassungen in der französischen und italienischen Version der Anschreiben und des Erhebungsinstruments und die oben genannten Anpassungen des Versuchsplans. Aufgrund der hohen Datenqualität des Pretests und der geringen Änderungen zwischen Pretest und Haupterhebung wurde entschieden, alle Beobachtungen des Pretests als gültige Rückmeldungen in die Haupterhebung zu übernehmen.

### 3.4 Haupterhebung

Die Haupterhebung zur SP-Befragung wurde wie im Zeitplan vorgesehen in 14 Wellen zwischen Juli und Oktober 2015 durchgeführt. Dabei wurden 6'894 Befragte aus dem MZMV für die Teilnahme an der SP-Befragung rekrutiert; für 5'376 davon konnte ein Fragebogen erstellt und versandt werden. 4'145 Befragte schickten den Fragebogen zurück, was einem Rücklauf von 77.1% entspricht. Der Rücklauf wurde also gegenüber dem Pretest leicht gesteigert.

## 4 Datenerfassung und -aufbereitung

Die Angaben in den von den Befragten zurückgeschickten Fragebögen (ausgewählte Verkehrsmittel- oder Routenalternative sowie Angaben zu den „unwichtigen“ Attributen) wurden durch den AN 1 elektronisch erfasst und anschliessend zur weiteren Verarbeitung an den AN 2 übermittelt. Dieser hat dann die weitere Datenaufbereitung, insbesondere das Zuspätspielen und

Konsolidieren der Daten aus den verschiedenen Befragungsteilen (Soziodemographie, Daten zum RP-Weg, Attribute der Wegealternativen in den SP-Experimenten, Antworten der Befragten), durchgeführt.

#### **4.1 Plausibilisierung und Bereinigung der Erhebungsdaten**

Zur ersten Validierung der Daten wurde für jede befragte Person die Anzahl Entscheidungssituationen, in welchen diese Person eine Alternative angekreuzt hat, zugespielt. Diese Information wurde im Datensatz codiert und 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 5 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Anzahl ausgefüllter Entscheidungssituationen für den gesamten Datensatz (4'693 Befragte). Es ist ersichtlich, dass bei allen drei Experimenttypen (Verkehrsmittelwahl, Routenwahl MIV und Routenwahl ÖV) die grössten Anteile auf das Ausfüllen aller acht Entscheidungssituationen entfallen; wie Abbildung 6 zeigt, füllten somit die meisten Befragten entweder acht (bei Vorliegen nur eines Experiments) oder 16 Situationen (bei Vorliegen zweier Experimente) aus. 154 Befragte (3.3%, siehe Abbildung 6) schickten den Fragebogen komplett leer zurück und werden somit aus der Stichprobe für die Modellschätzungen entfernt. Unvollständig ausgefüllte Fragebögen sind relativ selten.

Im Zuge der Aufbereitung der MZMV-Daten wurden die Angaben einer Person (HHNR 393868) als unplausibel erachtet und daher gelöscht. Eine entsprechende Analyse der SP-Daten dieses Teilnehmenden hat aber keine Unplausibilitäten gezeigt, so dass diese im SP-Datensatz belassen wurden. Der entsprechenden Person können aber aus den genannten Gründen keine ergänzenden Merkmale aus den Daten des MZMV zugespielt werden.

Abbildung 5 Verteilung der Anzahl ausgefüllter Entscheidungssituationen (nach Typ)

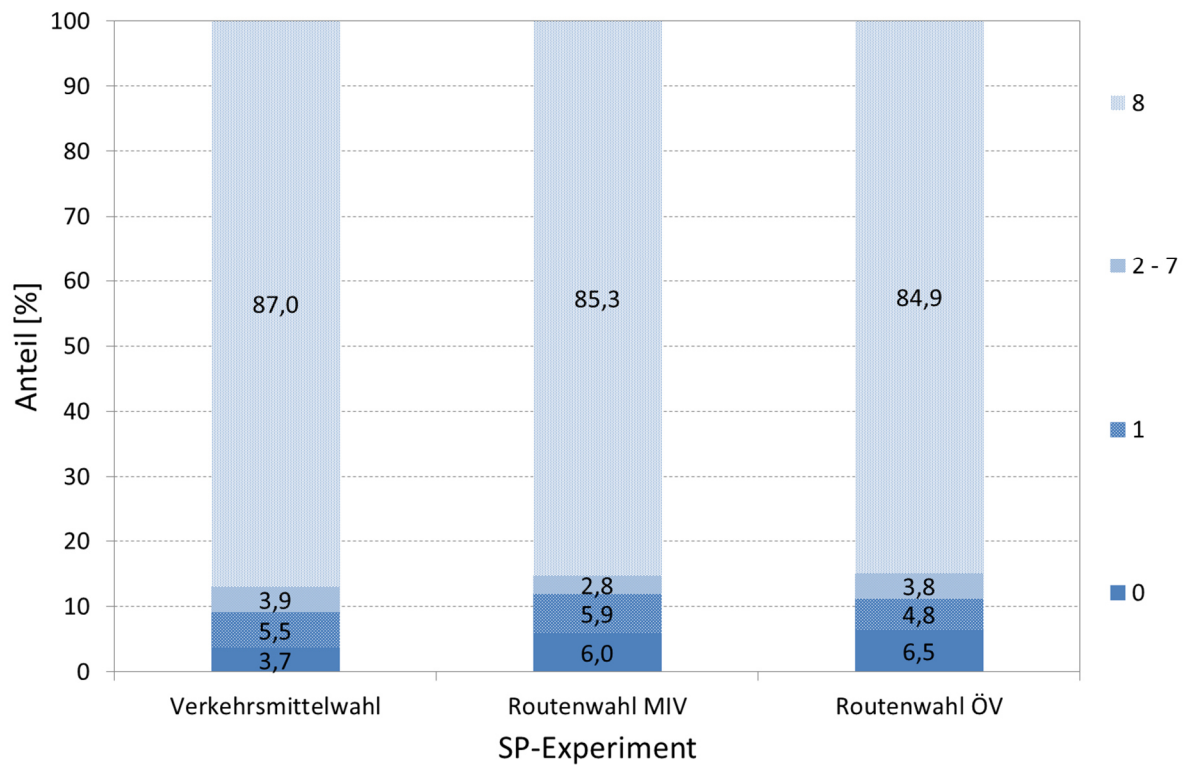
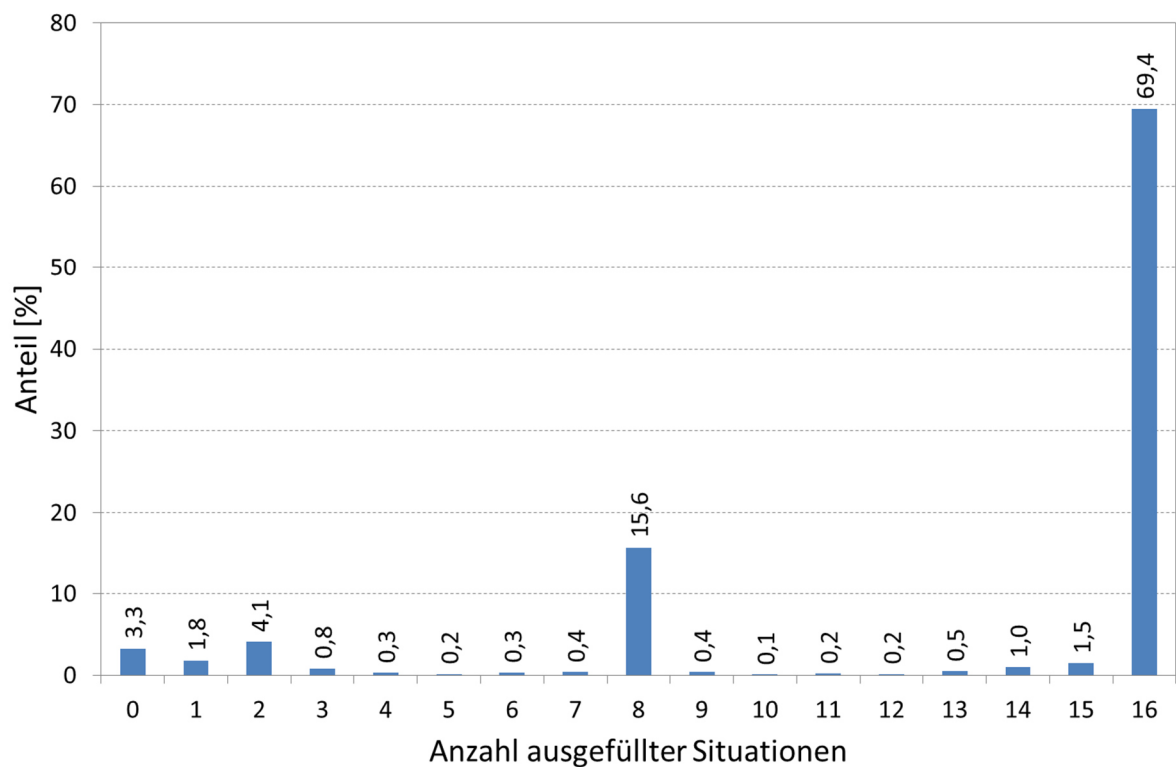


Abbildung 6 Verteilung der Anzahl ausgefüllter Entscheidungssituationen (gesamt)





## 4.2 Struktur der Datenbank

Nach der Eingabe und Umstrukturierung der Daten aus der SP-Befragung stehen die Daten für die Auswertungen und Modellschätzungen in folgenden Dateiformaten zur Verfügung:

- als SPSS-Dateien (\*.sav), welche Erklärungen der Variablennamen und (bei kategoriellen Variablen) derer Codierungen enthalten, aber nur mit der Software SPSS bearbeitet werden können;
- als Textdateien in Tabellenform (\*.dat), welche mit beliebigen Software-Programmen bearbeiten werden können, aber keine Beschreibungen der Variablen und derer Werte enthalten.

Insgesamt resultieren aus der Datenaufbereitung fünf Datensätze, welche Beobachtungen eines bestimmten Typs enthalten. Sämtliche Datensätze, welche in Tabelle 15 aufgelistet sind, enthalten zudem alle relevanten Informationen zur Soziodemographie der Befragten. Es handelt sich jeweils um Gesamtdatensätze von Beobachtungen aus dem Pretest und der Hauptbefragung; eine entsprechende Variable kennzeichnet die Herkunft jedes Datenpunktes. Die Verknüpfung der Dateien untereinander sowie mit allfälligen später zuzuspielenden Daten aus dem MZMV 2015 wird über die Variable „BFSID“ (Haushaltsnummer der befragten Person) gesteuert.

Tabelle 15 Struktur der Datenbank: vorhandene Dateien

Dateiname (*.sav, *.dat)	Inhalt	# Zeilen
SP_Daten_00_RP	RP-Daten	6'099
SP_Daten_01_Verkehrsmittelwahl	SP-Daten zur Verkehrsmittelwahl	32'802
SP_Daten_02_Routenwahl_MIV	SP-Daten zur MIV-Routenwahl	22'033
SP_Daten_03_Routenwahl_ÖV	SP-Daten zur ÖV-Routenwahl	6'431
SP_Daten_04_alle	Gesamtdatensatz aller RP- und SP-Daten	67'365

Die nachfolgenden Tabellen listen alle in den vorliegenden Dateien vorkommenden Variablen mit deren Bezeichnung, Bedeutung und Codierung auf: Tabelle 16 für die soziodemographischen und allgemeinen Variablen, Tabelle 17 für die RP-Daten, Tabelle 18 für die SP-Daten zur Verkehrsmittelwahl, Tabelle 19 für die SP-Daten zur MIV-Routenwahl und Tabelle 20 für die SP-Daten zur ÖV-Routenwahl.

Für die Identifikation der Beobachtungen im Gesamtdatensatz kann die Variable „sp“ verwendet werden, welche angibt, welche Art von Beobachtung in einer Zeile erfasst ist. Im Gesamtdatensatz sind zudem alle Variablen, welche für eine bestimmte Beobachtung keine Bedeutung haben, mit dem fehlenden Wert „99'999“ codiert.

Tabelle 16 Struktur der Datenbank: Soziodemographie und allgemeine Variablen

Variablenname	Bedeutung	Codierung
BFSID	BFS-Haushaltsnummer	
welle	Welle	-2: Pretest Welle 1 -1: Pretest Welle 2 1: Hauptfeld Welle 1 ... 14: Hauptfeld Welle 14
attributsatz	Ausgewählter Attributsatz	cf. Tabelle 5
fragebogen	Fragebogentyp	cf. Tabelle 7
sprache	Sprache	1: DE 2: FR 3: IT
sp	Typ der Beobachtung	0: RP 1: SP Verkehrsmittelwahl 2: SP Routenwahl MIV 3: SP Routenwahl ÖV
index	Nummer der Entscheidungssituation	
zweck	Fahrtzweck	1: Arbeit 2: Ausbildung 3: Einkauf 4: Nutzfahrt 5: Freizeit
alter	Alter [Jahre]	
geschlecht	Geschlecht	1: Mann 2: Frau
fschein_auto	Besitz PW-Führerschein	0: nein 1: ja
verf_auto	PW-Verfügbarkeit	1: immer 2: nach Absprache 3: nie
abo_ga	Besitz Generalabonnement	0: nein 1: ja
abo_hta	Besitz Halbtaxabonnement	0: nein 1: ja
abo_verbund	Besitz Verbundabonnement	0: nein 1: ja
hhgr	Anzahl Personen im Haushalt	
hh_eink	Haushaltseinkommen brutto [CHF/Monat]	1: < 2'000 2: 2'000 – 4'000 3: 4'001 – 6'000 4: 6'001 – 8'000 5: 8'001 – 10'000 6: 10'001 – 12'000 7: 12'001 – 4'000 8: 14'001 – 16'000 9: > 16'000 98/99: keine Angabe

grossregion	Grossregion Wohnort	0: nicht zugeordnet 1: Région lémanique 2: Espace Mittelland 3: Nordwestschweiz 4: Zürich 5: Ostschweiz 6: Zentralschweiz 7: Tessin 9: über mehrere verteilt
wohn_bfs	BFS-Gemeindenummer Wohnort	
kanton	Kanton Wohnort	1: ZH 2: BE 3: LU 4: UR 5: SZ 6: OW 7: NW 8: GL 9: ZG 10: FR 11: SO 12: BS 13: BL 14: SH 15: AR 16: AI 17: SG 18: GR 19: AG 20: TG 21: TI 22: VD 23: VS 24: NE 25: GE 26: JU
vmittel	Verkehrsmittel RP	1: zu Fuss 2: Velo 3: MIV 4: ÖV
miv_dist	Distanz MIV [km]	
oev_dist	Distanz ÖV [km]	
oev_abfzeit	Abfahrtszeit ÖV [h nach Mitternacht]	

Tabelle 17 Struktur der Datenbank: RP-Daten

Variablenname	Bedeutung	Codierung
BFSID	BFS-Haushaltsnummer	
wahl_rp	Verkehrsmittelwahl RP	1: zu Fuss 2: Velo 3: MIV 4: ÖV
rp_fuss_fahrtzeit	Gehzeit zu Fuss, RP [min]	
rp_velo_fahrtzeit	Fahrtzeit Velo, RP [min]	
rp_miv_fahrtzeit	Fahrtzeit MIV, RP [min]	
rp_miv_suchzeit	Suchzeit MIV, RP [min]	
rp_miv_gesamtzeit	Gesamtzeit MIV, RP [min]	
rp_miv_fahrtkosten	Treibstoffkosten MIV, RP [CHF]	
rp_oev_zugangszeit	Zugangszeit ÖV, RP [min]	
rp_oev_fahrtzeit	Fahrtzeit ÖV, RP [min]	
rp_oev_wartezeit	Wartezeit ÖV, RP [min]	
rp_oev_abgangszeit	Abgangszeit ÖV, RP [min]	
rp_oev_gesamtzeit	Gesamtzeit ÖV, RP [min]	
rp_oev_umsteigen	Anzahl Umsteigevorgänge ÖV, RP	
rp_oev_takt	Takt ÖV, RP [min]	
rp_oev_auslastung	Auslastung ÖV, RP	1: tief 2: mittel 3: hoch 4: überlastet
rp_oev_hauptverkehrsmittel	Hauptverkehrsmittel ÖV, RP	1: Bus 2: Tram 3: S-Bahn 4: Bahn 5: PostAuto
rp_oev_fahrtkosten	Billettpreis ÖV, RP [CHF]	
av_rp_fuss	Verfügbarkeit Verkehrsmittel "zu Fuss", RP	0: nein 1: ja
av_rp_velo	Verfügbarkeit Verkehrsmittel "Velo", RP	0: nein 1: ja
av_rp_miv	Verfügbarkeit Verkehrsmittel "MIV", RP	0: nein 1: ja
av_rp_oev	Verfügbarkeit Verkehrsmittel "ÖV", RP	0: nein 1: ja

Tabelle 18 Struktur der Datenbank: SP-Daten Verkehrsmittelwahl

Variablenname	Bedeutung	Codierung
BFSID	BFS-Haushaltsnummer	
n_vmittel	Anzahl ausgefüllter Entscheidungssituationen, SP VMW	
nontrader_vmittel	Non-Trader, SP VMW	0: nein 1: ja
wahl_vmittel	Entscheidung, SP VMW	1: zu Fuss 2: Velo 3: MIV 4: ÖV
vm_fuss_fahrtzeit	Gehzeit zu Fuss, SP VMW [min]	
vm_velo_fahrtzeit	Fahrtzeit Velo, SP VMW [min]	
vm_miv_fahrtzeit	Fahrtzeit MIV, SP VMW [min]	
vm_miv_suchzeit	Parkplatzsuchzeit MIV, SP VMW [min]	
vm_miv_gesamtzeit	Gesamtzeit MIV, SP VMW [min]	
vm_miv_fahrtkosten	Treibstoffkosten MIV, SP VMW [CHF]	
vm_miv_maut	Strassenbenutzungsabgabe MIV, SP VMW [CHF]	
vm_miv_parkkosten	Parkplatzkosten MIV, SP VMW [min]	
vm_miv_erspwekkeit	Verspätungswahrscheinlichkeit MIV, SP VMW	
vm_miv_erspdauer	Verspätungsdauer MIV, SP VMW [min]	
vm_oev_fahrtzeit	Fahrtzeit ÖV, SP VMW [min]	
vm_oev_zugangszeit	Zu- und Abgangszeit ÖV, SP VMW [min]	
vm_oev_gesamtzeit	Gesamtzeit ÖV, SP VMW [min]	
vm_oev_fahrtkosten	Billettpreis ÖV, SP VMW [CHF]	
vm_oev_umsteigen	Anzahl Umsteigevorgänge ÖV, SP VMW	
vm_oev_taktstufe	Taktstufe ÖV, SP VMW	1: 5 min 2: 7 min 3: 10 min 4: 15 min 5: 20 min 6: 30 min 7: 60 min 8: 90 min 9: 120 min
vm_oev_takt	Takt ÖV, SP VMW [min]	
vm_oev_erspwekkeit	Verspätungswahrscheinlichkeit ÖV, SP VMW	
vm_oev_erspdauer	Verspätungsdauer ÖV, SP VMW [min]	
vm_oev_auslastung	Auslastung ÖV, SP VMW	1: tief 2: mittel 3: hoch 4: überlastet
unwichtig_vmittel_zu_fuss_fahrtzeit	Gehzeit zu Fuss = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_velo_fahrtzeit	Fahrtzeit Velo = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_miv_gesamtzeit	Gesamtzeit MIV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja

unwichtig_vmittel_miv_fahrtzeit	Fahrtzeit MIV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_miv_suchzeit	Parkplatzsuchzeit MIV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_miv_fahrtkosten	Treibstoffkosten MIV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_miv_maut	Strassenbenutzungsabgabe MIV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_miv_parkkosten	Parkplatzkosten MIV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_miv_verspwekeit	Verspätungsw'ekeit MIV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_miv_verspdauer	Verspätungsdauer = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_oev_gesamtzeit	Gesamtzeit ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_oev_fahrtzeit	Fahrtzeit ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_oev_zugangszeit	Zu- und Abgangszeit ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_oev_fahrtkosten	Billettpreis ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_oev_umsteigen	Anzahl Umsteigevorgänge ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_oev_takt	Takt ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_oev_verspwekeit	Verspätungsw'ekeit ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_oev_verspdauer	Verspätungsdauer = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
unwichtig_vmittel_oev_auslastung	Auslastung ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP VMW	0: nein 1: ja
av_vm_fuss	Verfügbarkeit Verkehrsmittel "zu Fuss", SP VMW	0: nein 1: ja
av_vm_velo	Verfügbarkeit Verkehrsmittel "Velo", SP VMW	0: nein 1: ja
av_vm_miv	Verfügbarkeit Verkehrsmittel "MIV", SP VMW	0: nein 1: ja
av_vm_oev	Verfügbarkeit Verkehrsmittel "ÖV", SP VMW	0: nein 1: ja

Tabelle 19 Struktur der Datenbank: SP-Daten Routenwahl MIV

Variablenname	Bedeutung	Codierung
BFSID	BFS-Haushaltsnummer	
n_route_miv	Anzahl ausgefüllter Entscheidungssituationen, SP RW MIV	
nontrader_route_miv	<i>Non-Trader</i> , SP RW MIV	0: nein 1: ja
wahl_route_miv	Entscheidung, SP RW MIV	1: Route 1 2: Route 2
route_1_miv_fahrtzeit	Fahrtzeit MIV, SP RW MIV, Route 1 [min]	
route_1_miv_fahrtkosten	Treibstoffkosten MIV, SP RW MIV, Route 1 [CHF]	
route_1_miv_maut	Strassenbenutzungsabgabe MIV, SP RW MIV, Route 1 [CHF]	
route_2_miv_fahrtzeit	Fahrtzeit MIV, SP RW MIV, Route 2 [min]	
route_2_miv_fahrtkosten	Treibstoffkosten MIV, SP RW MIV, Route 2 [CHF]	
route_2_miv_maut	Strassenbenutzungsabgabe MIV, SP RW MIV, Route 2 [CHF]	
unwichtig_route_miv_fahrtzeit	Fahrtzeit MIV = "unwichtiges" Attribut, SP RW MIV	0: nein 1: ja
unwichtig_route_miv_fahrtkosten	Treibstoffkosten MIV = "unwichtiges" Attribut, SP RW MIV	0: nein 1: ja
unwichtig_route_miv_maut	Strassenbenutzungsabgabe MIV = "unwichtiges" Attribut, SP RW MIV	0: nein 1: ja
av_r_miv	Verfügbarkeit Route 1 & 2, SP RW MIV	0: nein 1: ja

Tabelle 20 Struktur der Datenbank: SP-Daten Routenwahl ÖV

Variablenname	Bedeutung	Codierung
BFSID	BFS-Haushaltsnummer	
n_route_oev	Anzahl ausgefüllter Entscheidungssituationen, SP RW ÖV	
nontrader_route_oev	Non-Trader, SP RW ÖV	0: nein 1: ja
wahl_route_oev	Entscheidung, SP RW ÖV	1: Route 1 2: Route 2
route_1_oev_hauptverkehrsmittel	Hauptverkehrsmittel ÖV, SP RW ÖV, Route 1	1: Bus 2: Tram 3: S-Bahn 4: Bahn 5: PostAuto
route_1_oev_fahrtzeit	Fahrtzeit ÖV, SP RW ÖV, Route 1 [min]	
route_1_oev_zugangszeit	Zu- und Abgangszeit ÖV, SP RW ÖV, Route 1 [min]	
route_1_oev_wartezeit	Umsteigewartezeit ÖV, SP RW ÖV, Route 1 [min]	
route_1_oev_gesamtzeit	Gesamtzeit ÖV, SP RW ÖV, Route 1 [min]	
route_1_oev_fahrtkosten	Billettpreis ÖV, SP RW ÖV, Route 1 [CHF]	
route_1_oev_umsteigen	Anzahl Umsteigevorgänge ÖV, SP RW ÖV, Route 1	
route_1_oev_taktstufe	Taktstufe ÖV, SP RW ÖV, Route 1	1: 5 min 2: 7 min 3: 10 min 4: 15 min 5: 20 min 6: 30 min 7: 60 min 8: 90 min 9: 120 min
route_1_oev_takt	Takt ÖV, SP RW ÖV, Route 1 [min]	
route_1_oev_auslastung	Auslastung ÖV, SP RW ÖV, Route 1	1: tief 2: mittel 3: hoch 4: überlastet
route_2_oev_hauptverkehrsmittel	Hauptverkehrsmittel ÖV, SP RW ÖV, Route 2	1: Bus 2: Tram 3: S-Bahn 4: Bahn 5: PostAuto
route_2_oev_fahrtzeit	Fahrtzeit ÖV, SP RW ÖV, Route 2 [min]	
route_2_oev_zugangszeit	Zu- und Abgangszeit ÖV, SP RW ÖV, Route 2 [min]	
route_2_oev_wartezeit	Umsteigewartezeit ÖV, SP RW ÖV, Route 2 [min]	
route_2_oev_gesamtzeit	Gesamtzeit ÖV, SP RW ÖV, Route 2 [min]	
route_2_oev_fahrtkosten	Billettpreis ÖV, SP RW ÖV, Route 2 [CHF]	
route_2_oev_umsteigen	Anzahl Umsteigevorgänge ÖV, SP RW ÖV, Route 2	
route_2_oev_taktstufe	Taktstufe ÖV, SP RW ÖV, Route 2	1: 5 min 2: 7 min 3: 10 min 4: 15 min



		5: 20 min
		6: 30 min
		7: 60 min
		8: 90 min
		9: 120 min
route_2_oev_takt	Takt ÖV, SP RW ÖV, Route 2 [min]	
route_2_oev_auslastung	Auslastung ÖV, SP RW ÖV, Route 2	1: tief 2: mittel 3: hoch 4: überlastet
unwichtig_route_oev_hvm	Hauptverkehrsmittel ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP RW ÖV	0: nein 1: ja
unwichtig_route_oev_gesamtzeit	Gesamtzeit ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP RW ÖV	0: nein 1: ja
unwichtig_route_oev_fahrtzeit	Fahrtzeit ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP RW ÖV	0: nein 1: ja
unwichtig_route_oev_zugangszeit	Zu- und Abgangszeit ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP RW ÖV	0: nein 1: ja
unwichtig_route_oev_wartezeit	Wartezeit ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP RW ÖV	0: nein 1: ja
unwichtig_route_oev_fahrtkosten	Billettpreis ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP RW ÖV	0: nein 1: ja
unwichtig_route_oev_umsteigen	Anzahl Umsteigevorgänge ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP RW ÖV	0: nein 1: ja
unwichtig_route_oev_takt	Takt ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP RW ÖV	0: nein 1: ja
unwichtig_route_oev_auslastung	Auslastung ÖV = "unwichtiges" Attribut, SP RW ÖV	0: nein 1: ja
av_r_oev	Verfügbarkeit Route 1 & 2, SP RW ÖV	0: nein 1: ja

## 5 Deskriptive Auswertung der Befragungsdaten

### 5.1 Rücklaufanalyse

Insgesamt wurden im Befragungszeitraum der SP-Erhebung (Pretest und Hauptbefragung zusammen) 12'865 Personen im MZMV befragt, welche für die SP-Befragung teilnahmeberechtigt waren. 7'812 davon erklärten sich zur Teilnahme an der SP-Befragung bereit. Dies entspricht einer Ausschöpfung von 60.7% des Potentials, gegenüber 50.5% in 2010.

Von den 7'812 rekrutierten Teilnehmern erhielten 6'099 (85.5%) einen Fragebogen zugeteilt. In der SP-Befragung 2010 betrug dieser Anteil 85.0%, die Quote der aus den in Abschnitt 2.2.1 genannten Gründen aus der Stichprobe entfernten potentiellen Befragten ist also gleich geblieben.

Tabelle 21 zeigt für jede Befragungswelle (Pretest und Hauptfeld) die Anzahl rekrutierter Teilnehmer, die verschickten Fragebögen (nach der Filtrierung gemäss der in Abschnitt 3.2 aufgeführten Kriterien) und den Rücklauf (Anzahl/Anteil zurückerhaltener Fragebögen).

Tabelle 21 Rücklauf nach Welle

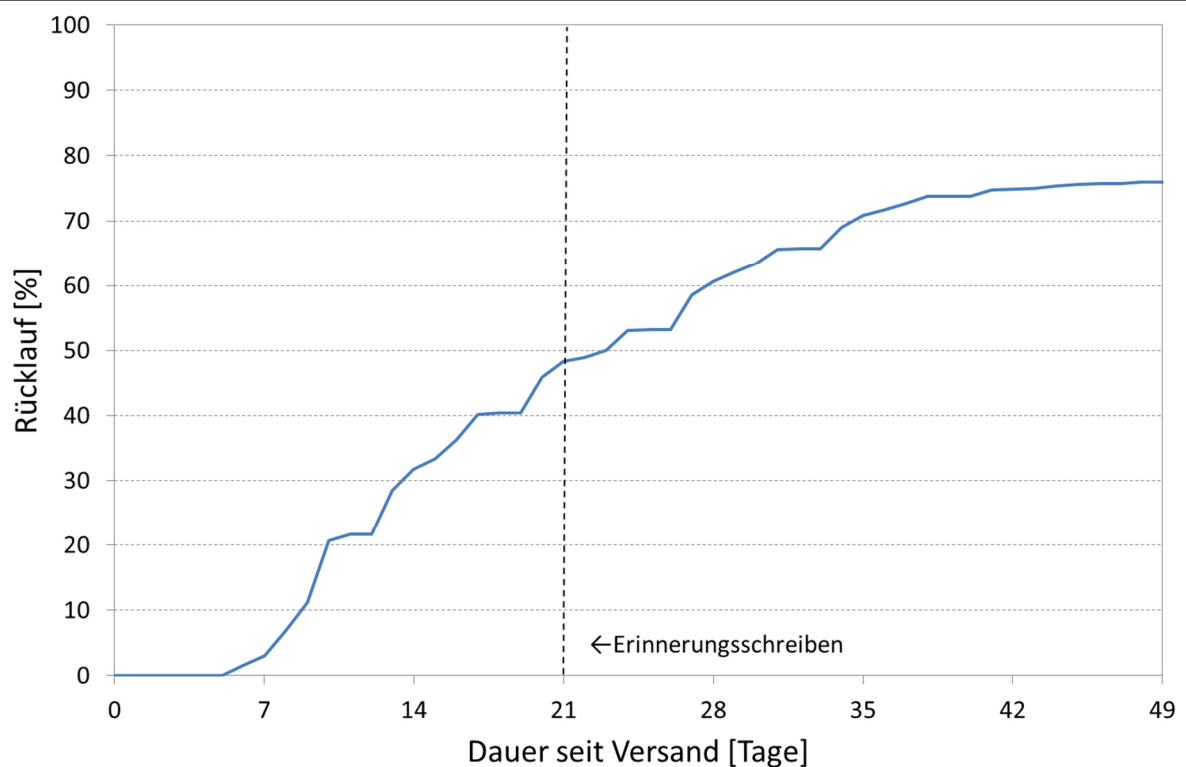
Welle	Rekrutierte Teilnehmer	Verschickte Fragebögen (Anteil)	Eingegangene Fragebögen (Anteil / Rücklauf)
Pretest 1	457	349 (87.3%)	266 (76.2%)
Pretest 2	461	374 (89.0%)	282 (75.4%)
Pretest	918	723 (88.2%)	548 (75.8%)
Hauptfeld 1	630	492 (84.7%)	399 (81.1%)
Hauptfeld 2	484	381 (86.0%)	286 (75.1%)
Hauptfeld 3	513	406 (86.0%)	315 (77.6%)
Hauptfeld 4	479	367 (84.6%)	278 (75.7%)
Hauptfeld 5	504	379 (83.1%)	314 (82.8%)
Hauptfeld 6	415	326 (86.7%)	258 (79.1%)
Hauptfeld 7	486	348 (81.3%)	268 (77.0%)
Hauptfeld 8	539	415 (85.4%)	327 (78.8%)
Hauptfeld 9	508	403 (84.5%)	316 (78.4%)
Hauptfeld 10	459	374 (86.8%)	285 (76.2%)
Hauptfeld 11	520	418 (86.4%)	315 (75.4%)
Hauptfeld 12	468	369 (86.4%)	277 (75.1%)
Hauptfeld 13	434	331 (84.9%)	239 (72.2%)
Hauptfeld 14	455	367 (85.9%)	268 (73.0%)
Hauptfeld	6'894	5'376 (85.2%)	4'145 (77.1%)
Total	7'812	6'099 (85.5%)	4'693 (76.9%)

Von den insgesamt 6'099 erstellten Fragebögen wurden 4'693 durch die Befragten retourniert, was einem Rücklauf von knapp 77% entspricht. Die Erwartungen, bzw. das Ziel von 4'000 Befragten in der Netto-Stichprobe, konnten somit deutlich übertroffen werden. Gegenüber der SP-Befragung 2010 (mit einem Rücklauf von knapp 71%; siehe ARE, 2012, S. 86) konnte der Rücklauf somit nochmals merklich gesteigert werden.

Bei der Codierung der Erhebungsdaten durch den AN 1 wurde jeweils auch das Datum des Eingangs des Fragebogens mit erfasst. Dies erlaubt die Auswertung der Rücklaufgeschwindigkeit, welche weiteren Aufschluss über den Verlauf der Befragung bzw. die Zweckmässigkeit der Methodik gibt. Der Verlauf des Rücklaufs über die Zeit ist in Abbildung 7 dargestellt.

Hier ist ersichtlich, dass die ersten Fragebögen ca. eine Woche nach dem Versand zurückerhalten wurden. Diese Dauer umfasst die Postzustellung in beide Richtungen und eine minimale Zeit für das Ausfüllen der Fragebögen. Nach 10 Tagen wurden ca. 20%, nach 3 Wochen fast 50% aller verschickten Fragebögen zurückerhalten. Nach dem Verstreichen dieser Periode wurde an alle Befragten, welche Ihren Fragebogen noch nicht retourniert hatten, ein Erinnerungsschreiben versandt, welches den gewünschten Effekt des nochmaligen Anstiegs des Rücklaufs nach ca. einer Woche hatte. Der Aufwand und die Kosten für diese Erinnerungsbriefe haben also zu einer erhöhten Befragungsqualität beigetragen.

Abbildung 7 Rücklaufgeschwindigkeit



## 5.2 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 MZMV 2010 (da die Daten für den MZMV 2015 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. Die entsprechende Übersicht ist aus Tabelle 22 ersichtlich.

Es zeigt sich, dass Verzerrungen gegenüber der Gesamtbevölkerung lediglich bezüglich des Haushaltseinkommens (leichte Unterrepräsentierung der drei tiefsten Einkommensklasse (alle unter 6'000 CHF/Monat) und dementsprechende Überrepräsentierung aller Klassen mit einem Brutto-Haushaltseinkommen von über 8'000 CHF/Monat) auftreten.

Die Verteilungen der RP- und der SP-Stichprobe sind bis auf das Alter bei allen Variablen praktisch identisch. Nur in der jüngsten Gruppe (18- bis 35-jährige) gibt es einen leichten Rückgang, was auf eine verminderte tatsächliche Teilnahmebereitschaft in dieser Gruppe hinweist. Solche Verhaltensunterschiede sind aus früheren Befragungen bekannt (siehe z.B. ARE, 2012), treten in der SP-Befragung 2015 aber weniger ausgeprägt auf. Dies weist wiederum darauf hin, dass die Quotierung der Stichprobe sehr gut funktioniert hat und das Befragungsinstrumentarium die Motivation zur Teilnahme bis zum Schluss aufrechterhalten hat.

Tabelle 22 Soziodemographische Eigenschaften der Befragten

		MZ'10	RP		SP	
		Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Geschlecht	männlich	48.6%	3'045	49.9%	2'332	49.7%
	weiblich	51.4%	3'054	50.1%	2'362	50.3%
Alter [Jahre]	18 – 35	28.0%	1'596	26.2%	1'073	22.9%
	36 – 49	27.6%	1'688	27.7%	1'275	27.2%
	50 – 65	25.0%	1'802	29.6%	1'480	31.5%
	66+	19.4%	1'007	16.5%	866	18.4%
Grossregion	Région lémanique	18.5%	1'291	21.4%	940	20.3%
	Espace Mittelland	22.3%	1'354	22.5%	1'049	22.6%
	Nordwestschweiz	13.9%	807	13.4%	616	13.3%
	Zürich	17.7%	752	12.5%	578	12.5%
	Ostschweiz	13.9%	868	14.4%	702	15.1%
	Zentralschweiz	9.4%	672	11.1%	529	11.4%
	Tessin	4.4%	285	4.7%	221	4.8%
HH-Einkommen [CHF/Monat]	< 2'000	2.9%	83	1.5%	56	1.3%
	2'000 – 4'000	15.2%	497	9.1%	366	8.6%
	4'000 – 6'000	22.6%	992	18.1%	771	18.1%
	6'000 – 8'000	19.7%	1'117	20.4%	892	21.0%
	8'000 – 10'000	15.1%	924	16.9%	720	16.9%
	10'000 – 12'000	10.0%	660	12.1%	511	12.0%
	12'000 – 14'000	5.2%	392	7.2%	301	7.1%
	14'000 – 16'000	3.5%	321	5.9%	254	6.0%
> 16'000	5.8%	489	8.9%	381	9.0%	
Halbtax	nein	61.5%	3'648	59.8%	2'696	57.4%
	ja	38.5%	2'451	40.2%	1'998	42.6%
Generalabonnement	nein	90.4%	5'426	89.0%	4'184	89.1%
	ja	9.6%	673	11.0%	510	10.9%
Führerausweis	nein	19.2%	759	12.4%	485	10.3%
	ja	80.8%	5'340	87.6%	4'209	89.7%
PW-Verfügbarkeit	nie	5.3%	267	4.9%	617	13.2%
	nach Absprache	16.4%	949	17.5%	728	15.5%
	immer	78.2%	4'222	77.6%	3'337	71.3%

### 5.3 Eigenschaften der erhobenen Wege

Tabelle 23 zeigt die Verteilungen der Fahrtzwecke und der Verkehrsmittel für die den SP-Experimenten zugrunde gelegten Wege, wiederum im Vergleich zum MZMV 2010.

Gemäss den Überlegungen und Vorgaben aus Abschnitt 2.2.3 sind die Fahrtzwecke „Ausbildung“ und „Nutzfahrt“ gegenüber dem MZMV 2010 leicht überrepräsentiert. Die Verteilungen in der RP- und SP-Stichprobe sind identisch, es gibt also keine systematische Verzerrung der Antwortbereitschaft abhängig vom Zweck des hinterlegten Weges.

Tabelle 23 Eigenschaften der erhobenen Wege

		MZMV 2010	RP		SP	
		Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Fahrtzweck	Arbeit	27.4%	1'668	27.3%	1'283	27.3%
	Ausbildung	2.6%	177	2.9%	118	2.5%
	Einkauf	26.4%	1'339	22.0%	1'034	22.0%
	Nutzfahrt	3.6%	270	4.4%	197	4.2%
	Freizeit	40.1%	2'645	43.4%	2'062	43.9%
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>						
Verkehrsmittel	zu Fuss	29.9%	385	6.3%	1'699	5.2%
	Velo	5.6%	433	7.1%	3'361	10.2%
	MIV	51.2%	4'042	66.3%	21'192	64.6%
	ÖV	13.3%	1'239	20.3%	6'550	20.0%

Die bereits gezeigte Verteilung der Verkehrsmittel wird in Abbildung 8 zusätzlich veranschaulicht. Da bei der Auswahl der Wege für die SP-Befragung längere Fahrten bevorzugt und sehr kurze Wege ausgeschlossen wurden (siehe Abschnitt 2.2.3), ist der Anteil des Fussverkehrs naturgemäss deutlich tiefer als im MZMV 2010. Dafür wurden mehr MIV- und ÖV-Wege ausgewählt, für welche die Attributsvariationen in den SP-Experimenten angeboten werden.

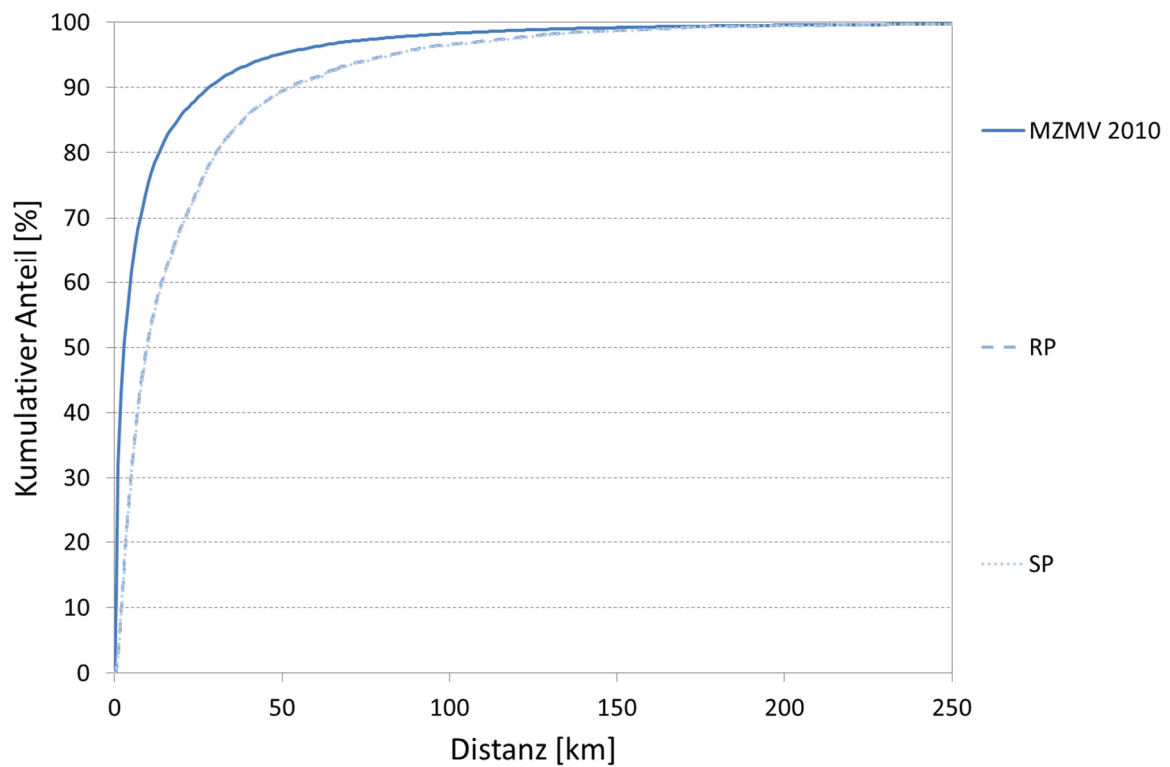
Zwischen den RP- und SP-Entscheidungen finden leichte Verschiebungen im Modal Split, vor allem in Richtung Velo, statt, was auf eine grundsätzliche Bereitschaft zum Wechsel des Verkehrsmittel hinweist.

Den oben erwähnten Umstand, dass längere Wege für die SP-Befragung relevanter sind und somit vermehrt auf diese abgezielt wurde, zeigt auch die Auswertung der Weglängenverteilungen in Abbildung 9 (die Verteilungen für die RP- und die SP-Stichprobe sind quasi deckungsgleich, weshalb hier nur eine Linie sichtbar ist).

Abbildung 8 Verkehrsmittelwahl



Abbildung 9 Verteilung der Weglängen

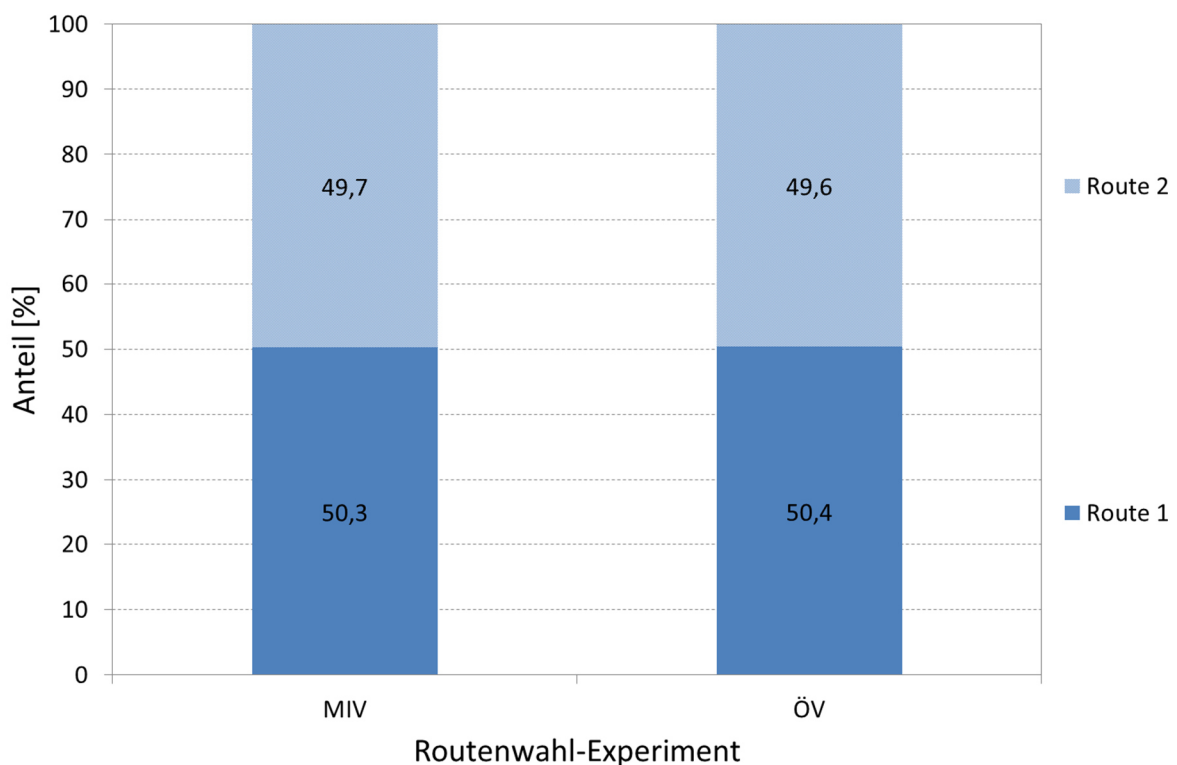


## 5.4 Antwortverhalten

Wie erwähnt finden bei den SP-Experimenten zur Verkehrsmittelwahl leichte Verschiebungen gegenüber den RP-Wegen statt (siehe Abbildung 8).

Da bei den Routenwahlentscheidungen keine weitergehenden Bezeichnungen für die Alternativen angezeigt wurden und die Attributsausprägungen im Versuchsplan für Alternative 1 und 2 jeweils ausgeglichen sind, konnte hier keine inhärente Präferenz für eine der beiden Alternativen erwartet werden. Dass diese Balance auch in der Stichprobe vorhanden ist und das Antwortverhalten somit plausibel ist, zeigt Abbildung 10: sowohl im MIV als auch im ÖV wurde zu je ca. 50% Route 1 bzw. Route 2 gewählt. Dies weist darauf hin, dass die Entscheidungen tatsächlich aufgrund der gezeigten Attributsvariationen, und nicht per Zufall, getroffen wurden.

Abbildung 10 Routenwahl



Die Verteilung der in den SP-Experimenten ausgewählten Verkehrsmittel ist, gegliedert nach dem Verkehrsmittel des im MZMV angegebenen Weges, in Tabelle 24 angegeben.

Es ist ersichtlich, dass alle Kombinationen zwischen berichtetem und ausgewähltem Verkehrsmittel in der Stichprobe vorhanden sind; sehr selten kommt hierbei der Umstieg zwi-



schen den Langsamverkehrsalternativen (also vom Velo auf das zu Fuss gehen oder umgekehrt) 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 beim MIV durch den Einbezug der Strassenbenutzungsabgabe eine zusätzliche Widerstandskomponente hinzugekommen ist.

Insgesamt wählen viele Befragte in der SP-Befragung dasselbe Verkehrsmittel wie für ihren berichteten Weg, was angesichts der Realitätsnähe der SP-Experimente auch sehr plausibel ist.

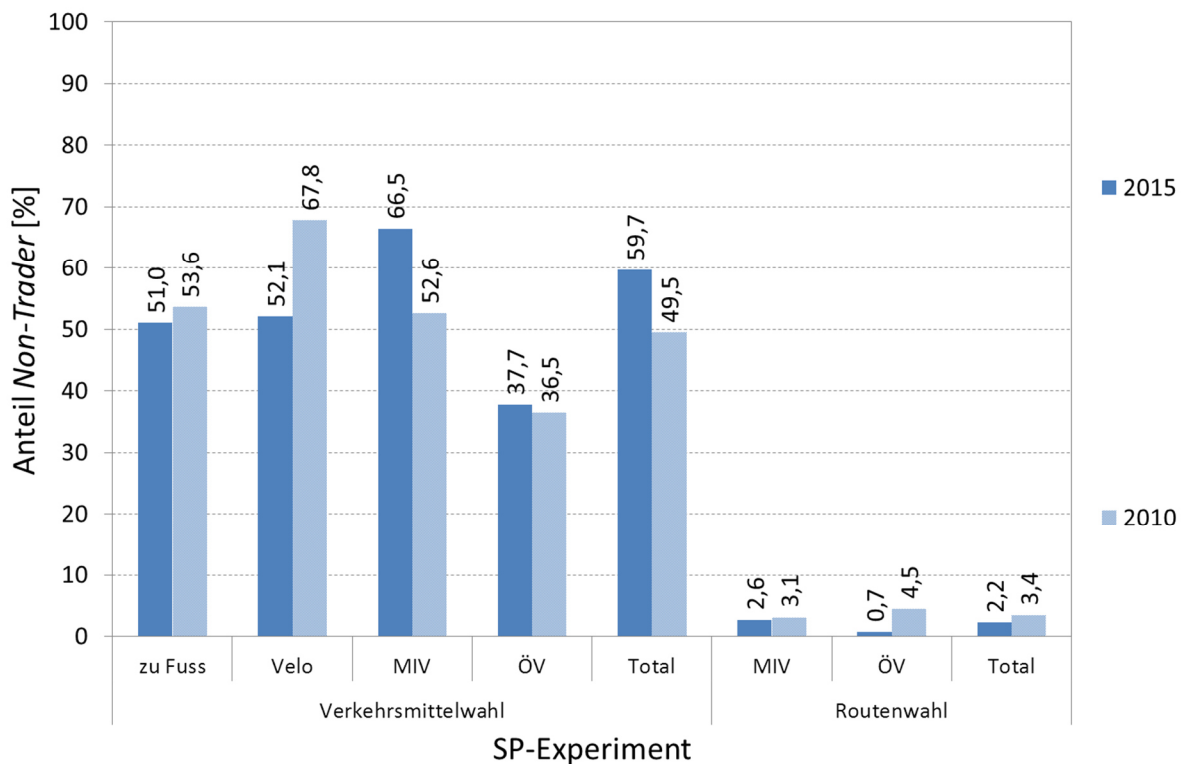
Tabelle 24 Wahl des Verkehrsmittels in den SP-Experimenten

RP-Verkehrsmittel	SP-Verkehrsmittel				Total
	zu Fuss	Velo	MIV	ÖV	
zu Fuss	1'360	95	266	298	2'019
Velo	13	2'211	227	166	2'617
MIV	175	728	19'347	2'322	22'572
ÖV	151	327	1'352	3'764	5'594
Total	1'699	3'361	21'192	6'550	32'802

## 5.5 Non-Trading-Verhalten

Als *Non-Trader* werden in einer SP-Befragung Teilnehmer bezeichnet, welche unabhängig von den Eigenschaften der Alternativen in jeder der vorgelegten Entscheidungssituationen dieselbe Alternative wählen. Ein solches Verhalten kann darauf hindeuten, dass die Befragten ihre Entscheidungen nicht aufgrund von Abwägungen zwischen den Eigenschaften der angebotenen Alternativen treffen, sondern zur Reduzierung des Befragungsaufwandes (ohne jedoch die Teilnahme vollständig abzulehnen) durchwegs dieselbe Alternative (beispielsweise immer die erste) ankreuzen.

Ein Überblick über das *Non-Trading* im vorliegenden Datensatz ist für die drei SP-Experimente in Abbildung 11 dargestellt. Bei den Verkehrsmittelwahl-Experimenten liegt der Anteil bei ca. 60%.

Abbildung 11 *Non-Trading* in den SP-Experimenten

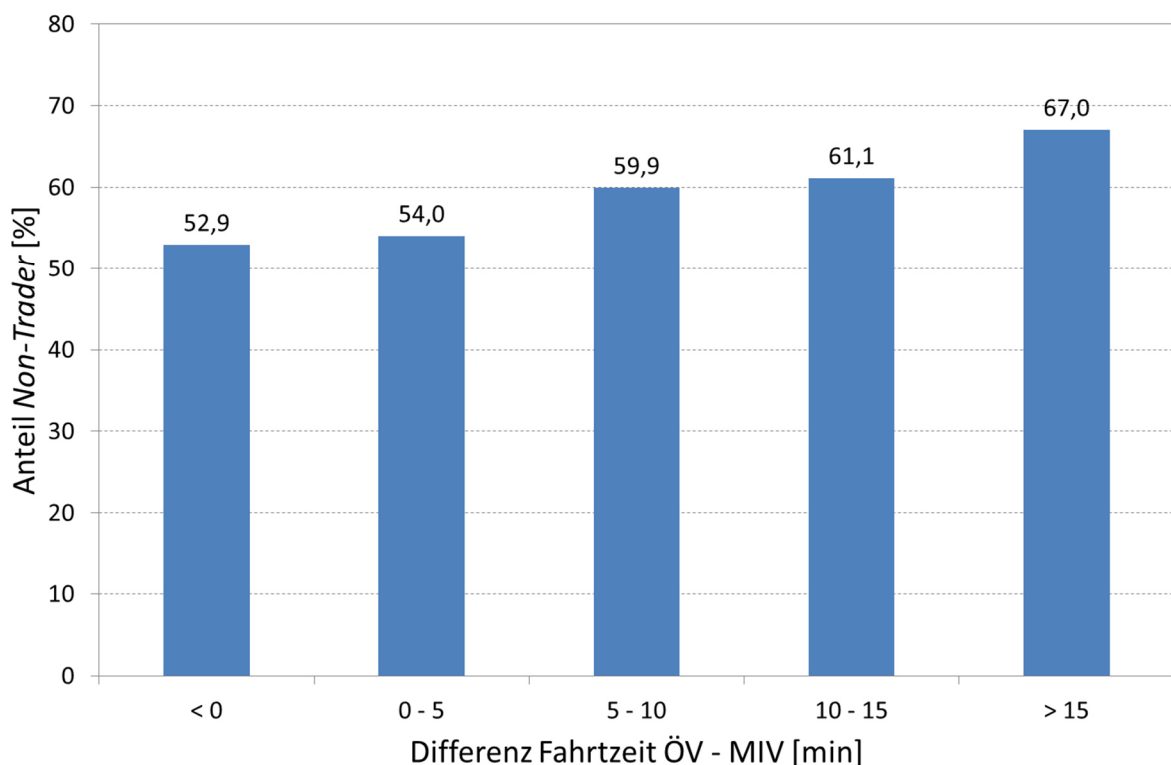
Für dieses Verhalten gibt es neben den oben aufgeführten Umständen in Bezug auf die hier vorliegende Befragung aber unterschiedliche Ursachen, welche nicht auf ein problematisches Antwortverhalten, sondern im Gegenteil auf Einflüsse bei der Entscheidungsfindung zurückzuführen sind, welche ausserhalb der reinen Attributvariationen in den SP-Experimenten liegen.

Ein Grossteil dieser Ursachen gründet in den soziodemographischen Eigenschaften der befragten Personen. So wird beispielsweise eine Person, welche ein Generalabonnement besitzt und nur beschränkten Zugang zu einem PW hat, die MIV-Alternative kaum als die bessere ansehen, auch wenn dies anhand von deren Attributen eigentlich naheliegend wäre.

Zudem sei nochmals darauf hingewiesen, dass die hier durchgeführten SP-Experimente bewusst realitätsnah gestaltet wurden, also auf einer den Befragten bekannte Situation basieren und nur geringfügig (anhand der Variationen aus dem Versuchsplan) davon abweichen. Wenn also in der Realität heute eine Alternative für eine Person viel günstiger ist als die andere, wird dies durch die mehrmalige Variation der verschiedenen Variablen zwar abgemindert, häufig aber nicht umgekehrt. In solchen Fällen ist die wiederholte Wahl des immer selben Verkehrsmittels also die einzig rationale Entscheidung.

Ein letzter, technischer Grund, welcher teilweise auch die höheren Anteile im Vergleich zur SP-Befragung 2010 erklärt (damals lag der Anteil im MIV bei ca. 52%), liegt in der neuen Vorgehensweise beim Routen der ÖV-Wege. Hier wurden ja, im Gegensatz zur SP-Befragung 2010, vollständige Alternativen ermittelt, ohne dass ab einer gewissen Dauer oder Anzahl Umsteigevorgänge die Suche abgebrochen worden wäre. Dies führt dazu, dass gegenüber 2010 mehr Wege mit im Vergleich zum MIV sehr viel ungünstigeren ÖV-Verbindungen in der Stichprobe auftauchen. Diese Wege, für welche es zwar eine Alternative gibt, diese aber eigentlich nicht wählbar ist, werden naturgemäss sehr häufig zu *Non-Trading* zugunsten des MIV führen, was den dort höheren Anteil als in der SP-Befragung 2010 erklärt. Dies verdeutlicht auch die Auswertung in Abbildung 12.

Abbildung 12 *Non-Trading* in den SP-Experimenten abhängig von RP-Eigenschaften



Vergleiche mit weiteren in den letzten Jahren durchgeführten Studien, welche der SP-Befragung 2015 methodisch sehr ähnlich sind, zeigt, dass dort den Umständen entsprechend vergleichbare Anteile an *Non-Tradern* auftreten:

- 62.3% bei der SVI-Studie zur Verlässlichkeit (Fröhlich *et al.*, 2014) – der dort verwendete Versuchsplan ist dem der SP-Befragung 2015 sehr ähnlich;
- 52.3% bei der SVI-Studie zum Parkierungsverhalten (Widmer *et al.*, 2016) – dort wurden viel stärkere Variationen bei den Parkplatzkosten (hin zu höheren Werten) verwendet, was zu tieferen Anteilen an *Non-Tradern* im MIV führt;

- 55.8% bei der SBB-Studie zu steigenden Treibstoffpreisen (Weis *et al.*, 2009) – dort wurden viel stärkere Variationen bei den Benzinkosten (hin zu höheren Werten) verwendet, was zu tieferen Anteilen an *Non-Tradern* im MIV führt;
- 56.3% bei der Deutschen Zeitwertstudie des BMVI (Axhausen *et al.*, 2014) – der dort verwendete Versuchsplan ist dem der SP-Befragung 2015 sehr ähnlich, es wurden aber mehr verschiedene Verkehrsmittelalternativen (Fernbus, Flugzeug, etc.) mit weniger nahe an die heutigen Verhältnisse angelehnten Eigenschaften angeboten.

Das hier vorliegende *Non-Trading* deutet also keineswegs auf ein inkonsistentes Verhalten hin. Aus diesem Grund werden die entsprechenden Beobachtungen auch nicht aus der Stichprobe entfernt. Die Anteile an *Non-Tradern* liefern erste Hinweise auf das Potential von Modal-Split-Umlagerungen für die verschiedenen Verkehrsmittel.

Der vernachlässigbar geringe Anteil an *Non-Tradern* in den Routenwahl-Experimenten zeigt zudem nochmals (cf. Abschnitt 5.4), dass keine Tendenz zu einer zufälligen Auswahl von Alternativen mit dem Ziel einer Reduktion des Befragungsaufwandes vorhanden ist.

## 5.6 Attribute der SP-Experimente

Die wichtigsten statistischen Kennwerte (Mittelwert, Median und Standardabweichung) jedes in den SP-Befragungen vorkommenden Attributs sind in den folgenden Tabellen dargestellt. Tabelle 25 enthält die Auswertungen für den Verkehrsmittelwahldatensatz, Tabelle 26 jene für die MIV-Routenwahl und Tabelle 27 jene für die ÖV-Routenwahl.

Der Mittelwert der Gehzeit von 51 Minuten bei der Alternative „zu Fuss“ wirkt auf den ersten Blick recht hoch. Wie bei den übrigen Verkehrsmitteln und Attributen umfasst dieser Wert aber auch die Fälle von verfügbaren, aber nicht gewählten Alternativen. Beim Fussverkehr betrifft dies naturgemäss mehrheitlich Wege im oberen Bereich des Distanzbandes, in dem die Alternative zwar noch angeboten wird, deren Auswahlwahrscheinlichkeit aber stark sinkt. Der Mittelwert der Gehzeit über die Experimente, in denen die Alternative „zu Fuss“ ausgewählt wurde, beträgt 22 Minuten, der Median 17 Minuten.

Bei den ÖV-Attributen fällt auf, dass die Mittelwerte sich teilweise von jenen der SP-Befragung 2010 (ARE, 2012, S. 116) unterscheiden. Dieser Umstand, der insbesondere bei der Zu- und Abgangszeit sichtbar ist, ist wiederum auf die Unterschiede im ÖV-Routing zur Erzeugung der Alternativen zurückzuführen, bei welcher neu auch „schwächere“ ÖV-Verbindungen (mit sehr langen Zugangswegen) ausgewählt werden, welche 2010 noch ignoriert wurden.

Tabelle 25 Statistische Kennwerte der SP-Attribute, Verkehrsmittelwahl

Alternative	Attribut	Mittelwert	Median	Standard- abweichung
zu Fuss	Gehzeit [min]	51.0	42.0	41.3
Velo	Fahrtzeit [min]	22.4	19.0	16.4
	Fahrtzeit [min]	24.9	17.0	27.5
	Parkplatzsuchzeit [min]	3.4	3.0	2.0
	Treibstoffkosten [CHF]'	3.3	1.8	4.0
MIV	Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	1.6	0.7	2.7
	Parkplatzkosten [min]	2.3	2.0	2.1
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	21.1	20.0	9.6
	Verspätungsdauer [min]	2.6	2.0	2.9
	Fahrtzeit [min]	28.6	18.0	34.4
	Zu- und Abgangszeit [min]	16.3	13.0	26.7
	Billettpreis [CHF]	6.9	3.4	9.6
ÖV	Anzahl Umsteigevorgänge	1.2	1.0	1.3
	Takt [min]	23.3	15.0	20.8
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	21.2	20.0	9.6
	Verspätungsdauer [min]	3.0	2.0	3.6
	Auslastung	2.3	2.0	1.0

Tabelle 26 Statistische Kennwerte der SP-Attribute, Routenwahl MIV

Alternative	Attribut	Mittelwert	Median	Standard- abweichung
	Fahrtzeit [min]	22.4	15.0	23.5
1	Treibstoffkosten [CHF]'	3.3	2.0	3.8
	Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	1.6	0.7	2.6
	Fahrtzeit [min]	22.4	15.0	23.5
2	Treibstoffkosten [CHF]'	3.3	2.0	3.8
	Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	1.6	0.7	2.5

Tabelle 27 Statistische Kennwerte der SP-Attribute, Routenwahl ÖV

Alternative	Attribut	Mittelwert	Median	Standard- abweichung
1	Fahrtzeit [min]	34.4	23.0	37.3
	Zu- und Abgangszeit [min]	13.5	11.0	14.9
	Umsteigewartezeit [min]	4.8	0.0	19.2
	Billettpreis [CHF]	5.1	2.6	7.1
	Anzahl Umsteigevorgänge	1.1	1.0	1.3
	Takt [min]	17.9	15.0	16.5
	Auslastung	2.6	3.0	1.0
2	Fahrtzeit [min]	34.5	23.0	37.5
	Zu- und Abgangszeit [min]	13.5	11.0	14.4
	Umsteigewartezeit [min]	4.8	0.0	20.1
	Billettpreis [CHF]	5.1	2.5	7.0
	Anzahl Umsteigevorgänge	1.1	1.0	1.3
	Takt [min]	17.9	15.0	16.5
	Auslastung	2.6	3.0	1.0

## 5.7 Korrelationen zwischen den Attributen

In Tabelle 28, Tabelle 29 und Tabelle 30 sind die Korrelationen zwischen den Attributen in den SP-Experimenten angegeben. Die signifikanten Werte sind hier *kursiv gedruckt*. Es zeigt sich, dass im Allgemeinen die Korrelationen sehr gering sind, was für die Schätzung von signifikanten Parametern in den Entscheidungsmodellen eine gute Grundlage liefert.

Durch den nichtlinearen Ansatz für die Berechnung der Treibstoffkosten im MIV (siehe Abschnitt 2.3.1) konnte die Korrelation dieses Attributs mit den übrigen distanzabhängigen Variablen wie erwartet leicht abgeschwächt werden (z.B. 0.88 mit der MIV-Fahrtzeit und 0.79 mit der Strassenbenutzungsabgabe). Diese Korrelationen konnten und durften nicht weiter verringert werden, da ansonsten die Attributskombinationen in den Entscheidungssituationen zu unrealistisch geworden wären. In SP-Experimenten, wie sie hier durchgeführt wurden, 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.

Tabelle 28 Korrelationen der Attribute in den Verkehrsmittelwahlexperimenten

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
(1) Fahrtzeit MIV	1,00	-0,13	0,88	0,78	0,01	-0,01	0,87	0,83	0,14	0,73	0,54	0,30	0,23	-0,01	0,71	-0,17
(2) Parkplatzsuchzeit MIV		1,00	-0,12	-0,10	0,00	-	-	-0,15	-0,07	-0,12	-0,16	-0,28	-0,23	-	-	0,23
(3) Treibstoffkosten MIV			1,00	0,79	0,01	-0,01	0,75	0,80	0,12	0,73	0,51	0,28	0,21	0,00	0,68	-0,17
(4) Strassenbenutzungsabg. MIV				1,00	0,00	0,00	0,68	0,72	0,11	0,66	0,46	0,25	0,19	0,01	0,63	-0,15
(5) Parkplatzkosten MIV					1,00	-	-	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	-	-	0,03
(6) Verspätungsw'keit MIV						1,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01	-0,03	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01
(7) Verspätungsdauer MIV							1,00	0,72	0,12	0,61	0,45	0,25	0,20	0,01	0,64	-0,18
(8) Fahrtzeit ÖV								1,00	0,15	0,76	0,62	0,33	0,28	-0,01	0,87	-0,20
(9) Zu-undAbgangszeit ÖV									1,00	0,14	0,11	0,16	0,18	0,00	0,18	-0,10
(10) Billettpreis ÖV										1,00	0,52	0,31	0,26	-0,01	0,66	-0,19
(11) Umsteigevorgänge ÖV											1,00	0,30	0,23	-0,01	0,54	-0,21
(12) Taktstufe ÖV												1,00	0,85	-0,01	0,27	-0,37
(13) Takt ÖV													1,00	-0,01	0,23	-0,28
(14) Verspätungsw'keit ÖV														1,00	-0,01	0,00
(15) Verspätungsdauer ÖV															1,00	-0,20
(16) Auslastung ÖV																1,00

Tabelle 29 Korrelationen der Attribute in den MIV-Routenwahlexperimenten

	(1)	(2)	(3)
(1) Fahrtzeit	1.00	0.81	0.64
(2) Treibstoffkosten		1.00	0.77
(3) Strassenbenutzungsabgabe			1.00

Tabelle 30 Korrelationen der Attribute in den ÖV-Routenwahlexperimenten

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1) Fahrtzeit	1.00	0.16	0.28	0.89	0.67	0.63	0.39	-0.30
(2) Zu- und Abgangszeit		1.00	0.03	0.42	0.13	0.11	0.10	-0.12
(3) Umsteigewartezeit			1.00	0.59	0.25	0.34	0.26	-0.18
(4) Gesamtzeit				1.00	0.63	0.63	0.41	-0.32
(5) Billettpreis					1.00	0.45	0.30	-0.23
(6) Anzahl Umsteigevorgänge						1.00	0.30	-0.25
(7) Takt							1.00	-0.27
(8) Auslastung								1.00

## 5.8 „Unwichtige“ Attribute

Auf der letzten Seite des Fragebogens wurden die Teilnehmer gefragt, welches von den verschiedenen Attributen für ihre Entscheidung am unwichtigsten war. Insgesamt war von den 4'693 zurückgesandten Fragebögen auf 3'759 Bögen (80.1%) mindestens ein Attribut angekreuzt (Mehrfachantworten waren zulässig). Tabelle 31 gibt eine Übersicht der Anzahl Antworten in den Häufigkeitsklassen bei der Verkehrsmittelwahl, Tabelle 32 für die MIV- und Tabelle 33 für die ÖV-Routenwahl.

Tabelle 31 Verteilung der Anzahl „unwichtiger“ Attribute, Verkehrsmittelwahl

Anzahl „unwichtiger“ Attribute	Anzahl Fragebögen	Anteil
0	1'072	23.5%
1	599	13.1%
2	954	20.9%
3	643	14.1%
4	514	11.3%
5+	778	17.1%

Tabelle 32 Verteilung der Anzahl „unwichtiger“ Attribute, Routenwahl MIV

Anzahl „unwichtiger“ Attribute	Anzahl Fragebögen	Anteil
0	1'389	44.3%
1	1'253	40.0%
2	448	14.3%
3	46	1.5%

Tabelle 33 Verteilung der Anzahl „unwichtiger“ Attribute, Routenwahl ÖV

Anzahl „unwichtiger“ Attribute	Anzahl Fragebögen	Anteil
0	220	24.1%
1	285	31.2%
2	219	24.0%
3	123	13.5%
4	37	4.1%
5+	29	3.2%

In den nachfolgenden drei Tabellen sind die Anzahlen an Nennungen der „unwichtigen“ Attribute aufgeführt (Tabelle 34 für die Verkehrsmittelwahl, Tabelle 35 für die MIV-



Routenwahl und Tabelle 36 für die ÖV-Routenwahl). Hierbei ist wiederum zu beachten, dass gemäss Versuchsplan nicht alle Attribute in allen Fragebögen vorkommen. Daher ist in der Tabelle zusätzlich angegeben, in wie vielen Fragebögen das jeweilige Attribut variiert wurde und welchem Anteil die Nennungen als „unwichtiges“ Attribut entsprechen.

Tabelle 34 Anzahl Nennungen als „unwichtiges“ Attribut, Verkehrsmittelwahl

Alternative	Attribut	Fragebögen	Nennungen	Anteil
zu Fuss	Gehzeit [min]	1'178	227	19.3%
Velo	Fahrtzeit [min]	1'562	299	19.1%
MIV	Gesamtzeit [min]	2'056	219	10.7%
	Fahrtzeit [min]	4'241	474	11.2%
	Parkplatzsuchzeit [min]	2'056	643	31.3%
	Treibstoffkosten [CHF]	4'241	1017	24.0%
	Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	4'241	1514	35.7%
	Parkplatzkosten [min]	2'056	509	24.8%
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	2'185	776	35.5%
	Verspätungsdauer [min]	2'185	654	29.9%
	ÖV	Gesamtzeit [min]	4'560	402
Fahrtzeit [min]		4'560	451	9.9%
Zu- und Abgangszeit [min]		4'560	840	18.4%
Billettpreis [CHF]		4'560	752	16.5%
Anzahl Umsteigevorgänge		4'560	720	15.8%
Takt [min]		2'349	292	12.4%
Verspätungswahrscheinlichkeit [%]		2'349	603	25.7%
Verspätungsdauer [min]		2'349	496	21.1%
Auslastung		2'211	662	29.9%

Tabelle 35 Anzahl Nennungen als „unwichtiges“ Attribut, Routenwahl MIV

Attribut	Fragebögen	Nennungen	Anteil
Fahrtzeit [min]	3'136	471	15.0
Treibstoffkosten [CHF]	3'136	616	19.6
Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	3'136	1200	38.3

Tabelle 36 Anzahl Nennungen als „unwichtiges“ Attribut, Routenwahl ÖV

Attribut	Fragebögen	Nennungen	Anteil
Hauptverkehrsmittel	913	234	25.6
Gesamtzeit [min]	913	85	9.3
Fahrtzeit [min]	913	124	13.6
Zu- und Abgangszeit [min]	913	317	34.7
Umsteigewartezeit [min]	458	119	26.6
Billettpreis [CHF]	913	210	23.0
Anzahl Umsteigevorgänge	458	105	22.9
Takt [min]	455	111	24.4
Auslastung	455	131	28.8

Die Strassenbenutzungsabgabe ist bei kurzen Wegen oft gering und wird von den Befragten (sowohl bei der Verkehrsmittel- als auch bei der MIV-Routenwahl) als eher unwichtiges Attribut wahrgenommen. Auch die Verlässlichkeit (Verspätungswahrscheinlichkeit und -dauer) scheint bei der vorliegenden SP-Erhebung eine eher untergeordnete Rolle zu spielen. Bei den ÖV-Attributen wird die Auslastung 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.

Im Gegensatz zur SP-Befragung 2010, wo die Anzahl Zwischenhalte im ÖV in über 80% aller Fälle als „unwichtig“ bezeichnet wurde, sticht in der vorliegenden Befragung aber kein einzelnes Attribut dermassen heraus, dass eine Empfehlung für dessen Nicht-Berücksichtigung in einer kommenden Erhebung ausgesprochen werden sollte. Die relativ häufigen Nennungen bei der Strassenbenutzungsabgabe und bei den Verlässlichkeitsattributen deuten eher darauf hin, dass zu deren detaillierterer Untersuchung eigene, auf diese Attribute zugeschnittene, Studien durchgeführt werden sollten.

## 6 Schätzung der Testmodelle

### 6.1 Entscheidungsmodelle

Zur Analyse des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer und deren Reaktion auf Veränderungen in den Attributen der Verkehrsmittelalternativen werden diskrete Entscheidungsmodelle (Ben-Akiva und Lermann, 1985; Train, 2003) verwendet. Alle in diesem Bericht beschriebenen Modelle werden nach dem Ansatz des Multinomialen Logit-Modells (MNL) geschätzt. Dafür wurde die Software *Biogeme 2.2* (Bierlaire, 2003, 2009) mit Berücksichtigung des Paneleffekts (der Tatsache, dass pro befragter Person mehrere, und unterschiedlich viele, Beobachtungen vorliegen) verwendet.

Im MNL sind die Nutzen der Alternativen durch Nutzenfunktionen beschrieben, die aus einem deterministischen und einem zufälligen Anteil (Fehlerterm) zusammengesetzt sind. Der Nutzen  $U$  einer Alternative  $j$  für eine Person  $q$  lässt sich allgemein ausdrücken als:

$$U_{jq} = V_{jq} + \varepsilon_{jq},$$

$V_{jq}$  systematischer, messbarer Anteil

$\varepsilon_{jq}$  nicht systematischer, nicht messbarer Anteil, welcher die Präferenzen der Person, allfällig fehlende Variablen sowie den Messfehler des Modells widerspiegelt

Die Gleichungen für  $V_{jq}$  sind Kombinationen beliebiger Formen der Attribute der Alternativen, der Entscheidungssituation sowie der Personen. Es wird diejenige Alternative  $j$  gewählt, welche für Person  $q$  den maximalen Nutzen  $U$  aufweist, also:

$$U_{jq} \geq U_{iq}, \quad \forall i \neq j$$

$$V_{jq} - V_{iq} \geq \varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq}, \quad \forall i \neq j$$

Da der Wert von  $\varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq}$  nicht bekannt ist, kann nur eine Annahme über die Wahrscheinlichkeit der Wahl einer Alternative getroffen werden. Es folgt:

$$P_{jq} = P(\varepsilon_{iq} \leq \varepsilon_{jq} + V_{jq} - V_{iq}), \quad \forall i \neq j$$

$$P_{jq} = \int f(\varepsilon) d\varepsilon,$$

wobei  $f(\varepsilon)$  die Dichtefunktion der gemeinsamen Verteilung der Störterme ist. Beim MNL wird angenommen, dass die Residuen voneinander unabhängig und mit gleichen Parametern Gumbel-verteilt (die Gumbelverteilung ist eine Extremwertverteilungsfunktion mit Mittelwert 0) sind. Unter diesen Annahmen ergibt sich schliesslich:

$$P_j = \frac{e^{V_j}}{\sum_i e^{V_i}}$$

als modellierte Auswahlwahrscheinlichkeit einer Alternative  $j$ . Zur Schätzung der Parameter der Nutzenfunktion wird die sogenannte *Maximum-Likelihood*-Methode verwendet. Die *Likelihood*-Funktion ist gegeben durch:

$$L = \prod_{n=1}^N P_{in}^{g_{in}},$$

$N$  Anzahl Beobachtungen

$g_{in}$  1, wenn in Beobachtung  $n$  Alternative  $i$  gewählt wurde, 0 sonst

$P_{in}$  mit den geschätzten Parametern berechnete Auswahlwahrscheinlichkeit der Alternative  $i$  für Beobachtung  $n$

Für die Schätzung wird der Logarithmus dieses Terms (die *Log-Likelihood*) verwendet, also:

$$\ln L = \sum_{n=1}^N g_{in} \cdot \ln P_{in}$$

Durch die Maximierung dieser Gleichung wird sichergestellt, dass das durch die geschätzten Parameter modellierte Verhalten so genau wie möglich das tatsächliche wiedergibt. Für die Schätzung der Güte des geschätzten Modells wird der Wert der *Log-Likelihood*-Funktion verwendet. Ein weiterer Indikator ist die Grösse  $\rho^2$ , ein Mass dafür, welcher Anteil der Gesamtvarianz in den Daten durch das Modell erklärt wird. Eine angepasste Variante des Gütemasses (*adjusted  $\rho^2$* ), welche zusätzlich die für das Erreichen der Modellqualität notwendige Anzahl Freiheitsgrade (Anzahl geschätzter Parameter) berücksichtigt, ist gegeben durch:

$$Adj.\rho^2 = 1 - \frac{L - k}{L_0},$$

$Adj.\rho^2$  *adjusted  $\rho^2$* ; angepasstes Gütemass zur Berücksichtigung der Anzahl Freiheitsgrade

$L$  *Log-Likelihood* des geschätzten Modells

- $L_0$  Log-Likelihood des Modells mit allen Parametern gleich 0 gesetzt  
 $k$  Anzahl geschätzter Parameter

## 6.2 Modellformulierung und Vorgehen

Zunächst sei darauf hingewiesen, dass im Rahmen des vorliegenden Projekts nur Testmodelle zur Überprüfung der Validität der SP-Daten geschätzt werden. Die Suche nach der besten Modellformulierung sowie deren endgültige Schätzung, z.B. für die Verwendung in Verkehrsmodellen, werden in Folgeprojekten durchgeführt.

Für die Modellschätzungen stehen folgende Datensätze zur Verfügung (siehe auch Abschnitt 4.2, Tabelle 15):

- RP-Daten: 6'099 Beobachtungen;
- Verkehrsmittelwahl: 32'802 Beobachtungen;
- Routenwahl MIV: 22'033 Beobachtungen;
- Routenwahl ÖV: 6'431 Beobachtungen;
- Gesamt: 67'365 Beobachtungen.

### 6.2.1 Lineare Modelle für Einzeldaten

Für jedes Modell (Verkehrsmittelwahl, Routenwahl MIV und Routenwahl ÖV) wird zunächst ein Grundmodell mit linearen Nutzenkomponenten für alle relevanten Attribute geschätzt. Die linearen Nutzenfunktionen bestehen aus Summentermen aller in den Nutzen einer Alternative einflussenden Variablen, also:

$$V_i = \sum_j \beta_{ij} \cdot x_{ij}$$

- $i$  betrachtete Alternative (Verkehrsmittel oder Route)  
 $j$  betrachtetes Attribut (z.B. Fahrzeit, Kosten, etc.)  
 $\beta_{ij}$  Nutzenparameter des betrachteten Attributs für die betrachtete Alternative

### 6.2.2 Lineares Modell für Gesamtdaten

Im Anschluss an die Schätzung der Einzelmodelle für jede Entscheidungsdimension wird ein Gesamtmodell mit den zusammengeführten Daten aus der RP-Befragung sowie den SP-Verkehrsmittel- und Routenwahlentscheidungen geschätzt.

Die Grundlage für die Modellschätzung ist also in der Regel der Gesamtdatensatz aus allen RP- und SP-Beobachtungen. Diese gemeinsame Schätzung hat den Vorteil der grösseren zugrundeliegenden Stichprobe und der damit resultierenden robusteren Schätzung der Parameter. Für die Routenwahl im ÖV alleine (6'431 Beobachtungen) könnten beispielsweise die nachfolgend beschriebenen Modelle nicht im gewünschten Detail geschätzt werden. Dies wird erst durch die erwähnte Anreicherung des Datensatzes möglich. Letztere stellt zudem sicher, dass die für die Interpretation der Ergebnisse wichtigen Parameterverhältnisse (siehe auch Abschnitt 6.8) für alle Beobachtungen konsistent sind und sich zwischen einer Verkehrsmittel- und Routenwahlentscheidung nicht unterscheiden. Dies ist konsistent mit den Überlegungen in Hess *et al.* (2008). Die Methodik wurde auch bei der Schätzung der Parameter für die kantonalen Gesamtverkehrsmodelle ZH/ZG (Weis *et al.*, 2012a) und BE/SO (Weis *et al.*, 2012b) angewandt und führte zu sehr robusten Ergebnissen.

Diese gemeinsame Schätzung hat den Vorteil der grösseren zugrundeliegenden Stichprobe und der damit resultierenden robusteren Schätzung der Parameter. Bei einer solchen gemeinsamen Schätzung für Daten aus verschiedenen Quellen (RP/SP und verschiedene SP-Ansätze) ist der Einbezug sogenannter Skalenparameter sehr wichtig. Skaleneffekte entstehen durch die potentiell unterschiedlichen Grössenordnungen von beobachtetem und unbeobachtetem Nutzen in den Nutzenfunktionen für die einzelnen Befragungsmethoden. Die Skalenparameter bewirken eine Anpassung der Nutzenfunktionen an die Gesamtvariabilität der jeweiligen Teildatensätze (Verkehrsmittel- bzw. Routenwahl). Somit weichen die Parameter für die einzelnen Entscheidungsdimensionen in ihren absoluten Werten, jedoch nicht in ihren relativen Grössenordnungen, voneinander ab.

Wie Hess *et al.* (2008) feststellen, sind diese Skaleneffekte am grössten, wenn Daten aus gänzlich verschiedenen Quellen (mit verschiedenen Befragungshintergründen und -themen) für die Schätzung eines gemeinsamen Modells verwendet werden. Auch bei der Verwendung von Daten aus verschiedenen Sub-Befragungen, wie es hier der Fall ist, können aber solche Effekte auftreten und sollten entsprechend in den Modellen berücksichtigt werden.

Die Skalenparameter werden im Verhältnis zu einer (willkürlich festgelegten) Teilstichprobe geschätzt, für welche der Skalenparameter auf den Wert 1 festgesetzt wird (Hess *et al.*, 2008). Wenn ein geschätzter Skalenparameter grösser als 1 ist, bedeutet dies, dass die Varianz des unbeobachteten Nutzens (also der Fehlerterm) in der entsprechenden Sub-Stichprobe kleiner ist als in der Referenzstichprobe (und umgekehrt).

Für den Einsatz in Verkehrsmodellen müssten Parameter aus den oben genannten Skalenparametern multipliziert mit den jeweiligen Schätzwerten (aus den Ergebnistabellen) berechnet werden.

Ob diese Methodik für eine bestimmte Anwendung sinnvoll ist, muss natürlich im jeweiligen Einzelfall entschieden werden; generell kann jedoch gesagt werden, dass sie dem *State of the Art* entspricht und aufgrund der oben aufgezählten Vorteile in der Regel zum Einsatz kommen sollte.

### 6.2.3 Nicht-lineares Modell

Aufbauend auf die oben beschriebenen linearen Nutzenfunktionen werden die Modelle mit nicht-linearen Interaktionen zwischen einzelnen Attributen ausgebaut.

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), Hess *et al.* (2008), Weis *et al.* (2009, 2010), Weis *et al.* (2012a, 2012b), Fröhlich *et al.* (2014) und Widmer *et al.* (2016). Im Gegensatz zur Aufteilung der Befragten in verschiedene Gruppen aufgrund ihrer soziodemographischen Eigenschaften kommen hier kontinuierliche Interaktionsterme zur Verwendung. Die allgemeine Form dieser 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, ...
- $\beta_x$  linearer Nutzenparameter der beobachteten Variable  $x$
- $y$  beobachteter Wert für eine andere Variable
- $\bar{y}$  Referenzwert für die Variable  $y$  (Distanz: 30 km; Einkommen: 7'000 CHF/Monat)
- $\lambda_{y,x}$  Elastizität der Abhängigkeit des Nutzens vom Wert der Variable  $y$

Die Wahl des Referenzwerts  $\bar{y}$  ist beliebig und hat keinerlei Auswirkungen auf den geschätzten Wert der Parameter oder die Modellgüte (Hess *et al.*, 2008). Der Parameter  $\beta_x$  gibt direkt, also ohne Berücksichtigung von  $\lambda_{y,x}$ , den Nutzen einer Einheit der Variable  $x$  bei  $y = \bar{y}$  an (da dann der Interaktionsterm gleich 1 ist und somit aus der Gleichung verschwindet). In allen nachfolgend geschätzten Modellen wird  $\bar{y}$  für die Distanz auf 30 km und für das Haushaltseinkommen auf 7'000 CHF/Monat gesetzt.

Die im vorliegenden Projekt verwendeten Interaktionsterme sind in Tabelle 37 aufgelistet. Die Bandbreite an Interaktionen, welche hier angenommen werden, entspricht jenen aus

früheren Anwendungen, in welchen meist nur Interaktionen von Kosten und Fahrtzeiten mit der Distanz und dem Einkommen angenommen wurden. In den endgültigen Modellen sollte mit weiteren Interaktionen experimentiert werden.

Ausgeschrieben ergibt sich beispielsweise für die Nutzenkomponente der Kosten folgende Formel:

$$\beta_{Kosten} \cdot \left( \frac{Einkommen}{7000} \right)^{\lambda_{Einkommen, Kosten}} \cdot \left( \frac{Distanz}{30} \right)^{\lambda_{Distanz, Kosten}} \cdot Kosten$$

Tabelle 37 In den nicht-linearen Modellen verwendete Interaktionsterme

Attribut	Interaktion mit
Fahrtzeit [min]	Distanz [km]
Treibstoffkosten [CHF]	Distanz [km] Haushaltseinkommen [CHF/Monat]
Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	Distanz [km] Haushaltseinkommen [CHF/Monat]

Die Grundlage für die Modellschätzung ist wie beim linearen Modell (Abschnitt 6.2.2) der Gesamtdatensatz aus allen RP- und SP-Beobachtungen (Verkehrsmittel-, MIV- und ÖV-Routenwahl).

#### 6.2.4 Fahrtzweckspezifische Modelle

Letztendlich wurde noch die fahrtzweckspezifische Trennung der Modelle vorgenommen. Für jede Teilstichprobe je Fahrtzweck (Arbeit, Ausbildung, Einkauf, Nutzfahrt, Freizeit) wurde hier ein eigenes lineares Modell mit dem Gesamtdatensatz aus RP- und SP-Beobachtungen geschätzt. Die Struktur der Modelle ist dabei identisch wie für das lineare Gesamtmodell (Abschnitt 6.2.2).



### 6.2.5 Übersicht der getesteten Modellansätze

Eine Übersicht aller getesteten Modellansätze und die dabei resultierenden Modellgüten (*adjusted  $\rho^2$* ) zeigt Tabelle 38.

Tabelle 38 Übersicht der geschätzten Modelle

Modellform	Entscheidungen / Datensatz			Gesamt
	Verkehrsmittelwahl	Routenwahl MIV	Routenwahl ÖV	
Linear	$n = 32'802$ <i>adj. <math>\rho^2 = 0.377</math></i>	$n = 22'033$ <i>adj. <math>\rho^2 = 0.176</math></i>	$n = 6'431$ <i>adj. <math>\rho^2 = 0.271</math></i>	$n = 67'365$ <i>adj. <math>\rho^2 = 0.335</math></i>
Nicht-linear	-	-	-	$n = 67'365$ <i>adj. <math>\rho^2 = 0.365</math></i>
Arbeit	-	-	-	$n = 18'924$ <i>adj. <math>\rho^2 = 0.371</math></i>
Ausbildung	-	-	-	$n = 1'776$ <i>adj. <math>\rho^2 = 0.332</math></i>
Einkauf	-	-	-	$n = 14'055$ <i>adj. <math>\rho^2 = 0.371</math></i>
Nutzfahrt	-	-	-	$n = 3'029$ <i>adj. <math>\rho^2 = 0.462</math></i>
Freizeit	-	-	-	$n = 29'581$ <i>adj. <math>\rho^2 = 0.310</math></i>

### 6.3 Verkehrsmittelwahl

Um die Effekte der Soziodemographie auf das Entscheidungsverhalten abzubilden, werden die in Tabelle 39 aufgelisteten soziodemographischen Variablen in die relevanten Nutzenfunktionen eingebunden. Durch diese Formulierung wird der Grundnutzen einer Alternative im Vergleich zu der konkurrierenden Alternative (also hier des MIV gegenüber dem ÖV bzw. umgekehrt) verändert. Der Einbezug der Soziodemographie könnte, soweit sinnvoll, auch auf weitere Alternativen ausgeweitet werden. Entsprechende Untersuchungen sollten im Analyseprojekt zur SP-Befragung 2015 durchgeführt werden. Dort sollte auch mit Transformationen der Altersvariable (logarithmiert, quadriert, etc.) experimentiert werden, um die optimale Modellgüte zu erzielen.

Tabelle 39 Soziodemographische Variablen im Verkehrsmittelwahlmodell

Attribut	Nutzenfunktion für Alternative
Alter	MIV
Geschlecht	MIV
PW-Verfügbarkeit	MIV
Fahrtzweck	MIV
ÖV-Abonnementsbesitz	ÖV

Zusätzlich wird eine Konstante in die Nutzenfunktionen einbezogen, welche alle Effekte abbildet, welche nicht durch gemessene bzw. beobachtete Grössen abgebildet werden können (z.B. Komfort, persönliche Präferenzen, Wetter etc.). Diese Konstante darf jeweils bei einer Alternative nicht einbezogen werden, da nur die Nutzendifferenz für die Berechnung der Auswahlwahrscheinlichkeiten ausschlaggebend ist. Die genannte Alternative, hier der Fussweg, gilt dann als Referenzalternative, mit welcher der Grundnutzen der anderen Alternativen verglichen werden kann.

Nachfolgend sind die komplett ausgeschriebenen Nutzenfunktionen für den MIV und den ÖV in diesem Modell aufgeführt. Da die Nutzenfunktionen für die verschiedenen Attribute hier linear sind, wird z.B. jede zusätzliche Minute an Fahrzeit unabhängig von der Gesamtfahrzeit immer gleich bewertet.

Die Ergebnisse der Modellschätzung für das lineare Verkehrsmittelwahlmodell sind in Tabelle 40 aufgeführt.

## Nutzenfunktionen:

- zu Fuss:

$$U_{Fuss} = \beta_{Gehzeit} \cdot Gehzeit$$

- Velo:

$$U_{Velo} = \text{Konstante} \\ + \beta_{Fahrtzeit} \cdot Fahrtzeit$$

- MIV:

$$U_{MIV} = \text{Konstante} \\ + \beta_{(PW-Verfügbarkeit=immer)} \cdot (PW - Verfügbarkeit = immer) \\ + \beta_{Alter} \cdot \ln(\text{Alter}) \\ + \beta_{Frau} \cdot Frau \\ + \beta_{Fahrtzeit} \cdot Fahrtzeit \\ + \beta_{Suchzeit} \cdot Suchzeit \\ + \beta_{Treibstoffkosten} \cdot Treibstoffkosten \\ + \beta_{Strassengebühr} \cdot Strassenbenutzungsabgabe \\ + \beta_{Parkkosten} \cdot Parkkosten \\ + \beta_{Verspätungswahrscheinlichkeit} \cdot Verspätungswahrscheinlichkeit \\ + \beta_{Verspätungsdauer} \cdot Verspätungsdauer \\ + \beta_{(Fahrtzweck=Arbeit)} \cdot (Fahrtzweck = Arbeit) \\ + \beta_{(Fahrtzweck=Ausbildung)} \cdot (Fahrtzweck = Ausbildung) \\ + \beta_{(Fahrtzweck=Einkauf)} \cdot (Fahrtzweck = Einkauf) \\ + \beta_{(Fahrtzweck=Nutzfahrt)} \cdot (Fahrtzweck = Nutzfahrt)$$

- ÖV:

$$U_{ÖV} = \beta_{Abo:GA} \cdot Abo : GA \\ + \beta_{Abo:Verbundabo} \cdot Abo : Verbundabo \\ + \beta_{Abo:Halbtax} \cdot Abo : Halbtax \\ + \beta_{Fahrtzeit} \cdot Fahrtzeit \\ + \beta_{Billetpreis} \cdot Billetpreis \\ + \beta_{Zu- \& Abgangszeit} \cdot Zu - \& Abgangszeit \\ + \beta_{Takt} \cdot Takt \\ + \beta_{Umsteigent} \cdot Umsteigen \\ + \beta_{Verspätungswahrscheinlichkeit} \cdot Verspätungswahrscheinlichkeit \\ + \beta_{Verspätungsdauer} \cdot Verspätungsdauer \\ + \beta_{Auslastung} \cdot Auslastung$$

Tabelle 40 Modellergebnisse: lineares Verkehrsmittelwahlmodell

Verkehrsmittel	Variable	Parameter	t
zu Fuss	Konstante	-	-
	Gehzeit [min]	-0.088	-38.36
Velo	Konstante	-1.300	-17.50
	Fahrtzeit [min]	-0.072	-34.29
MIV	Konstante	-1.470	-7.81
	Fahrtzeit [min]	-0.053	-27.74
	Suchzeit [min]	-0.087	-9.50
	Treibstoffkosten [CHF]	-0.107	-9.41
	Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	-0.082	-6.63
	Parkkosten [CHF]	-0.154	-15.89
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	-1.040	-5.97
	Verspätung [min]	-0.020	-1.68
	Mann (Ref.)	-	-
	Frau	0.047	1.56
	Alter [Jahre]	-0.096	-2.16
	Verfügbarkeit: nach Absprache (Ref.)	-	-
	Verfügbarkeit: immer	0.918	25.29
	Zweck: Arbeit	-0.285	-7.830
	Zweck: Ausbildung	-0.751	-7.910
	Zweck: Einkauf	0.536	13.090
Zweck: Nutzfahrt	0.567	7.020	
Zweck: Freizeit (Ref.)	-	-	
ÖV	Konstante	-2.480	-27.3
	Fahrtzeit [min]	-0.041	-26.70
	Zu- und Abgangszeit [min]	-0.046	-21.37
	Billettpreis [CHF]	-0.089	-15.85
	Umsteigen [Anzahl]	-0.278	-15.16
	Takt [min]	-0.012	-8.86
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	-0.393	-1.93
	Verspätung [min]	-0.020	-1.68
	Auslastung [Stufe]	-0.150	-8.54
	Abonnement: keines (Ref.)	-	-
	Abonnement: Halbtax	0.550	13.98
	Abonnement: Verbund	1.470	34.89
Abonnement: GA	1.700	29.20	

Alle geschätzten Parameter haben das erwartete Vorzeichen (ein negatives Vorzeichen bedeutet eine Abnahme des Nutzens der entsprechenden Alternative bei Zunahme des Attributs). Die allermeisten dieser Parameter sind zudem statistisch signifikant. Die Signifikanz ist durch den t-Test bestimmt: wenn der absolute Wert der Testgrösse (Schätzwert geteilt durch Standardfehler) grösser ist als 1.96, ist der Parameter auf dem 95%-Niveau statistisch signifikant; dies lässt sich interpretieren als eine Wahrscheinlichkeit von weniger als 5%, dass der durch den Parameterwert abgebildete Trend zufällig entstanden ist. Die Modellgüte (*adjusted  $\rho^2$* ) ist mit fast 0.4 für ein einfaches Modell mit linearen Nutzenfunktionen bereits sehr gut.

Bei den soziodemographischen Eigenschaften sind folgende Trends ersichtlich:

- Alter: je älter eine befragte Person, desto geringer ist deren Wahrscheinlichkeit, mit dem Auto zu fahren;
- Geschlecht: die Signifikanz des entsprechenden Parameters ist zu gering, um hier eine verlässliche Aussage über einen Effekt ableiten zu können;
- 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 Verbund- oder Generalabonnements, haben eine höhere Auswahlwahrscheinlichkeit für den ÖV als Personen, welche kein ÖV-Abonnement besitzen.

## 6.4 Routenwahl MIV

Mit dem MIV-Routenwahldatensatz wurden ebenfalls lineare Modellschätzungen durchgeführt. Die aus der Modellschätzung ermittelten Parameter sind aus Tabelle 41 ersichtlich.

Tabelle 41 Modellergebnisse: lineares MIV-Routenwahlmodell

Variable	Parameter	t
Fahrtzeit [min]	-0.133	-55.98
Treibstoffkosten [CHF]	-0.468	-41.54
Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	-0.304	-31.31

## 6.5 Routenwahl ÖV

Eine ähnliche Qualität der Modellschätzung konnte für das ÖV-Routenwahlmodell erreicht werden (Tabelle 42). Auch hier haben alle Parameter das erwartete Vorzeichen und sind signifikant verschieden von Null.

Tabelle 42 Modellergebnisse: lineares ÖV-Routenwahlmodell

Variable	Parameter	t
Fahrtzeit [min]	-0,083	-30,89
Zu- und Abgangszeit [min]	-0,112	-22,58
Umsteigewartezeit [min]	-0,107	-18,52
Billettpreis [CHF]	-0,286	-21,47
Umsteigen [Anzahl]	-0,470	-12,79
Takt [min]	-0,035	-10,97
Auslastung [Stufe]	-0,474	-14,52
Hauptverkehrsmittel: (S-)Bahn (Ref.)	-	-
Hauptverkehrsmittel: Tram	-0,584	-5,73
Hauptverkehrsmittel: Bus / PostAuto	-0,575	-7,39

## 6.6 Gesamtmodell

Die Schätzergebnisse für das lineare und das nicht-lineare Gesamtmodell (gemeinsamer Datensatz aus RP- und allen SP-Beobachtungen) zeigen Tabelle 43 und Tabelle 44.

Bezüglich der Vorzeichen, Plausibilität und Signifikanz der Parameter gelten hier die gleichen Aussagen wie für die Verkehrsmittel- und Routenwahlmodelle. Beim linearen Modell sind die Grössenordnungen der meisten Parameter im Bereich jener aus dem reinen Verkehrsmittelwahlmodell; dies erscheint plausibel, da die Verkehrsmittelwahlbeobachtungen den grössten Teil der zugrunde liegenden Daten ausmachen und somit die Parameterschätzung nach wie vor am stärksten beeinflussen. Die Distanz-Interaktionsparameter des nicht-linearen Modells sind allesamt negativ, d.h. die Sensitivität auf die entsprechenden Attribute sinkt mit zunehmender Weglänge. Ebenfalls negativ sind die Interaktionsparameter zwischen dem Einkommen und allen Kostenvariablen, was auf eine sinkende Kostensensitivität bei steigendem Einkommen schliessen lässt.

Tabelle 43 Modellergebnisse: Gesamtmodell (Parameterwerte)

Verkehrsmittel	Variable	lineares Modell		nicht-lineares Modell	
		Parameter	t	Parameter	t
zu Fuss	Konstante	-	-	-	-
	Gehzeit [min]	-0.081	-40.06	-0.064	-32.58
Velo	Konstante	-1.280	-19.91	-0.911	-14.29
	Fahrtzeit [min]	-0.068	-36.92	-0.049	-28.28
MIV	Konstante	-1.330	-7.77	0.747	4.08
	Fahrtzeit [min]	-0.039	-34.78	-0.056	-39.00
	Interaktion Distanz [km]	-	-	-0.339	-38.22
	Suchzeit [min]	-0.103	-11.99	-0.107	-12.24
	Treibstoffkosten [CHF]	-0.135	-32.75	-0.219	-35.29
	Interaktion Distanz [km]	-	-	-0.623	-73.37
	Interaktion Einkommen [CHF/Monat]	-	-	-0.076	-4.04
	Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	-0.084	-27.33	-0.153	-30.55
	Interaktion Distanz [km]	-	-	-0.519	-22.58
	Interaktion Einkommen	-	-	-0.307	-7.71
	Parkkosten [CHF]	-0.165	-18.06	-0.163	-17.11
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	-1.480	-8.78	-1.240	-7.23
	Verspätung [min]	-0.098	-7.41	-0.093	-7.81
	Mann (Ref.)	-	-	-	-
	Frau	0.068	2.41	0.071	2.49
	Alter [Jahre]	-0.033	-0.81	0.029	0.71
	Verfügbarkeit: nach Absprache (Ref.)	-	-	-	-
	Verfügbarkeit: immer	0.889	26.53	0.877	25.86
	Zweck: Arbeit	-0.356	-10.560	-0.373	-10.950
	Zweck: Ausbildung	-0.868	-9.980	-0.849	-9.700
	Zweck: Einkauf	0.474	12.470	0.515	13.170
	Zweck: Nutzfahrt	0.537	7.070	0.509	6.670
	Zweck: Freizeit (Ref.)	-	-	-	-
ÖV	Konstante	-2.330	-30.28	-0.848	-8.12
	Fahrtzeit [min]	-0.030	-32.00	-0.029	-30.50
	Interaktion Distanz [km]	-	-	-0.244	-13.87
	Zu- und Abgangszeit [min]	-0.040	-27.27	-0.039	-26.54
	Umsteigewartezeit [min]	-0.024	-14.01	-0.021	-13.55
	Billettpreis [CHF]	-0.099	-26.82	-0.109	-26.31
	Interaktion Distanz [km]	-	-	-0.491	-38.50
	Interaktion Einkommen [CHF/Monat]	-	-	-0.345	-4.83
	Umsteigen [Anzahl]	-0.208	-18.31	-0.217	-19.09
	Takt [min]	-0.012	-13.92	-0.011	-13.59
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	-1.110	-6.09	-1.230	-6.85
	Verspätung [min]	-0.049	-4.07	-0.042	-3.83
	Auslastung [Stufe]	-0.140	-14.60	-0.147	-15.59
	Hauptverkehrsmittel: (S-)Bahn (Ref.)	-	-	-	-
	Hauptverkehrsmittel: Tram	-0.198	-5.33	-0.179	-4.77
	Hauptverkehrsmittel: Bus / PostAuto	-0.195	-6.92	-0.193	-6.92
	Abonnement: keines (Ref.)	-	-	-	-
Abonnement: Halbtax	0.498	13.98	0.395	10.67	
Abonnement: Verbund	1.530	40.27	1.480	38.38	
Abonnement: GA	1.710	33.92	1.650	31.72	

Tabelle 44 Modellergebnisse: Gesamtmodell (Skalenparameter)

Skalenparameter für Teilstichprobe	lineares Modell		nicht-lineares Modell	
	Parameter	t	Parameter	t
	RP	0.950	2.06	0.945
SP Verkehrsmittelwahl (Ref.)	1.000	-	1.000	-
SP Routenwahl MIV	3.440	21.03	2.600	21.48
SP Routenwahl ÖV	2.760	15.30	2.860	16.03

## 6.7 Fahrtzweckspezifische Modelle

Die Schätzergebnisse für die linearen fahrtzweckspezifischen Modelle, geschätzt mit dem gemeinsamen Datensatz aus den RP- und allen SP-Beobachtungen für jeden Fahrtzweck, zeigen Tabelle 45 und Tabelle 46.

Diese Ergebnisse sind hier der Vollständigkeit halber aufgeführt und werden nicht im Detail diskutiert. Sie sind jedoch plausibel und zeigen, dass fahrtzweckgetrennte Auswertungen der SP-Daten grundsätzlich möglich sind. Fundierte Aussagen über die Ergebnisse und Aussagen zu den einzelnen Parametern (Werte und Signifikanzniveaus) und deren Verhältnissen können aber erst im Anschluss an die Suche nach den definitiven Modellansätzen und deren Schätzung getroffen werden.



Tabelle 45 Modellergebnisse: Fahrtzweckspezifische Modelle (Parameterwerte)

Verkehrsmittel	Variable	Fahrtzweck				
		Arbeit	Ausb.	Einkauf	Nutzf.	Freizeit
zu Fuss	Konstante	-	-	-	-	-
	Gehzeit [min]	-0.132	-0.214	-0.094	-0.094	-0.059
Velo	Konstante	-1.610	-2.330	-1.900	-3.390	-0.611
	Fahrtzeit [min]	-0.065	-0.088	-0.122	-0.122	-0.064
MIV	Konstante	-1.050	-1.960	0.591	-2.540	2.060
	Fahrtzeit [min]	-0.051	-0.084	-0.048	-0.048	-0.031
	Suchzeit [min]	-0.087	-0.037	-0.129	-0.129	-0.112
	Treibstoffkosten [CHF]	-0.181	-0.198	-0.202	-0.202	-0.108
	Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	-0.107	-0.167	-0.105	-0.105	-0.073
	Parkkosten [CHF]	-0.150	-0.182	-0.198	-0.198	-0.170
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	-1.080	-0.396	-1.640	-1.640	-1.670
	Verspätung [min]	-0.056	-0.469	-0.188	-0.188	-0.075
	Mann (Ref.)	-	-	-	-	-
	Frau	0.196	-0.228	-0.029	-0.029	0.084
	Alter [Jahre]	0.067	0.102	0.324	0.324	-0.123
	Verfügbarkeit: nach Absprache (Ref.)	-	-	-	-	-
	Verfügbarkeit: immer	1.110	1.620	0.635	0.635	0.852
	ÖV	Konstante	-1.410	-2.330	-1.080	-2.340
Fahrtzeit [min]		-0.038	-0.056	-0.039	-0.039	-0.023
Zu- und Abgangszeit [min]		-0.058	-0.085	-0.064	-0.064	-0.026
Umsteigewartezeit [min]		-0.021	-0.060	-0.023	-0.023	-0.022
Billettpreis [CHF]		-0.122	-0.160	-0.160	-0.160	-0.080
Umsteigen [Anzahl]		-0.205	-0.430	-0.326	-0.326	-0.195
Takt [min]		-0.010	-0.011	-0.014	-0.014	-0.013
Verspätungswahrscheinlichkeit [%]		-2.280	-3.890	-2.270	-2.270	0.244
Verspätung [min]		-0.031	-0.308	0.007	0.007	-0.044
Auslastung [Stufe]		-0.202	-0.216	-0.131	-0.131	-0.128
Hauptverkehrsmittel: (S-)Bahn (Ref.)		-	-	-	-	-
Hauptverkehrsmittel: Tram		-0.222	-0.190	-0.226	-0.226	-0.233
Hauptverkehrsmittel: Bus / PostAuto		-0.193	-0.127	-0.255	-0.255	-0.244
Abonnement: keines (Ref.)		-	-	-	-	-
Abonnement: Halbtax	0.441	1.000	0.302	0.302	0.628	
Abonnement: Verbund	2.190	2.020	1.350	1.350	1.120	
Abonnement: GA	1.940	1.280	1.320	1.320	1.720	

Tabelle 46 Modellergebnisse: Fahrtzweckspezifische Modelle (Skalenparameter)

Skalenparameter für Teilstichprobe	Fahrtzweck				
	Arbeit	Ausb.	Einkauf	Nutzf.	Freizeit
RP	0.978	0.563	1.060	0.907	0.896
SP Verkehrsmittelwahl (Ref.)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SP Routenwahl MIV	4.020	1.380	3.240	2.870	3.340
SP Routenwahl ÖV	2.240	1.690	2.980	4.860	2.840

## 6.8 Zeitwerte und Elastizitäten

Ergebnisse von Entscheidungsmodellen, bzw. deren geschätzte Parameter, sind nicht gesondert interpretierbar, da der in den Modellen verwendete Nutzen einheitslos und abstrakt ist. Erst durch die Kontextualisierung über die Bildung von Parameterverhältnissen und den daraus resultierenden relativen Bewertungen der einzelnen Attribute können Rückschlüsse auf die Plausibilität der Ergebnisse gezogen werden. Insbesondere kann das Verhältnis aus Fahrzeit- und Kostenparameter als Zahlungsbereitschaft für eine Einsparung der Fahrzeit (englischer Begriff: VTTS = *value of travel time savings*) bzw. als Zeitwerte interpretiert werden. Tabelle 47 zeigt die aus den verschiedenen hier geschätzten Modellen resultierenden Zeitwerte und stellt diese für die linearen Einzelmodelle den Werten aus der SP-Befragung 2010 gegenüber.

Insgesamt sind die Ergebnisse aus dem hier getesteten Modellansatz sehr plausibel und bewegen sich im Rahmen der erwarteten Grössenordnungen.

Beim Verkehrsmittelwahlmodell liegen die Werte gegenüber den Testmodellen aus der SP-Befragung 2010 tiefer, aber deutlich näher an den Werten der VSS-Zeitkostennorm SN 641 822a (VSS, 2007). Dort liegt der über alle Fahrtzwecke gemittelte Zeitwert im MIV (bezogen auf die Treibstoffkosten) bei 22.2 CHF/h, im ÖV bei 13.8 CHF/h.

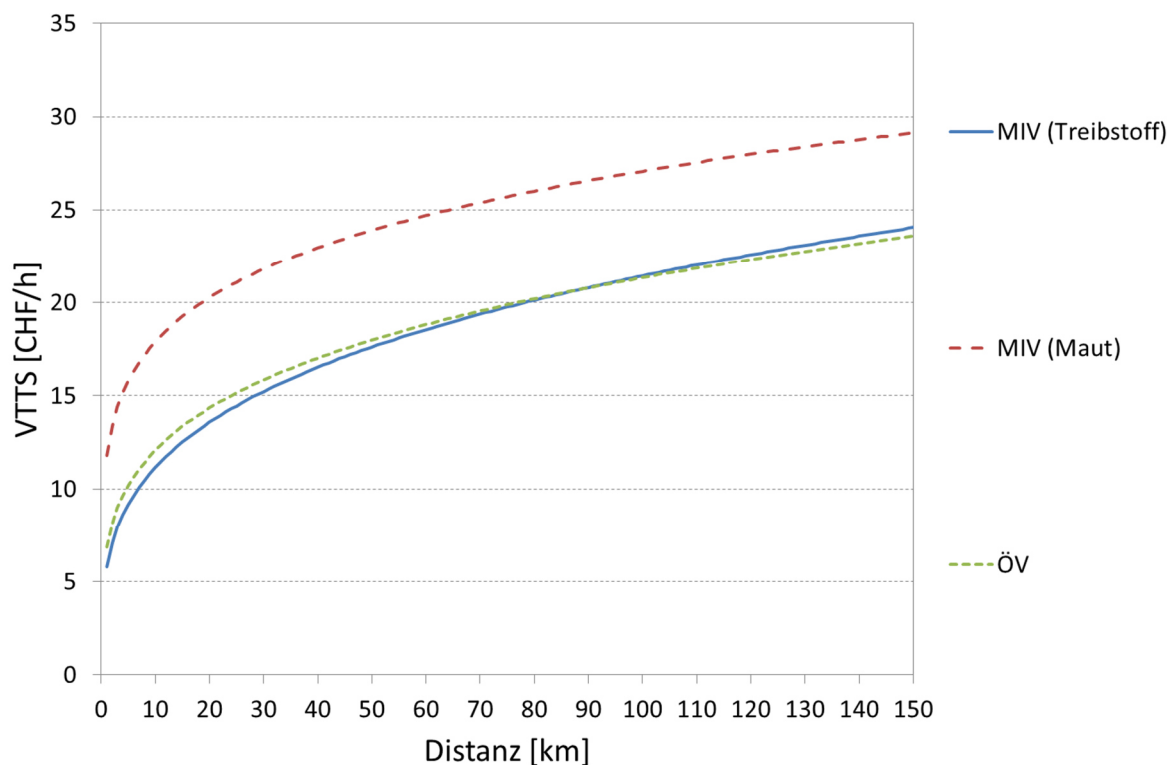
Angesichts der Tatsache, dass es sich sowohl bei der SP-Befragung 2015 als auch 2010 um Testschätzungen handelt, welche nicht den Zweck der Ermittlung endgültiger und anwendbarer Werte (welche gewichtet und auf Bevölkerungswerte hochgerechnet werden müssten) haben, kann eine detaillierte Eruiierung der Unterschiede zwischen den beiden Befragungen zum jetzigen Zeitpunkt nicht erfolgen. Diese ergeben sich aber vermutlich in erster Linie aus den verschiedenen Stichprobenverteilungen der relevanten Variablen, insbesondere der Weglängen. Robuste Ergebnisse können erst nach der erwähnten Hochrechnung von Ergebnissen einer eingehenden Analyse – mit Suche nach dem optimalen Modellansatz – auf Bevölkerungswerte diskutiert werden, welche aber nicht Teil des hier vorliegenden Auftrags ist.

Tabelle 47 Aus den Modellergebnissen resultierende Zeitwerte (VTTS)

Verkehrsmittel	VTTS bezogen auf	Modell (2010 / 2015)			Gesamt
		Verkehrsmittelwahl	Routenwahl MIV	Routenwahl ÖV	
MIV	Treibstoffkosten [CHF]	49.4 / 29.4	15.4 / 17.1		- / 17.2
	Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	43.1 / 38.5	19.9 / 26.3		- / 27.6
ÖV	Billettpreis [CHF]	33.8 / 27.3		14.4 / 17.4	- / 17.9

Aus dem nicht-linearen Modell können Aussagen über die Abhängigkeiten der Zeitwerte von den interagierenden Variablen, also z.B. von der Weglänge, abgeleitet werden. Eine entsprechende Auswertung zeigt Abbildung 13 – diese veranschaulicht auch den Unterschied des nicht-linearen Ansatzes gegenüber den aus den linearen Modellen resultierenden konstanten Zeitwerten. Der hier gezeigte Verlauf mit ansteigenden Zahlungsbereitschaften für längere Wege entspricht ebenfalls den Erwartungen bzw. den in früheren Studien und der VSS-Norm vorgefundenen Verhältnissen.

Abbildung 13 Zeitwerte in Abhängigkeit der Distanz



Als weiterer Indikator für die Validität der erhobenen Daten wurden Nachfrageelastizitäten der relevanten Variablen ermittelt. Allgemein gibt eine Elastizität an, wie sich die Veränderung einer Einflussvariablen auf die abhängige Variable auswirkt. In einem MNL ist dies gleichbedeutend mit der prozentualen Änderung der Auswahlwahrscheinlichkeit einer Alternative bei einer relativen Änderung eines Attributes dieser Alternative. So steht beispielsweise eine Preiselastizität von -0.3 in der Verkehrsmittelwahl für eine Verringerung der Wahrscheinlichkeit um 3%, dass ein Verkehrsmittel gewählt wird, wenn sich dessen Kosten um 10% erhöhen. Dies kann auch direkt auf die gesamte Nachfrage eines Verkehrsmittels bzw. auf den Modal Split angewandt werden: Bei einer Preiselastizität von -0.12 führt eine Erhöhung der Kosten um 10% zu einer Reduktion der MIV-Fahrten um 1.2%.

Im Fall des MNL wird eine Elastizität wie folgt berechnet:

$$E_i = \frac{\delta P_i}{\delta x_{ij}} \cdot \frac{x_{ij}}{P_i},$$

$P_i$       Wahrscheinlichkeit, dass Alternative  $i$  gewählt wird (bzw. Marktanteil)

$x_{ij}$       Wert der Einflussvariable  $j$  für Alternative  $i$

Bei linearen Nutzenfunktionen ergibt sich aus der partiellen Ableitung der Auswahlwahrscheinlichkeit  $P_i$  (siehe auch Abschnitt 6.1) nach der Variablen  $j$ :

$$E_i = \beta_{ij} \cdot (1 - P_i) \cdot x_{ij}$$

Aus obenstehender Formel ist nochmals ersichtlich, dass diese Werte von den Stichprobenverteilungen (Mittelwerten) der betrachteten Variablen und den Modal-Split-Verteilungen abhängig sind. Ein direkter Vergleich der Werte zwischen zwei Befragungen ist demnach schwierig, solange keine bevölkerungsgewichteten Werte berechnet werden. Die Anwendung von Elastizitäten erlaubt lediglich grobe Abschätzungen von Nachfrageeffekten der Veränderung einer einzelnen Variable, ersetzt aber nicht die Anwendung eines vollständigen Nachfragemodells mit Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen vielen Einflussgrössen.

Dennoch zeigen die Ergebnisse (Tabelle 48), dass die beiden SP-Befragungen 2010 und 2015 in den Grössenordnungen vergleichbare Verhältnisse produzieren (für den Vergleich wurden die Werte aus der SP-Befragung 2010 mittels obenstehender Formel und den Werten aus ARE, 2012, neu berechnet).

Tabelle 48      Aus den Modellergebnissen resultierende Elastizitäten

Verkehrsmittel	Elastizität bezogen auf	Modell	
		2010	2015
MIV	Fahrtzeit [min]	-0.41	-0.44
	Treibstoffkosten [CHF]	-0.09	-0.12
	Strassenbenutzungsabgabe [CHF]	-0.05	-0.04
ÖV	Fahrtzeit [min]	-0.81	-0.93
	Billettpreis [CHF]	-0.28	-0.49

Es wird dringend empfohlen, bei der Anwendung der Modelle die vollen Nutzenfunktionen anzuwenden, um die Effekte von Massnahmen zu bewerten. Elastizitäten hängen stark von den vorliegenden Nachfrageverhältnissen (Auswahlwahrscheinlichkeiten) der vorhandenen Alternativen, den Werten der berücksichtigten Variablen im Ist- und Plan-Zustand, der Soziodemographie und der Struktur der betrachteten Wege (z.B. Distanzverteilung) ab, womit keine einzelnen pauschalen Werte zur Verwendung ausgewiesen und empfohlen werden können.

## 6.9 Fazit

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die geschätzten Testmodelle mit den erhobenen SP-Daten durchwegs sinnvolle Resultate und die erwarteten Wirkungen zeigen: die geschätzten Parameter weisen die korrekten Vorzeichen auf und sind statistisch signifikant; zudem sind die Bewertungsverhältnisse zwischen den einzelnen Attributen plausibel und die Werte mit der SP-Befragung 2010 vergleichbar. Somit stellen die Daten eine vielversprechende Grundlage für ausgereifte Schätzstrategien bezüglich verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten dar.

Da es sich bei den hier gezeigten Modellen explizit um Testansätze handelt, sollten die gezeigten Parameter nicht in Verkehrs- und Bewertungsmodellen angewandt werden. Zudem wurden die in der SP-Befragung 2010 zusätzlich geschätzten *Mixed Logit* und *Latent Class* Modelle hier nicht ausprobiert. Zum jetzigen Zeitpunkt und bevor die grundlegende Struktur des MNL definitiv festgelegt worden ist, wären solche weitergehenden Analysen, für deren Durchführung stark ansteigende Rechenzeiten veranschlagt werden müssten, wenig sinnvoll und würden keinen zusätzlichen Informationsgewinn herbeiführen.

## 7 Vorschläge für regionalisierte Auswertungen

Beim kommenden Neuaufbau des Nationalen Personenverkehrsmodells (NPVM) möchte der Bund das heterogene Verkehrsverhalten der Schweizer Bevölkerung über regionale Teilräume abbilden. Die Ziele dieser Regionalisierung sind:

- die Einbettung in einen räumlichen Kontext (möglichst kongruente Analyseregionen);
- die Abbildung von Ähnlichkeiten im Verkehrsverhalten (hier angenähert durch den Modal Split und die Weglängen im MZMV 2010);
- die Handhabbarkeit der Komplexität des Nachfragemodells (Bildung von maximal drei bis vier Teilräumen).

Eine weitere Vorgabe ist die Aufteilung in ausreichend grosse Teilstichproben in der SP-Befragung für die Schätzung statistisch signifikanter Modelle.

Abbildung 14 zeigt die Verteilung der beiden Kenngrössen Modal Split und mittlere Weglänge aller MIV- und ÖV- Wege im MZMV 2010, aufgeteilt nach Kanton (Wohnort der Befragten). Hier ist ersichtlich, dass sich die einzelnen Kantone in diesen Kenngrössen signifikant voneinander unterscheiden.

Abbildung 14 Modal Split und mittlere Weglänge (MZMV 2010) nach Kanton

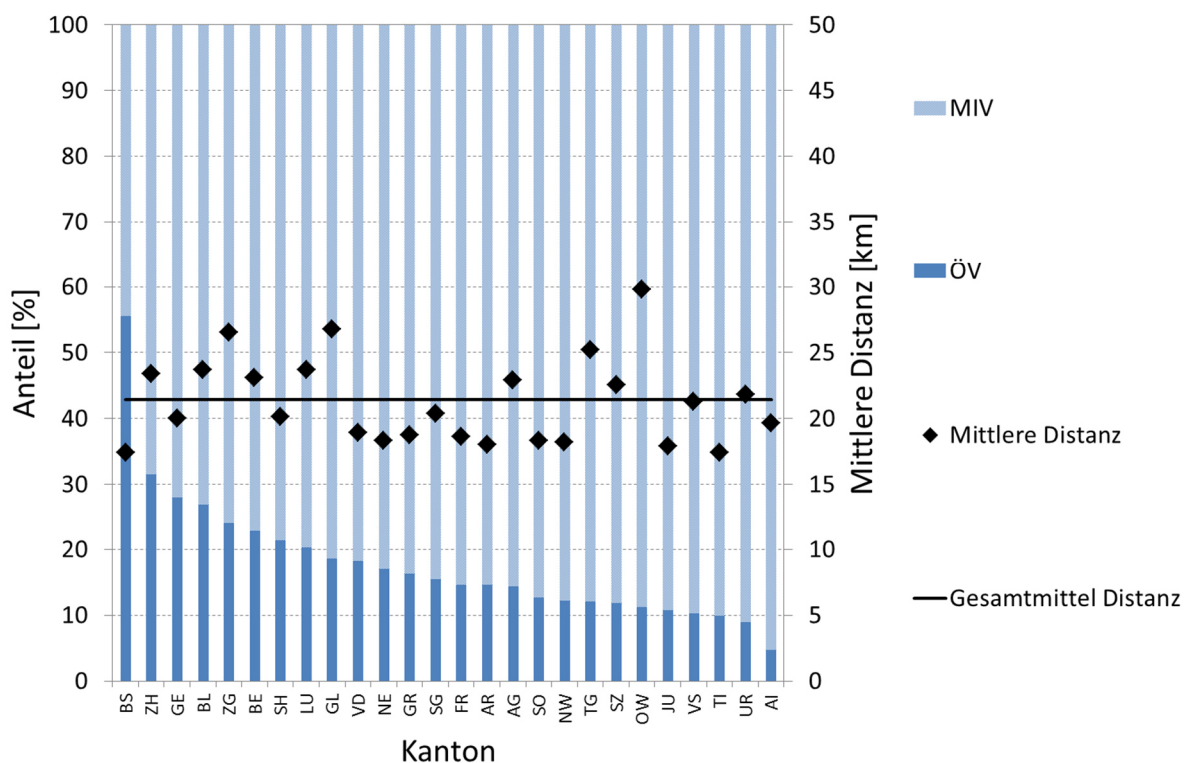
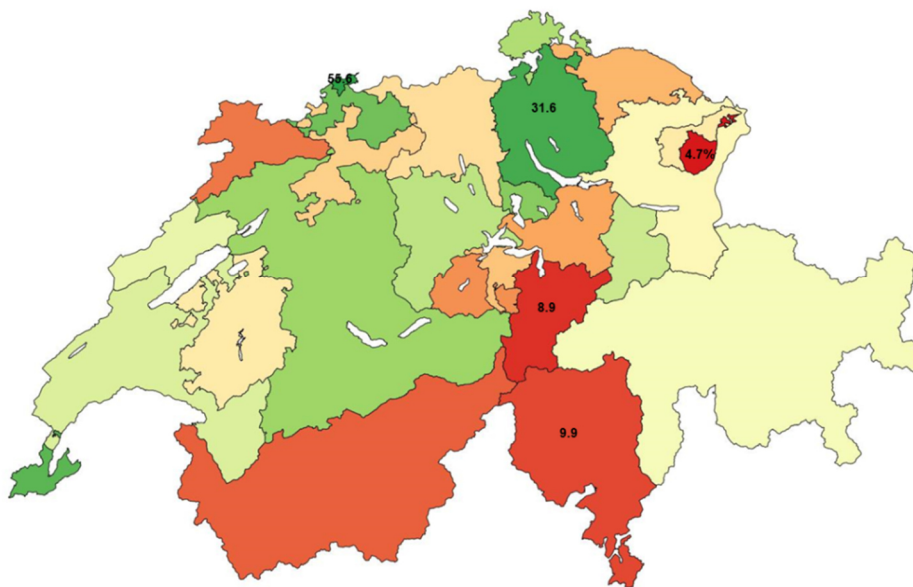


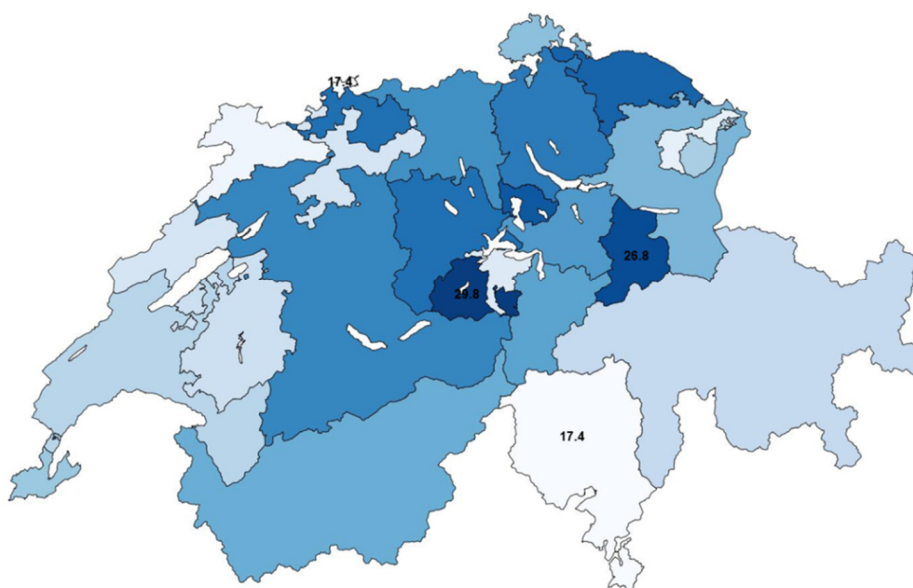
Abbildung 15 und Abbildung 16 zeigen die räumliche Variation der beiden Kenngrössen. Hier wird klar, dass sich von der Westschweiz durch das Mittelland bis nach Zürich ein Korridor mit eher höheren ÖV-Anteilen erstreckt. Der (Vor-)Alpenraum hingegen ist eher MIV-affin. In der Westschweiz und in den urbanen Gebieten dominieren zudem die eher kürzeren Wege.

Abbildung 15 ÖV-Anteile [%] nach Kanton



rot: tief; orange: mittel; grün: hoch

Abbildung 16 Mittlere Weglänge [km] nach Kanton



hellblau: kurze Wege; dunkelblau: lange Wege

Aufgrund einer Clusteranalyse (mit den beiden erwähnten Kenngrößen als Eingangsvariablen) wurde anschliessend versucht, eine statistisch sinnvolle Aufteilung der Kantone zu erzielen. Die Ergebnisse mit der Vorgabe von 3 bzw. 4 Gruppen zeigen Abbildung 17 und Abbildung 18.

Abbildung 17 Aufteilung in 3 Cluster

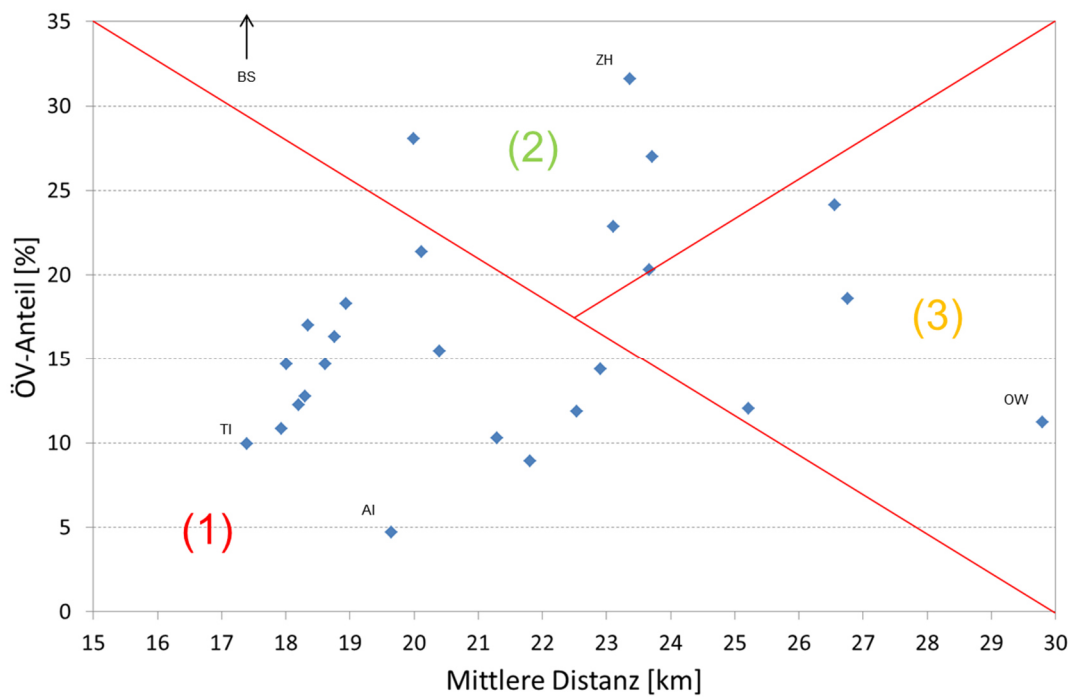
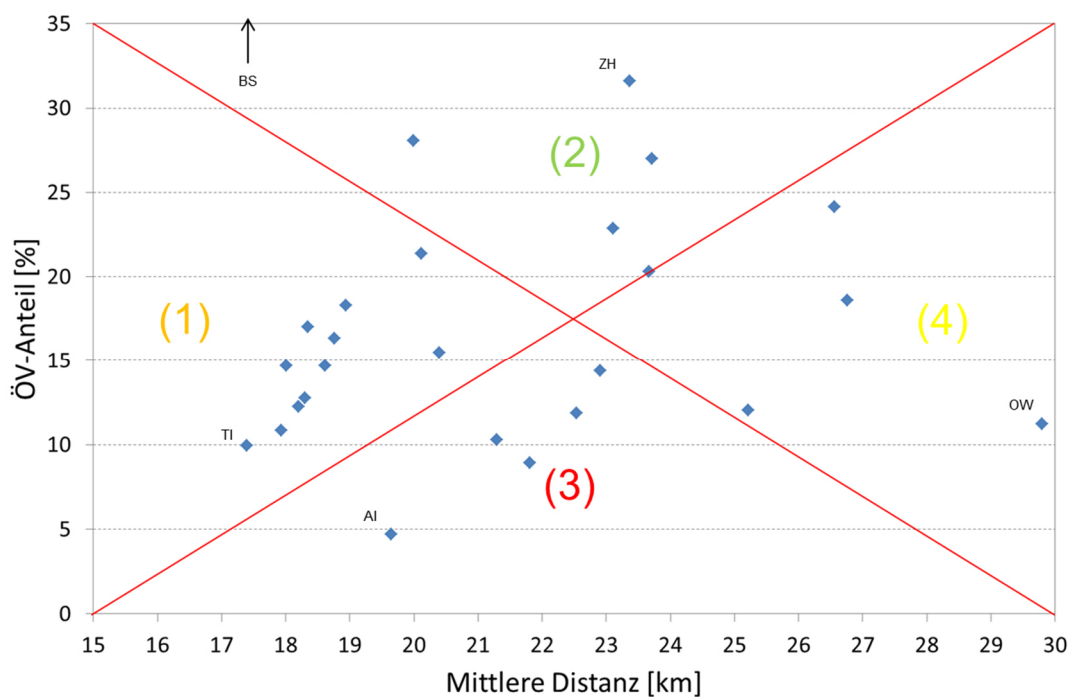


Abbildung 18 Aufteilung in 4 Cluster





Die Clusterzuteilung, welche die Verhaltensähnlichkeiten zwischen den einzelnen Kantonen abbildet, führt zu einer statistisch fundierten Regionalisierung. Die räumliche Analyse hat jedoch ergeben, dass diese Zuteilung zu räumlich dispersen und tendenziell zu in der Grösse ungleichmässig verteilten Regionen führt. So kann die Clusteranalyse zwar als Richtlinie verwendet werden, sollte jedoch nicht als alleiniges Kriterium für die Aufteilung dienen. Problematisch betreffend der räumlichen Einbettung sind vor allem die Kantone Aargau (welcher einen deutlich tieferen ÖV-Anteil aufweist als die umliegenden Kantone) sowie Genf (welcher aufgrund seiner sehr urbanen Struktur deutlich ÖV-affiner ist als die restliche Westschweiz).

Als Grundlage für die im Folgenden vorgeschlagenen Aufteilungen dient sodann eine Kombination aus statistischen Überlegungen (Clusteranalyse) und räumlichen Zusammenhängen. Dieses Zusammenspiel ergibt grob folgende Analyseregionen:

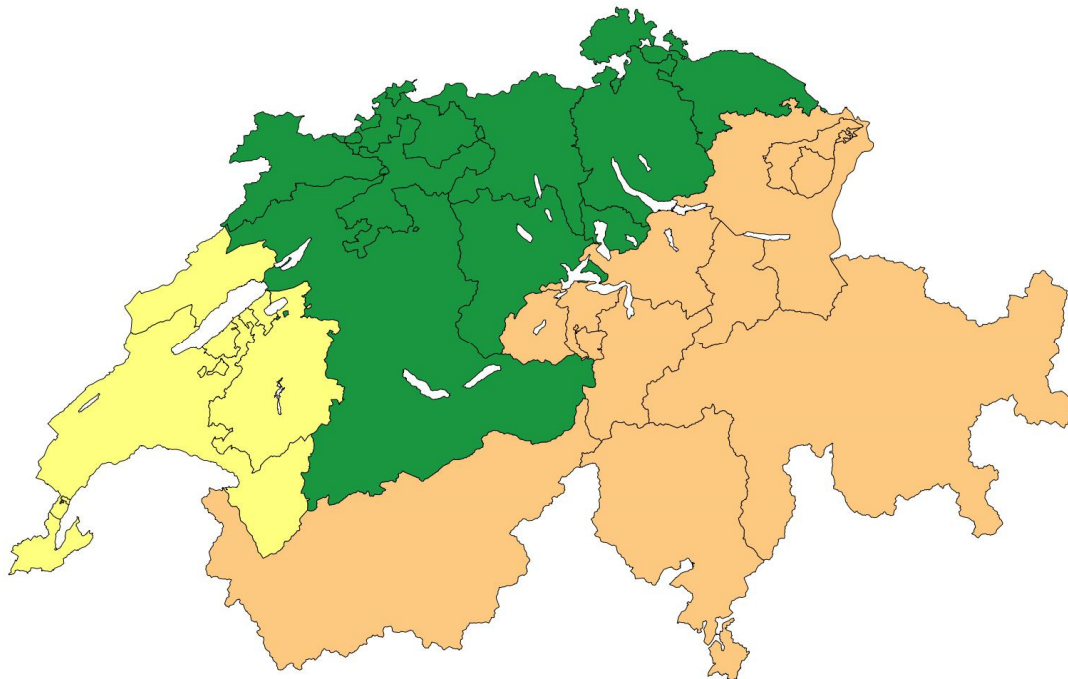
- Mittelland / Grossraum Zürich;
- Wallis / Innerschweiz / Ostschweiz / Graubünden / Tessin;
- Westschweiz.

Dabei kann je nach Fragestellung noch eine zusätzliche Sonderregion gebildet werden. Dies sollte entweder aufgrund von Verhaltensähnlichkeiten (insbesondere Modal Split) oder aufgrund räumlicher Zusammenhänge erfolgen.

Die nachfolgenden drei Abbildungen zeigen die Vorschläge für mögliche Regionalisierungen:

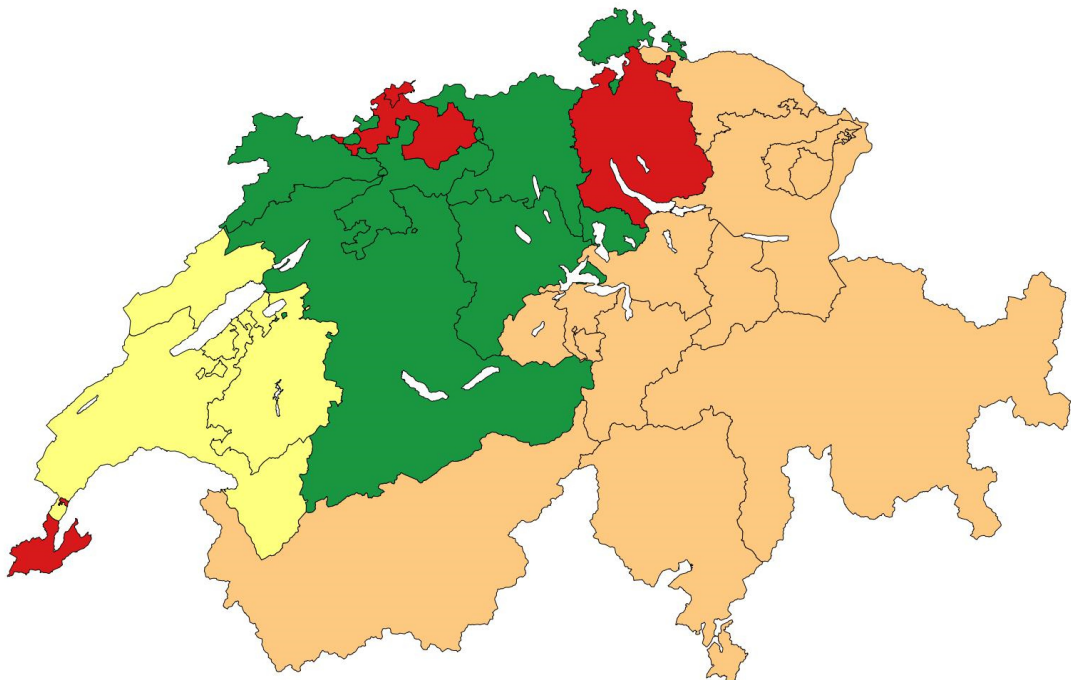
- Abbildung 19: drei Regionen;
- Abbildung 20: vier Regionen mit einer Sonderregion (ZH, BS, BL und GE) aufgrund von Verhaltensähnlichkeiten (höherer ÖV-Anteil in den entsprechenden Kantonen);
- Abbildung 21: vier Regionen mit einer Sonderregion (ZH, ZG und SH) aufgrund räumlicher Aufteilung und Verhaltensähnlichkeiten.

Abbildung 19 Vorschlag für Regionalisierung ohne Sonderregion



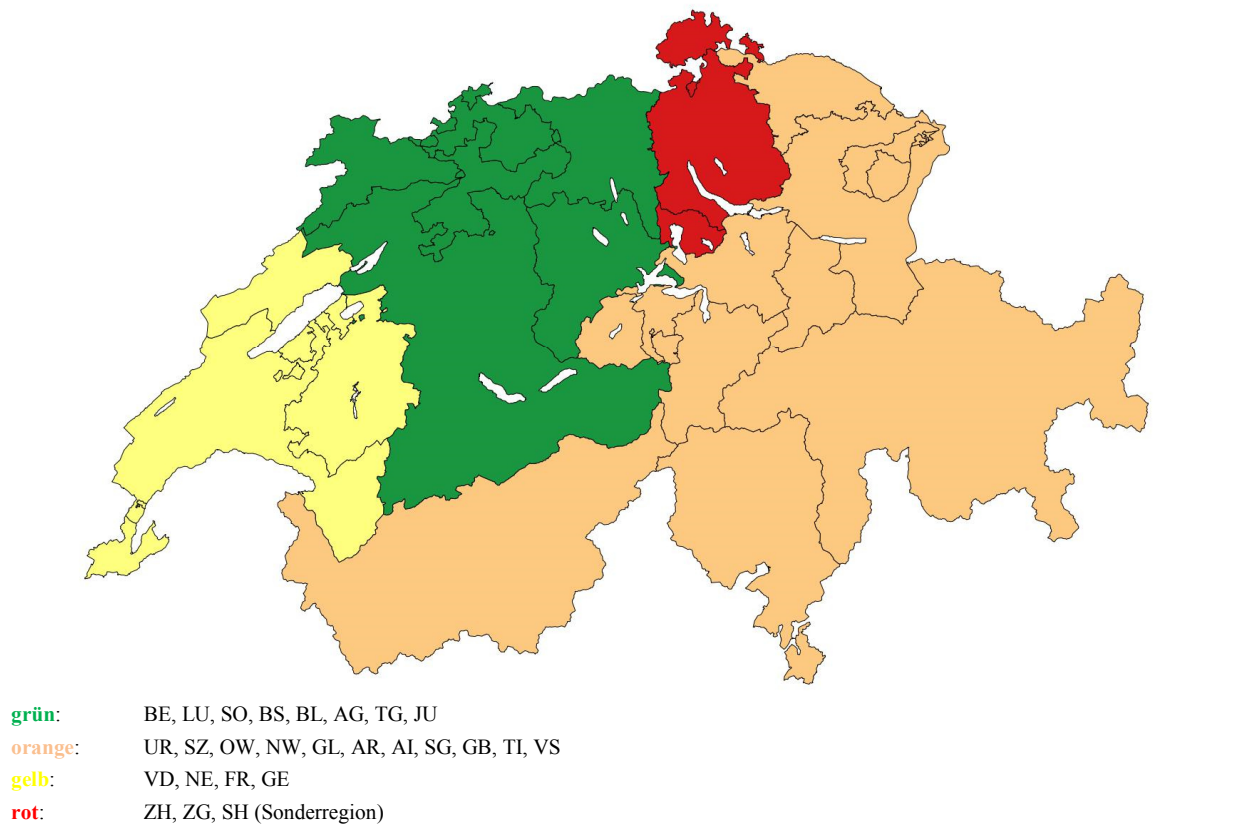
- grün:** ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, BL, SH, AG, TG, JU
- orange:** UR, SZ, OW, NW, GL, AR, AI, SG, GB, TI, VS
- gelb:** VD, NE, FR, GE

Abbildung 20 Vorschlag für Regionalisierung mit Sonderregion aufgrund Verhaltensähnlichkeit



- grün:** BE, LU, ZG, SO, SH, AG, TG, JU
- orange:** UR, SZ, OW, NW, GL, AR, AI, SG, GB, TI, VS
- gelb:** VD, NE, FR
- rot:** ZH, BS, BL, GE (Sonderregion)

Abbildung 21 Vorschlag für Regionalisierung mit Sonderregion aufgrund räumlicher Lage und Verhaltensähnlichkeit



Bei den vorgeschlagenen Aufteilungen sollte jeweils sichergestellt sein, dass die einzelnen Regionen im SP-Datensatz mit genügend grossen Teilstichproben vertreten sind. Angesichts der Tatsache, dass vergangene SP-Befragungen mit Stichproben von ca. 1'000 Befragten zu sehr robusten Schätzungen der hier angestrebten Modellansätze (nicht-lineare Nutzenfunktionen mit Aufteilung nach Fahrtzweck) geführt haben (siehe z.B. Fröhlich *et al.*, 2014), dürfte dies auch hier der Fall sein.

Die Teilstichproben sind zudem jeweils recht gleichmässig verteilt, wie die nachfolgenden drei Tabellen zeigen. Dies trifft insbesondere auf die Regionalisierung mit der aufgrund der Verhaltensähnlichkeiten gebildeten Sondergruppe zu (Tabelle 50). Vor diesem Hintergrund wäre dieser Vorschlag also zur vertieften Untersuchung zu empfehlen.

Ergänzend ist in Tabelle 52 die Aufteilung der SP-Stichprobe auf die einzelnen Kantone aufgelistet. Aus diesen Teilstichproben können nach Bedarf weitere Aggregate gebildet werden.

Tabelle 49 Stichprobengrößen für Regionalisierung ohne Sonderregion

Region	Anzahl SP-Befragte	Anteil SP-Befragte [%]
ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, BL, SH, AG, TG, JU	3'150	51.6
UR, SZ, OW, NW, GL, AR, AI, SG, GB, TI, VS	1'065	17.5
VD, NE, FR, GE	1'884	30.9

Tabelle 50 Stichprobengrößen für Regionalisierung mit Sonderregion aufgrund Verhaltensähnlichkeit

Region	Anzahl SP-Befragte	Anteil SP-Befragte [%]
BE, LU, ZG, SO, SH, AG, TG, JU	1'726	28.3
UR, SZ, OW, NW, GL, AR, AI, SG, GB, TI, VS	1'380	22.6
VD, NE, FR	1'394	22.9
ZH, BS, BL, GE	1'599	26.2

Tabelle 51 Stichprobengrößen für Regionalisierung mit Sonderregion aufgrund räumlicher Lage und Verhaltensähnlichkeit

Region	Anzahl SP-Befragte	Anteil SP-Befragte [%]
BE, LU, SO, BS, BL, AG, TG, JU	1'956	32.1
UR, SZ, OW, NW, GL, AR, AI, SG, GB, TI, VS	1'380	22.6
VD, NE, FR, GE	1'884	30.9
ZH, ZG, SH	879	14.4

Tabelle 52 Stichprobengrössen für jeden Kanton

Kanton	Anzahl SP-Befragte	Anteil SP-Befragte [%]
Zürich	756	12.4
Bern	443	7.3
Luzern	345	5.7
Uri	29	0.5
Schwyz	143	2.3
Obwalden	58	1.0
Nidwalden	46	0.8
Glarus	25	0.4
Zug	60	1.0
Freiburg	265	4.3
Solothurn	266	4.4
Basel-Stadt	163	2.7
Basel-Landschaft	190	3.1
Schaffhausen	63	1.0
Appenzell Ausserrhoden	28	0.5
Appenzell Innerrhoden	7	0.1
St. Gallen	287	4.7
Graubünden	149	2.4
Aargau	457	7.5
Thurgau	315	5.2
Tessin	293	4.8
Waadt	619	10.1
Wallis	217	3.6
Neuenburg	293	4.8
Genf	490	8.0
Jura	92	1.5

## 8 Ausblick

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

- die Schätzung von Entscheidungsmodellen;
- die Aktualisierung der Modellansätze des NPVM und kantonaler Modelle;
- die Aktualisierung der Basismodelle für Ist- und Prognosezustand;
- 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 und der Abwägungsprozesse zwischen verschiedenen Attributen zu erwarten. Für verkehrspolitische Analysen bieten die SP-Daten mit ihrer grossen Stichprobe und der so möglichen feinen Differenzierung, z.B. nach Fahrtzwecken, die Datengrundlage für verschiedene Analysemöglichkeiten.

Aufgrund der sehr ähnlichen Erhebungsmethodik und der resultierenden Datenstrukturen können die SP-Befragungen 2010 und 2015 für weitergehende Analysen problemlos zusammengelegt werden. Diese Einschätzung beruht jedoch momentan noch auf einer qualitativen Beurteilung. Inwiefern sich die Parameter für die beiden Befragungsperioden statistisch signifikant unterscheiden, wird die detailliertere Untersuchung im Rahmen der Analyse der SP-Befragung zeigen müssen.

Ein Zusammenlegen der beiden Datensätze ermöglicht einerseits die nochmalige Erhöhung der Stichprobengrösse und der Signifikanzniveaus der aus den Modellschätzungen resultierenden Parameter. Andererseits können mit einer solchen Gesamtstichprobe aus den SP-Befragungen 2010 und 2015 auch Zeitreihenanalysen und ähnliche Langfristauswertungen durchgeführt werden.

Bezüglich der Befragungsmethodik (Zusammenarbeit AN 1 / AN 2, Routinen, Datenqualität) kann ein sehr positives Fazit gezogen werden. Die Austauschprozesse konnten angesichts der durch die Datenschutzbestimmungen gesetzten Rahmenbedingungen so effizient wie möglich gestaltet werden und können für zukünftige Befragungen dieses Typs übernommen werden.

Insbesondere das neue Vorgehen beim Routing der ÖV-Wege (mit MATSim) hat einen beträchtlichen Effizienzgewinn gebracht und dazu geführt, dass die Durchführung der einzelnen Befragungswellen weniger fehleranfällig und zeitkritisch wurde.

Aufgrund der etwas schlankeren und übersichtlicheren Gestaltung der Fragebögen (Weglassen von in der SP-Befragung 2010 nicht relevanten Variablen, Aufnahme der Gesamtzeit) konnte die Relevanz der gewonnenen Informationen gesteigert und der Aufwand für die Befragten verhältnismässig gering gehalten werden, was zu einem mehr als zufriedenstellenden Rücklauf geführt hat. Falls noch straffere Strukturen gewünscht werden, könnten zukünftige Erhebungen auf die Nachfrage nach den „unwichtigen“ Attributen am Ende des Fragebogens verzichten.

Überlegenswert wäre bei kommenden Befragungen eine detailliertere Aufgliederung der Verkehrsmittelalternativen. So könnte z.B. im MIV zwischen Fahrern und Mitfahrern unterschieden bzw. eine explizite Berücksichtigung letzterer bei der Entscheidungsfindung, welche dann für alle am Weg beteiligten Personen gemeinsam, also auf Haushalts- anstatt auf individueller Ebene, stattfinden müsste, einbezogen werden. Im ÖV könnte feiner zwischen den Angebotskategorien (Regional- vs. Fernverkehr, Bus vs. Tram, etc.) und den Umsteigevorgängen zwischen diesen unterschieden werden. Solche Differenzierungen würden aber in einer Grundbefragung, wie sie hier durchgeführt wurde, zu weit führen, da dadurch die Anzahl an Fragebogentypen und abgefragten Attributen nochmals beträchtlich steigen würde. Daher ist es zu empfehlen, zu diesen Themen eigene Forschungsarbeiten durchzuführen. Aufgrund der höheren geforderten Dynamik und Flexibilität beim Ein- und Ausblenden von Alternativen und Attributen sowie der Generierung verschiedener Szenarien müssten die entsprechenden Befragungen wahrscheinlich anstatt mit Papierfragebögen als computergestützte Interviews oder online durchgeführt werden.

Insgesamt scheint das Verständnis der Befragten für die Fragebögen und deren Akzeptanz sehr hoch gewesen zu sein. Auf allfällige Verständnisprobleme (z.B., weil der den Befragten unterbreitete Weg eine andere Struktur besitzt als die im MZMV berichteten Etappen) gibt es keine systematischen Hinweise.

## 9 Literatur

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, *68<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington D.C., Januar 2007.

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., I. Ehreke, A. Glemser, S. Hess, C. Jödden, K. Nagel, A. Sauer und C. Weis (2014) Ermittlung von Bewertungsansätzen für Reisezeiten und Zuverlässigkeit auf der Basis eines Modells für modale Verlagerungen im nicht-gewerblichen und gewerblichen Personenverkehr für die Bundesverkehrswegeplanung, FE-Projekt-Nr. 96.996/2011, BMVBS, Berlin.

Ben-Akiva, M. und S.R. Lerman (1985) *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, Cambridge.

Bierlaire, M. (2003) BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models, Vortrag, *3<sup>rd</sup> Swiss Transport Research Conference*, Monte Verità, März 2003.

Bundesamt für Raumentwicklung (2012) SP-Befragung 2010 zum Verkehrsverhalten im Personenverkehr, ARE, Ittigen.

Bundesamt für Raumentwicklung (2014) Nationales Personenverkehrsmodell des UVEK: Aktualisierung auf den Basiszustand 2010, ARE, Ittigen.

Chalasan, V.S. (2005) Enriching household travel survey data. Experiences from the Micro-census 2000, Vortrag, *5<sup>th</sup> Swiss Transport Research Conference*, Monte Verità, März 2005.

Fröhlich, P., C. Weis, M. Vrtic, P. Widmer und P. Aemisegger (2014) Einfluss der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme auf das Verkehrsverhalten, Schlussbericht SVI 2012/003, *Schriftenreihe*, **1472**, UVEK, Ittigen.

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, Leeds und Abingdon.

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.

Train, K. (2003) *Discrete Choice Models with Simulation*, Cambridge University Press, Cambridge.

Vrtic, M., K.W. Axhausen, R.Maggi und F. Rossera (2003) Verifizierung von Prognosemethoden im Personenverkehr, SBB und ARE, Bern.

VSS (2007) SN 641 822a – Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Personenverkehr, EK 1.02, VSS, Zürich.

Weis, C. und K.W. Axhausen (2009) Benzinpreis und Bahnnutzung, Studie im Auftrag der Schweizerischen Bundesbahnen, Bern.

Weis, C., K.W. Axhausen, R. Schlich und R. Zbinden (2010) Models of mode choice and mobility tool ownership beyond 2008 fuel prices, *Transportation Research Record*, **2157**, 86-94.

Weis, C. and K.W. Axhausen (2012) Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs, Schlussbericht SVI 2004/012, *Schriftenreihe*, **1362**, UVEK, Ittigen.

Weis, C., M. Vrtic und P. Fröhlich (2012a) Schätzung der Modellparameter für das Gesamtverkehrsmodell Zürich und das Kantonale Verkehrsmodell Zug, AfV, Zürich und AfR, Zug.

Weis, C., M. Vrtic und P. Fröhlich (2012b) Schätzung der Modellparameter für das Gesamtverkehrsmodell Bern und das Gesamtverkehrsmodell Solothurn, BVE, Bern und BJD, Solothurn.

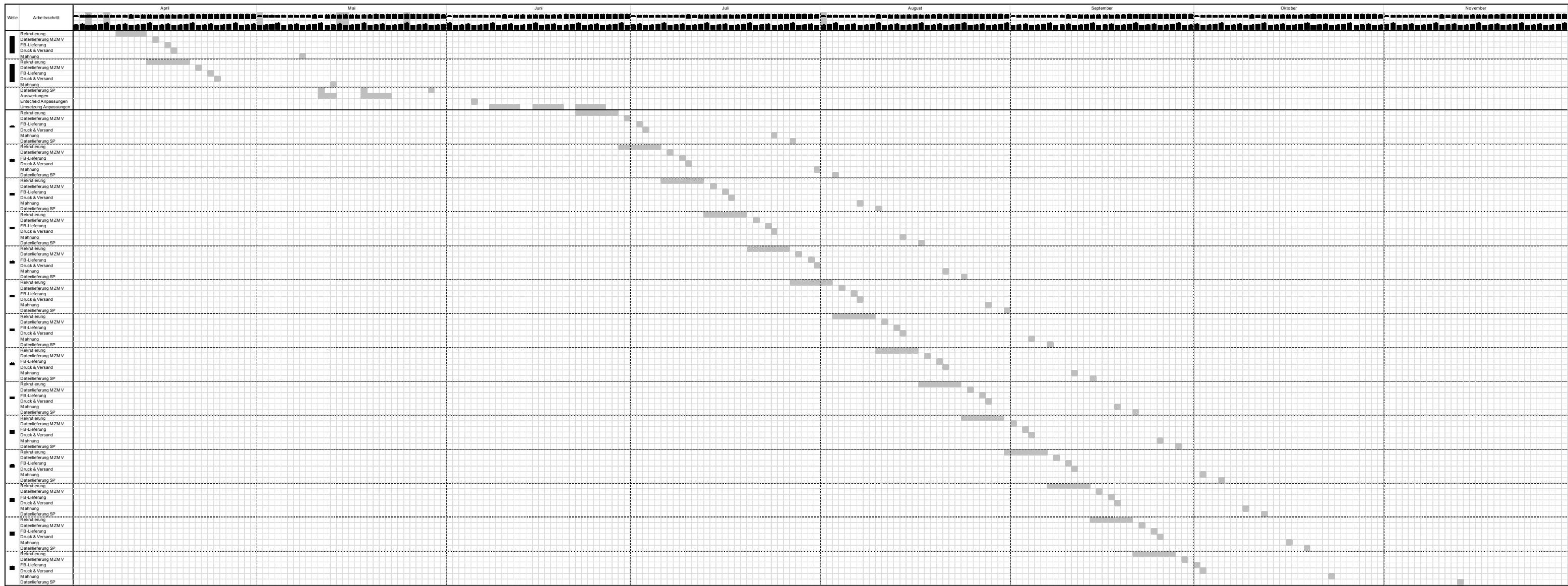
Widmer, P., T. Buhl, M. Vrtic, C. Weis, L. Montini und K.W. Axhausen (2016) Einfluss des Parkierungsangebots auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch, Schlussbericht SVI 2008/002, *Schriftenreihe*, UVEK, Ittigen.

## 10 Abkürzungen

ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
BFS	Bundesamt für Statistik
CATI	<i>Computer Assisted Telephone Interview</i> (telefonisches Interview mit Hilfe des Computers)
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
GA	Generalabonnement
GVM	Gesamtverkehrsmodell
HTA	Halbtaxabonnement
IVT	Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich
MZMV	Mikrozensus Mobilität und Verkehr
NPVM	Nationales Personenverkehrsmodell des UVEK
RP	<i>Revealed Preference</i> , Befragung zum tatsächlichen Verhalten
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SP	<i>Stated Preference</i> , Befragung zum Verhalten in hypothetischen Entscheidungssituationen
TO	TransOptima GmbH

## **Anhang 1: Zeitplan**

Untenstehende Abbildung zeigt den detaillierten Zeitplan des Projekts.



## Anhang 2: Beispiel-Fragebogen

Dieser Anhang beinhaltet einen Beispielfragebogen, wie er in der SP-Befragung 2015 genutzt wurde. Dieser basiert auf einem fiktiven berichteten Weg mit dem Auto, für welchen folgende Werte für die zugrundeliegenden Attribute ermittelt wurden:

- Distanz: 15 Kilometer (→ Distanzband „lang“);
- MIV-Fahrtzeit: 15 Minuten;
- Treibstoffkosten: 2.- CHF;
- ÖV-Fahrtzeit: 15 Minuten;
- Zu- und Abgangszeit: 11 Minuten
- Billettpreis: 2.30 CHF;
- Umsteigen: 0 Mal;
- Takt: 120 Minuten.

Der folgende Beispiel-Fragebogen basiert auf diesen Attributen. Des Weiteren wurde für die Verkehrsmittelwahl-Experimente der Attributsatz 1 (siehe Tabelle 5) ausgewählt. Es handelt sich also gemäss Tabelle 7 um einen Fragebogen des Typs 21 (welcher, zusammen mit Typ 22, aufgrund der wahrscheinlichsten Kombination der zugrundeliegenden Attribute der am häufigsten versandte Typ war).

## Wahl eines Verkehrsmittels

In diesem Teil der Befragung geht es um die Wahl eines **Verkehrsmittels** für einen Weg, welchen Sie in der telefonischen Befragung berichtet haben. Es handelt sich hierbei um Ihren Weg **zur Arbeit** nach **Zürich**, welchen Sie **mit dem Auto** am **12.01.2015** zurückgelegt haben.

Wir zeigen Ihnen auf den folgenden Seiten mehrere Auswahl-situationen zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln für diesen Weg. Die Ihnen zur Verfügung stehenden Verkehrsmittel unterscheiden sich dabei in Bezug auf die folgenden Eigenschaften:

- die insgesamt für das Zurücklegen des Wegs benötigte Zeit:
  - beim Auto nur bestehend aus der reinen Fahrtzeit;
  - bei öffentlichen Verkehrsmitteln aufgeteilt in die reine Fahrtzeit und die Zeit für die Fusswege zur Einstiegshaltestelle und von der Ausstiegshaltestelle zum eigentlichen Ziel;
- die Kosten des Wegs:
  - die Treibstoffkosten und Mautgebühren beim PKW;
  - die Kosten für das Billett im öffentlichen Verkehr (falls Sie eines oder mehrere Abon-nemente besitzen, basiert der Preis auf den durchschnittlichen Kosten pro Kilome-ter);
- im öffentlichen Verkehr die Anzahl der Umsteigevorgänge und der Takt der Verbindung (also die Angabe, alle wie viele Minuten es eine Verbindung gibt);
- der Anteil der Fahrten, bei welchen erfahrungsgemäss eine merkliche Verspätung in Kauf ge-nommen werden muss, und die Dauer dieser Verspätung.

Beachten Sie bitte, dass die in den Tabellen gezeigten Werte computergestützt berechnet wurden und in Einzelfällen natürlich von den tatsächlichen Eigenschaften Ihres berichteten Wegs und den Ihnen derzeit zur Verfügung stehenden Alternativen abweichen können. Versuchen Sie sich bitte trotzdem, sich vorzustellen, dass Ihnen die gezeigten Alternativen zur Verfügung stehen. Die unver-änderten Eigenschaften sind in *kursiver* Schrift abgedruckt, um Ihnen eine bessere Gesamtübersicht zu geben.

Bitte wägen Sie in den einzelnen Situationen die Eigenschaften der Verkehrsmittel sorgfältig gegen-einander ab und entscheiden sich jeweils für **eines** der angebotenen Verkehrsmittel für Ihren Weg **zur Arbeit** nach **Zürich**.

Kreuzen Sie bitte jeweils die entsprechende Option an () , für die Sie sich entscheiden würden.

## Situation 1

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Fahrtzeit	11 min	Gesamtzeit	22 min
Kosten Treibstoff	1.80 CHF	im Fahrzeug	11 min
Strassenbenutzungs- abgabe	0.50 CHF	<i>zu/von Haltestelle</i>	11 min
Verspätung	jede 3. Fahrt	Billettpreis	2.10 CHF
Verspätungsdauer	3 min	Umsteigen	0 Mal
		Verspätung	jede 3. Fahrt
		Verspätungsdauer	3 min
		Eine Verbindung alle	90 min

← Ihre Wahl →

## Situation 2

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Fahrtzeit	20 min	Gesamtzeit	31 min
Kosten Treibstoff	2.40 CHF	im Fahrzeug	20 min
Strassenbenutzungs- abgabe	0.50 CHF	<i>zu/von Haltestelle</i>	11 min
Verspätung	jede 10. Fahrt	Billettpreis	2.10 CHF
Verspätungsdauer	3 min	Umsteigen	1 Mal
		Verspätung	jede 5. Fahrt
		Verspätungsdauer	3 min
		Eine Verbindung alle	90 min

← Ihre Wahl →

### Situation 3

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Fahrtzeit	11 min	Gesamtzeit	25 min
Kosten Treibstoff	1.80 CHF	im Fahrzeug	14 min
Strassenbenutzungs- abgabe	0.90 CHF	<i>zu/von Haltestelle</i>	11 min
Verspätung	jede 10. Fahrt	Billettpreis	2.10 CHF
Verspätungsdauer	3 min	Umsteigen	0 Mal
		Verspätung	jede 10. Fahrt
		Verspätungsdauer	3 min
		Eine Verbindung alle	90 min

← Ihre Wahl →

### Situation 4

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Fahrtzeit	11 min	Gesamtzeit	31 min
Kosten Treibstoff	2.40 CHF	im Fahrzeug	20 min
Strassenbenutzungs- abgabe	2.40 CHF	<i>zu/von Haltestelle</i>	11 min
Verspätung	jede 3. Fahrt	Billettpreis	2.10 CHF
Verspätungsdauer	3 min	Umsteigen	0 Mal
		Verspätung	jede 5. Fahrt
		Verspätungsdauer	3 min
		Eine Verbindung alle	120 min

← Ihre Wahl →



### Situation 5

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Fahrtzeit	20 min	Gesamtzeit	22 min
Kosten Treibstoff	1.80 CHF	im Fahrzeug	11 min
Strassenbenutzungs- abgabe	0.90 CHF	<i>zu/von Haltestelle</i>	11 min
Verspätung	jede 3. Fahrt	Billettpreis	2.10 CHF
Verspätungsdauer	3 min	Umsteigen	1 Mal
		Verspätung	jede 3. Fahrt
		Verspätungsdauer	3 min
		Eine Verbindung alle	120 min

← Ihre Wahl →

### Situation 6

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Fahrtzeit	20 min	Gesamtzeit	22 min
Kosten Treibstoff	1.80 CHF	im Fahrzeug	11 min
Strassenbenutzungs- abgabe	2.40 CHF	<i>zu/von Haltestelle</i>	11 min
Verspätung	jede 3. Fahrt	Billettpreis	2.80 CHF
Verspätungsdauer	3 min	Umsteigen	1 Mal
		Verspätung	jede 10. Fahrt
		Verspätungsdauer	3 min
		Eine Verbindung alle	120 min

← Ihre Wahl →

### Situation 7

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Fahrtzeit	14 min	Gesamtzeit	25 min
Kosten Treibstoff	2.60 CHF	im Fahrzeug	14 min
Strassenbenutzungs- abgabe	2.40 CHF	<i>zu/von Haltestelle</i>	11 min
Verspätung	jede 3. Fahrt	Billettpreis	3.00 CHF
Verspätungsdauer	3 min	Umsteigen	1 Mal
		Verspätung	jede 10. Fahrt
		Verspätungsdauer	3 min
		Eine Verbindung alle	90 min

     ← Ihre Wahl →     

### Situation 8

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Fahrtzeit	14 min	Gesamtzeit	22 min
Kosten Treibstoff	2.60 CHF	im Fahrzeug	11 min
Strassenbenutzungs- abgabe	0.50 CHF	<i>zu/von Haltestelle</i>	11 min
Verspätung	jede 10. Fahrt	Billettpreis	2.10 CHF
Verspätungsdauer	3 min	Umsteigen	1 Mal
		Verspätung	jede 10. Fahrt
		Verspätungsdauer	3 min
		Eine Verbindung alle	120 min

     ← Ihre Wahl →

## Wahl einer Route mit dem Auto

In diesem Teil der Befragung geht es um die Wahl einer **Route** für einen Weg, welchen Sie in der telefonischen Befragung berichtet haben. Es handelt sich hierbei um Ihren Weg **zur Arbeit** nach **Zürich**, welchen Sie am **12.01.2015** zurückgelegt haben.

Wir zeigen Ihnen auf den folgenden Seiten mehrere Auswahlmöglichkeiten zwischen verschiedenen Routen für diesen Weg. Die Ihnen zur Verfügung stehenden Alternativen unterscheiden sich dabei in Bezug auf die folgenden Eigenschaften:

- die für das Zurücklegen des Wegs benötigte Zeit;
- die Kosten des Wegs, aufgeteilt in Treibstoffkosten und Mautgebühren.

Beachten Sie bitte, dass die in den Tabellen gezeigten Werte computergestützt berechnet wurden und in Einzelfällen natürlich von den tatsächlichen Eigenschaften Ihres berichteten Wegs und den Ihnen derzeit zur Verfügung stehenden Alternativen abweichen können. Versuchen Sie sich bitte trotzdem, sich vorzustellen, dass Ihnen die gezeigten Alternativen zur Verfügung stehen. Die unveränderten Eigenschaften sind in *kursiver* Schrift abgedruckt, um Ihnen eine bessere Gesamtübersicht zu geben.

Bitte wägen Sie in den einzelnen Situationen die Eigenschaften der Routen sorgfältig gegeneinander ab und entscheiden sich jeweils für **eine** der angebotenen Routen für Ihren Weg **zur Arbeit** nach **Zürich**.

Kreuzen Sie bitte jeweils die entsprechende Option an () , für die Sie sich entscheiden würden.

### Situation 1

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	1.80	CHF	Kosten Treibstoff	1.80	CHF
Strassenbenutzungs- abgabe	0.90	CHF	Strassenbenutzungs- abgabe	2.20	CHF
Fahrtzeit	20	min	Fahrtzeit	11	min

     ← Ihre Wahl →     

### Situation 2

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	2.40	CHF	Kosten Treibstoff	1.80	CHF
Strassenbenutzungs- abgabe	0.50	CHF	Strassenbenutzungs- abgabe	0.90	CHF
Fahrtzeit	14	min	Fahrtzeit	20	min

     ← Ihre Wahl →     

### Situation 3

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	1.80	CHF	Kosten Treibstoff	2.40	CHF
Strassenbenutzungs- abgabe	0.90	CHF	Strassenbenutzungs- abgabe	0.50	CHF
Fahrtzeit	20	min	Fahrtzeit	14	min

     ← Ihre Wahl →

#### Situation 4

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	2.40	CHF	Kosten Treibstoff	2.40	CHF
Strassenbenutzungs- abgabe	2.40	CHF	Strassenbenutzungs- abgabe	0.90	CHF
Fahrtzeit	11	min	Fahrtzeit	20	min

     ← Ihre Wahl →     

#### Situation 5

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	1.80	CHF	Kosten Treibstoff	2.60	CHF
Strassenbenutzungs- abgabe	0.50	CHF	Strassenbenutzungs- abgabe	2.40	CHF
Fahrtzeit	20	min	Fahrtzeit	11	min

     ← Ihre Wahl →     

#### Situation 6

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	1.80	CHF	Kosten Treibstoff	2.60	CHF
Strassenbenutzungs- abgabe	2.40	CHF	Strassenbenutzungs- abgabe	2.40	CHF
Fahrtzeit	20	min	Fahrtzeit	14	min

     ← Ihre Wahl →

### Situation 7

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	2.60	CHF	Kosten Treibstoff	2.60	CHF
Strassenbenutzungs- abgabe	2.20	CHF	Strassenbenutzungs- abgabe	0.60	CHF
Fahrtzeit	14	min	Fahrtzeit	20	min

← Ihre Wahl →

### Situation 8

Route 1			Route 2		
Kosten Treibstoff	2.60	CHF	Kosten Treibstoff	2.40	CHF
Strassenbenutzungs- abgabe	0.60	CHF	Strassenbenutzungs- abgabe	0.60	CHF
Fahrtzeit	14	min	Fahrtzeit	20	min

← Ihre Wahl →