



**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Einfluss des Parkierungsange- botes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch**

**Influence de l'offre en stationnement  
sur le comportement et la consommation d'énergie**

**Effects of Parking Supply on Travel Behavior  
and Energy Consumption**

**büro widmer ag**  
**Paul Widmer**  
**Thomas Buhl**

**TransOptima GmbH**  
**Milenko Vrtic**  
**Claude Weis (ab 05/2012)**

**IVT ETH Zürich**  
**Claude Weis (bis 04/2012)**  
**Lara Montini**  
**Kay W. Axhausen**

**Forschungsprojekt SVI 2008/002 auf Antrag der Schweizerischen  
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Einfluss des Parkierungs- angebotes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch**

**Influence de l'offre en stationnement  
sur le comportement et la consommation d'énergie**

**Effects of Parking Supply on Travel Behavior  
and Energy Consumption**

**büro widmer ag**  
**Paul Widmer**  
**Thomas Buhl**

**TransOptima GmbH**  
**Milenko Vrtic**  
**Claude Weis (ab 05/2012)**

**IVT ETH Zürich**  
**Claude Weis (bis 04/2012)**  
**Lara Montini**  
**Kay W. Axhausen**

**Forschungsprojekt SVI 2008/002 auf Antrag der Schweizerischen  
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

## Impressum

### **Forschungsstelle und Projektteam**

#### **Projektleitung**

Paul Widmer, büro widmer ag

#### **Mitglieder**

Thomas Buhl, büro widmer ag  
Milenko Vrtic, TransOptima GmbH  
Claude Weis, IVT ETHZ/TransOptima GmbH  
Lara Montini, IVT ETHZ  
Kay W. Axhausen, IVT ETHZ

### **Begleitkommission**

#### **Präsident**

Blaise Dériaz, Ingenieur-conseil, Genf

#### **Mitglieder**

Valentin Delb AWEL, Zürich (ab Sept. 2014)  
Stéphane Grounauer, Comal.ch, Arbedo  
Christian Hasler, TBA Stadt St.Gallen  
Pascal Kern, Amt für Verkehr, Zürich  
Andreas Lehmann (bis Sept. 2014)  
Markus Neukom, Migros-Genossenschafts-Bund, Zürich (ab Sept. 2014)  
Hermann Scherrer, BFE, Bern  
Stefan Schneider, Planungsbüro Jud, Zürich  
Gerhard Stucki, ASTRA, Bern (ab Sept. 2014)  
Renger Van Nieuwkoop, CER-ETH, Zürich (ab Sept. 2014)  
Erich Willi, TBA Stadt Zürich

### **Ko-Finanzierung des Forschungsprojekts**

Bundesamt für Umwelt BAFU  
Bundesamt für Energie BFE

### **Antragsteller**

Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

### **Bezugsquelle**

Das Dokument kann kostenlos von [www.mobilityplatform.ch](http://www.mobilityplatform.ch) heruntergeladen werden.



# Inhaltsverzeichnis

	<b>Impressum</b> .....	<b>4</b>
	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
	<b>Résumé</b> .....	<b>11</b>
	<b>Summary</b> .....	<b>15</b>
	<b>Riassunto</b> .....	<b>17</b>
	<b>Hinweise der SVI</b> .....	<b>21</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>25</b>
1.1	Ausgangslage.....	25
1.2	Vorgehen.....	26
1.3	Aufbau des Berichtes .....	26
<b>2</b>	<b>Literaturübersicht</b> .....	<b>29</b>
2.1	Einleitung.....	29
2.2	Vorher-/Nachheruntersuchungen.....	29
2.3	Revealed Preference- (RP-) Studien .....	30
2.4	Stated Preference- (SP-) und kombinierte RP/SP-Studien .....	30
2.4.1	Wahl des Parkplatzes und Suchstrategien .....	30
2.4.2	Zahlungsbereitschaft für Parkgebühren .....	31
2.4.3	Verkehrsverhalten insgesamt.....	32
2.5	Studien im Auftrag schweizerischer Interessengruppen.....	32
2.6	Fazit.....	34
<b>3</b>	<b>Parksuchverkehr</b> .....	<b>35</b>
3.1	Einleitung.....	35
3.2	Methodik und Resultate .....	36
3.3	Erkenntnisse und Ausblick.....	36
<b>4</b>	<b>Befragungen zum Verkehrsverhalten</b> .....	<b>37</b>
4.1	Vorgehen Hauptstudie .....	37
4.1.1	Methodik.....	37
4.1.2	Rekrutierung und RP-Befragung.....	37
4.1.3	SP-Befragung.....	38
4.2	Vorgehen Projekterweiterung.....	42
4.2.1	Rekrutierung und RP-Befragung.....	42
4.2.2	SP-Befragung.....	43
4.3	Auswertung der Befragungsdaten aus der Hauptstudie .....	46
4.3.1	Rücklauf .....	46
4.3.2	Räumliche Verteilung der Befragten .....	49
4.3.3	Soziodemographische Eigenschaften der Befragten.....	50
4.3.4	Eigenschaften der berichteten Wege und Aktivitäten .....	52
4.3.5	Fragen zu Suchstrategien .....	58
4.3.6	Non-Trading in den SP-Experimenten .....	61
4.3.7	SP-Experimente zum alltäglichen Verkehrsverhalten.....	63
4.3.8	SP-Experiment zur Wahl des Arbeitsplatzes .....	66
4.3.9	In den SP-Experimenten als unwichtig bezeichnete Attribute .....	68
4.4	Auswertung der Befragungsdaten aus der Projekterweiterung .....	72
4.4.1	Rücklauf .....	72
4.4.2	Soziodemographische Eigenschaften der Befragten.....	73
4.4.3	Eigenschaften der berichteten Wege, Aktivitäten und Ziele .....	75
4.4.4	SP-Experimente .....	81

<b>5</b>	<b>Modellierung des Verkehrsverhaltens</b> .....	<b>85</b>
5.1	Einleitung .....	85
5.2	Nutzenfunktionen .....	86
5.3	Schätzung von Entscheidungsmodellen, Hauptstudie .....	86
5.3.1	Stichproben .....	86
5.3.2	Parkplatzwahl .....	87
5.3.3	Zielwahl .....	89
5.3.4	Verkehrsmittelwahl .....	90
5.3.5	Gemeinsames Modell .....	95
5.3.6	Zahlungsbereitschaften .....	98
5.3.7	Elastizitäten .....	101
5.3.8	Wahl des Arbeitsplatzes .....	103
5.4	Schätzung von Entscheidungsmodellen, Projekterweiterung .....	105
5.4.1	Stichproben .....	105
5.4.2	Gemeinsames Modell .....	105
5.4.3	Zahlungsbereitschaften und Elastizitäten .....	106
<b>6</b>	<b>Vergleich der Ergebnisse der Hauptstudie und der Projekterweiterung</b> .....	<b>107</b>
6.1	Modellparameter .....	107
6.2	Zahlungsbereitschaften .....	107
6.3	Elastizitäten .....	111
6.4	Überblick: Bewertung der Kenngrössen des Parkplatzangebots .....	114
6.5	Fazit aus dem Vergleich zwischen Hauptstudie und Projekterweiterung .....	115
<b>7</b>	<b>Anwendungsbeispiele und Quantifizierung der Massnahmen</b> .....	<b>117</b>
7.1	Einleitung .....	117
7.2	Veränderung der Gesamtnachfrage .....	119
7.3	Veränderung der Verkehrsnachfrage in Winterthur .....	120
7.4	Zielwahleffekte .....	121
<b>8</b>	<b>Treibstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen</b> .....	<b>127</b>
8.1	Einleitung .....	127
8.2	Methodik .....	127
8.3	Ergebnisse .....	129
8.4	Beurteilung .....	129
8.5	Fazit .....	130
<b>9</b>	<b>Schlussfolgerungen und Empfehlungen</b> .....	<b>131</b>
9.1	Einleitung .....	131
9.2	Einfluss der Stichprobe und des Erhebungsdesigns auf die Ergebnisse .....	131
9.3	Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten .....	131
9.3.1	Allgemeines .....	131
9.3.2	Anwendung in der Praxis .....	132
9.4	Einfluss des Parkierungsangebotes auf den Energieverbrauch .....	132
9.5	Empfehlungen .....	133
9.6	Weiterer Forschungsbedarf .....	134
	<b>Anhänge</b> .....	<b>135</b>
	<b>Glossar</b> .....	<b>185</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>187</b>
	<b>Projektabschluss</b> .....	<b>193</b>
	<b>Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen</b> .....	<b>203</b>
	<b>SVI-Publikationsliste</b> .....	<b>205</b>

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Forschungsarbeit wurden in einer Hauptstudie und in einer Projekterweiterung Modellansätze geschätzt, mit welchen die Auswirkungen geplanter Änderungen des Parkierungsangebotes auf das alltägliche Verkehrsverhalten (hier: Wahl des Parkplatzes, Zielwahl und Verkehrsmittelwahl) für verschiedene Wegezwecke und räumliche Kontexte prognostiziert werden können.

Als Grundlage für die Modellschätzungen wurden Revealed Preference- (RP-) und Stated Preference- (SP-) Befragungen durchgeführt. In den RP-Befragungen wurden neben den soziodemographischen Kennwerten die Daten zu durchgeführten Arbeits-, Freizeit- und Einkaufswegen erhoben. In der Hauptstudie wurde zusätzlich auch nach der üblicherweise angewandten Strategie bei der Parkplatzsuche gefragt. Ein Grossteil der Befragten fährt immer direkt in ein Parkhaus während ca. ein Drittel mehrere bekannte Parkmöglichkeiten nacheinander abfährt bis ein freier Parkplatz gefunden ist.

Die SP-Befragungen umfassten Experimente zu folgenden Wahlsituationen (in Klammern sind jeweils die zur Wahl stehenden Alternativen angegeben):

- Wahl des Parkplatzes (zwei Standorte sowie Abbruch der Suche)
- Wahl des Zielortes (zwei Zielorte sowie Abbruch der Fahrt)
- Wahl des Verkehrsmittels (Auto, ÖV, Velo, zu Fuss)
- Wahl des Arbeitsplatzes (bisheriger, neuer Arbeitsplatz)<sup>1</sup>

Die Projekterweiterung hatte zum Hauptziel, den Einfluss der in der Hauptstudie verwendeten, bezüglich soziodemographischer Daten gegenüber den Daten des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 verzerrten, Stichprobe auf die Parameter der geschätzten Modellansätze zu untersuchen. Da in der Hauptstudie alle die Selektivität beeinflussenden Variablen in die Modellschätzung eingeflossen waren, konnte erwartet werden, dass die Verzerrung der Stichprobe keinen massgeblichen Einfluss auf deren Ergebnisse hatte. Dies konnte mit der Projekterweiterung, für welche eine unverzerrte Stichprobe verwendet wurde, bestätigt werden.

In der Hauptstudie konnten 1'043 Personen, in der Projekterweiterung 1'275 Personen befragt werden. Mit jeder Person wurden je zwei der oben genannten SP-Experimente durchgeführt. Mit den gewonnenen Daten wurden für jede Wahlsituation einzeln sowie kombiniert für die Parkplatz-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl diskrete Entscheidungsmodelle (Multinomiale Logit Modelle) geschätzt. Für die Nutzenfunktionen wurden sowohl lineare als auch nicht lineare Zusammenhänge zwischen den einzelnen Attributen angenommen. In der Hauptstudie gelangte für das Modell zur Wahl des Arbeitsplatzes auch ein Mixed Logit Ansatz zur Anwendung.

Die geschätzten Modelle bestätigen, dass der Einfluss von Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten nicht nur von diesen selbst, sondern auch von verschiedenen weiteren Attributen des Verkehrsangebotes (insb. alternative Parkierungsmöglichkeiten sowie ÖV- und LV-Angebote), von der relativen Attraktivität (z.B. Preisniveau, Preis-/Leistungsverhältnis) der möglichen Zielorte sowie von den Eigenschaften des Autofahrers (Einkommen, Besitz von Mobilitätswerkzeugen usw.) abhängt.

Bei der Parkplatzwahl spielen die Such- und die Abgangszeit<sup>2</sup> eine wichtige Rolle. Sie werden insbesondere im Einkaufsverkehr deutlich negativer bewertet als die reine Fahrtzeit. Bei längeren Parkdauern steigt die Zahlungsbereitschaft für Parkgebühren. Generell werden offene Parkplätze und Parkgaragen gegenüber dem Parkieren am Strassenrand be-

<sup>1</sup> Die SP-Befragungen zur Wahl des Arbeitsplatzes wurden nur in der Hauptstudie durchgeführt.

<sup>2</sup> Gehzeit vom und zum Parkplatz

vorzuzug. Insgesamt reagiert die Parkplatznachfrage unelastisch auf Veränderungen der Abgangszeit, der Fahrtzeit, der Suchzeit und der Parkgebühren.

Für die Zielwahl im Freizeit- und Einkaufsverkehr spielt die Abgangszeit eine geringere Rolle als bei der Parkplatzwahl. Mit zunehmender Dauer der geplanten Aktivität am Zielort wird die Parkplatzzuchzeit weniger negativ bewertet. Neben dem Parkierungsangebot ist die Attraktivität (Preis/Leistungsverhältnis) eines Zielortes im Vergleich zu den konkurrierenden Zielorten eine wichtige Einflussgrösse für die Zielwahl.

Bei der Verkehrsmittelwahl sind die Abgangszeit (mehr als doppelt so negativ bewertet wie die Fahrtzeit), die Parkkosten (bis zum Faktor 1.5 negativer bewertet wie die Fahrtkosten) und die Parksuchzeit (um den Faktor 1.3 negativer bewertet wie die Fahrtzeit) wichtige erklärende Variablen. Ganz entscheidend ist aber auch der Besitz von Mobilitätswerkzeugen, hier insbesondere eines GA: GA-Besitzer wechseln bei verschlechtertem Parkierungsangebot viel eher auf den ÖV als Personen ohne GA.

Im kombinierten Parkplatz-, Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodell sind die relativen Bewertungen der einzelnen Angebotsvariablen sowie der Einfluss des GA-Besitzes in etwa gleich wie bei den Einzelmodellen. Zudem zeigt sich, dass die Bewertungen der Zeit- und Kostenvariablen vom Einkommen abhängig sind.

Im Modell zum längerfristigen Entscheid betr. Wechsel des Arbeitsplatzes zeigt sich, dass primär das am neuen Arbeitsplatz im Vergleich zum bisherigen erzielbare Einkommen bestimmend ist. Wichtig sind auch die Reisezeiten und -kosten sowie ein vom Arbeitgeber zur Verfügung gestelltes GA. Demgegenüber sind die Verfügbarkeit eines Parkplatzes oder eines Firmenwagens von untergeordneter Bedeutung.

Zur Austestung und Demonstration der praktischen Anwendbarkeit wurde das kombinierte Modell in das bestehende Gesamtverkehrsmodell des Kantons Zürich eingebaut und dieses für drei Planfälle mit fiktiven Änderungen des Parkierungsangebotes (höhere Parksuchzeiten und/oder höhere Parkgebühren) in Winterthur angewendet. Die mit dem Modell berechneten Änderungen des Verkehrsaufkommens und die Verschiebungen des Modal Split sind plausibel und von der erwarteten Grössenordnung. Die angenommenen Änderungen des Parkierungsangebotes beschränken sich auf die Stadt Winterthur. Hier ergibt sich eine spürbare Reduktion des Verkehrsaufkommens im MIV. Ausserhalb von Winterthur sind Veränderungen als Folge der Zielwahleffekte aber deutlich kleiner.

Neben den Modellparametern werden im Forschungsbericht auch die aus diesen abgeleiteten Zahlungsbereitschaften und Elastizitäten ausführlich dokumentiert und deren Anwendbarkeit beschrieben.

Für die Abschätzung der Auswirkungen des Parkierungsangebotes auf den Energieverbrauch bilden die Modellschätzungen wichtige Vorarbeiten. Erst diese erstellten Modelle und deren Integration in ein Verkehrsmodell gestatten es, zuerst die Veränderungen der Verkehrsbelastungen und darauf basierend die Veränderungen des Energieverbrauchs (und der CO<sub>2</sub>-Emissionen) als Folge von Änderungen des Parkierungsangebotes abzuschätzen.

In der Hauptstudie wurde am Fallbeispiel Winterthur demonstriert, wie mit den vom Verkehrsmodell berechneten Verkehrsbelastungen und den in der Literatur dokumentierten Emissionsfaktoren die Auswirkungen auf den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen ermittelt werden können. Die Ergebnisse führen zur Empfehlung, dass wenn mit einer Parkplatzbewirtschaftung eine massgebliche Reduktion des Energiebedarfs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen erzielt werden soll, die Massnahmen möglichst flächendeckend einzuführen sind und ein attraktives ÖV- und LV-Angebot vorhanden sein muss.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Auswirkungen von Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten vom Kontext (z.B. Fahrtzweck, ÖV-Angebot, relative Attraktivität alternativer Zielorte, usw.) und natürlich von den Ausprägungen der

Veränderungen abhängen. Allgemein gültige Aussagen zur Wirkung von Parkplatzbewirtschaftungs-Massnahmen sind nicht möglich und aus fachlicher Sicht nicht zulässig. Die Ergebnisse der Forschungsarbeit bestätigen aber, dass im Einzelfall die Parkplatzbewirtschaftung durchaus als Instrument zur Beeinflussung des Verkehrsverhaltens, insbesondere auch der Verkehrsmittelwahl, eingesetzt werden kann.

Als Hauptergebnis der vorliegenden Forschungsarbeit liegen erstmals für die Schweiz gültige Modelle vor, welche es gestatten, kontextspezifisch den Einfluss von Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und darauf basierend auf den Energieverbrauch zu quantifizieren. Damit können für die Bewertung und die Diskussion von Parkraumbewirtschaftungs-Massnahmen objektive Grundlagen bereitgestellt werden.



## Résumé

Dans la présente recherche, constituée de l'étude principale et d'une extension du projet, des formulations de modélisation ont été estimées avec lesquelles peut être pronostiquée l'influence des modifications envisagées au niveau de l'offre en stationnement sur le comportement à court terme (choix de la place de stationnement, choix de la destination et choix du moyen de transport) pour différents motifs de déplacement et différentes situations spatiales.

Comme bases pour les estimations de modèles, des enquêtes de préférences constatées (ou Revealed Preference RP) et déclarées (ou Stated Preference SP) ont été effectuées. Dans les enquêtes RP, les stratégies utilisées normalement dans la recherche d'une place de stationnement ont été collectées en plus des caractéristiques sociodémographiques et des données sur les déplacements effectués pour le travail, les loisirs et les achats.

Dans l'étude principale, les questions ont aussi porté sur les stratégies appliquées habituellement dans la recherche d'une place de stationnement. Une grande partie des personnes interrogées va directement dans un parking tandis qu'environ un tiers passe par plusieurs endroits connus avec des possibilités de stationnement jusqu'à ce qu'il trouve une place libre.

Les enquêtes SP ont porté sur des situations face aux choix suivants (les variantes à disposition sont chaque fois indiquées entre parenthèses):

- Choix de la place de stationnement (deux endroits ainsi qu'interruption de la recherche)
- Choix de la destination (deux destinations ainsi qu'interruption du déplacement)
- Choix du moyen de transport (auto, transports publics, vélo, marche)
- Choix de la place de travail (pas de changement, nouvelle place de travail)<sup>3</sup>

L'extension du projet avait pour principal objectif d'examiner l'influence de l'échantillon utilisé dans l'étude principale, échantillon distordu par rapport aux caractéristiques sociodémographiques du micro-recensement transport de 2010, sur les paramètres des modèles estimés. Comme lors de l'étude principale toutes les variables influençant la sélectivité étaient prises en compte, on pouvait s'attendre à ce que cette distorsion de l'échantillon n'ait pas d'influence prépondérante sur les résultats des estimations de modèles. Cela a été confirmé par l'extension du projet qui a utilisé un échantillon sans distorsion.

1'043 personnes ont pu être interrogées dans l'étude principale et 1'275 dans l'extension du projet. Chacune d'entre elle a été confrontée à deux des situations SP mentionnées ci-dessus. Les données obtenues ont permis d'estimer des modèles discrets de décision (modèles logit multinomial) pour chaque situation seule ainsi que combinée pour le choix de la place de stationnement, celui de la destination et celui du moyen de transport. Les fonctions d'utilité envisagées ont été des combinaisons aussi bien linéaires que non linéaires des variables. Pour le choix de la place de travail, une formulation logit mixte a aussi été utilisée.

Les modèles estimés confirment que l'influence de modifications au niveau de l'offre en stationnement sur le comportement ne dépend pas seulement de cette offre, mais aussi des différentes autres variables de transport (en particulier des autres possibilités de stationnement de même que de l'offre des transports publics et de la mobilité douce), de l'attractivité relative des autres destinations possibles (p. ex. niveau des prix, rapport prix/prestations) ainsi que des caractéristiques du conducteur (revenu, possession d'instruments de transport etc.).

Les temps de recherche et d'accès<sup>4</sup> jouent un rôle important lors du choix de la place de stationnement. En particulier pour les achats, ils sont considérés comme nettement plus

<sup>3</sup> Les enquêtes SP sur le choix de la place de travail n'ont été exécutées que dans l'étude principale.

<sup>4</sup> Temps entre la place de stationnement et la destination finale

négatifs que le seul temps de parcours. La disposition à payer le parking augmente avec les durées de stationnement. D'une manière générale, les parkings à ciel ouvert ou fermés sont préférés au stationnement le long des rues. Dans l'ensemble, la demande en stationnement réagit de manière inélastique aux modifications des temps d'accès, de parcours et de recherche ainsi que du coût.

Lors des choix de la destination pour les loisirs et les achats, le temps d'accès joue un rôle moindre que lors du choix de la place de stationnement. Le temps de recherche d'une place est moins considéré comme négatif avec l'augmentation de la durée prévue de l'activité à destination. L'attractivité d'une destination (rapport prix/prestations) est, à côté de l'offre en stationnement, un important facteur de choix en comparaison avec les destinations en concurrence.

Lors du choix du moyen de transport, le temps d'accès (considéré comme plus que doublement négatif que le temps de parcours), les coûts du stationnement (considérés jusqu'à 1,5 fois plus négatif que les coûts de parcours) et le temps de recherche d'une place (considéré 1,3 fois plus négatif que le temps de parcours) sont les plus importantes variables explicatives. La possession d'instruments de transport est aussi résolument décisive, en particulier ici celle d'un abonnement général de transports publics (AG): les personnes qui en possèdent un passent bien plus facilement aux transports publics que celles qui n'en ont pas lors d'une péjoration de l'offre en stationnement.

Dans le modèle combinant les choix de la place, de la destination et du moyen de transport, les évaluations relatives de chacune des variables de l'offre ainsi que l'influence de la possession d'un AG sont à peu près les mêmes que dans les modèles individuels. En outre, les évaluations des variables de temps et de coûts se révèlent dépendantes du revenu.

Dans le modèle de décision à long terme concernant le changement de la place de travail, c'est d'abord le revenu à la nouvelle place par rapport à l'actuelle qui se révèle déterminant. Les temps et les coûts de déplacement ainsi que la mise à disposition d'un AG par l'employeur sont aussi importants. En revanche, la disponibilité d'une place de stationnement ou une voiture de fonction sont d'une importance secondaire.

Pour tester et démontrer l'applicabilité pratique, le modèle combiné a été implanté dans le modèle des transports existant du canton de Zurich et utilisé pour simuler trois cas de modifications fictives de l'offre en stationnement à Winterthur (temps de recherche et/ou coûts plus élevés). Les changements de la demande en déplacements et les glissements de la répartition modale sont plausibles et d'un ordre de grandeur attendu. Les modifications admises pour l'offre en stationnement se limitent à la ville de Winterthur, dans laquelle elles provoqueraient une diminution sensible de la demande en transports individuels motorisés. En dehors de Winterthur, les évolutions suite aux effets du choix des destinations sont cependant nettement plus faibles.

A côté des paramètres du modèle, le rapport de recherche documente aussi en détail les dispositions à payer et les élasticités qui en découlent et il décrit leur applicabilité

Pour l'évaluation des effets de l'offre en stationnement sur la consommation d'énergie, les estimations issues de modèles sont des préalables importants. En effet, seules les formulations élaborées et leur intégration dans un modèle de transport permettent d'estimer d'abord l'évolution des volumes de trafic puis, à partir de là, celle de la consommation d'énergie (et des émissions CO<sub>2</sub>) à la suite des modifications de l'offre en stationnement.

L'exemple de Winterthur a démontré, dans l'étude principale, comment les effets sur la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> pouvaient être établis à partir des volumes de trafic calculés par le modèle et des facteurs d'émission documentés dans les publications. Les résultats aboutissent à recommander que, si une diminution sensible de la consommation d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub> doit être obtenue par une gestion du stationnement, les mesures doivent être introduites si possible sur un large territoire et qu'une offre attrayante pour les transports publics et la mobilité douce doit exister.



Les résultats de la recherche montrent que les effets de modifications à l'offre de stationnement sur le comportement en matière de déplacement dépendent du contexte (p. ex. motif de déplacement, offre en transports publics, attractivité relative d'autres destinations etc.) et naturellement des caractéristiques de ces modifications. Des déductions de portée générale sur l'effet de la gestion du stationnement ne sont ni possibles ni admissibles d'un point de vue technique. Les résultats de la recherche confirment cependant que, dans certains cas, la gestion du stationnement peut tout à fait être utilisée pour influencer le comportement en matière de déplacements et plus particulièrement le choix du moyen de transport.

Le principal résultat de la présente recherche est d'avoir, pour la première fois en Suisse, des modèles valables qui permettent de quantifier l'influence de modifications de l'offre en stationnement sur le comportement et, à partir de là, sur la consommation d'énergie. Des bases objectives peuvent ainsi être mises à disposition pour l'évaluation et la discussion de mesures concernant la gestion du stationnement.



## Summary

This project, consisting of a main and an extension study, estimated models for the prediction of the impacts of changes in parking supply on daily travel behavior for different trip purposes and spatial contexts. The behavioral dimensions considered are:

- choice of parking location and type,
- destination choice and
- mode choice.

Both revealed (RP) and stated (SP) preference surveys were conducted. The RP survey included the socio-demographic variables as well as the description of the regular work, leisure and shopping trips.

The main study also included the preferred parking search strategies. A majority of the respondents always drives directly into a parking lot, while one third checks several known parking areas until a free parking space is found.

The four SP experiments addressed the following choices (alternatives offered):

- Choice of parking location (two locations and abandonment of the trip)
- Choice of destination (two destinations and abandonment of the trip)
- Choice of mode (car driver, public transport, bicycle, walking)
- Choice of work location (current and new work place/location)<sup>5</sup>

The extension study's primary objective was to examine the influence of the bias with respect of sociodemographic characteristics in the sample used for the main study on the estimated model parameters. Since all variables affecting the selectivity are included in the parameter estimation it could be expected that the biased sample had no significant influence on the results. The extension study, which used an unbiased sample, confirmed this anticipation.

The sample size of the main study was 1'043 and of the extension study 1'275 respondents. Each respondent took part in two of the four SP experiments. Discrete choice models (MNL) were estimated for each of the four experiments individually as well as for the pooled data. The formulations were linear and non-linear in the attributes. For the choice of workplace, a Mixed Logit Model was used.

The effects of changes in parking supply on travel behavior depend on the situational context such as the availability of alternative parking locations, supply of public transport and cycling/walking possibilities as well as on the socioeconomic characteristics of the decision maker.

Search and access/egress times are crucial for parking choices. They are valued more negatively than pure in-vehicle time, especially for shopping trips. The willingness to pay increases with the duration of stay. Parking lots and garages are preferred to on-street parking. The demand for parking is inelastic with respect to in-vehicle time, search time and fees.

For leisure and shopping trips access/egress time is less important for the choice of the destination than for the choice of the parking location. The impact of parking search time decreases with the duration of stay. The price worthiness of the location is an important attribute in the destination choice model.

---

<sup>5</sup> The SP-experiments addressing the choice of work location was part of the main study only.

The ratios of the respective parameters to in-vehicle time are 2 for egress time, 1.3 for search time, while parking fees are valued 1.5 more than car operating costs. The ownership of an annual public transport ticket increases the likelihood of a modal shift strongly.

The relative valuations remain the same in the joint model across the mode, parking location and location choice experiments. The joint model is used to explore the dependence of the time and cost variables on the respondent's income.

The work place experiment showed an overwhelming influence of the income differential for this choice. Still, commute times and costs, e.g. an employer provided annual season ticket, do play a role. The parking space and company car were much less important.

The estimated model was integrated into the existing transport model for the Canton Zürich. It was tested with three scenarios with different levels of parking fees and search times in the city of Winterthur. The changes in demand and in mode choice were of the expected magnitude. The changes are concentrated on Winterthur and are small in the remaining study area.

The report documents next to the model parameters the derived indicators of the willingness-to-pay and of the elasticities in detail.

The models as implemented are necessary to estimate the changes in energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions due to changes in the parking supply. In the main study these calculations were undertaken for the study area using published emission factors. The results showed that a substantial reduction in fuel use and CO<sub>2</sub> emission require an area wide program of parking restrictions and an attractive supply of the alternative modes.

The results of the study show that the impact of changes in the supply of parking spaces depends of the context (e.g. trip purpose, alternative modes, relative attractiveness of alternative destinations) and the intensity of the changes. Universal statements on the impact of parking restrictions are not possible. However, the results of this project show that in individual cases parking restrictions are a valuable instrument for influencing travel behavior, especially mode choice.

The main result of this project are the models estimated for the first time in Switzerland which can be used to quantifying the context specific effects of changes in parking supply on travel behavior and energy consumption.

## Riassunto

Con questa ricerca, articolata in uno studio principale e un'estensione di progetto, è stato parametrizzato un modello in grado di simulare gli effetti sul comportamento a breve termine di una modifica nell'offerta di parcheggi. Sono stati studiati diversi motivi di spostamento e contesti territoriali. Il comportamento a breve termine può essere modificato:

- nella scelta del luogo di stazionamento
- nella scelta della destinazione
- nella scelta del mezzo di trasporto

I dati di base per la modellizzazione sono stati ricavati da interviste secondo il metodo della Revealed Preference (RP) e della Stated Preference (SP). Nell'intervista RP sono stati raccolti, oltre alle informazioni sociodemografiche, dati su percorsi svolti dall'intervistato per recarsi al lavoro, per il tempo libero o per gli acquisti. Nello studio principale sono state inoltre poste domande sulla strategia utilizzata abitualmente per la ricerca di un posteggio. Quando disponibile, una grossa parte degli intervistati si dirige direttamente in un autosilo, mentre circa un terzo esplora una serie di luoghi conosciuti alla ricerca di un posto libero.

L'inchiesta SP induceva gli intervistati a scegliere tra le seguenti situazioni (tra parentesi le alternative proposte):

- scelta del parcheggio (due possibili luoghi di stazionamento oppure interruzione della ricerca)
- scelta della destinazione (due possibili destinazioni oppure interruzione del viaggio)
- scelta del mezzo di trasporto (auto, trasporto pubblico, bicicletta o a piedi)
- scelta del posto di lavoro (l'attuale posto di lavoro o uno nuovo)<sup>6</sup>

Lo scopo principale dell'estensione di progetto è stato quello di studiare l'influsso sui risultati delle differenze statistiche tra il campione intervistato nello studio principale e un campione rappresentativo dell'intera popolazione rispetto ai risultati del Microcensimento mobilità e trasporti del 2010. Dato che il campione dello studio principale considerava tutte le variabili che caratterizzano le scelte, ci si poteva attendere che nonostante la discrepanza tra i campioni non comportasse variazioni rilevanti nei risultati. In effetti l'estensione di progetto, che ha coinvolto un campione di popolazione statisticamente identico a quello del Microcensimento 2010, ha confermato i risultati.

Nello studio principale sono state intervistate 1'043 persone, nell'estensione di progetto 1'275 persone. Ogni intervistato ha preso parte a due degli esperimenti SP di cui sopra. Con i dati ricavati sono stati sviluppati modelli decisionali discreti (modelli Logit multinomiali) che riproducono ciascuna situazione singolarmente, nonché modelli combinati di scelta del posteggio, della destinazione e del mezzo di trasporto. Per le funzioni relative ai profitti sono state considerate le interazioni sia lineari che non lineari tra i diversi attributi. Nello studio principale, per la modellizzazione della scelta del posto di lavoro è stato impiegato anche un modello Mixed Logit.

I modelli elaborati confermano che l'effetto di cambiamenti all'offerta di parcheggi non dipende soltanto da quest'ultima, ma anche da diversi altri attributi dell'offerta di trasporto (in particolare l'esistenza di parcheggi alternativi, l'offerta di trasporto pubblico o del traffico lento). Altri fattori di influenza sono l'attrattività relativa delle destinazioni (ad esempio i prezzi o il rapporto qualità prezzo nel caso degli acquisti) o la situazione personale dell'automobilista (livello di salario, disponibilità dei mezzi di trasporto, eccetera). Ecco alcune osservazioni fatte:

<sup>6</sup> L'inchiesta SP sulla scelta del posto di lavoro è stata oggetto unicamente dello studio principale.

Nella scelta di un parcheggio il tempo di ricerca e la distanza da percorrere a piedi fino alla destinazione giocano un ruolo importante. In particolare nel traffico per acquisti vengono valutati in modo molto più negativo del semplice tempo di viaggio.

Per tempi di sosta più lunghi cresce la disponibilità a pagare una tassa di stazionamento. In generale gli autosili e i piazzali vengono preferiti allo stazionamento lungo la carreggiata.

Complessivamente comunque, la domanda di stazionamento reagisce in modo poco elastico alle variazioni della distanza da percorrere a piedi fino alla destinazione, al tempo di viaggio, al tempo di ricerca di un posteggio e alle tasse di stazionamento.

Nel tempo libero e negli acquisti, la distanza da percorrere a piedi fino alla destinazione può influire sulla scelta del parcheggio, solo subordinatamente sulla scelta della destinazione. Crescendo il tempo di permanenza previsto alla destinazione cresce il tempo che si è disposti a impiegare nella ricerca di un posteggio. Accanto all'offerta di stazionamento, l'attrattiva della destinazione rispetto alle alternative disponibili, gioca un ruolo importante.

Quando si tratta di scegliere un mezzo di trasporto, i tempi di spostamento a piedi sono valutati molto più negativamente del tempo di viaggio complessivo (oltre il doppio). Anche i costi di parcheggio sono valutati 1,5 volte più negativamente dei costi complessivi del viaggio. Il tempo di ricerca di un parcheggio è valutato 1,3 volte più negativamente del tempo di viaggio complessivo. Queste tre variabili (tempo di spostamento a piedi, costi di parcheggio e tempo di ricerca) hanno quindi un ruolo importante nella spiegazione del comportamento collettivo. Decisiva è però anche la possibilità di accedere ai mezzi di trasporto: in particolare chi dispone di un abbonamento generale è molto più propenso a optare per il trasporto pubblico se l'offerta di stazionamento è insoddisfacente.

Nel modello combinato tra scelta del posteggio, della destinazione e del mezzo di trasporto, le valutazioni relative delle singole variabili e l'influsso del possesso di un abbonamento generale, sono pressoché identiche a quelle dei modelli a singole variabili. Si evidenzia inoltre che le variabili relative a tempo e costi sono influenzate dal livello di reddito.

Nel modello relativo alla scelta del posto di lavoro, appare evidente come il primo criterio di scelta tra l'attuale e un nuovo posto di lavoro sia lo stipendio offerto. Giocano un ruolo importante anche il tempo e i costi di viaggio, come pure l'eventuale abbonamento messo a disposizione dal datore di lavoro. La disponibilità di un parcheggio o di un veicolo aziendale hanno per contro un ruolo secondario.

A titolo dimostrativo e di test, il modello combinato è stato implementato nel modello generale del traffico del Canton Zurigo e utilizzato per simulare tre situazioni fittizie di modifica dell'offerta di stazionamento nella città di Winterthur (aumento del tempo di ricerca del posteggio o aumento delle tasse di stazionamento). Le variazioni dei volumi di traffico e del modal split che ne risultano sono plausibili e rientrano nell'ordine di grandezza atteso. Le variazioni all'offerta di parcheggi è stata operata limitatamente al territorio di Winterthur. Qui il modello mostra una sensibile riduzione dei volumi di traffico individuale motorizzato. All'esterno della città si osservano variazioni dovute alla scelta di altre destinazioni, ma in modo meno marcato.

Accanto ai parametri per la modellizzazione, il rapporto documenta anche i valori relativi alla disponibilità a pagare e all'elasticità, descrivendone le possibilità di utilizzo.

Questo modello fornisce le premesse fondamentali per valutare gli effetti dell'offerta di stazionamento sul consumo energetico. L'implementazione di questo modello nel modello generale del traffico di una regione consente di valutare le modifiche ai volumi di traffico e, sulla base di questi, il consumo energetico e quindi la produzione di CO<sub>2</sub> legata a modifiche nella politica di gestione dei parcheggi.

Nello studio principale è stato dimostrato sull'esempio di Winterthur che, in base ai volumi calcolati con il modello generale del traffico e i fattori di emissione documentati nella lette-

ratura, è possibile calcolare le emissioni di CO<sub>2</sub>. Questi risultati portano a formulare la raccomandazione secondo cui per ottenere una riduzione significativa delle emissioni attraverso misure di gestione dei parcheggi, è necessario introdurre le misure in modo diffuso e uniforme sul territorio. Deve inoltre essere presente un'attrattiva offerta di trasporto pubblico e traffico lento.

I risultati dello studio mostrano che gli effetti di una modifica dell'offerta di stazionamento dipendono dal contesto (p.es. motivo dello spostamento, offerta di trasporto pubblico, attrattività relativa delle destinazioni alternative) e dall'ampiezza delle modifiche. Non è possibile trarre da questo studio conclusioni generali sull'efficacia di misure di gestione dei parcheggi. Dal punto di vista scientifico ciò non è ammesso. Tuttavia i risultati di questa ricerca dimostrano che in casi specifici le misure di gestione dei parcheggi possono senz'altro costituire un mezzo per influenzare il comportamento del traffico, e più specificamente anche la scelta del mezzo di trasporto.

Quale principale risultato, questa ricerca mette a disposizione per la prima volta modelli validi per la Svizzera che consentono, riferendoli ad un contesto, di stimare gli effetti di modifiche all'offerta di parcheggi sul comportamento del traffico e sul conseguente consumo di energia. Si forniscono quindi basi obiettive per la valutazione e la discussione di misure di gestione dei parcheggi.





## Hinweise der SVI

### Anwendbarkeit der Forschungsergebnisse

Dieser Hinweis soll den sachgemässen Umgang der Forschungsergebnisse bei Anwendern – und insbesondere bei einer nicht-fachlichen Leserschaft – sicherstellen.

Die Erhebung der Grundlagendaten im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurde entsprechend dem zum Zeitpunkt der Erarbeitung der Studie aktuellen Stand der Technik für derartige Fragestellungen durchgeführt. Bei der Anwendung der daraus generierten Daten und Erkenntnisse ist folgendes zu beachten:

Erhebungen konzentrieren sich immer auf einen Ausschnitt der Realität und können nie alle Einflussgrössen umfassen. Bei der Konzeption einer Erhebung wird deshalb darauf geachtet, ein reales, plausibles und gleichzeitig einfaches und damit handhabbares Abbild der Wirklichkeit zu erfassen. Im Interesse einer überschaubaren Komplexität für die Befragten müssen beim Detailreichtum der Befragung also Kompromisse eingegangen werden.

Für die Ergebnisse, die auf Modellierungen, Simulationen und Schätzungen derartiger Messungen beruhen, bedeutet dies:

- Die in der vorliegenden Arbeit durchgeführte Befragung berücksichtigt Kosten- und Zeitvariablen. Kontextaspekte zur spezifischen Situation wurden indirekt berücksichtigt, indem die Befragten zu regelmässig zurückgelegten Wegen befragt wurden.
- Die Berücksichtigung weiterer Einflussgrössen wie verhaltensökonomische Aspekte, Gewohnheiten etc. oder eine anders konzipierte Art der Befragung können die Ergebnisse substantiell beeinflussen<sup>7</sup>. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sind entsprechend und wie in der Regel üblich fallspezifisch und mit der notwendigen Sorgfalt zu interpretieren und anzuwenden.
- Die Verkehrsforschung widmet sich u.a. der stetigen Weiterentwicklung der Erhebungsmethoden. Das ASTRA wird in naher Zukunft eine Forschungsarbeit lancieren, die sich mit der verstärkten Berücksichtigung verhaltensökonomischer und weiterer Aspekte auf das Mobilitätsverhalten und die Verkehrsmittelwahl auseinandersetzt. Im Weiteren kann im Kontext der vorliegenden Arbeit z.B. auf die geplante Forschung der SVI zur Untersuchung des Einflusses nicht verkehrlicher Einflussgrössen auf die Verkehrsmittelwahl verwiesen werden. Sollten aus diesen Arbeiten relevante Erkenntnisse resultieren, wird die Modellierung des Verkehrsverhaltens im vorliegenden Forschungsbericht auf der Basis überarbeiteter Befragungsergebnisse angepasst werden.

---

<sup>7</sup> Vgl. dazu u.a. [www.mobilitaetsverhalten.ch/Studien/Gutachten zu SVI-Studie 2008-002](http://www.mobilitaetsverhalten.ch/Studien/Gutachten%20zu%20SVI-Studie%202008-002)

## Applicabilité des résultats de la recherche

Cet avertissement doit garantir une utilisation correcte des résultats de la recherche par ceux qui les appliqueront – en particulier par des lecteurs non professionnellement compétents en la matière.

La collecte des données de base dans le cadre de la présente recherche s'est effectuée selon l'état actuel de la technique des enquêtes pour aborder les questions de ce genre au moment de l'élaboration de l'étude. Lors de l'application des données et des connaissances ainsi obtenues, il faut tenir compte des aspects suivants:

Les enquêtes se concentrent toujours sur un segment de la réalité et ne peuvent jamais inclure tous les paramètres. C'est pourquoi, lors de la conception d'une enquête, l'attention est portée sur une représentation du réel concrète et plausible tout en étant simple et gérable. Dans l'optique d'une complexité maîtrisable par les interrogés, des compromis doivent alors être envisagés parmi la richesse des aspects pouvant être abordés.

Pour les résultats qui reposent sur des modélisations, des simulations et des estimations de telles mesures, cela signifie ce qui suit:

- La présente recherche tient compte des variables de coûts et de temps. Les aspects contextuels de la situation spécifique ne sont qu'indirectement pris en compte car les interrogés ont répondu à partir d'un déplacement qu'ils effectuent régulièrement.
- La prise en compte d'autres paramètres, tels que des aspects d'économie du comportement, des habitudes etc. ou une conception différente de l'enquête, peut sensiblement influencer les résultats<sup>8</sup>. Ceux de la présente recherche ne peuvent être interprétés et appliqués qu'avec soin et en fonction de chaque cas, comme c'est d'ailleurs la règle en général.
- La recherche en matière de transport se consacre notamment à sans cesse améliorer les méthodes d'enquête. L'OFROU lancera prochainement une recherche afin de prendre en compte, de manière plus approfondie, les aspects de l'économie du comportement et d'autres domaines sur le comportement en matière de mobilité et le choix du moyen de déplacement. Par ailleurs, en rapport avec la présente recherche, il faut par exemple en mentionner une autre envisagée par la SVI portant sur l'analyse de l'influence de variables sans rapport direct avec les transports sur le choix du moyen de déplacement. Si ces travaux devaient apporter de nouvelles connaissances essentielles, la modélisation du comportement en matière de déplacement de la présente recherche sera adaptée sur la base des résultats révisés.

---

<sup>8</sup> Voir à ce sujet entre autres [www.mobilitaetsverhalten.ch/Studien/Gutachten zu SVI-Studie 2008-002](http://www.mobilitaetsverhalten.ch/Studien/Gutachten%20zu%20SVI-Studie%202008-002)

## Impiego dei risultati dello studio

Questa nota ha lo scopo di garantire un corretto uso dei risultati di questo studio, in particolare da parte di lettori non esperti della materia.

La raccolta dei dati di base utilizzati in questo progetto di ricerca si è svolta secondo i metodi di sondaggio disponibili secondo lo stato della tecnica in questo campo al momento dell'elaborazione dello studio. Nell'utilizzare i risultati occorre tenere conto di quanto segue:

I sondaggi si concentrano sempre su un segmento della realtà e non possono mai tenere conto di tutte le variabili che possono influenzare il risultato. Per questo nella concezione dei sondaggi si presta attenzione a ricreare un modello reale e plausibile, ma nel contempo semplificato della realtà. Per garantire la visione d'insieme e quindi la possibilità di scelta da parte degli intervistati, devono essere presi in conto dei compromessi riguardo alla complessità delle situazioni presentate.

Per i risultati che si fondano su modelli, simulazioni e stime basate su dati raccolti con questo metodo, vale pertanto quanto segue:

- I sondaggi d'opinione svolti nel presente studio considerano quali variabili i costi e il tempo impiegato. Aspetti relativi al contesto delle situazioni specifiche sono stati considerati indirettamente, nella misura in cui agli intervistati sono state poste domande relative a percorsi che svolgono abitualmente.
- Se si prendono in considerazione altre variabili, quali aspetti di economia comportamentale, abitudini, ecc, o una diversa concezione del sondaggio, i risultati potrebbero variare sostanzialmente<sup>9</sup>. I risultati di questo studio sono pertanto da interpretare e utilizzare, come di consueto, nel loro contesto e con la dovuta cautela.
- La ricerca nel campo dei trasporti si dedica tra l'altro al costante miglioramento dei metodi di inchiesta. L'USTRA avvierà nel prossimo futuro un progetto di ricerca per approfondire gli aspetti di economia comportamentale e le altre variabili che influenzano sul comportamento di mobilità e sulla scelta del mezzo di trasporto. Inoltre, nel contesto di questo studio, si rimanda alla prevista ricerca SVI sull'influsso delle variabili indipendenti dal traffico sulla scelta del mezzo di trasporto. Se tali ricerche portassero elementi rilevanti, la modellizzazione dei comportamenti effettuata in questo studio sarà adattata sulla base dei risultati dei sondaggi rivisti.

<sup>9</sup> Cfr in proposito [www.mobilitaetsverhalten.ch/Studien/Gutachten\\_zu\\_SVI-Studie\\_2008-002](http://www.mobilitaetsverhalten.ch/Studien/Gutachten_zu_SVI-Studie_2008-002)



# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Die Steuerung des Parkierungsangebotes wird zur Beeinflussung des Verkehrs in Städten und bei verkehrsintensiven Einrichtungen eingesetzt. Das Parkierungsangebot beeinflusst nicht nur das Verkehrsaufkommen und dessen Auswirkungen auf Umwelt und Umfeld, sondern auch die Erreichbarkeit und damit z.B. die wirtschaftliche Situation eines Gebietes oder einer Einrichtung. Daher werden Einschränkungen des Parkierungsangebotes seit jeher kontrovers diskutiert. Dies nicht zuletzt auch deshalb, weil die effektiven Auswirkungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten nicht im Detail bekannt sind. Die vorliegende Forschungsarbeit soll dazu dienen, für diese Diskussionen fachlich fundierte Grundlagen zu liefern.

Das für eine bestimmte Personengruppe und einen bestimmten Wegezweck verfügbare Parkierungsangebot an einem Zielort wird durch die folgenden Elemente beschrieben:

- Lage des Parkplatzes (Stadttrand, Innenstadt usw.) und Typ der Parkierungsanlage (Strassenrand, im Freien ausserhalb der Strasse, Parkgarage usw.)
- Gehzeit zum und vom Parkplatz (Abgangszeit)
- Zeitaufwand für das Finden eines freien Parkfeldes (Parksuchzeit)
- Parkierungsgebühren-Regime (Verlauf der Höhe der Gebühren über die Parkdauer)

Die Kenntnis des Einflusses des Parkierungsangebots auf das Verkehrsverhalten ist u.a. aus folgenden Gründen wichtig:

- Die lokale Verkehrsplanung benötigt robuste Erkenntnisse zu den Wechselwirkungen zwischen dem Parkierungsangebot, dem Verkehrsverhalten und der Standortgunst, um der Verkehrspolitik den zweckmässigen (nachhaltigen) Einsatz dieses verkehrslenkenden Instrumentes aufzeigen zu können.
- Bei der Planung verkehrserzeugender Nutzungen, namentlich von publikumsintensiven Einrichtungen, sind sich Investoren, Umweltschutzverbände und Bewilligungsbehörden – wie eingangs erwähnt – oft uneins. Einerseits bestehen unterschiedliche Auffassungen über die Wirksamkeit einer Beschränkung oder Bewirtschaftung des Parkierungsangebotes (z.B. zur Abstimmung der Verkehrsmenge auf die verfügbaren Strassenkapazitäten oder zur Einhaltung der Umweltschutzgesetzgebung) und andererseits gehen die Meinungen zur Wirtschaftlichkeit solcher Massnahmen auseinander. Das Thema "Parkieren in der Stadt und bei publikumsintensiven Einrichtungen" ist in der Verkehrsdiskussion nach wie vor ein "heisses Eisen" (Baier et al., 2000). In Kenntnis der tatsächlichen Wechselwirkungen könnten diese Diskussionen auf einer sachlicheren Ebene geführt werden.
- Damit der Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten in der Verkehrsmodellierung berücksichtigt werden kann, müssen die entsprechenden Gesetzmässigkeiten bekannt sein.

In verschiedenen Studien wurden mindestens Teilaspekte der Zusammenhänge zwischen dem Parkierungsangebot und dem Verkehrsverhalten untersucht. Eine Gesamtschau ist aber noch ausstehend und generell ist festzustellen, dass in vielen heute zum Einsatz gelangenden Verkehrsmodellen die Wirkungen des Parkierungsangebotes auf die Verkehrsnachfrage höchstens ansatzweise behandelt werden, weil entsprechende Modellansätze fehlen.

## 1.2 Vorgehen

Die Untersuchung wurde in zwei Phasen durchgeführt, einer Hauptstudie und einer Projekterweiterung.

In der Hauptstudie wurden SP-Befragungen durchgeführt und mit den gewonnenen Daten Modellansätze hergeleitet, mit welchen die Auswirkungen geplanter Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Mobilitätsverhalten für verschiedene Wegezwecke und räumliche Kontexte prognostiziert werden kann. Die behandelten Aspekte des mittleren alltäglichen Mobilitätsverhaltens sind

- die Wahl des Parkplatzes,
- die Zielwahl und
- die Verkehrsmittelwahl.

Des Weiteren wurden am Beispiel der Wahl des Arbeitsplatzes untersucht, wie sich das Parkierungsangebot auf das langfristige Mobilitätsverhalten auswirkt.

Schliesslich wurde abgeschätzt, wie sich Änderungen des Parkierungsangebotes auf den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen auswirken. Da eine solche Abschätzung generell-abstrakt nicht möglich ist, erfolgte sie an einem konkreten Fallbeispiel anhand der mit den hergeleiteten Modellansätzen ermittelten Veränderungen des Verkehrsaufkommens.

Die in der Hauptstudie für die SP-Befragungen verwendete Stichprobe war gegenüber den Daten des Mikrozensus Mobilität und Verkehr verzerrt. Theoretisch hatte dies keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Modellschätzungen<sup>10</sup>. Seitens des Interessenverbandes "espace.mobilité" der Detailhandelsunternehmen in der Schweiz wurde dies jedoch angezweifelt. Dieser äusserte auch Vorbehalte gegenüber der Methodik der SP-Befragungen und bemängelte, dass gewisse Schlussfolgerungen der Hauptstudie missverständlich formuliert seien. Um diese Unsicherheiten auszuräumen erteilte das ASTRA den Auftrag, in einer Projekterweiterung die Modellschätzungen mit einer unverzerrten Stichprobe zu wiederholen und die Ergebnisse mit jenen der Hauptstudie zu vergleichen.

Die Projekterweiterung umfasste die folgenden Arbeitsschritte:

- Rekrutieren einer gegenüber der Schweizerbevölkerung unverzerrten Stichprobe
- Durchführung von SP-Experimenten zur Beobachtung des Einflusses des Parkierungsangebotes auf das Mobilitätsverhalten bezüglich
  - Wahl des Parkplatzes
  - Zielwahl
  - Verkehrsmittelwahl
- Schätzen von Modellen zur Abbildung des Einflusses des Parkierungsangebotes auf das alltägliche Mobilitätsverhalten
- Vergleich der Ergebnisse mit jenen der Hauptstudie
- Überprüfung und Ergänzung der Schlussfolgerungen und Empfehlungen aus der Hauptstudie

## 1.3 Aufbau des Berichtes

Das folgende Kapitel 2 fasst in einer kurzen Literaturübersicht Beispiele von Forschungsergebnissen und Ergebnissen von im Auftrag von Interessengruppen in der Schweiz durchgeführten Untersuchungen zu den Auswirkungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten zusammen. Kapitel 3 ist dem Parksuchverkehr und dem Versuch, diesen zu modellieren, gewidmet. Im Kapitel 4 werden für die Hauptstudie und für die Projekterweiterung die Methodik und die Ergebnisse der durchgeführten Befragungen, mit welchen

<sup>10</sup> Alle die Selektivität beeinflussenden Variablen wurden in die Modellschätzungen einbezogen.

die Daten für die Modellierung des Einflusses des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten gewonnen wurden, vorgestellt. Diese Modellierung ist dann sowohl für die Hauptstudie als auch für die Projekterweiterung im Kapitel 5 beschrieben. Im Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Modellschätzungen der Hauptstudie und der Projekterweiterung einander gegenübergestellt. Kapitel 7 zeigt an Anwendungsbeispielen, wie die in der Hauptstudie geschätzten Modelle in der Praxis eingesetzt werden können und Kapitel 8 illustriert anhand der Ergebnisse der Hauptstudie die Weiterverwendung der Modelle zur Abschätzung der Auswirkungen von Veränderungen des Parkierungsangebotes auf den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im Kapitel 9 schliesslich werden die Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der Hauptstudie und der Projekterweiterung gezogen und Hinweise zum weiteren Forschungsbedarf gemacht.





## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Einleitung

Die Frage, ob und in welcher Weise das Parkierungsangebot das Verkehrsverhalten beeinflusst, ist seit ca. 1970 Gegenstand einer Vielzahl von Untersuchungen. Einen Überblick der deutschsprachigen Literatur (für den Zeitraum vor 1997) zu diesem Thema findet sich z.B. in Huber-Erler (1998) oder Baier et al. (2000) und für die englischsprachige Literatur in Shoup (2005). Bezüglich des Untersuchungsgegenstands lassen sich die Studien in die beiden folgenden Gruppen unterteilen:

- Analysen des aggregierten Verkehrsverhaltens. Dazu gehören z.B. Analysen der Veränderungen des Verkehrsgeschehens (ruhender und fließender Verkehr) in einem Untersuchungsgebiet (z.B. in Stadtgebiet) oder bei einer einzelnen verkehrserzeugenden Einrichtung. In der Regel werden dazu Vorher-/Nachher-Untersuchungen durchgeführt.
- Analysen des individuellen, disaggregierten Verkehrsverhaltens. Die Grundlagedaten für diese Analysen werden in der Regel mit RP-Befragungen und/oder SP-Befragungen, teilweise auch mit Hilfe von Simulatoren, gewonnen.

### 2.2 Vorher-/Nachheruntersuchungen

Beispiele für Vorher-/Nachheruntersuchungen in Städten und Stadtteilen finden sich in den Arbeiten von Huber-Erler (1998), Dörnemann (1998), Baier et al. (2000) und Heinrichs et al. (2008). Diese Studien untersuchten schwergewichtig die Auswirkungen der Umwandlung von Dauerparkplätzen in Kurzzeitparkplätze mit Anwohnerprivilegierung auf die Parkplatzbelegungen, das Verkehrsaufkommen und den Modalsplit. Das Ziel dieser Massnahmen ist in der Regel, die Verfügbarkeit von Parkplätzen für Bewohner, Kunden und Besucher zu verbessern. Alle Studien kommen zum Schluss, dass die Wirkung solcher Massnahmen in den einzelnen Städten sehr unterschiedlich ist und u.a. von der Qualität des ÖV-Angebotes und vom Anteil des nicht in die Bewirtschaftung einbezogenen Parkraumangebotes abhängt. Während kleinräumig durchaus Wirkungen auf die Parkplatzwahl, die Verfügbarkeit des Parkplatzangebotes, die Parkplatz-Suchzeiten sowie auf die Verkehrsmittel- und Zielwahl beobachtet werden konnten, waren die Wirkungen auf das gesamtstädtische MIV-Aufkommen gering. Als Grund dafür wird der jeweils hohe Anteil des nicht in die Parkplatzbewirtschaftung einbezogenen, in der Regel privaten, Parkplatzangebotes bezeichnet. Auch werden durch die Umwandlung von Dauerparkplätzen in Kurzzeitparkplätze deren Umschlagshäufigkeit und damit das Verkehrsaufkommen erhöht. Durch einen Rückgang des Parksuchverkehrs wird dieser Mehrverkehr, wenigstens kurzfristig, ganz oder teilweise kompensiert.

Anhand empirischer Daten und mittels Verkehrsmodellrechnungen analysierten Baier et al. (2000) für verschiedene deutsche Städte zusätzlich die Gesamtwirkung der Parkraumbewirtschaftung in Innenstädten. Wenn, wie in diesen Fallbeispielen gezeigt, die Parkraumbewirtschaftung vor allem die strassenräumlichen Parkierungsangebote zum Gegenstand hat und die privaten Parkierungsanlagen nicht einschliesst, ist deren Gesamtwirkung erwartungsgemäss gering. Zu den Zielwahl- und Verkehrsmittelwahleffekten konnten in dieser Studie wegen des Fehlens eines geeigneten Verkehrsmodells keine zuverlässigen Aussagen gemacht werden.

Mit einer Vorher-/Nachher-Befragung untersuchten Van der Waerden et al. (2009) den Einfluss der Einführung von Parkgebühren bei einem regionalen Einkaufszentrum nördlich von Eindhoven auf das Einkaufsverhalten in diesem Einkaufszentrum und auf die Verkehrsmittelwahl. Von den Besuchern, welche vorher das Auto benutzten, wechselten 18% (Wocheneinkäufe) resp. 30% (nicht wöchentliche Einkäufe) das Verkehrsmittel (Velo, zu Fuss, andere). Beim Einkaufsverhalten wurde eine signifikante Reduktion der Häufigkeit des Besuchs im Einkaufszentrum, der Aufenthaltsdauer und der Ausgaben im Zentrum festge-

stellt. Die Reduktion der Besuchshäufigkeit war besonders gross bei Einwohnern mit alternativen Einkaufsmöglichkeiten in der Nachbarschaft.

Vorher-/Nachher-Untersuchungen sind wichtig, um die Wirksamkeit eingeführter Massnahmen zu prüfen. Die Wirkungen von Änderungen des Parkierungsangebotes hängen aber sehr stark von den örtlichen Gegebenheiten ab. Teilweise können sie sich sogar zwischen den verschiedenen Zonen innerhalb der gleichen Stadt stark unterscheiden (Dörnemann, 1998). Mit Vorher-/Nachher-Untersuchungen in einzelnen Städten können daher neben gewissen Erfahrungswerten keine Ergebnisse gewonnen werden, welche für ex ante Abschätzungen der zu erwartenden Auswirkungen geplanter Änderungen des Parkierungsangebotes dienlich wären.

## 2.3 Revealed Preference- (RP-) Studien

Verschiedene Studien untersuchten, wie die Verkehrsteilnehmer in der Realität den Parkplatz am Zielort wählen (Revealed Preference, RP), nachdem sie sich für einen Zielort und das Auto als Verkehrsmittel entschieden haben. Ein älteres Beispiel einer solchen Studie ist die Arbeit von Van der Good (1982). Mit den Daten aus RP-Befragungen schätzten sie ein multinomiales Logitmodell (MNL) für die Wahl des Parkplatztyps (Strassenrandparkplatz, offener Parkplatz ausserhalb der Strasse, Parkgarage, illegaler Parkplatz). Als wichtige erklärende Variablen erwiesen sich die Abgangszeit und der Parkplatztyp. Strassenrandparkieren wurde klar bevorzugt.

Auch Teknomo und Hokao (1997) verwendeten RP-Daten für die Schätzung eines MNL-Modells für die Wahl des Parkplatzes. Variablen mit einem signifikanten Einfluss waren die Suchzeit, die Abgangszeit und die Parkgebühren.

Angestellten der University of Wisconsin-Madison wird auf Antrag hin die Erlaubnis zur Benutzung eines Parkplatzes gegen eine Gebühr erteilt. Die Parkplätze unterscheiden sich durch die Höhe der Gebühr und die Gehdistanz zwischen Arbeitsplatz und Parkplatz. Im Antrag sind die Präferenzen (naher, teurer Parkplatz oder weiter entfernter, günstiger Parkplatz) anzugeben. Mit diesen RP-Daten ermittelte Harmatuck (2007) den Wert der Gehzeit vom/zum Parkplatz. Je nach Einkommen variierte dieser zwischen \$4/h und \$30/h. Die Wahl des Parkplatzes erwies sich in dieser Studie als eher unelastisch bezüglich Gehzeit und elastischer bezüglich Parkgebühren.

## 2.4 Stated Preference- (SP-) und kombinierte RP/SP-Studien

Stated Preference Untersuchungen haben gegenüber den Revealed Preference Untersuchungen den Vorteil, dass sich die Ausprägungen der Variablen, welche das Verkehrsverhalten bestimmen, in einem viel weiteren Spektrum variieren lassen, als dies üblicherweise bei Revealed Preference Befragungen der Fall ist. Dies ermöglicht die Schätzung von robusteren Modellen zum Verkehrsverhalten. Der zusätzliche Einbezug von RP-Daten kann die Validität der geschätzten Modell-Parameter verbessern (Widmer und Vrtic, 2004, Hilvert et al., 2012).

### 2.4.1 Wahl des Parkplatzes und Suchstrategien

Verschiedene Studien, z.B. Axhausen (1988), Axhausen et. al. (1998), Axhausen und Polak (1991), Golias et al. (2002), Hess und Polak (2004), modellierten die Wahl des Parkplatzes und verwendeten dazu Daten aus SP-Experimenten. Neben den Attributen des Angebotes (z.B. Parkplatztyp, Lage des Parkplatzes, Abgangszeit, Parkgebühren, Parksuchzeit usw.) erwiesen sich die soziodemographischen Attribute der Verkehrsteilnehmer sowie der Fahrtzweck als wichtige erklärende Variablen.

Hilvert et al. (2012) betrachteten neben der Wahl des Parkplatzes auch das Verhalten bei der Parkplatzsuche. Sie unterscheiden drei Zeit-Raum-Phasen: Entscheide vor der Fahrt, passive Parkplatzsuche im Nahbereich<sup>11</sup> des Zieles und aktive Suchstrategie in unmittelbarer Nähe<sup>12</sup> des vor der Fahrt gewählten Zieles. Bei der passiven Suche im Nahbereich werden freie Parkplätze entlang der Route geprüft und entschieden, einen zu benutzen oder zum Zielort weiterzufahren. In unmittelbarer Nähe des Zielortes wird die Fahrt verlangsamt. Wenn auf Antrieb kein freies Parkfeld gefunden wird, beginnt die Suchstrategie (z.B. Schlaufenfahrten, Warten auf einen freien Parkplatz, Weiterfahrt zu einer (anderen) Parkgarage, illegales Parkieren usw.). Mit kombinierten RP- und SP-Daten schätzten die Autoren ein Modell für die erste Phase des Parkplatzwahl-Prozesses, die Entscheide vor der Fahrt. Als dominierende Faktoren für die Wahl des Parkplatzes stellten sich die Parkgebühren, sowohl jene für die gesamte Parkierungsdauer als auch die stündliche Gebühr, heraus. Weitere wichtige Faktoren waren die Fahrzeit und die Abgangszeit, wobei im Modell beide fast identische Parameter aufweisen: Die Parksuchzeit wird in diesem Beispiel also praktisch gleich bewertet wie die Abgangszeit.

Für die Integration eines Parkierungsmoduls in MATSim<sup>13</sup> erstellten Waraich und Axhausen (2012) ein Agenten-basiertes Modell für die Wahl des Parkplatzes mit dem Parkplatztyp, der Abgangszeit und den Parkgebühren als wesentliche Variablen. Die Nutzenfunktion für das Parkieren enthält eine Komponente, welche die Zumutbarkeitsgrenze (angenommen als 350 m) für die Gehdistanz vom/zum Parkfeld berücksichtigt. Die Parkplatzsuchzeit wird in diesem Modell nicht berücksichtigt. Hingegen wird die sich ändernde Verfügbarkeit von Parkfeldern bei den Iterationen in MATSim abgebildet, indem "besetzte" Parkfelder jeweils aus dem "Angebot" entfernt werden. Sie testeten die Einführung des Preismodells von Shoup (2005) und zeigten, dass in der Zürcher Innenstadt die Parkgebühren heute nicht optimal festgelegt sind.

## 2.4.2 Zahlungsbereitschaft für Parkgebühren

Newmark und Shiftan (2007) befragten bei Einkaufszentren in Vororten von Prag mit dem Auto anreisende Kunden, bis zu welchem Betrag sie bereit wären, Parkgebühren zu bezahlen, bis sie das Einkaufszentrum nicht mehr besuchen resp. ein anderes Verkehrsmittel wählen würden. Es zeigte sich, dass die Bereitschaft zur Bezahlung von Parkgebühren, bevor ein anderes Einkaufszentrum oder ein anderes Verkehrsmittel gewählt wird, positiv korreliert mit dem Haushalteinkommen, der Motorengrösse des verwendeten Fahrzeugs<sup>14</sup>, dem Wert des Einkaufs und der Zahl der Begleitpersonen. Alter und Lebensmitteleinkauf korrelieren negativ mit der Zahlungsbereitschaft für Parkgebühren. Die Studie zeigte insgesamt eine unelastische Veränderung der Nachfrage bei Preisänderungen.

In der Schweiz untersuchten Willi et al. (2002) die Reaktionen auf Parkgebühren bei publikumsintensiven Einrichtungen (PE). In 15 Einkaufs- und Freizeitzentren wurden Besucherbefragungen durchgeführt. Diese ergaben, dass bei einer Parkgebühr von CHF 4.- pro Stunde die von den PE's erzeugte Fahrleistung (PW-km) um 11% - 16% und die Zahl der PW-Fahrten je PE um 20% – 25% reduziert werden könnten. Weiter ergab die Studie, dass erst bei Parkgebühren ab CHF 2.- pro Stunde eine Mehrheit der Besucher das Verkehrsverhalten ändern würde. Wie in der oben erwähnten Studie von Newmark und Shiftan (2007) wurde also auch hier eine unelastische Reaktion der Nachfrage im Bereich moderater Parkgebühren festgestellt.

Studien in den USA (TCRP, 2003) haben auch für den Pendlerverkehr eine unelastische Preiselastizität (Parkgebühren) der Parkierungsnachfrage, gemessen als Anzahl Parkvorgänge, ermittelt.

<sup>11</sup> Der Nahbereich wird durch die Gehdistanz zum Zielort resp. den "awareness point" definiert.

<sup>12</sup> Als Search Area bezeichnet

<sup>13</sup> Multi-Agent Transport Simulation, [www.matsim.org](http://www.matsim.org)

<sup>14</sup> Zur möglichen Korrelation zwischen Haushalteinkommen und Fahrzeugtyp resp. Wert des Einkaufs macht der Artikel keine Aussagen.

### 2.4.3 Verkehrsverhalten insgesamt

Shiftan und Burd-Eden (2001) untersuchten die Reaktionen von Parkplatzbenutzern im Carmel Center in Haifa auf Veränderungen des Parkierungsangebotes (Parkgebühren und Parksuchzeit). Bei den SP-Experimenten standen folgende Alternativen zur Auswahl:

- keine Änderung
- Umsteigen auf ÖV
- Umsteigen auf Taxi
- Umsteigen auf Langsamverkehr
- Verzicht auf Fahrt
- Wahl eines anderen Zielortes
- Wahl einer anderen Abfahrtszeit

Mit den SP-Daten schätzten sie binäre<sup>15</sup> MNL- und NL-Modelle. Die Ergebnisse bestätigen die Erwartung, dass Berufspendler bereit sind, das Verkehrsmittel und, in beschränktem Mass, die Abfahrtszeit zu ändern. Im Gegensatz zu Nicht-Pendlern sind für sie aber ein Verzicht auf die Fahrt oder die Wahl eines anderen Zielortes keine valable Alternativen. Variablen mit einem signifikanten Einfluss auf die Wahl der Alternativen waren bei den Berufspendlern die Haushaltgrösse, das Alter und die Qualität des ÖV-Angebotes<sup>16</sup>, bei den Nicht-Pendlern das Einkommen, die Aufenthaltsdauer im Zentrum und das Alter. Interessant ist, dass Personen, welche aktuell Parkgebühren bezahlt hatten, weniger stark auf Änderungen des Parkierungsangebotes reagierten als solche, welche einen gebühren-freien Parkplatz benutzten.

Eine ähnlich angelegte Studie führten Widmer und Vrtic (2004) an drei Fallbeispielen öffentlich zugänglicher Parkplätze in je einer Klein-, Mittel- und Grossstadt in der Schweiz durch. Mit RP- und SP-Befragungen wurde der Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten untersucht. Bei den SP-Befragungen wurde das Parkierungsangebot durch verschiedene Ausprägungen der Parkgebühren und der Suchzeiten, jeweils am bei der RP-Befragung gewählten Standort und an Alternativstandorten, beschrieben. Die vorgegebenen Wahlmöglichkeiten umfassten die Wahl der Parkierungsanlage, des Zielortes und des Verkehrsmittels. Die geschätzten MNL-Modelle ergaben vom Kontext abhängige Nachfrageelastizitäten bezüglich Parkgebühren und Suchzeiten. Im kleinstädtischen Kontext ist die Parkplatznachfrage weniger elastisch als im grossstädtischen. Dies ist Ausdruck der unterschiedlich hohen Niveaus der mittleren Parkgebühren und der mittleren Parksuchzeiten, aber auch der deutlichen Unterschiede bezüglich ÖV-Angebot und Attraktivität der alternativen Zielorte. Dies machte deutlich, dass die gewonnenen Ergebnisse streng genommen nur für die gewählten Fallbeispiele gelten und nicht von allgemeiner Gültigkeit sind.

## 2.5 Studien im Auftrag schweizerischer Interessengruppen

Espace.mobilité, eine Interessengemeinschaft des schweizerischen Detailhandels, sowie einzelne Mitglieder dieser Gemeinschaft gaben verschiedene Studien zum Einfluss des Parkierungsangebotes auf den Einkaufsverkehr in Auftrag. Die Ergebnisse dieser Studien dienen u.a. der Einflussnahme gegen geplante Einführungen der Parkplatzbewirtschaftung bei publikumsintensiven Einrichtungen (siehe z.B. Vernehmlassung der espace.mobilité zum Planungs- und Baugesetz des Kantons Thurgau<sup>17</sup>).

Konso (2005) untersuchte, wie Kunden, die grössere Einkäufe am Wochenende mit dem Auto tätigen, auf eine deutliche Reduktion von Parkplätzen beim jeweiligen Einkaufszent-

<sup>15</sup> Wahlmöglichkeiten waren Änderung/keine Änderung des Verkehrsverhaltens.

<sup>16</sup> Dargestellt als die Anzahl notwendiger Umsteigevorgänge

<sup>17</sup> Siehe [www.espacemobilite.ch/wp-content/uploads/2012/11/Stellungnahme-PBG-Teilrevision-Kanton-Thurgau-30.03.2010.pdf](http://www.espacemobilite.ch/wp-content/uploads/2012/11/Stellungnahme-PBG-Teilrevision-Kanton-Thurgau-30.03.2010.pdf)

rum reagieren würden. Es wurden 1000 Telefon-Interviews mit haushaltführenden, "repräsentativen Personen"<sup>18</sup>, die in einer von sieben ausgewählten Verkaufsstellen einkaufen und je 15 Interviews bei zwei Einkaufszentren durchgeführt. Die meisten der Befragten gaben an, sie würden weiterhin mit dem Auto einkaufen gehen. Rund ein Viertel der Befragten würde zu einem anderen Zeitpunkt (resp. Wochentag) und rund ein Drittel an einem anderen Ort einkaufen. Wie Kunden, die nur kleinere Einkäufe tätigen, reagieren würden, wurde nicht untersucht.

Schoch et al. (2005) beurteilen die Auswirkungen von Reduktionen des Parkplatzangebotes und von Parkplatzbewirtschaftungen bei Einkaufszentren auf die Luftschadstoffemissionen, den Treibstoffverbrauch und den CO<sub>2</sub>-Ausstoss sowie auf die Erreichbarkeit der Einkaufszentren pauschal als negativ. Die Aussage stützt sich auf die vermutete geringe Effizienz der untersuchten Massnahmen und auf qualitative Beurteilungskriterien. Eine quantitative, evidenzbasierte Herleitung der Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten fehlt.

Die JEKO (2007) untersuchte die Wirkung von Parkgebühren bei zwei Einkaufszentren in Biel, nachdem bei diesen die Einführung einer Parkgebühr von 50 Rappen pro Stunde zu spürbaren Umsatzeinbussen geführt hatte. Ob zwischen diesem Umsatzrückgang und der Einführung der Parkgebühren eine Kausalität besteht (z.B. Wahl eines anderen Einkaufsortes durch einen Teil der Kunden) oder ob er auf externe Effekte zurückzuführen ist, wurde nicht untersucht. Ca. 8 Monate nach der Einführung der Parkgebühr wurden in beiden Einkaufszentren je gut 500 Kunden befragt. Zur Repräsentativität dieser Stichprobe werden keine Angaben gemacht. Der Modal Split bei den befragten Kunden betrug 90% MIV und 10% ÖV/LV. Nur ganz wenige Kunden gaben an, sie seien wegen der Parkgebühren auf ÖV/LV umgestiegen. Für eine Beurteilung dieses Ergebnisses fehlen aber Angaben zur Erreichbarkeit mit ÖV/LV: Aufgrund des Hinweises auf die Randlage bezüglich des Stadtzentrums von Biel (nicht integrierter Standort) ist davon auszugehen, dass diese schlecht ist und kaum eine Alternativen zum MIV darstellt. Eine ähnlich angelegte Studie führten Lötcher und Dima (2008) – ebenfalls im Auftrag von espace.mobilité – bei zwei Einkaufszentren in Mels durch, nachdem bei diesen Parkgebühren von Fr. 1.- pro Stunde eingeführt worden waren. Zusätzlich wurde in dieser Studie auch eine Stichprobe von Einwohnern im Einzugsgebiet der beiden Einkaufszentren zu ihren allfälligen Reaktionen auf die Einführung der Parkgebühren telefonisch befragt. Auch diese Studie ergab, dass die Einführung der Parkgebühren die Verkehrsmittelwahl kaum beeinflusste. Aber auch hier fehlen Angaben zur Erreichbarkeit der beiden Einkaufszentren mit dem ÖV und dem LV. Die Ergebnisse beider Studien treffen höchstens auf die jeweils untersuchten speziellen Situationen zu. Es fehlt jeweils die Einbettung in den Gesamtkontext. Allgemein gültige Aussagen zum Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verhalten im Einkaufsverkehr können aus diesen Studien nicht abgeleitet werden.

Fehr et al. (2012) wurden von espace.mobilité mit einer "Beurteilung verkehrslenkender Massnahmen beim Einkaufsverkehr unter besonderer Berücksichtigung verhaltensökonomischer Erkenntnisse" beauftragt. Anhand eines einfachen Verhaltensmodells mit den Dimensionen "Nutzenunterschied" und "Gewohnheitsgrad" wird unter Berufung auf "empirisch belegte Befunde" aus den Bereichen Ökonomie, Psychologie und Neuroökonomie die Wahrscheinlichkeit von Verhaltensänderungen bei den Besuchern von Einkaufszentren, namentlich bei der Einführung von Parkgebühren und Beschränkungen der Parkplatzzahl, beurteilt. Die Autoren schätzen die Wahrscheinlichkeit, dass eine Parkplatzbewirtschaftung bei Einkaufszentren zu Veränderungen der Verkehrsmittel- oder Zielwahl führen, als gering ein. Empirische Untersuchungen zur Überprüfung dieser Einschätzung wurden nicht durchgeführt.

In der Studie "Fakten statt Wunschdenken in der Verkehrspolitik" beantwortet Enz (2005) die Frage, ob ein (zu) knappes Parkplatzangebot weniger Einkaufsverkehr zur Folge habe, so, dass ein verknapptes Parkplatzangebot per Saldo eine zeitliche oder örtliche Verkehrsverlagerung zur Folge habe und insgesamt die Umweltbelastung wahrscheinlich eher erhöht werde. Die Auswirkungen von Parkgebühren auf das Verkehrsverhalten der Kunden

<sup>18</sup> In der Kurzdokumentation zu dieser Studie wird nicht definiert, was mit repräsentativen Personen gemeint ist.

von Einkaufszentren werden nach seiner Ansicht überschätzt. Allerdings ist diese Aussage nicht mit ausreichend dokumentierten Fakten untermauert und daher nicht nachvollziehbar.

## 2.6 Fazit

Die nach wissenschaftlichen Standards durchgeführten Studien zeigen, dass das Parkierungsangebot ganz klar einen Einfluss auf das Verkehrsverhalten hat und dass die Art und das Ausmass desselben von verschiedenen Faktoren abhängen, insbesondere von den folgenden:

- Eigenschaften der Verkehrsteilnehmer
- Wegezweck (Pendler, Einkauf, Freizeit usw.)
- ÖV- und LV-Angebot
- Ausgestaltung der Parkraumbewirtschaftung und deren räumliche Ausdehnung
- Relative Attraktivität des Zielortes im Vergleich zu den konkurrierenden Zielorten

Als Forschungsansatz für die Untersuchung der Auswirkungen von Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten sind Vorher-/Nachher-Untersuchungen der aggregierten Verkehrsnachfrage kaum zielführend (Baier et al., 2000), weil es in der Regel nicht gelingt, Veränderungen im Verkehrsaufkommen eindeutig auf bestimmte Ursachen zurückzuführen. Um sowohl die Wirkung auf einzelne Benutzergruppen (z.B. Pendler, Einkauf, Freizeit usw.) als auch die Gesamtwirkung von Änderungen des Parkierungsangebotes abzuschätzen, bedarf es disaggregierter Verhaltensmodelle, wie sie in der vorliegenden Forschungsarbeit zur Anwendung gelangen.

## 3 Parksuchverkehr

### 3.1 Einleitung

Der Parksuchverkehr beeinflusst den innerstädtischen Verkehr in nicht vernachlässigbarem Mass (Shoup, 2005). Der Parksuchverkehr wird durch die aktuelle Verkehrslage, die Parkplatzauslastung und die Suchstrategien der Verkehrsteilnehmer bestimmt. Die Strategien hängen wiederum von mehreren Faktoren ab, z.B. vom Wegezweck, von den Ortskenntnissen aber auch von den persönlichen Parkplatztypvorlieben des Fahrers. Das Parksuchverhalten ist daher ein komplexer Vorgang. Es ist nicht klar, ob der Fahrer selbst weiss, wann genau er anfängt zu suchen. Umso schwieriger ist es, den Start der Parkplatzsuche zu modellieren. Das Parksuchverhalten zu beobachten und zu quantifizieren ist daher eine Herausforderung (Kipke, 1993; Arnott und Inci, 2005). Insbesondere ist zu beachten, dass die in Interviews angegebenen Zeiten und Distanzen verzerrt sind, da die Schätzungen nicht nur vom personenabhängigen Zeit- und Distanzgefühl abhängen, sondern wohl auch durch das Verkehrsaufkommen oder den Frustrationsgrad der Befragten beeinflusst wird.

Die Ansätze zur Modellierung des Parksuchverkehrs reichen von Diskreten Entscheidungsmodellen über numerischen Modelle, Wahrscheinlichkeitstheorien bis zu Agentenbasierten Simulationen (Gillen, 1977; Hensher and King, 2001; Arnott et al., 1991; Arnott and Rowse, 1999; Benenson et al., 2008; Gallo et al., 2011; Thompson and Richardson, 1998; Dieussaert et al., 2009; Kaplan and Bekhor, 2011;; Axhausen, 1988; Young, 1986; Maley and Weinberger, 2011; Young and Weng, 2005; van der Waerden et al., 2002; Horni et al., 2012). Die zugrundeliegenden Beobachtungen des Parksuchverhaltens wurden bisher auf verschiedenste Weisen gesammelt: durch Laborexperimente (z.B. Bonsall et al., 1998), durch Stated Preference (SP) Befragungen (Axhausen and Polak, 1991, Weis et al., 2011; Golias et al., 2002; van der Waerden et al., 2006), durch Feldversuche als Beifahrer eines Parkplatzsuchenden (Laurier, 2005) oder durch Verfolgen eines Autos bis es parkiert wird (Wright und Orram, 1976).

Eine relativ neue, umfassende Datenquelle mit grossem Potential, die bisherigen Erhebungen zu ergänzen, sind GPS Beobachtungen. Diese werden unter anderem durchgeführt, um komplette und akkurate Verkehrstagebücher zu erheben (z.B. Yalamanchili et al., 1999; Draijer et al., 2000; Wolf et al., 2001; de Jong and Mensonides, 2003; Auld et al., 2009; Marchal et al., 2011; Oliveira et al., 2011; Rieser-Schüssler et al., 2011). Seit kurzem werden GPS Daten auch genutzt, um spezifische Verhalten zu untersuchen; Moiseeva und Timmermans (2010) analysieren Aktivitätsmuster in Einkaufsgebieten. Kaplan und Bekhor (2011) untersuchen, ähnlich zur im Anhang I beschriebenen Studie, die gemeinsame Entscheidung der Wahl des Parkplatztyps und des Parksuchweges in Tel Aviv. Der grosse Vorteil von GPS Daten im Vergleich zu Interviews und Fragebogen ist, dass Zeiten und Distanzen nicht geschätzt, sondern gemessen werden.

Das Ziel des im Anhang I beschriebenen Projekts war, auf Basis von GPS Daten ein Modell zu schätzen, welches die Suchzeiten und die Suchfahrtenmenge sowie die Wirkung auf die Geschwindigkeiten der anderen Verkehre als Funktion des Angebots (Netzdichte, Parkplatzangebot), der Nachfrage und der Tageszeit erklärt.

## 3.2 Methodik und Resultate

Um ein Suchzeitenmodell schätzen zu können, müssen in einem ersten Schritt die Parksuchwege aus den GPS Daten extrahiert werden. Für das im Anhang I beschriebene Projekt konnte ein personen-basierter GPS Datensatz bestehend aus ca. 32'000 Personentagen genutzt werden, welcher in Genf, Zürich und Winterthur im Rahmen einer Swiss Poster Research (SPR+) Studie erhoben wurde. Um die grosse Menge der GPS Daten effizient auszuwerten, sind automatisierte Auswertungsprozesse unentbehrlich. Dazu wurde das GPS Daten Analyse Framework POSDAP (POSDAP, 2012) weiterentwickelt, welches auf Schüssler und Axhausen (2009) und Rieser-Schüssler et al. (2011) basiert.

Um den Parksuchweg zu identifizieren, wurden verschiedene Definitionen des Parksuchverkehrs in Betracht gezogen. Kipke (1993) nimmt an, dass der Suchverkehr beginnt, sobald das Ziel erreicht wird, aber auf Grund eines fehlenden freien Parkplatzes weitergefahren werden muss. Diese Definition ist problematisch, da das Ziel nicht unbedingt angefahren werden muss, z.B. falls beim Ziel keine Parkplätze existieren oder ein Parkplatz vor dem Ziel gefunden wird. Birkner (1995) definiert den Parksuchverkehr eher aus der Sicht der Autofahrer, d.h. er nimmt an, dass der Suchverkehr beginnt, sobald der erste Parkplatz erreicht wird, welcher vom Fahrer akzeptiert würde, wenn er nicht besetzt wäre. Ein solcher Akzeptanzradius um das eigentliche Ziel herum ist intuitiv verständlich, ist jedoch sowohl personen- als auch situationsabhängig. Für beide Definitionen ist das Ziel der Autofahrt massgebend. Dieses konnte jedoch für den vorliegenden Datensatz nicht mit genügender Sicherheit bestimmt werden. Es wäre denkbar gewesen, die Suchfahrten auf Grund der zugrundeliegenden Suchstrategien zu extrahieren. Eine optische Analyse der Daten hat jedoch gezeigt, dass kaum offensichtliche Suchstrategien, beispielsweise um den Block kreisen, in der Innenstadt von Zürich zu erkennen sind.

Um ein Gefühl für den Parksuchverkehr in den Städten Zürich und Genf zu erhalten wurde alternativ zum Parksuchweg das Endstück der Autofahrten analysiert, die genaue Definition und einige Resultate dieser Analyse sind im Anhang I zusammengefasst.

## 3.3 Erkenntnisse und Ausblick

Wie die im Anhang I beschriebene Studie zeigte, ist es nicht möglich, aus den vorhandenen GPS Rohdaten reine Parksuchzeiten zu extrahieren. Ausserdem ist zu beachten, dass für die Auswertung von Parksuchverkehr hauptsächlich die Innenstadt von Interesse ist. Die Anzahl Autofahrten in diesem Bereich ist jedoch auch beim vorhandenen, sehr grossen Datensatz zu klein (einige Hundert), um die Abhängigkeit von der Tageszeit zu analysieren.

Die Möglichkeit, Parksuchverhalten noch genauer mit Hilfe von GPS Daten zu erheben, besteht natürlich. So bietet z.B. ein Datensatz, bei welchem das Verkehrstagebuch von den Teilnehmenden korrigiert wurde, bessere Möglichkeiten, auch die Zielorte in die Auswertungen einzubeziehen. Studien zum Parksuchverhalten, welche GPS Daten genau zu diesem Zweck sammeln, bieten wahrscheinlich die Möglichkeit, den Suchstartpunkt aus GPS Daten zu bestimmen. Die Studie von Kaplan und Bekhor (2011) sieht vor, die gesammelten Daten durch einen web-basierten Fragebogen zu ergänzen. Eine andere Studie bietet die Möglichkeit, während der Fahrt den Suchstart durch Betätigen eines Startknopfes zu bestätigen.



## 4 Befragungen zum Verkehrsverhalten

### 4.1 Vorgehen Hauptstudie

#### 4.1.1 Methodik

Für die Abbildung des Einflusses des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten werden Modelle verwendet. Mit diesen wird das Verkehrsverhalten als Funktion des Angebotes und der Eigenschaften sowie der Situation der Personen dargestellt. Im vorliegenden Fall gelangen diskrete Entscheidungsmodelle zum Einsatz. Die für deren Schätzung benötigten Datengrundlagen wurden mit Befragungen zum Verkehrsverhalten erhoben.

Die Erhebungen wurden als Stated Choice (SC)-Befragungen (Louvière et al., 2000) durchgeführt. Um einerseits die Rücklaufraten der ausgefüllten Fragebogen zu erhöhen und andererseits die Möglichkeit zu haben, die SC-Experimente auf die Situation der einzelnen Befragten zuzuschneiden und somit deren Realitätsnähe zu gewährleisten, wurden die Befragten im Rahmen einer Revealed Preference (RP)-Befragung vorab rekrutiert.

#### 4.1.2 Rekrutierung und RP-Befragung

Die RP-Befragung fand im Rahmen eines bestehenden Online-Panels statt, welches die Firma Intervista AG betreibt. Die Teilnehmer der Befragung wurden aus den Mitgliedern dieses Panels (Personen aus dem deutsch- und dem französischsprachigen Teil der Schweiz) rekrutiert. Neben den üblichen Fragen zu den soziodemographischen Eigenschaften wurden spezifische Fragen zum Verkehrs- und Parkierungsverhalten gestellt.

Der Fragebogen wurde auf der Website der Intervista AG aufgeschaltet. Zu Beginn der Befragung wurde die Bereitschaft zur Teilnahme an der SP-Befragung sichergestellt. Zum selben Zeitpunkt wurden die Befragten darauf aufmerksam gemacht, dass eine Teilnahme an der gesamten Erhebung mit einer Vergütung im Gegenwert von CHF 3.- im Rahmen eines internen Bonussystems des Panelbetreibers belohnt werden würde.

Als Filterfragen dienten die Angaben zum Fahrausweisbesitz, zur Verfügbarkeit eines Personenwagens und zur Berufstätigkeit. Angesichts der sehr spezifischen Natur der Fragestellung wurden nur berufstätige Befragte, welche zumindest gelegentlich einen PW zur Verfügung haben, weiter befragt.

Es folgten Fragen zur Soziodemographie (Alter, Geschlecht, Einkommen, Haushaltsstruktur, Besitz von Mobilitätswerkzeugen etc.), zum Arbeitsort, zum am häufigsten besuchten Einkaufsort und zum am häufigsten besuchten Veranstaltungsort (Konzert, Kino oder ähnliches).

Schliesslich wurden mehrere Fragen zu den Strategien gestellt, welche die Befragten bei Fahrten in ein Stadtzentrum bei der Suche nach einem Parkplatz anwenden.

Die Befragten wurden über einen Zeitraum von 6 Wochen, vom 12. Mai bis zum 23. Juni 2011, rekrutiert. Mit den ersten 300 Rekrutierten wurde ein Pretest der SP-Befragung durchgeführt. Anschliessend wurden ca. 900 weitere Teilnehmer rekrutiert, um die Vorgabe einer Stichprobengrösse von 1'200 rekrutierten Teilnehmern zu erreichen.

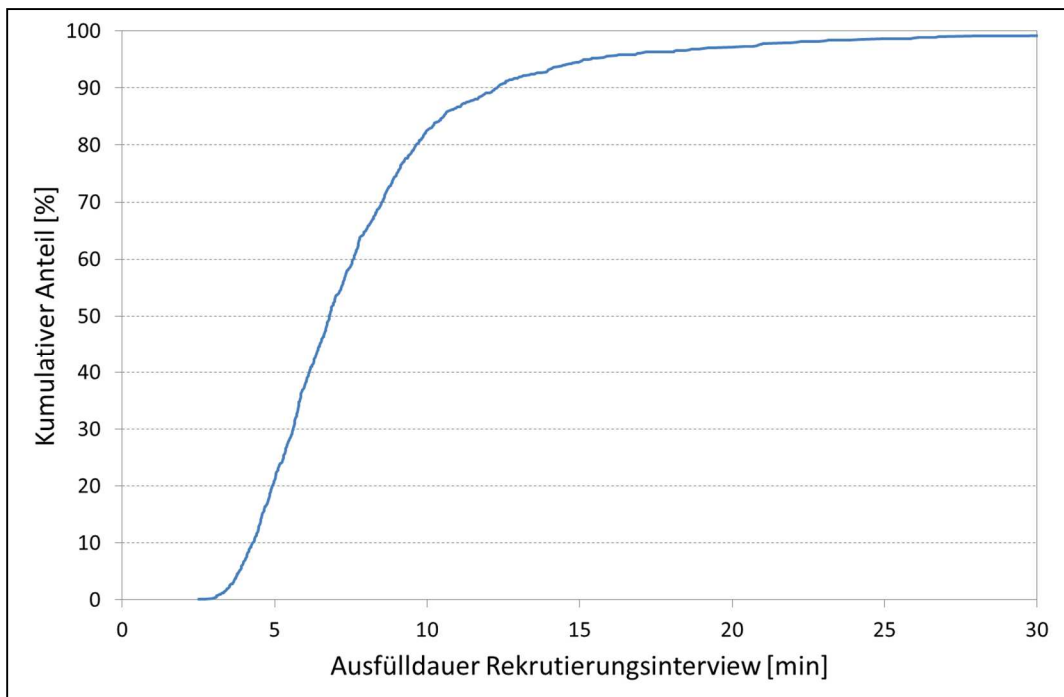
Die Verteilung der Befragten über die schliesslich 4 Rekrutierungswellen ist in Tabelle 1 gezeigt. Da nach dem Erreichen der angestrebten Stichprobengrösse noch einige Teilnehmer, welche bereits vorher den RP-Fragebogen erhalten hatten, sich bereit erklärten, an der SP-Befragung teilzunehmen, lag die Anzahl der rekrutierten Teilnehmer schlussendlich bei 1'248. Weil 6 angegebene Adressen nicht korrekt waren (die entsprechenden Fragebögen wurden an den Absender retourniert), ergab sich eine Gesamtstichprobe von 1'242 Personen, welche SP-Fragebögen erhielten.

Die Fragebögen wurden jeweils wenige Tage nach dem Erhalt der Daten aus der RP-Befragung in der vom Befragten gewählten Sprache (Französisch oder Deutsch) versandt.

*Tabelle 1: Rekrutierungswellen*

Welle	Rekrutierung	Versand SP	Rekrutierte Teilnehmer
0 (Pretest)	12.05. – 18.05.2011	20.05.2011	297
1	25.05. – 07.06.2011	09.06.2011	451
2	08.06. – 21.06.2011	24.06.2011	473
3	22.06. – 23.06.2011	29.06.2011	21

Beim Start und am Ende der RP-Befragung wurde für jeden Befragten die aktuelle Uhrzeit aufgezeichnet, womit eine Auswertung des Zeitbedarfs für die Beantwortung dieses ersten Teils der Befragung möglich war. Die entsprechende Verteilung zeigt Abbildung 1. Ca. 80 Prozent der Befragten benötigten für das Ausfüllen weniger als 10 Minuten, das Maximum lag bei ca. 30 Minuten (wobei vermutlich während des Ausfüllens eine oder mehrere Pausen eingelegt wurden).



*Abbildung 1: Verteilung der Ausfülldauern für die online RP-Befragung*

#### 4.1.3 SP-Befragung

Um ein möglichst breites Spektrum an Entscheidungen abzudecken, welche durch das Parkierungsangebot beeinflusst werden können, wurden insgesamt vier verschiedene SP-Experimente konzipiert, welche auf bestimmte Aspekte des Verkehrsverhaltens abzielten:

- SP 1 zur Wahl eines Parkplatzes an einem bestimmten Ort (Alternativen zur Auswahl: Parkplatz 1, Parkplatz 2 und Abbruch der Suche)
- SP 2 zur Wahl eines Ziels zur Durchführung einer bestimmten Aktivität (Alternativen zur Auswahl: Ort 1, Ort 2 und Abbruch der Suche)
- SP 3 zur Wahl eines Verkehrsmittels für einen bestimmten Weg (zu Fuss, Velo, MIV oder ÖV)
- SP 4 zur Wahl des Arbeitsplatzes (bisheriger Arbeitsplatz oder neuer Arbeitsplatz)

Um den Aufwand für die Beantwortung zu reduzieren, wurden jedem Befragten nur zwei dieser vier Experimente vorgelegt – SP 1 oder SP 2 und SP 3 oder SP 4.

SP 3 und SP4 waren individualisiert und basierten auf dem Verkehrsverhalten, welches vom Teilnehmer in der RP-Befragung berichtet worden war. Als Grundlage wurden die Wege zum häufigsten Einkaufs- oder Veranstaltungsort resp. zum Arbeitsplatz verwendet. Um die jeweiligen Wegeattribute ermitteln zu können, mussten die von den Befragten angegebenen Orte geokodiert werden.

Für die Erzeugung der bestehenden Alternativen im Ist-Zustand, auf welchen die SP-Experimente basieren, wurden verschiedene Verfahren angewendet. Die Attribute der LV- und MIV-Alternativen wurden mittels eines Routings zwischen zwei geokodierten Orten mit der Mikrosimulationssoftware MATSim ermittelt. Für die ÖV-Alternative wurden automatische Abfragen im Online-Fahrplan der SBB durchgeführt. Für das SP 3 zur Verkehrsmittelwahl wurde eine zusätzliche Gliederung nach Distanzklassen vorgenommen, um die Verfügbarkeit des LV als mögliche Alternative berücksichtigen zu können. Bei Wegen bis 5 km wurde hierbei das zu Fuss gehen, bis 10 km das Velo als verfügbare Alternative angenommen.

Da wegen teilweise unvollständigen Adressangaben nicht alle berichteten Orte geokodiert werden konnten, war es nicht möglich, jedem Befragten ein personalisiertes Experiment SP 3 oder SP 4 zuzuteilen. Diese Befragten erhielten dann eine Kombination aus SP 1 und SP 2, welche generisch, also nicht auf dem berichteten Verhalten basierend, erzeugt wurde.

Die resultierenden Kombinationsmöglichkeiten und deren Aufteilung auf die Gesamtstichprobe der 1'242 rekrutierten Personen ist in Tabelle 2 dargestellt. Ca. die Hälfte der Stichprobe erhielt die Experimente zur Wahl des Arbeitsplatzes, ca. 30% jene zur Verkehrsmittelwahl und ca. 20% keines dieser beiden Experimente.

*Tabelle 2: Aufteilung der SP-Experimente (in Klammern ist jeweils die Anzahl der Experimente pro Befragten angegeben)*

Fragebogen	Erstes SP (Anzahl)	Zweites SP (Anzahl)	Anzahl Befragte
1	SP 1 (10)	SP 3 zu Fuss – MIV – ÖV (10)	49
2	SP 1 (10)	SP 3 Velo – MIV – ÖV (10)	39
3	SP 1 (10)	SP 3 MIV – ÖV (10)	94
4	SP 1 (10)	SP 4 (6)	289
5	SP 2 (10)	SP 3 zu Fuss – MIV – ÖV (10)	57
6	SP 2 (10)	SP 3 Velo – MIV – ÖV (10)	57
7	SP 2 (10)	SP 3 MIV – ÖV (10)	99
8	SP 2 (10)	SP 4 (6)	335
9	SP 1 (10)	SP 2 (10)	223

Legende: SP1 = Wahl des Parkplatzes, SP2 = Wahl des Zielortes, SP3 = Wahl des Verkehrsmittels, SP4 = Wahl des Arbeitsplatzes

Die Attribute, welche für die Konstruktion der verschiedenen SP-Experimente verwendet wurden und deren Variation über die verschiedenen Experimente sind in den folgenden Tabellen gezeigt.

Für SP 1 und SP 2 wurden die Parkkosten aufgrund der Aufenthaltsdauern am Zielort berechnet, welche zufällig aus den drei angegebenen Perzentilen für den entsprechenden Aktivitätstyp (Einkauf bzw. Veranstaltung) gezogen wurden. Diese Perzentile wurden aus dem Datensatz des Mikrozensus 2005 (Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Raumentwicklung, 2007) ermittelt.

In SP 1 wählten die Befragten zwischen zwei angebotenen Parkplätzen und dem Abbruch der Suche (und der Aufgabe der damit verbundenen Aktivität). In SP 2 standen als Alternativen zwei Orte für die Durchführung einer Aktivität und der Abbruch der Suche zur Verfügung. In SP 3 wählten die Befragten zwischen den zur Verfügung stehenden Verkehrsmitteln und in SP 4 zwischen dem bisherigen Arbeitsplatz mit seinen (sich über die Entscheidungssituationen nicht verändernden) Eigenschaften und einem fiktiven neuen Arbeitsplatz.

Im SP 3 wurden als Takt-Stufen des ÖV-Angebotes die folgenden Zeit-Intervalle verwendet: 5, 8, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten.

Für die SP-Experimente wurden mit der Software Ngene (Rose et al., 2008) aus den Kombinationen der gezeigten Attributwerte effiziente Versuchspläne erzeugt.

*Tabelle 3: Ausprägung der Variablen in SP 1*

Attribut	Ausprägungen	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Aktivitätstyp	Einkauf / Freizeit	x	x	x
Aufenthaltsdauer	25%, 50%, 85% Perzentil	x	x	x
Kosten Parkplatz fix	0.-, 2.-, 5.- CHF	x	x	
Kosten Parkplatz variabel	0.-, 2.-, 5.- CHF/h	x	x	
Kosten Parkplatz maximal	10.-, 20.-, 30.- CHF	x	x	
Kosten Parkplatz	aus vorigen 3	x	x	
Typ des Parkstands	Strasse, offen, Parkhaus	x	x	
Abgangszeit	5, 8, 12 min.	x	x	
Suchzeit	0, 5, 15 min.	x	x	
Fahrtzeit	3, 7, 12 min.	x	x	
Reisezeit	aus vorigen 3	x	x	

Tabelle 4: Ausprägung der Variablen in SP 2

Attribut	Ausprägungen	Ort 1	Ort 2	Abbruch
Aktivitätstyp	Einkauf / Freizeit	x	x	x
Aufenthaltsdauer	25%, 50%, 85% Perzentil	x	x	x
Kosten Parkplatz fix	0.-, 2.-, 5.- CHF	x	x	
Kosten Parkplatz variabel	0.-, 2.-, 5.- CHF/h	x	x	
Kosten Parkplatz maximal	10.-, 20.-, 30.- CHF	x	x	
Kosten Parkplatz	aus vorigen 3	x	x	
Typ des Parkstands	Strasse, offen, Parkhaus	x	x	
Abgangszeit	5, 8, 12 min.	x	x	
Suchzeit	0, 5, 15 min.	x	x	
Fahrtzeit	3, 7, 12 min.	x	x	
Reisezeit	aus vorigen 3	x	x	
Lage des Standortes	Innenstadt, Stadtrand	x	x	
Preisniveau	niedrig, mittel, hoch	x	x	
Preis / Leistung	angemessen, gut, sehr gut	x	x	

Tabelle 5: Ausprägung der Variablen in SP 3

Attribut	Ausprägungen	zu Fuss	Velo	MIV	ÖV
Benzinkosten	85%, 110%, 125% von RP			x	
Kosten Parkplatz fix	0.-, 1.50, 4.- CHF			x	
Kosten Parkplatz variabel	0.-, 1.-, 2.50 CHF/h			x	
Kosten Parkplatz maximal	20.- CHF			x	
Kosten Parkplatz	aus vorigen 3			x	
Kosten ÖV	75%, 90%, 120% von RP				x
Reisezeit LV	aus RP	x	x		
Reisezeit MIV	90%, 110%, 130% von RP			x	
Suchzeit MIV	0, 3, 9 min			x	
Zu- und Abgangszeit MIV	2, 4, 10 min			x	
Reisezeit ÖV	80%, 95%, 120% von RP				x
Zu- und Abgangszeit ÖV	2, 4, 10 min				x
Umsteigen	-1, +/-0, +1 Mal				x
Takt ÖV	-2, -1, 0 Stufen				x

Tabelle 6: Ausprägung der Variablen in SP 4

Attribut	Ausprägungen	Aktuell	Neu
Parkplatzkosten	aus RP / 0.-, 75.-, 125.- CHF/Monat	x	x
Suchzeit	aus RP / 5, 10 Minuten	x	x
Reisezeit MIV	aus RP / 30%, 80%, 130%, 175% von RP	x	x
Reisezeit ÖV	aus RP / 75%, 90%, 120% von RP	x	x
Takt ÖV	aus RP / -1, +1 Stufe	x	x
Verantwortung	aus RP / +1, +2 Stufen	x	x
Einkommen	aus RP / 80%, 120%, 175% von RP	x	x
Firmenwagen	aus RP / ja, nein	x	x
GA / Monatskarte	aus RP / ja, nein	x	x
Neuer Bereich / Industrie	aus RP / ja, nein	x	x
Neue Firma	aus RP / ja, nein	x	x

## 4.2 Vorgehen Projekterweiterung

Bei der Projekterweiterung wurde erneut eine kombinierte RP-/SP-Befragung durchgeführt (beide Teile als Online-Befragung), deren Inhalte sich, auch im Interesse der Vergleichbarkeit der Ergebnisse, stark an jenen der Hauptstudie orientieren. Es gibt aber einige methodische Unterschiede, auf welche im Folgenden hingewiesen wird.

### 4.2.1 Rekrutierung und RP-Befragung

Bei der Rekrutierung der Stichprobe für die RP- und SP-Befragungen wurde wiederum auf das Panel der Intervista AG zurückgegriffen. Um die in der Hauptstudie festgestellten Verzerrungen der Stichprobe bezüglich der soziodemographischen Eigenschaften der befragten Personen so gut wie möglich zu vermeiden, wurde eine Quotierung nach folgenden Kriterien vorgenommen:

- Sprachregion
- Geschlecht
- Alter
- Einkommen
- Besitz von ÖV-Abonnements

Ziel der Erhebung war es also, eine Stichprobe zu erhalten, welche bezogen auf die genannten Merkmale bevölkerungsrepräsentativ ist, bzw. die Verteilungen des MZMV widerspiegelt.

Zudem wurde die Stichprobe so gesteuert, dass für alle 3 betrachteten Fahrtzwecke (Pendler, Einkauf und Freizeit) eine genügend grosse Datenmenge zur Verfügung steht. Die Befragten wurden gefragt, ob sie zu einem oder mehreren dieser Zwecke regelmässige Wege mit dem Auto zurücklegen und bekamen dann Detailfragen zu einem der genannten Wege gestellt. Bei den Freizeitwegen wurde die Auswahl im Gegensatz zur Hauptstudie nicht mehr auf den Besuch von Veranstaltungsorten beschränkt, sondern es wurden sämtliche zu Freizeit Zwecken zurückgelegten Wege erhoben.

Die Detailfragen beinhalteten die Attribute des ausgewählten, mit dem Auto zurückgelegten Weges (Fussweg von zuhause zum Auto, Fahrtzeit, Parkplatzsuchzeit, Fussweg vom Auto zum Ziel, Parkplatzkosten) sowie im Einkaufsverkehr die Frage nach der eingekauften Menge (kleiner alltäglicher Einkauf oder grösserer Wocheneinkauf); letztere wurde später

bei der Modellierung der Verkehrsmittelwahl im Einkaufsverkehr mit eingebunden. Die Fragen zu den Suchstrategien wurden in der Projekterweiterung nicht mehr gestellt, da diese nicht Teil der zu überprüfenden Inhalte waren.

Die Erhebung für die Projekterweiterung wurde in einer einzigen Welle durchgeführt – die Rekrutierung und die RP-Befragung fanden im Zeitraum zwischen dem 16. und dem 26. Januar 2015 statt.

#### 4.2.2 SP-Befragung

Wie in der Hauptstudie wurden auch in der Projekterweiterung die SP-Experimente auf Grundlage der in der RP-Befragung berichteten Wege erstellt.

Wie erwähnt wurde das SP 4, also das Experiment zur Wahl des Arbeitsplatzes, in der Projekterweiterung nicht mehr durchgeführt, da das Ziel ein Vergleich der Modellschätzungen für die alltäglichen Entscheide ist. Des Weiteren wurden die Experimente in SP 1 (Parkplatzwahl) und SP 2 (Zielwahl) nicht mehr fiktiv, sondern analog zu SP 3 (Verkehrsmittelwahl) mit Variationen der Attribute, welche auf den durch die Befragten berichteten Werten basieren, erstellt. Für die Experimente zur Verkehrsmittelwahl (SP 3) wurde eine zusätzliche Gliederung nach Distanzklassen vorgenommen, um die Verfügbarkeit des LV als mögliche Alternative berücksichtigen zu können. Bei Wegen bis 5 km wurde hierbei das zu Fuss gehen, bis 10 km das Velo als verfügbare Alternative angenommen.

Für die Attributierung der bestehenden Alternativen im Ist-Zustand, auf welchen die SP-Experimente basieren, wurde in der Projekterweiterung für sämtliche Verkehrsmittel auf das MATSim-Modell zurückgegriffen. Die Attribute wurden mittels eines Routings zwischen dem geokodierten Start- und Zielort des berichteten Wegs ermittelt.

Da wegen teilweise unvollständigen Adressangaben nicht alle berichteten Orte geokodiert werden konnten, war es nicht möglich, jedem Befragten ein Experiment zuzuteilen. Diese Befragten mussten daher aus der Stichprobe entfernt werden.

Es wurde zufällig festgelegt, welches der beiden ersten SP-Experimente jeder Befragte vorgelegt bekommt. Nach Möglichkeit wurde jeder Befragte zur Verkehrsmittelwahl befragt; nur in den wenigen Fällen, wo dies aufgrund einer fehlenden ÖV-Alternative nicht möglich war, wurde eine Kombination aus SP 1 und SP 2 angeboten. Die Aufteilung aller Kombinationsmöglichkeiten auf die Gesamtstichprobe der 1'275 verschickten Fragebögen ist in Tabelle 7 dargestellt. Insgesamt erhielten 647 Befragte Experimente zu SP1, 734 Experimente zu SP 2 und 1'169 Experimente zu SP 3.

*Tabelle 7: Aufteilung der SP-Experimente (in Klammern ist jeweils die Anzahl der Experimente pro Befragten angegeben)*

Fragebogen	Erstes SP (Anzahl)	Zweites SP (Anzahl)	Anzahl Befragte
1	SP 1 (10)	SP 3 zu Fuss – MIV – ÖV (10)	75
2	SP 1 (10)	SP 3 Velo – MIV – ÖV (10)	161
3	SP 1 (10)	SP 3 MIV – ÖV (10)	305
4	SP 2 (10)	SP 3 zu Fuss – MIV – ÖV (10)	122
5	SP 2 (10)	SP 3 Velo – MIV – ÖV (10)	281
6	SP 2 (10)	SP 3 MIV – ÖV (10)	225
7	SP 1 (10)	SP 2 (10)	106

Legende: SP1 = Wahl des Parkplatzes, SP2 = Wahl des Zielortes, SP3 = Wahl des Verkehrsmittels, SP4 = Wahl des Arbeitsplatzes

Die Attribute, welche für die Konstruktion der verschiedenen SP-Experimente verwendet wurden (und deren Variationen) sind in den folgenden drei Tabellen gezeigt. Die entsprechenden (effizienten) Versuchspläne wurden wiederum mit der Software *Ngene* erstellt.

Unterschiede zur Hauptstudie sind im Folgenden *kursiv* gedruckt. In allen SP-Experimenten wurde neben den jeweiligen Einzelkomponenten der Reisezeit auch deren Summe einblendet. Dies sollte den Befragten die Orientierung erleichtern und den Fragebogen etwas übersichtlicher machen.

In SP 1 (Tabelle 8) setzt sich die Gesamtzeit nur aus Suchzeit und Fussweg vom Auto zum Ziel (Abgangszeit) zusammen – es wird davon ausgegangen, dass die Entscheidung für einen Parkplatz am Ende der eigentlichen Fahrt fällt, die Fahrtzeit also nicht mehr relevant ist. Neu ist hier auch der Umstand, dass Entscheide zur Parkplatzwahl nicht mehr nur für die Zwecke Einkauf und Freizeit, sondern auch für Pendlerwege erhoben werden. Die Option "Abbruch" steht bei letzteren jedoch nicht zur Verfügung.

*Tabelle 8: Versuchsplan SP 1*

Attribut	Ausprägungen	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Aktivitätstyp	<i>wie berichtet</i>	x	x	x
Aufenthaltsdauer	<i>wie berichtet</i>	x	x	x
Kosten Parkplatz	<i>0.-, 2.-, 5.- CHF/h</i>	x	x	
Typ des Parkstands	<i>Strasse, offen, Parkhaus</i>	x	x	
Abgangszeit	<i>50%, 100%, 150% von RP</i>	x	x	
Suchzeit	<i>50%, 100%, 150% von RP</i>	x	x	

In SP 2 (*Tabelle 9*) wird das in der Hauptstudie abgefragte Attribut "Preisniveau" durch die "Angebotsqualität" ersetzt. Zudem wird hier jeweils die Zugangszeit (Fussweg von zuhause zum Auto) mit einblendet, jedoch in den Versuchsplänen (realitätsgetreu) nicht variiert. Die Gesamtreisezeit setzt sich hier also neu aus 4 Komponenten zusammen.

Ein wichtiger Unterschied zur Hauptstudie ist bei SP 2 auch der Umstand, dass neu ein Zielort fix gehalten wird und die Attribute des vom Befragten im RP berichteten Ziels erhält. Dieser Ort entspricht also dem Status Quo. Die angegebenen Variationen werden jeweils nur für Ort 2 angewandt. Dies ist besonders relevant für die Parkplatzkosten, deren pauschale Stundensätze für Ort 2 häufig über den von den Befragten genannten realen Kosten liegen. So entsteht ein Ungleichgewicht zwischen den beiden angebotenen Zielen, welches zu einer Bevorzugung des bisherigen Orts führt. Im Interesse der Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit jenen der Hauptstudie war es aber notwendig und erwünscht, für die angebotene Alternative an den Ausprägungen dieses Attributs festzuhalten.



Tabelle 9: Ausprägung der Variablen in SP 2

Attribut	Ausprägungen	Ort 1	Ort 2	Abbruch
Aktivitätstyp	wie berichtet	x	x	x
Aufenthaltsdauer	wie berichtet	x	x	x
Kosten Parkplatz	0.-, 2.-, 5.- CHF/h	x	x	
Typ des Parkstands	Strasse, offen, Parkhaus	x	x	
Zugangszeit	fix aus RP	x	x	
Fahrtzeit	80%, 100%, 120% von RP	x	x	
Suchzeit	50%, 100%, 150% von RP	x	x	
Abgangszeit	50%, 100%, 150% von RP	x	x	
Reisezeit	aus vorigen 4	x	x	
Lage des Standortes	Innenstadt, Stadtrand	x	x	
Angebotsqualität	niedrig, mittel, hoch	x	x	
Preis / Leistung	angemessen, gut, sehr gut	x	x	

Auch in SP 3 (Tabelle 10) wird neu die Zugangszeit als Komponente der Gesamtreisezeit einblendet (bei den Verkehrsmitteln MIV und ÖV), aber (wie in der Realität) nicht variiert.

Tabelle 10: Ausprägung der Variablen in SP 3

Attribut	Ausprägungen	zu Fuss	Velo	MIV	ÖV
Fahrtkosten (Benzin / Billett)	80%, 100%, 120% von RP			x	x
Kosten Parkplatz	0.-, 2.-, 5.- CHF/h			x	
Reisezeit LV	fix aus RP	x	x		
Zugangszeit	fix aus RP			x	x
Fahrtzeit	80%, 100%, 120% von RP			x	
Suchzeit	50%, 100%, 150% von RP			x	
Abgangszeit	50%, 100%, 150% von RP			x	x
Reisezeit	aus vorigen 4			x	x
Umsteigen	-1, +/-0, +1 Mal				x
Takt	-2, -1, 0 Stufen				x

## 4.3 Auswertung der Befragungsdaten aus der Hauptstudie

### 4.3.1 Rücklauf

Von den 1'242 verschickten SP-Fragebögen wurden 1'043 retourniert, was einem Gesamtrücklauf von 84 Prozent entspricht. Die Kennzahlen der einzelnen Wellen sind in Tabelle 11 aufgeführt. Der Rücklauf blieb über die gesamte Befragungsperiode nahezu konstant.

Tabelle 11: Kennzahlen des Rücklaufes

Welle	Verschickte Fragebögen	Retournierte Fragebögen	Rücklauf [%]
0 (Pretest)	297	242	81.5
1	451	377	83.6
2	473	406	85.8
3	21	18	85.7
	1'242	1'043	84.0

Die Rücklaufquote von 84 Prozent übertrifft die bisherigen Erfahrungen am IVT, wie Abbildung 2 zeigt. Die Bewertung des Aufwandes für die Beantwortung basiert auf einem Punkteschema, welches jeder Frage abhängig von deren Typ eine Bewertung zuweist und diese dann über einen gesamten Fragebogen aufsummiert. Das Schema und die Abbildung entstammen Axhausen und Weis (2010).

Die meisten bisherigen SP-Befragungen (entsprechende Punkte am linken Rand der Abbildung) wurden ohne Anreizzahlung durchgeführt; die Einführung der Anreizzahlung hat also einen zusätzlichen Rücklauf von ca. 10 Prozent eingebracht.

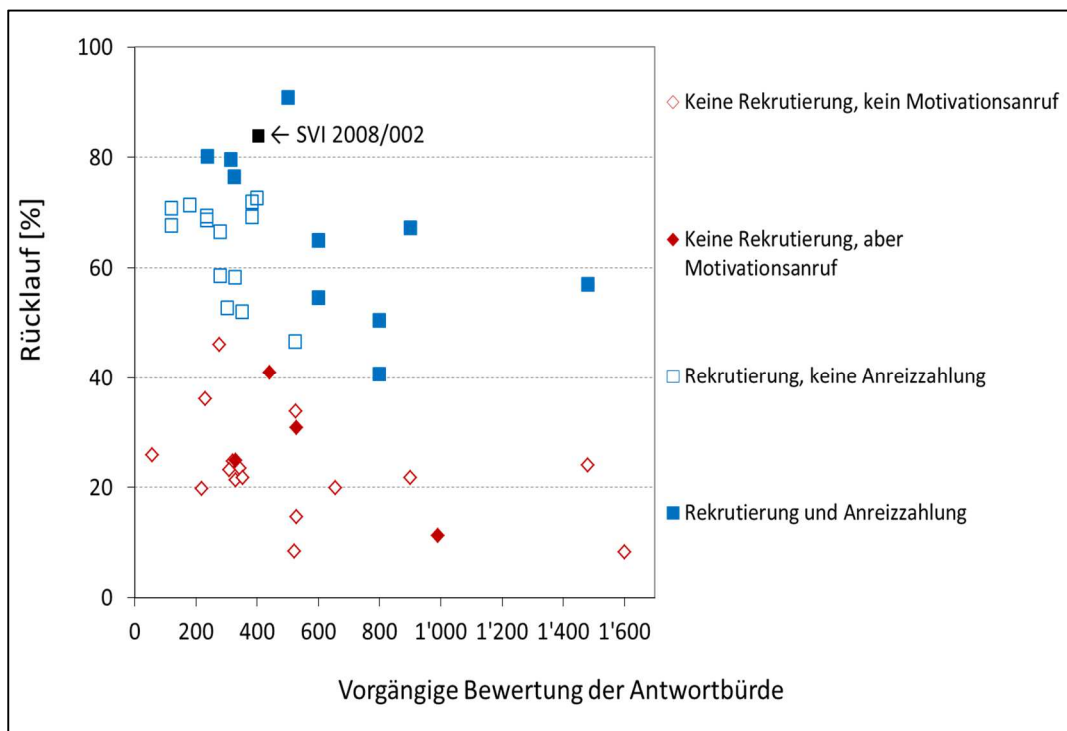


Abbildung 2: Rücklauf im Kontext vergleichbarer Befragungen

Abbildung 3 zeigt die Rücklaufquote in Abhängigkeit der verstrichenen Zeit nach dem Versand der Fragebogen. Wie zu sehen ist, trafen die ersten Fragebogen bereits 4 Tage nach dem Versand ausgefüllt wieder ein. Ein Grossteil der Fragebogen wurde in der zweiten Woche nach dem Versand retourniert.

Nach ca. zwei Wochen erhielten alle Befragten, welche noch nicht teilgenommen hatten, eine Erinnerung per E-Mail zugeschickt. Dies bewirkte nochmals einen Anstieg des Rücklaufs in der Woche unmittelbar nach dem Versand; anschliessend flacht die Kurve merklich ab.

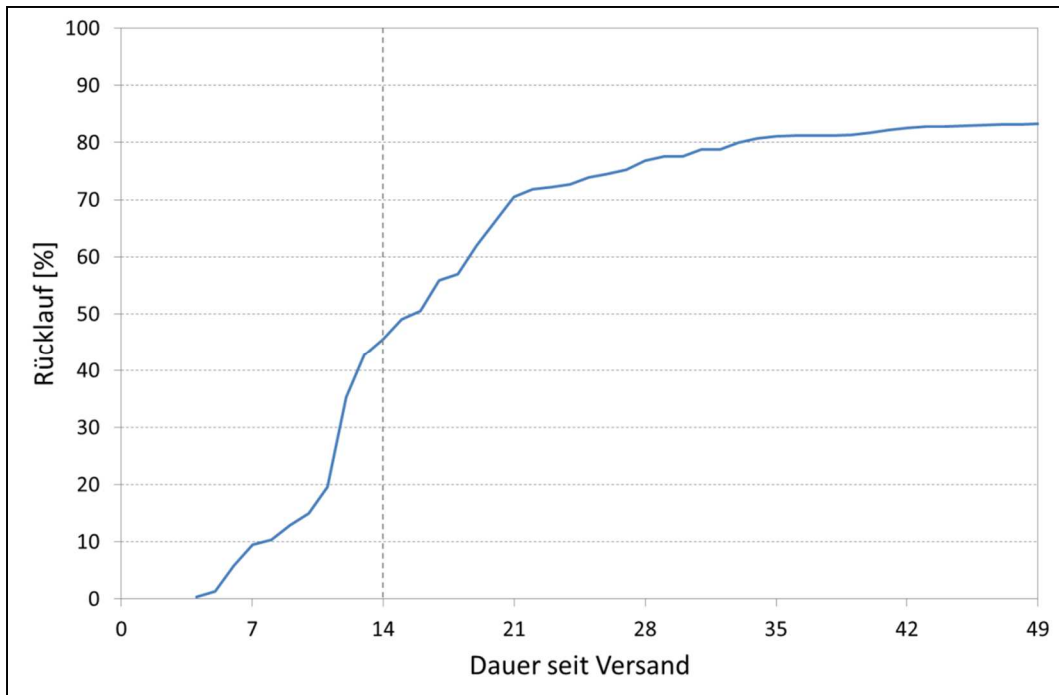


Abbildung 3: Rücklaufgeschwindigkeit in Tagen

Weil die Teilnehmer kontinuierlich rekrutiert, die Daten aus der RP-Befragung aber nur zu vier Zeitpunkten an das IVT übermittelt wurden, entstanden unterschiedlich lange Lücken zwischen Rekrutierung und Versand der Fragebögen, welche bis zu 16 Tagen betrug (z.B. für Rekrutierte aus Welle 2, welche am 8. Juni rekrutiert wurden, deren Fragebogen aber erst am 24. Juni verschickt wurde; siehe Tabelle 1).

Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, beeinflusste diese Verzögerung und die damit verbundene zu erwartende Reduzierung des Erinnerungsvermögens der Befragten (was die im RP-Fragebogen getätigten Angaben betrifft) den Rücklauf jedoch nicht wesentlich.

Abbildung 5 zeigt, dass es beim Rücklauf keine wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen (in Tabelle 2 aufgezeigten) Fragebogentypen gibt.

In der Vergangenheit (siehe z.B. Weis und Axhausen, 2009) gab es öfters grosse Unterschiede im Teilnahmeverhalten zwischen den Sprachregionen der Schweiz. Wie in Abbildung 6 zu sehen ist, ist dies hier nicht der Fall. Insgesamt lag der Rücklauf bei den deutschsprachigen Teilnehmern bei 84.7%, bei den französischsprachigen bei 81.5%. Ein grosser Unterschied ist lediglich in Welle 3 zu verzeichnen; dieser kann jedoch auf die sehr kleine Stichprobe (in dieser Welle wurden nur 6 französischsprachige Fragebogen verschickt) zurückgeführt werden.

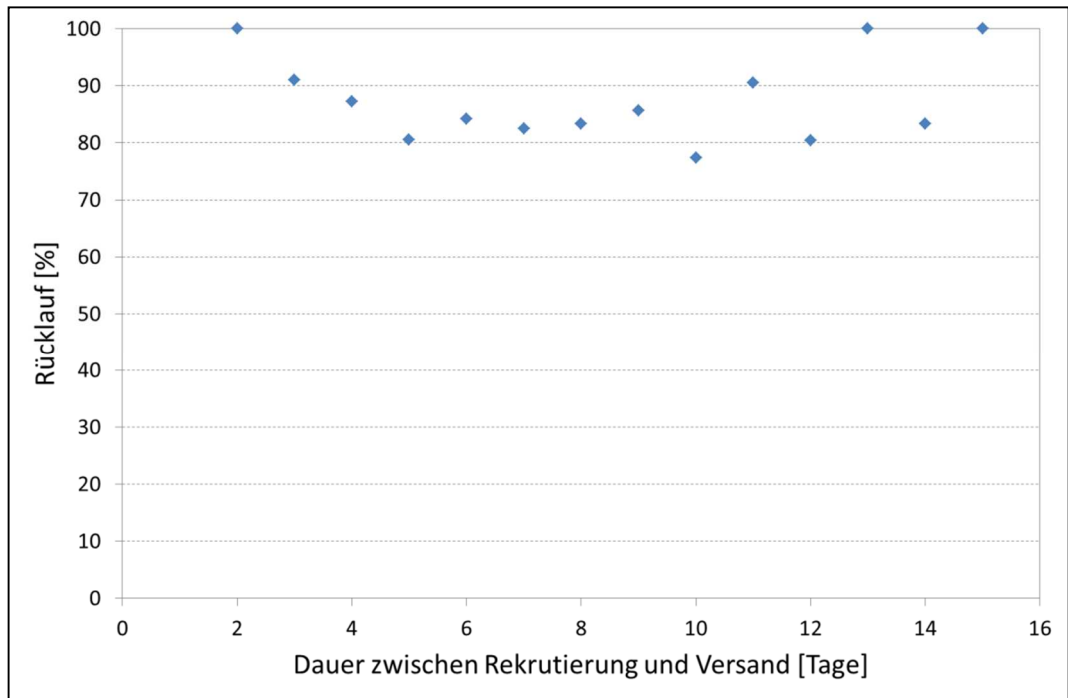


Abbildung 4: Rücklauf in Abhängigkeit der Versandgeschwindigkeit

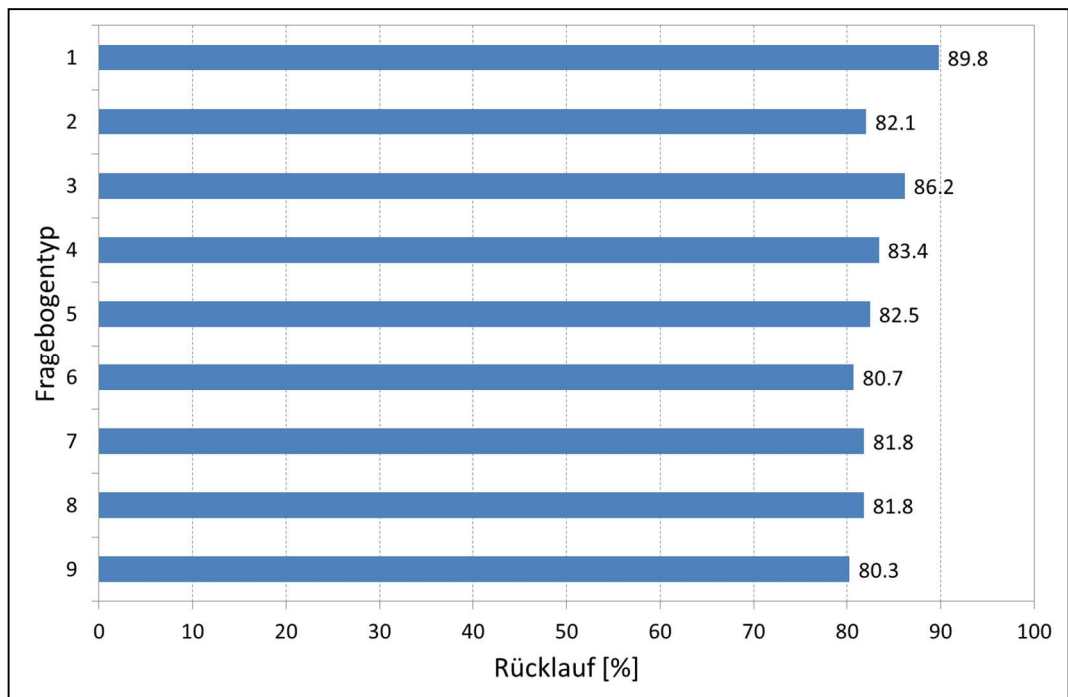


Abbildung 5: Rücklauf nach Fragebogentyp

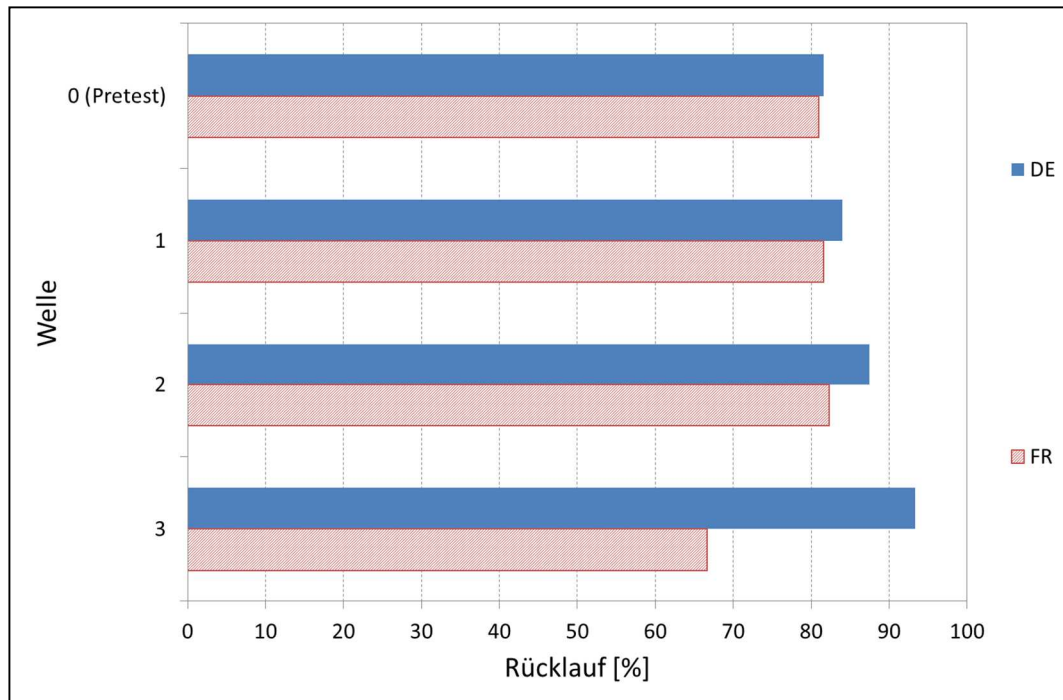


Abbildung 6: Rücklauf nach Sprachregion

### 4.3.2 Räumliche Verteilung der Befragten

Die räumliche Verteilung der Befragten über die deutsch- und französischsprachige Schweiz ist in Abbildung 7 dargestellt.

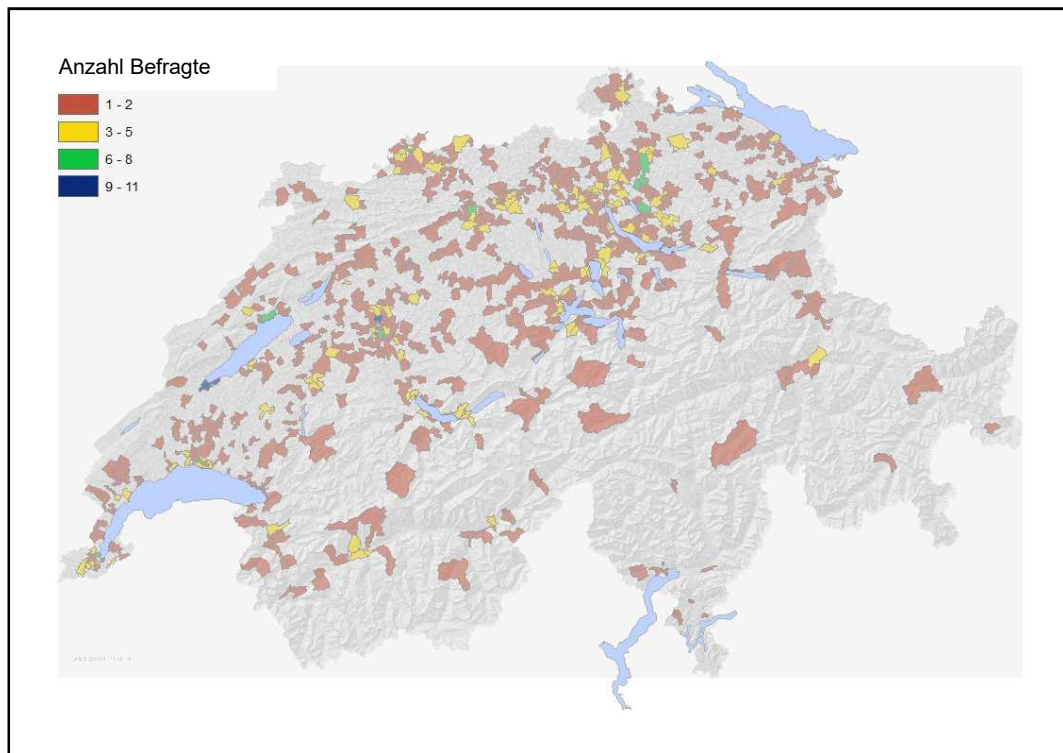


Abbildung 7: Räumliche Verteilung der Befragten nach Gemeinden

### 4.3.3 Soziodemographische Eigenschaften der Befragten

Tabelle 8 zeigt die Verteilung der wichtigsten soziodemographischen Eigenschaften der rekrutierten Befragten und der Teilnehmer (Stichprobe) an der SP-Befragung im Vergleich zu den repräsentativen Zahlen aus dem Mikrozensus 2010 (MZ'10; Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Raumentwicklung, 2012).

Wie in früheren Studien (z.B. Weis und Axhausen, 2009) sind junge Teilnehmer und Personen aus 1-Personen-Haushalten unterrepräsentiert. Befragte mit hohem Bildungsstand sind hingegen in der Stichprobe stärker vertreten als in der Gesamtbevölkerung.

Der Anteil von Personen mit einem ÖV-Abonnement ist in der Stichprobe deutlich höher als in der Gesamtbevölkerung. Dies war zu erwarten, da ÖV-affine Personen in der Regel ein grösseres Interesse an verkehrsbezogenen Befragungen und damit eine höhere Bereitschaft zur Teilnahme an solchen Befragungen haben.

Aus der Diskrepanz zwischen Stichprobe und Grundgesamtheit ergibt sich die Frage nach der Notwendigkeit einer Gewichtung der Stichprobe. Im Hinblick auf die Schätzung diskreter Entscheidungsmodelle, auf welchen das Hauptgewicht in dieser Studie liegt, ist eine solche nicht notwendig, sofern die Variablen, welche die Selektivität beeinflussen, in die Modelle einbezogen werden (Ben-Akiva und Lerman, 1985).

Tabelle 12: Prozentuale Verteilung soziodemographischer Kennwerte

Attribut	Wert	Rekrutiert [%]	Rücklauf [%]	MZ'10 [%]*
Geschlecht	Männlich	50.2	49.9	53.5
	Weiblich	49.8	50.1	46.5
Alter	18 – 35	17.7	15.5	26.2
	36 – 50	51.9	53.3	33.8
	> 50	30.4	31.2	40.0
Haushaltsgrösse	1	16.1	13.7	14.4
	2	35.5	36.5	39.4
	3	16.6	17.0	16.9
	4+	31.8	32.8	29.3
Einkommen	< 2'000	6.9	6.2	15.0
	2'000 – 4'000	13.7	13.0	20.0
	4'000 – 6'000	23.1	21.5	30.0
	6'000 – 8'000	24.8	24.5	20.0
	8'000 – 10'000	14.0	15.7	10.0
	> 10'000	17.6	19.2	5.0
Bildungsstand	Primar- / Sekundarschule	7.3	6.1	9.1
	Lehre / Berufsschule	33.0	33.1	51.0
	Matura	11.8	12.4	8.0
	Hochschulabschluss	47.9	48.4	32.1
ÖV-Abonnement	Keines	14.8	14.2	48.5
	Halbtax-Abonnement	60.4	59.2	33.7
	Generalabonnement	24.8	26.6	9.1
PW-Verfügbarkeit	Immer	78.9	80.5	82.0
	Gelegentlich / Nach Absprache	21.1	19.5	18.0

\* Betrachtet wurden nur für den Vergleich relevante Daten des MZ'10, also Angaben von Personen aus der Deutsch- und Westschweiz mit zumindest gelegentlicher Verfügbarkeit eines PW.

Neben den obenstehenden soziodemographischen Eigenschaften wurde auch die Parkplatzsituation am Arbeitsplatz erhoben. Hier wurde zunächst die Frage nach der Verfügbarkeit eines Parkplatzes gestellt. Abbildung 8 zeigt die Auswertung der entsprechenden Antworten im Vergleich zu den Daten aus dem Mikrozensus 2010. Es ist zu sehen, dass die Vergleichbarkeit recht gut ist. Ca. 70% der Befragten verfügen an ihrem Arbeitsplatz über einen Parkplatz.

Eine weitere Frage zur Parkplatzsituation am Arbeitsort war jene nach den monatlichen Kosten für diesen Parkplatz; Abbildung 9 zeigt die Verteilung der Antworten der Befragten, wieder im Vergleich mit den Zahlen aus dem Mikrozensus 2010. Eine grosse Mehrheit der Befragten verfügt an ihrem Arbeitsplatz über einen Gratis-Parkplatz. Nur ein geringer Anteil bezahlt mehr als CHF 150.- pro Monat für das Parkieren am Arbeitsort.

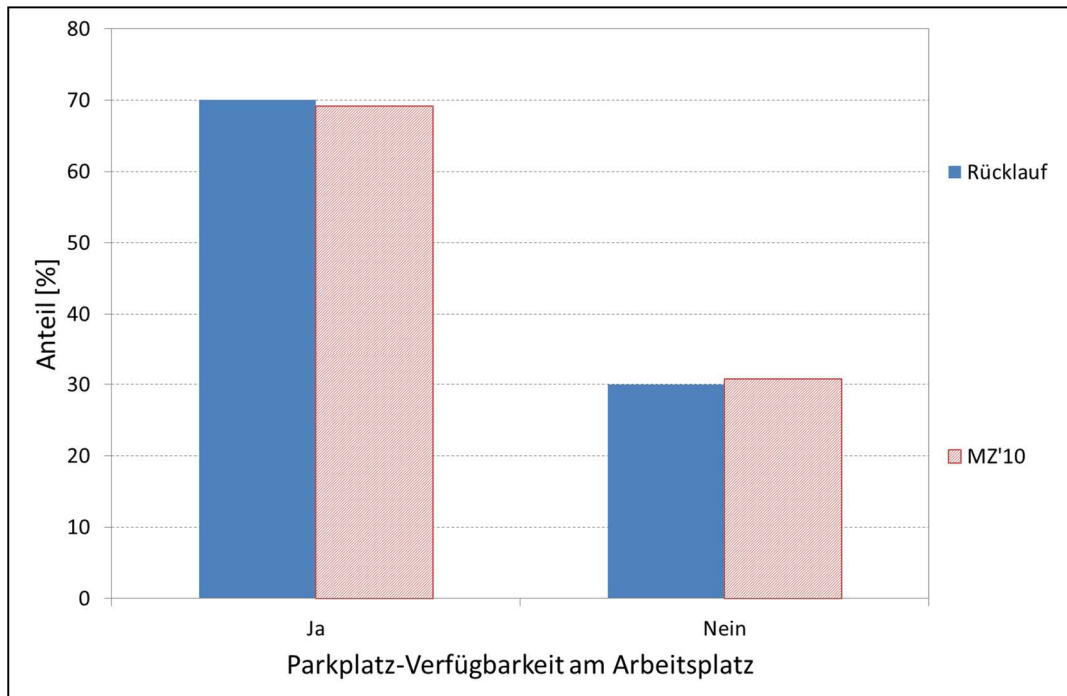


Abbildung 8: Verfügbarkeit eines Parkplatzes am Arbeitsplatz

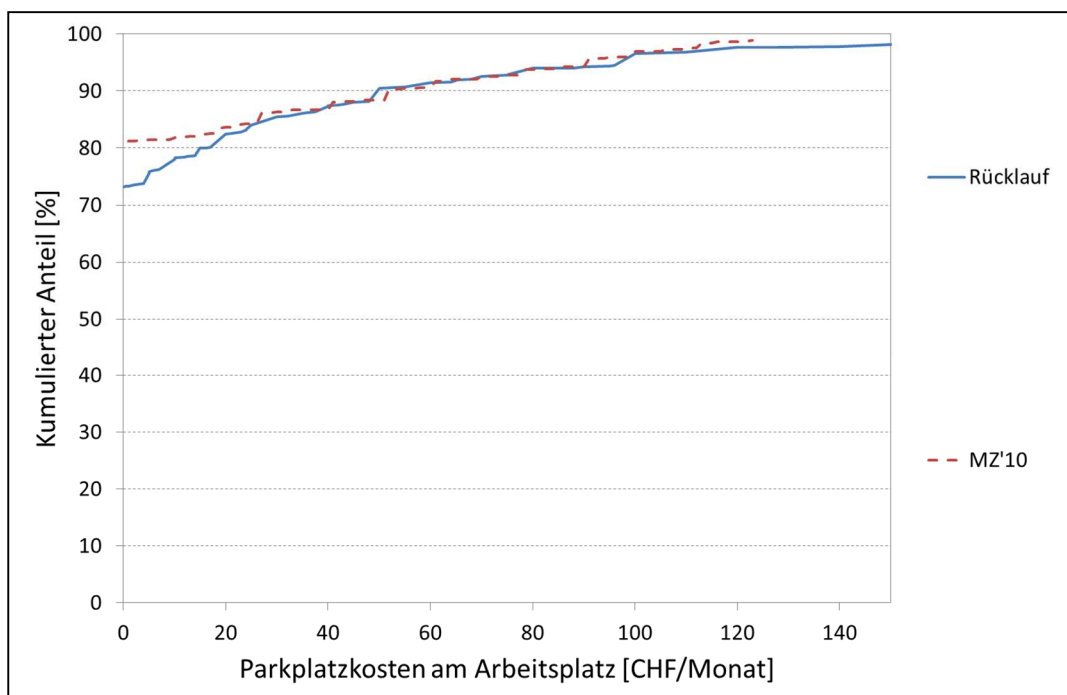


Abbildung 9: Kosten des Parkplatzes am Arbeitsplatz

#### 4.3.4 Eigenschaften der berichteten Wege und Aktivitäten

Die folgenden drei Abbildungen zeigen die Weglängenverteilung zwischen den Wohnorten der befragten Teilnehmer und den angegebenen Arbeits-, Einkaufs- und Veranstaltungsorten, welche diese am häufigsten besuchen. Wie zu sehen ist, ist die Weglängenverteilung für alle Fahrtzwecke im Vergleich zum Mikrozensus 2010 hin zu längeren Distanzen verzerrt. Die vorgesehene Modellierung mit der Abbildung der wichtigsten Effekte in Interaktion mit der zurückgelegten Distanz stellt sicher, dass Aussagen über die gesamte Bandbreite getroffen werden können.



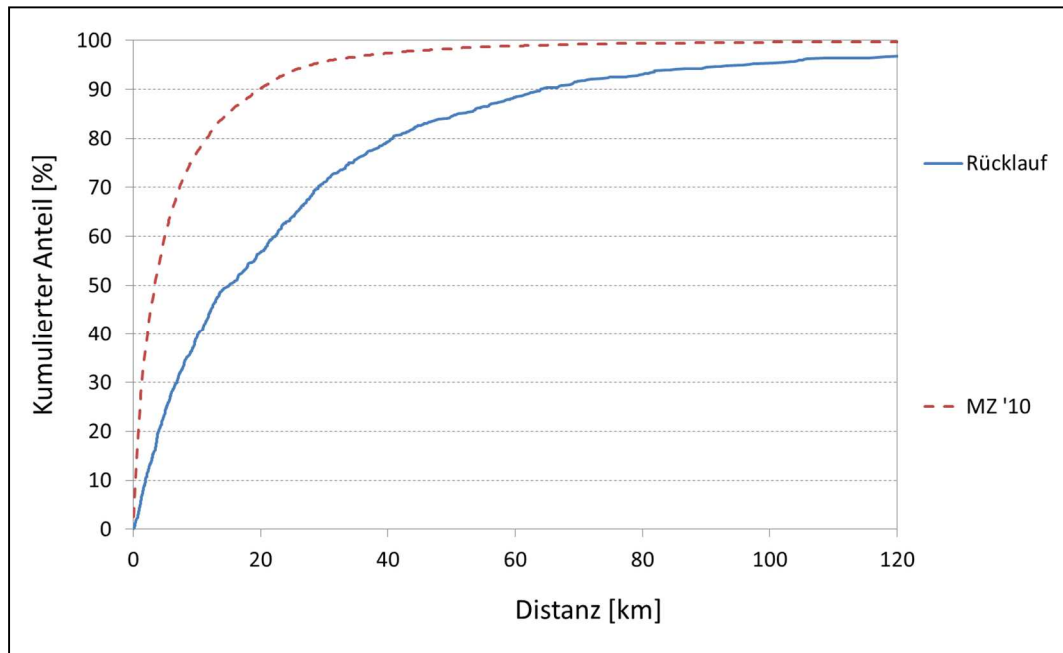


Abbildung 10: Längenverteilung der Arbeitswege

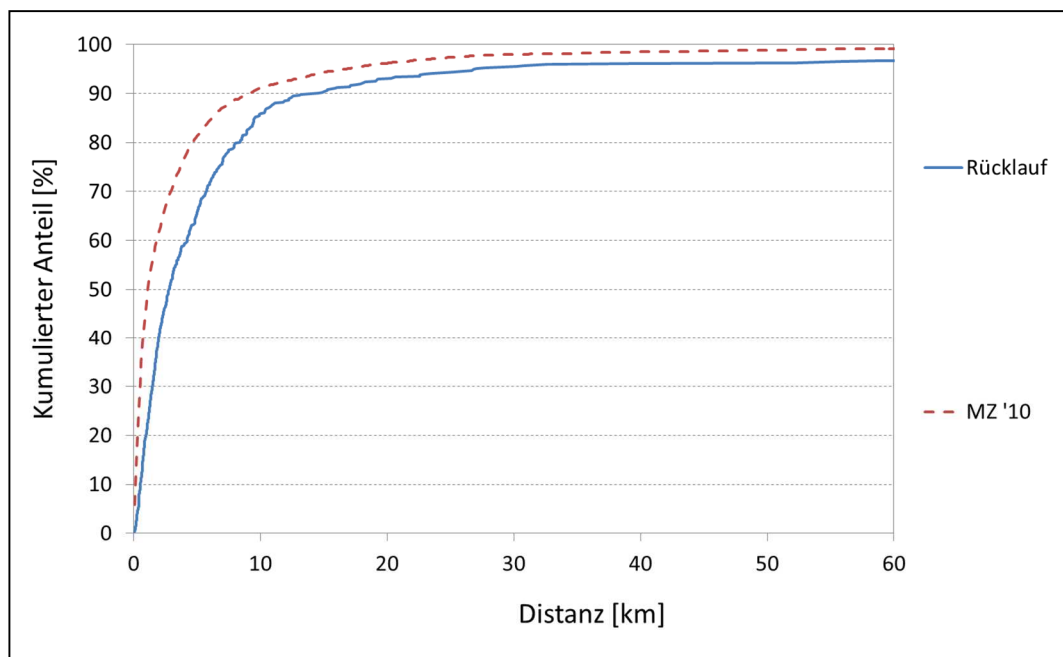


Abbildung 11: Längenverteilung der Einkaufswegen

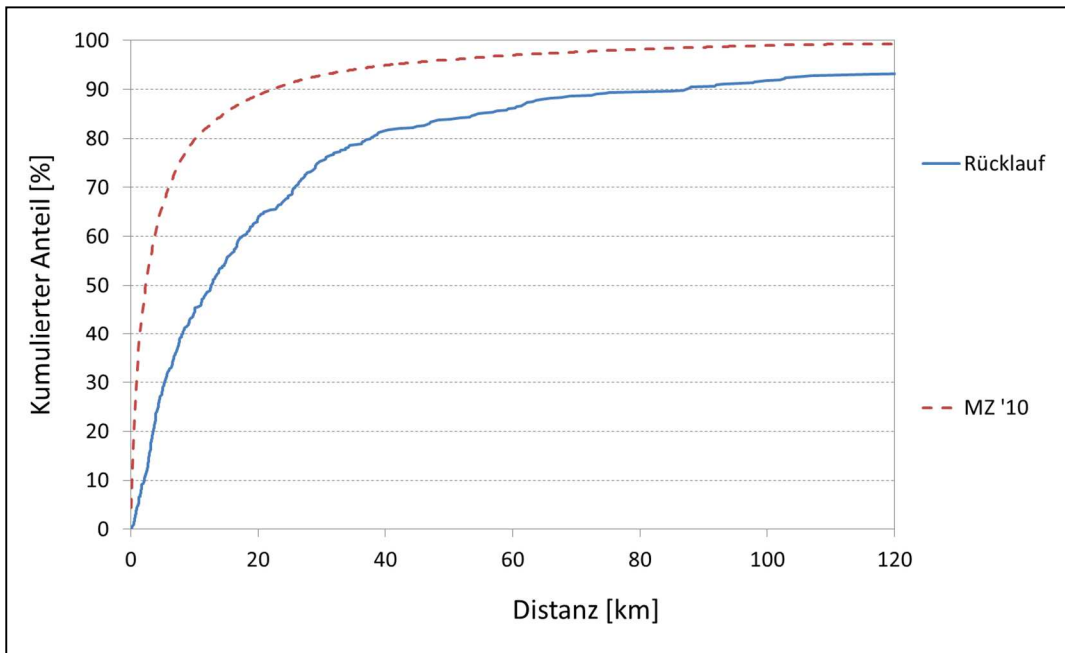


Abbildung 12: Längenverteilung der Wege zu den Veranstaltungsorten

Für die Wege zum häufigsten Einkaufs- und Veranstaltungsort (in der RP-Befragung spezifiziert als Besuch eines Kinos, Theaters oder ähnlichen Ortes) wurde nach den Anteilen der benutzten Verkehrsmittel gefragt. Die Mittelwerte für die gesamte Stichprobe zeigt Abbildung 13.

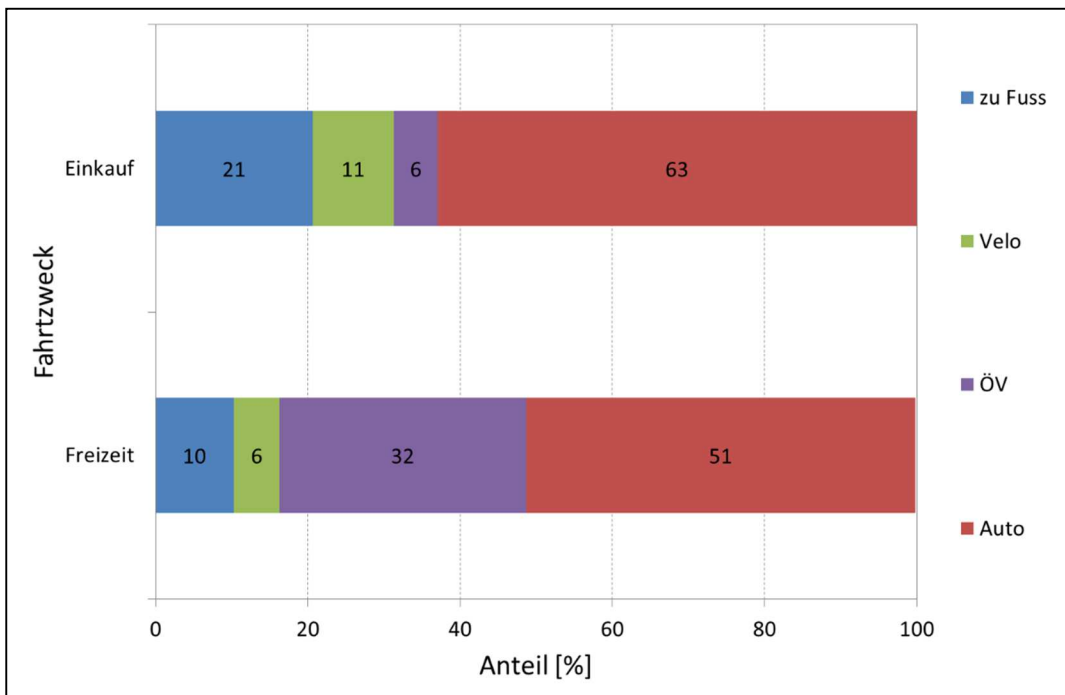


Abbildung 13: Modal Split für Einkaufs- und Freizeitwege

Hier zeigt sich eine grosse Differenz zwischen den beiden Fahrtzwecken "Einkauf" und "Freizeit". Während für Einkäufe zum grössten Teil das Auto benutzt oder zu Fuss gegangen wird, ist der Anteil des öffentlichen Verkehrs bei den Freizeitwegen vergleichsweise hoch.

Diese Affinität zum öffentlichen Verkehr wird indirekt auch deutlich, wenn die Verteilung der Häufigkeiten der PW-Benutzung für den Weg zur Arbeit in Abbildung 14 betrachtet wird. Hier ist ersichtlich, dass über 40 Prozent der Befragten nie und weitere knapp 20 Prozent an weniger als der Hälfte der Tage mit dem Auto zur Arbeit fahren. Weniger als 30 Prozent verwenden immer den PW für ihren Arbeitsweg.

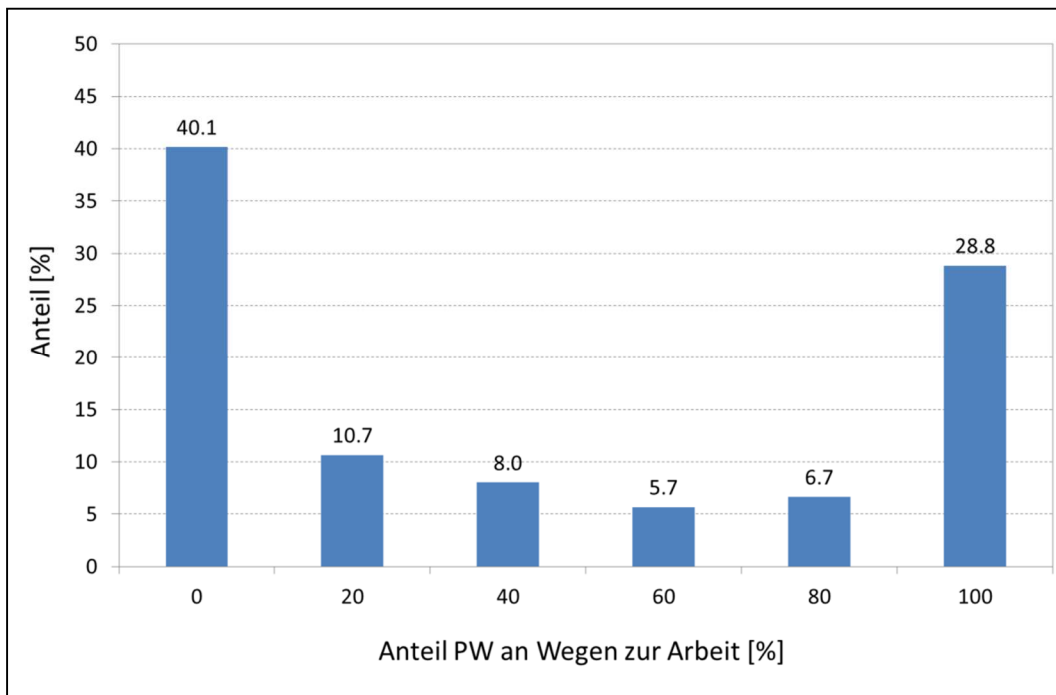


Abbildung 14: Verteilung der Häufigkeiten der PW-Benutzung für den Arbeitsweg

Die Verteilung der üblichen Dauern der an den angegebenen Orten durchgeführten Aktivitäten ist in Abbildung 15 dargestellt. Während Einkaufsaktivitäten zumeist sehr kurz (unter einer Stunde) sind, dauern Freizeitaktivitäten oft bis zu vier und mehr Stunden.

Neben der Dauer ist auch die Häufigkeit der Besuche von Einkaufs- und Veranstaltungsorten unterschiedlich. Während ein Grossteil der Befragten ihren wichtigsten Einkaufsort mindestens einmal pro Woche aufsucht (Abbildung 16), sind die typischen Besuchshäufigkeiten bei den Veranstaltungsorten viel geringer (Abbildung 17).

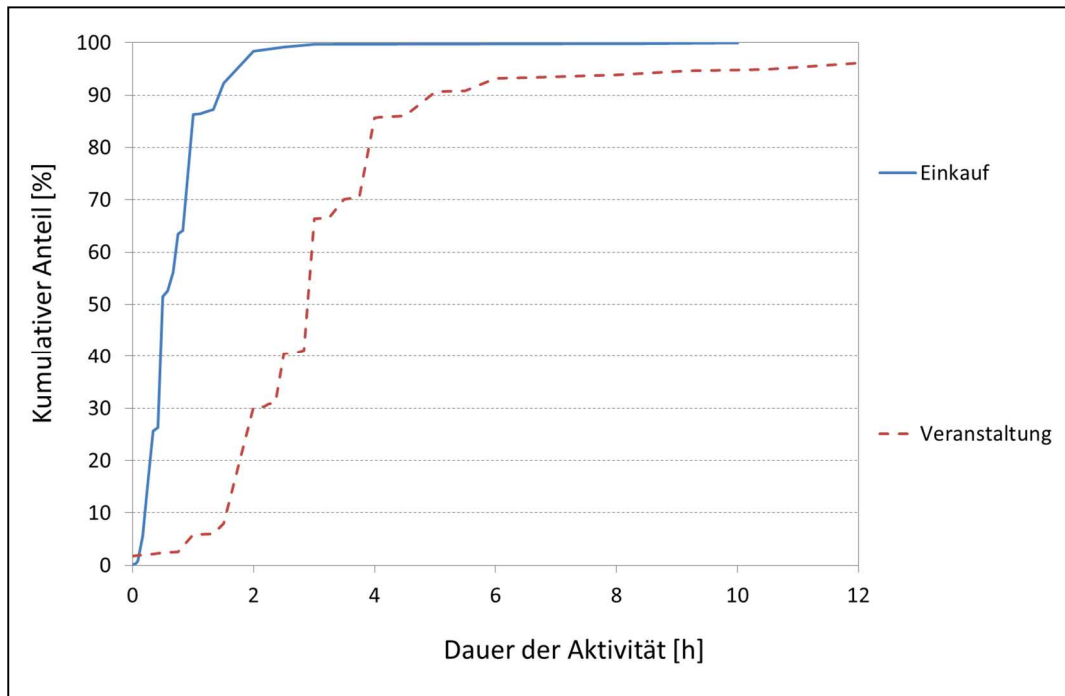


Abbildung 15: Verteilung der üblichen Aktivitätendauern

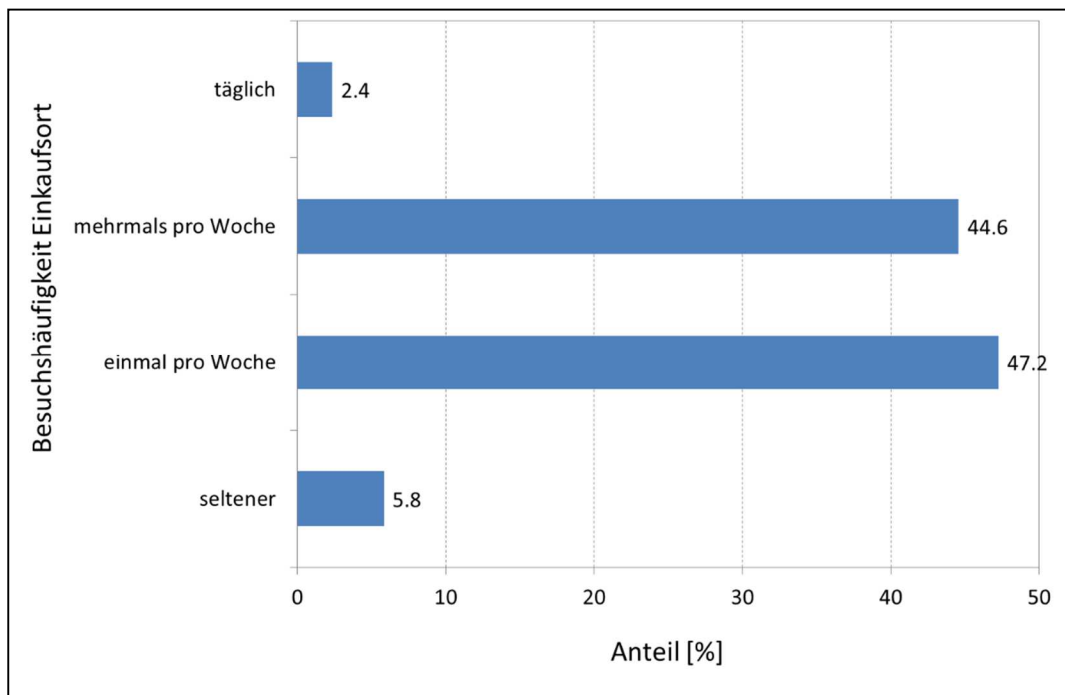


Abbildung 16: Verteilung der Besuchshäufigkeit des wichtigsten Einkaufsortes

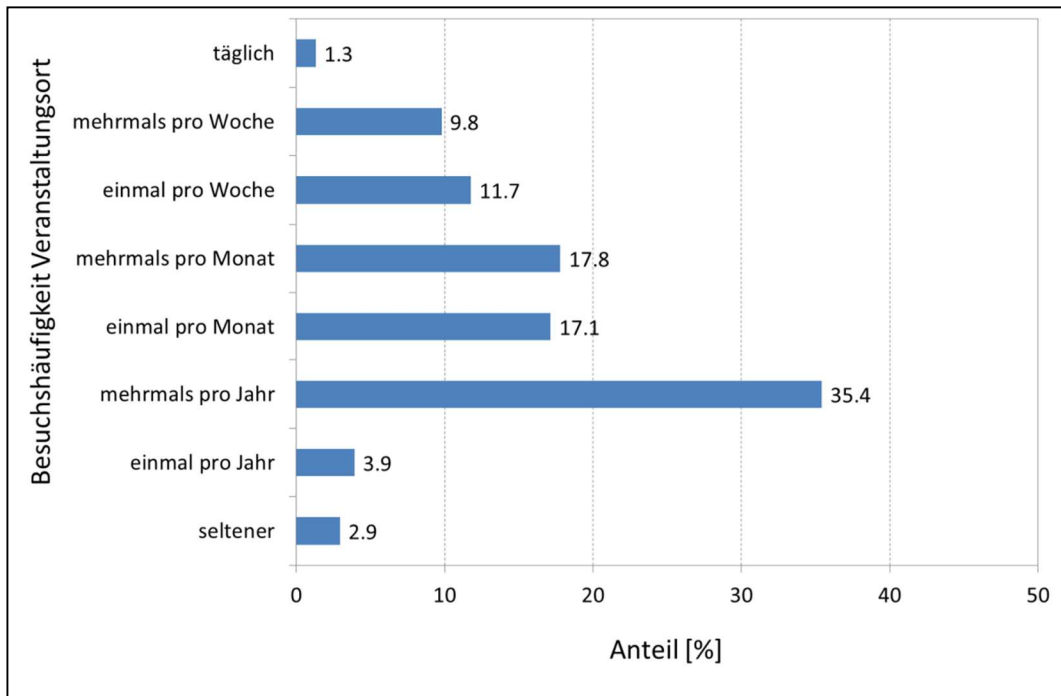


Abbildung 17: Verteilung der Besuchshäufigkeiten der wichtigsten Veranstaltungsorte

Ein für die Bewertung des Parkplatzangebotes zentrales Merkmal ist die typische Suchzeit nach einem Parkplatz an den angefahrenen Zielen. Wie Abbildung 18 zeigt, liegt diese im Freizeitverkehr im Mittel höher als im Pendler- und Einkaufsverkehr.

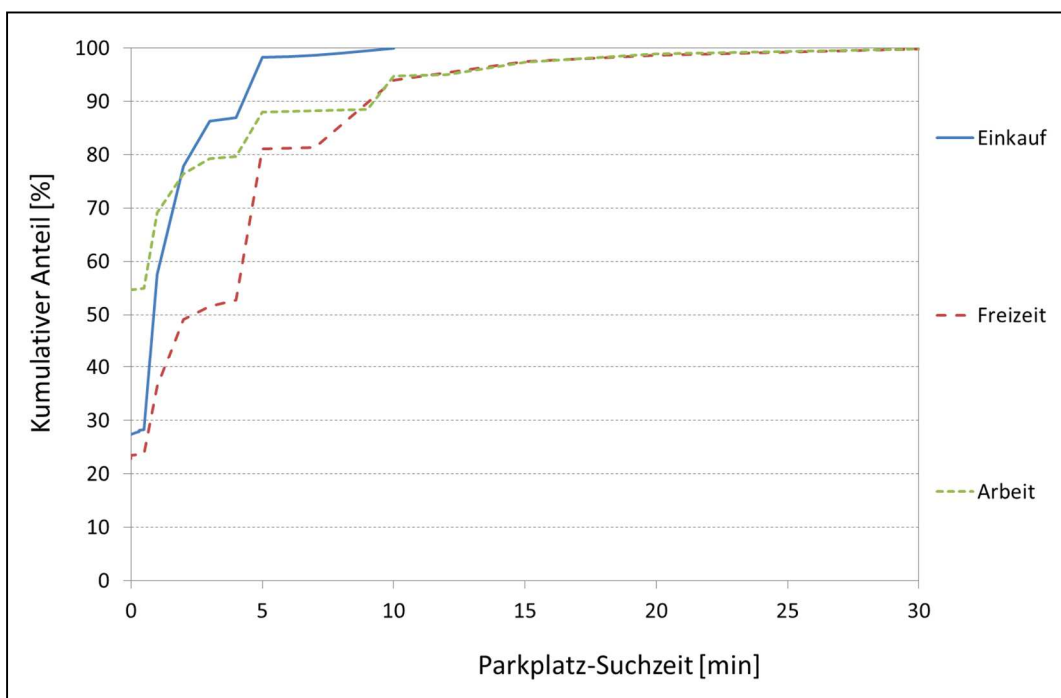


Abbildung 18: Verteilung der berichteten Parkplatzsuchzeiten<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Zeit, die für die Suche eines freien Parkfeldes aufgewendet wird.

Gründe für die festgestellten Unterschiede dürften sein, dass bei den weniger häufig durchgeführten Fahrten zum Veranstaltungsort längere Suchzeiten in Kauf genommen werden und bei den häufig angefahrenen Zielen (Arbeit, Einkauf) die besseren Ortskenntnisse helfen, schneller einen Parkplatz zu finden. Aber auch die Verfügbarkeit von Parkplätzen, insbesondere in grossen Einkaufszentren, ist ein Grund für die kürzeren Suchzeiten im Einkaufsverkehr. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass ein Grossteil der Suchzeiten unter 10 Minuten liegt.

### 4.3.5 Fragen zu Suchstrategien

Wie einleitend erwähnt wurden die Teilnehmer an der RP-Befragung auch zum Vorgehen bei der Parkplatzsuche in einem Stadtzentrum befragt. Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Knapp 63% der Befragten gaben an, regelmässig mit dem Auto in ein Stadtzentrum zu fahren. Die am häufigsten angefahrenen Stadtzentren sind zusammen mit dem Anteil der Nennungen an der Gesamtzahl der Nennungen in der folgenden Abbildung aufgeführt.

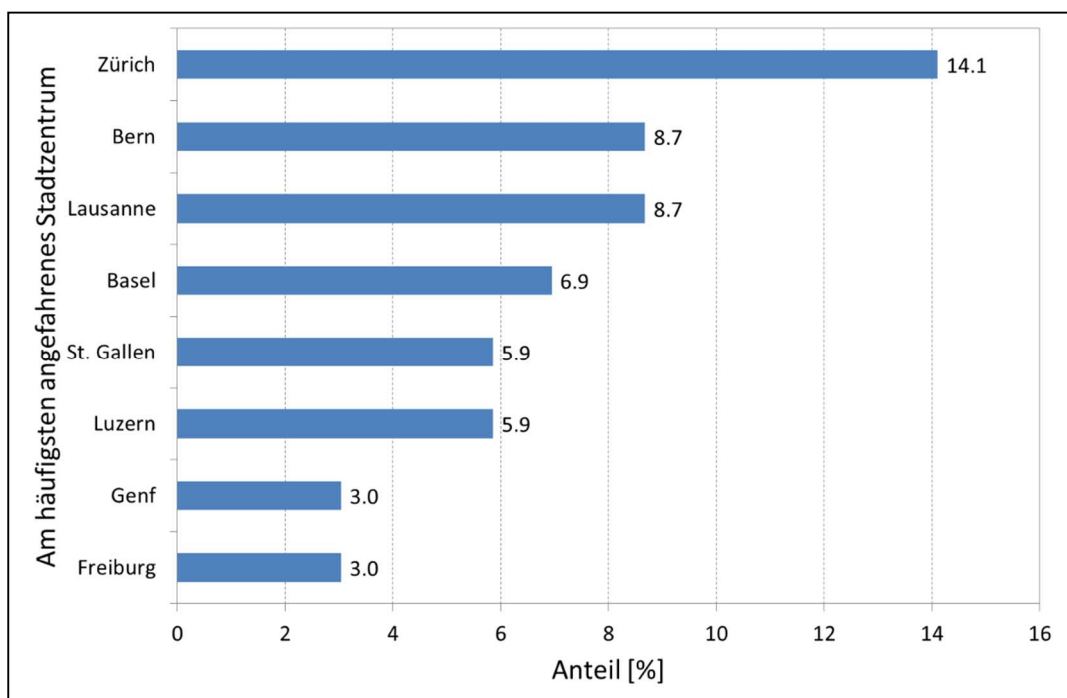


Abbildung 19: Anteile der am häufigsten mit dem Auto besuchten Stadtzentren an der Gesamtheit der Nennungen

Nicht überraschend ist Zürich mit rund 14% der Nennungen das am häufigsten besuchte Stadtzentrum.

Bei der Frage nach den Zwecken der Fahrt in ein Stadtzentrum waren Mehrfachantworten möglich. Abbildung 20 zeigt die Häufigkeitsverteilung dieser Antworten. Am häufigsten werden Stadtzentren mit dem Auto für kleine Einkäufe und für den Besuch von Veranstaltungen (Konzert, Kino usw.) besucht.

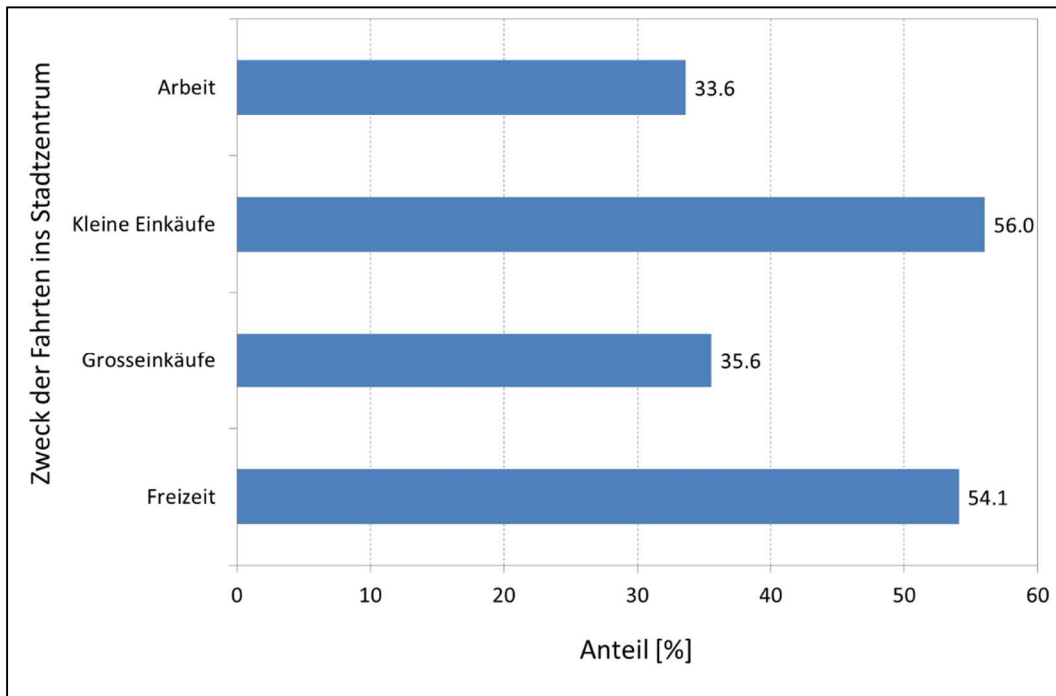


Abbildung 20: Verteilung der Wegezwecke der berichteten Fahrten mit dem Auto in ein Stadtzentrum

Bei der Frage zu den angewandten Strategien wurden die folgenden Antwortmöglichkeiten zur Auswahl gestellt:

- Ich habe einen reservierten oder garantierten Parkplatz.
- Ich fahre immer in ein Parkhaus.
- Ich kenne mehrere Parkmöglichkeiten in der Gegend und fahre diese nacheinander ab, bis ich einen Parkplatz gefunden habe.
- Ich fahre zu meinem Ziel und suche dann nach Parkplätzen an der Strasse, bis ich einen finde.
- Ich fahre so nahe wie möglich an mein Ziel und warte notfalls, bis dort ein Parkplatz an der Strasse frei wird.
- Ich stelle mein Fahrzeug immer so nahe wie möglich an meinem Ziel ab. Dabei nehme ich es gerne auch in Kauf, für eine bestimmte Dauer im Parkverbot zu stehen.

Die Häufigkeiten, mit welchen die verschiedenen Strategien gewählt wurden, sind aus Abbildung 21 ersichtlich. Ein Grossteil der Befragten fährt demnach immer sofort in ein bekanntes Parkhaus, während ca. ein Drittel mehrere bekannte Parkmöglichkeiten nacheinander auf der Suche nach einem freien Parkplatz abfährt. Am unbeliebtesten sind die Optionen des Wartens auf einen freien Parkplatz direkt am Ziel und des gelegentlichen Abstellens des Autos im Parkverbot.

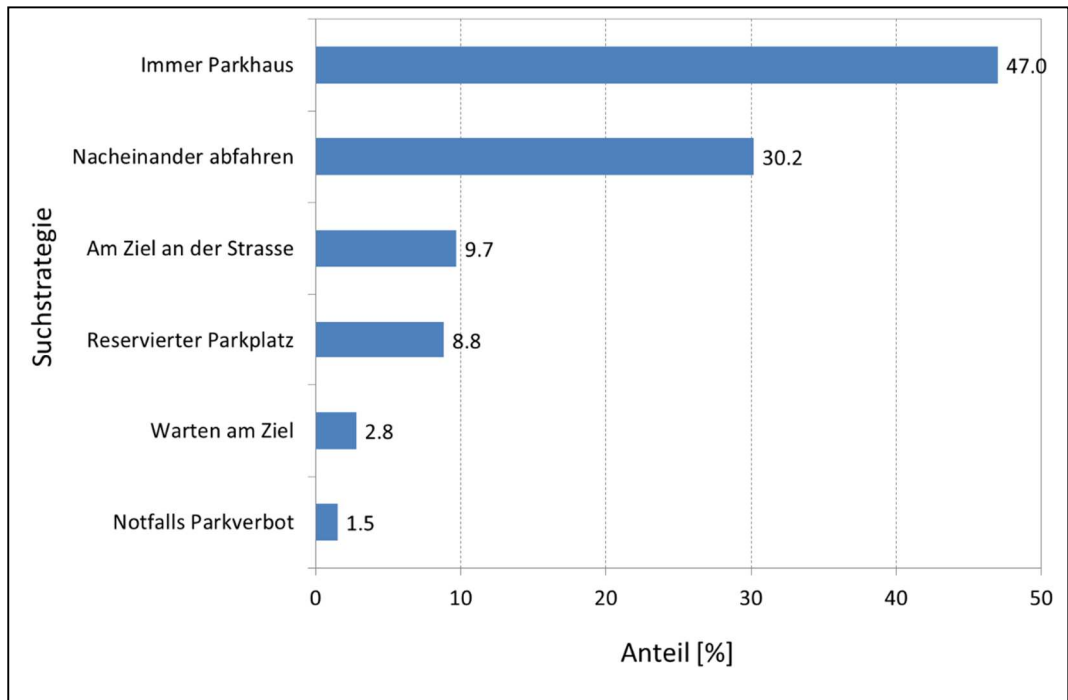


Abbildung 21: Anteile der Suchstrategien

Wie Abbildung 22 zeigt, liegen die durch die Befragten angegebenen Zahlungsbereitschaften für einen Parkplatz in unmittelbarer Nähe des angestrebten Ziels recht hoch. Ca. ein Drittel der Befragten ist bereit, für die Verfügbarkeit eines solchen Parkplatzes mehr als CHF 3.- pro Parkvorgang zu zahlen. Dass diese Zahlungsbereitschaft auch von der Dauer des Aufenthalts und von der durchgeführten Aktivität beeinflusst wird, wird im Kapitel 5 detailliert beschrieben.

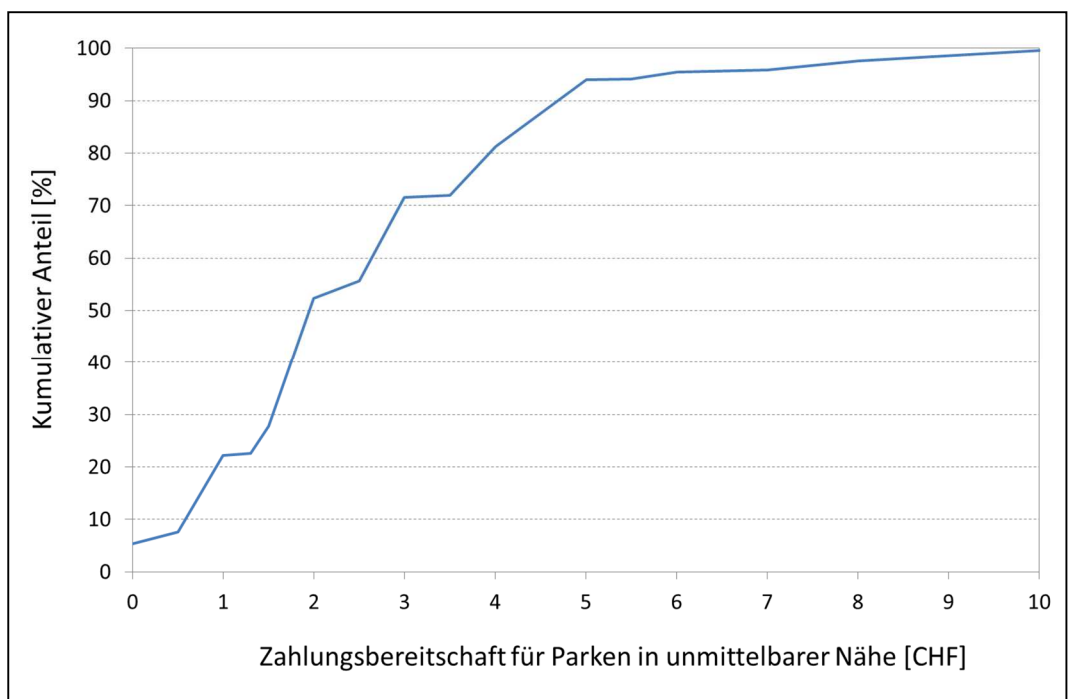


Abbildung 22: Verteilung der Zahlungsbereitschaften für einen Parkplatz in unmittelbarer Nähe [CHF pro Parkvorgang]



Abschliessend wurden die Fragen nach der Nutzung eines Parkleitsystems bei der Parkplatzsuche im angegebenen Stadtzentrum gestellt. Es zeigte sich, dass nur ca. 40% der Befragten ein solches System nutzen, wenn ein solches vorhanden ist.

#### 4.3.6 Non-Trading in den SP-Experimenten

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 Alternative 1) ankreuzen.

Für dieses Verhalten gibt es unterschiedliche Ursachen, von welchen ein Grossteil in den soziodemographischen Eigenschaften der befragten Personen gründet. 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. Non-Trading deutet also nicht zwingend auf ein inkonsistentes Verhalten hin. Deshalb werden diese Beobachtungen nicht aus der Stichprobe entfernt.

Ein Überblick über das Non-Trading im vorliegenden Datensatz ist für die vier SP-Experimente in Abbildung 24 dargestellt. Bei den SP-Experimenten 1, 2 und 4 ist der Anteil der Non-Trader sehr klein. Beim SP 3 (Verkehrsmittelwahl) liegt er bei ca. 27%. Dieser höhere Anteil kann mit der oben aufgeführten Argumentation als konsistent gerechtfertigt werden. Etwas überraschend ist der sehr tiefe Anteil beim SP 4 (Wahl des Arbeitsplatzes). Hier hätte erwartet werden können, dass die Befragten eine grössere Trägheit im Verhalten zeigen und seltener einen Wechsel des Arbeitsplatzes in Betracht ziehen würden.

Insbesondere zeigt der sehr geringe Anteil in den Experimenten SP 1 und SP 2, dass die Tendenz zum zufälligen Ankreuzen zur Reduktion des Befragungsaufwandes kaum vorhanden ist.

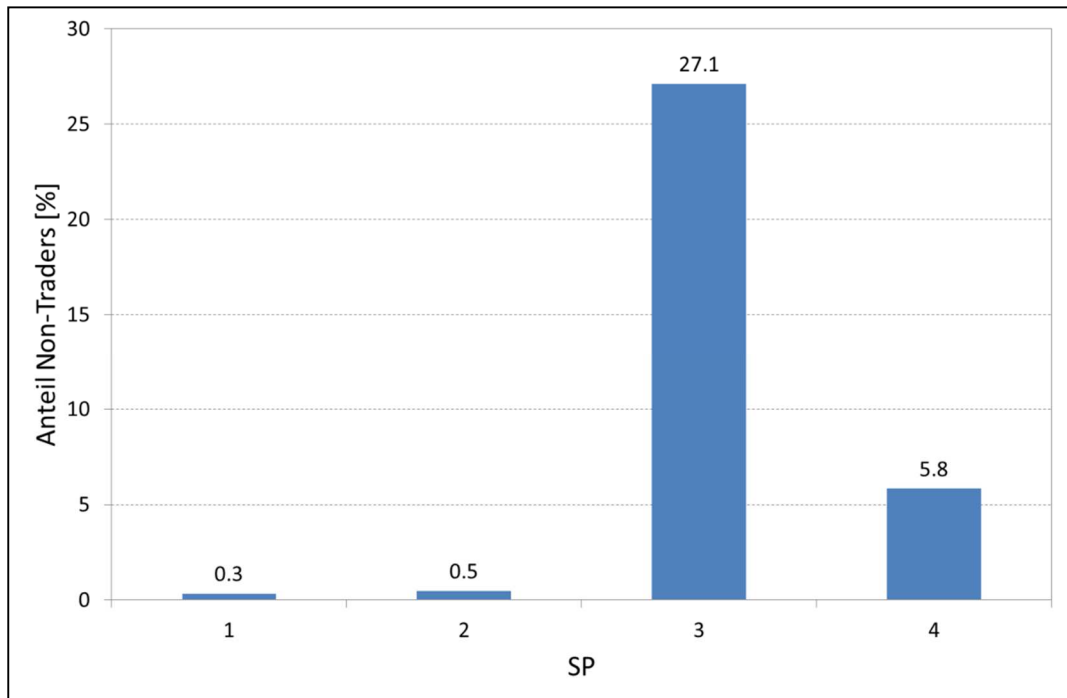


Abbildung 23: Anteile von Non-Tradern in den vier SP-Experimenten

Wie Abbildung 25 zeigt, wählten in SP 3 über die Hälfte der Non-Trader bei der Verkehrsmittelwahl immer den öffentlichen Verkehr. Dass die Non-Trader häufig den ÖV wählen, dürfte durch die starke ÖV-Affinität der Stichprobe mit einem überdurchschnittlich hohen Anteil von Besitzern eines Halbtax-Abos oder eines GA begründet sein.

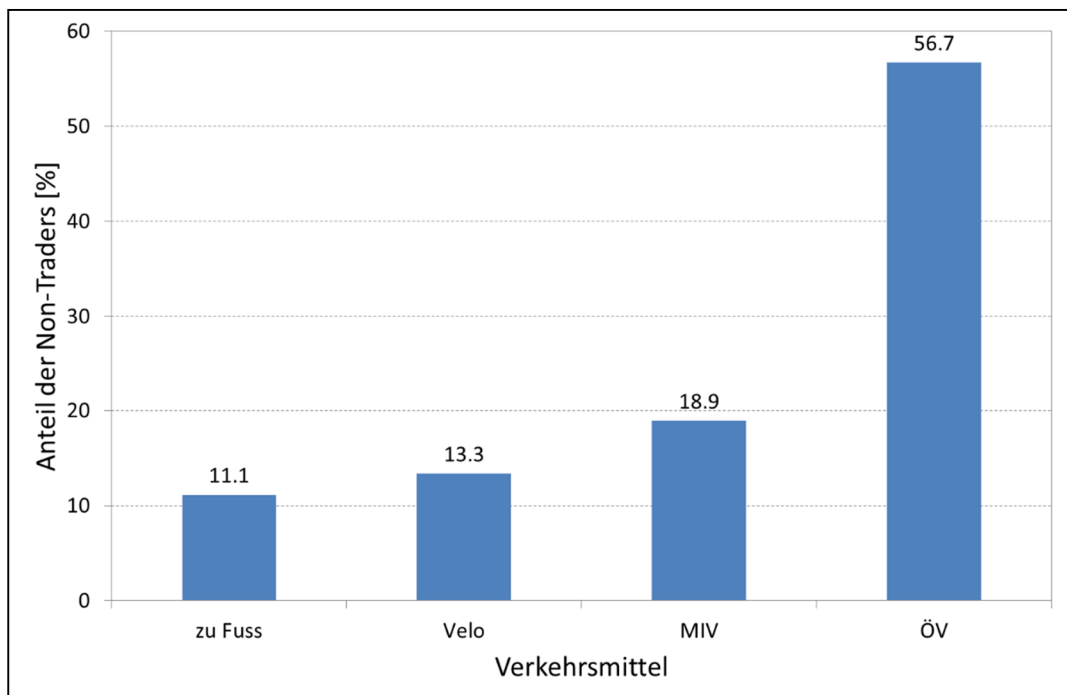


Abbildung 24: Anteile von Non-Tradern im SP 3 nach gewählten Verkehrsmitteln

Wie Abbildung 26 zeigt, ist der Anteil an Non-Tradern für Arbeitswege am höchsten. Fahrten zur Arbeit scheinen also bezüglich der Verkehrsmittelwahl am unflexibelsten zu sein.

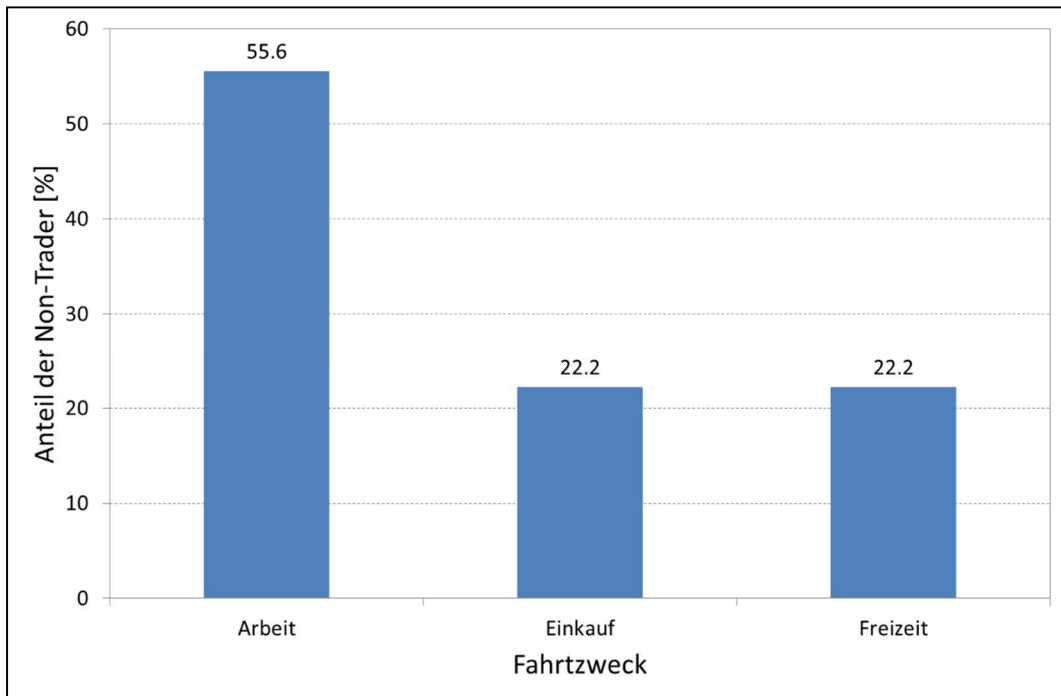


Abbildung 25: Anteile von Non-Tradern im SP 3 nach Fahrtzwecken

#### 4.3.7 SP-Experimente zum alltäglichen Verkehrsverhalten

Die Verteilungen der gewählten Alternativen bei den SPs zum alltäglichen Wahlverhalten (Wahl eines Parkplatzes in SP 1, Wahl eines Ziels in SP 2 und Wahl eines Verkehrsmittels in SP 3) sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

Abbildung 27 und Abbildung 28 zeigen die Verteilungen für SP 1 und SP 2. Hier ist erneut ersichtlich, dass es kein offensichtliches Problem infolge der Non-Trader gibt. In beiden SP-Experimenten sind beide Alternativen etwa gleich oft gewählt worden, was darauf hinweist, dass die Wahl unter Abwägung der Eigenschaften der Alternativen getroffen wurde. Das Fehlen einer inhärenten Präferenz für eine Alternative ist bei solchen Experimenten mit nicht namentlich gekennzeichneten Alternativen ökonomisch konsistent, da hier die Bezeichnung der Alternativen keinen direkten Einfluss auf die Auswahl haben sollte.

In beiden Experimenten haben sich die Befragten in ca. 10% aller Fälle für den Abbruch der Suche nach einem Parkplatz bzw. den Abbruch des Besuchs eines Zielortes entschieden.

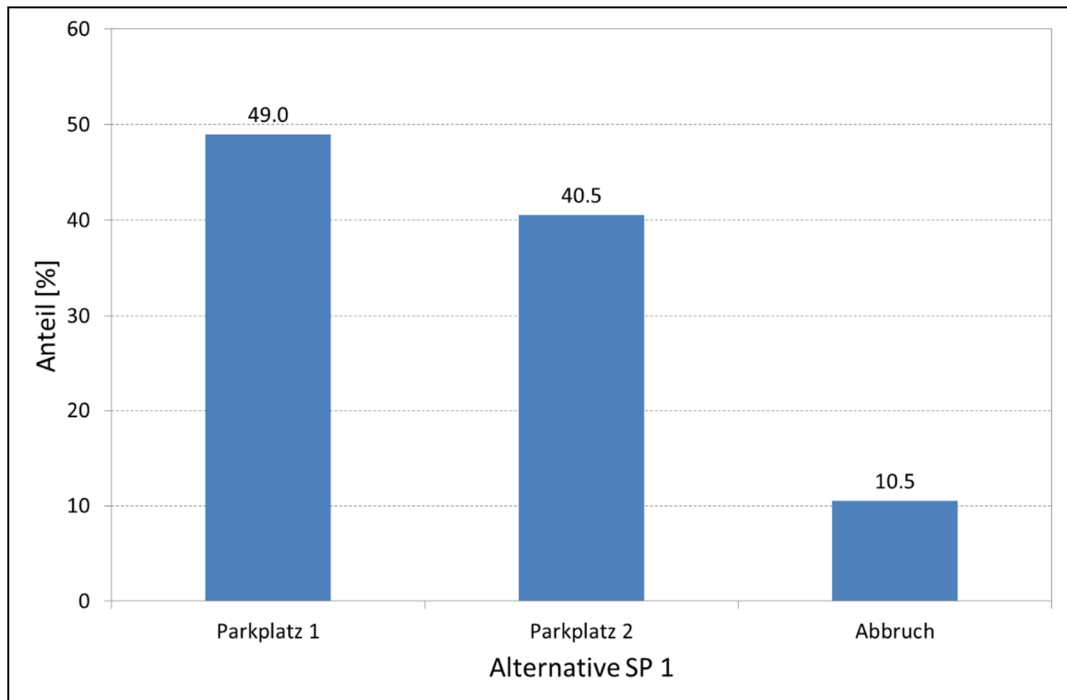


Abbildung 26: Verteilung der gewählten Alternativen in SP 1

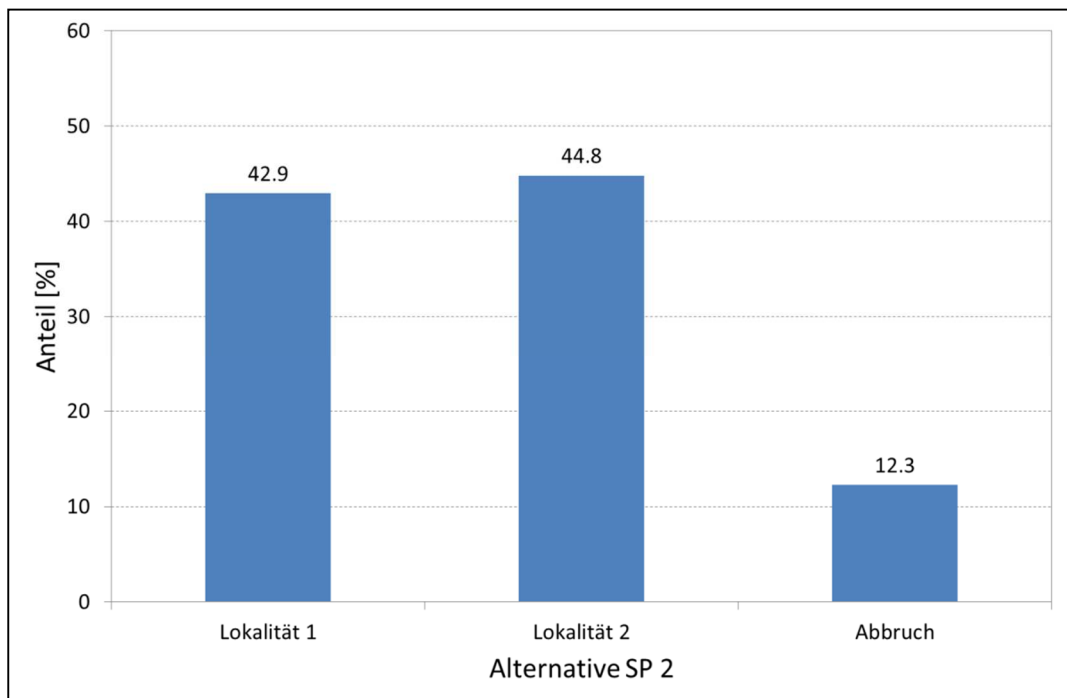


Abbildung 27: Verteilung der gewählten Alternativen in SP 2

Am Ende der Fragebögen zu den SP 1- und SP 2-Experimenten wurden die Befragten zu ihrem Verhalten nach einem eventuellen Abbruch der Suche befragt. Die zur Verfügung stehenden Optionen waren hier die Rückkehr nach Hause, die Suche nach einem anderen Ort für die Durchführung der Aktivität oder die Ausübung einer anderen Aktivität. Abbildung 29 zeigt die Verteilung dieser drei Optionen über alle Befragten, welche in mindestens einer Situation in SP 1 oder SP 2 den Abbruch der Suche ausgewählt haben.

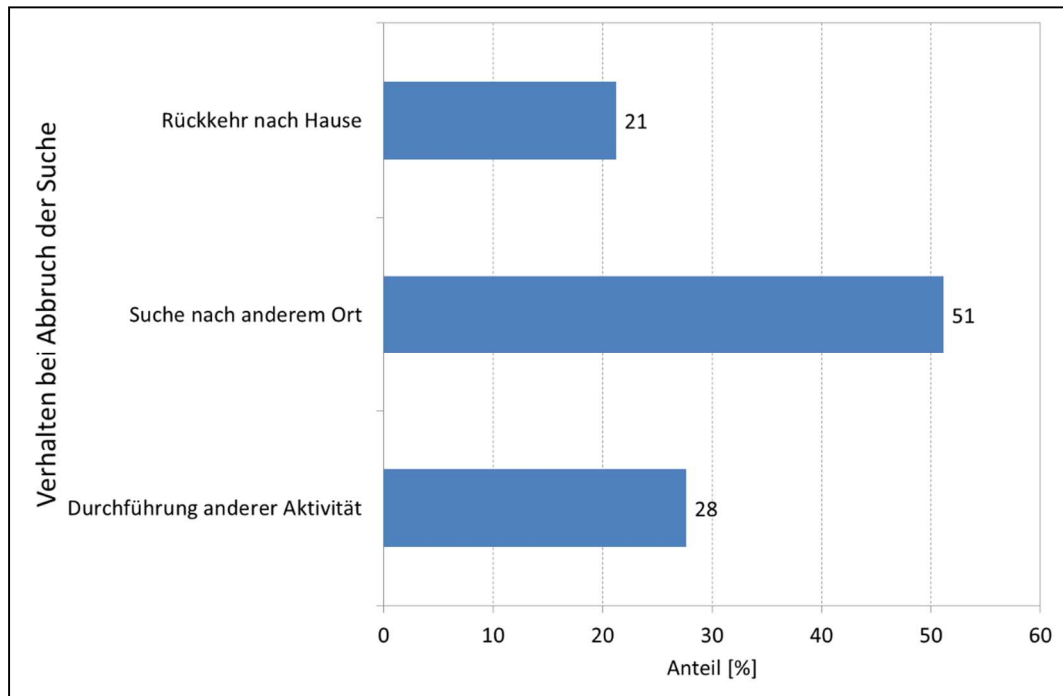


Abbildung 28: Verhalten bei Abbruch der Suche

Abbildung 30 zeigt die Verteilung der gewählten Alternativen zur Verkehrsmittelwahl in SP 3. Im Gegensatz zu den beiden ersten SP-Experimenten sind die Alternativen hier namentlich genannt. Die Verzerrung zugunsten des öffentlichen Verkehrs widerspiegelt wiederum die ÖV-Affinität der Befragten und deren inhärente Präferenz für diese Alternative.

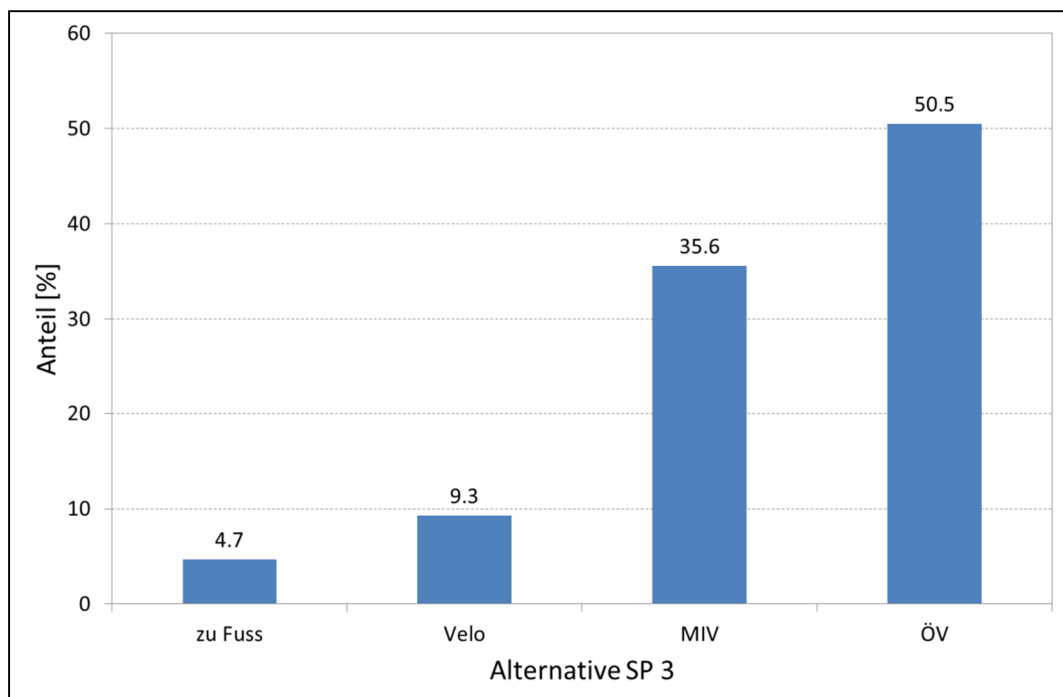


Abbildung 29: Verteilung der in SP 3 gewählten Alternativen

#### 4.3.8 SP-Experiment zur Wahl des Arbeitsplatzes

Abbildung 31 zeigt die Verteilung der gewählten Arbeitsplatz-Alternativen (alt = bisheriger Arbeitsplatz, neu = neuer Arbeitsplatz) über alle entsprechenden Experimente. Auffallend ist die unerwartet hohe Bereitschaft der Befragten, den Arbeitsplatz zu wechseln. Offensichtlich sind die Befragten zumindest im Kontext eines abstrakten Gedankenexperiments relativ rasch bereit, sich Gedanken über einen Wechsel des Arbeitsplatzes zu machen.

Wie Abbildung 32 zeigt, ist dieses Verhalten sehr stark durch die erwartete Einkommensdifferenz zwischen altem und neuem Arbeitsplatz beeinflusst. Die Erhöhung des Einkommens um bis zu 75 Prozent veranlasst viele Befragte zur Wahl dieser Alternative. Im Bereich einer Abweichung von bis zu CHF 500.- pro Monat hingegen scheint das Einkommen kein ausschlaggebendes Kriterium zu sein. Hier liegen die Anteile der beiden Alternativen näher beieinander, was darauf hindeutet, dass die Abwägung auch unter Einbezug der übrigen beschreibenden Attribute (vgl. Tabelle 6) getätigt wurde.

Diejenigen Befragten, welche den neuen Arbeitsplatz vorzogen, wurden jeweils zusätzlich gefragt, mit welchem Verkehrsmittel sie dann den Arbeitsweg vermutlich zurücklegen würden.

Wie Abbildung 33 zeigt, ist diese Wahl sehr stark vom aktuellen Verhalten beeinflusst. Je häufiger ein Befragter heute mit dem Auto zur Arbeit fährt, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass für den Weg zum neuen Arbeitsplatz ebenfalls das Auto benutzt wird. Durch das Parkplatzangebot, bzw. dessen Kosten, scheint das Verhalten hingegen nur schwach beeinflusst zu werden, wie Abbildung 34 (welche nur Befragte beinhaltet, welche im Ist-Zustand mindestens 3 Mal pro Woche mit dem Auto zur Arbeit fahren) zeigt. Der MIV-Anteil bleibt hier für alle Ausprägungen der Parkkosten etwa konstant und nimmt bei 75.- CHF pro Monat gegenüber dem Gratis-Parkplatz sogar leicht zu (möglicherweise aufgrund der Tatsache, dass ein bezahlter Parkplatz als sicherer empfunden wird).

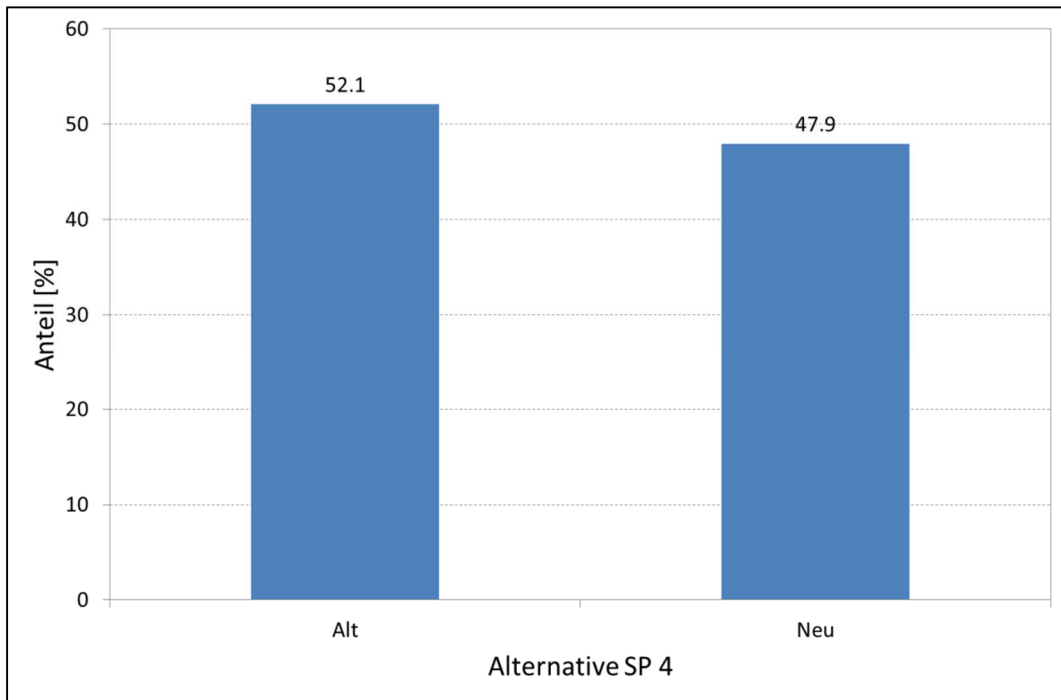


Abbildung 30: Verteilung der gewählten Alternativen in SP 4: bisheriger (alter) vs. neuer Arbeitsplatz

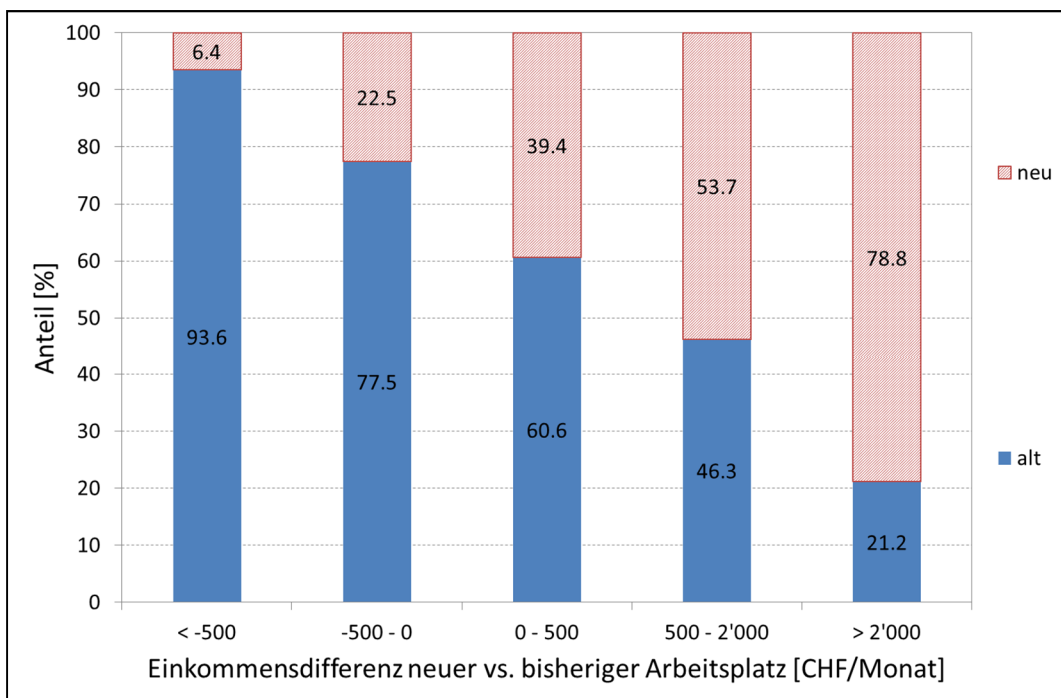


Abbildung 31: Verteilung der gewählten Alternativen in SP 4 in Abhängigkeit der Einkommensdifferenz zwischen altem und neuem Arbeitsplatz

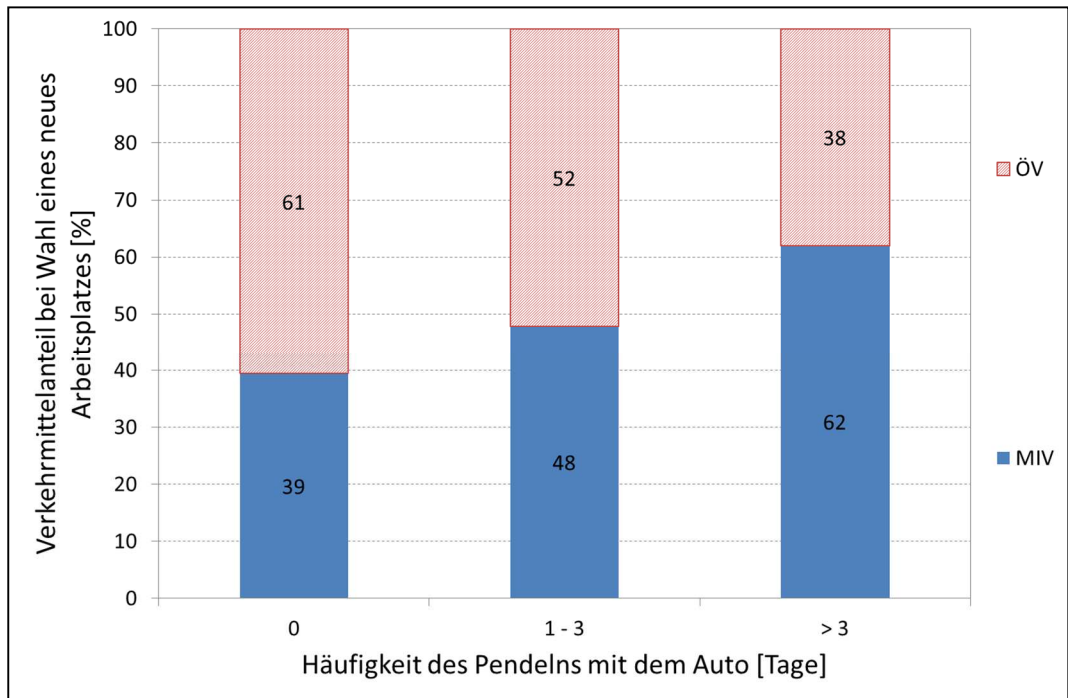


Abbildung 32: Verkehrsmittelwahl für den Weg zum neuen Arbeitsplatz in Abhängigkeit der aktuellen Benutzung des Autos für den Arbeitsweg

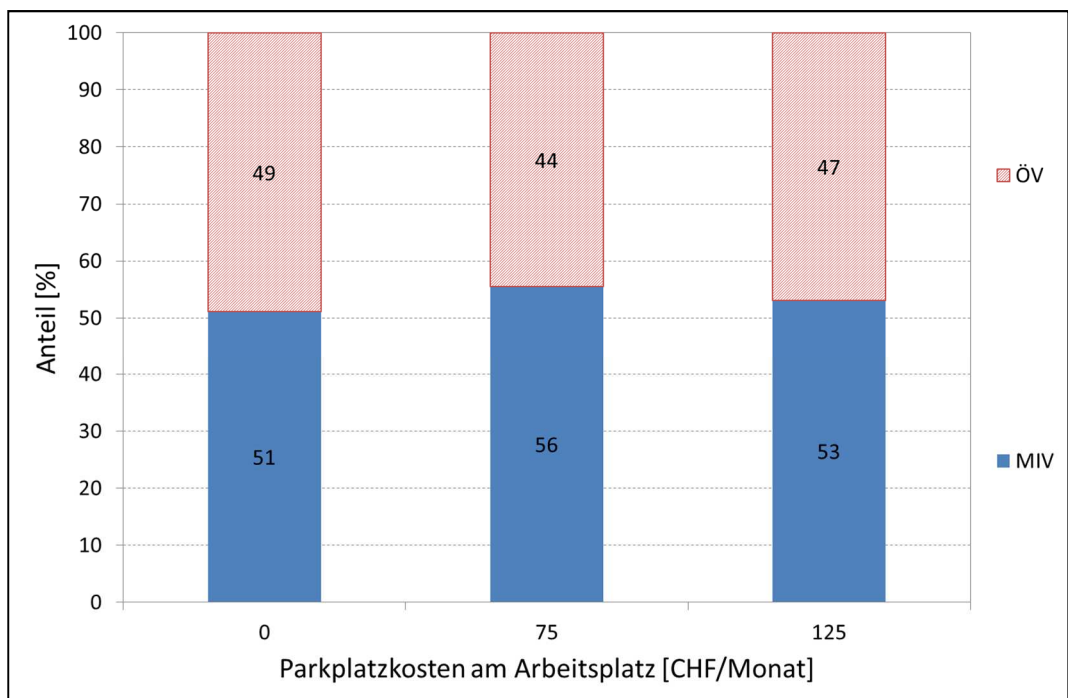


Abbildung 33: Verkehrsmittelwahl für den Weg zum neuen Arbeitsplatz in Abhängigkeit der monatlichen Parkplatzkosten

### 4.3.9 In den SP-Experimenten als unwichtig bezeichnete Attribute

Am Ende des Fragebogens wurde nach den Attributen gefragt, welche bei den Entscheidungen als unwichtig betrachtet wurden (Hensher et al., 2005). Die entsprechende Auswertung zeigen Tabelle 13 und – zur besseren Übersicht – für die einzelnen Experimente die nachfolgenden vier Abbildungen.



Tabelle 13: In den SP-Experimenten als unwichtig bezeichnete Attribute

SP	Attribut	Stichproben- grösse	Anzahl Nennungen	Anteil [%]
1	Typ des Parkstands	588	376	63.9
	Kosten Parkplatz	588	56	9.5
	Fahrtzeit	588	35	6.0
	Suchzeit	588	62	10.5
	Abgangszeit	588	152	25.9
2	Typ des Parkstands	632	380	60.1
	Kosten Parkplatz	632	82	13.0
	Fahrtzeit	632	41	6.5
	Suchzeit	632	70	11.1
	Abgangszeit	632	125	19.8
	Typ des Standorts	632	215	34.0
	Preisniveau	632	181	28.6
	Preis- / Leistungsverhältnis	632	169	26.7
3	Gehzeit zu Fuss	91	19	20.9
	Fahrtzeit Velo	77	16	20.8
	Fahrtzeit (MIV)	332	29	8.7
	Parkplatz-Suchzeit	332	64	19.3
	Abgangszeit	332	89	26.8
	Fahrtkosten (MIV)	332	117	35.2
	Kosten Parkplatz	332	60	18.1
	Fahrtzeit (ÖV)	332	32	9.6
	Abgangszeit	332	67	20.2
	Anzahl Umsteigevorgänge	332	94	28.3
	Fahrtkosten (ÖV)	332	66	19.9
	Takt	332	80	24.1
4	Fahrtzeit (MIV)	515	84	16.3
	Fahrtzeit (ÖV)	515	55	10.7
	Takt	515	115	22.3
	Parkplatz-Verfügbarkeit	515	111	21.6
	Kosten Parkplatz	515	141	27.4
	Parkplatz-Suchzeit	515	142	27.6
	Einkommen	515	33	6.4
	Verantwortung	515	165	32.0
	Firmenwagen	515	218	42.3
	GA vom Arbeitgeber gestellt	515	91	17.7
	Wechsel des Bereichs	515	248	48.2
	Wechsel der Firma	515	195	37.9

Die am häufigsten als irrelevant betrachtete Variable ist in SP 1 und SP 2 der Typ des Parkplatzes (siehe Abbildung 35 und Abbildung 36). Fahrtzeit, Suchzeit und Parkplatzkosten wurden in beiden Experimenten am wenigsten häufig als unwichtig genannt; sie gehören also zu den wichtigsten Kriterien bei der Wahl.

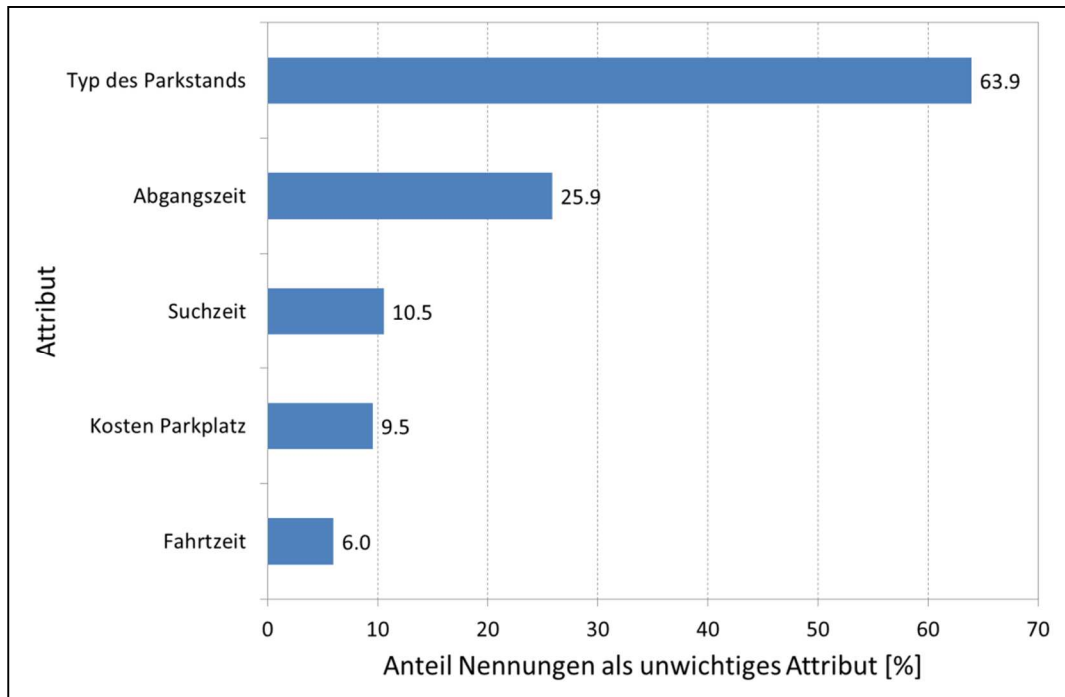


Abbildung 34: In SP 1 als unwichtig bezeichnete Attribute

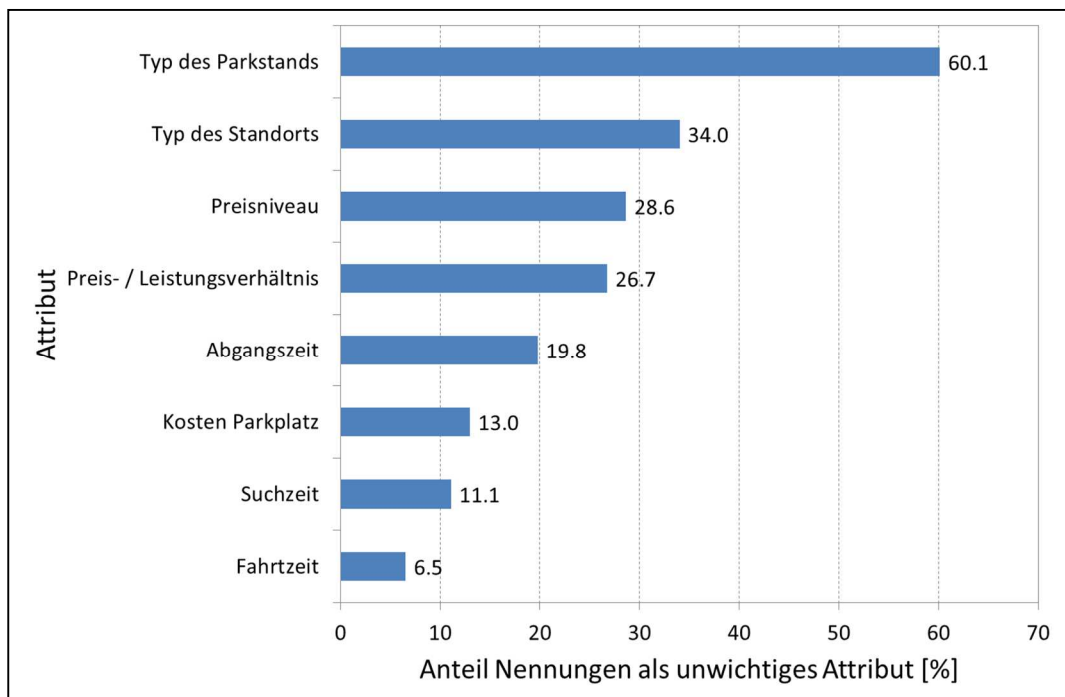


Abbildung 35: In SP 2 als unwichtig bezeichnete Attribute

Auffallend ist die häufige Nennung der Fahrtkosten (Treibstoffkosten) als unwichtiges Attribut in SP 3 (Abbildung 37). Hier ist anzunehmen, dass die Fokussierung der SP-Experimente auf die Attribute des Parkplatzangebotes die Fahrtkosten etwas aus dem Blickwinkel der Befragten rückte.

Die Fahrtzeiten sowie die Parkplatz-Suchzeit und -Kosten sind wiederum die wichtigsten Attribute. Dies ist konsistent mit den Ergebnissen der beiden ersten Experimente.

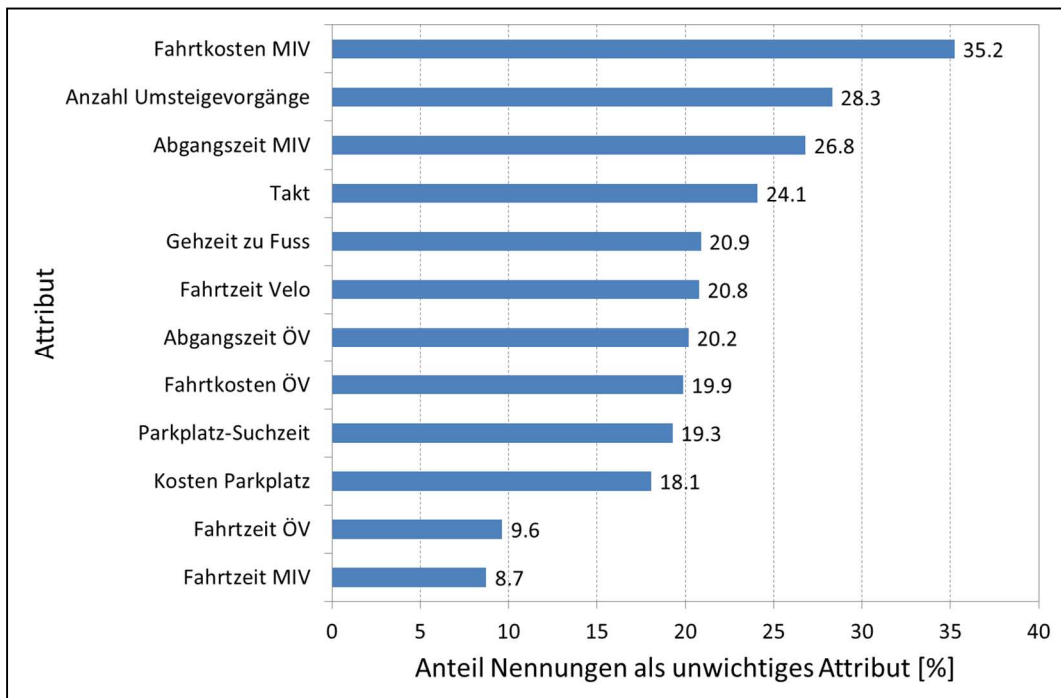


Abbildung 36: In SP 3 als unwichtig bezeichnete Attribute

In SP 4 sind der Wechsel des Bereichs oder der Firma und die Verfügbarkeit eines Firmenwagens am wenigsten relevant für die Entscheidungen der Befragten, wie Abbildung 38 zeigt. Erwartungsgemäss wird hier das Einkommen am wenigsten oft als irrelevantes Merkmal genannt.

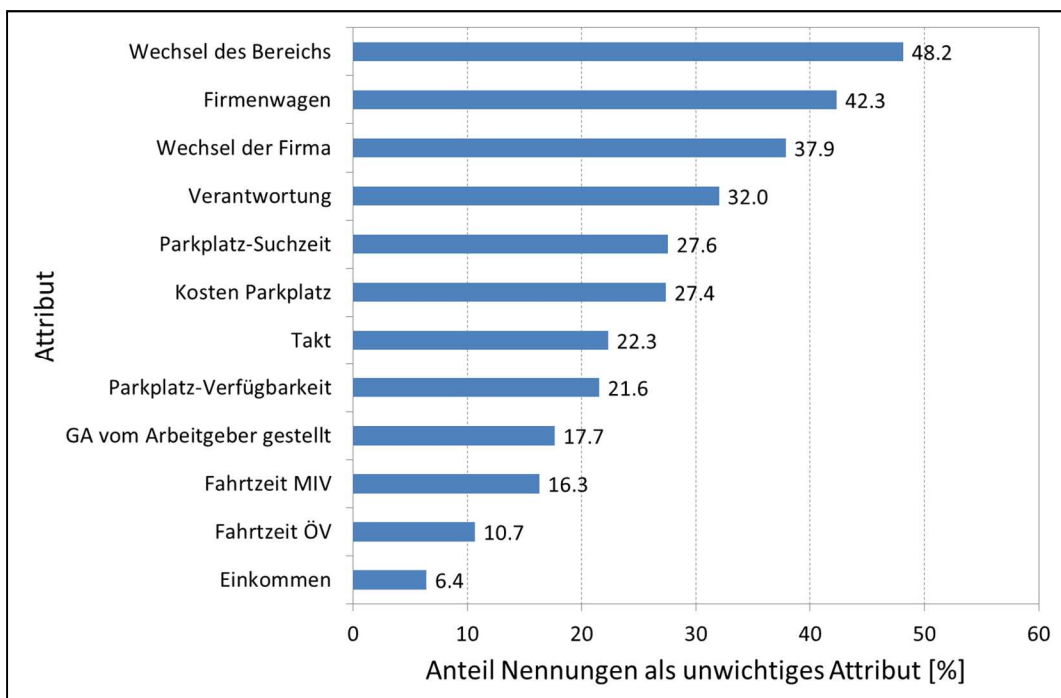


Abbildung 37: In SP 4 als unwichtig bezeichnete Attribute

## 4.4 Auswertung der Befragungsdaten aus der Projekterweiterung

### 4.4.1 Rücklauf

Für die Projekterweiterung wurden insgesamt 1'321 Personen rekrutiert, welche sich zu einer Teilnahme am SP bereit erklärten. Von diesen mussten 36 aus der Stichprobe entfernt werden, da sie keine für die Befragung relevanten Wege berichtet hatten oder diese trotz manueller Nachbearbeitung nicht korrekt attribuiert werden konnten. Einladungen zur Teilnahme an der SP-Befragung wurden also an 1'275 Personen verschickt.

Das Zeitfenster für die SP-Befragung wurde ca. eine Woche offen gelassen (vom 5. bis 16. Februar 2015), um den Befragten genügend Zeit für die Beantwortung zu geben. Zudem wurde nach 4 Tagen eine Erinnerung an jene Befragte verschickt, welche bis dahin noch nicht geantwortet hatten.

Insgesamt haben 1'056 Befragte die SP-Erhebung komplett ausgefüllt, was einem Rücklauf von 82.8 Prozent entspricht. Der Rücklauf ist also ähnlich hoch wie in der Hauptstudie und entspricht angesichts des Aufwands für die Beantwortung der Befragung den Erwartungen.

Abbildung 38 zeigt die Rücklaufrate in Abhängigkeit der verstrichenen Zeit nach dem Versand der Online-Einladungen zur Teilnahme an der SP-Befragung. Hier ist einer der grossen Vorteile von Online-Erhebungen ersichtlich, nämlich die hohe Rücklaufgeschwindigkeit. Wie zu sehen ist, beantworteten knapp 60% der Befragten die Erhebung gleich nach Erhalt der Einladung bzw. noch am selben Tag.

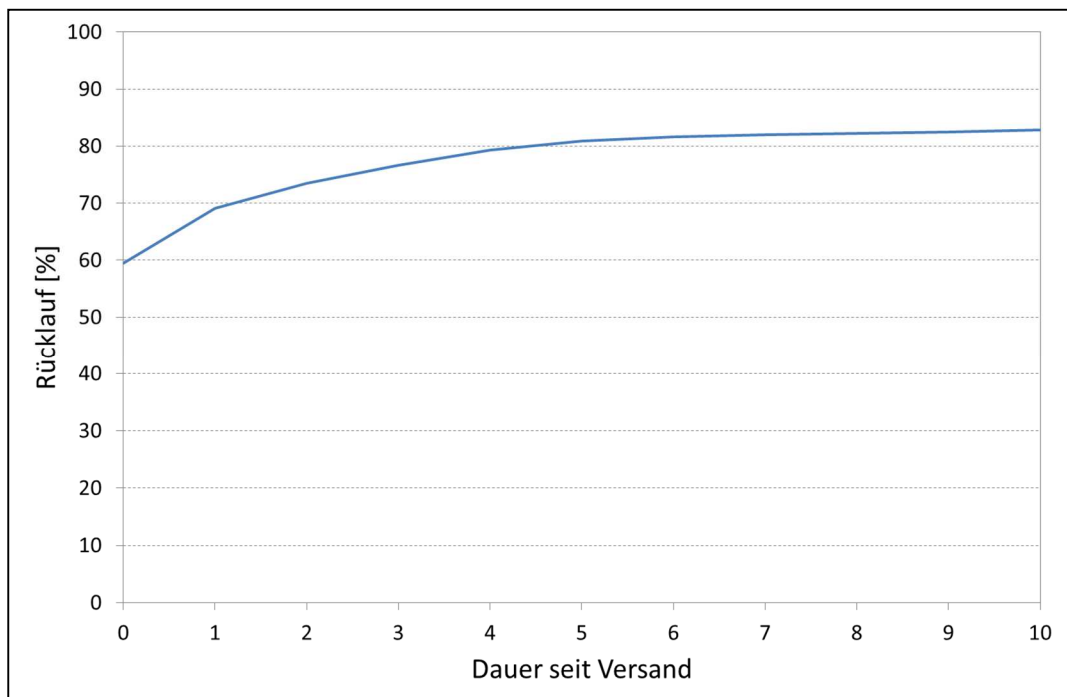


Abbildung 38: Rücklaufgeschwindigkeit in Tagen

#### 4.4.2 Soziodemographische Eigenschaften der Befragten

Tabelle 14 zeigt die Verteilung der wichtigsten soziodemographischen Eigenschaften der rekrutierten Befragten und der Teilnehmer (Stichprobe) an der SP-Befragung im Vergleich zu den repräsentativen Zahlen aus dem Mikrozensus 2010 (MZ'10; Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Raumentwicklung, 2012).

Hier ist ersichtlich, dass die Verteilung, insbesondere der Quotierungsvariablen<sup>20</sup>, im Vergleich zur Hauptstudie viel besser jene des MZ'10 wiedergibt. Bei den Attributen Geschlecht, Alter und Einkommen sind nur noch minimale Abweichungen vom MZ'10 vorhanden.

Insbesondere aber gilt dies auch für den als sehr wichtig angesehenen Besitz von ÖV-Abonnements, für welchen ein relevanter Einfluss auf die Einstellungen der Befragten und somit auch auf das Verkehrsverhalten postuliert wird. In der Projekterweiterung wurde zusätzlich nach dem Besitz von Verbundabonnements gefragt, um eine noch feinere Einteilung zu ermöglichen. Die Verteilung des Besitzes von ÖV-Abonnements in der Stichprobe entspricht jetzt sehr genau jener der Bevölkerung.

Auch bei den sekundären Variablen, also z.B. dem Bildungsstand (welcher stark mit dem Einkommen korreliert) und der Haushaltgrösse sind die Abweichungen in der Stichprobe der Projekterweiterung gegenüber dem MZ'10 vernachlässigbar.

Da ein zusätzliches Augenmerk auf die Verteilung der Fahrtzwecke gelegt wurde, ist diese jetzt ebenfalls sehr nahe an jener des MZ'10. Mit je ca. einem Drittel sind die Fahrtzwecke Pendler (Arbeit und Ausbildung), Einkauf und Freizeit etwa gleichmässig vertreten, und es liegt für jeden dieser 3 Zwecke eine genügend grosse Stichprobe für die Schätzung fahrtzweckspezifischer Entscheidungsmodelle vor.

Es kann festgestellt werden, dass die Vorgabe der Rekrutierung einer nicht verzerrten Stichprobe sehr gut erreicht worden ist.

---

<sup>20</sup> Variablen, nach denen die Repräsentativität der Stichprobe sichergestellt wird.

Tabelle 14: Prozentuale Verteilung soziodemographischer Kennwerte

Attribut	Wert	Rekrutiert [%]	Rücklauf [%]	MZ'10 [%]*
Geschlecht	männlich	51.3	50.9	53.5
	weiblich	48.7	49.1	46.5
Alter	18 – 35	24.0	23.3	26.2
	36 – 50	34.5	36.0	33.8
	> 50	41.5	40.7	40.0
Haushaltsgrösse	1	23.8	23.3	14.4
	2	34.3	34.2	39.4
	3	15.6	15.8	16.9
	4+	26.3	26.7	29.3
Einkommen	< 2'000	14.9	15.5	15.0
	2'000 – 4'000	21.0	20.0	20.0
	4'000 – 6'000	32.9	33.1	30.0
	6'000 – 8'000	18.1	18.4	20.0
	8'000 – 10'000	8.6	8.7	10.0
	> 10'000	4.5	4.3	5.0
Bildungsstand	Primar- oder Sekundarschule	8.2	6.2	8.9
	Berufsschule	50.2	49.0	51.0
	Mittelschule, Gymnasium, Seminar	11.6	12.0	8.0
	Fachhochschule, HVM, Technikum	19.7	20.4	18.4
	Universität, Hochschule, ETH	10.3	12.5	13.7
ÖV-Abonnement	GA	8.3	8.7	9.1
	Halbtax & Verbundabo	8.3	7.8	8.5
	Halbtax	25.8	26.5	25.2
	Verbundabo	7.9	8.0	8.7
	keines	49.7	49.0	48.5
PW-Verfügbarkeit	immer	86.8	86.6	82.0
	häufig	9.1	9.2	18.0
	gelegentlich oder nach Absprache	4.1	4.2	
Fahrtzweck	Pendler	32.7	33.6	32.5
	Einkauf	30.4	30.8	29.4
	Freizeit	36.8	35.6	38.1

\* Betrachtet wurden nur für den Vergleich relevante Daten des MZ'10, also Angaben von Personen aus der Deutsch- und Westschweiz mit zumindest gelegentlicher Verfügbarkeit eines PW.

### 4.4.3 Eigenschaften der berichteten Wege, Aktivitäten und Ziele

Die folgenden drei Abbildungen zeigen die Weglängenverteilung zwischen den Wohnorten der befragten Teilnehmer und den angegebenen Arbeits-/Ausbildungs-, Einkaufs- und Veranstaltungsorten, welche diese am häufigsten besuchen. Wie zu sehen ist, ist die Weglängenverteilung für alle Fahrtzwecke jener in der Hauptstudie sehr ähnlich. Im Vergleich zum Mikrozensus 2010 sind die Verteilungen für die Pendler- und Freizeitwege geringfügig hin zu längeren Distanzen verzerrt; dies deckt aber den Bereich ab, in welchem die in den SP-Experimenten angebotenen Variationen der Fahrtzeiten spürbar und für die Entscheidungsfindung relevant werden. Die vorgesehene Modellierung mit der Abbildung der wichtigsten Effekte in Interaktion mit der zurückgelegten Distanz stellt sicher, dass Aussagen über die gesamte Bandbreite getroffen werden können.

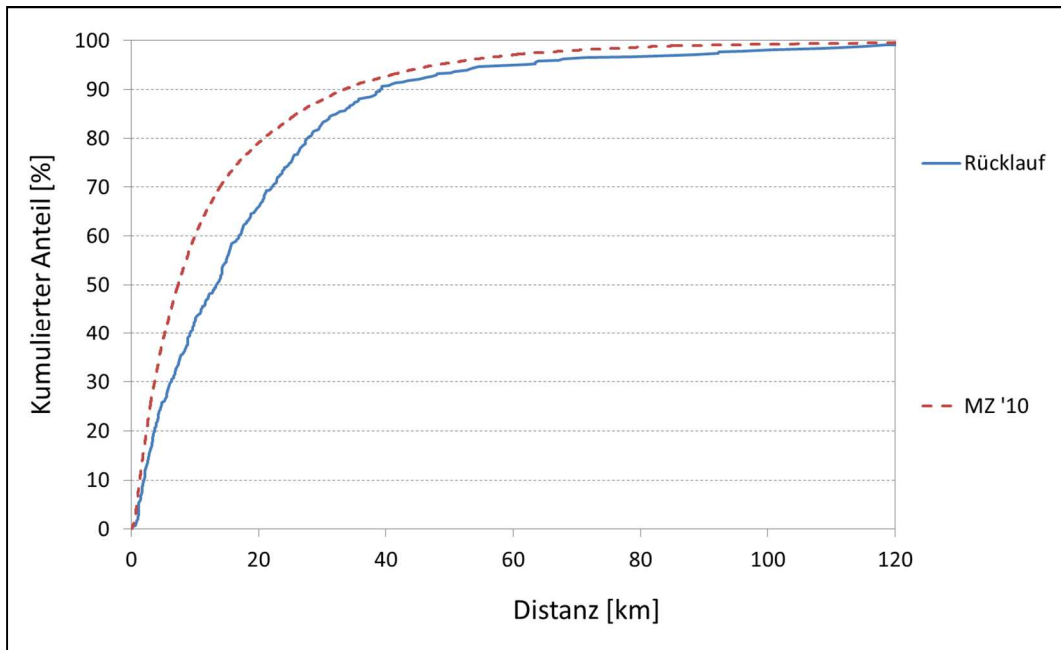


Abbildung 39: Längenverteilung der Pendlerwege

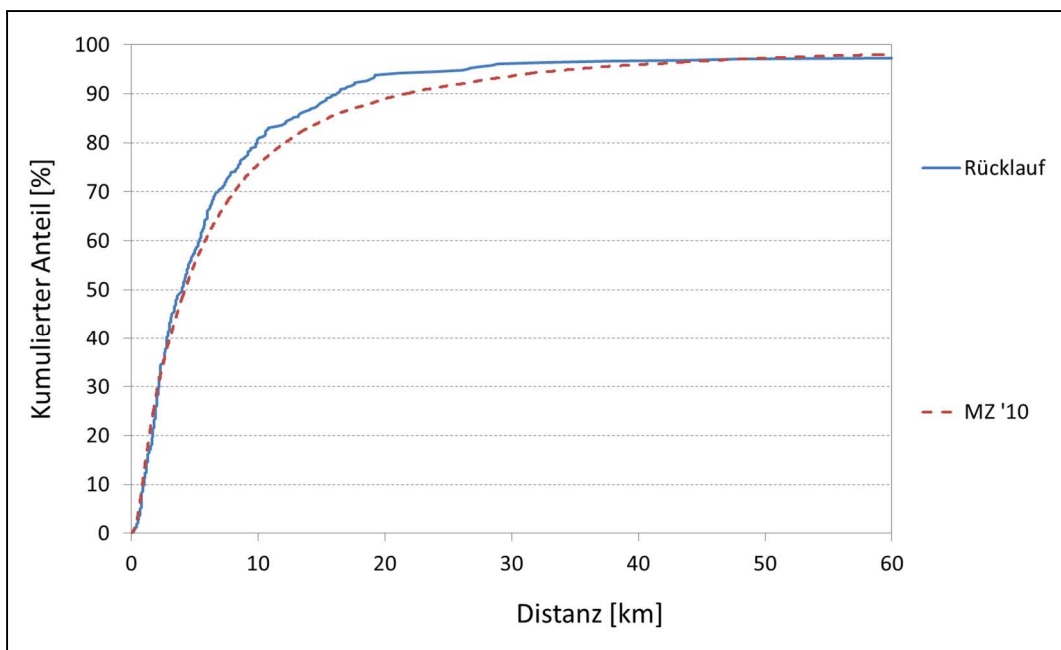


Abbildung 40: Längenverteilung der Einkaufswege

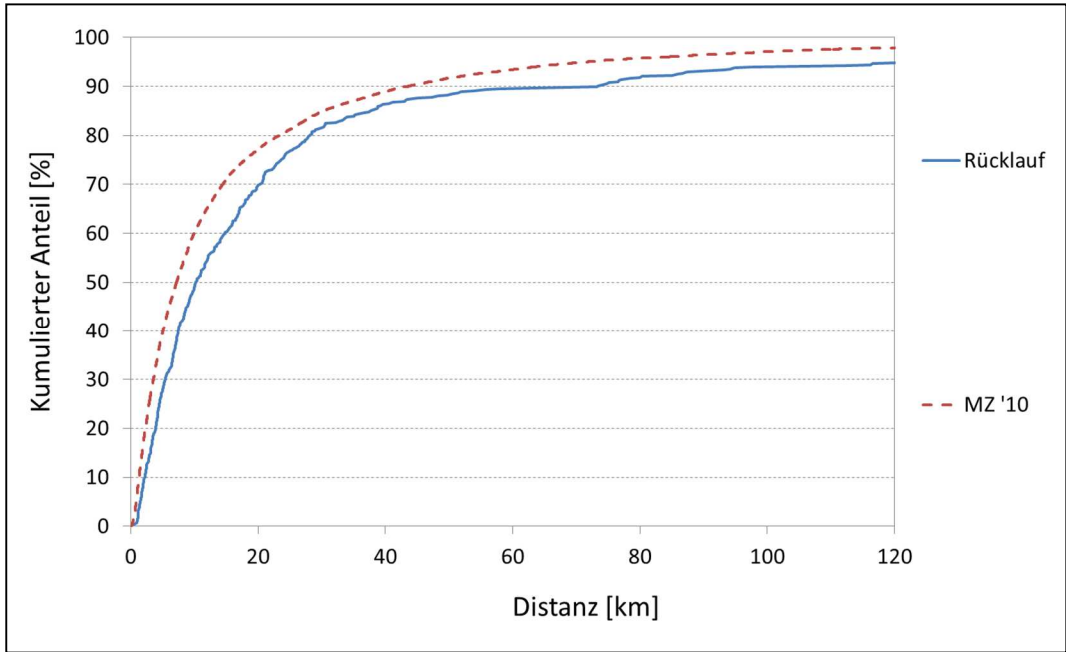


Abbildung 41: Längenverteilung der Freizeitwege

Für die in der RP-Erhebung berichteten Wege wurde nach den Anteilen der üblicherweise benutzten Verkehrsmittel gefragt. Die Mittelwerte für die gesamte Stichprobe zeigt Abbildung 42. Hier ist nochmals klar ersichtlich, dass die Stichprobe der Projekterweiterung gegenüber jener der Hauptstudie deutlich weniger ÖV-affin ist – weit über 80% aller Wege zu allen 3 Fahrtzwecken werden durch die Befragten mit dem Auto zurückgelegt.

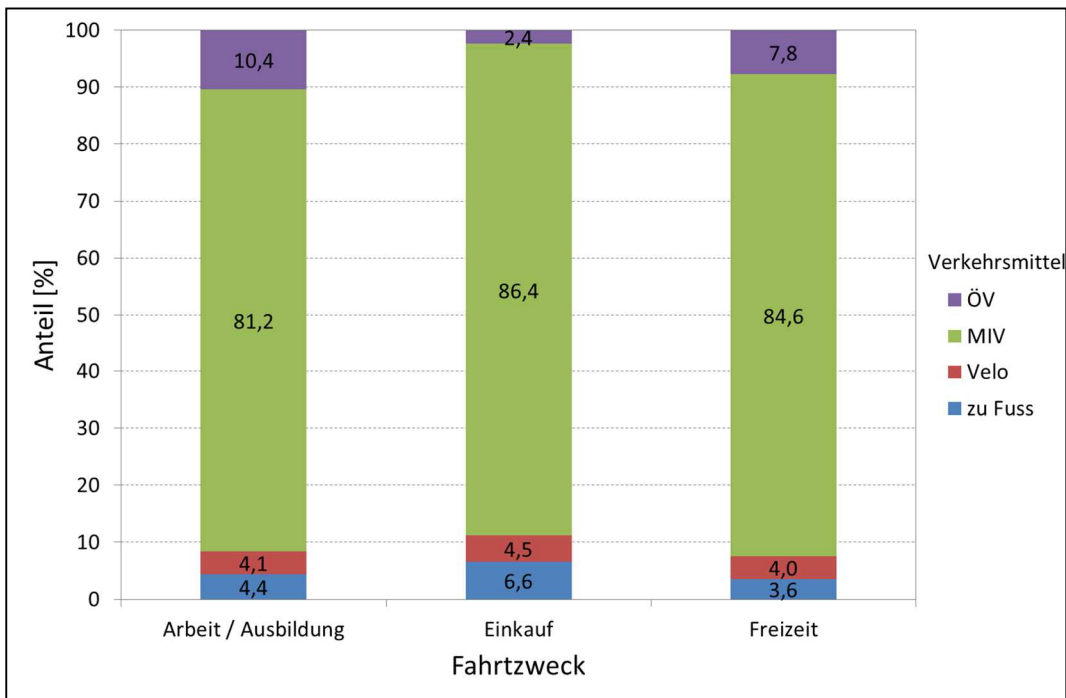


Abbildung 42: Modal Split für Pendler-, Einkaufs- und Freizeitwege

Bei den Einkaufs- und Freizeitaktivitäten wurden die Befragten nach deren üblicher Dauer gefragt, um die entsprechenden Einflüsse auf das Verkehrsverhalten in den Entscheidungsmodellen abbilden zu können. Die Verteilung der üblichen Dauern der an den angegebenen Orten durchgeführten Aktivitäten ist in der Abbildung 43 dargestellt. Diese ähnelt sehr stark jener aus der Hauptbefragung. Während Einkaufsaktivitäten zumeist kurz (ca.



70% unter einer Stunde) sind, dauern Freizeitaktivitäten oft bis mehrere Stunden oder (aufgrund der Aufhebung der Beschränkung auf Veranstaltungsbesuche, womit auch Tagesausflüge inbegriffen sind) gar ganze Tage.

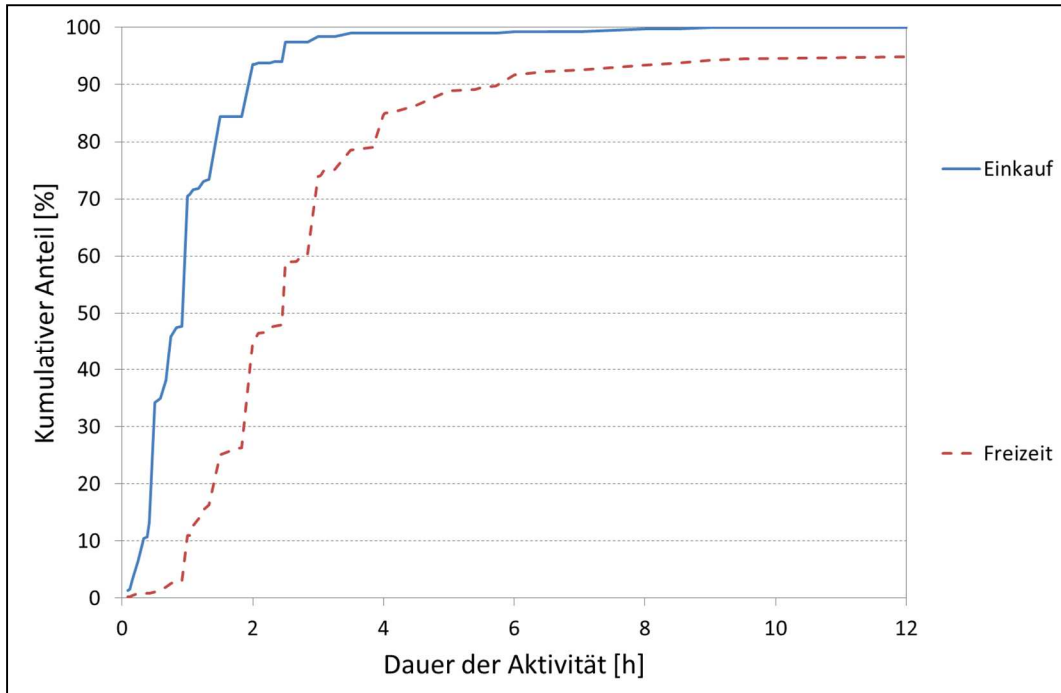


Abbildung 43: Verteilung der üblichen Aktivitätendauern

Ein weiterer interessanter Aspekt ist die Angabe der Parkplatzsuchzeiten am Zielort durch die Befragten. Deren Verteilung ist in Abhängigkeit des Fahrtzwecks in Abbildung 44 abgebildet.

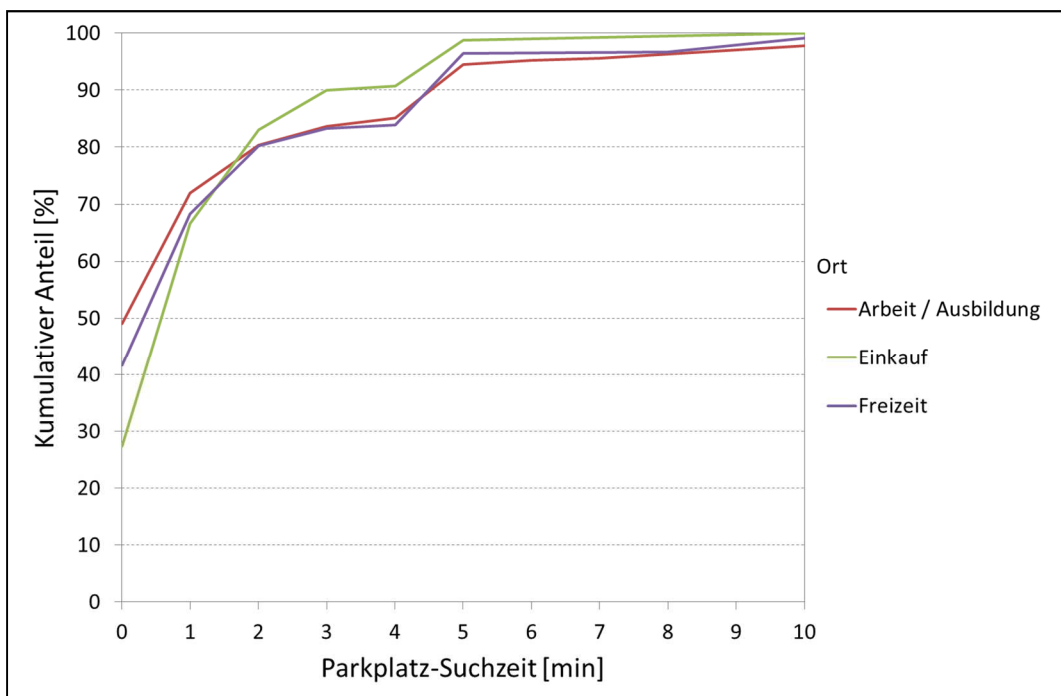


Abbildung 44: Durch die Befragten berichtete Suchzeiten

Ebenfalls direkt erfragt wurden in der Projekterweiterung die Fusswege zum (zu Hause) und vom (am Ziel) Parkplatz. Die entsprechenden Verteilungen (wiederum nach Fahrtzweck) zeigt Abbildung 45.

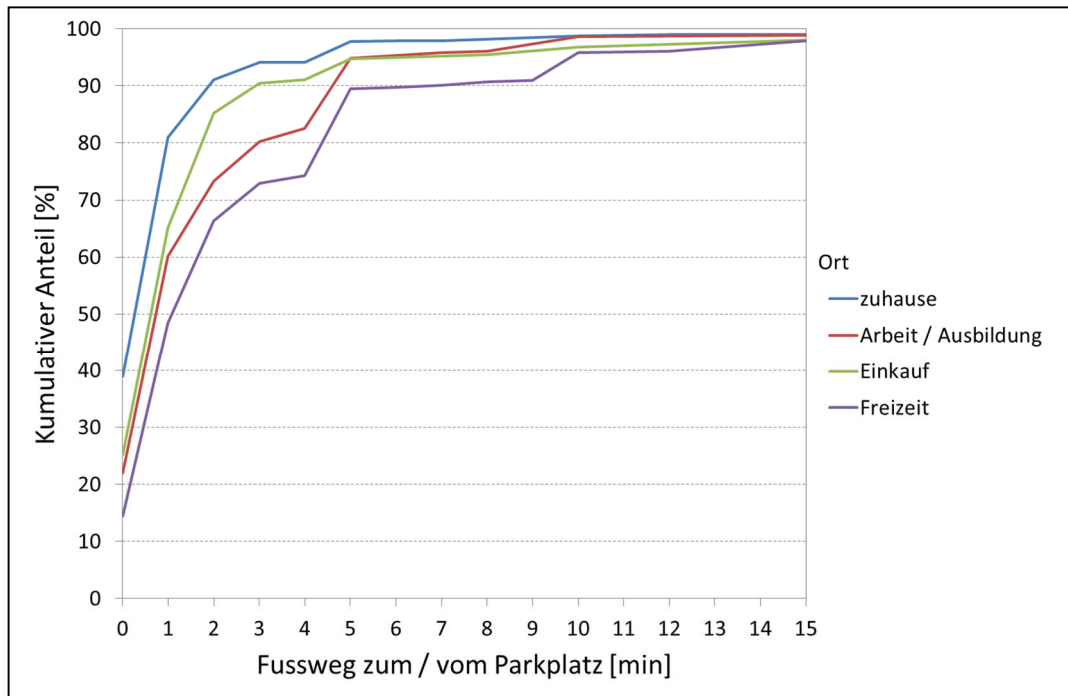


Abbildung 45: Durch die Befragten berichtete Fusswege zum und vom Parkplatz

Sowohl die Suchzeiten als auch die Fusswege sind durchwegs eher kurz. Bei allen Zwecken liegt ein Grossteil der Suchzeiten unter 5 Minuten; am kürzesten sind diese bei Einkaufsfahrten. Am Arbeitsort und insbesondere bei Freizeitwegen sind die Fusswege etwas länger (im Freizeitverkehr liegen die Abgangszeiten in 90% der Fälle aber immer noch unter 5 Minuten).

In allen 3 SP-Experimenten werden die durch die Befragten berichteten Parkplatzkosten als Grundlage für die Konstruktion und Beschreibung der Alternativen verwendet. Abbildung 46 zeigt deren Verteilung für die Einkaufs- und Freizeitorte.

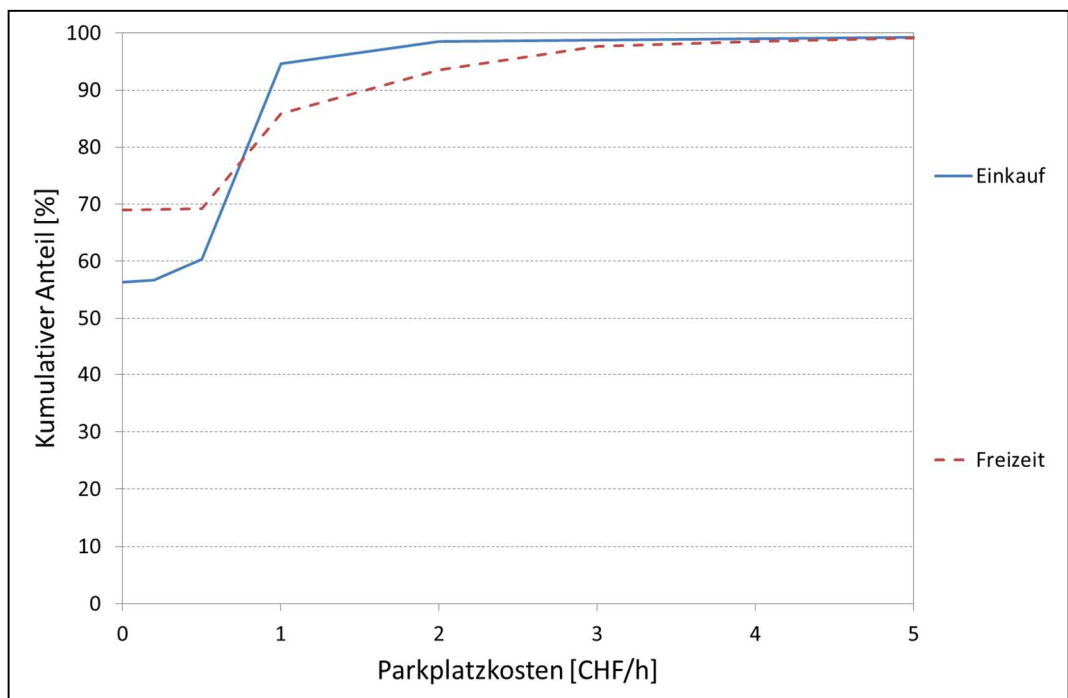


Abbildung 46: Durch die Befragten berichtete stündliche Parkplatzkosten

Bei den Kosten zeigt sich, dass ein Grossteil der berichteten Zielorte (knapp 60% der Einkaufs- und 70% der Freizeitdestinationen) Gratis-Parkplätze anbieten. Ansonsten betragen die stündlichen Parkplatzkosten maximal 3.- CHF. Somit ist klar, dass in SP 2, wo der erste angebotene Zielort jeweils konstant gehalten wird und der andere mit teilweise recht hohen Parkplatzkosten versehen ist, letzterer naturgemäss weniger häufig gewählt werden dürfte.

Abbildung 47 zeigt die Verteilung der ebenfalls neu erfragten Einkaufsmengen bzw. -typen. Die Grobklassifizierung, verbalisiert als "kleinerer Einkauf für den täglichen Bedarf (1 Einkaufstasche oder weniger)" oder "grösserer Wocheneinkauf (2 oder mehr Einkaufstaschen)" soll als Indikator für die Machbarkeit des Weges mit alternativen Verkehrsmitteln dienen. So ist davon auszugehen, dass bei grösseren Einkäufen ein alleiniger Umstieg vom Auto auf den ÖV oder den Langsamverkehr häufig nicht erwägbar ist. Da den Befragten in der SP-Befragung der berichtete Weg nochmals in Erinnerung gerufen wird, wird die Einkaufsmenge also unter Umständen zur zusätzlichen Einschränkung der Wahlfreiheit. Dieses Attribut wird demnach in den Entscheidungsmodellen zur Verkehrsmittelwahl ebenfalls mit abgebildet, um die genannte Trägheit korrekt zu berücksichtigen. (Hinweis: Selbstverständlich ist die Einkaufsmenge keine fixe Grösse. Mit dem Entscheid, für den Einkauf auf das Auto zu verzichten, könnte auch der Entscheid verbunden sein, jeweils kleinere Mengen einzukaufen.)

Wie zu sehen ist, werden an knapp  $\frac{3}{4}$  der in der RP-Befragung berichteten (mit dem Auto zurückgelegten) Einkaufswege grössere Wocheneinkäufe getätigt.

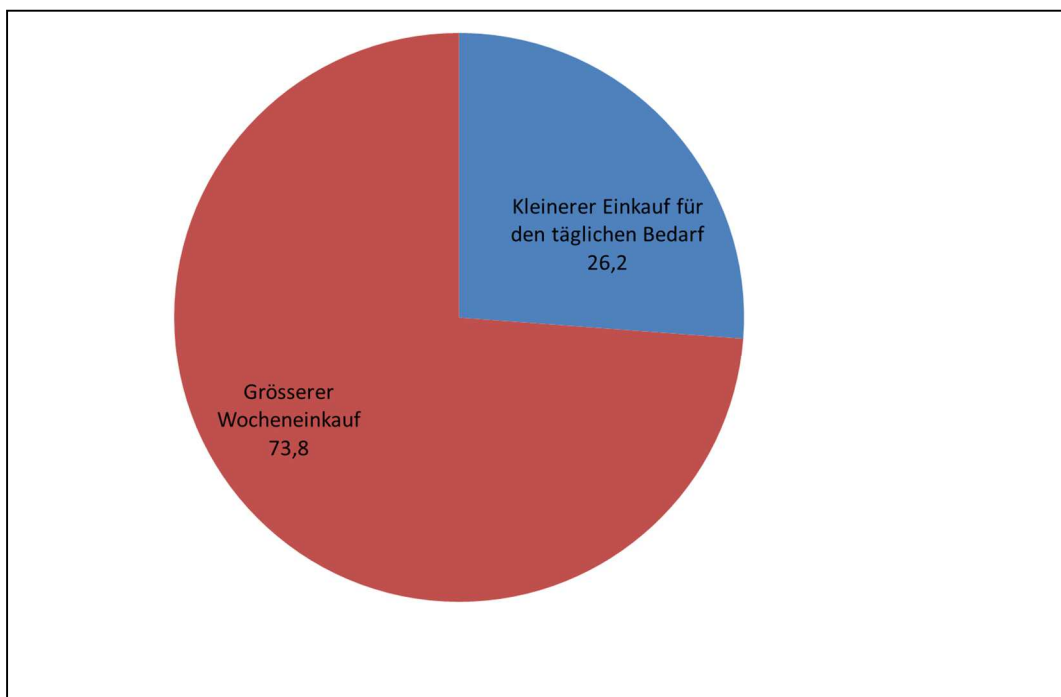


Abbildung 47: Durch die Befragten berichtete Einkaufsmengen<sup>21</sup>

Wie Abbildung 48 zeigt, wird die Attraktivität der gewählten Zielorte (im Einkaufs- und Freizeitverkehr) durch die Befragten durchwegs als gut beurteilt. Selbiges gilt auch für das Preisniveau im Vergleich zur Leistung (Abbildung 49). Da im SP 2 zur Zielwahl jeweils der erste Ort konstant gehalten wird und dem bisher gewählten Ziel entspricht, ist hier wiederum mit einer gewissen Trägheit zu rechnen, da die Variation des alternativen Ziels dieses in der Mehrheit der Fälle als schlechter darstellen wird.

<sup>21</sup> Bei Auto-Nutzung

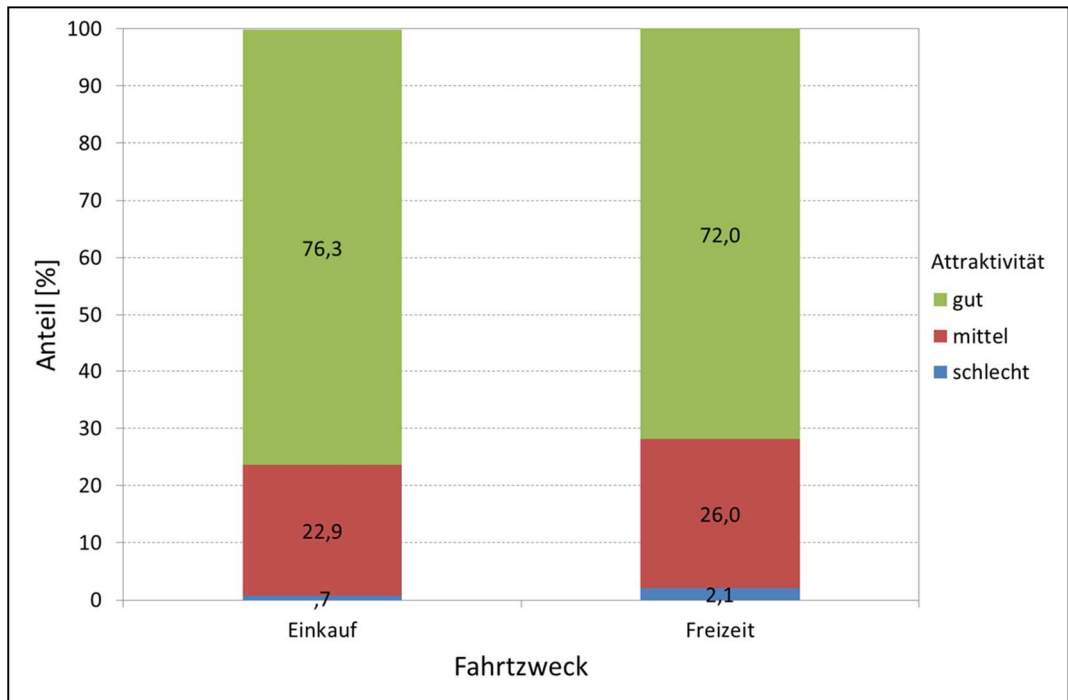


Abbildung 48: Durch die Befragten berichtete Attraktivität der Zielorte

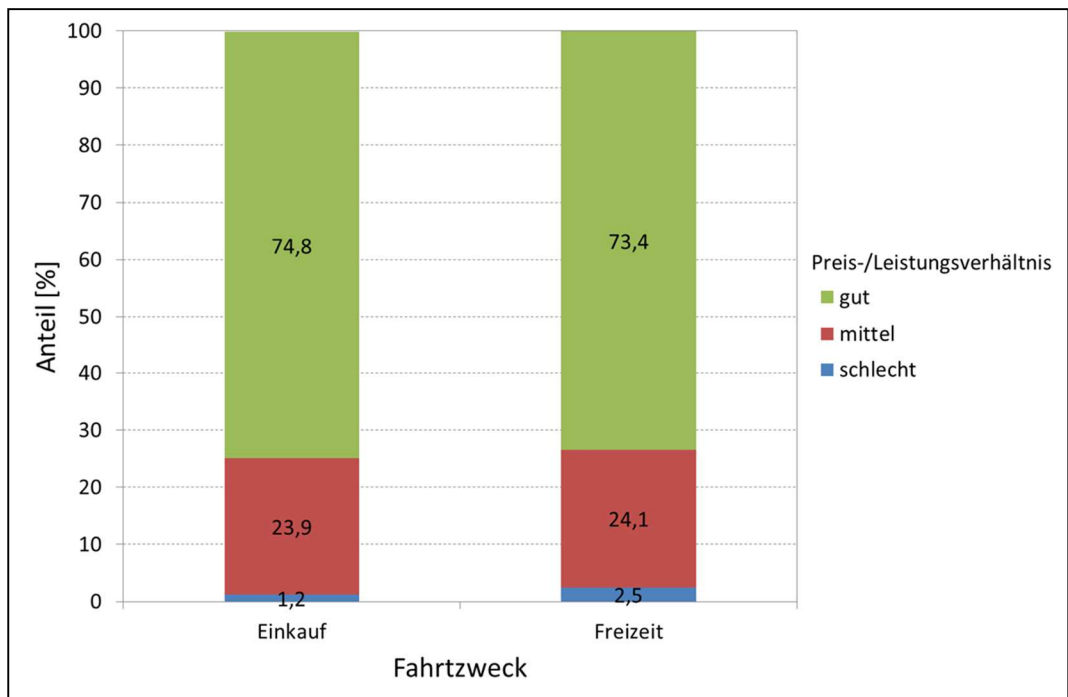


Abbildung 49: Durch die Befragten berichtetes Preis-/Leistungsverhältnis der Zielorte

#### 4.4.4 SP-Experimente

Die Verteilungen der gewählten Alternativen bei den SPs zum kurzfristigen Wahlverhalten (Wahl eines Parkplatzes in SP 1, Wahl eines Ziels in SP 2 und Wahl eines Verkehrsmittels in SP 3) sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

Abbildung 50 zeigt die Verteilungen für SP 1. Hier ist ersichtlich, dass beide Alternativen etwa gleich oft gewählt worden sind, was darauf hinweist, dass die Wahl unter Abwägung der Eigenschaften der Alternativen getroffen wurde. Das Fehlen einer inhärenten Präferenz für eine Alternative ist bei solchen Experimenten mit nicht namentlich gekennzeichneten Alternativen ökonomisch konsistent, da hier die Bezeichnung der Alternativen keinen direkten Einfluss auf die Auswahl haben sollte.

Deutlich anders stellt sich die Lage bei SP 2 dar (Abbildung 51). Dadurch, dass Ort 1 im Experiment immer das bisher gewählte und bekannte Ziel beschreibt und Ort 2 sowohl hinsichtlich der Parkplatzkosten als auch der Attraktivität bzw. des Preis-/Leistungsverhältnisses tendenziell schlechter gestellt ist, ist die inhärente Präferenz hier nicht weiter erstaunlich. Hier kann denn auch nicht mehr von einem nicht namentlich gekennzeichneten Experiment die Rede sein, da Ort 1 jeweils klar als "bisheriges Ziel" angegeben wurde. Es wird sich in den Entscheidungsmodellen zeigen, welchen Einfluss diese im Vergleich zur Hauptstudie etwas andere Formulierung des Experiments auf die Bewertung der einzelnen Attribute hat.

In beiden Experimenten haben sich die Befragten in weniger als 5% aller Fälle für den Abbruch der Suche nach einem Parkplatz bzw. den Abbruch des Besuchs eines Zielortes entschieden. Dieser Wert ist tiefer als jener in der Hauptstudie, was jedoch erneut der konkreteren Anbindung an eine den Befragten bekannte Situation und die Ausprägungen der Attribute, welche mit dieser vergleichbar sind, zu verdanken sein dürfte.

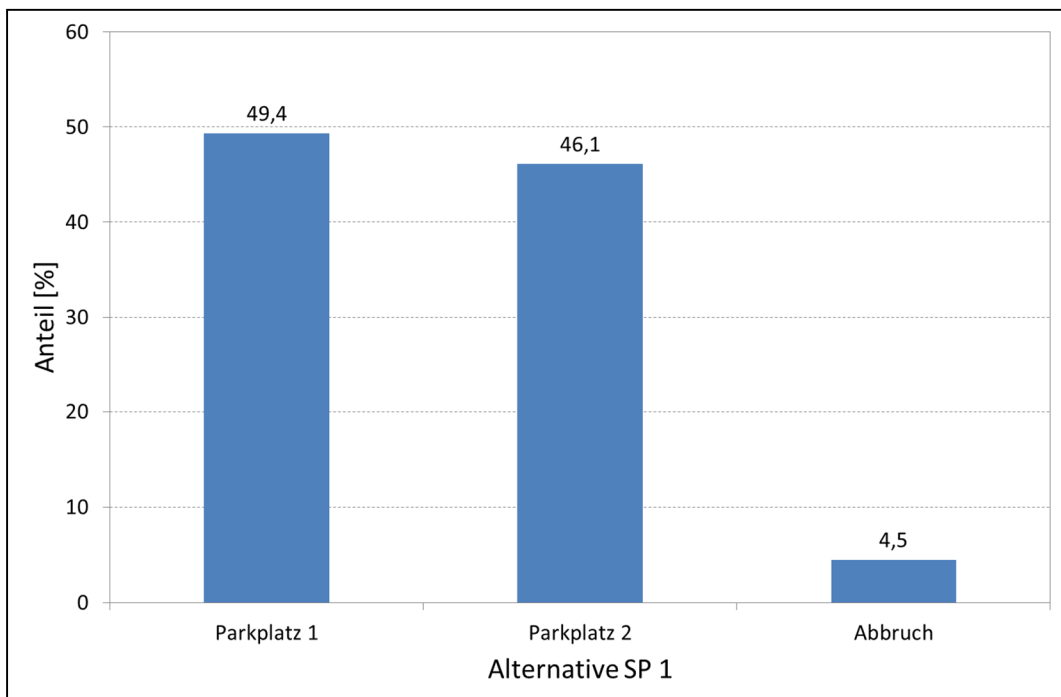


Abbildung 50: Verteilung der gewählten Alternativen in SP 1

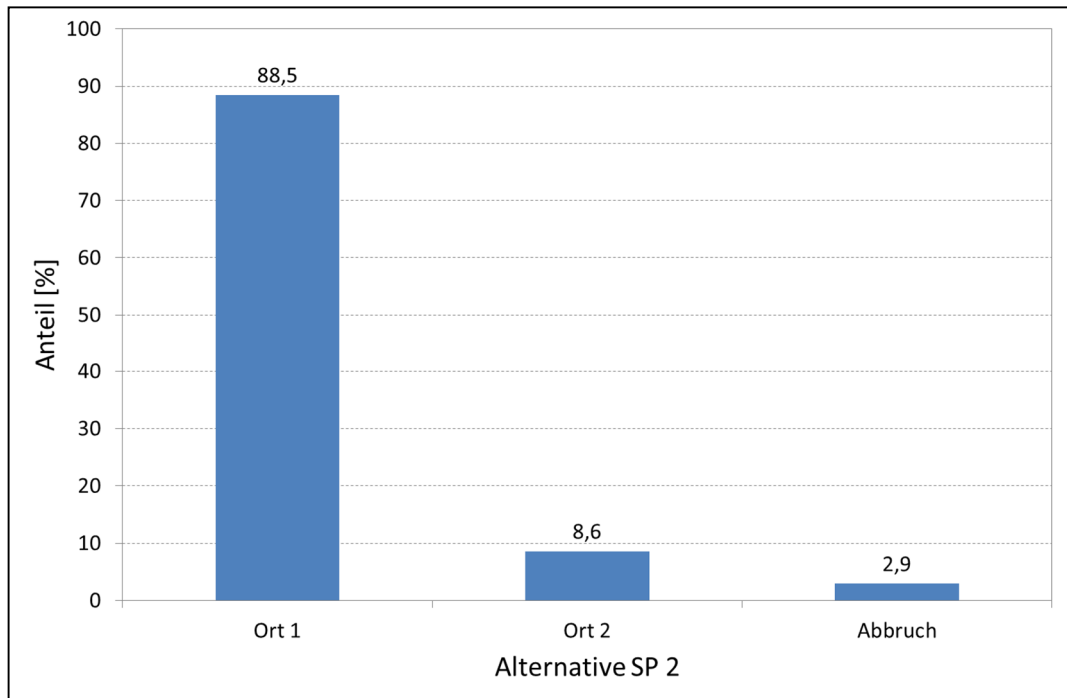


Abbildung 51: Verteilung der gewählten Alternativen in SP 2

Abbildung 52 zeigt die Verteilung der gewählten Alternativen zur Verkehrsmittelwahl in SP 3. Hier sind die Alternativen namentlich erwähnt, wodurch wieder eine inhärente Präferenz zum Vorschein kommt. Die Verzerrung zugunsten des Autos widerspiegelt wiederum eine relative Resistenz gegenüber dem Wechsel des Verkehrsmittels. Die Modellschätzungen werden zeigen, welche Attribut-Veränderungen einen solchen Wechsel dennoch herbeiführen könnten.

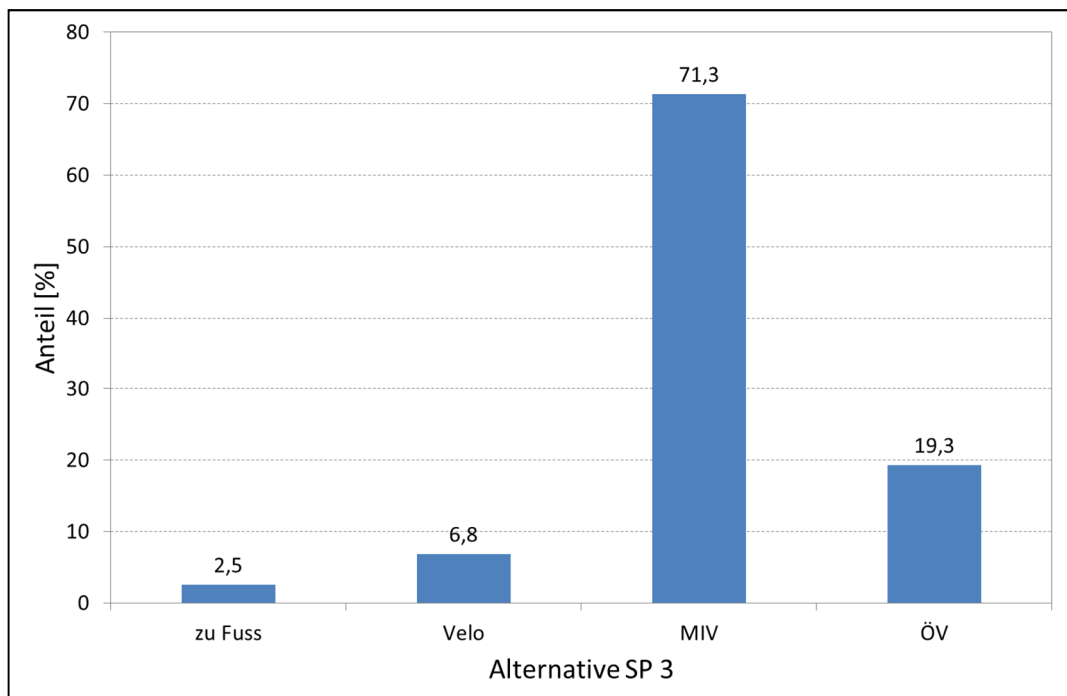


Abbildung 52: Verteilung der gewählten Alternativen in SP 3

Ein Überblick über das Non-Trading (Begriffsdefinition und weitere Erläuterungen siehe Abschnitt 4.3.6) im Datensatz der Projekterweiterung ist für die vier SP-Experimente in Abbildung 53 dargestellt. Beim SP-Experimenten 1 ist der Anteil der Non-Trader sehr klein, was auf ein allgemein gutes Verständnis der Auswahl-situationen und ein rationales (nach

Abwägungen der abgebildeten Attribute) Antwortverhalten schliessen lässt. Dies zeigt auf, dass keine Tendenz zum zufälligen Ankreuzen zur Reduktion des Befragungsaufwandes erkennbar ist.

Bei SP 2 und 3 liegt der Anteil jeweils über 50%. Dieser höhere Anteil bestätigt die oben aufgeführten Erklärungen zum Wahlverhalten mit den inhärenten Präferenzen für den "bisherigen" Ort und das Auto als im RP berichtetes Verkehrsmittel. Diese Trägheit im Wahlverhalten ist bei Befragungen, welchen berichtetes, habitualisiertes Verhalten und somit eventuell bereits vorab präferierte Alternativen zugrunde liegen, die Regel (siehe z.B. Fröhlich *et al.*, 2012), da die Schwelle zum Wechsel auf eine andere Alternative höher ist als in einem rein experimentellen Setting mit generischen Attributen.

Wie bereits oben ausgeführt, ist das Non-Trading aber nicht etwa als Zeichen einer verminderten Datenqualität, sondern vielmehr als tatsächlich im Verhalten auftretendes Muster zu betrachten. Die entsprechenden Datensätze sollten daher bei den Auswertungen mit berücksichtigt werden.

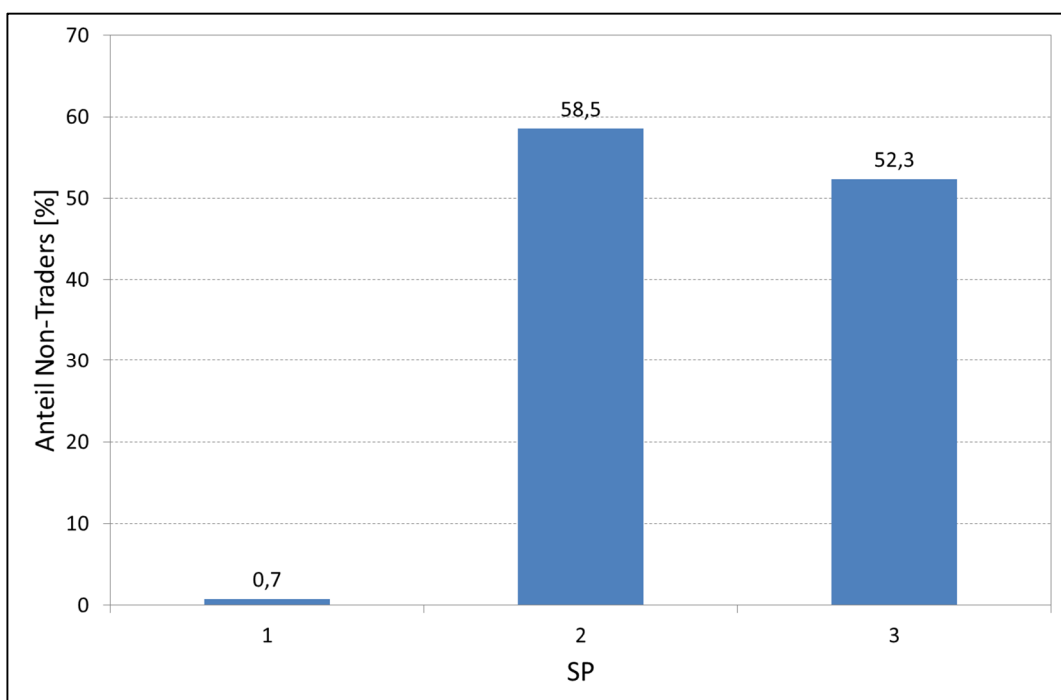


Abbildung 53: Anteile von Non-Tradern in den vier SP-Experimenten





## 5 Modellierung des Verkehrsverhaltens

### 5.1 Einleitung

Mit den im vorangegangenen Kapitel beschriebenen SP-Daten wird in gleicher Weise sowohl in der Hauptstudie als auch in der Projekterweiterung versucht, mit geeigneten statistischen Verfahren das Verkehrsverhalten der Verkehrsteilnehmer in allgemeingültiger Form abzubilden. Für die Abbildung des Einflusses der Charakteristika des Verkehrsangebots (inklusive Parkplatzangebot) und der Befragten auf das beobachtete Antwortverhalten gelangen diskrete Entscheidungsmodelle zum Einsatz. Die Grundannahme dieser Modelle ist, dass die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Entscheidungsträger eine bestimmte Alternative aus einer Menge diskreter Alternativen wählt, von deren relativen Nutzen gegenüber allen anderen Alternativen abhängt.

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

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

$V_i$  stellt den beobachteten (systematischen) Teil des Nutzens dar. Er kann anhand eines Vektors  $x_i$  der Attribute der Alternativen und der soziodemographischen Merkmale des Entscheidungsträgers sowie eines Vektors  $\beta_i$  der persönlichen Geschmacksparameter des Entscheidungsträgers beschrieben werden. Im Rahmen der Modellschätzungen werden die  $\beta$ -Parameter anhand der beobachteten Entscheidungen und des ebenfalls beobachteten Vektors  $x_i$  bestimmt. Sie spiegeln die Bewertung der einzelnen Attribute durch die Befragten wieder und geben Aufschluss darüber, welche Eigenschaften der Alternativen für den Befragten einen positiven Einfluss auf die Wahl einer Alternative haben und welche einen negativen. Für den nichtbeobachtbaren zufälligen Teil des Nutzens  $\varepsilon_i$  wird eine geeignete Verteilung angenommen. Diese definiert das Modell, mit dem die Auswahlwahrscheinlichkeiten der Alternativen berechnet werden.

Hier kommt das am häufigsten verwendete Modell, das Multinomiale Logit Modell (MNL), zur Anwendung. Es wurde von Domencich und McFadden (1975) eingeführt und u.a. von Ben-Akiva und Lerman (1985) erweitert. In diesem Modell wird angenommen, dass die zufälligen Nutzenbestandteile  $\varepsilon_i$  unabhängig und identisch Gumbel verteilt sind. Für das SP 4 wird auch ein Mixed Logit Modell angewendet. Dieser Ansatz unterscheidet sich wie folgt von einem gewöhnlichen MNL-Modell:

$$U_i = \phi V_i + \varepsilon_i$$

$\phi$  ist ein Vektor von unbekanntem Koeffizienten, die gemäss den individuellen Wahrnehmungen der Befragten zufällig variieren. Mit diesem Ansatz können individuelle Geschmacksunterschiede und nicht beobachtete Heterogenitäten berücksichtigt werden. Detailliertere Beschreibungen und Herleitungen des Mixed MNL-Modells finden sich in Train (2009).

Für den beobachtbaren Teil der Nutzenfunktion werden sowohl lineare (im weiteren Text als lineare Modelle bezeichnet) als auch nicht lineare (im weiteren Text als nicht-lineare Modelle bezeichnet) Einflüsse der einzelnen Attribute auf den Nutzen angenommen.

In der Hauptstudie wurde zunächst für jedes der ersten drei SP-Experimente ein eigenes Modell mit linearer Nutzenfunktion geschätzt. Diese drei Modelle wurden dann zu einem kombinierten Parkplatz-, Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodell zusammengefasst, um robustere Ergebnisse zu erhalten. Anschliessend wurden in mehreren Schritten verschiedene nicht-lineare Modellansätze sowohl für die einzelnen Experimente als auch für das kombinierte Modell getestet und optimiert. Die nicht-linearen Formulierungen wurden von Mackie *et al.* (2003) eingeführt und unter anderem von Axhausen *et al.* (2007, 2008) übernommen

und haben z.B. für die Reisekosten (Abhängigkeit vom Einkommen und der Distanz) oder die Suchzeit (Abhängigkeit von der Aufenthaltsdauer) die folgenden Formen:

$$\beta_{\text{Kosten}} * \left( \frac{\text{Einkommen}}{\text{MittelwertEinkommen}} \right)^\lambda \text{Einkommen} * \left( \frac{\text{Dis tan z}}{\text{MittelwertDis tan z}} \right)^\lambda \text{Dis tan z} * \text{Kosten}$$

$$\beta_{\text{Suchzeit}} * \left( \frac{\text{Aufenthaltsdauer}}{\text{MittelwertAufenthaltsdauer}} \right)^\lambda \text{Aufenthaltsdauer} * \text{Suchzeit}$$

Die Nichtlinearitätsparameter  $\lambda$  werden simultan mit den übrigen Parametern geschätzt. Basierend auf dem endgültigen nicht-linearen Modell wurden in einem nächsten Arbeitsschritt die Zeitwerte für die einzelnen Kostenkomponenten sowie die Elastizitäten bestimmt. Schliesslich wurden für den gewählten Modellansatz separat für die einzelnen Fahrtzwecke die  $\beta$ -Parameter geschätzt. Dazu wurde die Software *BIOGEME* (Bierlaire, 2009) mit Berücksichtigung des Panel-Effekts (d.h. des Umstands, dass pro Befragtem mehrere Beobachtungen/Antworten vorliegen) verwendet. Das Ergebnis der Schätzung sind die  $\beta$ -Parameter der Nutzenfunktion. Die geschätzten  $\beta$ -Parameter mit linearen und nicht-linearen Nutzenfunktionen werden für die durchgeführten SP-Experimente sowie für das gemeinsame Modell in den folgenden Kapiteln ausgewiesen.

In der Projekterweiterung wurden mit den gleichen linearen und nicht-linearen Ansätzen wie in der Hauptstudie kombinierte Parkplatz-, Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodelle geschätzt. Auf die Schätzung von Einzelmodellen für jedes der drei SP-Experimente wurde verzichtet.

## 5.2 Nutzenfunktionen

Die linearen Nutzenfunktionen haben die Form:

$$V_i = c_i + \beta_1 * \text{Attribut}_{i1} + \beta_2 * \text{Attribut}_{i2} + \dots$$

Die vollständigen Nutzenfunktionen für die nicht-linearen Entscheidungsmodelle sind im Anhang dargestellt. Für die Berechnung des Nutzens einer Alternative müssen die jeweiligen  $\beta$ - und  $\lambda$ -Werte durch die in den Tabellen "Parameter des..." der Kapitel 5.3 und 5.4 angegebenen Zahlenwerte ersetzt werden. Der aus diesen Berechnungen resultierende Nutzen einer Alternative ist aber alleine nicht interpretierbar, sondern stellt nur eine abstrakte Grösse dar, welche zur Berechnung der Auswahlwahrscheinlichkeiten der vorhandenen Alternativen dient. Aussagekräftig werden die Parameter erst durch die Bildung von Verhältnissen (z.B. Zeitwerte) oder die Berechnung von Elastizitäten, wie sie in diesem Kapitel beschrieben sind.

## 5.3 Schätzung von Entscheidungsmodellen, Hauptstudie

### 5.3.1 Stichproben

Für die Modellschätzungen konnte pro SP-Experiment folgende Anzahl von Beobachtungen bzw. Entscheidungen verwendet werden:

- SP 1 (Parkplatzwahl): 5'795 Entscheidungen
- SP 2 (Zielwahl): 5'312 Entscheidungen
- SP 3 (Verkehrsmittelwahl): 2'804 Entscheidungen
- SP 4 (Wahl des Arbeitsplatzes): 3'047 Entscheidungen
- SP 1 + SP 2 + SP 3 (gemeinsames Modell): 13'114 Entscheidungen

### 5.3.2 Parkplatzwahl

Mit den aus dem SP 1-Experiment gewonnenen Daten wird das Modell zur Abbildung des Einflusses des Parkierungsangebotes auf die Parkplatzwahl geschätzt. Es bildet das Verhalten der Befragten bei der Parkplatzwahl unter Berücksichtigung der Merkmale des Parkierungsangebotes (Parkplatz-Typ, Suchzeit und Parkgebühren) ab.

Neben der Möglichkeit, einen der beiden angebotenen Parkplätze zu wählen, stand auch ein Verzicht bzw. Abbruch der Fahrt als dritte Wahlmöglichkeit zur Verfügung. Dies ermöglicht auch eine Abschätzung der Veränderung der Gesamtnachfrage.

Die gesamte Formulierung der nicht-linearen Nutzenfunktion für beide Alternativen ist im Anhang III beigefügt.

Es zeigt sich, dass der lineare und der nicht-lineare Modellansatz sehr ähnliche Ergebnisse liefern. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass im SP 1 nur relativ wenige Variablen zur Beschreibung des Parkierungsangebotes verwendet wurden. Es zeigte sich, dass nur zwischen der Bewertung der Parkplatzkosten und der Dauer der Aktivität eine Abhängigkeit besteht; mit zunehmender Dauer der Aktivität erhöht sich auch die Bereitschaft zur Bezahlung höherer Parkgebühren.

Die Parameter des Parkplatzwahlmodells haben die zu erwartenden Vorzeichen und sind statistisch signifikant. Aus dem Vergleich der Modellparameter ist festzustellen, dass Such- und Abgangszeit sehr ähnlich und ca. dreimal stärker negativ bewertet werden als die Fahrtzeit; eine Minute Such- oder Abgangszeit wird als gleich störend wie drei Minuten Fahrtzeit im Auto betrachtet. Offene Parkplätze und Parkhäuser werden gegenüber dem Parkieren am Strassenrand bevorzugt, und ein Parkplatz im Parkhaus wird positiver bewertet als ein offener Parkplatz. Die Abgangszeit wird im Einkaufsverkehr deutlich stärker negativ bewertet als im Freizeitverkehr. Hingegen besteht bezüglich der Bewertung von Parkgebühren und Suchzeiten kein signifikanter Unterschied zwischen den Fahrtzwecken.

Tabelle 15: Parameter des Parkplatzwahl-Modells (SP 1)

Attribut	Lineare Nutzenfunktion			Nicht-Lineare Nutzenfunktion		
	Gesamt	Einkauf	Freizeit	Gesamt	Einkauf	Freizeit
Abgangszeit (min)	-0.170	-0.240	-0.120	-0.157	-0.238	-0.104
Fahrtzeit (min)	-0.054	-0.010*	-0.090	-0.053	-0.018*	-0.074
Kosten Parkplatz (CHF)	-0.171	-0.210	-0.160	-0.241	-0.240	-0.253
Offener Parkplatz <sup>1</sup>	0.384	0.730	0.100*	0.448	0.777	0.167*
Parkhaus <sup>1</sup>	0.259	1.480	0.760	1.190	1.510	0.922
Suchzeit (min)	-0.163	-0.160	-0.160	-0.145	-0.140	-0.157
Konstante	-0.259	-0.380	-0.170	-0.261	-0.393	-0.151
Konstante Abbruch	-5.100	-5.06	-5.17	-5.190	-5.210	-5.240
$\lambda$ (Aktivitätendauer_Parkgebühr)				-0.419	-0.365	-0.473
$\lambda$ (Aktivitätendauer_Suchzeit)				-0.044*	0.043*	-0.235*
Anzahl Beobachtungen	5795	2850	2945	5795	2850	2945
Log-Likelihood	-3085	-1392	-1659	-3001	-1367	-1605
Adj. Pseudo Rsq (B)	0.514	0.553	0.485	0.527	0.560	0.501

<sup>1</sup> Im Vergleich mit "An der Strasse", (\*) Signifikanzniveau < 95%

Aus den geschätzten Modellparametern sowie den berechneten Auswahlwahrscheinlichkeiten der drei angebotenen Alternativen (Parkplatz 1, Parkplatz 2 und Abbruch) können die Elastizitäten der Parkierungsnachfrage berechnet werden:

$$\text{Eigenelastizität} = \beta_{kj} * (1 - P_j) * X_{kj} \text{ und } \text{Kreuzelastizität} = -\beta_{kj} * P_j * X_{kj}$$

wobei  $\beta_{kj}$  der geschätzte Modellparameter,  $P_j$  der Anteil an der Verkehrsnachfrage und  $X_{kj}$  der Mittelwert der Variable ist.

Die Mittelwerte der Variablen wurden aus der Stichprobe des SP 1 berechnet. Hier muss beachtet werden, dass sich die in Tabelle 16 zusammengestellten berechneten Elastizitäten auf die Veränderungen der Gesamtnachfrage beziehen. Es wird das Nachfrageverhältnis zwischen den Entscheidungen für Parkplatz 1 oder 2 einerseits und dem Abbruch andererseits betrachtet. Damit wird mit diesen Elastizitätswerten die Veränderung der Parkierungsnachfrage (Summe der MIV-Fahrten zu den Parkplätzen 1 und 2) infolge Veränderungen der Angebotsvariablen angegeben.

Tabelle 16: Direkte Gesamtelastizitäten der Parkierungsnachfrage

Angebotsvariablen	Alle	Einkauf	Freizeit
Abgangszeit	-0.14	-0.20	-0.10
Fahrtzeit	-0.04	-0.01	-0.06
Suchzeit	-0.10	-0.09	-0.12
Kosten Parkplatz	-0.14	-0.11	-0.19

Aus der obigen Tabelle kann beispielsweise abgelesen werden, dass sich bei einer Erhöhung der Abgangszeit um 10% die Zahl der MIV-Fahrten im Einkaufsverkehr um 2% reduziert.

Die Parkierungs-Nachfrage reagiert unelastisch auf Veränderungen der vier Angebotsvariablen. Dabei ist zu beachten, dass in diesem SP-Experiment als Alternative zu den angebotenen Parkplätzen nur ein Abbruch bzw. der Verzicht auf die Fahrt besteht. Unter Abbruch fielen jedoch hier auch die Wahl einer weiteren Parkierungsmöglichkeit, eines anderen Zielortes oder eines anderen Verkehrsmittels, welche hier jedoch nicht detaillierter betrachtet werden können. Relevante Einflussfaktoren sind die Abgangszeit, die Parkplatzkosten und die Suchzeit. Es zeigt sich, dass die Fahrtzeit des Weges für die Parkplatzwahl eine untergeordnete Bedeutung hat.

Wenn Nachfrageveränderungen zwischen den zwei betrachteten Parkplätzen analysiert werden sollen, müssen zuerst die Nachfrageanteile festgelegt werden. Die aus den Stichprobenmittelwerten und Modellparametern berechneten Nutzen ergeben in diesem Beispiel einen Nachfrageanteil von 49% für den Parkplatz P1 und von 51% für den Parkplatz P2. Die aus der Stichprobe berechneten Mittelwerte der Attribute betragen:

- Abgangszeit:                      Parkplatz 1 = 8.33 min.                      Parkplatz 2 = 8.26 min
- Fahrtzeit:                              Parkplatz 1 = 7.37 min.                      Parkplatz 2 = 7.19 min
- Suchzeit:                                Parkplatz 1 = 6.69 min.                      Parkplatz 2 = 6.59 min
- Parkplatzkosten:                      Parkplatz 1 = 5.59 CHF                      Parkplatz 2 = 5.52 CHF

Für diese Mittelwerte und Verkehrsnachfrageanteile ergeben sich mit den geschätzten  $\beta$ -Parametern die in der Tabelle 17 zusammengestellten Elastizitäten.

Tabelle 17: Direkte Elastizitäten der Parkierungsnachfrage

Attribut	Direkte Elastizität		Kreuz-Elastizität	
	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Parkplatz 1	Parkplatz 2
Abgangszeit	-0.67	-0.63	0.64	0.67
Fahrtzeit	-0.20	-0.18	0.19	0.19
Suchzeit	-0.50	-0.46	0.47	0.49
Kosten Parkplatz	-0.69	-0.65	0.66	0.68

### 5.3.3 Zielwahl

Das veränderte Parkplatzangebot führt zu Änderungen beim Zielwahlverhalten. Die angewendeten linearen und nicht-linearen Modellformen zeigen bei den Modellparametern relativ kleine Differenzen. Die Zahlungsbereitschaft für die Reduktion der Suchzeit verringert sich mit zunehmender Dauer der Aktivität. Die Differenz der Bewertungen der Abgangszeit und der Fahrtzeit ist im Vergleich zum Parkplatzwahl-Modell deutlich kleiner. Die Abgangszeit wird um ca. 30% und die Suchzeit um ca. 100% stärker negativ bewertet als die Fahrtzeit. Die tiefere Bewertung der Abgangs- und Suchzeiten im Vergleich zum Parkplatzwahl-Modell ist wahrscheinlich auf den kleineren Anteil dieser Variablen an den generalisierten Kosten (Fahrtzeit und Parkplatzkosten) beim Zielwahl-Modell zurückzuführen.

Die gesamte Formulierung der nicht-linearen Nutzenfunktion für beide Alternativen ist im Anhang III dargestellt.

Die Bewertung der Parkplatzart ist identisch mit jener beim Parkplatzwahl-Modell: Das Parkhaus wird den beiden anderen Alternativen und der offene Parkplatz abseits der Strasse einem Parkplatz am Strassenrand vorgezogen. Wie erwartet erhöht sich mit einem besseren Preis-/Leistungsverhältnis am Zielort die Wahrscheinlichkeit für dessen Wahl. Die Lage des Zielortes in der Innenstadt wird gegenüber der Lage am Stadtrand bevorzugt. Ein höheres Preisniveau am Zielort hat eine negative Wirkung auf die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Zielort gewählt wird. Zwischen den Fahrtzwecken Einkauf und Freizeit ist bezüglich der Bewertung der Angebotsattribute kein bedeutender Unterschied festzustellen.

Tabelle 18: Parameter des Zielwahl-Modells (SP 2)

Attribut	Lineare Nutzenfunktion			Nicht-Lineare Nutzenfunktion		
	Gesamt	Einkauf	Freizeit	Gesamt	Einkauf	Freizeit
Abgangszeit	-0.069	-0.086	-0.053	-0.069	-0.087	-0.064
Fahrtzeit	-0.055	-0.065	-0.057	-0.058	-0.068	-0.058
Kosten Parkplatz	-0.191	-0.240	-0.190	-0.205	-0.250	-0.207
Preis-/Leistungsverhältnis = gut <sup>1</sup>	0.107*	0.065*	0.154	0.083*	0.053*	0.147*
Preis-/Leistungsverhältnis = sehr gut <sup>1</sup>	0.399	0.371	0.512	0.433	0.373	0.595
Offener Parkplatz <sup>2</sup>	0.081	0.117*	0.071*	0.095*	0.115*	0.112*
Parkhaus <sup>2</sup>	0.213	0.285	0.209	0.227	0.283	0.245
Preisniveau-Mittel <sup>3</sup>	-0.033*	0.016*	0.049*	-0.073*	-0.122*	-0.039*
Preisniveau-Hoch <sup>3</sup>	-0.449	-0.482	-0.415	-0.479	-0.504	-0.375
Suchzeit	-0.119	-0.128	-0.107	-0.108	-0.122	-0.101
Standort-Stadtrand <sup>4</sup>	-0.315	-0.186	-0.496	-0.335	-0.192	-0.495
Konstante	0.076	0.017*	0.130	0.067*	0.016*	0.110
Konstante Abbruch	-4.020	-3.850	-4.690	-4.290	-4.010	-4.930
$\lambda$ (Aktivitätendauer_Parkgebühr)				-0.385	-0.159	-0.511
$\lambda$ (Aktivitätendauer_Suchzeit)				-0.243	-0.157	-0.223*
Anzahl Beobachtungen	5312	2595	2717	5312	2595	2717
Log-Likelihood	-4151	-2265	-1750	-4074	-2255	-1728
Adj. Pseudo Rsq (B)	0.286	0.286	0.410	0.299	0.204	0.420

<sup>1</sup> Im Vergleich mit Preis-/Leistungsverhältnis=Angemessen, <sup>2</sup> Im Vergleich mit „An der Strasse“,

<sup>3</sup> Im Vergleich mit "Niedrig", <sup>4</sup> Im Vergleich mit "Innenstadt", (\*) Signifikanzniveau < 95%

Mit den geschätzten Modellparametern lassen sich auch die "mittleren" Nachfrageelastizitäten in Bezug auf das Zielwahlverhalten ableiten. Aus den hier berechneten Mittelwerten der Angebotsvariablen, den geschätzten Modellparametern und den gewählten Alternativen konnten die in der Tabelle 19 dargestellten mittleren Elastizitäten berechnet werden. Diese beziehen sich auf die Veränderung der MIV-Nachfrage zu den Zielorten 1 und 2.

Tabelle 19: Direkte Gesamtelastizitäten der Zielortnachfrage (nicht lineares Modell)

Attribut	Alle	Einkauf	Freizeit
Abgangszeit	-0.04	-0.05	-0.04
Fahrtzeit	-0.12	-0.12	-0.12
Suchzeit	-0.05	-0.05	-0.04
Kosten (Parkplatz)	-0.11	-0.14	-0.12

Im Gegensatz zur Parkplatzwahl zeigt sich beim Zielwahlverhalten, dass aus den relativ tiefen Anteilen der Abgangs- und Suchzeiten an den generalisierten Kosten und den entsprechend tieferen Modellparametern auch deutlich kleinere Nachfrage-Elastizitäten resultieren. Hier sind die Fahrtzeiten und die Kosten offensichtlich die dominierenden Angebotsvariablen.

Betrachtet man die möglichen Nachfrageveränderungen zwischen den zwei im SP-Experiment vorgeschlagenen Zielorten, werden die in der Tabelle 20 aufgeführten Elastizitäten ermittelt. Diesen liegen die folgenden Eingangsdaten zu Grunde:

- Verkehrsnachfrageanteil: Zielort 1 = 50% Zielort 2 = 50%
- Abgangszeit: Zielort 1 = 5.30 min. Zielort 2 = 5.36 min.
- Fahrtzeit: Zielort 1 = 20.20 min. Zielort 2 = 20.30 min.
- Suchzeit: Zielort 1 = 4.01 min. Zielort 2 = 4.05 min.
- Parkplatzkosten: Zielort 1 = CHF 5.10 Zielort 2 = CHF 5.10

Tabelle 20: Direkte Elastizitäten der Zielortnachfrage

Attribut	Direkte Elastizität		Kreuz-Elastizität	
	Zielort 1	Zielort 2	Zielort 1	Zielort 2
Abgangszeit	-0.18	-0.18	0.18	0.18
Fahrtzeit	-0.58	-0.59	0.59	0.59
Suchzeit	-0.21	-0.22	0.22	0.22
Kosten Parkplatz	-0.52	-0.52	0.53	0.53

Die hier berechneten Elastizitäten beziehen sich nur auf die Veränderung des Verkehrsangebots unter der Annahme, dass alle anderen Angebotsmerkmale der Zielorte unverändert bleiben. Die relativ hohe Elastizität bezüglich der Parkplatzkosten ist vor allem auf die eher hohen mittleren Parkplatzkosten im SP-Experiment (CHF 5.10) zurückzuführen.

### 5.3.4 Verkehrsmittelwahl

Die  $\beta$ -Parameter für das Verkehrsmittelwahl-Modell (Tabelle 21) zeigen die richtigen Vorzeichen und haben ein ausreichendes Signifikanzniveau.

Gegenüber dem Parkplatz- und dem Zielwahlmodell hat die Parkplatz-Suchzeit kleineren Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl. Dies dürfte daher kommen, dass der Anteil der Suchzeit an den gesamten generalisierten Kosten (Fahrtzeit, Fahrtkosten und Parkplatzkosten) bei der Verkehrsmittelwahl relativ klein ist. Während bei der Parkplatzwahl die Suchzeit ca. um den Faktor drei stärker gewichtet wird als die Fahrtzeit, sinkt dieser Faktor bei der Zielwahl auf einen Faktor zwei und bei der Verkehrsmittelwahl auf einen Faktor 1.3.

Die Abgangszeit wird mehr als doppelt so negativ bewertet wie die Fahrtzeit, wobei die Abgangszeit im ÖV etwas stärker negativ bewertet wird als im MIV. Dies könnte auf den Unterschied bei der Länge der Zugangswege zurückzuführen sein. Die Abgangszeit, die Fusswegzeit und die Fahrtzeit mit dem Velo werden ähnlich bewertet und zwar ca. zwei Mal stärker negativ als die Fahrtzeiten im MIV oder im ÖV.

Für die Gesamtheit der Wege, d.h. ohne Unterscheidung nach Fahrtzwecken, sind die (absoluten) Modellparameter bei den Parkkosten im linearen Modell um ca. 50% und im nicht-linearen Modell um ca. 35% höher als jene der Fahrtkosten, d.h. die Zahlungsbereitschaft für das Parken ist tiefer. Dieser Fakt wurde auch in früheren Studien, z.B. Vrtic et al. (2008), festgestellt.

Wie die geschätzten Modellparameter zeigen, spielt der Besitz der Mobilitätswerkzeuge bei der Verkehrsmittelwahl eine entscheidende Rolle. Dabei sind der Besitz des Generalabonnements (1.150) und eines PWs (1.000) gegenüber dem Besitz eines Halbtax-Abos (0.574) von grösserer Bedeutung.

Die gesamten Formulierungen der nicht-linearen Nutzenfunktionen für die verfügbaren Alternativen sind im Anhang III zusammengestellt:

Tabelle 21: Parameter des Verkehrsmittelwahl-Modells (SP 3)

Attribut	Lineare Nutzenfunktion				Nicht-Lineare Nutzenfunktion			
	Ge- samt	Pend- ler	Ein- kauf	Freizeit	Ge- samt	Pend- ler	Ein- kauf	Freizeit
Abgangszeit MIV	-0.109	-0.086	-0.123	-0.099	-0.109	-0.086	-0.137	-0.100
Fahrtkosten	-0.106	-0.132	-0.381	-0.061*	-0.113	-0.113	-0.425	-0.137*
Fahrtzeit MIV	-0.062	-0.053	-0.061	-0.088	-0.065	-0.056	-0.064	-0.087
Männlich (MIV)	0.484	0.294*	0.930	0.824	0.431	0.256*	0.362*	0.844
Anzahl PW	0.352	0.322	0.827	0.210*	0.386	0.325	0.948	0.161*
Parkkosten	-0.150	-0.137	-0.220	-0.140	-0.152	-0.139	-0.227	-0.157
PW Verfügbarkeit	1.080	1.200	0.525*	1.700	1.000	0.980	0.484*	1.270
Suchzeit	-0.069	-0.050	-0.152	-0.052*	-0.069	-0.048	-0.122	-0.018*
Konstante MIV	-2.750	-3.550	-4.290	-3.520	-2.420	-3.140	-2.380	-2.660
Abgangszeit ÖV	-0.119	-0.122	-0.169	-0.118	-0.121	-0.125	-0.186	-0.125
Fahrtzeit ÖV	-0.046	-0.045	-0.062	-0.062	-0.047	-0.046	-0.026	-0.068
GA Besitz	1.310	0.540*	1.140*	2.890	1.150	0.514*	0.789*	2.610
Halbtax-Besitz	0.643	0.339	0.852*	1.380	0.574	0.304*	0.868*	1.560
Personen im HH	0.176	0.199	0.004*	0.376	0.193	0.206	-0.022*	0.463
Takt ÖV	-0.019	-0.019	-0.021	-0.018	-0.020	-0.021	-0.030	-0.019
Umsteigezahl	-0.310	-0.264	-0.678	-0.332	-0.342	-0.281	-0.847	-0.366
Konstante ÖV	-2.380	-2.000	-1.450*	-4.390	-2.210	-1.900	-0.894*	-4.560
Fahrtzeit Velo	-0.110	-0.095	-0.130	-0.136	-0.133	-0.099	-0.168	-0.194
Anzahl Velos im HH	0.631	0.759	0.414	1.010	0.635	0.773	0.324	0.960
Konstante Velo	-3.360	-4.190	-3.510	-4.990	-3.250	-4.180	-1.950	-3.790
Fusszeit	-0.128	-0.138	-0.243	-0.101	-0.126	-0.137	-0.208	-0.109
$\lambda$ (Dauer_Parkgebühr)							-0.492	0.192*
$\lambda$ (Dauer_Suchzeit)							-1.000	-2.690*
$\lambda$ (Dist_Fahrtkosten)					-0.209*	0.091*	-0.186*	-0.303
$\lambda$ (Dist_Fahrtzeit MIV)					0.109*	-0.002*	1.430	0.253*
$\lambda$ (Distz_Fahrtzeit ÖV)					0.124*	-0.001*	2.000	0.272*
$\lambda$ (Eink._Fahrtkosten)					-0.512	-1.070	-0.294*	2.370
$\lambda$ (Eink._Fahrtzeit MIV)					-0.138*	-0.160*	-1.600	1.020
$\lambda$ (Eink._Fahrtzeit ÖV)					0.038*	-0.017*	-2.110	1.080
$\lambda$ (Eink._Parkkosten)					0.077*	0.166*	0.013*	0.055*
$\lambda$ (Eink._Suchzeit)					-0.181*	-0.714*	0.118*	-0.084*
No. Beobachtungen	2804	1495	639	670	2804	1495	639	670
Log-Likelihood	-1556	-744	-376	-346	-1547	-734	-356	-333
Adj. Pseudo Rsq ( $\beta$ )	0.370	0.390	0.390	0.370	0.368	0.390	0.404	0.378

(\*) Signifikanzniveau &lt; 95%

Anhand der geschätzten Parameter für das Verkehrsmittelwahl-Modell werden im Folgenden die Bewertungen der einzelnen Zeitkomponenten kommentiert und die Nachfrageelastizitäten berechnet. Die Zeitwerte werden aus dem Verhältnis der Parameter für die Zeitkomponenten und jenen für die Kostenkomponenten berechnet. Die Zeitwerte und Parameterverhältnisse sind in den beiden folgenden Tabellen zusammengestellt.



Tabelle 22: Zeitwerte der einzelnen Angebotsvariablen für das Stichprobenmittel (alle Fahrtzwecke)

Attribut	Lineares Modell [CHF/h]	Nicht-lineares Modell [CHF/h]
Abgangszeit MIV	61.7	57.9
Abgangszeit ÖV	67.4	64.2
Fahrtzeit MIV	35.3	34.4
Fahrtzeit ÖV	25.9	24.8
Fahrtzeit Velo	62.3	60.0
Gehzeit	72.5	66.9
Suchzeit MIV	39.3	36.4

Tabelle 23: Parameter-Verhältnisse (alle Fahrtzwecke)

Attribut	Lineares Modell	Nicht-lineares Modell
Suchzeit/Fahrtzeit (MIV)	1.12	1.06
Parkkosten/Fahrtkosten (MIV)	1.42	1.35
Umsteigezahl/Fahrtzeit ÖV	6.80	7.32
Takt/Fahrtzeit ÖV	0.41	0.42

Wie erwartet sind die Zeitwerte für die Fahrtzeiten mit dem ÖV tiefer als für jene mit dem MIV, mit dem Velo und für Gehzeiten.

Der Parameter für die Parkkosten ist nur 42% bzw. 35% höher als jener für die Fahrtkosten, was ein deutlich tieferes Verhältnis darstellt als es aus früheren Studien bekannt ist. In der Mobility-Pricing-Studie (Vrtic et al., 2008) war der Parameter für die Parkgebühren dreimal höher als für die Treibstoffkosten. Es kann vermutet werden, dass in der besagten Studie, welche den Fokus explizit auf die Reisekosten legte und bei der mit tieferen Treibstoffkosten (ohne Mineralölsteuer) gerechnet wurde, der Parameter für die Parkgebühren überschätzt wurde, während er in der vorliegenden Studie aufgrund der etwas anders gelagerten Kostenstruktur etwas unterschätzt wird.

Als relativ klein erscheint auch die Differenz zwischen den Zeitwerten für die Such- und die Fahrtzeit. Sowohl in den ersten beiden SP-Experimenten (SP 1 und SP 2) als auch in früheren Studien wurde die Suchzeit ca. zwei Mal stärker negativ bewertet als die Fahrtzeit. Dies könnte eine Folge der kleineren Stichprobe bei diesem SP-Experiment sein.

Im ÖV wird ein Umsteigevorgang wie eine um ca. 7 min verlängerte Fahrtzeit, eine Taktverdichtung pro Minute wie eine um 0.4 Minuten verkürzte Fahrtzeit bewertet.

Aus den Modellparametern und den Mittelwerten der Variablen (Tabelle 24) sowie den daraus berechneten Nutzen bzw. den Modal-Split-Anteilen wurden die Nachfrageelastizitäten berechnet. Hier ist zu beachten, dass die mittlere Wegelänge über die gesamte Stichprobe (SP 3) ca. 20 km beträgt und die Anteile der Fuss- und Velowege sehr klein (fast null) sind.

Tabelle 24: Statistiken der Angebotsvariablen der Alternativen

Variable	Min.	Mittelwert	Max.	Standardabweichung
Reisezeit MIV [min]	1.0	26.8	280.0	25.9
Reisezeit ÖV [min]	1.0	37.1	334.0	34.8
Fahrtkosten MIV [CHF]	0.0	3.6	46.4	5.0
Parkkosten [CHF]	0.0	7.5	20.0	6.8
ÖV-Kosten [CHF]	0.0	4.1	100.0	6.5
Suchzeit MIV [min]	0.0	4.0	9.0	3.8
Abgangszeit MIV [min]	2.0	5.4	10.0	3.4
Abgangszeit ÖV [min]	2.0	5.3	10.0	3.4
Takt ÖV [min]	5.0	35.0	120.0	25.9
Umsteigehäufigkeit ÖV	0.0	1.0	6.0	1.1
Reisezeit Velo [min]	1.0	66.0	170.0	39.6
Reisezeit Fuss [min]	4.0	54.2	147.0	34.2

Die berechneten "mittleren" Elastizitäten sind von der gleichen Grössenordnung wie die Ergebnisse früherer in der Schweiz durchgeführter Studien. Bei einzelnen Fahrtzwecken ergeben sich aufgrund des vorliegenden Modal Split und der kleineren Stichprobe gewisse Abweichungen und Variationen. Aus diesem Grund werden in der folgenden Tabelle auch die berechneten bzw. die zur Berechnung der "mittleren" Elastizitäten verwendeten Verkehrsmittel-Anteile dargestellt.

Tabelle 25: Zur Berechnung der Elastizitäten verwendete Verkehrsmittel-Anteile

Verkehrsmittel	Alle	Pendler	Einkauf	Freizeit
MIV	0.49	0.58	0.86	0.54
ÖV	0.51	0.42	0.14	0.46
Fuss	0.00	0.00	0.00	0.00
Velo	0.00	0.00	0.00	0.00

Die berechneten Elastizitäten sind in der Tabelle 26 zusammengestellt. Zur Erinnerung: Die berechneten Nachfrageelastizitäten sind direkt abhängig von den angenommenen Modal Split-Anteilen und müssen mit grosser Vorsicht benutzt werden. Hier interessieren vor allem die Verhältnisse der einzelnen Elastizitäten. Die höchsten Elastizitäten weisen sowohl beim MIV (-0.88) als auch beim ÖV (-0.86) die Fahrtzeitvariablen auf.

Es ist zu beachten, dass die "Ähnlichkeiten" der Elastizitäten der MIV- und der ÖV-Variablen eine Folge des Modal Split und der Mittelwerte der Variablen sind und nicht auf andere Verkehrsverhältnisse übertragen werden können.

Es ist festzustellen, dass die Parkkosten (-0.39) eine höhere Elastizität aufweisen als die MIV-Fahrtkosten (-0.14). Eine Ausnahme bildet der Einkaufsverkehr, was vor allem auf die deutlich tieferen mittleren Parkplatzkosten in der SP-Stichprobe zurückzuführen ist.

Die ÖV-Fahrt- und -Abgangszeiten sowie die ÖV-Fahrtkosten haben im Einkaufsverkehr eine deutlich höhere Nachfrageelastizität als die entsprechenden Attribute im MIV. Diese Differenzen sind auf den höheren Anteil des MIV im Einkaufsverkehr und damit das kleinere Verlagerungspotential vom MIV weg (siehe Formel S. 70) zurückzuführen. Die relativ tiefe Elastizität der Suchzeit ist auch auf den sehr kleinen Mittelwert dieser Variable in der Stichprobe (4 Minuten) zurückzuführen.

Tabelle 26: Direkte Nachfrageelastizitäten (nicht-lineares Modell)

Attribut	Alle	Pendler	Einkauf	Freizeit
Abgangszeit MIV	-0.30	-0.19	-0.10	-0.25
Abgangszeit ÖV	-0.32	-0.39	-0.86	-0.36
Fahrtzeit MIV	-0.88	-0.70	-0.14	-1.22
Fahrtzeit ÖV	-0.86	-1.09	-0.62	-1.48
Fahrtkosten MIV	-0.21	-0.19	-0.12	-0.28
Fahrtkosten ÖV	-0.23	-0.27	-1.36	-0.37
Parkkosten	-0.60	-0.59	-0.09	-0.43
Suchzeit	-0.14	-0.08	-0.07	-0.03
Takt ÖV	-0.34	-0.47	-0.85	-0.33
Umsteigezahl	-0.17	-0.19	-0.51	-0.21

### 5.3.5 Gemeinsames Modell

Nachdem zu jedem SP das jeweilige Modell geschätzt und analysiert wurde, erfolgt dieser Schritt nun für den Gesamtdatensatz aus diesen drei SP-Experimenten, d.h. es wird ein gemeinsames Parkplatz-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl-Modell geschätzt. Dabei bleiben die Strukturen der Nutzenfunktionen unverändert, die  $\beta$ -Parameter werden aber, falls möglich, für die Alternativen aller drei Experimente gemeinsam geschätzt. Zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Verteilungen der Fehlerterme  $\varepsilon$  zwischen den einzelnen Fragestellungen werden Skalierungsparameter eingesetzt. Wiederum werden sowohl lineare als auch nicht-lineare Modelle geschätzt.

Für die drei SP-Experimente und die verfügbaren Alternativen (siehe unten) werden entsprechende Nutzenfunktionen definiert:

- SP 1: Parkplatz 1, Parkplatz 2 oder Abbruch
- SP 2: Zielort 1, Zielort 2 oder Abbruch
- SP 3: MIV, ÖV, Velo oder zu Fuss

Die Ergebnisse für die Schätzungen des kombinierten Modells (bezüglich Modellgüte und Aussagekraft optimiert) sind in Tabelle 27 aufgelistet. Die Parameter des linearen und des nicht-linearen Modells sind ähnlich, ebenso die aus dem kombinierten Modell und den oben beschriebenen Einzelmodellen ablesbaren Verhaltenspräferenzen.

Die geschätzten Parameter zeigen, dass die Reisezeit die wichtigste Variable ist. Die für die Abgangs- und Suchzeiten geschätzten Modellparameter sind ungefähr doppelt so hoch wie jene für die Fahrtzeit. Im ÖV sind die Abgangszeiten im Mittel länger als im MIV, was dazu führt, dass diese auch höher bewertet werden - im vorliegenden Fall etwa um den Faktor drei - als im MIV. Die relativen Verhältnisse zwischen den Modellparametern für die Abgangszeit im MIV und ÖV sowie für die Velo- und Gehzeit sind mit den Ergebnissen früherer Studien vergleichbar.

Bei der Parkplatzwahl werden das Parkieren auf offenen Parkplätzen oder in Parkhäusern gegenüber dem Parkieren am Strassenrand und ein Parkplatz im Parkhaus gegenüber einem offenen Parkplatz bevorzugt. Wie erwartet erhöht sich mit besserem Preis-/Leistungsverhältnis eines Zielortes auch die Wahrscheinlichkeit für dessen Wahl. Die Innenstadt wird als Zielort gegenüber dem Stadtrand bevorzugt. Die geschätzten Parameter zeigen auch, dass die Kategorie "mittleres Preisniveau" gegenüber "niedriges Preisniveau" kaum eine Wirkung auf die Zielwahl hat, während das "hohe Preisniveau" sich negativ auf die Wahrscheinlichkeit auswirkt, dass dieser Zielort gewählt wird.

Die Bewertung der Parkplatzkosten ist nur um ca. 25% höher als jene der Fahrtkosten. Der Vergleich der geschätzten Parkplatz- und Fahrtkostenparameter der Einzelmodelle und des kombinierten Modells zeigt, dass die Beträge der Parkplatzparameter im kombinierten

Modell reduziert und jene der Fahrtkostenparameter erhöht wurden. Da Fahrtkosten nur im SP 3 betrachtet wurden und damit auch eine kleinere Stichprobe für die Schätzung der entsprechenden Parameter zur Verfügung stand, könnten diese bei der Modellschätzung etwas überbewertet worden sein. Vor allem bei den fahrtzweckspezifischen Modellen weisen die geschätzten Parameter für die Fahrtkosten ein relativ tiefes Signifikanzniveau auf.

Auch im kombinierten Modell ist für die Verkehrsmittelwahl die Verfügbarkeit der Mobilitätswerkzeuge von entscheidender Bedeutung. Der Besitz eines Generalabonnements (0.997) und eines PWs (1.030) beeinflussen im Vergleich z.B. zum Besitz des Halbtax-Abonnements (0.487) die Verkehrsmittelwahl deutlich stärker. Die Bewertung der weiteren Angebotsmerkmale wie Umsteigehäufigkeit, Takt usw. zeigen eine ähnliche Tendenz wie in bisherigen Studien in der Schweiz.

Der nicht-lineare Modellansatz zeigt, dass die Parameter der Zeit- und Kosten-Variablen vom Einkommen und von der Reisedistanz abhängig sind, auch wenn die  $\lambda$ -Parameter teilweise nicht signifikant sind. Mit steigendem Einkommen sowie mit steigender Reisedistanz werden zusätzliche Kosten weniger stark gewichtet. Die nicht-linearen Kosten- und Zeitvariablen beeinflussen die Zeitwerte und Elastizitäten. Wegen der tiefen Signifikanz müssen diese Werte aber mit Vorsicht interpretiert werden.

Tabelle 27: Kombiniertes Modell der Parkplatz-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl

Attribut	Lineare Nutzenfunktion				Nicht-Lineare Nutzenfunktion			
	Ge- samt	Pend- ler	Ein- kauf	Frei- zeit	Ge- samt	Pend- ler	Ein- kauf	Frei- zeit
Abgangszeit MIV	-0.083	-0.086	-0.103	-0.079	-0.082	-0.086	-0.121	-0.074
Fahrtkosten	-0.127	-0.132	-0.233*	-0.091*	-0.139	-0.112	-0.345*	-0.242"
Fahrtzeit MIV	-0.053	-0.053	-0.073	-0.054	-0.052	-0.056	-0.087	-0.047
Preis-/Leistungsverhältnis = gut <sup>1</sup>	0.118		0.023*	0.186	0.110		0.045*	0.120*
Preis-/Leistungsverhältnis = sehr gut <sup>1</sup>	0.390		0.369	0.551	0.409		0.449	0.499
Offener Parkplatz <sup>2</sup>	0.126		0.363	0.012	0.140		0.411	0.051*
Parkhaus <sup>2</sup>	0.386		0.735	0.290	0.402		0.846	0.306
Preisniveau-Mittel <sup>3</sup>	0.023		0.034*	0.041	0.009*		0.033*	0.056*
Preisniveau-Hoch <sup>3</sup>	-0.381		-0.575	-0.340	-0.379		-0.656	-0.275
Standort Stadtrand <sup>4</sup>	-0.304		-0.275	-0.443	-0.302		-0.309	-0.389
Männlich (MIV)	0.490	0.294*	0.569	0.790	0.454	0.256*	0.091*	0.809
Anzahl PW	0.356	0.322	0.595	0.233*	0.373	0.325	0.672	0.176*
Parkkosten	-0.146	-0.137	-0.219	-0.164	-0.152	-0.139	-0.263	-0.159
PW Verfügbarkeit	1.090	1.200	0.553*	1.470	1.030	0.980	0.600*	1.160
Suchzeit	-0.114	-0.050	-0.139	-0.123	-0.098	-0.048	-0.130	-0.109
Konstante MIV	-2.780	-3.550	-3.560	-3.310	-2.570	-3.140	-3.580	-2.690
Abgangszeit ÖV	-0.120	-0.122	-0.155	-0.122	-0.120	-0.125	-0.168	-0.126
Fahrtzeit ÖV	-0.041	-0.045	-0.061	-0.041	-0.045	-0.046	-0.048	-0.051
GA-Besitz	1.210	0.540*	1.510	2.600	0.997	0.514*	1.490	2.240
Halbtax-Besitz	0.581	0.339*	1.060	1.290	0.487	0.304*	1.280	1.490
Personen im HH (ÖV)	0.171	0.199	0.002*	0.330	0.184	0.206		0.427
Takt ÖV	-0.018	-0.019	-0.021	-0.021	-0.020	-0.021	-0.031	-0.023
Umsteigezahl	-0.316	-0.264	-0.633	-0.400	-0.338	-0.281	-0.809	-0.414
Konstante ÖV	-2.280	-2.000	-2.570	-4.160	-1.930	-1.900	-2.680	-4.340
Fahrtzeit Velo	-0.108	-0.095	-0.124	-0.136	-0.111	-0.099	-0.150	-0.203
Anzahl Velos im HH	0.629	0.759	0.431	1.020	0.628	0.773	0.314	0.981
Konstante Velo	-3.330	-4.190	-4.060	-4.740	-3.190	-4.180	-3.070	-3.530
Fusszeit	-0.126	-0.138	-0.250	-0.097	-0.124	-0.137	-0.242	-0.108
Konstante Abbruch	-4.270		-4.850	-5.070	-4.200		-5.630	-4.560
$\lambda$ (Dauer_Suchzeit)					-0.335		-0.225	-0.606
$\lambda$ (Dauer_Parkgebühr)					-0.255	-0.091*	-0.104*	-0.232*
$\lambda$ (Dist_Zeit_MIV)					0.168	-0.002*	1.730	0.564
$\lambda$ (Dist_Zeit_ÖV)					0.098*	-0.001*	2.360	0.429
$\lambda$ (Eink_Fahrtkosten)					-0.405	-1.070	-0.363*	1.950
$\lambda$ (Eink_Zeit MIV)					-0.163*	-0.160*	-2.210	1.620
$\lambda$ (Eink_Zeit ÖV)					0.034*	-0.017*	-2.810	1.550
$\lambda$ (Eink_Parkkosten)					0.068*	0.166*	-0.061*	0.158*
$\lambda$ (Eink_Suchzeit)					-0.059*	-0.714*	-0.117*	0.046*
Skal. Parameter SP 1	1.31	1.00	1.15	1.10	1.34	1.00	1.00	1.25
Skal. Parameter SP 2	1.07	1.00	0.84	1.08	1.10	1.00	0.74	1.21
Skal. Parameter SP 3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
No. Beobachtungen	13'114	1'495	5'664	5'955	13'114	1'495	5'664	5'955
Log-Likelihood	-9'300	-744	-4'387	-3'949	-9226	-734	-4361	-3888
Adj. Pseudo Rsq ( $\beta$ )	0.444	0.380	0.420	0.497	0.448	0.381	0.422	0.504

<sup>1</sup> Im Vergleich mit Preis-/Leistungsverhältnis=Angemessen, <sup>2</sup> Im Vergleich mit "An der Strasse",

<sup>3</sup> Im Vergleich mit "Niedrig", <sup>4</sup> Im Vergleich mit "Innenstadt", (\*) Signifikanzniveau < 95%

### 5.3.6 Zahlungsbereitschaften

In Tabelle 28 sind die aus dem gemeinsamen Modell ermittelten (mittleren) Zahlungsbereitschaften für verschiedene Kenngrössen des Verkehrsangebotes aufgeführt. Es ist zu beachten, dass diese Zahlungsbereitschaften nur für das Stichprobenmittel gelten. Die Stichprobenmittel und die weiteren statistischen Kennwerte der Angebotsvariablen, welche die Alternativen beschreiben, sind in der Tabelle 24 aufgelistet<sup>22</sup>.

Die relativen Verhältnisse der Parameter geben erste Hinweise zu den Modellergebnissen. Sie sind mit vorherigen Studien (Vrtic et al., 2008 und Vrtic et al., 2003) verglichen worden und haben sich als konsistent mit deren Ergebnissen erwiesen. Gegenüber den Ergebnissen der Mobility Pricing Studie (Vrtic et al., 2008) unterscheidet sich vor allem das Verhältnis der Parameter für die MIV-Reisekosten und für die Parkplatzkosten. Die in der vorliegenden Studie ermittelte Zahlungsbereitschaft für Fahrtkosten (Mobility Pricing 27.8 CHF/h) ist etwas tiefer, jene für die Parkkosten (Mobility Pricing 10.8 CHF/h) etwas höher. Es muss aber berücksichtigt werden, dass in der Mobility Pricing Studie neben den Fahrtkosten (damals als Treibstoffkosten ohne Mineralölsteuer angenommen) und Parkplatzkosten eine Maut als dritte Kostenkomponente betrachtet wurde, womit die gesamten Reisekosten bei jenen SP-Experimenten deutlich höher waren.

In der vorliegenden Studie interessieren vor allem die Bewertungen der MIV-Angebotsvariablen, welche sich auf das Parkieren beziehen (Suchzeit, Abgangszeit und Parkkosten). Die ca. doppelt so hohe Zahlungsbereitschaft für die Such- und Abgangszeit zeigt, dass die Verkehrsteilnehmer auf die Verschlechterung dieser beiden Zeitkomponenten stärker reagieren als auf Fahrtzeitverlängerungen. Die Bewertung der Fuss- und Veloreisezeiten ist um den Faktor 2.5 höher als jene der MIV-Fahrtzeit. Insgesamt kann man davon ausgehen, dass die Reisezeiten zu Fuss und mit dem Velo gleich bewertet werden und dass die Unterschiede zwischen den Bewertungen von MIV- und ÖV-Abgangszeit sowie zwischen jenen von MIV-Abgangszeit und Gehzeit vor allem auf die unterschiedlichen Weglängen zurückzuführen sind.

*Tabelle 28: Indikatoren der Zahlungsbereitschaft (beim Stichprobenmittel, alle Zwecke)*

Variable	Zahlungsbereitschaft
MIV-Reisezeit / Fahrtkosten [CHF/h]	22.5
MIV-Reisezeit / Parkkosten [CHF/h]	20.6
MIV-Abgangszeit / Fahrtkosten [CHF/h]	35.2
MIV-Suchzeit / Fahrtkosten [CHF/h]	42.4
ÖV-Reisezeit / ÖV-Kosten [CHF/h]	19.4
ÖV-Abgangszeit / ÖV-Kosten [CHF/h]	51.8
Intervall / ÖV-Kosten [CHF/h]	8.4
Umsteigen / ÖV-Kosten [CHF/Umsteigevorgang]	2.4
Reisezeit Velo [CHF/h]	47.9
Reisezeit Fuss [CHF/h]	53.5

Im nicht-linearen Modell sind die Reisezeiten und die Kostenkomponenten als nicht-lineare Grössen eingeflossen. Entsprechend werden in der obigen Tabelle auch die Zeitwerte unter Berücksichtigung dieser Nichtlinearitäten dargestellt.

<sup>22</sup> Da sich die geschätzten Parameter der linearen und der nicht-linearen Modelle wenig unterscheiden, sind nur die Mittelwerte der nicht-linearen Modelle dargestellt.

Tabelle 29: Parameter-Verhältnisse

Variable	Alle	Pendler	Einkauf	Freizeit
MIV-Reisezeit / ÖV-Reisezeit	1.16	1.20	1.79	0.93
MIV-Suchzeit / MIV-Reisezeit	1.89	0.86	1.50	2.31
MIV-Parkkosten / MIV-Fahrtkosten	1.10	1.24		
Umsteigen / ÖV-Reisezeit [min/Vorgang]	7.51	6.07	16.71	8.13

Die Berechnung der in Tabelle 28 zusammengestellten Zeitwerte ergibt sich aus der Division des nicht-linearen Terms für die Reisezeit durch den nicht-linearen Term für die Kosten (siehe auch Vrtic et al., 2008). Die folgenden drei Abbildungen stellen die Abhängigkeit des Zeitwertes von der Distanz und vom Einkommen dar. Es ist zu sehen, wie sich mit zunehmender Reisedistanz und zunehmendem Einkommen die Zahlungsbereitschaft für eine Reduktion der Reise- bzw. Parkplatzsuchzeit erhöht.

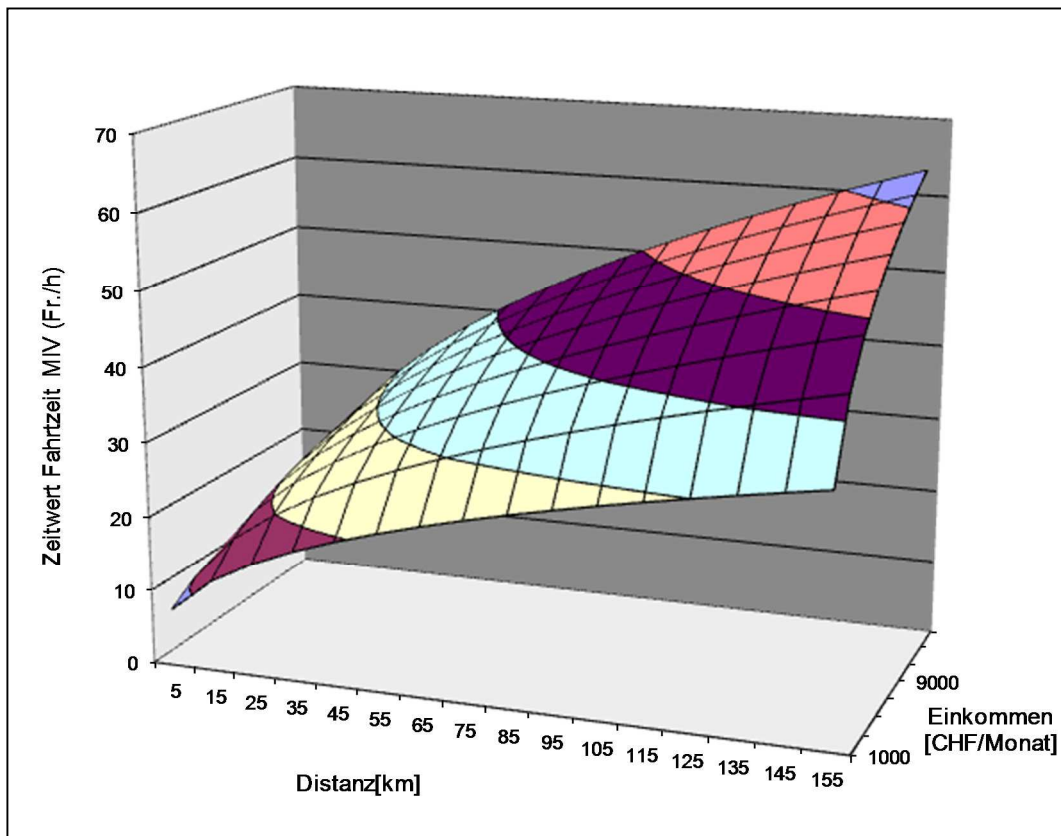


Abbildung 54: Zahlungsbereitschaft für MIV-Reisezeit in Abhängigkeit von Reisedistanz und Einkommen

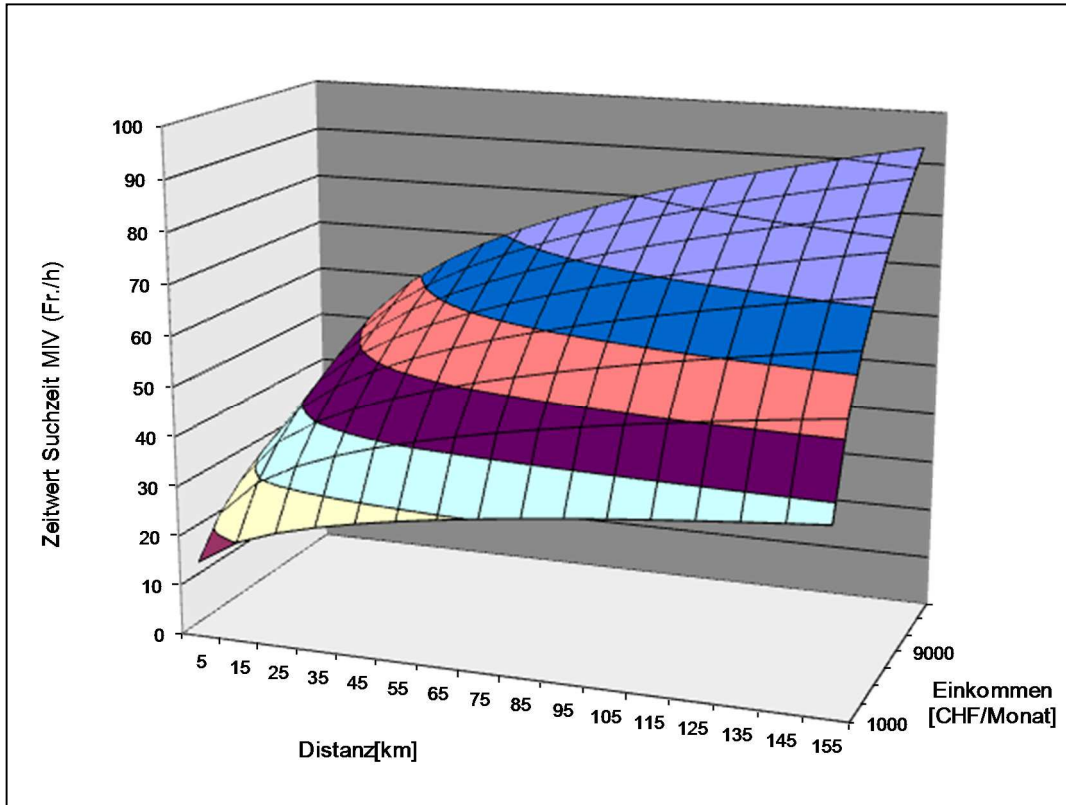


Abbildung 55: Zahlungsbereitschaft für Parkplatzsuchzeit in Abhängigkeit von Reisedistanz und Einkommen

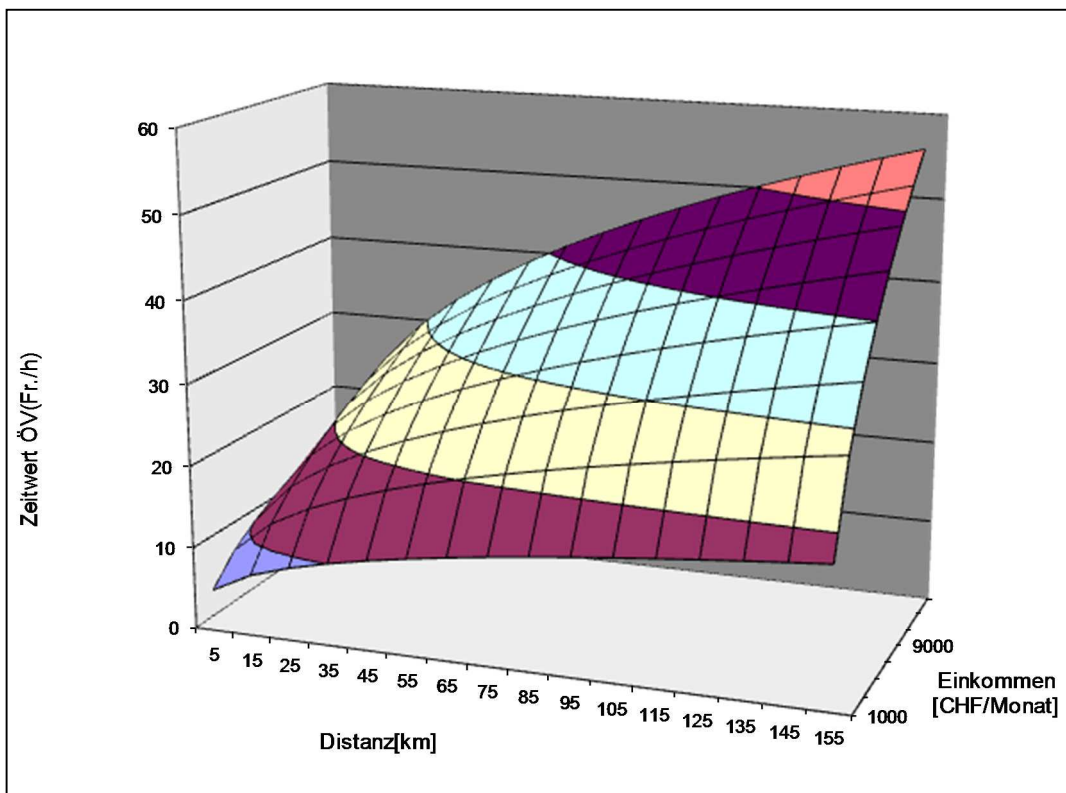


Abbildung 56: Zahlungsbereitschaft für ÖV-Reisezeit in Abhängigkeit von Reisedistanz und Einkommen



Die berechneten Zeitwerte wurden umgewichtet, um die gesamtschweizerischen Distanz- und Einkommensverteilung widerzuspiegeln<sup>23</sup>. Diese Umgewichtung ergibt die folgenden Mittelwerte für die Schweizer Bevölkerung:

- MIV-Reisezeit / Fahrtkosten: 19.5 CHF/h (ohne Gewichtung 22.5 CHF/h)
- MIV-Suchzeit / Fahrtkosten: 38.2 CHF/h (ohne Gewichtung 42.4 CHF/h)
- ÖV-Reisezeit / Fahrtkosten: 17.8 CHF/h (ohne Gewichtung 19.4 CHF/h)

Die gewichteten Zeitwerte sind um rund 10% tiefer als die ohne Gewichtung berechneten Mittelwerte. Im Vergleich mit früheren Studien sind die ermittelten MIV-Zeitwerte sehr ähnlich und die ÖV-Zeitwerte etwas höher, was vor allem auf die Eigenschaften der berichteten Wege zurückzuführen ist (z.B. Hess et al., 2007: MIV = 21.7 CHF/h, ÖV = 13.04 CHF/h; VSS SN 641 822a: MIV = 19.4 CHF/h, ÖV = 13.1 CHF/h). Zudem könnte die spezifische Fragestellung (Fokus auf Parkkosten und -suchzeiten) einen Einfluss auf die Aufmerksamkeit für die ÖV-Eigenschaften (und somit ihre Bewertung) gehabt haben.

### 5.3.7 Elastizitäten

Wie bereits für die geschätzten Einzelmodelle wurden auch für das Gesamtmodell die Reisezeit- und Kostenelastizitäten bestimmt. Zur Erinnerung: Eine Elastizität gibt ganz allgemein an, wie sich die Veränderung einer Einflussvariablen auf die abhängige Variable auswirkt. In einem Logit-Modell ist dies gleichbedeutend mit der prozentualen Änderung der Auswahlwahrscheinlichkeit einer Alternative bei Änderung eines Attributes dieser Alternative. Damit steht beispielsweise eine Preiselastizität von -0.29 in der Verkehrsmittelwahl für eine Verringerung der Wahrscheinlichkeit um 2.9%, dass eine Person den MIV wählt, wenn sich die MIV-Kosten um 10% erhöhen. Dies kann auch direkt auf die gesamte MIV-Nachfrage angewandt werden: Bei einer Preiselastizität von -0.29 führt eine Erhöhung der Kosten um 10% zu einer Reduktion der MIV-Fahrten um 2.9%. Eine Elastizität wird wie folgt berechnet:

$$E_i = \frac{\delta P_i}{\delta x_i} * \frac{x_i}{P_i}$$

mit

$P_i$  = Wahrscheinlichkeit, dass Alternative i gewählt wird

$x_i$  = Einfluss-Variable

Aus der partiellen Ableitung der Auswahlwahrscheinlichkeit  $P_i$  nach der Variablen  $x_i$  ergibt sich (siehe auch Kapitel 5.3.2):

$$\text{Eigenelastizität} = +\beta_{kj} * (1 - P_j) * X_{kj} \quad \text{und} \quad \text{Kreuzelastizität} = -\beta_{kj} * P_j * X_{kj}$$

Für die Berechnung von Nachfrageelastizitäten werden also die Auswahlwahrscheinlichkeiten  $P$  (resp. die Verkehrsmittelwahl-Anteile) und die Mittelwerte der Variablen  $x$  als Eingangsgrößen verwendet. Die Verkehrsmittelwahl-Anteile wurden aus der Gesamtstichprobe der drei SP-Experimente berechnet (siehe die folgende Tabelle 30).

Tabelle 30: Für die Berechnung der Elastizitäten verwendete Verkehrsmittelwahl-Anteile

Verkehrsmittel	Alle	Pendler	Einkauf	Freizeit
MIV	0.664	0.584	0.668	0.652
ÖV	0.336	0.416	0.332	0.348
Fuss	0.000	0.000	0.000	0.000
Velo	0.000	0.000	0.000	0.000

<sup>23</sup> Die Gewichtungsfaktoren wurden aus dem Mikrozensus 2005 abgeleitet.

Die aus der Stichprobe berechneten Nachfrageelastizitäten sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Sie gelten für die Verkehrsmittel-Anteile gemäss Tabelle 30 und für die Mittelwerte der im kombinierten Datensatz (SP 1, SP 2 und SP 3) enthaltenen Angebotsvariablen. Für andere Verkehrsmittel-Anteile und Mittelwerte müssten die Elastizitäten neu berechnet werden.

*Tabelle 31: Berechnete (mittlere) Elastizitäten der Verkehrsmittelwahl (kombiniertes Modell)*

Attribut	Direkte Elastizitäten				Kreuzelastizitäten			
	Gesamt	Pendler	Einkauf	Freizeit	Gesamt	Pendler	Einkauf	Freizeit
Abgangszeit MIV	-0.18	-0.19	-0.29	-0.18	0.35	0.27	0.59	0.34
Abgangszeit ÖV	-0.43	-0.39	-0.61	-0.44	0.22	0.28	0.30	0.24
Fahrtzeit MIV	-0.29	-0.70	-0.35	-0.22	0.58	0.98	0.70	0.41
Fahrtzeit ÖV	-1.12	-1.09	-0.89	-1.34	0.57	0.78	0.44	0.71
Fahrtkosten MIV	-0.18	-0.18	-0.22	-0.37	0.35	0.26	0.45	0.70
Fahrtkosten ÖV	-0.39	-0.26	-0.86	-0.78	0.20	0.19	0.42	0.42
Parkkosten	-0.30	-0.59	-0.43	-0.36	0.59	0.83	0.87	0.67
Suchzeit	-0.17	-0.08	-0.26	-0.22	0.33	0.11	0.52	0.42
Takt ÖV	-0.45	-0.47	-0.69	-0.48	0.23	0.33	0.34	0.26
Umsteigezahl	-0.22	-0.19	-0.38	-0.28	0.11	0.14	0.19	0.15

Alle berechneten Elastizitätswerte haben das richtige Vorzeichen. Ihre Werte sind vergleichbar mit den in früheren Studien berechneten Elastizitäten. Wegen der etwas grösseren Differenz zwischen den Reisezeiten im MIV (15.5 Minuten) und jenen im ÖV (37.4 Minuten) sind die Reisezeitelastizitäten im MIV etwas tiefer, jene im ÖV etwas höher als die in früheren Studien gefundenen Werte.

Auch die Elastizitäten bezüglich Parkplatzkosten und MIV-Reisekosten werden durch die Differenzen in den Mittelwerten dieser Attribute beeinflusst.

Die folgende Abbildung zeigt, wie sich bei einem unveränderten Verhaltensparameter die Reisezeitelastizität durch die Veränderung der mittleren Fahrtzeit und des MIV-Anteils ändert (weitere Elastizitäten siehe Anhang IV). Falls hier auch die distanz- oder einkommensabhängige Bewertung des Verhaltensparameters berücksichtigt würde, wären die Abhängigkeiten noch komplexer und damit eine Anwendung der angegebenen Elastizitäten auf andere Situationen kaum noch möglich.

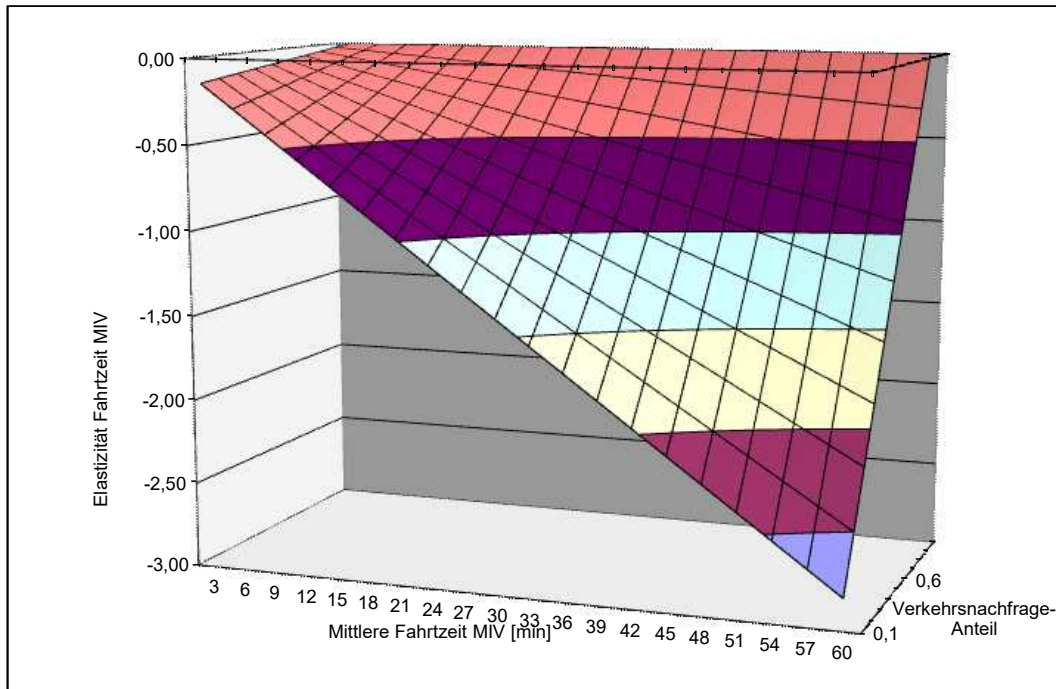


Abbildung 57: Beispiel: Reisezeitelastizität in Abhängigkeit der mittleren Reisezeit und MS-Anteil bei einer fixen Bewertung (Parameter) der Reisezeit

### 5.3.8 Wahl des Arbeitsplatzes

In der Hauptstudie wurde mit dem vierten SP-Experiment der Einfluss wichtiger Merkmale des Verkehrsangebotes und der Soziodemographie auf die Wahl des Arbeitsplatzes analysiert. Da dieses SP-Experiment in der Projekterweiterung nicht mehr durchgeführt wurde entfiel bei dieser auch die entsprechende Modellschätzung.

Wie erwartet ist von den untersuchten Variablen das Einkommen der wichtigste Einflussfaktor für die Wahl des Arbeitsplatzes. Aber auch die Reisekosten und die Reisezeit sind wichtige Einflussfaktoren. Ein weiterer wichtiger Faktor ist das durch den Arbeitgeber zur Verfügung gestellte GA. Als nicht signifikant erweist sich die Verfügbarkeit eines Firmenwagens oder eines Parkplatzes am Arbeitsort.

Ein höheres Alter sowie eine tiefere Schulbildung wirken sich negativ auf die Bereitschaft aus, den Arbeitsplatz zu wechseln. Eher überraschend ist, dass sich gemäss Modell die Haushaltsgrösse positiv auf die Wahrscheinlichkeit eines Arbeitsplatzwechsels auswirkt. Es könnte erwartet werden, dass mit einem grösseren Haushalt auch eine höhere soziale Abhängigkeit einhergeht, weshalb ein Arbeitsplatzwechsel eher unwahrscheinlicher wird. Mehr den Erwartungen entspricht das Ergebnis, dass der Zivilstand "Verheiratet" im Vergleich zum Zivilstand "Ledig" einen negativen Einfluss auf die Bereitschaft zum Arbeitsplatzwechsel hat. Ausserdem zeigt sich, dass bei hoher Verantwortungsstufe die Wahrscheinlichkeit für einen Arbeitsplatzwechsel sinkt.

Mit dem Mixed MNL wird eine höhere Modellgüte erreicht, die Signifikanz der Modellparameter der drei angewendeten Ansätze bleiben aber relativ ähnlich und stabil. Der Einbezug des Panel-Effekts bei der Berechnung der Mixed-Logit-Parameter erhöht die Modellgüte nochmals minimal.

Tabelle 32: Parameter des Arbeitsplatzwahl-Modells (SP 4)

Attribut	MNL	Mixed_MNL	Mixed_MNL (Panel)
Alter	-0.016	-0.010	-0.014
Bildung_Volksschule <sup>1</sup>	-0.699	0.059*	0.242*
Bildung_Berufsschule <sup>1</sup>	-0.631	0.123*	0.211*
Bildung_Gymnasium <sup>1</sup>	-0.526	0.237*	0.330*
Bildung_Fachhochschule <sup>1</sup>	-0.493	0.282*	0.408*
Bildung_Hochschule <sup>1</sup>	-0.119*	0.669*	0.929*
Fahrtzeit MIV	-0.009	-0.009	-0.012
Fahrtzeit ÖV	-0.019	-0.020	-0.030
Firmenwagen	0.108*	0.113*	0.130*
GA vom Arbeitgeber	1.120	1.150	1.610
Personen im HH	0.108	0.140	0.160
Parkkosten	-0.002	-0.002	-0.004
Einkommen (ln)	5.860	6.040	8.060
Männlich	0.274	0.293	0.361
Suchzeit	-0.012	-0.012	-0.007*
Takt ÖV	-0.012	-0.012	-0.016
Verantwortung_10 bis 25 Personen <sup>2</sup>	0.036*	0.079*	0.192*
Verantwortung_> 25 Personen <sup>2</sup>	-0.268	-0.235*	-0.168*
Parkplatzverfügbarkeit	0.122*	0.123*	0.178*
Zivilstand_Verheiratet <sup>3</sup>	-0.101*	-0.154*	-0.192*
Zivilstand_Verheiratet_In Trennung <sup>3</sup>	0.631*	0.702	0.851*
Zivilstand_Geschieden <sup>3</sup>	-0.043*	-0.076*	-0.100*
Zivilstand_Verwitwet <sup>3</sup>	-0.169*	-0.240*	-0.374*
Kons. Mixed Logit		1.160	1.530*
Std. Abweichung ( $\Omega$ )		-0.390	-1.490
Anzahl Beobachtungen	3047	3047	3047
Log-Likelihood	-1378	-1375	-1287
Adj. Pseudo Rsq (B)	0.34	0.34	0.38

<sup>1</sup> Im Vergleich mit "Primarschule", <sup>2</sup> Im Vergleich mit „0 bis 10 Personen“, <sup>3</sup> Im Vergleich mit "Ledig", (\*) Signifikanzniveau < 95%

## 5.4 Schätzung von Entscheidungsmodellen, Projekterweiterung

### 5.4.1 Stichproben

Für die Modellschätzungen der Projekterweiterung konnte folgende Anzahl von Beobachtungen bzw. Entscheidungen verwendet werden:

- SP 1 (Parkplatzwahl): 5'350 Entscheidungen
- SP 2 (Zielwahl): 5'939 Entscheidungen
- SP 3 (Verkehrsmittelwahl): 9'670 Entscheidungen
- SP 1 + SP 2 + SP 3 (gemeinsames Modell): 20'959 Entscheidungen

Die Modelle zur Wahl des Arbeitsplatzes fallen hier weg, da diese langfristigen Entscheidungen in der Projekterweiterung nicht behandelt wurden.

Im Folgenden wird nur das gemeinsame Modell für die Abbildung aller Entscheidungen, welches mit dem gesamten Datensatz geschätzt wurde, betrachtet. Dieses gemeinsame Modell stellt konsistente und stabile Parameterverhältnisse für alle drei Entscheidungsebenen sicher. Somit wird der angestrebte Vergleich der Ergebnisse mit jenen aus der Hauptstudie ermöglicht.

### 5.4.2 Gemeinsames Modell

Für den Gesamtdatensatz (20'959 Beobachtungen) wurde ein Modell mit denselben Nutzenfunktionen geschätzt, welche auch in der Hauptstudie verwendet wurden. Zusätzlich wurde die Zugangszeit zum Auto bzw. zur ÖV-Haltestelle sowie (für Entscheidungen im Einkaufsverkehr) eine Konstante für die Abbildung der Einkaufsmenge in die Nutzenfunktionen einbezogen.

Es wird also wiederum ein gemeinsames Parkplatz-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl-Modell geschätzt. Zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Verteilungen der Fehlerterme  $\epsilon$  zwischen den einzelnen Fragestellungen werden wiederum Skalierungsparameter eingesetzt. Und es werden sowohl lineare als auch nicht-lineare Modelle geschätzt.

Die Ergebnisse der Schätzungen des kombinierten Modells (bezüglich Modellgüte und Aussagekraft optimiert) sind in Tabelle 33 aufgelistet (analog zu Tabelle 27 für die Hauptstudie). Die Parameter des linearen und des nicht-linearen Modells sind ähnlich. Im Vergleich zum Modell aus der Hauptstudie zeigt sich, dass die Vorzeichen gleich und die Signifikanzen der Parameter ähnlich bleiben. Die neu eingeführte Variable "Grosseinkauf" hat den erwarteten positiven Effekt auf den Nutzen der MIV-Alternative im Einkaufsverkehr. Der Einbezug dieser Variable hat jedoch erwartungsgemäss keinen Einfluss auf die Bewertung der übrigen Attribute (siehe nachfolgende Kapitel). Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Befragten wie postuliert auf die in den SP-Experimenten abgefragten Variablen reagieren und die übrigen Umstände der Situation implizit als unverändert betrachten. Lediglich die Werte der Konstanten (also des einer Alternative zugrundeliegenden Basisnutzens) verändern sich. Diese Konstanten haben aber keinen Einfluss auf die primär interessierenden Grössen wie Zahlungsbereitschaften oder Elastizitäten.

Tabelle 33: Kombiniertes Modell der Parkplatz-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl

Attribut	Lineare Nutzenfunktion				Nicht-lineare Nutzenfunktion			
	Gesamt	Pendler	Einkauf	Freizeit	Gesamt	Pendler	Einkauf	Freizeit
Zu-/Abgangszeit MIV	-0.100	-0.112	-0.179	-0.136	-0.034	-0.059	-0.146	-0.090
Fahrtkosten MIV	-0.127	-0.115*	-0.145*	-0.070	-0.090	-0.081	-0.291	-0.234
Fahrtzeit MIV	-0.072	-0.084	-0.104	-0.088	-0.036	-0.041	-0.073	-0.047
Preis-/Leistungsverhältnis = Gut <sup>1</sup>	9.930		13.800	10.000	0.549		5.200	3.350
Preis-/Leistungsverhältnis = S.G. <sup>1</sup>	18.100		25.100	18.500	1.430		7.940	6.080
Offener Parkplatz <sup>2</sup>	1.410	0.240	1.940	1.510	0.243	0.131	2.800	1.650
Parkhaus <sup>2</sup>	6.230	0.725	8.630	6.630	0.931	0.397	5.690	2.730
Attraktivität-Mittel <sup>3</sup>	8.910		12.400	9.250	0.402		3.320	3.470
Attraktivität-Hoch <sup>3</sup>	15.900		22.100	16.500	1.190		5.680	6.790
Standort Stadtrand <sup>4</sup>	-5.110		-7.100	-5.310	-0.028*		-1.090	-2.890
Grosseinkauf	1.620		2.030		1.100		0.843	
Männlich (MIV)	-0.175*	-1.070	-0.241	-0.273	-0.045*	-0.434	0.461*	0.111*
Alter (MIV)	-0.014	-0.024	-0.017	-0.007*	-0.005	-0.017	0.006*	-0.013
Parkkosten	-0.127	-0.110	-0.171	-0.137	-0.277	-0.054	-0.291	-0.137
PW Verfügbarkeit	0.556*	1.950	0.800*	0.518*	0.267*	1.400	-1.080*	0.157*
Suchzeit	-0.166	-0.084	-0.201	-0.151	-0.071	-0.060	-0.190	-0.094
Konstante MIV	-4.080	0.489*	1.370	1.440	1.680	0.791*	3.180	0.955
Zu-/Abgangszeit ÖV	-0.100	-0.112	-0.141	-0.105	-0.067	-0.059	-0.146	-0.090
Fahrtkosten ÖV	-0.127	-0.115*	-0.264	-0.212	-0.090	-0.081	-0.486	-0.294
Fahrtzeit ÖV	-0.056	-0.071	-0.069	-0.051	-0.027	-0.032	-0.073	-0.059
GA-Besitz	2.730	2.730	3.310	2.470	1.230	1.380	2.650	1.050
Halbtax-Besitz	1.190	1.390	1.480	1.120	0.604	0.576	0.622*	0.464
Verbundabo-Besitz	2.540	2.810	3.290	2.500	1.150	1.420	0.527*	1.580
Takt ÖV	-0.019	-0.005*	-0.024	-0.018	-0.013	-0.005*	-0.035	-0.019
Umsteigezahl	-0.406	-0.030*	-0.539	-0.380	-0.319	-0.150	-0.892	-0.329
Konstante ÖV	-6.900	-1.080	-2.260	-1.680	0.304*	-0.481*	-0.130*	0.217*
Fahrtzeit Velo	-0.232	-0.136	-0.312	-0.231	-0.107	-0.046	-0.073	-0.157
Konstante Velo	-3.380	-1.830	2.240	1.630	0.749	-2.020	-1.190	1.060
Fusszeit	-0.337	-0.112	-0.179	-0.136	-0.067	-0.099	-0.146	-0.090
Konstante Abbruch	-3.260		-4.550	-3.520	-2.040		-2.210	-5.690
$\lambda$ (Dauer_Suchzeit)					-0.074*		-0.731	-0.961
$\lambda$ (Dauer_Parkgebühr)					-0.773			
$\lambda$ (Dist_Zeit_MIV)					-0.213	-0.262*		
$\lambda$ (Dist_Zeit_ÖV)					-0.350	0.047		-0.032*
$\lambda$ (Dist_Fahrtkosten_MIV)					-0.732	-1.050		
$\lambda$ (Dist_Fahrtkosten_ÖV)					-0.732	-1.090		-0.422
$\lambda$ (Eink_Fahrtkosten)					-0.104*	0.083*	-0.202*	
$\lambda$ (Eink_Zeit MIV)						0.331		
$\lambda$ (Eink_Zeit ÖV)						0.331		
$\lambda$ (Eink_Parkkosten)					-0.081	-0.205	-0.394	
Skal. Parameter SP 1	0.642	6.340	0.618	0.602	1.920	5.880	0.541	0.423
Skal. Parameter SP 2	0.261		0.250	0.252	0.885		0.571	0.400
Skal. Parameter SP 3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
No. Beobachtungen	20'959	6'940	6'499	7'520	20'959	6'940	6'499	7'520
Log-Likelihood	-12'198	-3'716	-3'634	-5'068	-11'138	-3'670	-3'453	-4'516
Adj. Pseudo Rsq ( $\beta$ )	0.382	0.301	0.469	0.322	0.435	0.308	0.495	0.395

<sup>1</sup> Im Vergleich mit Preis-/Leistungsverhältnis=Angemessen, <sup>2</sup> Im Vergleich mit "An der Strasse",

<sup>3</sup> Im Vergleich mit "Niedrig", <sup>4</sup> Im Vergleich mit "Innenstadt", (\*) Signifikanzniveau < 95%

### 5.4.3 Zahlungsbereitschaften und Elastizitäten

Die Werte für der Zahlungsbereitschaften und Nachfrageelastizitäten aus der Projekterweiterung werden im folgenden Kapitel vorgestellt und mit den Werten aus der Hauptstudie verglichen.

## 6 Vergleich der Ergebnisse der Hauptstudie und der Projekterweiterung

### 6.1 Modellparameter

Die Gesamtmodelle der Hauptstudie und der Projekterweiterung wurden mit unterschiedlichen Stichproben geschätzt. In der Hauptstudie war diese hinsichtlich einzelner soziodemographischer Charakteristiken verzerrt, in der Projekterweiterung konnte hingegen eine in allen relevanten Merkmalen praktisch unverzerrte Stichprobe gewonnen werden. Die Stichproben unterscheiden sich auch bezüglich ihrer Struktur (Verteilung der Zwecke, Aktivitätendauern) sowie bezüglich der bewerteten Attribute wie Kosten, Suchzeit etc. (siehe die detaillierten Auswertungen der Stichproben in den Abschnitten 4.3 und 4.4).

Da die zugrundeliegenden Werte der Attribute einen Einfluss auf die Skalierung der absoluten Werte der geschätzten Parameter haben, ist ein direkter Vergleich der Parameterwerte aus den beiden Modellschätzungen nicht möglich bzw. nicht sinnvoll. Auch können diese Parameterwerte, welche ja den einheitsfreien Nutzenbeitrag der jeweiligen Attribute wiedergeben, nicht alleine stehend interpretiert werden. Erste Indikatoren für die Vergleichbarkeit der Modelle stellen jedoch zum einen die Vorzeichen (welche durchgehend für beide Modelle gleich und konsistent mit den Erwartungen sind) und Grössenordnungen der geschätzten Parameter sowie deren Signifikanzniveaus (welche grossmehrheitlich sehr hoch sind) dar.

Zur Interpretation und zum Vergleich der aus den beiden Stichproben geschätzten Modellparameter können die berechneten Elastizitäten (bei gleichen Bedingungen betreffend Auswahlwahrscheinlichkeiten und einzusetzenden Mittelwerten) und die Verhältnisse zwischen einzelnen Parametern (z.B. Zahlungsbereitschaften, auch hier bei gleichen Werten z.B. für die Aktivitätendauer, welche diese Werte ja direkt beeinflusst) herangezogen werden.

Zu diesem Zweck wurde die vorliegende Befragungsstichprobe umgewichtet, so dass beide Modelle Ergebnisse für dieselbe Stichprobenverteilung widerspiegeln (Verteilung entsprechend des für Mobilitätskenngrössen als repräsentativ betrachteten Mikrozensus Mobilität und Verkehr). Erst diese Re-Skalierung ermöglicht einen direkten Vergleich der Modellergebnisse aus beiden Studien und vermag aufzuzeigen, welche Kenngrössen (Zahlungsbereitschaften, Elastizitäten) in der Hauptstudie eventuell über- oder unterschätzt wurden.

Die folgenden beiden Abschnitte zeigen diese Vergleiche detailliert auf.

### 6.2 Zahlungsbereitschaften

In Tabelle 34 werden für die einzelnen betrachteten Fahrtzwecke sowie für alle Fahrtzwecke zusammen die aus den Parametersätzen für das Gesamtmodell der Hauptstudie und der Projekterweiterung berechneten Zahlungsbereitschaften für die Reduktion einzelner "Widerstandskomponenten" gegenübergestellt.

Es zeigt sich, dass sowohl die Grössenordnungen als auch die Verhältnisse (sowohl zwischen den Fahrtzwecken als auch zwischen den einzelnen Attributen) der aus den beiden Modellen abgeleiteten Zahlungsbereitschaften sehr gut übereinstimmen. Punktuell sind zwar Unterschiede auszumachen, die Ergebnisse sind aber, auch angesichts der bisweilen doch unterschiedlichen Befragungsmethodik, erstaunlich stabil. Da es sich um nicht-lineare Modellansätze handelt und diese mit verschiedenen Sub-Stichproben geschätzt wurden (und somit Abweichungen in den Schätzwerten einzelner Parameter entstehen können), können die Ergebnisse der „Gesamt“- und der fahrtzweckspezifischen Modelle nicht

direkt miteinander verglichen werden. Massgebend sind hier die fahrtzweckspezifischen Werte, da diese auf feiner ausdifferenzierten Modellschätzungen beruhen.

*Tabelle 34: Vergleich der Zahlungsbereitschaften, Hauptstudie vs. Projekterweiterung*

Attribut	Hauptstudie				Projekterweiterung			
	Gesamt	Pendler	Einkauf	Freizeit	Gesamt	Pendler	Einkauf	Freizeit
MIV-Fahrtzeit [CHF/h]	22.5	29.7	15.1	11.7	21.6	30.0	15.0	12.0
MIV-Abgangszeit [CHF/h]	35.2	37.2	27.6	27.8	23.7	43.8	30.1	23.1
MIV-Suchzeit [CHF/h]	42.4	20.6	29.7	41.1	42.9	44.6	39.2	41.1
ÖV- Fahrtzeit [CHF/h]	19.4	24.8	8.4	12.6	18.0	24.0	9.0	12.0
ÖV-Abgangszeit [CHF/h]	51.8	46.2	21.0	18.3	59.4	43.8	18.0	18.4
ÖV-Takt (Intervall) [CHF/h]	8.4	11.5	5.4	5.8	8.1	4.1	4.3	3.8
ÖV-Umsteigen [CHF/Vorgang]	2.4	2.5	2.3	1.7	3.4	1.9	1.8	1.1

Auffällig ist einzig die bei der Projekterweiterung resultierende höhere Zahlungsbereitschaft für die Reduktion der Suchzeit im Pendler- und Einkaufsverkehr; deren Bewertung ist jetzt bei allen Zwecken sehr ähnlich (ca. 40.- CHF/h). Die Verhältnisse gegenüber der Bewertung der Fahrtzeit erscheinen jetzt plausibler als in der Hauptstudie (und sind auch vergleichbar mit verwandten Studien, z.B. Fröhlich *et al.*, 2012). Hier dürfte die etwas realitätsnähere Abbildung der Suchzeit in den SP-Experimenten (abhängig vom in der RP-Befragung berichteten Wert anstatt generisch) zu einer genaueren Abwägung dieses Attributs durch die Befragten geführt haben.

Die nachfolgenden Abbildungen versanschaulichen die Differenzen nochmals und zeigen auf, wie klein sie insgesamt sind. Hier sei nochmals darauf hingewiesen, dass angesichts der nicht-linearen Modellformen die Kennwerte nicht konstant sind, sondern von den Weglängen, dem Einkommen, den absoluten Werten der Attribute an sich sowie der Marktanteile (Auswahlwahrscheinlichkeiten der Alternativen) abhängig sind und somit für allfällige Anwendungen fallbezogen neu berechnet werden müssen. Die Verläufe dieser Abhängigkeiten und die damit verbundenen Streuungen der Kennwerte können den Abbildungen in Anhang V entnommen werden.



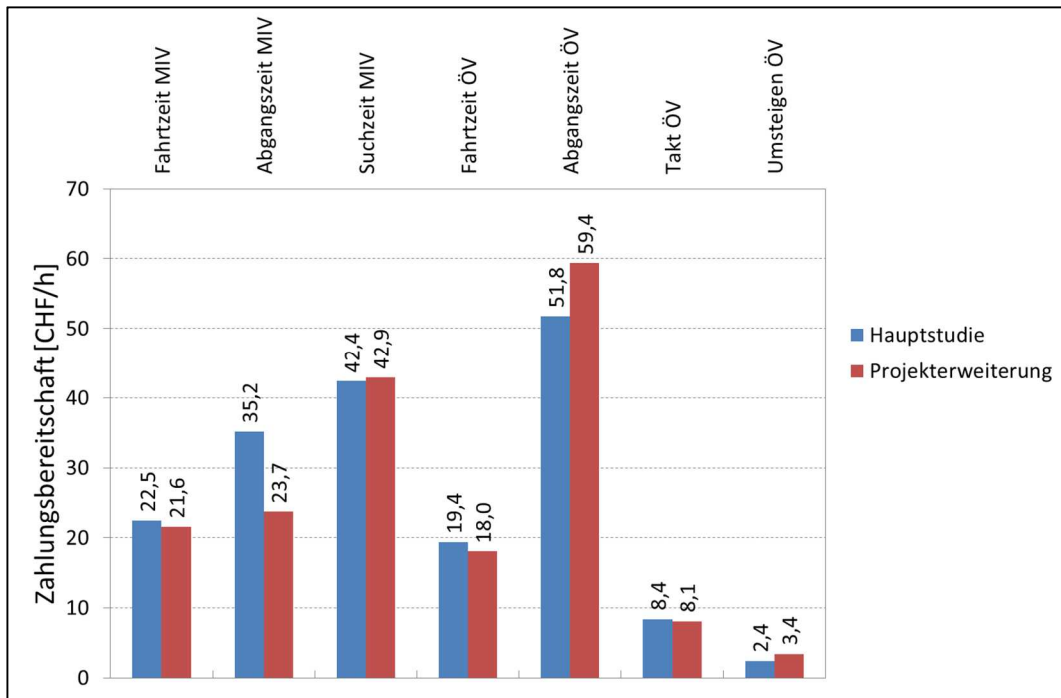


Abbildung 58: Vergleich der Zahlungsbereitschaften, Hauptstudie vs. Projekterweiterung (alle Fahrtzwecke)

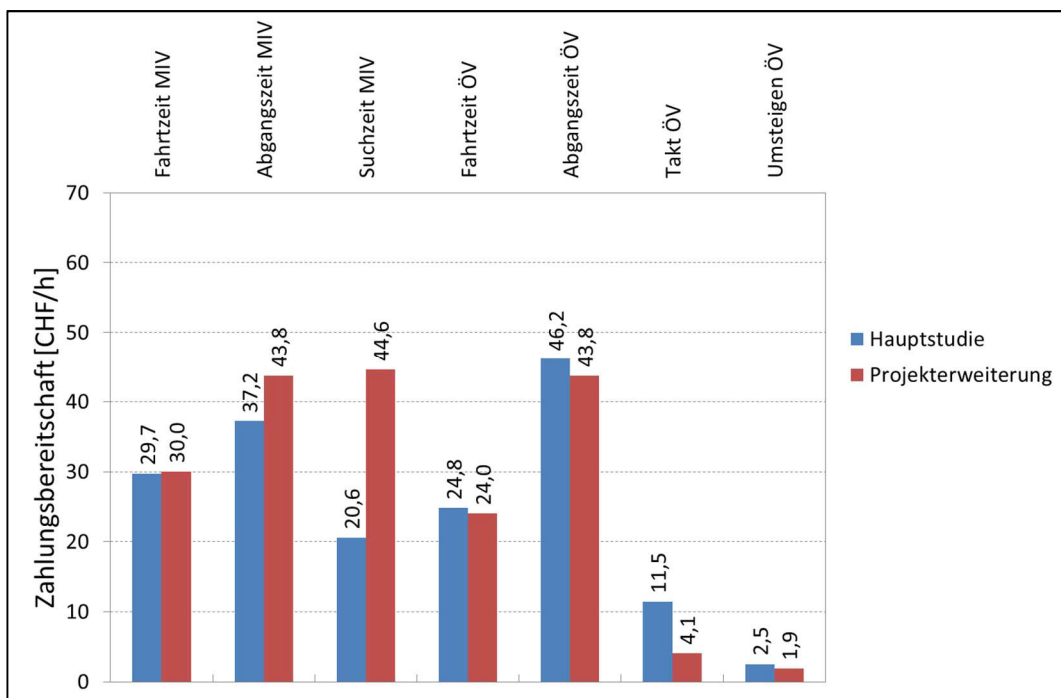


Abbildung 59: Vergleich der Zahlungsbereitschaften, Hauptstudie vs. Projekterweiterung (Fahrtzweck Pendler)

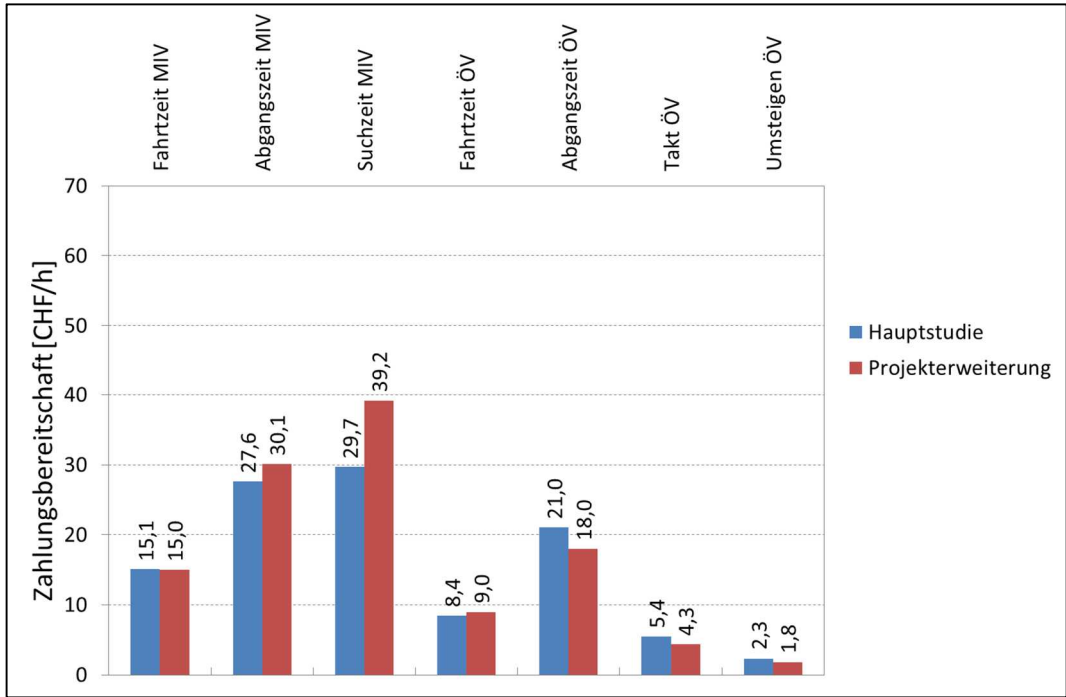


Abbildung 60: Vergleich der Zahlungsbereitschaften, Hauptstudie vs. Projekterweiterung (Fahrtzweck Einkauf)

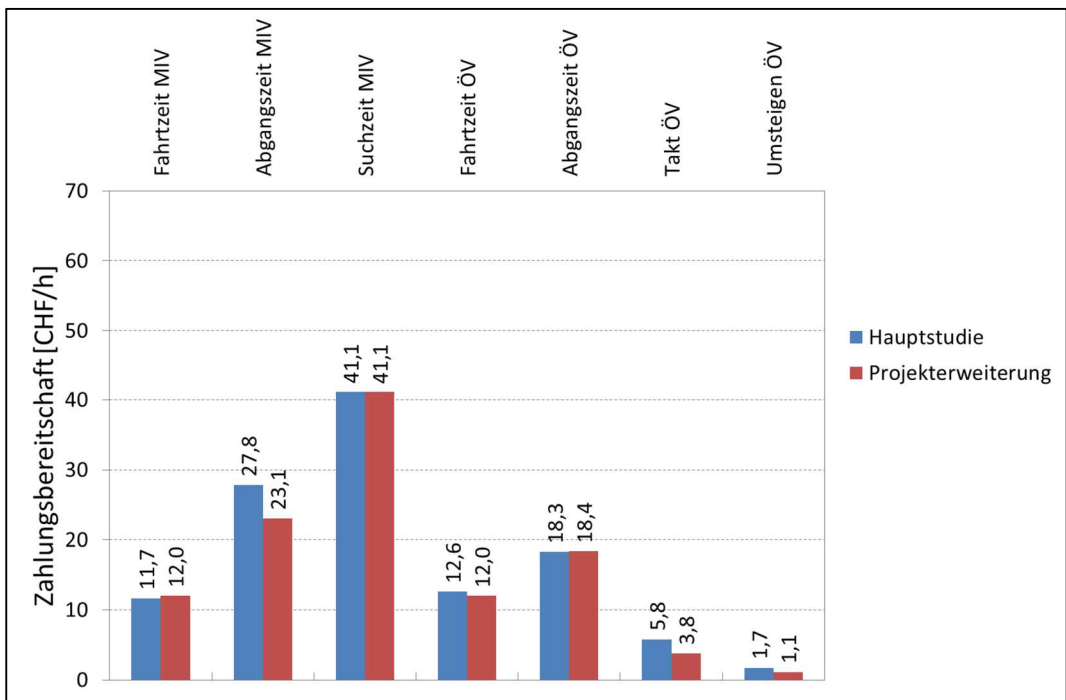


Abbildung 61: Vergleich der Zahlungsbereitschaften, Hauptstudie vs. Projekterweiterung (Fahrtzweck Freizeit)

### 6.3 Elastizitäten

In der Tabelle 35 werden für die einzelnen betrachteten Fahrtzwecke sowie für alle Fahrtzwecke zusammen die mit den Parametern des in der Hauptstudie resp. in der Projekterweiterung geschätzten Gesamtmodells berechneten direkten Nachfrageelastizitäten (Einfluss eines Attributs auf die Auswahlwahrscheinlichkeit der eigenen Alternative) einander gegenübergestellt. Tabelle 36 zeigt den entsprechenden Vergleich für die Kreuzelastizitäten (Einfluss eines Attributs auf die Auswahlwahrscheinlichkeit der jeweils anderen Alternative).

Tabelle 35: Vergleich der direkten Elastizitäten, Hauptstudie vs. Projekterweiterung

Attribut	Hauptstudie				Projekterweiterung			
	Gesamt	Pendler	Einkauf	Freizeit	Gesamt	Pendler	Einkauf	Freizeit
Abgangszeit MIV	-0.18	-0.19	-0.29	-0.18	-0.18	-0.18	-0.35	-0.24
Abgangszeit ÖV	-0.43	-0.39	-0.61	-0.44	-0.31	-0.22	-0.63	-0.34
Fahrtzeit MIV	-0.29	-0.70	-0.35	-0.22	-0.26	-0.47	-0.29	-0.21
Fahrtzeit ÖV	-1.12	-1.09	-0.89	-1.34	-0.87	-0.88	-0.69	-1.67
Fahrtkosten MIV	-0.18	-0.18	-0.22	-0.37	-0.20	-0.23	-0.19	-0.35
Fahrtkosten ÖV	-0.39	-0.26	-0.86	-0.78	-0.47	-0.36	-0.66	-0.92
Parkkosten	-0.30	-0.59	-0.43	-0.36	-0.38	-0.54	-0.48	-0.43
Suchzeit	-0.17	-0.08	-0.26	-0.22	-0.18	-0.12	-0.38	-0.13

Tabelle 36: Vergleich der Kreuzelastizitäten, Hauptstudie vs. Projekterweiterung

Attribut	Hauptstudie				Projekterweiterung			
	Gesamt	Pendler	Einkauf	Freizeit	Gesamt	Pendler	Einkauf	Freizeit
Abgangszeit MIV	0.35	0.27	0.59	0.34	0.35	0.26	0.70	0.48
Abgangszeit ÖV	0.22	0.28	0.30	0.24	0.15	0.16	0.31	0.17
Fahrtzeit MIV	0.58	0.98	0.70	0.41	0.51	0.66	0.59	0.41
Fahrtzeit ÖV	0.57	0.78	0.44	0.71	0.44	0.63	0.35	0.85
Fahrtkosten MIV	0.35	0.26	0.45	0.70	0.39	0.32	0.37	0.69
Fahrtkosten ÖV	0.20	0.19	0.42	0.42	0.24	0.26	0.33	0.46
Parkkosten	0.59	0.83	0.87	0.67	0.75	0.76	0.96	0.86
Suchzeit	0.33	0.11	0.52	0.42	0.35	0.17	0.76	0.26

Es ist ersichtlich, dass sich auch die Elastizitäten aus beiden Modellen nicht substantiell voneinander unterscheiden; die Grössenordnungen bleiben hier sehr stabil. Auch ist weder im MIV noch im ÖV ein klarer Trend zur Über- oder Unterschätzung der Werte in der Hauptstudie festzustellen, so dass sich in der Hauptstudie offensichtlich kein systematischer Effekt infolge der verzerrten Stichprobe ergeben hat. Die Abweichungen in den einzelnen Werten liegen im Bereich von etwa +/-20%. Insbesondere bei den hier zentralen Grössen zur Beschreibung des Parkplatzangebots (Suchzeiten und Kosten), welche in den jeweils letzten beiden Zeilen der Tabellen aufgeführt sind, sind die Unterschiede sehr gering.

Die nachfolgenden Abbildungen versanschaulichen die Differenzen nochmals (für die direkten Elastizitäten) und zeigen, wie gering die Differenzen, insbesondere bei den hier relevanten Attributen, allgemein sind.

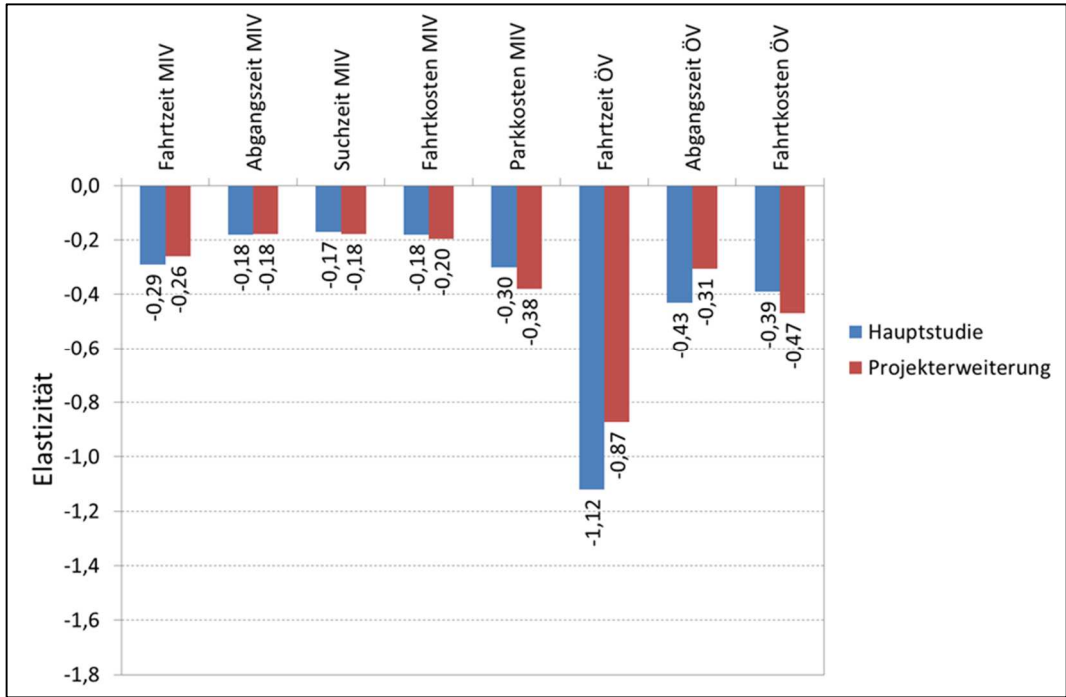


Abbildung 62: Vergleich der Elastizitäten, Hauptstudie vs. Projekterweiterung (alle Fahrtzwecke)

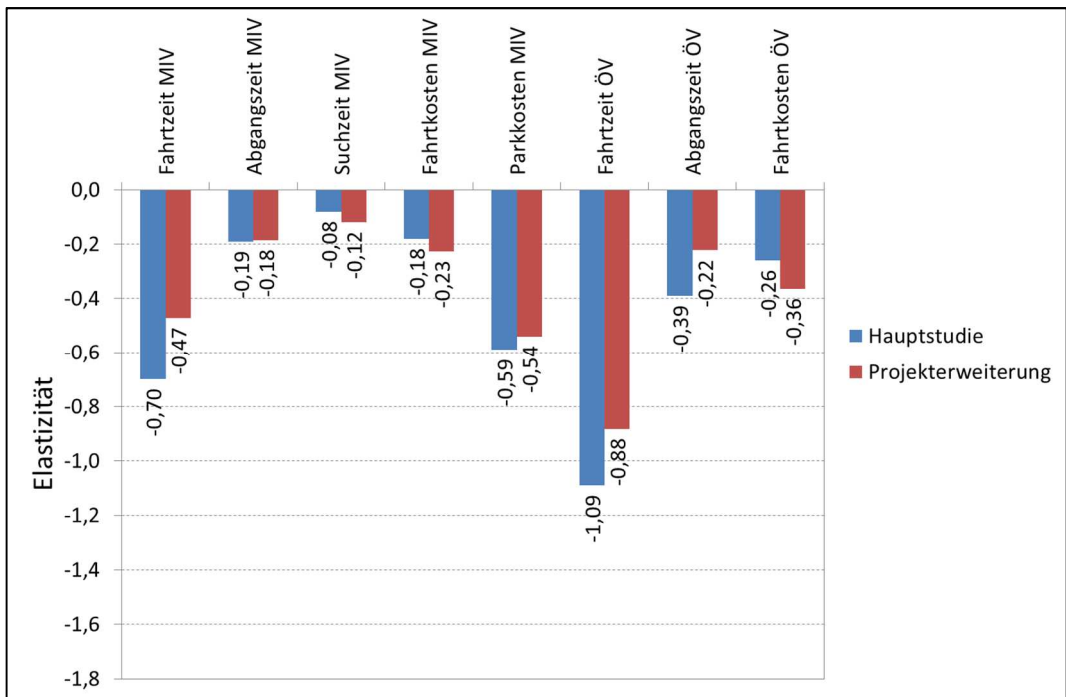


Abbildung 63: Vergleich der Elastizitäten, Hauptstudie vs. Projekterweiterung (Fahrtzweck Pendler)

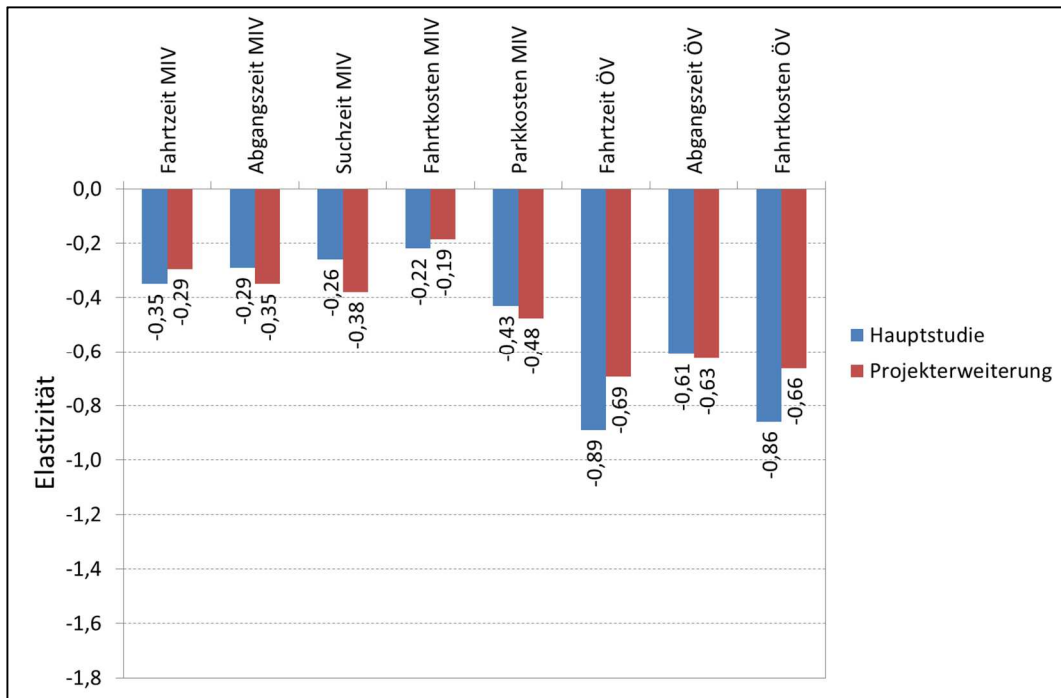


Abbildung 64: Vergleich der Elastizitäten, Hauptstudie vs. Projekterweiterung (Fahrtzweck Einkauf)

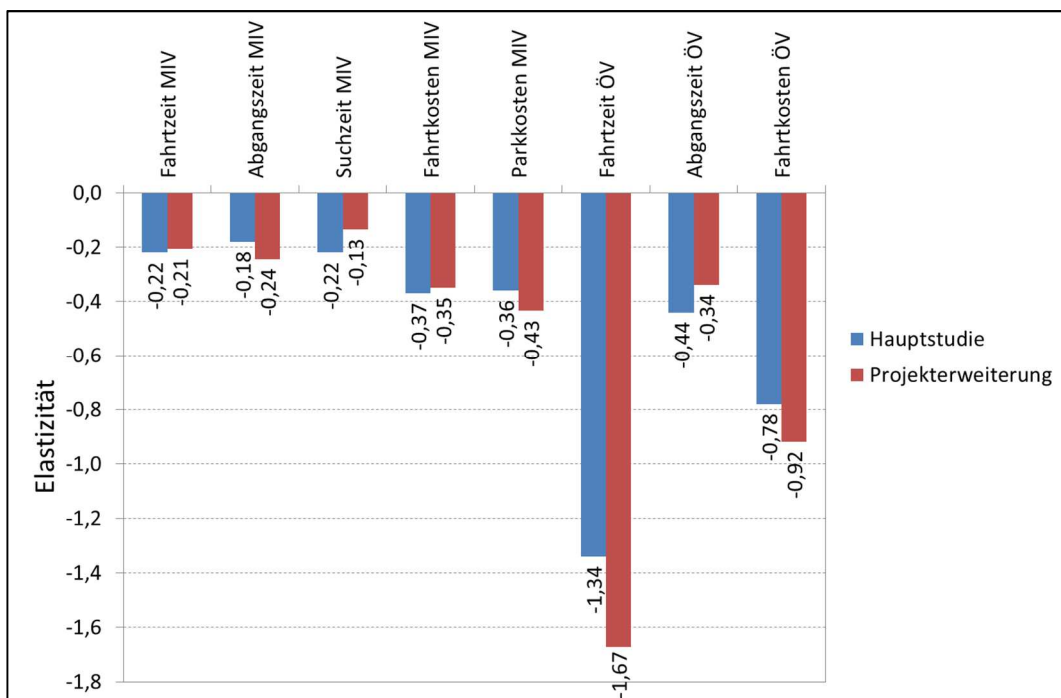


Abbildung 65: Vergleich der Elastizitäten, Hauptstudie vs. Projekterweiterung (Fahrtzweck Freizeit)

## 6.4 Überblick: Bewertung der Kenngrössen des Parkplatzangebots

Die beiden nachfolgenden Abbildungen geben nochmals einen Überblick der Bewertungen (Zahlungsbereitschaften und Elastizitäten) der hier besonders interessierenden Kenngrössen des Parkierungsangebots (Suchzeiten und Parkkosten). Abgebildet sind jeweils die Werte aus der Hauptstudie und der Projekterweiterung sowie deren arithmetischer Mittelwert.

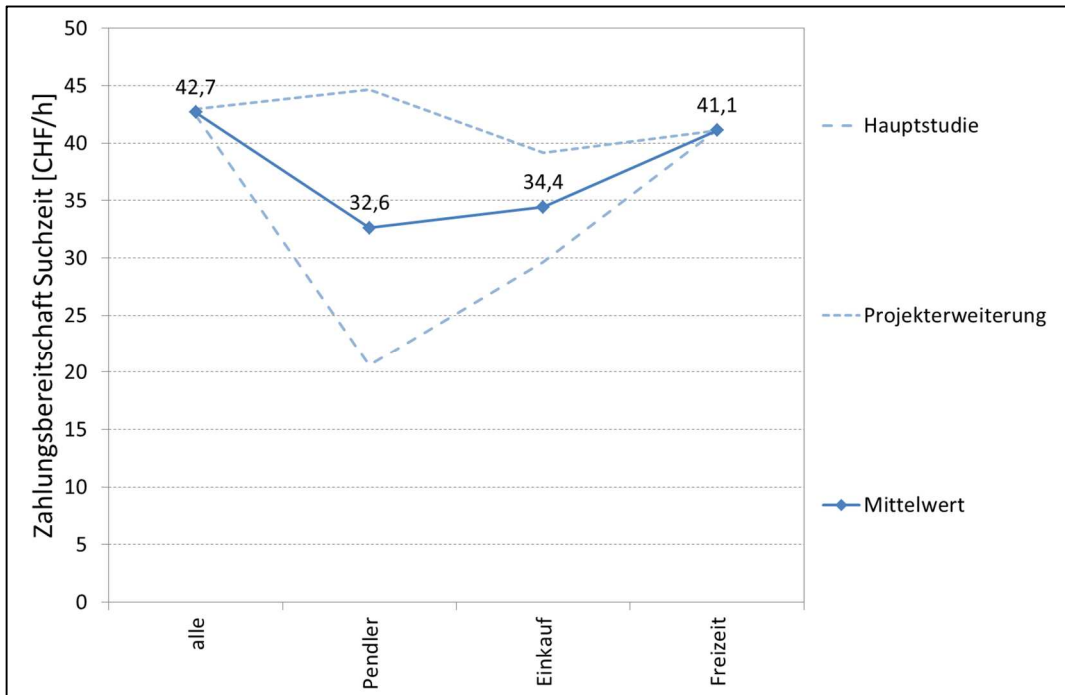


Abbildung 66: Vergleich der Zahlungsbereitschaft Suchzeit, Hauptstudie vs. Projekterweiterung

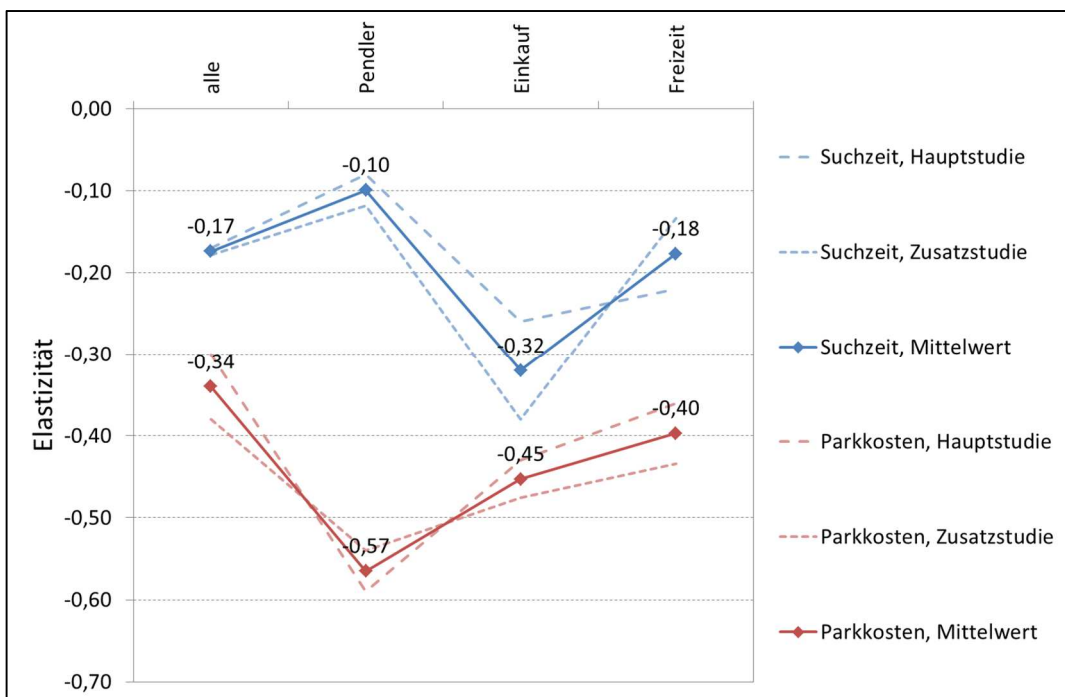


Abbildung 67: Vergleich der Elastizitäten Suchzeit und Parkkosten, Hauptstudie vs. Projekterweiterung

## 6.5 Fazit aus dem Vergleich zwischen Hauptstudie und Projekterweiterung

Insgesamt kann festgestellt werden, dass mit der Projekterweiterung die Modellergebnisse der Hauptstudie bestätigt wurden. Angesichts der sehr unterschiedlichen Stichprobenstruktur und der in beiden Studienteilen leicht voneinander abweichenden Befragungsmethodik (betreffend sowohl die Befragungsinhalte als auch die SP-Designs) können die Ergebnisse als sehr stabil bezeichnet werden. Auch die Verhältnisse zwischen den einzelnen Fahrtzwecken konnten weitestgehend wiedergegeben werden.

Für allfällige zukünftige Anwendungen kann mit den in obiger Abbildung gezeigten Mittelwerten der Kenngrößen aus beiden Studienteilen gerechnet werden. Dabei ist aber zu beachten, dass insbesondere die Elastizitäten je nach Struktur der betrachteten Wege neu berechnet werden müssen. Hier ist angezeigt, eine volle Anwendung eines Nachfragemodells mit entsprechend kalibrierten Nutzenfunktionen und -parametern der vereinfachten Anwendung von Elastizitäten vorzuziehen, um die situationsspezifischen Angebots- und Nachfrageverhältnisse korrekt wiederzugeben. Diese hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab (Angebotsverhältnisse, Marktanteile/Auswahlwahrscheinlichkeiten, Wegestruktur etc.), wie die Abbildungen in Anhang V zeigen.

Die in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Anwendungen wurden mit den Modellergebnissen der Hauptstudie durchgeführt. Angesichts der Stabilität der Modelle aus den beiden Studienteilen und der geringen Abweichungen zwischen diesen kann davon ausgegangen werden, dass die zentralen Aussagen, welche aus den Anwendungen geschlussfolgert werden, ihre Gültigkeit nach wie vor behalten. Eine Wiederholung dieser Durchläufe würde lediglich zu marginalen Abweichungen in den Ergebnissen führen und ist somit hinsichtlich der Grundaussagen der Studie nicht notwendig.





## 7 Anwendungsbeispiele und Quantifizierung der Massnahmen

### 7.1 Einleitung

Um die ermittelten Verhaltensparameter an einem praktischen Beispiel zu analysieren und zu zeigen, wie man mit den geschätzten Modellen die Wirkungen von Veränderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten schätzen kann, wurden in der Hauptstudie drei Testanwendungen durchgeführt. Wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben, würden sich mit den in der Projekterweiterung geschätzten Modellansätzen sehr ähnlich Ergebnisse ergeben

Als Grundlage wird das Gesamtverkehrsmodell des Kantons Zürich (GVM ZH) verwendet. Im Vordergrund steht die Abschätzung der Nachfragereaktionen auf veränderte Parkplatzkapazitäten (Suchzeiten) und auf veränderte Parkgebühren. Analysiert werden die Wirkungen auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Streckenbelastungen im Strassennetz.

Für die Umsetzung wird das GVM ZH durch die beiden Angebotsvariablen Suchzeit und Parkgebühren erweitert. Diese beiden zusätzlichen Variablen werden zonenfein aufbereitet.

Die Modellierung der mittleren Suchzeit erfolgt auf der Basis des Auslastungsgrades der privaten und öffentlichen Parkplätze in jeder Zone. Die entsprechenden Angaben werden aus dem GVM ZH übernommen. Die Suchzeiten werden nach Axhausen et al., (1993) wie folgt berechnet:

$$T_i = \frac{3.555 * (1 - 0.605)}{1 - \text{Auslastungsgrad}} = \frac{1.404}{1 - \text{Auslastungsgrad}}$$

Die Veränderung der Suchzeit in Abhängigkeit der Auslastung des Parkplatz-Angebotes ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Für den Ist-Zustand (Nullfall) wurde von einer maximalen Suchzeit von 15 Minuten ausgegangen, was einem Auslastungsgrad des Parkplatzangebotes von 90% entspricht.

Für die Ermittlung der mittleren Parkgebühren pro Zone im Nullfall wurden die Anteile der öffentlich zugänglichen Parkplätze, differenziert nach solchen auf öffentlichem und privatem Grund, am gesamten Parkplatzangebot geschätzt. Für das Parkieren am Strassenrand und in Parkhäusern wurden für die Städte Zürich und Winterthur anhand vorhandener Studien (Planungsbüro Jud, 2010) die mittleren Parkgebühren für eine Parkdauer von 1.5 Stunden geschätzt. Damit wurden die mittleren Parkgebühren pro Zone in Abhängigkeit des Anteils und der Kosten der einzelnen Parkplatztypen pro Zone ermittelt. Daraus ergaben sich die folgenden Mittelwerte pro Parkplatzvorgang:

	Parkgebühren	Suchzeit
• Stadt Zürich:	2.22 CHF	4.99 Min
• Stadt Winterthur:	1.64 CHF	4.41 Min
• Restliches Modellgebiet:	0.68 CHF	1.91 Min

Die pro Zonen berechneten Parksuchzeiten und -gebühren (siehe auch Abbildung 69, Beispiel Winterthur) wurden schliesslich in das Nachfragemodell des GVM ZH importiert. Zusätzlich wurden die geschätzten Modellparameter für die Suchzeit und die Parkkosten (Tabelle 27) in das Modell eingebaut.

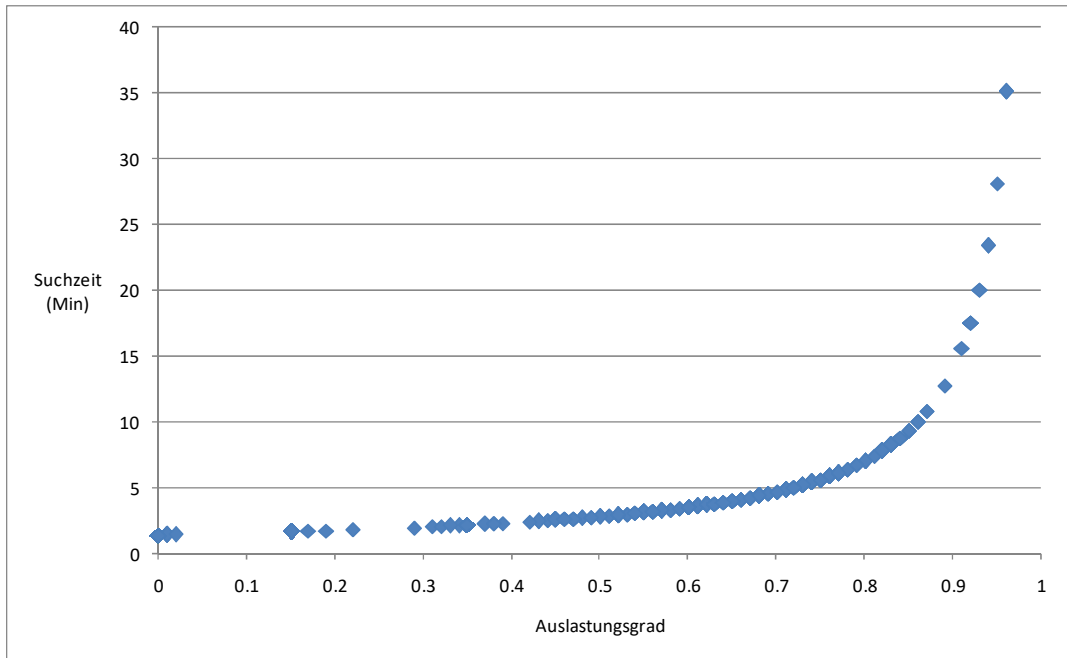


Abbildung 68: Parksuchzeit in Abhängigkeit des Auslastungsgrades der Parkplatzkapazität

Die Berechnungen mit dem erweiterten GVM ZH wurden für das Jahr 2010 zuerst mit den Parkgebühren und Suchzeiten für den Nullfall durchgeführt. Für die Anwendungsfälle mit verändertem Parkierungsangebot wurden die Suchzeiten und die Parkplatzgebühren nur in der Stadt *Winterthur* verändert und im restlichen Modellgebiet gegenüber dem Nullfall unverändert belassen. Damit war es möglich, sowohl die Wirkungen auf die Verkehrsmittelwahl als auch auf die Zielwahl zu modellieren. Das Parkierungsangebot in allen Zonen der Stadt Winterthur wurde wie folgt verändert:

- Anwendungsfall 1: Suchzeiten um 50% erhöht, Parkgebühren wie im Nullfall. Dies bedeutet eine Erhöhung der mittleren Suchzeit von 4.41 Min. auf 6.62 Min. Dabei ist zu beachten, dass sich bei einzelnen Zonen die Suchzeiten von 15 Min. auf 22.5 Min. erhöhen können.
- Anwendungsfall 2: Parkgebühren um 150% erhöht, Suchzeiten wie im Nullfall. Dies bedeutet eine Erhöhung der mittleren Parkgebühren von 1.64 CHF auf 4.1 CHF pro Parkierungsvorgang. Auch hier sind die resultierenden absoluten Erhöhungen der Parkgebühren pro Zone unterschiedlich.
- Anwendungsfall 3: Suchzeiten um 50% und Parkgebühren um 150% erhöht.

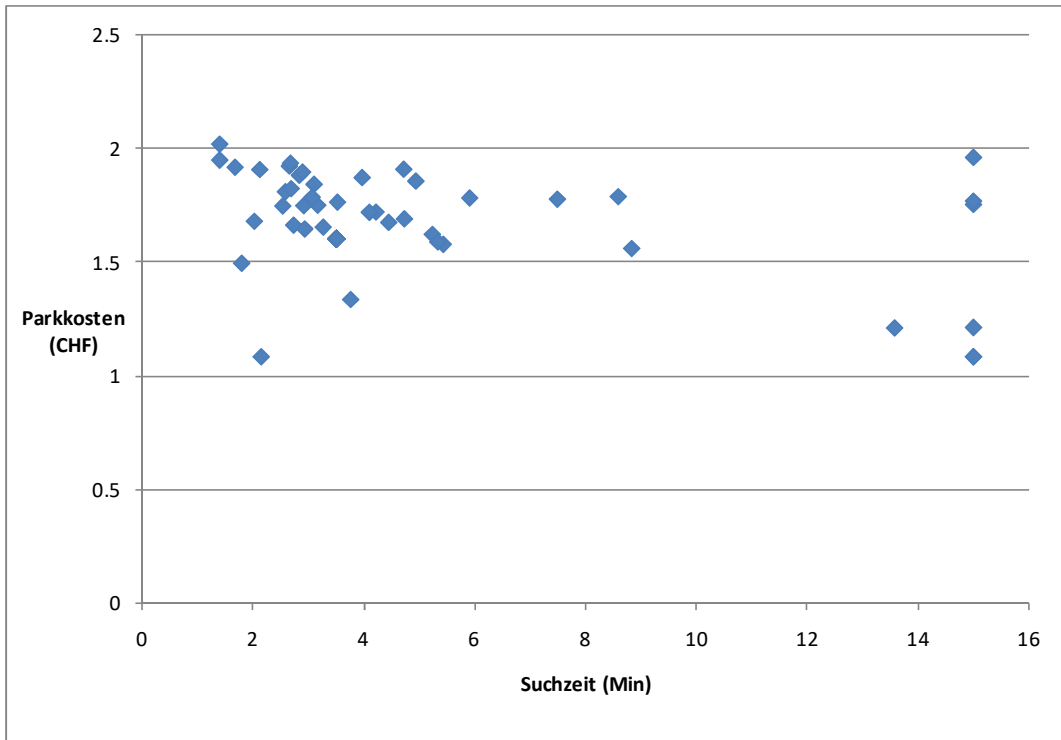


Abbildung 69: Winterthur, mittlere Suchzeiten und Parkgebühren nach Zonen [Nullfall]

## 7.2 Veränderung der Gesamtnachfrage

Für alle vier Modellzustände (Nullfall und drei Anwendungsfälle) wurden im Nachfragemodell die Quell-Ziel-Matrizen getrennt nach den Verkehrsmitteln PW, ÖV, Fuss und Veloverkehr berechnet. Die MIV- und ÖV-Matrizen wurden anschliessend auf das Verkehrsnetz umgelegt. Aus dem Vergleich der berechneten Verkehrsnachfrage für die drei betrachteten Anwendungsfälle gegenüber dem Nullfall wird die Nachfragewirkung der veränderten Parksuchzeit und Parkgebühren ersichtlich.

Die Eckwerte der Quell-Ziel-Matrizen nach Verkehrsmitteln für das gesamte Modellgebiet sowie die daraus abgeleiteten Nachfragedifferenzen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 37: Eckwerte Gesamtmatrizen GVM Zürich nach Modellvarianten für DWV 2010

pro Werktag	MIV-Wege	ÖV-Wege	Fusswege	Velo-Wege
Nullfall	3'894'544	1'347'987	2'291'237	615'410
Suchzeit +50%	3'883'832	1'351'739	2'296'246	617'354
Parkgebühren +150%	3'877'423	1'353'837	2'299'137	618'778
Suchzeit +50%, Parkgebühren +150%	3'868'745	1'356'761	2'303'317	620'346
Differenz gegenüber Nullfall				
Suchzeit +50%	-10'712	3'752	5'009	1'944
Parkgebühren +150%	-17'121	5'850	7'900	3'368
Suchzeit +50%, Parkgebühren +150%	-25'799	8'774	12'080	4'936

Der Vergleich der Eckwerte der Quell-Ziel-Matrizen zeigt Folgendes:

- Anwendungsfall 1: Durch die Erhöhung der Suchzeiten in Winterthur um 50% reduziert sich die MIV-Nachfrage im ganzen Modellgebiet um ca. 11'000 MIV-Wege. Da die Massnahme nur auf die Stadt Winterthur beschränkt ist, sind die relativen Veränderungen von 0.28% relativ klein. Die reduzierten MIV-Wege verlagern sich zu ca. 35% auf den ÖV, zu 47% auf den Fuss- und zu 18% auf den Veloverkehr. Hier muss beachtet werden, dass durch die betrachtete Angebotsveränderung nicht nur eine direkte Verlagerung zwischen den Verkehrsmitteln stattfindet. Es gibt auch kombinierte Ziel- und Verkehrsmittelwahl-Verlagerungen, d.h. die längeren MIV-Wege werden durch kürzere Fuss-, Velo- oder ÖV-Wege ersetzt.
- Anwendungsfall 2: Die Erhöhung der Parkgebühren um 150% führt gegenüber dem Anwendungsfall 1 zu einem ca. 70% höheren Rückgang der MIV-Nachfrage. Hier reduziert sich die MIV-Nachfrage im ganzen Modellgebiet um ca. 17'000 MIV-Wege (0.44%).
- Anwendungsfall 3: Bei gleichzeitiger Erhöhung der Suchzeiten und der Parkgebühren reduziert sich die MIV-Nachfrage im Modellgebiet um ca. 26'000 Wege pro Tag (0.66%). Auch hier verlagert sich MIV auf die alternativen Verkehrsmittel mit und ohne Zielwahlveränderungen.

In allen drei Anwendungsfällen führen die erhöhten Suchzeiten und Parkgebühren vor allem zu einer höheren Konkurrenzfähigkeit von LV und ÖV bei kürzeren Wegen gegenüber dem MIV, da dadurch das MIV-Angebot verschlechtert wird. Neben den direkten Verkehrsmittelwahleffekten sowie kombinierten Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekten gibt es auch direkte Zielwahleffekte, d.h. es wird nur ein anderes Ziel, nicht aber ein anderes Verkehrsmittel gewählt.

### 7.3 Veränderung der Verkehrsnachfrage in Winterthur

Betrachtet man die Veränderung der Verkehrsnachfrage in der Stadt Winterthur allein, sind die relativen Wirkungen wie erwartet deutlich höher. Es ist festzustellen, dass bei den Anwendungsfällen die Zunahme der kürzeren bzw. der LV-Wege gegenüber dem Nullfall relativ gesehen stärker ist und der MIV im Quell-Ziel-Verkehr (von bzw. nach Winterthur) stärker abnimmt. In der Tabelle 38 sind die Eckwerte des Verkehrsaufkommens (Binnen-, Quell- und Zielverkehrsaufkommen) für die Stadt Winterthur differenziert nach Verkehrsmitteln und den vier betrachteten Modellzuständen dargestellt.

Tabelle 38: Binnen-, Quell- und Zielverkehrsaufkommen für die Stadt Winterthur (DWV, 2010) für betrachtete Modellzustände

pro Werktag	MIV-Wege	ÖV-Wege	Fusswege	Velowege
Nullfall	215'956	67'828	127'578	47'634
Suchzeit +50%	209'316	69'653	131'297	49'248
Parkgebühren +150%	202'261	71'240	132'700	50'222
Suchzeit +50%, Parkgebühren +150%	196'578	73'380	135'520	51'579
Absolute Differenz gegenüber Nullfall				
Suchzeit +50%	-6'640	1'825	3'719	1'614
Parkgebühren +150%	-13'695	3'412	5'121	2'588
Suchzeit +50%, Parkgebühren +150%	-19'378	5'552	7'942	3'945
Relative Differenz gegenüber Nullfall				
Suchzeit +50%	-3.1%	2.7%	2.9%	3.4%
Parkgebühren +150%	-6.3%	5.0%	4.0%	5.4%
Suchzeit +50%, Parkgebühren +150%	-9.0%	8.2%	6.2%	8.3%

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Anwendungsfall 1: Aus Tabelle 38 ist ersichtlich, dass durch die Erhöhung der Suchzeiten um 50% die MIV-Nachfrage um ca. 3% oder 6'500 Wege pro Tag reduziert wird. Andererseits führt eine solche Massnahme zu einer deutlichen Verlagerung auf den Fussverkehr und etwas weniger ausgeprägt auf den ÖV und den Velo-Verkehr.
- Anwendungsfall 2: Die Erhöhung der Parkgebühren um 150% führt zu einer doppelt so hohen Reduktion der MIV-Nachfrage als die Erhöhung der Suchzeiten um 50%. Bei dieser Massnahme ist die Verlagerung auf den ÖV etwas grösser als bei der Erhöhung der Suchzeiten. Insgesamt reduziert sich die MIV-Nachfrage um 6.3%, die ÖV- und Velo-Nachfrage erhöht sich um 5.0% und jene des Fussverkehrs um 4.0%.
- Anwendungsfall 3: Mit gleichzeitiger Erhöhung der Suchzeiten um 50% und der Parkgebühren um 150% reduziert sich die MIV-Nachfrage in der Stadt Winterthur um 9%. Die ÖV- und Velo-Wege nehmen um ca. 8% und die Fusswege um 6.2% zu.

Die Verkehrsleistungen, inklusive jene des Transitverkehrs, verändern sich auf dem Gebiet der Stadt Winterthur wie folgt:

- |                                       |             |           |
|---------------------------------------|-------------|-----------|
| • Suchzeit +50%                       | MIV: -1.7%, | ÖV: +1.2% |
| • Parkgebühren +150%                  | MIV: -3.5%, | ÖV: +2.4% |
| • Suchzeiten +50%, Parkgebühren +150% | MIV: -4.8%, | ÖV: +4.0% |

## 7.4 Zielwahleffekte

In einem weiteren Schritt wurde auch die Veränderung der Verkehrsnachfrage von bzw. nach der Stadt Winterthur analysiert, um die Zielwahleffekte etwas genauer darzustellen. Wie erwartet bleibt die Fuss- und Velonachfrage durch die betrachteten Massnahmen von bzw. nach der Stadt Winterthur fast unverändert, da diese Verkehrsmittel bei längeren Wegen weniger konkurrenzfähig sind.

Die MIV- und ÖV-Nachfrage von und nach Winterthur verändert sich in den drei betrachteten Anwendungsfällen wie folgt:

- Suchzeit +50%: Die MIV-Nachfrage reduziert sich um 4'930 Wege (-2.1%), davon werden 847 auf den ÖV verlagert und 4'083 mal wird ein anderer Zielort ausserhalb oder innerhalb von Winterthur gewählt.
- Parkgebühren +150%: Die MIV-Nachfrage reduziert sich um 11'643 Wege (-5.2%), davon werden 1'728 auf den ÖV verlagert und 9'915 mal wird ein anderer Zielort ausserhalb oder innerhalb von Winterthur gewählt.
- Suchzeiten +50%, Parkgebühren +150%: Die MIV-Nachfrage reduziert sich um 15'780 Wege (-7.1%), davon werden 3'707 auf den ÖV verlagert und 12'073 mal wird ein anderer Zielort ausserhalb oder innerhalb von Winterthur gewählt.

Die Veränderung der Streckenbelastungen auf dem Strassen- und dem ÖV-Netz infolge der in Winterthur höheren Suchzeiten (+50%) und Parkgebühren (+150%) (Anwendungsfall 3) ist in den Abbildungen 45 und 46 dargestellt. Die zwei Abbildungen zeigen, dass durch die betrachteten Massnahmen die MIV-Belastungen nicht nur in der Stadt Winterthur abnehmen, sondern auch auf den Autobahnabschnitten und weiteren Ausserortsstrassen von/nach Winterthur. Andererseits führen die Verkehrsmittelwahlverlagerungen zu Erhöhungen der ÖV-Belastungen in der Stadt Winterthur und vor allem auf den Bahnstrecken in Richtung Zürich.

Die Veränderungen der Streckenbelastungen infolge der in Winterthur höheren Suchzeiten (+50%) und Parkgebühren (+150%) (Anwendungsfall 3) zeigen die Abbildungen 71 bis 73. Dargestellt sind nur die Strecken, bei denen die Veränderung höher als 100 PW-Fahrten pro Richtung ist. Wie erwartet nehmen die Veränderungen mit zunehmender Entfernung von Winterthur ab. Auf dem Autobahnabschnitt gehen die Streckenbelastungen um ca. 2% zurück (Abbildung 71). Die stärksten Veränderungen finden innerhalb der Stadt Winterthur statt (bis. ca. -20%; Abbildung 72).

Abbildung 73 zeigt die relative Veränderung der wichtigsten Quelle-Ziel-Ströme im betrachteten Perimeter für den Anwendungsfall 3 (Erhöhung der Parkgebühren um 50% und der Suchzeiten um 150%). Hier ist zu sehen, dass insbesondere auf der Relation Zürich – Winterthur die MIV-Nachfrage stark (um knapp 17%) abnimmt und auf den ÖV verlagert wird. Ein ähnliches Bild zeigt sich in Richtung Frauenfeld (Abnahme um 16%), Wil (13%) und Schaffhausen (12%).



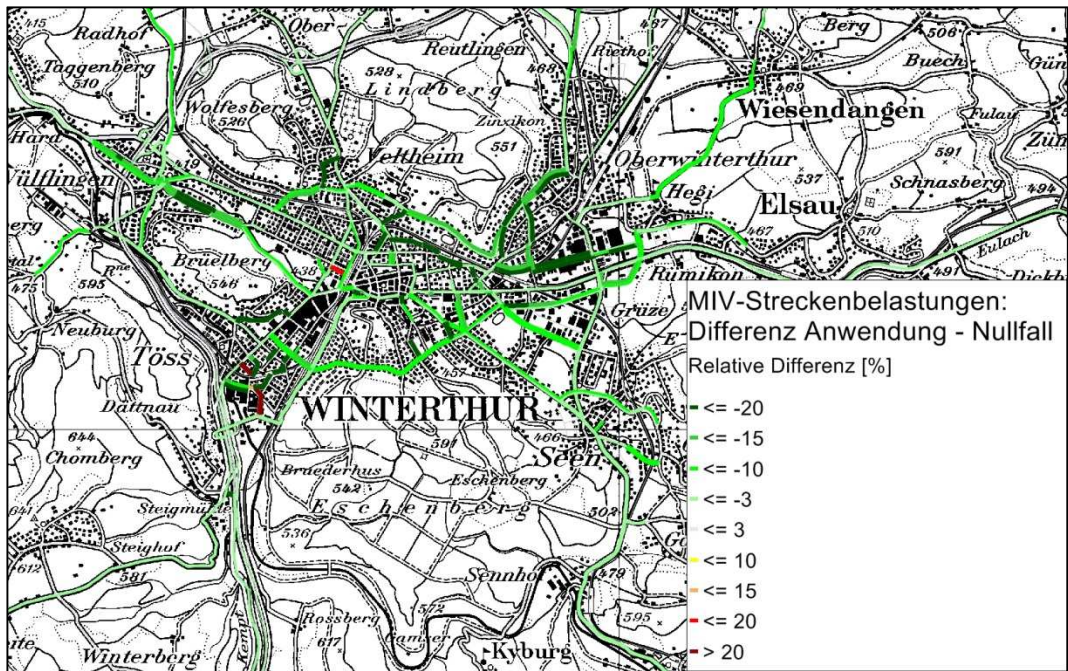


Abbildung 70: Relative Veränderung der Streckenbelastungen im Strassenverkehr durch die Erhöhung der Suchzeiten um 50% und der Parkgebühren um 150% in Winterthur (Zoom Stadt Winterthur)

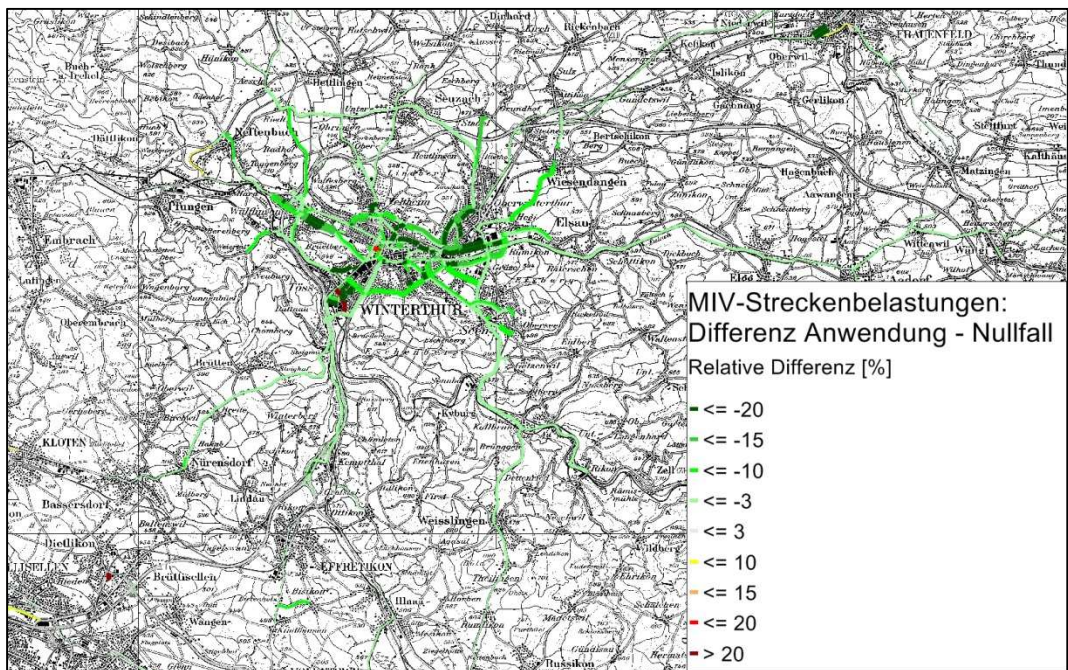


Abbildung 71: Relative Veränderung der Streckenbelastungen im Strassenverkehr durch die Erhöhung der Suchzeiten um 50% und der Parkgebühren um 150% in Winterthur



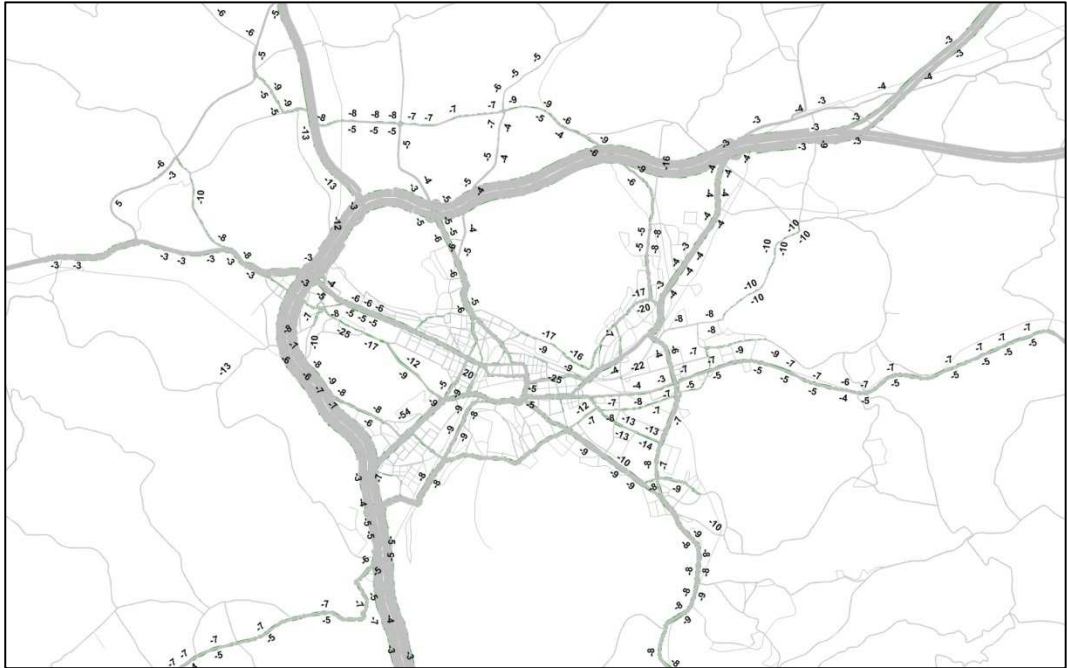


Abbildung 72: Relative Veränderung der Streckenbelastungen im Strassenverkehr durch die Erhöhung der Suchzeiten um 50% und der Parkgebühren um 150% in Winterthur (Zoom)

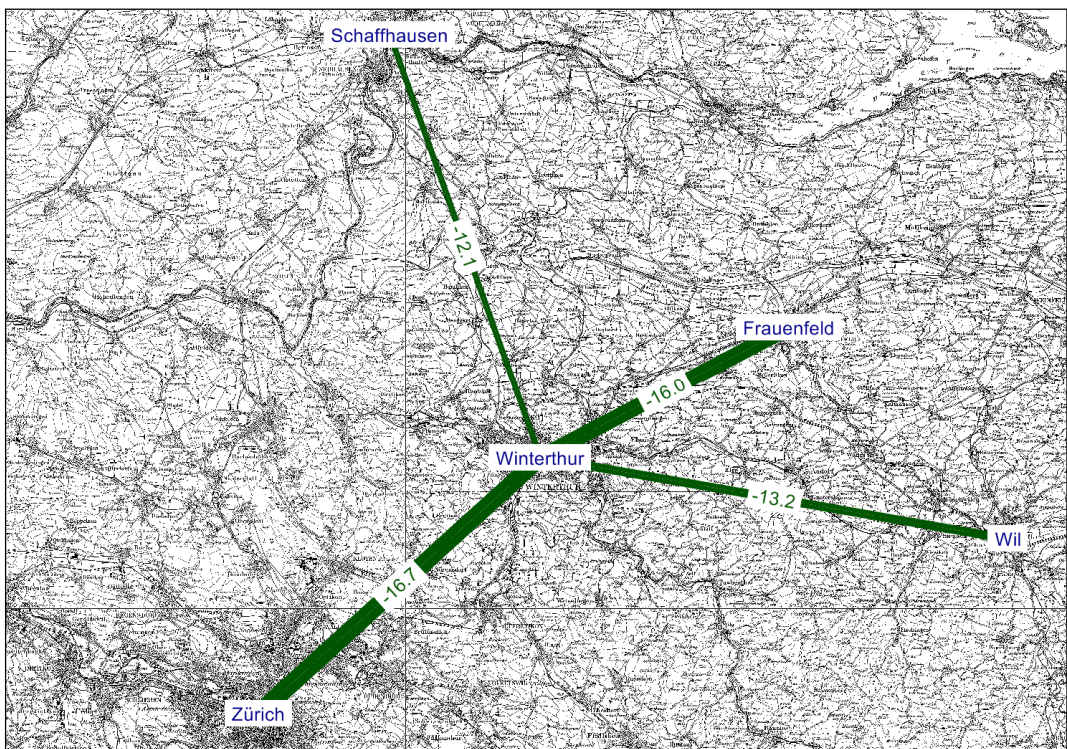


Abbildung 73: Relative Veränderung der Quelle-Ziel-Ströme im Strassenverkehr von und nach Winterthur durch die Erhöhung der Suchzeiten um 50% und der Parkgebühren um 150% in Winterthur



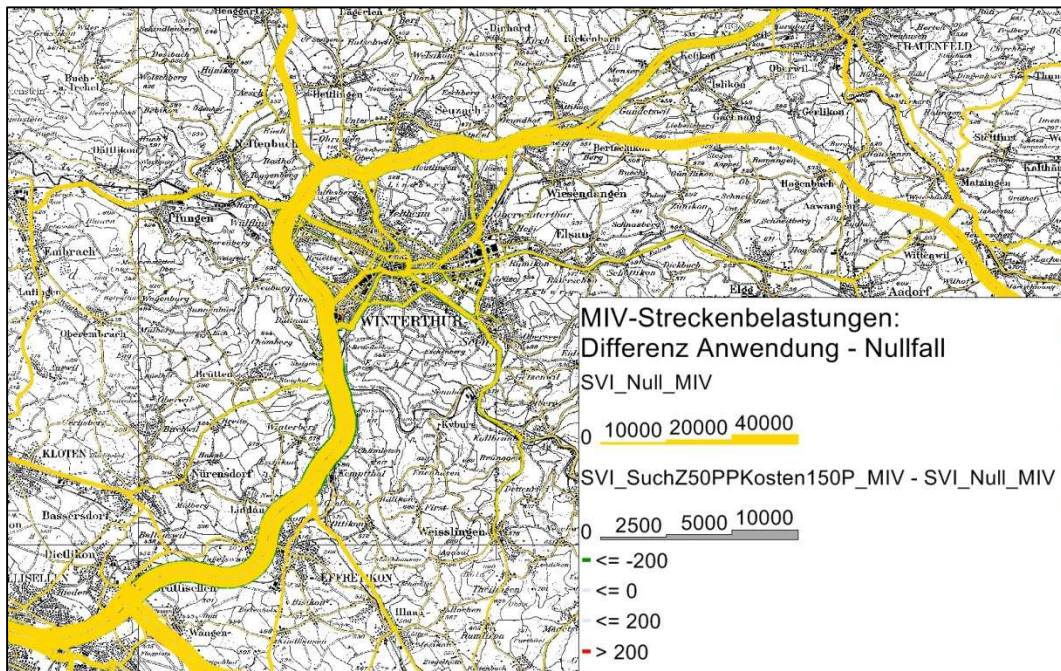


Abbildung 74: Veränderung der Streckenbelastungen im Strassenverkehr durch die Erhöhung der Suchzeiten um 50% und der Parkgebühren um 150% in Winterthur [gelb = Streckenbelastung im Nullfall, zusätzlich grün = Abnahme pro Richtung höher als 200 Fz, zusätzlich rot = Zunahme pro Richtung höher als 200 Fz]

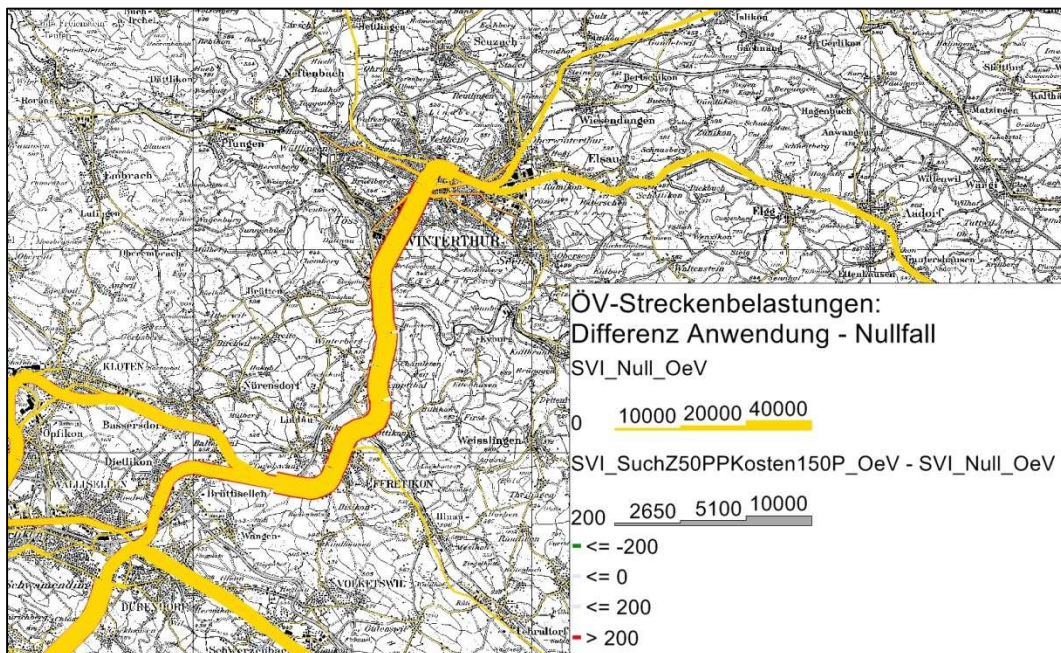


Abbildung 75: Veränderung der Streckenbelastungen im ÖV durch die Erhöhung der Suchzeiten um 50% und der Parkgebühren um 150% in Winterthur [gelb = Streckenbelastung im Nullfall, zusätzlich grün = Abnahme pro Richtung höher als 200 Fahrten, zusätzlich rot = Zunahme pro Richtung höher als 200 Fahrten]



## 8 Treibstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

### 8.1 Einleitung

Die durch Änderungen des Parkierungsangebotes verursachten Verkehrsverhaltensänderungen (Umsteigen auf den ÖV und LV, Wahl eines anderen Zielortes etc.) haben Veränderungen der Verkehrsbelastungen und evtl. der Qualität des Verkehrsflusses auf dem Strassennetz zur Folge. Diese Veränderungen wirken sich unmittelbar auf den Treibstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen des MIV aus. Es ist klar, dass ohne Kenntnis der Veränderungen der Verkehrsbelastungen resp. der Verkehrsleistungen keine quantitativen Aussagen zur Wirkung der Parkplatzbewirtschaftung auf den Energieverbrauch gemacht werden können. Dies hat u.a. auch die Studie von Guillaume-Gentil et. al. (2004) gezeigt, in welcher die Energieeffizienz von P+R-Anlagen untersucht wurde.

Wie in den vorangegangenen Kapiteln gezeigt wurde, hängt die Wirkung von Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsgeschehen in komplexer Weise nicht nur von der Ausgestaltung dieser Änderung selbst, sondern auch von mehreren ortsspezifischen Faktoren (Attraktivität alternativer Zielorte, Attraktivität des ÖV- und LV-Angebotes usw.), den Eigenschaften der Verkehrsteilnehmer (Einkommen, Alter, Verfügbarkeit von Mobilitätswerkzeugen usw.) und den Anteilen der Wegezwecke (Arbeit, Einkauf, Freizeit usw.) ab. Es ist daher nicht möglich, allgemeingültige quantitative Aussagen zu den Wirkungen von Veränderungen des Parkierungsangebotes auf die Verkehrsbelastung und folglich auch nicht auf den Energieverbrauch zu machen.

Mit den in der vorliegenden Forschungsarbeit geschätzten Modellansätzen und deren Integration in Verkehrsmodelle ist es möglich, die Auswirkungen von Massnahmen zur Parkraumbewirtschaftung auf die Verkehrsbelastungen detailliert zu quantifizieren. Erst damit stehen die Grundlagen zur Verfügung, um auch die Auswirkungen von konkreten Veränderungen des Parkierungsangebotes auf den Treibstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu quantifizieren.

Mit der Anwendung der in der Hauptstudie geschätzten Modellansätze am Fallbeispiel Winterthur konnte im vorangegangenen Kapitel gezeigt werden, wie sich Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsgeschehen auswirken<sup>24</sup>. Hier soll nun abgeschätzt werden, welche quantitativen Folgen diese Verhaltensänderungen auf den Treibstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen haben.

### 8.2 Methodik

Die Abschätzung des Treibstoffverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Nullfall und für die drei Anwendungsfälle des gewählten Fallbeispiels erfolgt gestützt auf das Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs 3.1 (Keller, 2010). Das Handbuch definiert verschiedene Verkehrssituationen, für welche spezifische Treibstoffverbrauchs- und Emissionsfaktoren angegeben werden. Die Verkehrssituationen werden durch die folgenden Faktoren bestimmt:

- Gebiet: ländlich geprägt oder Agglomeration
- Strassentyp: Autobahn, Hauptverkehrs-, Sammel-, Erschliessungsstrasse etc.
- Verkehrszustand: flüssig, dicht, gesättigt oder stop+go
- Tempo-Limit

<sup>24</sup> Mit den in der Projekterweiterung geschätzten Modellansätzen würden sich praktisch die gleichen Ergebnisse ergeben.



Das Vorgehen zur Abschätzung der Differenzen bezüglich Treibstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen gliedert sich in die folgenden Arbeitsschritte:

- Export der Link-Dateien aus dem Verkehrsmodell für den Nullfall und die drei Anwendungsfälle in eine Datenbank (die Link-Dateien enthalten für jeden Link dessen Länge, die Verkehrsbelastung sowie die mittlere Geschwindigkeit im unbelasteten und im belasteten Zustand).
- Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (dieses umfasst im vorliegenden Fall jene Strassenabschnitte, auf welchen sich die Verkehrsbelastung bei den drei Anwendungsfällen gegenüber dem Nullfall um mind. 5% oder mind. 1'000 Fz/Tag unterscheidet)
- Zuordnung der einzelnen Links zu den Verkehrszuständen gemäss Emissionshandbuch
- Für jeden Link Übernahme der massgebenden Treibstoffverbrauchs- und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren aus dem Emissionshandbuch<sup>25</sup>
- Berechnung des Treibstoffverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen für jeden Link und Summation über alle Links des Untersuchungsgebietes.

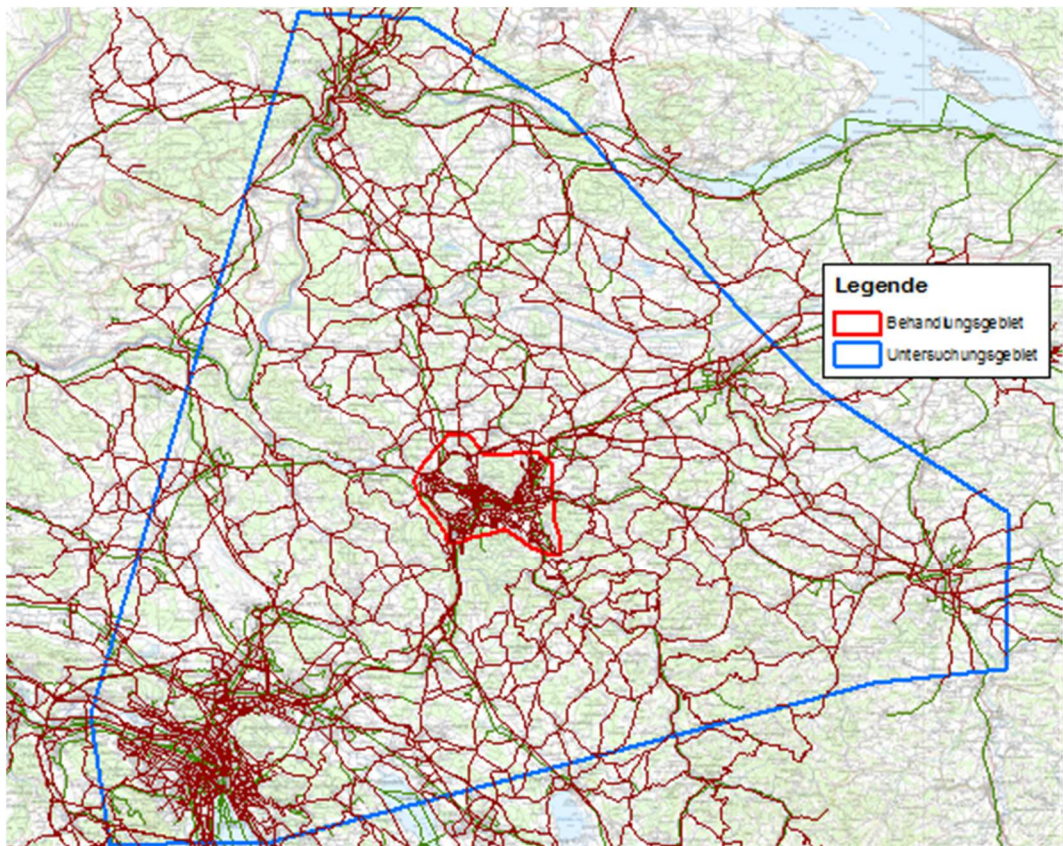


Abbildung 76: Untersuchungsgebiet für die Ermittlung des Treibstoffverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen

<sup>25</sup> Für die Bestimmung der Faktoren wurde folgende Annahmen getroffen:

- Alle Fahrzeuge als Personewagen (Veränderungen pro Variante nur bei PWs)
- Bezugsjahr 2012
- Emissionsfaktor für CO<sub>2</sub> (total) und nicht-CO<sub>2</sub> (reported) resp. ohne Berücksichtigung des Biotreibstoffanteils
- Längsneigung jeweils 0%
- Flottenmix "BAU"
- Mit Option Klimaanlage

### 8.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnungen sind, unterteilt nach den Teilgebieten

- Winterthur (Massnahmegebiet)
- übriges Untersuchungsgebiet
- ganzes Untersuchungsgebiet

in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 39: Auswirkungen auf den Treibstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen

Teilgebiet	Abnahme gegenüber Nullfall					
	Anwendungsfall 1		Anwendungsfall 2		Anwendungsfall 3	
	Treibstoff	CO <sub>2</sub>	Treibstoff	CO <sub>2</sub>	Treibstoff	CO <sub>2</sub>
Winterthur (ohne A1)	2.3%	2.3%	4.8%	4.8%	6.8%	6.8%
Übriges Untersuchungsgebiet	0.3%	0.3%	0.6%	0.6%	0.8%	0.8%
Total Untersuchungsgebiet	0.4%	0.4%	0.8%	0.8%	1.1%	1.1%

### 8.4 Beurteilung

Innerhalb des Massnahmegebietes, hier die Stadt Winterthur, reduzieren sich entsprechend der Abnahme der MIV-Wege (siehe das vorangegangene Kapitel) auch der Treibstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Weil im übrigen Untersuchungsgebiet das Parkierungsangebot unverändert bleibt und infolge der Zielwahleffekte die Reduktion des Ziel-/Quell- und Binnenverkehrs in Winterthur teilweise kompensiert wird, fällt die prozentuale Reduktion des Treibstoffverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im ganzen Untersuchungsgebiet eher bescheiden aus. Dies wäre natürlich anders, wenn die gleichen Parkplatz-Bewirtschaftungsmassnahmen möglichst flächendeckend für das ganze Untersuchungsgebiet angenommen worden wären.

Im Modell wurden die folgenden vereinfachenden Annahmen getroffen:

- Die Zunahme des Parksuchverkehrs als Folge der Erhöhung der Parksuchzeit (durch eine Reduktion des Angebotes an Parkfeldern) ist im Vergleich zum übrigen Verkehr vernachlässigbar.
- Das ÖV-Angebot bleibt unverändert, d.h. es wird z.B. nicht damit gerechnet, dass zur Bewältigung der höheren Nachfrage mehr oder grössere Busse eingesetzt werden müssen.
- Das Auto, welches durch das Umsteigen auf den ÖV oder LV für eine bestimmte Fahrt nicht mehr benutzt wird, wird nicht für eine andere Fahrt durch eine andere Person genutzt

Mit diesen vereinfachenden Annahmen wurde die Wirkung der untersuchten Anwendungsfälle z.T. eher überschätzt:

- Eine Zunahme des Parksuchverkehrs ist am ehesten im Anwendungsfall 1 zu erwarten, weniger in den Anwendungsfällen 2 und 3 mit den deutlich erhöhten Parkgebühren. Der Parksuchverkehr ist bezüglich Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Emissionen besonders ungünstig.
- Wenn als Folge der höheren Nachfrage oder als flankierende Massnahme zur strengeren Parkraumbewirtschaftung das ÖV-Angebot ausgebaut wird, steigt der Energieverbrauch für den ÖV und bei Dieselnussen auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoss.
- Auch wenn ein frei gewordenes Auto durch eine andere Person für einen Weg, welche sie vorher gar nicht oder mit dem ÖV resp. LV zurückgelegt hat, benutzt würde, hätte dies eine Verschlechterung der Energiebilanz zur Folge.

## 8.5 Fazit

Die Modellanalysen bestätigen, dass mit einer örtlich begrenzten Parkraumbewirtschaftung spürbare Verbesserungen der lokalen Verkehrssituation erzielt werden können, dass aber grossräumig die Reduktionen beim Energieverbrauch und bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen marginal bleiben. Der Grund dafür sind die Verkehrsverlagerungen infolge der Zielwahl-Änderungen. Diese sind umso kleiner, je mehr mögliche alternative Zielorte in die Parkraumbewirtschaftung einbezogen werden und/oder je attraktiver das ÖV- und das LV-Angebot sind. Wenn also mit der Parkraumbewirtschaftung eine spürbare Reduktion des Treibstoffverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht werden soll, muss sie möglichst grossflächig eingeführt werden und es sollte ein attraktives ÖV- und LV-Angebot zur Verfügung stehen.

Damit die Frage, wie das Parkierungsangebot den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen beeinflusst, beantwortet werden kann, müssen zuerst fallspezifisch und ortsbezogen die Auswirkungen auf die Verkehrsbelastungen ermittelt werden. Das Werkzeug dazu wurde in dieser Forschungsarbeit erstellt. Dazu waren die SP-Befragungen und die Modellschätzungen durchzuführen. Ein Grossteil der Forschungsarbeit war in diesem Sinne nötig, um die Frage nach den Auswirkungen des Parkierungsangebotes auf den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen beantworten zu können. Sind erst einmal die Veränderungen der Verkehrsbelastungen ermittelt, ist die Abschätzung der Auswirkungen auf den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen dank dem Handbuch Emissionsfaktoren (Keller, 2010) eine relativ einfache Standardaufgabe.

## 9 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

### 9.1 Einleitung

Die vorliegende Studie bestätigt, dass Veränderungen des Parkierungsangebotes das Verkehrsverhalten beeinflussen. Es ist gelungen, die Zusammenhänge zwischen dem Parkierungsangebot (hier charakterisiert durch die Parksuchzeit, die Abgangszeit und die Parkgebühren) und der Wahl des Parkplatzes, des Ziels und des Verkehrsmittels in Abhängigkeit der Attribute des Weges (Zweck, Distanz, Reisezeit usw.), des ÖV-Angebotes und der Personengruppe (Alter, Einkommen, Besitz von Mobilitätswerkzeugen usw.) zu quantifizieren und mit Modellen abzubilden.

Allgemeingültige quantitative Aussagen zu den Auswirkungen von Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch sind nicht möglich. Die Auswirkungen sind stark von den Ausprägungen der Parkplatzbewirtschaftung, dem örtlichen Kontext und den Eigenschaften der Verkehrsteilnehmer abhängig.

Generell lässt sich sagen, dass Berufspendler auf Parkplatzbewirtschaftungsmassnahmen am Arbeitsort kurzfristig am ehesten mit der Wahl eines anderen Parkplatzes oder eines anderen Verkehrsmittels reagieren. Bei Besuchern von Einkaufs- und Freizeitanlagen werden als zusätzliche Alternativen auch der Verzicht auf die Fahrt oder die Wahl eines anderen Zielortes gewählt.

### 9.2 Einfluss der Stichprobe und des Erhebungsdesigns auf die Ergebnisse

Die Ergebnisse der Projekterweiterung, bei welcher die Modellschätzungen mit den Daten einer unverzerrten Stichprobe erfolgten, unterscheiden sich kaum von jenen der Hauptstudie, für welche eine hinsichtlich sozioökonomischer Charakteristiken gegenüber den Daten des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 verzerrte Stichprobe verwendet worden war. Dies war zu erwarten, da auch in der Hauptstudie alle die Selektivität beeinflussenden Variablen in die Modellschätzungen eingeflossen waren.

Auch das gegenüber der Hauptstudie veränderte Befragungsdesign (z.B. nur Autofahrten als Kontextbezüge für die SP-Befragungen, zusätzlich abgefragte Attribute, online SP-Befragung statt Papierfragebogen usw.) zur Gewinnung der Datengrundlagen für die Modellschätzungen hat deren Ergebnis nicht massgeblich beeinflusst.

Insgesamt konnten die Ergebnisse der Hauptstudie mit der Projekterweiterung praktisch vollumfänglich bestätigt werden.

### 9.3 Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten

#### 9.3.1 Allgemeines

Die geschätzten Modelle bestätigen, dass der Einfluss von Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten nicht nur von diesen selbst, sondern auch von verschiedenen weiteren Attributen des Verkehrsangebotes (insb. alternative Parkierungsmöglichkeiten, ÖV- und LV-Angebot) sowie von der relativen Attraktivität (z.B. Preisniveau, Preis-/Leistungsverhältnis) der möglichen Zielorte für die geplante Aktivität abhängt. Einen massgeblichen Einfluss haben auch die Eigenschaften des Autofahrers (Einkommen, Besitz von Mobilitätswerkzeugen usw.) selbst. Diese an sich bekannten Zusammenhänge

sind derart komplex, dass die Wirkungen von Veränderungen des Parkierungsangebotes nur mit disaggregierten verhaltensorientierten Modellen (diskreten Entscheidungsmodellen) abgebildet werden können. Herkömmliche aggregierte 4-Schritt-Modelle sind dazu nicht in der Lage (Baier et al., 2000).

Mit der vorliegenden Forschungsarbeit ist es gelungen, erstmals für die Schweiz Modelle zu schätzen, welche es gestatten, den Einfluss von Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten zu quantifizieren. Damit können für die Bewertung und die Diskussion von Parkraumbewirtschaftungs-Massnahmen objektive Grundlagen bereitgestellt werden.

Alle geschätzten Modellansätze sind in Bezug auf die Signifikanz der wichtigsten Einflussvariablen und deren Parameter plausibel. Die mit dem kombinierten Parkplatz-, Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodell am Fallbeispiel Winterthur berechneten Auswirkungen der getesteten Veränderungen des Parkierungsangebotes sind nachvollziehbar und von der erwarteten Grössenordnung.

Etwas überraschend, aber plausibel ist das Ergebnis, dass bei den längerfristigen Entscheidungen, den Arbeitsplatz zu wechseln, das Parkierungsangebot am bisherigen und am neuen Arbeitsplatz eine gegenüber dem Einkommen nur eine untergeordnete Rolle spielt.

### 9.3.2 Anwendung in der Praxis

Der Anwendung der geschätzten Modellansätze in der Praxis steht nichts im Wege. In der Regel ist die Anwendung eines Verkehrsnachfrage und -umlegungsmodells zu empfehlen, um die Multidimensionalität des Entscheidungsverhaltens (Abhängigkeit von einer Kombination von Faktoren) korrekt abbilden zu können. Wenn sich aber gewisse im Modell berücksichtigte Variablen nicht verändern oder kein entsprechendes Verkehrsmodell zur Verfügung steht, bietet sich als vereinfachte Methode das Pivot-Point-Verfahren an, welches im Detail z.B. in Ortúzar und Willumsen (2011) beschrieben wird. Als weiteres Hilfsmittel für die Anwendung in der Praxis stellt der vorliegende Forschungsbericht einen umfangreichen Satz von Elastizitäten zur Verfügung. Auch an dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass Elastizitäten ihren begrenzten Geltungsbereich haben. Sie sind keine konstanten Grössen, welche unbesehen für beliebige Situationen eingesetzt werden dürfen. Der Forschungsbericht enthält Tabellen und Graphiken, welche Elastizitätswerte für verschiedene Verkehrsnachfrage-Anteile und Mittelwerte von Angebotsvariablen geben.

Erwähnenswert ist, dass neben den Parkgebühren und der Parksuchzeit die Abgangszeit, also die Gehzeit vom Parkplatz zum Zielort, einen starken Einfluss sowohl auf die Parkplatzwahl als auch die Ziel- und Verkehrsmittelwahl ausübt. Dieser Aspekt wurde von Knoflacher (2007) unter dem Begriff "Äquidistanz zwischen Parkplatz und Haltestelle" thematisiert, stand aber bisher kaum im Mittelpunkt der Diskussionen zur Parkplatzbewirtschaftung. Längere Abgangszeiten, z.B. durch die Anordnung des Parkfelderangebotes in zentralen Parkierungsanlagen statt jeweils unmittelbar beim Zielort, könnten neben Parkgebühren vermehrt eingesetzt werden, um den Modalsplit zu Gunsten des ÖV und des LV zu verändern.

## 9.4 Einfluss des Parkierungsangebotes auf den Energieverbrauch

Die Veränderungen des Energieverbrauches und der CO<sub>2</sub>-Emissionen sind eine direkte Folge der Veränderungen des Verkehrsverhaltens, welche sich in veränderten Verkehrsbelastungen auf dem Strassennetz (differenziert nach Verkehrssituationen) niederschlagen. Nachdem klar ist, dass zum Zusammenhang zwischen Parkierungsangebot und Verkehrsverhalten keine allgemeingültigen quantitativen Aussagen möglich sind, ist einsichtig, dass dies auch bezüglich des Energieverbrauches und der CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht möglich ist. Die Quantifizierung bedarf eines Verkehrsmodells, wie es in der vorliegenden Forschungsarbeit etabliert und an einem Fallbeispielen getestet worden ist.



Auf einzelne Stadtteile oder auf Einzelobjekte beschränkte Massnahmen zur Parkraumbewirtschaftung können lokal zu Verbesserungen der Verkehrssituation führen, haben wegen des Ausweichverkehrs nur eine geringe Wirkung auf den Energieverbrauch, insbesondere wenn attraktive Alternativen im ÖV und LV fehlen.

Der durch die Parkplatzbewirtschaftung bewirkte Umsteigeeffekt vom MIV auf den ÖV und den LV und die damit zusammenhängende Reduktion des Energiebedarfes hängt von der Distanz Wohnort – Zielort, von der Erreichbarkeit mit dem ÖV und dem LV sowie von der Ausdehnung des bewirtschafteten Gebietes (Vermeidung von Ausweichverkehr) ab.

## 9.5 Empfehlungen

Die Ergebnisse der Forschungsarbeit und insbesondere das durchgerechnete Fallbeispiel bestätigen die folgende Erkenntnis: Wenn die Parkplatzbewirtschaftung massgeblich zur Reduktion des Energiebedarfs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen soll, müssen die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Parkplatzbewirtschaftung soll möglichst flächendeckend eingeführt werden und alle relevanten alternativen Zielorte für den Einkaufs- und Freizeitverkehr einschliessen.
- Es muss ein attraktives ÖV- und LV-Angebot vorhanden sein oder bereitgestellt werden.

Die unelastische Parkierungsnachfrage bezüglich Gebühren bis zu einer relativ hohen Schwelle kann dazu genutzt werden, Einnahmen als Beitrag an die Investitions- und Betriebskosten der Parkierungsanlage zu generieren, ohne Kunden in nennenswertem Umfang zu verlieren.

Auch wenn Vorher-/Nachherstudien grundsätzlich wenig geeignet sind um die Zusammenhänge zwischen Veränderungen im Parkierungsangebot und im Verkehrsverhalten zu erforschen, sind solche Studien für das Monitoring eingeführter Massnahmen wichtig: Sie geben Hinweise, ob die eingesetzten disaggregierten Verhaltensmodelle die Wirkungen zutreffend abzubilden vermögen und dienen so auch der Validierung und Fortschreibung dieser Modelle. Da sich die Auswirkungen von Parkplatzbewirtschaftungsmassnahmen erst nach einer gewissen Zeit einstellen (Dörnemann, 2008), sollten Nachher-Untersuchungen nicht zu früh nach deren Einführung durchgeführt werden.

Modellschätzungen mit den zusammengeführten Daten der Stichproben aus der Hauptstudie und der Projekterweiterung sowie jenen anderer Stichproben, insbesondere der SP-Befragung welche im Rahmen des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 und 2015 durchgeführt wurden (siehe z.B. Fröhlich et al. 2010) wären im Interesse noch aussagekräftigerer Anwendungen zu empfehlen.

## 9.6 Weiterer Forschungsbedarf

Die vorliegende Forschungsarbeit hat bekannte Zusammenhänge zwischen Parkierungsangebot und Verkehrsverhalten bestätigt und verschiedene neue Erkenntnisse zu diesen Zusammenhängen ergeben. Insbesondere ist es mit den geschätzten Modellansätzen und daraus abgeleiteten Elastizitäten erstmals möglich, diese Zusammenhänge in der Praxis nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ zu beschreiben. Auf einzelne Fragen konnte in dieser Forschungsarbeit noch keine befriedigende Antwort gefunden werden und verschiedene Aspekte konnten nicht behandelt werden. Themen, welche Gegenstand weiterer Forschungen sein könnten, sind z.B. (ohne Prioritätenordnung):

- Einbezug weiterer Alternativen bei der Modellierung der Verkehrsmittelwahl, z.B. Mitfahren statt selbst fahren (Carpooling), Carsharing usw.
- Einfluss der Parkplatzbewirtschaftung nicht nur auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl, sondern auch auf die Aktivitätenketten (Reihenfolge und Startzeiten der Aktivitäten) und die Abfahrtszeiten.
- Weiterbearbeitung der Modellierung des Parksuchverkehrs, mit/ohne GPS-Daten.
- Wirkung von Massnahmen am Wohnort (z.B. transparente Ausweisung der Parkplatzkosten bei der Miete oder beim Kauf von Wohnungen und Möglichkeit zum Verzicht auf einen Parkplatz, Bewirtschaftung der öffentlichen Parkplätze usw.) in Abhängigkeit der Erreichbarkeit mit ÖV und LV.
- Nutzung von Autos, welche wegen der Parkplatzbewirtschaftung z.B. nicht mehr für die Pendlerfahrt genutzt werden, durch andere Personen.
- Diskriminierung von Personen mit einer tieferen Zahlungsbereitschaft). Parkgebühren führen dazu, dass das Parkplatzangebot von Leuten mit einer höheren Zahlungsbereitschaft genutzt werden.
- Langzeiteffekte, z.B. Standortwahl von Haushalten und Unternehmen. Die Verlagerung von Verkaufsgeschäften an Standorte ohne P-Bewirtschaftung.
- Einfluss der Parkplatzbewirtschaftung auf die Wirtschaft (verbesserte Erreichbarkeit, wenn Parksuchverkehr kleiner oder weniger Langzeitparkierer).
- Einfluss verschiedener Bewirtschaftungsmassnahmen auf die Gesellschaft (Equity).

Die Zusammenhänge zwischen dem durch die Parkplatzbewirtschaftung veränderten Verkehrsaufkommen und den Auswirkungen auf die Umwelt sind weitgehend bekannt und bedürfen – im Zusammenhang mit der Parkplatzbewirtschaftung – keiner weiteren Forschung.

## Anhänge

<b>I</b>	<b>Beobachtung des Parksuchverkehrs in GPS-Daten.....</b>	<b>137</b>
I.1	Methodik.....	137
I.2	Resultate .....	138
<b>II</b>	<b>Beispiel eines SP-Fragebogens (Hauptstudie) .....</b>	<b>143</b>
<b>III</b>	<b>Beispiel der SP-Situationen (Projekterweiterung) .....</b>	<b>159</b>
<b>IV</b>	<b>Nicht-lineare Modellansätze.....</b>	<b>163</b>
IV.1	Parkplatzwahl.....	163
IV.2	Zielwahl .....	164
IV.3	Verkehrsmittelwahl.....	165
<b>V</b>	<b>Elastizitäten (Hauptstudie) .....</b>	<b>167</b>
V.1	Parkplatzwahl.....	167
V.2	Zielortwahl .....	171
V.3	Verkehrsmittelwahl.....	175



# I Beobachtung des Parksuchverkehrs in GPS-Daten

## I.1 Methodik

Der zur Verfügung stehende GPS Datensatz aus dem Grossraum Zürich und dem Grossraum Genf wurde zwischen 2004 und 2006 erhoben und besteht aus ca. 32'000 Personentagen. Es sind nur Rohdaten vorhanden, d. h. Zeitstempel und 3-dimensionale Positionsdaten, jedoch keine Angaben zu deren Genauigkeit. Die personenbasierten Daten sind ausserdem multi-modal. Die Daten wurden jedoch nicht von den Befragten aufgearbeitet, d. h. weder die Aktivitäten noch die Wege oder Verkehrsmittel sind bekannt und müssen daher durch automatisierte Post-Processing Methoden erkannt werden. Die verwendeten Methoden basieren auf Schüssler und Axhausen, 2009 und sind Open Source (POSDAP, 2012) verfügbar.

Für die Analyse der Parkplatzsuche werden die detektierten Autofahrten nochmals gefiltert und dann ausgewertet. Um fehlerdetektierte Autofahrten auf Grund fehlerhafter Signale zu minimieren werden nur Fahrten welche länger als 10 Minuten sind ausgewertet. Ein weiteres Problem ist, dass Signalunterbrüche, welche länger als 3 Minuten dauern als Aktivitäten detektiert werden, diese jedoch auch auf Grund eines Tunnels auftreten können. Daher werden nur Autofahrten ausgewertet welche eine plausible Wege-Aktivitäten-Sequenz bilden, also Autofahrten nach welchen entweder eine lange Aktivität (länger als 15 Minuten) stattfindet oder nach denen eine Aktivität stattfindet welche von einem Fussweg gefolgt wird.

Es gibt verschiedene Definitionen des Parkplatzsuchverkehrs. Kipke, 1993 nimmt an, dass der Suchverkehr beginnt, sobald das Ziel erreicht wird, aber auf Grund eines fehlenden freien Parkplatzes weitergefahren werden muss. Diese Definition ist problematisch, da das Ziel nicht unbedingt angefahren werden muss, z. B. falls beim Ziel keine Parkplätze existieren oder ein Parkplatz vor dem Ziel gefunden wird. Birkner, 1995 definiert den Parksuchverkehr eher aus der Sicht der Autofahrer, d. h. er nimmt an, dass der Suchverkehr beginnt, sobald der erste Parkplatz erreicht wird, welcher vom Fahrer akzeptiert würde, wenn er nicht besetzt wäre. Ein solcher Akzeptanzradius um das eigentliche Ziel herum ist intuitiv verständlich, ist jedoch sowohl personen- als auch situationsabhängig und daher für GPS Analysen nicht direkt verwendbar.

Beide Ansätze sind für die GPS Analysen nur bedingt geeignet, da das eigentliche Ziel bekannt sein muss. Das Ziel kann zwar bei personenbasierten Daten angenähert werden, stellt jedoch eine weitere Unsicherheit dar, und wurde deshalb zur Untersuchung der Parksuchzeiten vermieden. Da der genaue Suchverkehr ohne Informationen des Fahrers wahrscheinlich nicht erkennbar ist, haben wir uns entschieden den Teil der Fahrt zu analysieren, welcher anfängt sobald der gewählte Parkplatz nur noch 800 m Luftlinie entfernt ist und am Parkplatz endet. Wobei der gewählte Parkplatz durch den letzten GPS Punkt einer Autofahrt approximiert wird. Es wird angenommen, dass die wenigsten Autofahrer in Zürich bereit sind länger als 600 m zu Fuss zu gehen (Planungsbüro Jud (1990)) und dass der Parksuchverkehr in der Regel zwischen dem angestrebten und dem gefundenen Parkplatz stattfindet. Unter diesen Umständen beinhaltet dieses Stellvertretermass den Suchverkehr mit grosser Wahrscheinlichkeit. Ähnlich zum 800-Meter-Kriterium wird das Ende der Autofahrt in 200 m Segmente unterteilt, welche zur Analyse des Suchablaufs benutzt werden. Da die Distanz zwischen zwei GPS Punkten nicht vernachlässigbar ist und damit die Fahrtsegmente vergleichbar sind, wird der Schnittpunkt der Fahrt mit den Radi interpoliert.

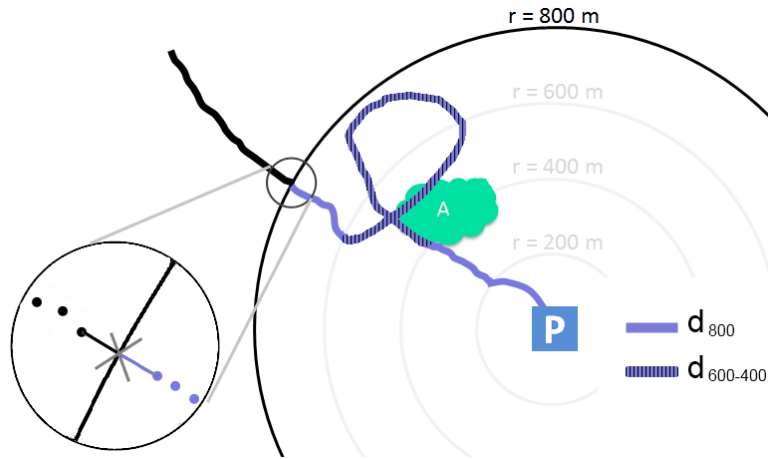


Abbildung 1: Segmente der Autofahrt

## I.2 Resultate

Ein Vergleich der Fahrtzeiten der vorhandenen Daten aus dem Grossraum Zürich sowie der Daten aus der Westschweiz (Abbildung 2) zeigt, dass die gefahrenen Distanzen sehr ähnlich sind. Die Fahrtzeiten sind in der Region Genf jedoch etwas höher; dies gilt insbesondere fürs Stadtzentrum (Abbildung 3).

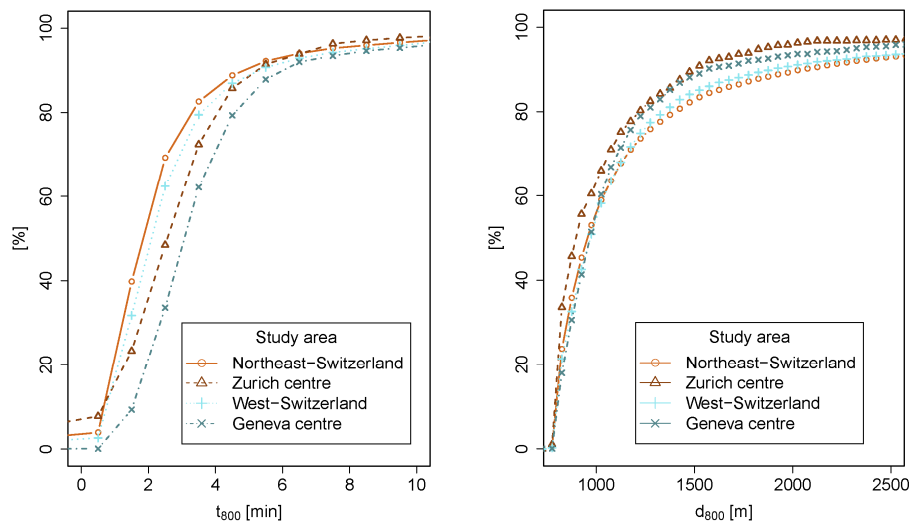


Abbildung 2: Vergleich Zürich und Genf, gefahrene Zeit und Distanz nach Erreichen von 800 m um den Parkplatz

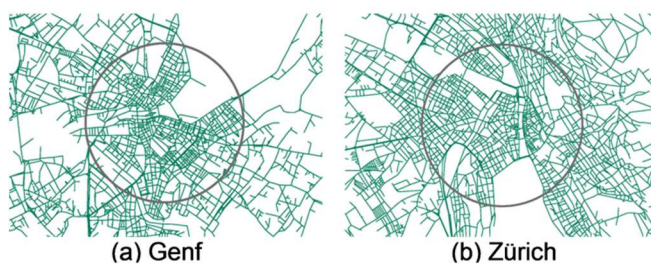


Abbildung 3: Definition der Stadtzentren mit Durchmesser 3 km

Für die Analyse der Parksuchzeiten in der Stadt Zürich werden 4086 mindestens 10 Minuten dauernde Autofahrten detektiert. Ungefähr 20 % davon wurden auf Grund der unsicheren Wege- Aktivitäten-Sequenz rausgefiltert. Die Daten werden für die einzelnen Kreise

der Stadt Zürich ausgewertet, wobei für jeden Kreis mindestens 130 Fälle vorhanden sind. In der Analyse wird die Innenstadt (Kreis 1) hervorgehoben, da hier am wenigsten Parkplätze pro Einwohner und Beschäftigte zur Verfügung stehen (0.13). Im Gegensatz dazu stehen in Altstetten (Kreis 9) am meisten Parkplätze zur Verfügung (0.45).

Die resultierenden Fahrtzeiten und Distanzen sind in Abbildung dargestellt für die ganze Stadt Zürich sowie die einzelnen Kreise und können als oberes Limit der Parksuchzeiten verstanden werden. Wobei fehlerhafte detektierte Autofahrten tendenziell kürzere Zeiten und Distanzen aufweisen, wodurch der Mittelwert eher unterschätzt wird. Es ist zu beachten, dass die Fahrtzeiten in der Innenstadt (Kreis 1) am höchsten sind, die Distanzen sind jedoch am kürzesten, da dort erwartungsgemäss tiefere Geschwindigkeiten gefahren werden können. Für die ganze Stadt sind die Fahrtzeiten in über 80 % der Fälle unter 4 Minuten. Die gefahrene Distanz in 80 % der Fälle variiert stark zwischen den verschiedenen Kreisen und beträgt zwischen 1100 m und 1400 m.

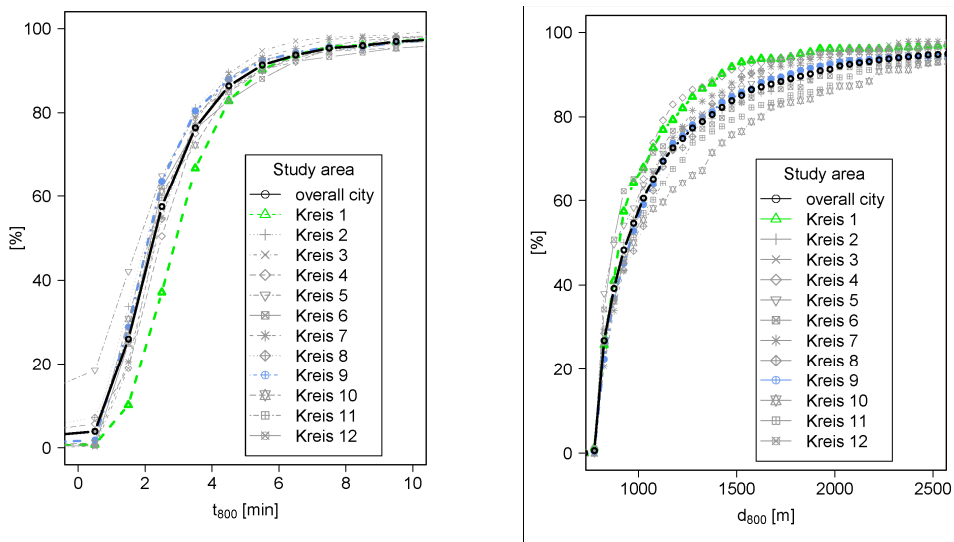


Abbildung 4: Gefahrene Zeit und Distanz nach Erreichen von 800 m um den Parkplatz, gesamte Stadt Zürich und einzelne Kreise

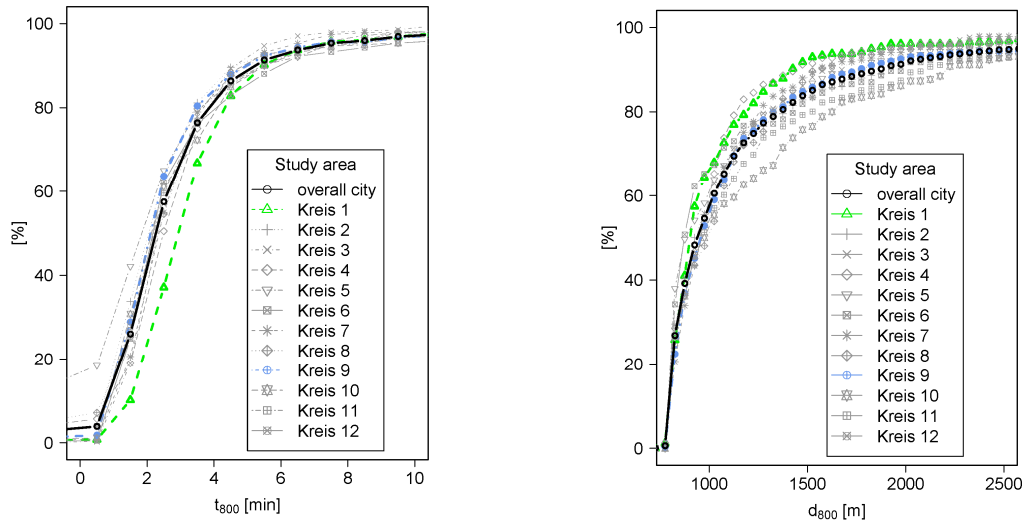


Abbildung 5: Gefahrene Zeit und Distanz nach Erreichen von 800 Meter um den Parkplatz, gesamte Stadt Zürich und einzelne Kreise

Da die Tagesganglinie klare Spitzen aufweist, ist es naheliegend anzunehmen, dass dies auch für die Parkplatzsuchzeiten gilt. In Abbildung sieht man jedoch, dass in Zürich keine ausgeprägten Spitzen vorhanden sind. Möglicherweise wurden sie abgeflacht, da die ganze Stadt und nicht einzelne Kreise ausgewertet wurden, weil dies wegen zu geringer Fallzahlen nicht möglich war. Zudem ist die Parkplatzbesetzung ein kumulativer Prozess, welcher die Spitzen ausgleicht. Dass keine Spitzen beobachtbar sind, kann also bedeuten, dass immer genügend Parkplätze zur Verfügung stehen um die Parkplatznachfrage schnell zu decken oder dass die Parkplätze so stark ausgelastet sind, dass immer gesucht werden muss. Letzteres ist für die gesamte Stadt Zürich eher unwahrscheinlich.

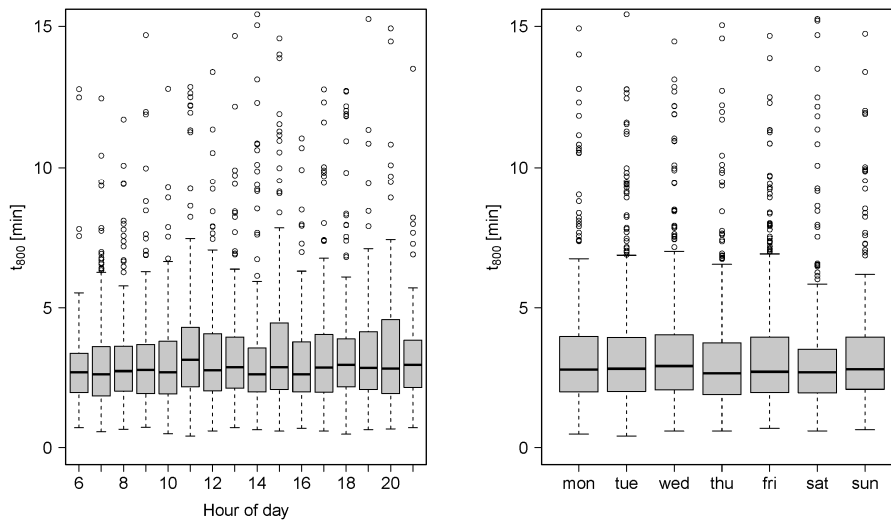
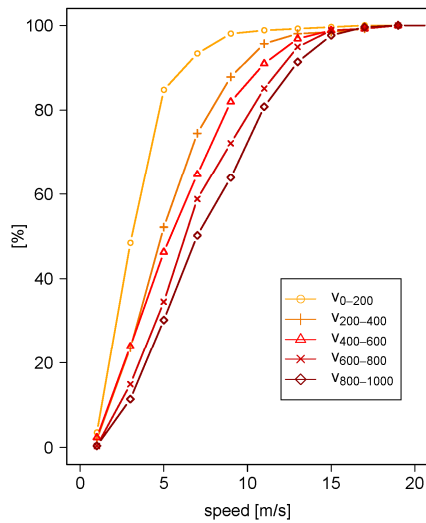


Abbildung 6: Fahrtzeiten nach Erreichen von 800 Meter um den Parkplatz für die gesamte Stadt Zürich

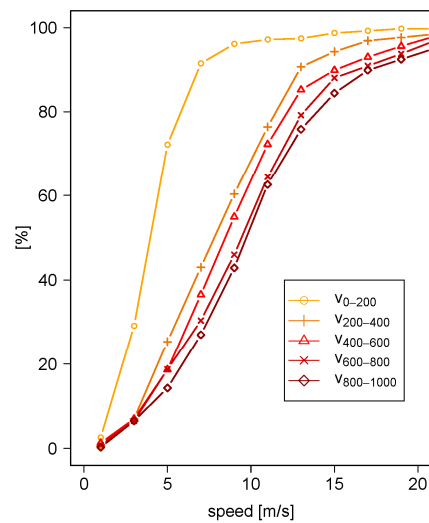
Für alle Fahrsegmente (vgl. d600-400 in Abbildung 1) einer Autofahrt wurde die Durchschnittsgeschwindigkeit berechnet, die Verteilung dieser Geschwindigkeit für alle Autofahrten ist in Abbildung für die Kreise 1 und 9 dargestellt. Wie erwartet sind die Geschwindigkeiten im Kreis 1 allgemein tiefer als im Kreis 9. In beiden Kreisen sind die Geschwindigkeiten im letzten Segment (200 m – 0 m) merklich tiefer als weit ausserhalb des Parkplatzes (1000 m – 800 m). In sämtlichen Kreisen nehmen die aggregierten Geschwindigkeiten ab je näher der Parkplatz kommt. Dabei sind die Unterschiede zwischen den Segmenten für den Kreis 9 sehr klein, für den Kreis 1 jedoch etwas grösser. Dies hat wahrscheinlich zwei



Ursachen: Einerseits sind die Geschwindigkeiten tiefer je näher der Kreis 1 kommt, die Parkplätze sind jedoch auf den ganzen Kreis verteilt, d. h. es ist auch möglich, dass diese leicht grösseren Unterschiede auf einen früheren Start der Parkplatzsuche im Kreis 1 hinweisen.



(a) Zürich, Kreis 1



(b) Zürich, Kreis 9

Abbildung 7: Geschwindigkeitsverteilung für Fahrsegmente von Kreis 1 und Kreis 9.

Ausführlichere Resultate der GPS-Analyse zu Parksuchstrategien sowie ein Vergleich mit der Stadt Genf können in Montini et al., 2012 nachgelesen werden. Abschliessend ist festzuhalten, dass es nicht möglich ist, nur mit GPS-Rohdaten reine Parkplatzsuchzeiten zu extrahieren. Es ist jedoch vorstellbar, für die Anwendung in Verkehrssimulationen Werte für Fahrtzeiten, -distanzen und -geschwindigkeiten für das Fahrtende aus den beobachteten Verteilungen zu ziehen.



## II Beispiel eines SP-Fragebogens (Hauptstudie)



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme  
ETH Zürich  
Wolfgang-Pauli-Strasse 15  
8093 Zürich

Hans Mustermann  
Musterstrasse 1  
1111 Musterstadt

Zürich, den 7. Dezember 2011

Sehr geehrter Herr Mustermann

Vor einiger Zeit wurden Sie im Rahmen der Panel-Befragung von Intervista gebeten, einige Zusatzfragen zu Ihrem Parkierungsverhalten zu beantworten. Im Anschluss an die Online-Befragung erklärten Sie sich bereit, an einer weiteren Befragung zum Verkehrsverhalten teilzunehmen.

Das Ziel dieser Befragung, welche in zwei Teile gegliedert ist und deren Beantwortung ca. 15 Minuten in Anspruch nehmen wird, ist es, die kurz- und langfristigen Änderungen der Verkehrsnachfrage als Reaktion auf Veränderungen des Parkierungsangebots und andere Eigenschaften möglicher Ziele für die Ausübung von Aktivitäten zu ermitteln. Die Analyse dieser Nachfrageveränderungen als Reaktion auf verschiedene mögliche Veränderungen des Parkierungsangebots stellt als zusätzliche Komponente eine wesentliche Verbesserung der Verkehrsmodelle dar, welche zur Prognose möglicher Zukunftsszenarien am Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich entwickelt werden.

Wir möchten Sie bitten, die Anleitungen auf den folgenden Seiten aufmerksam durchzulesen und im Anschluss daran Ihre wahrscheinlichste Reaktion auf die verschiedenen Befragungssituationen anzugeben. Der ausgefüllte Fragebogen kann im beigefügten vorfrankierten Umschlag zurückgesendet werden. Ihre Teilnahme an dieser Befragung ist natürlich freiwillig. Ihre Angaben werden streng vertraulich und anonym behandelt. In diesem Projekt geht es ausschliesslich darum, statistische Zusammenhänge aufzudecken. Eine Zuordnung der Daten zu einzelnen Personen wird nicht möglich sein. Wenn Sie Fragen haben, steht Ihnen Claude Weis ([claude.weis@ivt.baug.ethz.ch](mailto:claude.weis@ivt.baug.ethz.ch), Tel.: +41 44 633 39 52) gerne zur Verfügung.

Für das vollständige Ausfüllen dieses Fragebogens erhalten Sie 30 Bonuspunkte auf Ihr Intervista-Konto gutgeschrieben. Wir danken Ihnen im Voraus herzlich für Ihre Teilnahme an unserer Befragung und verbleiben

Mit freundlichen Grüssen

Prof. Dr. Kay W. Axhausen  
IVT, ETH Zürich



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



## Teil 1: Wahl eines Parkplatzes

In diesem Teil der Befragung geht es um die Wahl eines **Parkplatzes** an einem bestimmten Ziel. Stellen Sie sich hierbei vor, Sie würden mit dem Auto einen Weg **zu Freizeitwecken** zurücklegen und hätten am Ziel zum Parken die angegebenen Alternativen zur Verfügung. Die anschliessende Aktivität, auf welche die Fragen bezogen sind, würde ca. **45 Minuten** dauern.

Bitte wägen Sie in den auf den folgenden Seiten aufgeführten Situationen jeweils genau ab, ob Sie sich für:

- Parkplatz 1;
- Parkplatz 2;
- oder den Abbruch der Suche nach einem Parkplatz, und damit den Verzicht auf die entsprechende Aktivität

entscheiden würden.

In den Situationen auf den folgenden Seiten verändern sich jeweils die Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Alternativen (Möglichkeiten). Wir bitten Sie, sich jeweils aufgrund dieser Eigenschaften für eine der angebotenen Alternativen (Parkplatz 1, Parkplatz 2, oder den Abbruch der Suche) zu entscheiden.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



### Situation 1

	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Typ	offener Parkplatz	Parkhaus	-
Kosten	5.8 CHF	8.8 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	34 min	35 min	-
davon Fahrtzeit	7 min	12 min	-
davon Suchzeit	15 min	15 min	-
davon Fussweg	12 min	8 min	-
← Wahl →			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Situation 2

	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Typ	auf der Strasse	offener Parkplatz	-
Kosten	0 CHF	3.5 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	13 min	20 min	-
davon Fahrtzeit	3 min	7 min	-
davon Suchzeit	5 min	5 min	-
davon Fussweg	5 min	8 min	-
← Wahl →			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Situation 3

	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Typ	offener Parkplatz	Parkhaus	-
Kosten	8.8 CHF	8.8 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	25 min	34 min	-
davon Fahrtzeit	12 min	7 min	-
davon Suchzeit	5 min	15 min	-
davon Fussweg	8 min	12 min	-

← Wahl →

Situation 4

	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Typ	offener Parkplatz	auf der Strasse	-
Kosten	2 CHF	3.8 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	20 min	8 min	-
davon Fahrtzeit	7 min	3 min	-
davon Suchzeit	5 min	0 min	-
davon Fussweg	8 min	5 min	-

← Wahl →



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



### Situation 5

	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Typ	auf der Strasse	Parkhaus	-
Kosten	0 CHF	6.5 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	17 min	39 min	-
davon Fahrtzeit	12 min	12 min	-
davon Suchzeit	0 min	15 min	-
davon Fussweg	5 min	12 min	-

← Wahl →

### Situation 6

	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Typ	auf der Strasse	auf der Strasse	-
Kosten	5 CHF	0 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	8 min	11 min	-
davon Fahrtzeit	3 min	3 min	-
davon Suchzeit	0 min	0 min	-
davon Fussweg	5 min	8 min	-

← Wahl →

Situation 7

	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Typ	offener Parkplatz	offener Parkplatz	-
Kosten	3.5 CHF	3.5 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	20 min	20 min	-
davon Fahrtzeit	7 min	7 min	-
davon Suchzeit	5 min	5 min	-
davon Fussweg	8 min	8 min	-

← Wahl →

Situation 8

	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Typ	Parkhaus	auf der Strasse	-
Kosten	0 CHF	0 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	8 min	13 min	-
davon Fahrtzeit	3 min	3 min	-
davon Suchzeit	0 min	5 min	-
davon Fussweg	5 min	5 min	-

← Wahl →



Situation 9

	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Typ	Parkhaus	auf der Strasse	-
Kosten	8.8 CHF	0 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	39 min	11 min	-
davon Fahrtzeit	12 min	3 min	-
davon Suchzeit	15 min	0 min	-
davon Fussweg	12 min	8 min	-

← Wahl →

Situation 10

	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Typ	offener Parkplatz	offener Parkplatz	-
Kosten	3.5 CHF	0 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	20 min	8 min	-
davon Fahrtzeit	7 min	3 min	-
davon Suchzeit	5 min	0 min	-
davon Fussweg	8 min	5 min	-

← Wahl →



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



## Teil 2: Wahl eines Verkehrsmittels

In diesem Teil der Befragung geht es um die Wahl eines **Verkehrsmittels**. In der Online-Befragung haben Sie angegeben, häufig **zur Arbeit** nach **Zürich** zu fahren und in der Regel ca. **480 Minuten** dort zu bleiben. Aktuell hätten Sie für den Weg dorthin die folgenden Alternativen zur Verfügung:

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Fahrtzeit	26 min	Gesamtzeit	36 min
Kosten Treibstoff	1.7 CHF	davon Fahrtzeit	24 min
		davon Fussweg	12 min
		Umsteigen	1 Mal
		Billettkosten	2.6 CHF
		Fährt alle	15 min

\* Falls Sie ein Abonnement besitzen, ergibt sich dieser Preis aus den durchschnittlichen Kosten pro Kilometer, also den Abo-Kosten geteilt durch die durchschnittlichen jährlichen Fahrleistung eines Abo-Besitzers).

Bitte beachten Sie, dass es sich bei den oben eingeblendeten Zahlen um automatisch vom Computer berechnete Werte handelt; diese können also von der tatsächlichen Situation abweichen. Wir bitten Sie, Ihre Entscheidungen trotzdem alleine aufgrund der in der Folge gezeigten Eigenschaften der Wege zu treffen.

Stellen Sie sich nun vor, der Weg dorthin und das Parkierungsangebot vor Ort würde sich wie in den folgenden Situationen beschrieben verändern. Wir bitten Sie wiederum, sich jeweils aufgrund dieser Eigenschaften für eine der angebotenen Alternativen (zurücklegen des Weges mit dem Auto oder mit dem öffentlichen Verkehr) zu entscheiden.

## Situation 1

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Gesamtzeit	36 min	Gesamtzeit	27 min
davon Fahrtzeit	34 min	davon Fahrtzeit	23 min
davon Suchzeit	0 min	davon Fussweg	4 min
davon Fussweg	2 min	Umsteigen	2 Mal
Kosten Treibstoff	1.4 CHF	Billettkosten	2.9 CHF
Kosten Parkplatz	8 CHF	Fährt alle	10 min

← Wahl →

## Situation 2

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Gesamtzeit	42 min	Gesamtzeit	27 min
davon Fahrtzeit	29 min	davon Fahrtzeit	23 min
davon Suchzeit	9 min	davon Fussweg	4 min
davon Fussweg	4 min	Umsteigen	1 Mal
Kosten Treibstoff	1.9 CHF	Billettkosten	2 CHF
Kosten Parkplatz	9.5 CHF	Fährt alle	8 min

← Wahl →

Situation 3

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Gesamtzeit	47 min	Gesamtzeit	22 min
davon Fahrtzeit	34 min	davon Fahrtzeit	20 min
davon Suchzeit	9 min	davon Fussweg	2 min
davon Fussweg	4 min	Umsteigen	1 Mal
Kosten Treibstoff	1.9 CHF	Billettkosten	2.3 CHF
Kosten Parkplatz	20 CHF	Fährt alle	10 min

← Wahl →

Situation 4

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Gesamtzeit	41 min	Gesamtzeit	29 min
davon Fahrtzeit	34 min	davon Fahrtzeit	25 min
davon Suchzeit	3 min	davon Fussweg	4 min
davon Fussweg	4 min	Umsteigen	2 Mal
Kosten Treibstoff	1.9 CHF	Billettkosten	2 CHF
Kosten Parkplatz	0 CHF	Fährt alle	15 min

← Wahl →



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



### Situation 5

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Gesamtzeit	39 min	Gesamtzeit	30 min
davon Fahrtzeit	34 min	davon Fahrtzeit	20 min
davon Suchzeit	3 min	davon Fussweg	10 min
davon Fussweg	2 min	Umsteigen	0 Mal
Kosten Treibstoff	1.4 CHF	Billettkosten	2.9 CHF
Kosten Parkplatz	1.5 CHF	Fährt alle	15 min

← Wahl →

### Situation 6

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Gesamtzeit	30 min	Gesamtzeit	24 min
davon Fahrtzeit	23 min	davon Fahrtzeit	20 min
davon Suchzeit	3 min	davon Fussweg	4 min
davon Fussweg	4 min	Umsteigen	2 Mal
Kosten Treibstoff	2.1 CHF	Billettkosten	2.3 CHF
Kosten Parkplatz	8 CHF	Fährt alle	10 min

← Wahl →

Situation 7

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Gesamtzeit	36 min	Gesamtzeit	29 min
davon Fahrtzeit	23 min	davon Fahrtzeit	25 min
davon Suchzeit	3 min	davon Fussweg	4 min
davon Fussweg	10 min	Umsteigen	0 Mal
Kosten Treibstoff	1.4 CHF	Billettkosten	2 CHF
Kosten Parkplatz	4 CHF	Fährt alle	10 min

← Wahl →

Situation 8

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Gesamtzeit	39 min	Gesamtzeit	27 min
davon Fahrtzeit	29 min	davon Fahrtzeit	23 min
davon Suchzeit	0 min	davon Fussweg	4 min
davon Fussweg	10 min	Umsteigen	1 Mal
Kosten Treibstoff	1.9 CHF	Billettkosten	2.9 CHF
Kosten Parkplatz	8 CHF	Fährt alle	10 min

← Wahl →



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



### Situation 9

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Gesamtzeit	53 min	Gesamtzeit	22 min
davon Fahrtzeit	34 min	davon Fahrtzeit	20 min
davon Suchzeit	9 min	davon Fussweg	2 min
davon Fussweg	10 min	Umsteigen	1 Mal
Kosten Treibstoff	1.9 CHF	Billettkosten	2 CHF
Kosten Parkplatz	20 CHF	Fährt alle	10 min

← Wahl →

### Situation 10

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Gesamtzeit	36 min	Gesamtzeit	35 min
davon Fahrtzeit	29 min	davon Fahrtzeit	25 min
davon Suchzeit	3 min	davon Fussweg	10 min
davon Fussweg	4 min	Umsteigen	0 Mal
Kosten Treibstoff	2.1 CHF	Billettkosten	2.9 CHF
Kosten Parkplatz	20 CHF	Fährt alle	8 min

← Wahl →



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Gibt es Eigenschaften in den obenstehenden Entscheidungssituationen, welche Sie bei der Auswahl **nicht beachtet** haben oder als eher unwichtig betrachten? Wenn ja, kreuzen Sie diese bitte unten an:

### Teil 1

- Typ des Parkplatzes
- Parkplatzkosten
- Fahrtzeit
- Parkplatz-Suchzeit
- Fussweg

Was würden Sie bei einem **Abbruch der Suche** in den in Teil 1 beschriebenen Situationen machen?

- Rückkehr nach Hause
- Suche nach einem anderen Ort für die Aktivität
- Ausübung einer anderen Aktivität

### Teil 2

- Fahrtzeit mit dem Auto
- Parkplatzsuchzeit
- Fussweg vom Parkplatz zum Ziel
- Kosten Treibstoff
- Kosten Parkplatz
  
- Fahrtzeit mit dem öffentlichen Verkehr
- Fussweg von der Haltestelle zum Ziel
- Umsteigen
- Billettkosten
- Fährt alle ... Minuten







### III Beispiel der SP-Situationen (Projekterweiterung)

#### Wahl eines Parkplatzes (SP 1)

Sie haben bei der ersten Online-Befragung angegeben, dass Sie regelmässig einen Weg **zum Einkaufen** mit dem Auto nach **Zürich** zurücklegen und dort ca. **60** Minuten bleiben.

In diesem Teil der Befragung geht es um die Wahl eines **Parkplatzes** an Ihrem Ziel. Stellen Sie sich hierbei vor, Sie hätten zum Parken die angegebenen Alternativen zur Verfügung. Wir bitten Sie, in den auf den folgenden Seiten aufgeführten Situationen jeweils sorgfältig abzuwägen, welchen Parkplatz Sie wählen würden:

- Parkplatz 1,
- Parkplatz 2,
- oder den Abbruch der Suche nach einem Parkplatz (und damit den Verzicht auf **Ihren Einkauf**).

	Parkplatz 1	Parkplatz 2	Abbruch
Typ	an der Strasse	Parkhaus	-
Kosten	5.00 CHF	2.00 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	6 min	8 min	-
davon Parkplatz-Suchzeit	4 min	3 min	-
davon Fussweg	2 min	5 min	-
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Wahl eines Zielorts (SP 2)

Sie haben bei der ersten Online-Befragung angegeben, dass Sie regelmässig einen Weg **zum Einkauf** mit dem Auto nach **Zürich** zurücklegen und dort ca. **60** Minuten bleiben.

In diesem Teil der Befragung geht es um die Wahl eines **Zielorts**. Stellen Sie sich hierbei vor, Sie hätten die angegebenen Alternativen zur Verfügung und könnten **Ihren Einkauf** an einem dieser Orte ausüben. Wir bitten Sie, in den auf den folgenden Seiten aufgeführten Situationen jeweils sorgfältig abzuwägen, welchen Zielort Sie wählen würden:

- Ihren bisherigen Zielort,
- den neuen Zielort,
- oder den Abbruch der Suche nach einem Ziel (und damit den Verzicht auf **Ihren Einkauf**).

	Bisheriger Ort	Neuer Ort	Abbruch
Typ	offener Parkplatz abseits der Strasse	Parkhaus	-
Kosten	2.00 CHF	0.00 CHF	-
Gesamtzeit bis zum Ziel	32 min	35 min	-
davon Fussweg zum Auto	4 min	4 min	-
davon Fahrtzeit	20 min	22 min	-
davon Parkplatz-Suchzeit	3 min	7 min	-
davon Fussweg vom Parkplatz zum Ziel	5 min	4 min	-
Typ des Standorts	Siedlungszentrum	Einkaufszentrum ausserhalb des Siedlungszentrums	-
Attraktivität (Angebotsqualität etc.)	gut	sehr gut	-
Preis- / Leistungsverhältnis	sehr gut	mittel	-
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Wahl eines Verkehrsmittels (SP 3)

Sie haben bei der ersten Online-Befragung angegeben, dass Sie regelmässig einen Weg **zum Einkaufen** mit dem Auto nach **Zürich** zurücklegen und dort ca. **60** Minuten bleiben.

In diesem Teil der Befragung geht es um die Wahl eines **Verkehrsmittels**. Stellen Sie sich hierbei vor, Sie hätten die angegebenen Alternativen zur Verfügung und könnten den Weg zu Ihrem Ziel mit einem dieser Verkehrsmittel zurücklegen. Wir bitten Sie, in den auf den folgenden Seiten aufgeführten Situationen jeweils sorgfältig abzuwägen, mit welchem Verkehrsmittel Sie den Weg zurücklegen würden:

- zu Fuss,
- mit dem Auto,
- oder mit dem öffentlichen Verkehr.

Zu Fuss			Auto			Öffentlicher Verkehr		
Gehzeit	15	min	Gesamtzeit	12	min	Gesamtzeit	14	min
			davon Fussweg zum Auto	4	min	davon Fussweg zur Haltestelle	5	min
			davon Fahrtzeit	2	min	davon Fahrtzeit	5	min
			davon Parkplatz Suchzeit	3	min	davon Fussweg von der Haltestelle zum Ziel	4	min
			davon Fussweg vom Parkplatz zum Ziel	1	min	Umsteigen	0	Mal
			Kosten Treibstoff	0.80	CHF	Billettkosten	1.40	CHF
			Kosten Parkplatz	2.00	CHF	Fahrt alle	15	min



## IV Nicht-lineare Modellansätze

### IV.1 Parkplatzwahl

$$\begin{aligned}
 &V \\
 &= \\
 &\beta_{\text{Fahrzeit}} * \text{Fahrzeit} \\
 &+ \\
 &\beta_{\text{Suchzeit}} * \left( \frac{\text{Aufenthaltsdauer}}{\text{MittelwertAufenthaltsdauer}} \right)^\lambda \text{Aufenthaltsdauer, Suchzeit} * \text{Suchzeit} \\
 &+ \\
 &\beta_{\text{Abgangszeit}} * \text{Abgangszeit} \\
 &+ \\
 &\beta_{\text{Kosten}} * \left( \frac{\text{Aufenthaltsdauer}}{\text{MittelwertAufenthaltsdauer}} \right)^\lambda \text{Aufenthaltsdauer, Kosten} * \text{Kosten} \\
 &+ \\
 &\beta_{\text{Offener\_Parkplatz}} * \text{Offener\_Parkplatz} \\
 &+ \\
 &\beta_{\text{Parkhaus}} * \text{Parkhaus}
 \end{aligned}$$

## IV.2 Zielwahl

V

=

$$\beta_{\text{Fahrzeit}} * \text{Fahrzeit}$$

+

$$\beta_{\text{Suchzeit}} * \left( \frac{\text{Aufenthaltsdauer}}{\text{MittelwertAufenthaltsdauer}} \right)^{\lambda} \text{Aufenthaltsdauer, Suchzeit} * \text{Suchzeit}$$

+

$$\beta_{\text{Abgangszeit}} * \text{Abgangszeit}$$

+

$$\beta_{\text{Kosten}} * \left( \frac{\text{Aufenthaltsdauer}}{\text{MittelwertAufenthaltsdauer}} \right)^{\lambda} \text{Aufenthaltsdauer, Kosten} * \text{Kosten}$$

+

$$\beta_{\text{Offener\_Parkplatz}} * \text{Offener\_Parkplatz}$$

+

$$\beta_{\text{Parkhaus}} * \text{Parkhaus}$$

+

$$\beta_{\text{Preis / Leistung\_gut}} * \text{Preis / Leistung\_gut}$$

+

$$\beta_{\text{Preis / Leistung\_sehr\_gut}} * \text{Preis / Leistung\_sehr\_gut}$$

+

$$\beta_{\text{Preisniveau\_mittel}} * \text{Preisniveau\_mittel}$$

+

$$\beta_{\text{Preisniveau\_hoch}} * \text{Preisniveau\_hoch}$$



### IV.3 Verkehrsmittelwahl

 $V_{Fuss}$ 
 $=$ 

$$\beta_{Fusswegzeit} * Fusswegzeit$$

 $V_{Velo}$ 
 $=$ 

$$\beta_{Fahrtzeit} * Fahrtzeit$$

 $V_{Auto}$ 
 $=$ 

$$\beta_{Fahrtzeit} * \left( \frac{Einkommen}{Mittelwert\,Einkommen} \right)^\lambda_{Einkommen, Fahrtzeit} * \left( \frac{Dis\,tan\,z}{Mittelwert\,Dis\,tan\,z} \right)^\lambda_{Dis\,tan\,z, Fahrtzeit} * Fahrtzeit$$

 $+$ 

$$\beta_{Suchzeit} * \left( \frac{Einkommen}{Mittelwert\,Einkommen} \right)^\lambda_{Einkommen, Suchzeit} * \left( \frac{Aufenthaltsdauer}{Mittelwert\,Aufenthaltsdauer} \right)^\lambda_{Aufenthaltsdauer, Suchzeit} * Suchzeit$$

 $+$ 

$$\beta_{Abgangszeit} * Abgangszeit$$

 $+$ 

$$\beta_{Fahrtkosten} * \left( \frac{Einkommen}{Mittelwert\,Einkommen} \right)^\lambda_{Einkommen, Fahrtkosten} * \left( \frac{Dis\,tan\,z}{Mittelwert\,Dis\,tan\,z} \right)^\lambda_{Dis\,tan\,z, Fahrtkosten} * Fahrtkosten$$

 $+$ 

$$\beta_{Parkkosten} * \left( \frac{Einkommen}{Mittelwert\,Einkommen} \right)^\lambda_{Einkommen, Parkkosten} * \left( \frac{Aufenthaltsdauer}{Mittelwert\,Dauer} \right)^\lambda_{Dauer, Parkkosten} * Parkkosten$$

 $+$ 

$$\beta_{Mann} * Mann$$

 $+$ 

$$\beta_{Anzahl\_PW} * Anzahl\_PW$$

 $+$ 

$$\beta_{PW - Verfügbarkeit} * PW - Verfügbarkeit$$

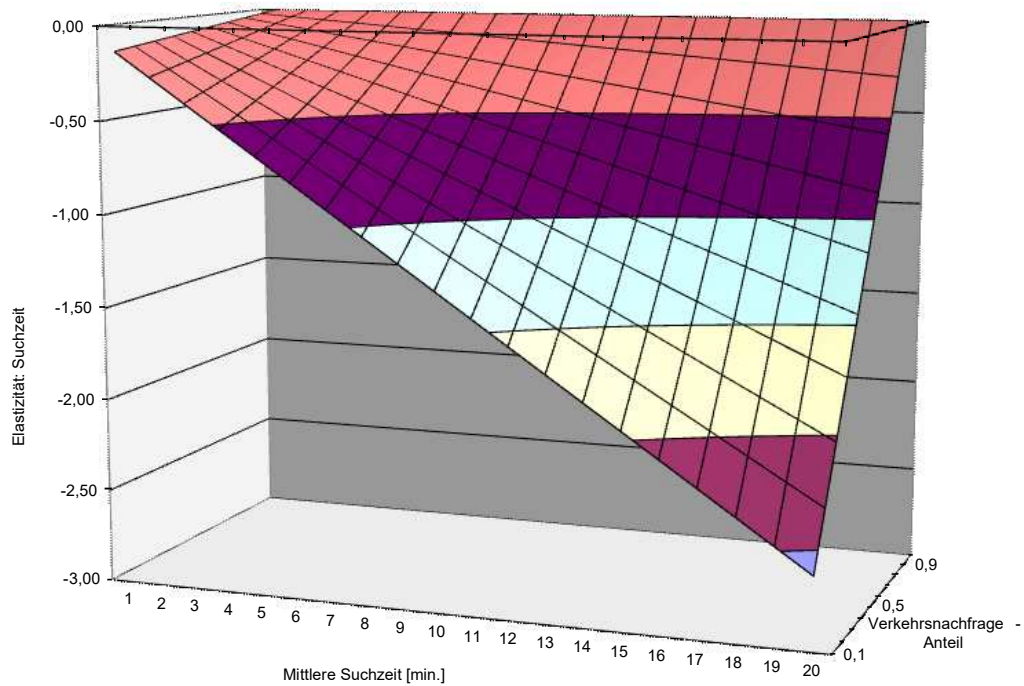
$$\begin{aligned}
& V_{\text{ÖV}} \\
& = \\
& \beta_{\text{Fahrzeit}} * \left( \frac{\text{Einkommen}}{\text{Mittelwert Einkommen}} \right)^{\lambda} \text{Einkommen, Fahrzeit} * \left( \frac{\text{Dis tan z}}{\text{Mittelwert Dis tan z}} \right)^{\lambda} \text{Dis tan z, Fahrzeit} * \text{Fahrzeit} \\
& + \\
& \beta_{\text{Abgangszeit}} * \text{Abgangszeit} \\
& + \\
& \beta_{\text{Fahrkosten}} * \left( \frac{\text{Einkommen}}{\text{Mittelwert Einkommen}} \right)^{\lambda} \text{Einkommen, Fahrkosten} * \left( \frac{\text{Dis tan z}}{\text{Mittelwert Dis tan z}} \right)^{\lambda} \text{Dis tan z, Fahrkosten} * \text{Fahrkosten} \\
& + \\
& \beta_{\text{Takt}} * \text{Takt} \\
& + \\
& \beta_{\text{GA}} * \text{GA} \\
& + \\
& \beta_{\text{Halbtax}} * \text{Halbtax} \\
& + \\
& \beta_{\text{Anzahl\_Personen\_im\_HH}} * \text{Anzahl\_Personen\_im\_HH}
\end{aligned}$$

## V Elastizitäten (Hauptstudie)

### V.1 Parkplatzwahl

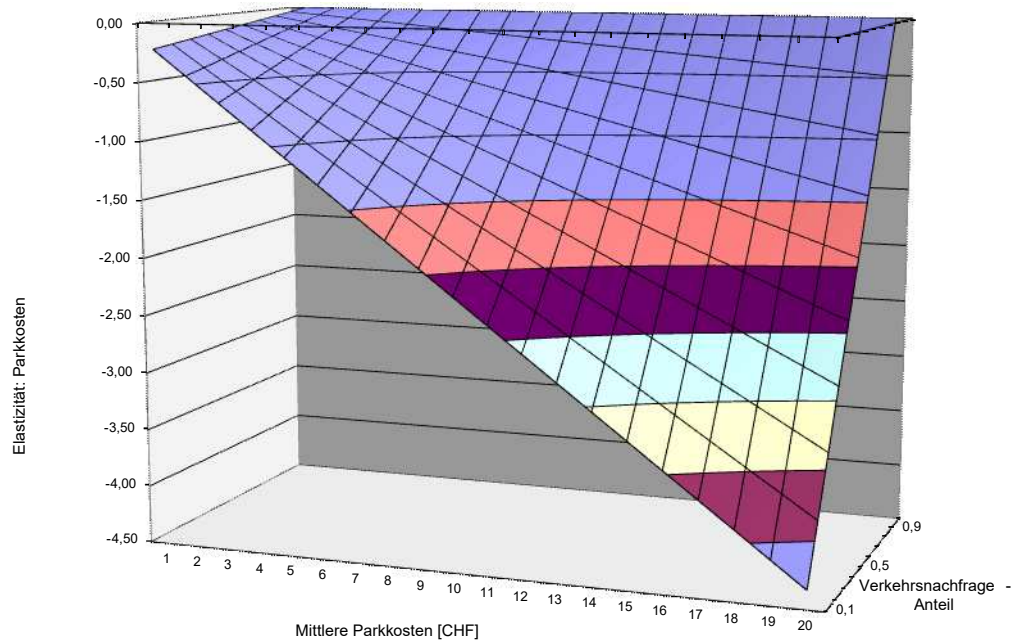
*MIV-Suchzeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Parkierungsnachfrage in Abhängigkeit der mittleren Suchzeit und des Parkierungsnachfrage-Anteils*

Suchzeit (min) / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	-0,13	-0,12	-0,10	-0,09	-0,07	-0,06	-0,04	-0,03	-0,01	0,00
2	-0,26	-0,23	-0,20	-0,17	-0,15	-0,12	-0,09	-0,06	-0,03	0,00
3	-0,39	-0,35	-0,30	-0,26	-0,22	-0,17	-0,13	-0,09	-0,04	0,00
4	-0,52	-0,46	-0,41	-0,35	-0,29	-0,23	-0,17	-0,12	-0,06	0,00
5	-0,65	-0,58	-0,51	-0,44	-0,36	-0,29	-0,22	-0,15	-0,07	0,00
6	-0,78	-0,70	-0,61	-0,52	-0,44	-0,35	-0,26	-0,17	-0,09	0,00
7	-0,91	-0,81	-0,71	-0,61	-0,51	-0,41	-0,30	-0,20	-0,10	0,00
8	-1,04	-0,93	-0,81	-0,70	-0,58	-0,46	-0,35	-0,23	-0,12	0,00
9	-1,17	-1,04	-0,91	-0,78	-0,65	-0,52	-0,39	-0,26	-0,13	0,00
10	-1,31	-1,16	-1,02	-0,87	-0,73	-0,58	-0,44	-0,29	-0,15	0,00
11	-1,44	-1,28	-1,12	-0,96	-0,80	-0,64	-0,48	-0,32	-0,16	0,00
12	-1,57	-1,39	-1,22	-1,04	-0,87	-0,70	-0,52	-0,35	-0,17	0,00
13	-1,70	-1,51	-1,32	-1,13	-0,94	-0,75	-0,57	-0,38	-0,19	0,00
14	-1,83	-1,62	-1,42	-1,22	-1,02	-0,81	-0,61	-0,41	-0,20	0,00
15	-1,96	-1,74	-1,52	-1,31	-1,09	-0,87	-0,65	-0,44	-0,22	0,00
16	-2,09	-1,86	-1,62	-1,39	-1,16	-0,93	-0,70	-0,46	-0,23	0,00
17	-2,22	-1,97	-1,73	-1,48	-1,23	-0,99	-0,74	-0,49	-0,25	0,00
18	-2,35	-2,09	-1,83	-1,57	-1,31	-1,04	-0,78	-0,52	-0,26	0,00
19	-2,48	-2,20	-1,93	-1,65	-1,38	-1,10	-0,83	-0,55	-0,28	0,00
20	-2,61	-2,32	-2,03	-1,74	-1,45	-1,16	-0,87	-0,58	-0,29	0,00



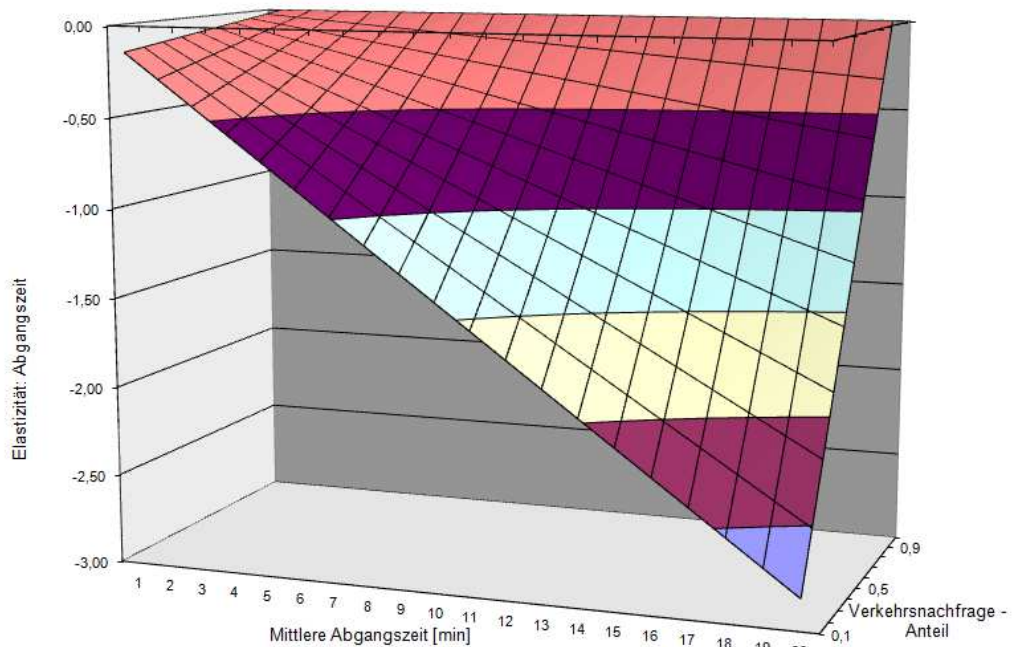
MIV-Parkkosten: Direkte Gesamtelastizitäten der Parkierungsnachfrage in Abhängigkeit der mittleren Parkkosten und des Verkehrsnachfrageanteils

Parkkosten (CHF) / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	-0,22	-0,19	-0,17	-0,14	-0,12	-0,10	-0,07	-0,05	-0,02	0,00
2	-0,43	-0,39	-0,34	-0,29	-0,24	-0,19	-0,14	-0,10	-0,05	0,00
3	-0,65	-0,58	-0,51	-0,43	-0,36	-0,29	-0,22	-0,14	-0,07	0,00
4	-0,87	-0,77	-0,67	-0,58	-0,48	-0,39	-0,29	-0,19	-0,10	0,00
5	-1,08	-0,96	-0,84	-0,72	-0,60	-0,48	-0,36	-0,24	-0,12	0,00
6	-1,30	-1,16	-1,01	-0,87	-0,72	-0,58	-0,43	-0,29	-0,14	0,00
7	-1,52	-1,35	-1,18	-1,01	-0,84	-0,67	-0,51	-0,34	-0,17	0,00
8	-1,74	-1,54	-1,35	-1,16	-0,96	-0,77	-0,58	-0,39	-0,19	0,00
9	-1,95	-1,74	-1,52	-1,30	-1,08	-0,87	-0,65	-0,43	-0,22	0,00
10	-2,17	-1,93	-1,69	-1,45	-1,21	-0,96	-0,72	-0,48	-0,24	0,00
11	-2,39	-2,12	-1,86	-1,59	-1,33	-1,06	-0,80	-0,53	-0,27	0,00
12	-2,60	-2,31	-2,02	-1,74	-1,45	-1,16	-0,87	-0,58	-0,29	0,00
13	-2,82	-2,51	-2,19	-1,88	-1,57	-1,25	-0,94	-0,63	-0,31	0,00
14	-3,04	-2,70	-2,36	-2,02	-1,69	-1,35	-1,01	-0,67	-0,34	0,00
15	-3,25	-2,89	-2,53	-2,17	-1,81	-1,45	-1,08	-0,72	-0,36	0,00
16	-3,47	-3,08	-2,70	-2,31	-1,93	-1,54	-1,16	-0,77	-0,39	0,00
17	-3,69	-3,28	-2,87	-2,46	-2,05	-1,64	-1,23	-0,82	-0,41	0,00
18	-3,90	-3,47	-3,04	-2,60	-2,17	-1,74	-1,30	-0,87	-0,43	0,00
19	-4,12	-3,66	-3,21	-2,75	-2,29	-1,83	-1,37	-0,92	-0,46	0,00
20	-4,34	-3,86	-3,37	-2,89	-2,41	-1,93	-1,45	-0,96	-0,48	0,00



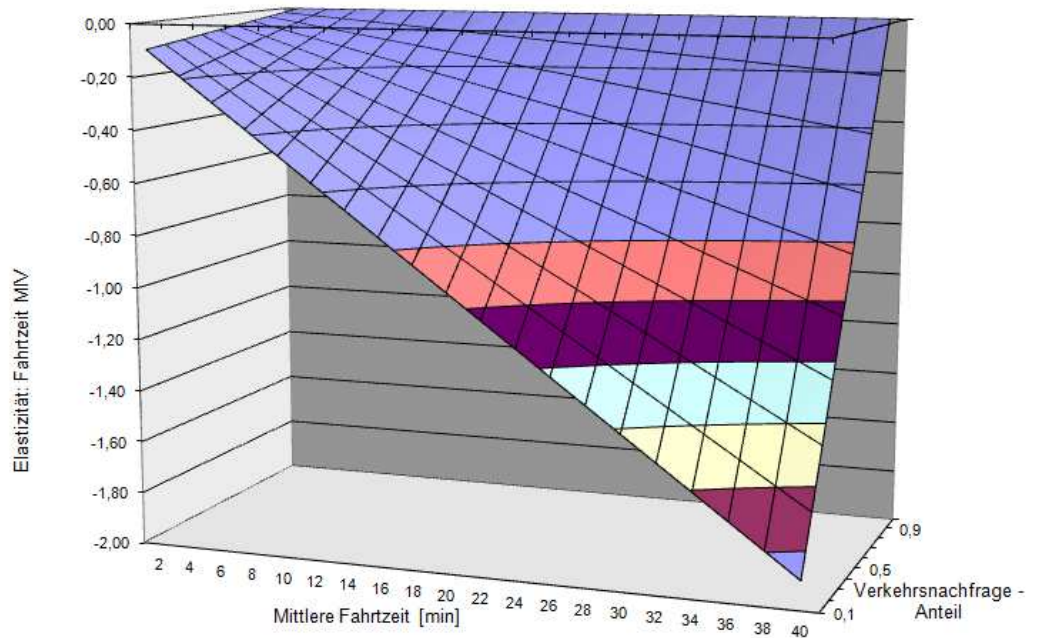
*MIV-Abgangszeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Parkierungsnachfrage in Abhängigkeit der mittleren Abgangszeit und des Verkehrsnachfrageanteils*

Abgangszeit/ Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	-0,14	-0,13	-0,11	-0,09	-0,08	-0,06	-0,05	-0,03	-0,02	0,00
2	-0,28	-0,25	-0,22	-0,19	-0,16	-0,13	-0,09	-0,06	-0,03	0,00
3	-0,42	-0,38	-0,33	-0,28	-0,24	-0,19	-0,14	-0,09	-0,05	0,00
4	-0,57	-0,50	-0,44	-0,38	-0,31	-0,25	-0,19	-0,13	-0,06	0,00
5	-0,71	-0,63	-0,55	-0,47	-0,39	-0,31	-0,24	-0,16	-0,08	0,00
6	-0,85	-0,75	-0,66	-0,57	-0,47	-0,38	-0,28	-0,19	-0,09	0,00
7	-0,99	-0,88	-0,77	-0,66	-0,55	-0,44	-0,33	-0,22	-0,11	0,00
8	-1,13	-1,00	-0,88	-0,75	-0,63	-0,50	-0,38	-0,25	-0,13	0,00
9	-1,27	-1,13	-0,99	-0,85	-0,71	-0,57	-0,42	-0,28	-0,14	0,00
10	-1,41	-1,26	-1,10	-0,94	-0,79	-0,63	-0,47	-0,31	-0,16	0,00
11	-1,55	-1,38	-1,21	-1,04	-0,86	-0,69	-0,52	-0,35	-0,17	0,00
12	-1,70	-1,51	-1,32	-1,13	-0,94	-0,75	-0,57	-0,38	-0,19	0,00
13	-1,84	-1,63	-1,43	-1,22	-1,02	-0,82	-0,61	-0,41	-0,20	0,00
14	-1,98	-1,76	-1,54	-1,32	-1,10	-0,88	-0,66	-0,44	-0,22	0,00
15	-2,12	-1,88	-1,65	-1,41	-1,18	-0,94	-0,71	-0,47	-0,24	0,00
16	-2,26	-2,01	-1,76	-1,51	-1,26	-1,00	-0,75	-0,50	-0,25	0,00
17	-2,40	-2,14	-1,87	-1,60	-1,33	-1,07	-0,80	-0,53	-0,27	0,00
18	-2,54	-2,26	-1,98	-1,70	-1,41	-1,13	-0,85	-0,57	-0,28	0,00
19	-2,68	-2,39	-2,09	-1,79	-1,49	-1,19	-0,89	-0,60	-0,30	0,00
20	-2,83	-2,51	-2,20	-1,88	-1,57	-1,26	-0,94	-0,63	-0,31	0,00



*MIV Fahrtzeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Parkierungsnachfrage in Abhängigkeit der mittleren Fahrtzeit und des Verkehrsnachfrageanteils*

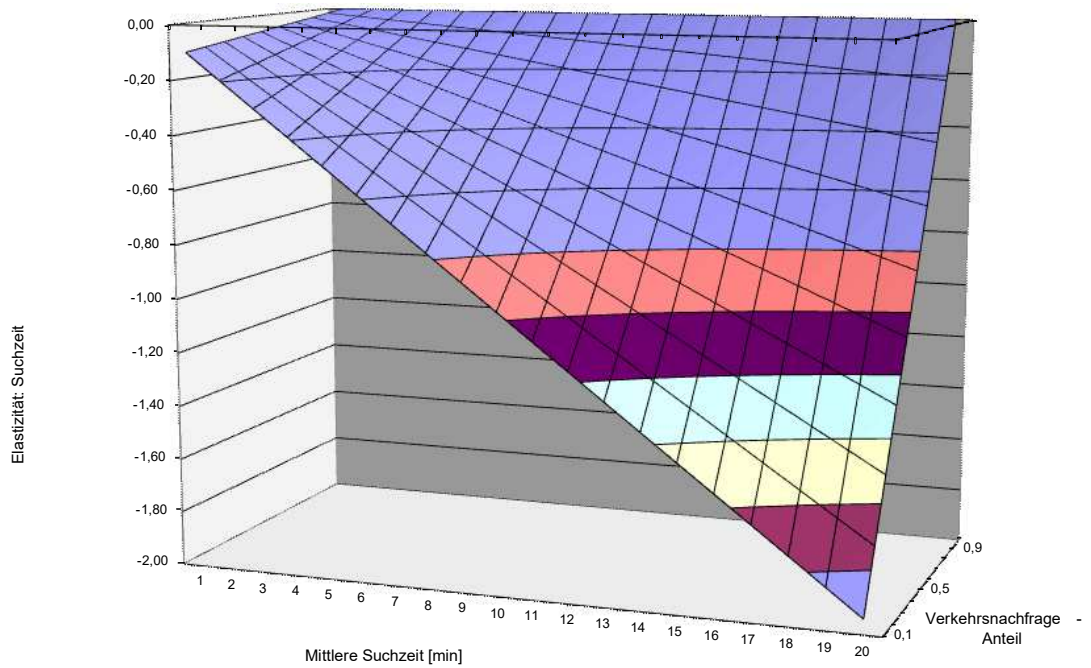
Fahrtzeit MIV (min) / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
2	-0,09	-0,08	-0,07	-0,06	-0,05	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01	0,00
4	-0,19	-0,17	-0,15	-0,13	-0,11	-0,08	-0,06	-0,04	-0,02	0,00
6	-0,28	-0,25	-0,22	-0,19	-0,16	-0,13	-0,09	-0,06	-0,03	0,00
8	-0,38	-0,34	-0,29	-0,25	-0,21	-0,17	-0,13	-0,08	-0,04	0,00
10	-0,47	-0,42	-0,37	-0,32	-0,26	-0,21	-0,16	-0,11	-0,05	0,00
12	-0,57	-0,50	-0,44	-0,38	-0,32	-0,25	-0,19	-0,13	-0,06	0,00
14	-0,66	-0,59	-0,51	-0,44	-0,37	-0,29	-0,22	-0,15	-0,07	0,00
16	-0,76	-0,67	-0,59	-0,50	-0,42	-0,34	-0,25	-0,17	-0,08	0,00
18	-0,85	-0,76	-0,66	-0,57	-0,47	-0,38	-0,28	-0,19	-0,09	0,00
20	-0,95	-0,84	-0,74	-0,63	-0,53	-0,42	-0,32	-0,21	-0,11	0,00
22	-1,04	-0,92	-0,81	-0,69	-0,58	-0,46	-0,35	-0,23	-0,12	0,00
24	-1,13	-1,01	-0,88	-0,76	-0,63	-0,50	-0,38	-0,25	-0,13	0,00
26	-1,23	-1,09	-0,96	-0,82	-0,68	-0,55	-0,41	-0,27	-0,14	0,00
28	-1,32	-1,18	-1,03	-0,88	-0,74	-0,59	-0,44	-0,29	-0,15	0,00
30	-1,42	-1,26	-1,10	-0,95	-0,79	-0,63	-0,47	-0,32	-0,16	0,00
32	-1,51	-1,34	-1,18	-1,01	-0,84	-0,67	-0,50	-0,34	-0,17	0,00
34	-1,61	-1,43	-1,25	-1,07	-0,89	-0,71	-0,54	-0,36	-0,18	0,00
36	-1,70	-1,51	-1,32	-1,13	-0,95	-0,76	-0,57	-0,38	-0,19	0,00
38	-1,80	-1,60	-1,40	-1,20	-1,00	-0,80	-0,60	-0,40	-0,20	0,00
40	-1,89	-1,68	-1,47	-1,26	-1,05	-0,84	-0,63	-0,42	-0,21	0,00



## V.2 Zielortwahl

*MIV-Suchzeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Zielortnachfrage in Abhängigkeit der mittleren Suchzeit und des Verkehrsnachfrageanteils*

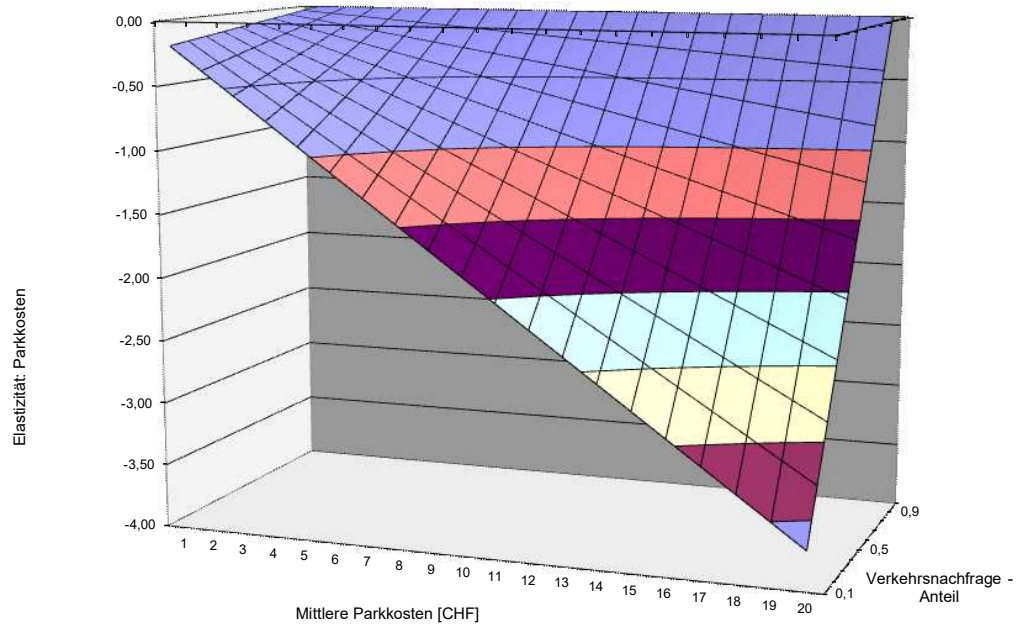
Suchzeit (min) / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	-0,10	-0,09	-0,08	-0,06	-0,05	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01	0,00
2	-0,19	-0,17	-0,15	-0,13	-0,11	-0,09	-0,06	-0,04	-0,02	0,00
3	-0,29	-0,26	-0,23	-0,19	-0,16	-0,13	-0,10	-0,06	-0,03	0,00
4	-0,39	-0,35	-0,30	-0,26	-0,22	-0,17	-0,13	-0,09	-0,04	0,00
5	-0,49	-0,43	-0,38	-0,32	-0,27	-0,22	-0,16	-0,11	-0,05	0,00
6	-0,58	-0,52	-0,45	-0,39	-0,32	-0,26	-0,19	-0,13	-0,06	0,00
7	-0,68	-0,60	-0,53	-0,45	-0,38	-0,30	-0,23	-0,15	-0,08	0,00
8	-0,78	-0,69	-0,60	-0,52	-0,43	-0,35	-0,26	-0,17	-0,09	0,00
9	-0,87	-0,78	-0,68	-0,58	-0,49	-0,39	-0,29	-0,19	-0,10	0,00
10	-0,97	-0,86	-0,76	-0,65	-0,54	-0,43	-0,32	-0,22	-0,11	0,00
11	-1,07	-0,95	-0,83	-0,71	-0,59	-0,48	-0,36	-0,24	-0,12	0,00
12	-1,17	-1,04	-0,91	-0,78	-0,65	-0,52	-0,39	-0,26	-0,13	0,00
13	-1,26	-1,12	-0,98	-0,84	-0,70	-0,56	-0,42	-0,28	-0,14	0,00
14	-1,36	-1,21	-1,06	-0,91	-0,76	-0,60	-0,45	-0,30	-0,15	0,00
15	-1,46	-1,30	-1,13	-0,97	-0,81	-0,65	-0,49	-0,32	-0,16	0,00
16	-1,56	-1,38	-1,21	-1,04	-0,86	-0,69	-0,52	-0,35	-0,17	0,00
17	-1,65	-1,47	-1,29	-1,10	-0,92	-0,73	-0,55	-0,37	-0,18	0,00
18	-1,75	-1,56	-1,36	-1,17	-0,97	-0,78	-0,58	-0,39	-0,19	0,00
19	-1,85	-1,64	-1,44	-1,23	-1,03	-0,82	-0,62	-0,41	-0,21	0,00
20	-1,94	-1,73	-1,51	-1,30	-1,08	-0,86	-0,65	-0,43	-0,22	0,00





**Parkkosten: Direkte Gesamtelastizitäten der Zielortnachfrage in Abhängigkeit der mittleren Parkkosten und des Verkehrsnachfrageanteils**

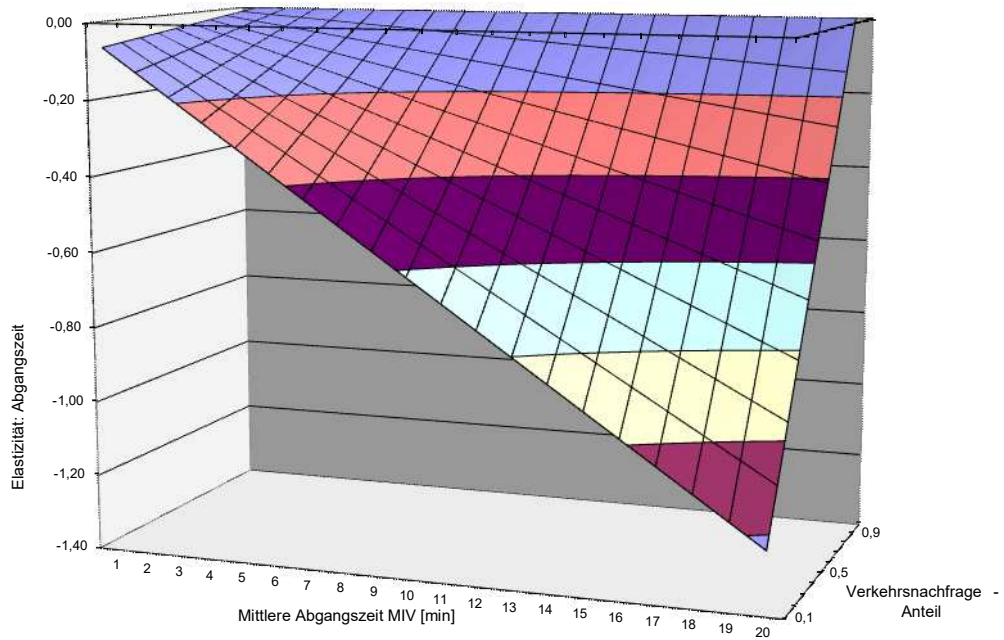
Parkkosten (CHF) / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	-0,18	-0,16	-0,14	-0,12	-0,10	-0,08	-0,06	-0,04	-0,02	0,00
2	-0,37	-0,33	-0,29	-0,25	-0,21	-0,16	-0,12	-0,08	-0,04	0,00
3	-0,55	-0,49	-0,43	-0,37	-0,31	-0,25	-0,18	-0,12	-0,06	0,00
4	-0,74	-0,66	-0,57	-0,49	-0,41	-0,33	-0,25	-0,16	-0,08	0,00
5	-0,92	-0,82	-0,72	-0,62	-0,51	-0,41	-0,31	-0,21	-0,10	0,00
6	-1,11	-0,98	-0,86	-0,74	-0,62	-0,49	-0,37	-0,25	-0,12	0,00
7	-1,29	-1,15	-1,00	-0,86	-0,72	-0,57	-0,43	-0,29	-0,14	0,00
8	-1,48	-1,31	-1,15	-0,98	-0,82	-0,66	-0,49	-0,33	-0,16	0,00
9	-1,66	-1,48	-1,29	-1,11	-0,92	-0,74	-0,55	-0,37	-0,18	0,00
10	-1,85	-1,64	-1,44	-1,23	-1,03	-0,82	-0,62	-0,41	-0,21	0,00
11	-2,03	-1,80	-1,58	-1,35	-1,13	-0,90	-0,68	-0,45	-0,23	0,00
12	-2,21	-1,97	-1,72	-1,48	-1,23	-0,98	-0,74	-0,49	-0,25	0,00
13	-2,40	-2,13	-1,87	-1,60	-1,33	-1,07	-0,80	-0,53	-0,27	0,00
14	-2,58	-2,30	-2,01	-1,72	-1,44	-1,15	-0,86	-0,57	-0,29	0,00
15	-2,77	-2,46	-2,15	-1,85	-1,54	-1,23	-0,92	-0,62	-0,31	0,00
16	-2,95	-2,62	-2,30	-1,97	-1,64	-1,31	-0,98	-0,66	-0,33	0,00
17	-3,14	-2,79	-2,44	-2,09	-1,74	-1,39	-1,05	-0,70	-0,35	0,00
18	-3,32	-2,95	-2,58	-2,21	-1,85	-1,48	-1,11	-0,74	-0,37	0,00
19	-3,51	-3,12	-2,73	-2,34	-1,95	-1,56	-1,17	-0,78	-0,39	0,00
20	-3,69	-3,28	-2,87	-2,46	-2,05	-1,64	-1,23	-0,82	-0,41	0,00





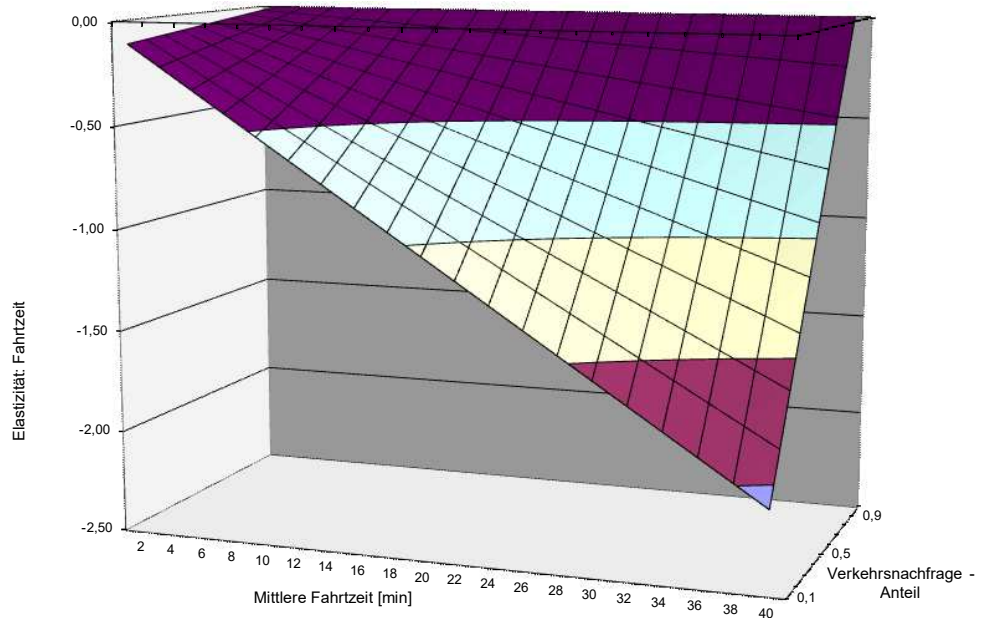
*MIV-Abgangszeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Zielortnachfrage in Abhängigkeit der mittleren Abgangszeit und des Verkehrsnachfrageanteils*

Abgangszeit/ Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,01	-0,01	0,00
2	-0,12	-0,11	-0,10	-0,08	-0,07	-0,05	-0,04	-0,03	-0,01	0,00
3	-0,18	-0,16	-0,14	-0,12	-0,10	-0,08	-0,06	-0,04	-0,02	0,00
4	-0,25	-0,22	-0,19	-0,16	-0,14	-0,11	-0,08	-0,05	-0,03	0,00
5	-0,31	-0,27	-0,24	-0,21	-0,17	-0,14	-0,10	-0,07	-0,03	0,00
6	-0,37	-0,33	-0,29	-0,25	-0,21	-0,16	-0,12	-0,08	-0,04	0,00
7	-0,43	-0,38	-0,34	-0,29	-0,24	-0,19	-0,14	-0,10	-0,05	0,00
8	-0,49	-0,44	-0,38	-0,33	-0,27	-0,22	-0,16	-0,11	-0,05	0,00
9	-0,55	-0,49	-0,43	-0,37	-0,31	-0,25	-0,18	-0,12	-0,06	0,00
10	-0,62	-0,55	-0,48	-0,41	-0,34	-0,27	-0,21	-0,14	-0,07	0,00
11	-0,68	-0,60	-0,53	-0,45	-0,38	-0,30	-0,23	-0,15	-0,08	0,00
12	-0,74	-0,66	-0,58	-0,49	-0,41	-0,33	-0,25	-0,16	-0,08	0,00
13	-0,80	-0,71	-0,62	-0,53	-0,45	-0,36	-0,27	-0,18	-0,09	0,00
14	-0,86	-0,77	-0,67	-0,58	-0,48	-0,38	-0,29	-0,19	-0,10	0,00
15	-0,92	-0,82	-0,72	-0,62	-0,51	-0,41	-0,31	-0,21	-0,10	0,00
16	-0,99	-0,88	-0,77	-0,66	-0,55	-0,44	-0,33	-0,22	-0,11	0,00
17	-1,05	-0,93	-0,82	-0,70	-0,58	-0,47	-0,35	-0,23	-0,12	0,00
18	-1,11	-0,99	-0,86	-0,74	-0,62	-0,49	-0,37	-0,25	-0,12	0,00
19	-1,17	-1,04	-0,91	-0,78	-0,65	-0,52	-0,39	-0,26	-0,13	0,00
20	-1,23	-1,10	-0,96	-0,82	-0,69	-0,55	-0,41	-0,27	-0,14	0,00



*MIV-Suchzeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Zielortnachfrage in Abhängigkeit der mittleren Fahrtzeit und des Verkehrsnachfrageanteils*

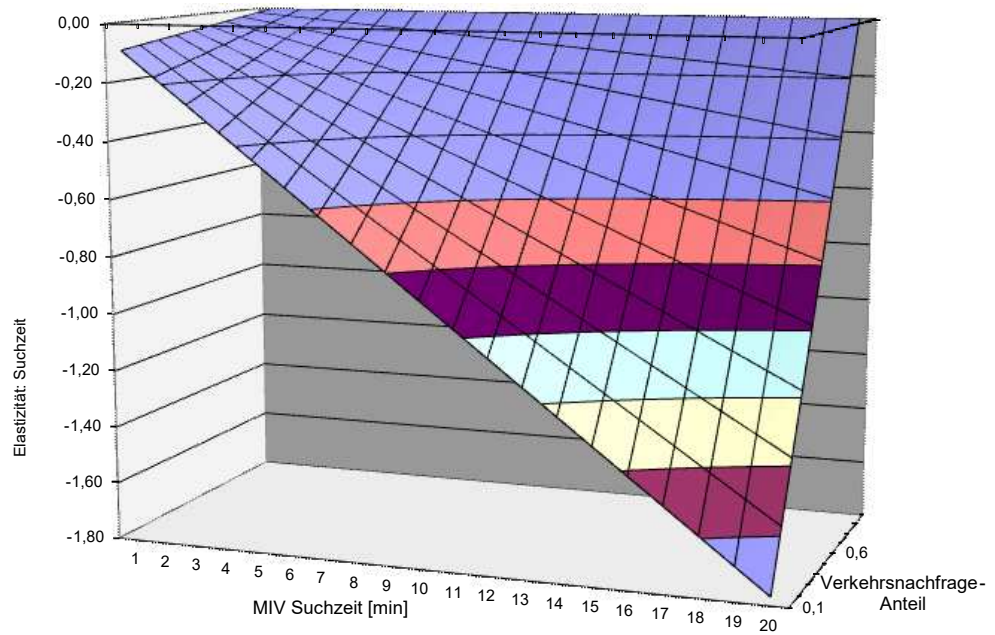
Fahrtzeit MIV (min) /Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
2	-0,10	-0,09	-0,08	-0,07	-0,06	-0,05	-0,03	-0,02	-0,01	0,00
4	-0,21	-0,19	-0,16	-0,14	-0,12	-0,09	-0,07	-0,05	-0,02	0,00
6	-0,31	-0,28	-0,24	-0,21	-0,17	-0,14	-0,10	-0,07	-0,03	0,00
8	-0,42	-0,37	-0,33	-0,28	-0,23	-0,19	-0,14	-0,09	-0,05	0,00
10	-0,52	-0,47	-0,41	-0,35	-0,29	-0,23	-0,17	-0,12	-0,06	0,00
12	-0,63	-0,56	-0,49	-0,42	-0,35	-0,28	-0,21	-0,14	-0,07	0,00
14	-0,73	-0,65	-0,57	-0,49	-0,41	-0,33	-0,24	-0,16	-0,08	0,00
16	-0,84	-0,74	-0,65	-0,56	-0,47	-0,37	-0,28	-0,19	-0,09	0,00
18	-0,94	-0,84	-0,73	-0,63	-0,52	-0,42	-0,31	-0,21	-0,10	0,00
20	-1,05	-0,93	-0,81	-0,70	-0,58	-0,47	-0,35	-0,23	-0,12	0,00
22	-1,15	-1,02	-0,90	-0,77	-0,64	-0,51	-0,38	-0,26	-0,13	0,00
24	-1,26	-1,12	-0,98	-0,84	-0,70	-0,56	-0,42	-0,28	-0,14	0,00
26	-1,36	-1,21	-1,06	-0,91	-0,76	-0,61	-0,45	-0,30	-0,15	0,00
28	-1,47	-1,30	-1,14	-0,98	-0,81	-0,65	-0,49	-0,33	-0,16	0,00
30	-1,57	-1,40	-1,22	-1,05	-0,87	-0,70	-0,52	-0,35	-0,17	0,00
32	-1,68	-1,49	-1,30	-1,12	-0,93	-0,74	-0,56	-0,37	-0,19	0,00
34	-1,78	-1,58	-1,39	-1,19	-0,99	-0,79	-0,59	-0,40	-0,20	0,00
36	-1,89	-1,68	-1,47	-1,26	-1,05	-0,84	-0,63	-0,42	-0,21	0,00
38	-1,99	-1,77	-1,55	-1,33	-1,11	-0,88	-0,66	-0,44	-0,22	0,00
40	-2,10	-1,86	-1,63	-1,40	-1,16	-0,93	-0,70	-0,47	-0,23	0,00



### V.3 Verkehrsmittelwahl

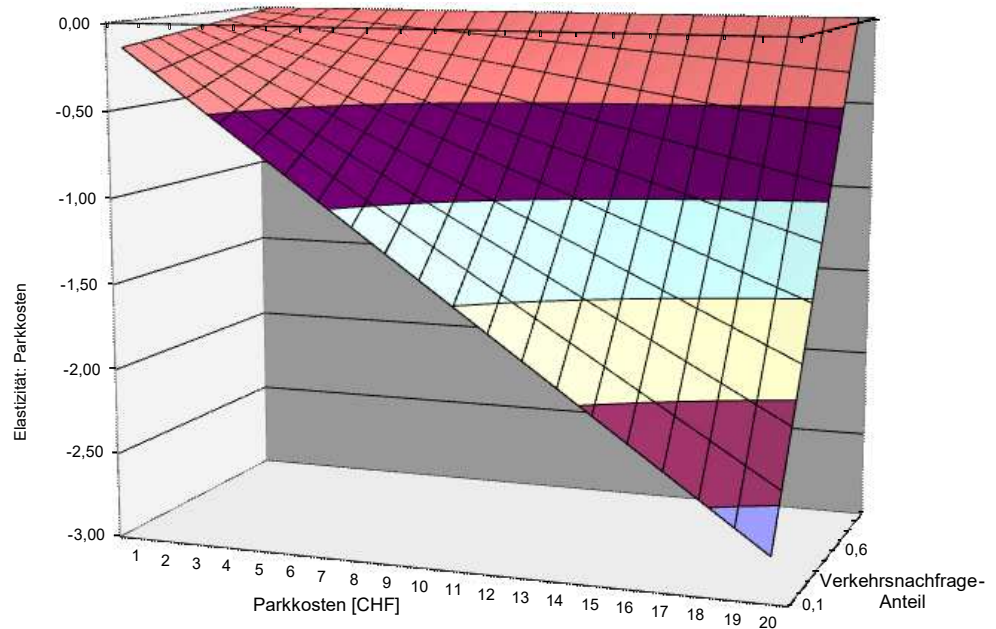
*MIV-Suchzeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit der mittleren Suchzeit und des Verkehrsmittelwahlanteils*

Suchzeit (min) / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	-0,09	-0,08	-0,07	-0,06	-0,05	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01	0,00
2	-0,18	-0,16	-0,14	-0,12	-0,10	-0,08	-0,06	-0,04	-0,02	0,00
3	-0,27	-0,24	-0,21	-0,18	-0,15	-0,12	-0,09	-0,06	-0,03	0,00
4	-0,35	-0,31	-0,28	-0,24	-0,20	-0,16	-0,12	-0,08	-0,04	0,00
5	-0,44	-0,39	-0,34	-0,29	-0,25	-0,20	-0,15	-0,10	-0,05	0,00
6	-0,53	-0,47	-0,41	-0,35	-0,29	-0,24	-0,18	-0,12	-0,06	0,00
7	-0,62	-0,55	-0,48	-0,41	-0,34	-0,28	-0,21	-0,14	-0,07	0,00
8	-0,71	-0,63	-0,55	-0,47	-0,39	-0,31	-0,24	-0,16	-0,08	0,00
9	-0,80	-0,71	-0,62	-0,53	-0,44	-0,35	-0,27	-0,18	-0,09	0,00
10	-0,88	-0,79	-0,69	-0,59	-0,49	-0,39	-0,29	-0,20	-0,10	0,00
11	-0,97	-0,87	-0,76	-0,65	-0,54	-0,43	-0,32	-0,22	-0,11	0,00
12	-1,06	-0,94	-0,83	-0,71	-0,59	-0,47	-0,35	-0,24	-0,12	0,00
13	-1,15	-1,02	-0,89	-0,77	-0,64	-0,51	-0,38	-0,26	-0,13	0,00
14	-1,24	-1,10	-0,96	-0,83	-0,69	-0,55	-0,41	-0,28	-0,14	0,00
15	-1,33	-1,18	-1,03	-0,88	-0,74	-0,59	-0,44	-0,29	-0,15	0,00
16	-1,42	-1,26	-1,10	-0,94	-0,79	-0,63	-0,47	-0,31	-0,16	0,00
17	-1,50	-1,34	-1,17	-1,00	-0,84	-0,67	-0,50	-0,33	-0,17	0,00
18	-1,59	-1,42	-1,24	-1,06	-0,88	-0,71	-0,53	-0,35	-0,18	0,00
19	-1,68	-1,49	-1,31	-1,12	-0,93	-0,75	-0,56	-0,37	-0,19	0,00
20	-1,77	-1,57	-1,38	-1,18	-0,98	-0,79	-0,59	-0,39	-0,20	0,00



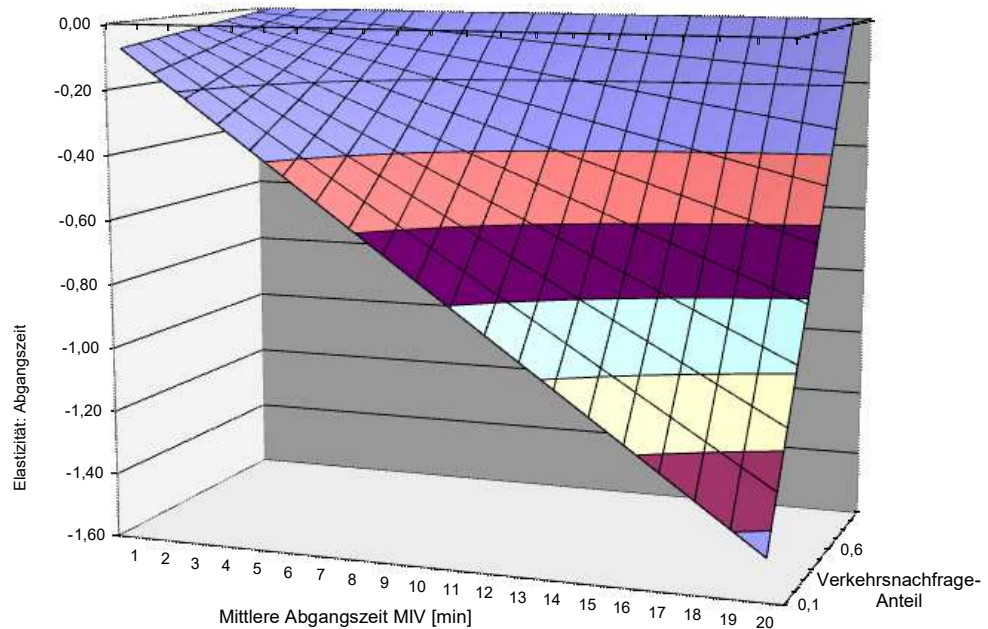
*Parkkosten: Direkte Gesamtelastizitäten der Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit der mittleren Parkkosten und des Verkehrsmittelwahlanteils*

Parkkosten (CHF) / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	-0,14	-0,12	-0,11	-0,09	-0,08	-0,06	-0,05	-0,03	-0,02	0,00
2	-0,27	-0,24	-0,21	-0,18	-0,15	-0,12	-0,09	-0,06	-0,03	0,00
3	-0,41	-0,36	-0,32	-0,27	-0,23	-0,18	-0,14	-0,09	-0,05	0,00
4	-0,55	-0,49	-0,43	-0,36	-0,30	-0,24	-0,18	-0,12	-0,06	0,00
5	-0,68	-0,61	-0,53	-0,46	-0,38	-0,30	-0,23	-0,15	-0,08	0,00
6	-0,82	-0,73	-0,64	-0,55	-0,46	-0,36	-0,27	-0,18	-0,09	0,00
7	-0,96	-0,85	-0,74	-0,64	-0,53	-0,43	-0,32	-0,21	-0,11	0,00
8	-1,09	-0,97	-0,85	-0,73	-0,61	-0,49	-0,36	-0,24	-0,12	0,00
9	-1,23	-1,09	-0,96	-0,82	-0,68	-0,55	-0,41	-0,27	-0,14	0,00
10	-1,37	-1,22	-1,06	-0,91	-0,76	-0,61	-0,46	-0,30	-0,15	0,00
11	-1,50	-1,34	-1,17	-1,00	-0,84	-0,67	-0,50	-0,33	-0,17	0,00
12	-1,64	-1,46	-1,28	-1,09	-0,91	-0,73	-0,55	-0,36	-0,18	0,00
13	-1,78	-1,58	-1,38	-1,19	-0,99	-0,79	-0,59	-0,40	-0,20	0,00
14	-1,92	-1,70	-1,49	-1,28	-1,06	-0,85	-0,64	-0,43	-0,21	0,00
15	-2,05	-1,82	-1,60	-1,37	-1,14	-0,91	-0,68	-0,46	-0,23	0,00
16	-2,19	-1,95	-1,70	-1,46	-1,22	-0,97	-0,73	-0,49	-0,24	0,00
17	-2,33	-2,07	-1,81	-1,55	-1,29	-1,03	-0,78	-0,52	-0,26	0,00
18	-2,46	-2,19	-1,92	-1,64	-1,37	-1,09	-0,82	-0,55	-0,27	0,00
19	-2,60	-2,31	-2,02	-1,73	-1,44	-1,16	-0,87	-0,58	-0,29	0,00
20	-2,74	-2,43	-2,13	-1,82	-1,52	-1,22	-0,91	-0,61	-0,30	0,00



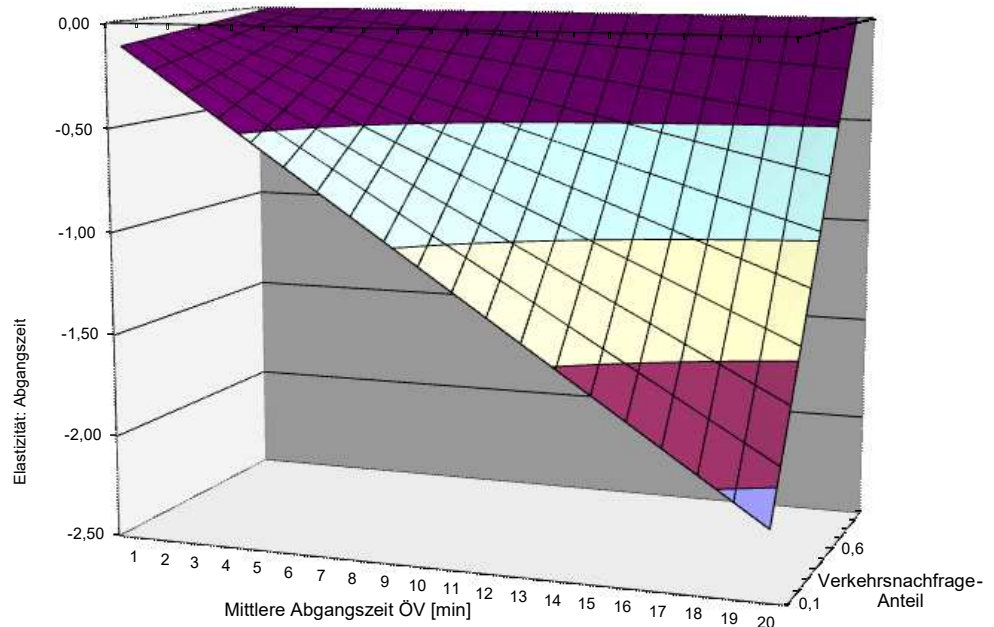
*MIV-Abgangszeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit der mittleren Abgangszeit und des Verkehrsmittelwahlanteils*

Abgangszeit MIV / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	-0,07	-0,07	-0,06	-0,05	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	0,00
2	-0,15	-0,13	-0,11	-0,10	-0,08	-0,07	-0,05	-0,03	-0,02	0,00
3	-0,22	-0,20	-0,17	-0,15	-0,12	-0,10	-0,07	-0,05	-0,02	0,00
4	-0,29	-0,26	-0,23	-0,20	-0,16	-0,13	-0,10	-0,07	-0,03	0,00
5	-0,37	-0,33	-0,29	-0,24	-0,20	-0,16	-0,12	-0,08	-0,04	0,00
6	-0,44	-0,39	-0,34	-0,29	-0,24	-0,20	-0,15	-0,10	-0,05	0,00
7	-0,51	-0,46	-0,40	-0,34	-0,29	-0,23	-0,17	-0,11	-0,06	0,00
8	-0,59	-0,52	-0,46	-0,39	-0,33	-0,26	-0,20	-0,13	-0,07	0,00
9	-0,66	-0,59	-0,51	-0,44	-0,37	-0,29	-0,22	-0,15	-0,07	0,00
10	-0,73	-0,65	-0,57	-0,49	-0,41	-0,33	-0,24	-0,16	-0,08	0,00
11	-0,81	-0,72	-0,63	-0,54	-0,45	-0,36	-0,27	-0,18	-0,09	0,00
12	-0,88	-0,78	-0,68	-0,59	-0,49	-0,39	-0,29	-0,20	-0,10	0,00
13	-0,95	-0,85	-0,74	-0,64	-0,53	-0,42	-0,32	-0,21	-0,11	0,00
14	-1,03	-0,91	-0,80	-0,68	-0,57	-0,46	-0,34	-0,23	-0,11	0,00
15	-1,10	-0,98	-0,86	-0,73	-0,61	-0,49	-0,37	-0,24	-0,12	0,00
16	-1,17	-1,04	-0,91	-0,78	-0,65	-0,52	-0,39	-0,26	-0,13	0,00
17	-1,25	-1,11	-0,97	-0,83	-0,69	-0,55	-0,42	-0,28	-0,14	0,00
18	-1,32	-1,17	-1,03	-0,88	-0,73	-0,59	-0,44	-0,29	-0,15	0,00
19	-1,39	-1,24	-1,08	-0,93	-0,77	-0,62	-0,46	-0,31	-0,15	0,00
20	-1,47	-1,30	-1,14	-0,98	-0,82	-0,65	-0,49	-0,33	-0,16	0,00



**ÖV-Abgangszeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit der mittleren Abgangszeit und des Verkehrsmittelwahlanteils**

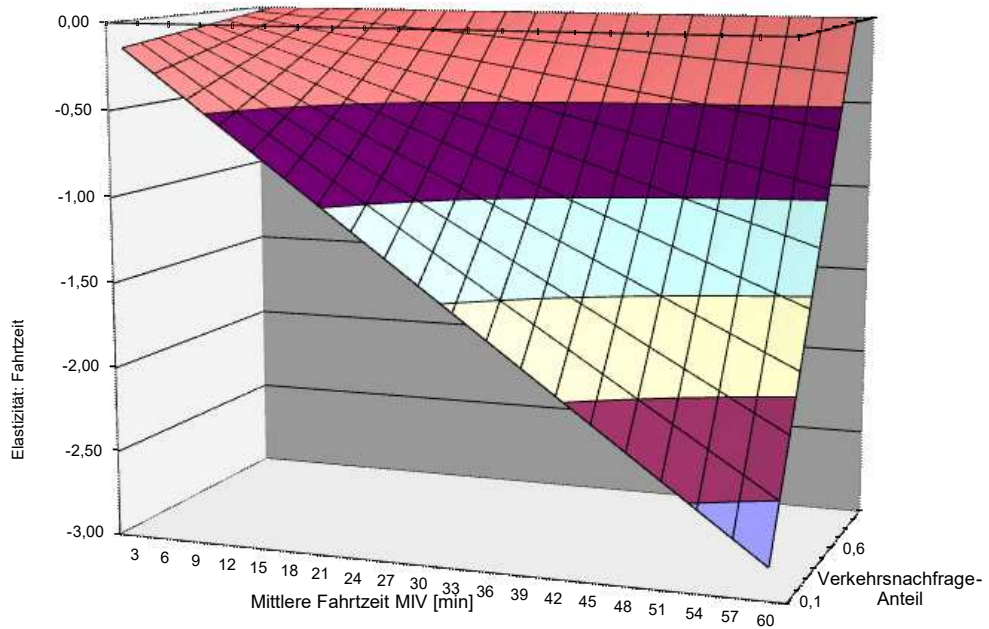
Abgangszeit Öv / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	-0,11	-0,10	-0,08	-0,07	-0,06	-0,05	-0,04	-0,02	-0,01	0,00
2	-0,22	-0,19	-0,17	-0,14	-0,12	-0,10	-0,07	-0,05	-0,02	0,00
3	-0,32	-0,29	-0,25	-0,22	-0,18	-0,14	-0,11	-0,07	-0,04	0,00
4	-0,43	-0,38	-0,34	-0,29	-0,24	-0,19	-0,14	-0,10	-0,05	0,00
5	-0,54	-0,48	-0,42	-0,36	-0,30	-0,24	-0,18	-0,12	-0,06	0,00
6	-0,65	-0,58	-0,50	-0,43	-0,36	-0,29	-0,22	-0,14	-0,07	0,00
7	-0,76	-0,67	-0,59	-0,50	-0,42	-0,34	-0,25	-0,17	-0,08	0,00
8	-0,86	-0,77	-0,67	-0,58	-0,48	-0,38	-0,29	-0,19	-0,10	0,00
9	-0,97	-0,86	-0,76	-0,65	-0,54	-0,43	-0,32	-0,22	-0,11	0,00
10	-1,08	-0,96	-0,84	-0,72	-0,60	-0,48	-0,36	-0,24	-0,12	0,00
11	-1,19	-1,06	-0,92	-0,79	-0,66	-0,53	-0,40	-0,26	-0,13	0,00
12	-1,30	-1,15	-1,01	-0,86	-0,72	-0,58	-0,43	-0,29	-0,14	0,00
13	-1,40	-1,25	-1,09	-0,94	-0,78	-0,62	-0,47	-0,31	-0,16	0,00
14	-1,51	-1,34	-1,18	-1,01	-0,84	-0,67	-0,50	-0,34	-0,17	0,00
15	-1,62	-1,44	-1,26	-1,08	-0,90	-0,72	-0,54	-0,36	-0,18	0,00
16	-1,73	-1,54	-1,34	-1,15	-0,96	-0,77	-0,58	-0,38	-0,19	0,00
17	-1,84	-1,63	-1,43	-1,22	-1,02	-0,82	-0,61	-0,41	-0,20	0,00
18	-1,94	-1,73	-1,51	-1,30	-1,08	-0,86	-0,65	-0,43	-0,22	0,00
19	-2,05	-1,82	-1,60	-1,37	-1,14	-0,91	-0,68	-0,46	-0,23	0,00
20	-2,16	-1,92	-1,68	-1,44	-1,20	-0,96	-0,72	-0,48	-0,24	0,00





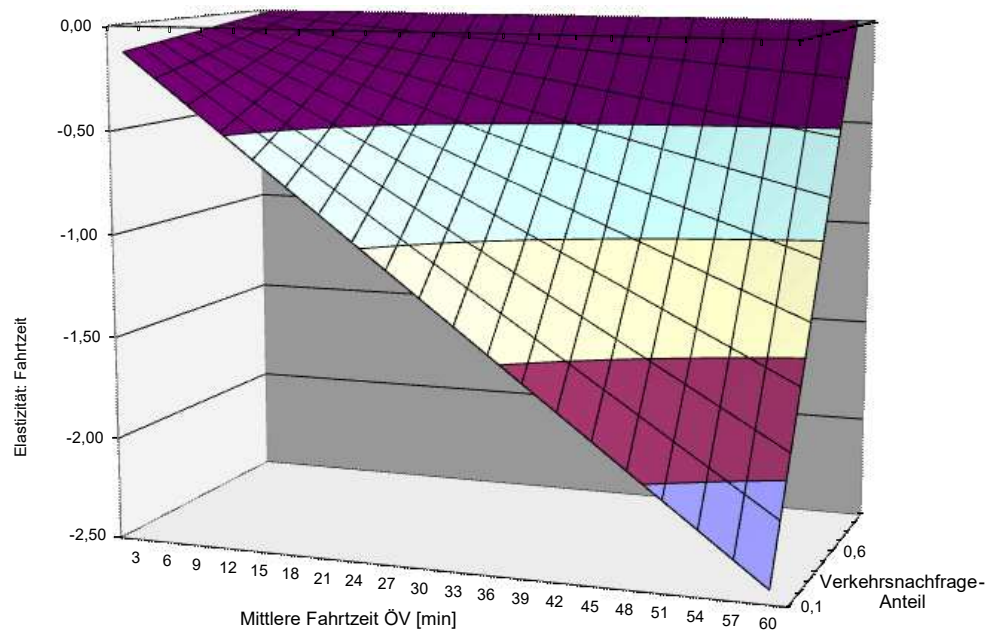
*MIV-Fahrtzeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit der mittleren MIV-Fahrtzeit und des Verkehrsmittelwahlanteils*

Fahrtzeit MIV / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
3	-0,14	-0,13	-0,11	-0,09	-0,08	-0,06	-0,05	-0,03	-0,02	0,00
6	-0,28	-0,25	-0,22	-0,19	-0,16	-0,13	-0,09	-0,06	-0,03	0,00
9	-0,42	-0,38	-0,33	-0,28	-0,23	-0,19	-0,14	-0,09	-0,05	0,00
12	-0,56	-0,50	-0,44	-0,38	-0,31	-0,25	-0,19	-0,13	-0,06	0,00
15	-0,70	-0,63	-0,55	-0,47	-0,39	-0,31	-0,23	-0,16	-0,08	0,00
18	-0,84	-0,75	-0,66	-0,56	-0,47	-0,38	-0,28	-0,19	-0,09	0,00
21	-0,98	-0,88	-0,77	-0,66	-0,55	-0,44	-0,33	-0,22	-0,11	0,00
24	-1,13	-1,00	-0,88	-0,75	-0,63	-0,50	-0,38	-0,25	-0,13	0,00
27	-1,27	-1,13	-0,98	-0,84	-0,70	-0,56	-0,42	-0,28	-0,14	0,00
30	-1,41	-1,25	-1,09	-0,94	-0,78	-0,63	-0,47	-0,31	-0,16	0,00
33	-1,55	-1,38	-1,20	-1,03	-0,86	-0,69	-0,52	-0,34	-0,17	0,00
36	-1,69	-1,50	-1,31	-1,13	-0,94	-0,75	-0,56	-0,38	-0,19	0,00
39	-1,83	-1,63	-1,42	-1,22	-1,02	-0,81	-0,61	-0,41	-0,20	0,00
42	-1,97	-1,75	-1,53	-1,31	-1,09	-0,88	-0,66	-0,44	-0,22	0,00
45	-2,11	-1,88	-1,64	-1,41	-1,17	-0,94	-0,70	-0,47	-0,23	0,00
48	-2,25	-2,00	-1,75	-1,50	-1,25	-1,00	-0,75	-0,50	-0,25	0,00
51	-2,39	-2,13	-1,86	-1,59	-1,33	-1,06	-0,80	-0,53	-0,27	0,00
54	-2,53	-2,25	-1,97	-1,69	-1,41	-1,13	-0,84	-0,56	-0,28	0,00
57	-2,67	-2,38	-2,08	-1,78	-1,48	-1,19	-0,89	-0,59	-0,30	0,00
60	-2,81	-2,50	-2,19	-1,88	-1,56	-1,25	-0,94	-0,63	-0,31	0,00



**ÖV-Fahrtzeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit der mittleren ÖV-Fahrtzeit und des Verkehrsmittelwahlanteils**

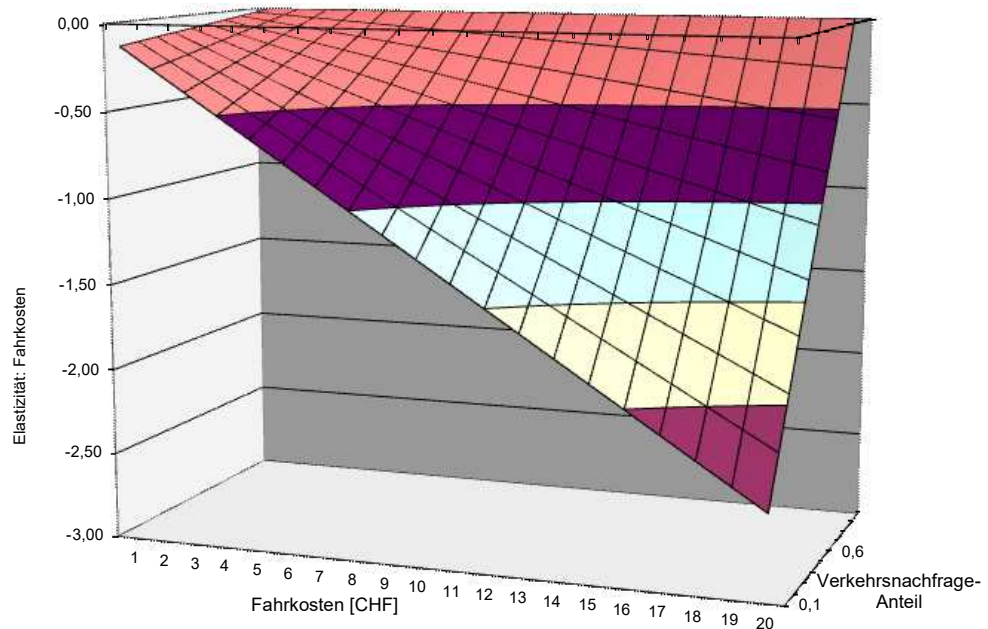
Fahrtzeit ÖV / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
3	-0,12	-0,11	-0,09	-0,08	-0,07	-0,05	-0,04	-0,03	-0,01	0,00
6	-0,24	-0,22	-0,19	-0,16	-0,14	-0,11	-0,08	-0,05	-0,03	0,00
9	-0,36	-0,32	-0,28	-0,24	-0,20	-0,16	-0,12	-0,08	-0,04	0,00
12	-0,49	-0,43	-0,38	-0,32	-0,27	-0,22	-0,16	-0,11	-0,05	0,00
15	-0,61	-0,54	-0,47	-0,41	-0,34	-0,27	-0,20	-0,14	-0,07	0,00
18	-0,73	-0,65	-0,57	-0,49	-0,41	-0,32	-0,24	-0,16	-0,08	0,00
21	-0,85	-0,76	-0,66	-0,57	-0,47	-0,38	-0,28	-0,19	-0,09	0,00
24	-0,97	-0,86	-0,76	-0,65	-0,54	-0,43	-0,32	-0,22	-0,11	0,00
27	-1,09	-0,97	-0,85	-0,73	-0,61	-0,49	-0,36	-0,24	-0,12	0,00
30	-1,22	-1,08	-0,95	-0,81	-0,68	-0,54	-0,41	-0,27	-0,14	0,00
33	-1,34	-1,19	-1,04	-0,89	-0,74	-0,59	-0,45	-0,30	-0,15	0,00
36	-1,46	-1,30	-1,13	-0,97	-0,81	-0,65	-0,49	-0,32	-0,16	0,00
39	-1,58	-1,40	-1,23	-1,05	-0,88	-0,70	-0,53	-0,35	-0,18	0,00
42	-1,70	-1,51	-1,32	-1,13	-0,95	-0,76	-0,57	-0,38	-0,19	0,00
45	-1,82	-1,62	-1,42	-1,22	-1,01	-0,81	-0,61	-0,41	-0,20	0,00
48	-1,94	-1,73	-1,51	-1,30	-1,08	-0,86	-0,65	-0,43	-0,22	0,00
51	-2,07	-1,84	-1,61	-1,38	-1,15	-0,92	-0,69	-0,46	-0,23	0,00
54	-2,19	-1,94	-1,70	-1,46	-1,22	-0,97	-0,73	-0,49	-0,24	0,00
57	-2,31	-2,05	-1,80	-1,54	-1,28	-1,03	-0,77	-0,51	-0,26	0,00
60	-2,43	-2,16	-1,89	-1,62	-1,35	-1,08	-0,81	-0,54	-0,27	0,00





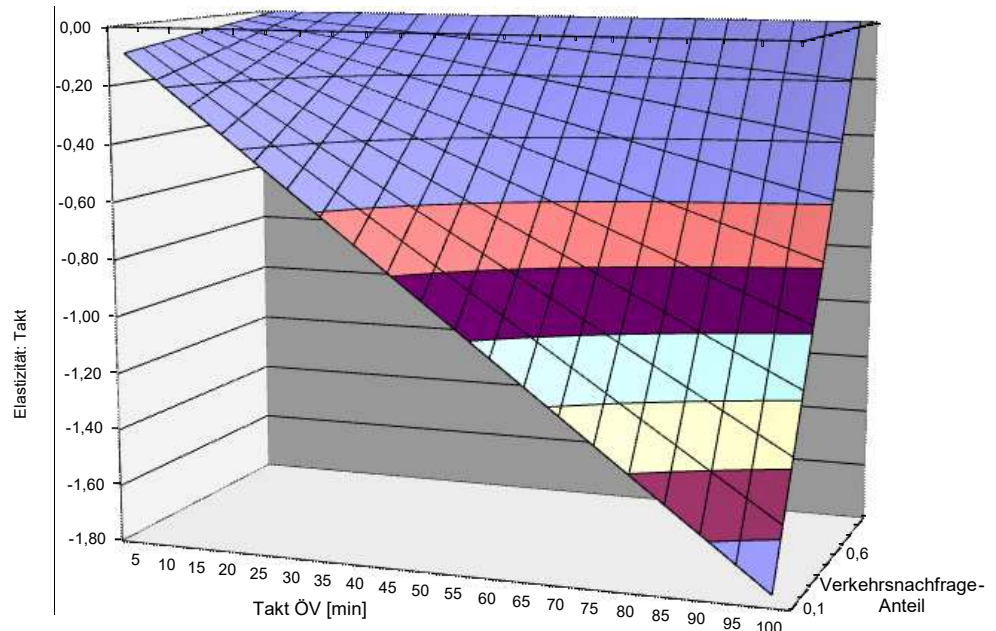
*Fahrkosten MIV/ÖV: Direkte Gesamtelastizitäten der Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit der mittleren Fahrkosten und des Verkehrsmittelwahlanteils*

Fahrkosten (CHF) /Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	-0,13	-0,11	-0,10	-0,08	-0,07	-0,06	-0,04	-0,03	-0,01	0,00
2	-0,25	-0,22	-0,19	-0,17	-0,14	-0,11	-0,08	-0,06	-0,03	0,00
3	-0,38	-0,33	-0,29	-0,25	-0,21	-0,17	-0,13	-0,08	-0,04	0,00
4	-0,50	-0,44	-0,39	-0,33	-0,28	-0,22	-0,17	-0,11	-0,06	0,00
5	-0,63	-0,56	-0,49	-0,42	-0,35	-0,28	-0,21	-0,14	-0,07	0,00
6	-0,75	-0,67	-0,58	-0,50	-0,42	-0,33	-0,25	-0,17	-0,08	0,00
7	-0,88	-0,78	-0,68	-0,58	-0,49	-0,39	-0,29	-0,19	-0,10	0,00
8	-1,00	-0,89	-0,78	-0,67	-0,56	-0,44	-0,33	-0,22	-0,11	0,00
9	-1,13	-1,00	-0,88	-0,75	-0,63	-0,50	-0,38	-0,25	-0,13	0,00
10	-1,25	-1,11	-0,97	-0,83	-0,70	-0,56	-0,42	-0,28	-0,14	0,00
11	-1,38	-1,22	-1,07	-0,92	-0,76	-0,61	-0,46	-0,31	-0,15	0,00
12	-1,50	-1,33	-1,17	-1,00	-0,83	-0,67	-0,50	-0,33	-0,17	0,00
13	-1,63	-1,45	-1,26	-1,08	-0,90	-0,72	-0,54	-0,36	-0,18	0,00
14	-1,75	-1,56	-1,36	-1,17	-0,97	-0,78	-0,58	-0,39	-0,19	0,00
15	-1,88	-1,67	-1,46	-1,25	-1,04	-0,83	-0,63	-0,42	-0,21	0,00
16	-2,00	-1,78	-1,56	-1,33	-1,11	-0,89	-0,67	-0,44	-0,22	0,00
17	-2,13	-1,89	-1,65	-1,42	-1,18	-0,95	-0,71	-0,47	-0,24	0,00
18	-2,25	-2,00	-1,75	-1,50	-1,25	-1,00	-0,75	-0,50	-0,25	0,00
19	-2,38	-2,11	-1,85	-1,58	-1,32	-1,06	-0,79	-0,53	-0,26	0,00
20	-2,50	-2,22	-1,95	-1,67	-1,39	-1,11	-0,83	-0,56	-0,28	0,00



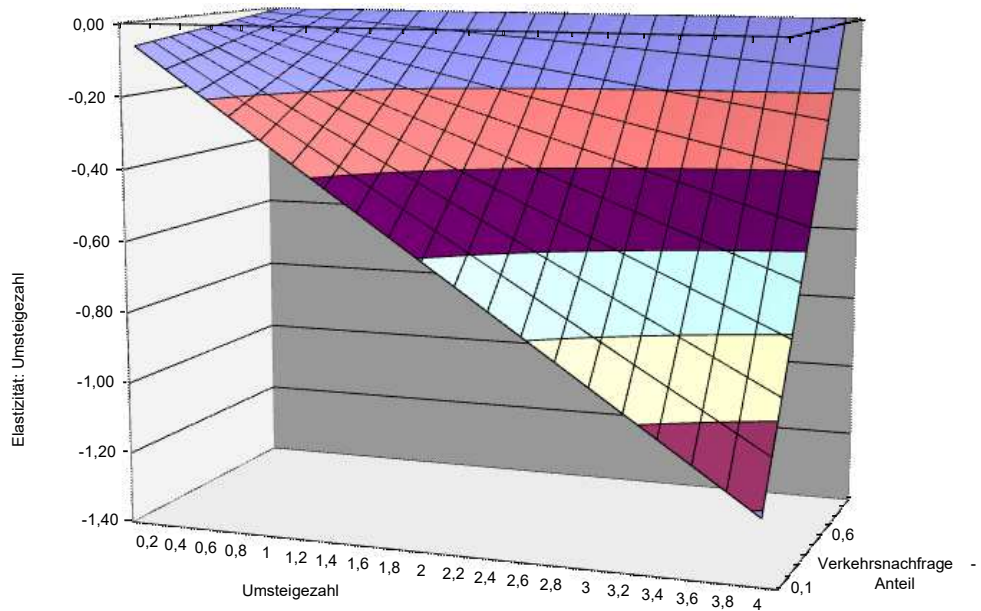
**Takt ÖV: Direkte Gesamtelastizitäten der Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit der mittleren ÖV-Takte und des Verkehrsmittelwahlanteils**

ÖV-Takt (min) / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
5	-0,09	-0,08	-0,07	-0,06	-0,05	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01	0,00
10	-0,18	-0,16	-0,14	-0,12	-0,10	-0,08	-0,06	-0,04	-0,02	0,00
15	-0,26	-0,23	-0,20	-0,18	-0,15	-0,12	-0,09	-0,06	-0,03	0,00
20	-0,35	-0,31	-0,27	-0,23	-0,20	-0,16	-0,12	-0,08	-0,04	0,00
25	-0,44	-0,39	-0,34	-0,29	-0,24	-0,20	-0,15	-0,10	-0,05	0,00
30	-0,53	-0,47	-0,41	-0,35	-0,29	-0,23	-0,18	-0,12	-0,06	0,00
35	-0,61	-0,55	-0,48	-0,41	-0,34	-0,27	-0,20	-0,14	-0,07	0,00
40	-0,70	-0,62	-0,55	-0,47	-0,39	-0,31	-0,23	-0,16	-0,08	0,00
45	-0,79	-0,70	-0,61	-0,53	-0,44	-0,35	-0,26	-0,18	-0,09	0,00
50	-0,88	-0,78	-0,68	-0,59	-0,49	-0,39	-0,29	-0,20	-0,10	0,00
55	-0,97	-0,86	-0,75	-0,64	-0,54	-0,43	-0,32	-0,21	-0,11	0,00
60	-1,05	-0,94	-0,82	-0,70	-0,59	-0,47	-0,35	-0,23	-0,12	0,00
65	-1,14	-1,01	-0,89	-0,76	-0,63	-0,51	-0,38	-0,25	-0,13	0,00
70	-1,23	-1,09	-0,96	-0,82	-0,68	-0,55	-0,41	-0,27	-0,14	0,00
75	-1,32	-1,17	-1,02	-0,88	-0,73	-0,59	-0,44	-0,29	-0,15	0,00
80	-1,40	-1,25	-1,09	-0,94	-0,78	-0,62	-0,47	-0,31	-0,16	0,00
85	-1,49	-1,33	-1,16	-0,99	-0,83	-0,66	-0,50	-0,33	-0,17	0,00
90	-1,58	-1,40	-1,23	-1,05	-0,88	-0,70	-0,53	-0,35	-0,18	0,00
95	-1,67	-1,48	-1,30	-1,11	-0,93	-0,74	-0,56	-0,37	-0,19	0,00
100	-1,76	-1,56	-1,37	-1,17	-0,98	-0,78	-0,59	-0,39	-0,20	0,00



*Umsteigehäufigkeit: Direkte Gesamtelastizitäten der Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit der mittleren Umsteigezahl und des Verkehrsmittelwahlanteils*

Umsteigezahl / Anteil	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,2	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,01	-0,01	0,00
0,4	-0,12	-0,11	-0,09	-0,08	-0,07	-0,05	-0,04	-0,03	-0,01	0,00
0,6	-0,18	-0,16	-0,14	-0,12	-0,10	-0,08	-0,06	-0,04	-0,02	0,00
0,8	-0,24	-0,22	-0,19	-0,16	-0,14	-0,11	-0,08	-0,05	-0,03	0,00
1	-0,30	-0,27	-0,24	-0,20	-0,17	-0,14	-0,10	-0,07	-0,03	0,00
1,2	-0,37	-0,32	-0,28	-0,24	-0,20	-0,16	-0,12	-0,08	-0,04	0,00
1,4	-0,43	-0,38	-0,33	-0,28	-0,24	-0,19	-0,14	-0,09	-0,05	0,00
1,6	-0,49	-0,43	-0,38	-0,32	-0,27	-0,22	-0,16	-0,11	-0,05	0,00
1,8	-0,55	-0,49	-0,43	-0,37	-0,30	-0,24	-0,18	-0,12	-0,06	0,00
2	-0,61	-0,54	-0,47	-0,41	-0,34	-0,27	-0,20	-0,14	-0,07	0,00
2,2	-0,67	-0,59	-0,52	-0,45	-0,37	-0,30	-0,22	-0,15	-0,07	0,00
2,4	-0,73	-0,65	-0,57	-0,49	-0,41	-0,32	-0,24	-0,16	-0,08	0,00
2,6	-0,79	-0,70	-0,62	-0,53	-0,44	-0,35	-0,26	-0,18	-0,09	0,00
2,8	-0,85	-0,76	-0,66	-0,57	-0,47	-0,38	-0,28	-0,19	-0,09	0,00
3	-0,91	-0,81	-0,71	-0,61	-0,51	-0,41	-0,30	-0,20	-0,10	0,00
3,2	-0,97	-0,87	-0,76	-0,65	-0,54	-0,43	-0,32	-0,22	-0,11	0,00
3,4	-1,03	-0,92	-0,80	-0,69	-0,57	-0,46	-0,34	-0,23	-0,11	0,00
3,6	-1,10	-0,97	-0,85	-0,73	-0,61	-0,49	-0,37	-0,24	-0,12	0,00
3,8	-1,16	-1,03	-0,90	-0,77	-0,64	-0,51	-0,39	-0,26	-0,13	0,00
4	-1,22	-1,08	-0,95	-0,81	-0,68	-0,54	-0,41	-0,27	-0,14	0,00





## Glossar

<b>Begriff</b>	<b>Bedeutung</b>
CHF	Schweizer Franken
km	Kilometer
LV	Langsamverkehr (Fussgänger und Radfahrer)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MNL	Multinomial Logit
NL	Nested Logit
PE	Publikumsintensive Einrichtung
PW	Personenwagen
RP	Revealed Preference
SC	Stated Choice
SP	Stated Preference



## Literaturverzeichnis

- Anselin, L. (1988) *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- Arnott, R. and E. Inci (2005) An Integrated Model of Downtown Parking and Traffic Congestion, Working Paper, 11118, National Bureau of Economic Research, Cambridge, February 2005
- Arnott, R. and J. Rowse (1999) Modeling parking, *Journal of Urban Economics*, 45 (1), 97–124
- Arnott, R., A. de Palma and R. Lindsey (1991) A temporal and spatial equilibrium analysis of commuter parking, *Journal of Public Economics*, 45, 301–335
- Auld, J., C. Williams, A. K. Mohammadian and P. Nelson (2009) An automated GPS-based prompted recall survey with learning algorithms, *Transportation Letters*.1 (1), 59–79
- Axhausen, K.W. (1988) Eine ereignisorientierte Simulation von Aktivitätenketten zur Parkstandswahl, Ph.D. Thesis, University of Karlsruhe, Karlsruhe
- Axhausen, K.W. and J.W. Polak (1991) Choice of parking: Stated Preference Experiments, *Transportation*, 18 (1), 59-81
- Axhausen, K.W. and N. Schüssler (2007) Similarity, visibility and similar concepts: A note, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, 458, IVT, ETH Zürich
- Axhausen, K.W., T. Haupt, B. Fell und U. Heidl (2000) Rail bonus before and after: Results from an SP/RP panel, Vortrag bei der 9th IATBR Conference, Goldcoast, Australia, Juli 2000, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, 28, IVT, ETH Zürich
- Axhausen, K.W., H. Köll und Bader M. (1998) An Analysis of Mode Choice Behaviour in Innsbruck, Bericht an die Stadt Innsbruck und die Innsbrucker Verkehrsbetriebe, Innsbruck und Ampass
- Axhausen, K.W., A. Beyerle and H. Schuhmacher (1998) Choosing the type of Parking: A Stated Preference Approach. Proc., 20<sup>th</sup> Annual Conference of Universities' Transport, London, 1998
- Axhausen, K.W., J.W. Polak and M. Boltze (1993) Effectiveness of parking guidance and information systems: recent evidence from Nottingham and Frankfurt/Main, *Compendium of Technical Papers of the 63<sup>rd</sup> Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers*, 109-113, Den Haag
- Axhausen, K.W., S. Hess, A. König, G. Abay, J.J. Bates, and M. Bierlaire (2008) Income and distance elasticities of values of travel time savings: New Swiss results, *Transport Policy*, 15 (3), 173–185
- Axhausen, K.W., A. König, G. Abay, J.J. Bates, and M. Bierlaire. State of the art estimates of the Swiss value of travel time savings, paper presented at the 86<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., January 2007
- BAFU (2004) Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs, Version 2.1 vom 28.02.2004
- Baier R. et al. (2000) Gesamtwirkungsanalyse zur Parkraumbewirtschaftung, Bericht der Bundesanstalt für Strassenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 75
- Balmer, M., M. Rieser, K. Meister, D. Charypar, N. Lefebvre, K. Nagel and K. W. Axhausen (2008) MATSim-T: Architektur und Rechenzeiten, paper presented at the *Heureka '08*, Stuttgart, March 2008
- Ben-Akiva, M. and S.R. Lerman (1985) *Discrete Choice Analysis, Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, Cambridge
- Benenson, I., K. Martens and S. Birfir (2008) PARKAGENT: An agent-based model of parking in the city, *Computers, Environment and Urban Systems*, 32 (6), 431-439
- Bierlaire, M (2009) An Introduction to BIOGEME 1.8, Transport and Mobility Laboratory, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, <http://biogeme.epfl.ch/v18/tutorialv18.pdf>

- Birkner, T. (1995) Innerstädtischer Parksuchverkehr: Eine unbekannte Grösse?, *Strassenverkehrstechnik*, 95 (7), 323–327
- Boltze, M., J. Puzicha, K.W. Axhausen and J.W. Polak (1994) Parkverhalten und Wirksamkeit des Parkleitsystems in Frankfurt am Main, *Straßenverkehrstechnik*, 38 (1), 29-34
- Bonsall P., I. Palmer (2004) Modelling driver's car parking behaviour using data from a travel choice simulator, *Transportation Research Part C* 12, 321-347
- Bonsall, P.W., I. A. Palmer and P. Balmforth (1998) Parkit - a simulated world for parking choice research, paper presented at the 8th World Conference on Transportation Research, Antwerp, July 1998
- de Jong, R. and W. Mensonides (2003) Wearable GPS device as a data collection method for travel research, Working Paper, ITS-WP-03-02, Institute of Transport Studies, University of Sydney, Sydney
- Dieussaert, K., K. Aerts, T. Steenberghen, S. Maerivoet and K. Spitaels (2009)
- Domencich T.A. and D. McFadden (1975) *Urban Travel Demand, A Behavioral Analysis*, North Holland / American Elsevier, New York
- Dörnemann, M. (1998) Parkraumbewirtschaftung, Wirkungsbetrachtung und Erfordernisse an die Umsetzung untersucht am Beispiel der Berliner Parkzonen, Dissertation, TU Berlin
- Draijer, G., N. Kalfs and J. Perdok (2000) Global Positioning System as data collection method for travel research, *Transportation Research Record*, 1719, 147–153
- Enz, R. (2005) *Fakten statt Wunschdenken in der Verkehrspolitik*. Herausgeber: Verband der Immobilien-Investoren VIV und Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren IPB
- Fehr, E. et al. (2012) Beurteilung verkehrslenkender Massnahmen beim Einkaufsverkehr unter besonderer Berücksichtigung verhaltensökonomischer Erkenntnisse, FehrAdvice & Partner, Zürich
- Fröhlich, P., M. Vrtic and P. Kern (2007) Quantitative Auswirkungen von Mobility Pricing Szenarien auf das Mobilitätsverhalten und auf die Raumplanung, Bundesamt für Strassen, UVEK, (Verkehrsconsult Fröhlich/TRANSOPTIMA GmbH/EBP AG) Bern
- Fröhlich, P., K.W. Axhausen, M. Vrtic, C. Weis und A. Erath (2012) SP-Befragung 2010 zum Verkehrsverhalten im Personenverkehr, ARE, Ittigen
- Guillaume-Gentil, S., Ch. Camandona, M. Stucki, P. Baumgartner und Ch. Lippuner (2004) *Efficiency énergétique des P&R*, BFE, Bern
- Gallo, M., L. D’Acierno and B. Montella (2011) A multilayer model to simulate cruising for parking in urban areas, *Transport Policy*, 18 (5), 735-744
- Gillen, D.W. (1977) Estimation and specification of the effects of parking costs on urban transport mode choice, *Journal of Urban Economics*, 4 (2), 186-199
- Golias, J., G. Yannis and M. Harvatis (2002) Off-street parking choice sensitivity, *Transportation Planning and Technology*, 25 (4), 333-348
- Hackney, J.K., M. Bernard, S. Bindra and K.W. Axhausen (2007) Predicting road system speeds using spatial structure variables and network characteristics, *Journal of Geographical Systems*, 9 (4), 397-417
- Harmatuck, D.J. (2007) Revealed Parking Choices and the value of Time. *Transportation Research Record*, 2010, 26-34
- Heinrichs, E., J. Lawinczak, M. Schreiber und A. Reimann (2008) Wirkungsanalyse zur Parkraumbewirtschaftung in den Parkzonen 35, 35 und 38 in Berlin-Mitte, LK Argus GmbH, Berlin
- Hensher, D. A. and J. King (2001) Parking demand and responsiveness to supply, pricing and location in the Sidney central business district, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35 (3), 177-196
- Hess, S. and J.W. Polak (2004) An Analysis of Parking Behavior using Discrete Choice Models calibrated on SP Datasets. Conference Papers. European Regional Science Association, Volos, Greece, 2004



- Hess, S., A. Erath, and K.W. Axhausen (2007) Estimated value of savings in travel time in Switzerland: Analysis of pooled data, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2082, 43-55.
- Hess, S., J.M. Rose and J.W. Polak (2008) Non-trading, lexicographic and inconsistent behaviour in SP choice data, paper presented at the 87<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 2008
- Hettinger, T. (2008) Konsistenz von Entscheidungsmodellen, Masterarbeit für den MSc Angewandte Mathematik, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich
- Hilvert O., T. Toledo and S. Bekhor (2012) Framework and Model for Parking Decisions, *Transportation Research Record*, 2319, 30-38
- Horni, A., L. Montini, R. A.Waraich and K.W. Axhausen (2012) An agent-based cellular automaton cruising-for-parking simulation, paper presented at the 13th International Conference on Travel Behaviour Research (IATBR), Toronto, July 2012
- Huber-Erler R. (1998) Wirkungsweise flächendeckender Parkraumbewirtschaftung und ihre Wirksamkeit zur Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs, Dissertation, Universität Kaiserslautern.
- JEKO (2007) Neue Ergebnisse zur Wirkung von Parkgebühren bei Einkaufszentren, Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage in den Centres Boujean und Brügg, im Auftrag von espace.mobilité.
- Kaplan, S. and S. Bekhor (2011) Exploring en-route parking type and parking-search route choice: Decision making framework and survey design, paper presented at the 2nd International Choice Modelling Conference, Leeds, July 2011
- Keller, M. (2010) Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs 3.1, Quick Reference, Infras Bern, 30.1.2010
- Kipke, H. (1993) Theoretische Überlegungen zum Parksuchverkehr, *Straßenverkehrstechnik*, 93 (4) 246–249
- Konso Institut für Konsumenten- und Sozialanalyse AG (2005) Wirkung von Parkplatzbeschränkungen im Einkaufsverkehr, Migros-Genossenschafts-Bund
- Knoflacher H. (2007) Grundlagen der Verkehrs- und Siedlungsplanung, Verkehrsplanung. Böhlau Verlag GmbH und Co., Wien
- Laurier, E. (2005) Searching for a parking space, *Intellectica*, 2-3 (41-42), 101–115
- Lötscher, F. und S. Dima (2008) Studie zur Wirkung der Parkgebühren im Pizolpark und Pizolcenter Mels, Ergebnisse einer repräsentativen Besucherbefragung. Herausgeber espace.mobilité, Bern
- Mackie, P., M. Wardman, A.S. Fowkes, G. Whelan, J. Nellthorp, and J.J. Bates (2003) Values of travel time savings in the UK, Institute for Transport Studies, University of Leeds and John Bates Services, Leeds and Abingdon
- Maley, D. W. and R. R. Weinberger (2011) Food shopping in the urban environment: Parking supply, destination choice, and mode choice, paper presented at the 90th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 2011
- Marchal, P., J.-L. Madre and S. Yuan (2011) Post-processing procedures for person-based GPS data collected in the French National Travel Survey 2007-2008, paper presented at the 90th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 2011
- Meister, K., M. Rieser, F. Ciari, A. Horni, M. Balmer and K. W. Axhausen (2008) Anwendung eines agentenbasierten Modells der Verkehrsnachfrage auf die Schweiz, paper presented at the *Heureka '08*, Stuttgart, March 2008
- Moiseeva, A. and H. J. P. Timmermans (2010) Imputing relevant information from multi-day GPS tracers for retail planning and management using data fusion and context-sensitive learning, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 17 (3), 89–199
- Mokhtarian, P.L. und X. Cao (2008) Examining the impacts of residential self-selection on travel behavior: A focus on methodologies, *Transportation Research Part B*, 42 (3), 204-228

- Montini, L., A. Horni, N. Rieser-Schüssler and K. W. Axhausen (2012) Searching for Parking in GPS Data, paper presented at the 13<sup>th</sup> International Conference on Travel Behaviour Research, Toronto, July 2012
- Newmark G.L. and Y. Shiftan (2007) Examining Shoppers' Stated Willingness to Pay for Parking at Suburban Malls, *Transportation Research Record*, 2010, 92-101
- OLVeira, M., P. Vovsha, J. Wolf, Y. Birotker, D. Givon and J. Paasche (2011) GPS-assisted prompted recall household travel survey to support development of advanced travel model in Jerusalem, Israel, paper presented at the 90th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 2011
- Ortúzar, J.d.D. and L.G. Willumsen (2011) *Modelling Transport*, 4<sup>th</sup> Edition, John Wiley & Sons
- Planungsbüro Jud (2010) Belegung und Verkehrsaufkommen von Parkfeldern in der Stadt Zürich, *Research Report*, Tiefbauamt der Stadt Zürich, Planungsbüro Jud
- POSDAP (2012) Position Data Processing, webpage, <http://sourceforge.net/projects/posdap/>
- Rieser-Schüssler, N., L. Montini and C. Dobler (2011) Improving automatic post-processing routines for GPS observations using prompted-recall data, paper presented at the 9th International Conference on Survey Methods in Transport, Termas de Puyehue, November 2011
- Rose, J.M. und M. Bliemer (2007) Designing stated choice experiments: State-of-the-art, Vortrag, IVT, ETH Zürich, Dezember 2007
- Schoch Ch., G. Sabetella, J. Steffen, Th. Buchegger und R. Walder (2005) Einkaufen und Mobilität, Studienbericht. Im Auftrag der Migros
- Schüssler, N. and K. W. Axhausen (2009) Processing GPS raw data without additional information, *Transportation Research Record*, 2105, 28–36
- Schüssler, N. und K.W. Axhausen (2007) Recent Developments Regarding Similarities in Transport Modelling, paper presented at the 7<sup>th</sup> Swiss Transport Research Conference, Ascona, September 2007
- Shiftan Y. and R. Burd-Eden (2001) Modeling Response to Parking Policy, *Transportation Research Record*, 1785, 27-34
- Shoup, D. (2005) *The High Cost of Free Parking*, Planners Press, Chicago
- SUSTAPARK: an agent-based model for simulating parking search, paper presented at the AGILE International Conference on Geographic Information Science, Hannover
- TCPR (2003) Traveler Response to Transportation System Changes, Chapters 13 and Chapter 18, TCRP Report 95, TRB, Washington
- Thompson, R. G. and A. J. Richardson (1998) A parking search model, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 32 (3), 159–170
- Train K.E. (2009) *Discrete Choice Methods with Simulation*, Second Edition, Cambridge University Press, New York
- Van der Waerden, P., A. Borgers and H. Timmermans (2009) Consumer Response to Introduction of Paid Parking at a Regional Shopping Center, *Transportation Research Record*, 2118, pp. 16-23
- Van der Waerden, P., A. W. J. Borgers and H. J. P. Timmermans (2006) Attitudes and behavioral responses to parking measures, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 6 (4), 301–312
- Van der Waerden, P., H. J. P. Timmermans and A. W. J. Borgers (2002) PAMELA: Parking analysis model for predicting effects in local areas, *Transportation Research Record*, 1781, 10–18
- Vrtic, M. (2004) *Simultanes Routen- und Verkehrsmittelwahlmodell*, Dissertation, Fakultät für Verkehrswissenschaften, TU Dresden, Dresden
- Vrtic, M. und K.W. Axhausen (2002) Modelle der Verkehrsmittelwahl aus RP- und SP Datengrundlage, *Heureka '02*, 293-309, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

- Vrtic, M., K.W. Axhausen, N. Schüssler, A. Erath, R. Maggi und M. Bierlaire (2006) Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhalten, Forschungspaket Mobility Pricing, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern
- Vrtic, M., P. Fröhlich, K.W. Axhausen, C. Schulze und P. Kern (2005), Verkehrsmodell für den öffentlichen Verkehr des Kantons Zürich, im Auftrag des Amtes für Verkehr, Kanton Zürich, IVT, Ernst Basler + Partner und PTV Karlsruhe, Zürich
- Vrtic, M., K.W. Axhausen, F. Rossera und R. Maggi (2003) Verifizierung von Prognosemethoden im Personenverkehr, im Auftrag der SBB und dem Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), IVT, ETH Zürich und USI Lugano
- Waraich, R. A. and K.W. Axhausen (2012) Agent-Based Parking Choice Model, Transportation Research Record, 2319, 39-46
- Weis, C., M. Vrtic, J., P. Widmer and K.W. Axhausen (2011) Influence of parking on location and mode choice: A stated choice survey, Working Paper, 684, IVT, ETH Zurich, Zurich
- Widmer, P. und M. Vrtic (2004) Einfluss von Änderungen des Parkierungs-Angebotes auf das Verkehrsverhalten, Forschungsauftrag VSS 1997/46, Schriftenreihe, 1103, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern
- Willi E. et al. (2002) Parkplatzbewirtschaftung bei "Publikumsintensiven Einrichtungen" Auswirkungsanalyse, Forschungsauftrag SVI 2000/383, Schriftenreihe, 499, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern
- Wolf, J., R. Guensler and W. Bachman (2001) Elimination of the travel diary - experiment to derive trip purpose from Global Positioning System travel data, Transportation Research Record, 1768, 125–134
- Wright, C. C. and H. C. Orram (1976) The Westminster route choice survey: A new technique for traffic studies, Traffic Engineering and Control, 17 (8/9), 348–351, 354
- Yalamanchili, L., R. M. Pendyala, N. Prabakaran and P. Chakravarty (1999) Analysis of Global Positioning System-based data collection methods for capturing multistep trip-chaining behavior, Transportation Research Record, 1660, 58–65
- Young, W. and T. Y. Weng (2005) Data and parking simulation models, in R. Kitamura and M. Kuwahara (eds.) Simulation Approaches in Transportation Analysis: Recent Advances and Challenges, 235–267, Springer
- Young, W. (1986) PARKSIM/1: a simulation model of driver behaviour in parking lots, Traffic Engineering and Control, 27 (12), 606–613



# Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,  
de l'énergie et de la communication DETEC  
Office fédéral des routes OFROU

## RECHERCHE DANS LE DOMAINE ROUTIER DU DETEC

Version du 09.10.2013

### Formulaire N° 3 : Clôture du projet

établi / modifié le : 15 août 2016

#### Données de base

Projet N° : SVI 2008/002  
Titre du projet : Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch  
Echéance effective : September 2015

#### Textes :

Résumé des résultats du projet :

Es wurden Modellansätze geschätzt, mit welchen die Auswirkungen geplanter Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten für Pendler-, Freizeit- und Einkaufswege in verschiedenen räumlichen Kontexten prognostiziert werden können. Die Daten für die Modellschätzungen wurden mit Revealed (RP) und Stated Preference (SP) Befragungen gewonnen. In der Hauptstudie war die Stichprobe der Befragten hinsichtlich sozioökonomischer Variablen gegenüber dem MZMV 2010 verzerrt. Deshalb wurden in einer Projekterweiterung die Befragungen mit einer unverzerrten Stichprobe und einem leicht geänderten Befragungsdesign wiederholt. Mit den gewonnenen Daten wurden in der Hauptstudie und in der Projekterweiterung für jeden Fahrtzweck einzeln sowie kombiniert für die Parkplatz-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl diskrete Entscheidungsmodelle (Multinomiale Logit Modelle) geschätzt. Für die Nutzenfunktionen wurden sowohl lineare als auch nicht lineare Zusammenhänge angenommen. In der Hauptstudie wurde auch ein Modell für die Wahl des Arbeitsplatzes geschätzt. Dazu gelangte ein Mixed Logit Ansatz zur Anwendung. Erwartungsgemäss unterscheiden sich die Modellergebnisse der Projekterweiterung kaum von jenen der Hauptstudie, da auch bei dieser alle die Selektivität beeinflussenden Variablen in die Schätzung der Entscheidungsmodelle eingeflossen waren. Auch das gegenüber der Hauptstudie etwas veränderte Design der Befragungen zur Gewinnung der Datengrundlagen für die Modellschätzungen hat deren Ergebnisse nicht massgeblich beeinflusst. Die geschätzten Modelle bestätigen, dass Änderungen des Parkierungsangebotes das Verkehrsverhalten beeinflussen. Für die Verkehrsmittelwahl spielen neben dem Parkierungsangebot die weiteren Attributen des Verkehrsangebotes (für MIV, ÖV, Fussgänger und Radfahrer) und die sozioökonomischen Eigenschaften eine massgebliche Rolle, für die Zielwahl zusätzlich auch die Attraktivität der alternativen Zielorte. Im Modell zum längerfristigen Entscheid betr. Wechsel des Arbeitsplatzes zeigt sich, dass primär das am neuen Arbeitsplatz im Vergleich zum bisherigen erzielbare Einkommen und weniger die Verfügbarkeit eines Parkplatzes bestimmend ist. Neben den Modellparametern werden im Forschungsbericht auch die aus diesen abgeleiteten Zahlungsbereitschaften und Elastizitäten ausführlich dokumentiert und beschrieben. Die Anwendung der geschätzten Modellansätze an einem Fallbeispiel hat deren Praxistauglichkeit gezeigt und die Grundlagen für die Abschätzung der Auswirkungen auf den Energieverbrauch am konkreten Beispiel geliefert.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,  
de l'énergie et de la communication DETEC  
Office fédéral des routes OFROU

Atteinte des objectifs :

Das Forschungsziel wurde erreicht. Es ist gelungen, erstmals für die Schweiz gültige Modelle zu schätzen, welche es gestatten, den Einfluss von Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und darauf basierend auf den Energieverbrauch zu quantifizieren. Damit können für die Bewertung und Diskussion von Parkraumbewirtschaftungs-Massnahmen objektive Grundlagen bereitgestellt werden.

Auch die Projekterweiterung hat ihr Ziel erreicht. Es konnte bestätigt werden, dass die mit einer verzerrten Stichprobe gewonnenen Daten die Ergebnisse der Modellschätzungen nicht massgeblich beeinflussen, wenn - wie dies in der Hauptstudie der Fall war - alle die Selektivität beeinflussenden Variablen in die Modellschätzung einfließen.

Déductions et recommandations :

Aus der Forschungsarbeit ergeben sich die folgenden Folgerungen und Empfehlungen:  
Mit einer lokalen Parkplatzbewirtschaftung kann das örtliche Verkehrsaufkommen massgeblich beeinflusst werden.

Wenn die Parkplatzbewirtschaftung spürbar zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen soll, muss sie möglichst flächendeckend eingeführt werden um Zielwahlverlagerungen zu vermeiden und es muss ein attraktives ÖV- und LV-Angebot zur Verfügung stehen.

Die unelastische Parkierungsnachfrage bezüglich Gebühren bis zu einer relativ hohen Schwelle kann dazu genutzt werden, Beiträge an die Investitions- und Betriebskosten der Parkierungsanlage zu generieren.

Publications :

Forschungsbericht 2008/002, Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch

**Chef/cheffe de projet :**

Nom : Widmer

Prénom : Paul

Service, entreprise, institut : büro widmer ag

**Signature du chef/de la cheffe de projet :**

## RECHERCHE DANS LE DOMAINE ROUTIER DU DETEC

### Formulaire N° 3: Clôture du projet

#### Appréciation de la commission de suivi

##### Introduction

La présente recherche a suivi une genèse particulière en deux temps.

La commission de suivi, désignée en mai 2010, a approuvé une première fois le rapport et l'évaluation en avril 2013. Avant que ce rapport ne soit officiellement publié par l'OFROU, les résultats avaient été présentés en septembre 2012, avec l'accord de l'OFROU, lors d'une journée consacrée aux recherches menées sous l'égide de la SVI. Ces résultats ont été malheureusement aussi rendus accessibles à tout un chacun via internet avec l'ensemble de la documentation de cette journée.

Ces résultats, obtenus selon des méthodes scientifiques connues et maîtrisées par les auteurs de la recherche, permettaient entre autres de modéliser une politique de gestion et restriction du stationnement et montraient une réduction potentielle du trafic pour autant que les mesures soient prises sur l'ensemble d'une région au moins. La commission de suivi de l'époque a considéré ces résultats comme plausibles et raisonnables.

"espace.mobilité", communauté d'intérêts du commerce de détail fondée par de grandes enseignes commerciales suisses (Coop, IKEA, Jumbo, Manor, Migros, Pfister), a formulé des réserves fondamentales par rapport aux méthodes utilisées dans la recherche. C'est pourquoi elle a demandé un examen détaillé à un bureau d'experts en statistique, recherche décisionnelle expérimentale et économie du comportement. Sur la base de cette expertise, elle est intervenue auprès de l'OFROU en dénigrant les résultats parce que l'échantillon sélectionné était biaisé en raison de sa composition provenant en grande partie d'utilisateurs des transports publics et parce que les personnes interrogées en ligne n'étaient pas mises dans des conditions de choix du moyen de transport proches de la réalité. Les conclusions se basaient donc sur une base de données non valable.

L'OFROU a alors décidé de compléter la recherche en reprenant les enquêtes avec un échantillon représentatif correspondant à celui des micro-recensements et en les adaptant pour tenir compte si possible des critiques d'espace.mobilité. La commission de suivi a également été complétée par quatre nouveaux membres dont un représentant d'espace.mobilité. Les travaux ont repris en automne 2014.

De manière inhabituelle au principe de fonctionnement des commissions de suivi, le représentant d'espace mobilité a continué de s'appuyer sur ses experts extérieurs pour le conseiller scientifiquement. Dès la première réunion de la commission complétée, il a distribué des rapports d'expertise correspondants et insisté pour que les facteurs temps et coûts soient complétés dans les enquêtes par d'autres variables telles que les aspects de comportement économique, les habitudes, les conditions météorologiques etc. et pour que la conception des enquêtes soit notablement différente afin de tenir compte des critiques d'espace.mobilité.

Pour tous les autres membres de la commission, un tel changement n'était pas adéquat car les comparaisons nécessaires avec les premiers résultats n'auraient plus été possibles. En outre, les discussions ont dangereusement dévié du niveau de la technique d'enquête et de modélisation des transports à celui des querelles d'experts voire de la politique. Un traitement équilibré de questions politiques dépasse les possibilités d'une commission de suivi et ne fait pas partie de ses tâches.

La recherche a finalement été complétée en tenant compte d'un échantillon représentatif mais sans modifications essentielles à la conception des enquêtes de préférence déclarée. L'exploitation des nouvelles enquêtes a abouti à des paramètres de modélisation du même ordre de grandeur et du même signe. Les conclusions scientifiques de la recherche demeurent identiques. A noter toutefois que les moyens et les délais à disposition n'ont pas permis de refaire les simulations par modèle. Les différences ne seraient d'ailleurs pas importantes.

## Evaluation

La modélisation du trafic provenant de la recherche de place de parking n'a pas pu être entreprise comme espéré, car les données GPS à disposition se sont révélées insuffisantes.

En revanche, les formulations établies scientifiquement, et les élasticités qui en découlent, fournissent en l'état une base utile pour estimer les effets de modifications de l'offre en stationnement sur le comportement en matière de déplacements puis sur l'évolution des volumes de trafic et enfin sur la consommation d'énergie (et les émissions CO<sub>2</sub>).

Le but principal de la recherche elle-même a donc été atteint. Les résultats apportent une contribution précieuse mais pas unique à la modélisation de tous les motifs de déplacements et aux inévitables discussions à propos de la gestion du stationnement.

Selon un membre de la commission de suivi, les résultats présentés s'appuient sur des données de base non valables en raison d'insuffisances méthodiques lors des enquêtes de préférences déclarées.

## Mise en œuvre

Selon la commission de suivi, à l'exception d'un membre, les résultats peuvent être utilisés mais avec prudence.

Le membre qui a soulevé des objections est d'avis que les résultats de la recherche ne sont pas applicables dans la pratique, car les paramètres utilisés dans les enquêtes de préférence déclarée (SP) sont éloignés de la réalité et n'ont donc pas mis les personnes interrogées dans des situations permettant d'exprimer correctement leur choix du moyen de transport en ce qui concerne les déplacements pour achats.

Les autres membres ne partagent pas cet avis: Comme les personnes de l'échantillon représentatif ont été interrogées sur des déplacements qu'elles effectuent régulièrement, les facteurs extérieurs influençant le comportement sont implicitement pris en compte. A partir de l'ensemble des personnes interrogées, des conclusions correspondantes peuvent être tirées sur le comportement global en matière de déplacements.

Pour des considérations localisées, les élasticités documentées en détail dans le rapport sont, selon la majorité de la commission de suivi, bien adaptées mais elles ne sont pas des grandeurs constantes et doivent être appliquées en fonction de la situation (p. ex. répartition modale, moyennes des variables déterminantes etc.).

Pour le traitement de mesures couvrant une vaste zone, les formulations établies peuvent être, selon la majorité de la commission de suivi, intégrées dans des modèles de transport existants afin de tenir compte de l'offre en stationnement, ce qui n'était que difficilement possible jusqu'à présent.

## Besoin supplémentaire en matière de recherche

La question de l'utilisation de données GPS sur les déplacements doit être poursuivie notamment pour mieux analyser le trafic provenant de la recherche de place de parking.

Comme deux enquêtes distinctes ont été réalisées lors de cette recherche et que d'autres enquêtes similaires sont ou seront bientôt disponibles, il serait très intéressant de toutes les utiliser, d'une part pour montrer la sensibilité qui résulte de différentes enquêtes et des paramètres qui en découlent dans l'application de modèles de transport, d'autre part pour obtenir des paramètres encore plus significatifs à partir d'un plus vaste échantillon.

Les effets de la gestion et de l'offre en stationnement devraient aussi être approfondis sur les plans de l'économie et de la société ainsi que sur la planification de l'enchaînement des activités et des déplacements. A côté des approches de comportement en matière de transport (Verkehrsverhalten), d'autres existent et pourraient être appliquées telles que celles de l'économie du comportement (Verhaltensökonomie) préconisées par espace.mobilité.

La confrontation d'approches différentes permettrait de mieux se comprendre et de préciser l'impact des critiques d'espace.mobilité.



### **Influence sur les normes**

Les résultats ne fournissent pas directement des éléments pour modifier l'une ou l'autre norme. Ils n'ont donc aucune influence dans l'immédiat. Toutefois, des compléments à propos de la modélisation pourraient être envisagés lors de la révision de la norme 640 282 "Exploitation et gestion des installations de stationnement" datant de 2013.

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

#### Beurteilung der Begleitkommission:

##### Einleitung

Die vorliegende Studie durchlief eine besondere Entwicklung in zwei Phasen.

Die im Mai 2010 ernannte Begleitkommission genehmigte den Forschungsbericht und die Evaluation im April 2013 zum ersten Mal. Bevor das Bundesamt für Strassen (ASTRA) den Bericht offiziell veröffentlichte, wurden die Ergebnisse im September 2012 mit Zustimmung des ASTRA anlässlich einer Tagung präsentiert, die unter der Federführung des SVI durchgeführten Forschungsarbeiten gewidmet war. Bedauerlicherweise wurden diese Ergebnisse zusammen mit der gesamten Dokumentation zu dieser Tagung über das Internet auch für die Allgemeinheit zugänglich gemacht.

Die Ergebnisse wurden anhand von bekannten, von den an der Studie beteiligten Forschern eingesetzten wissenschaftlichen Methoden gewonnen. Sie ermöglichten unter anderem die Modellierung einer Politik der Parkraumbewirtschaftung und -beschränkung. Sie zeigten ferner eine potenzielle Verringerung des Verkehrs auf, sofern diese Massnahmen in mindestens einer ganzen Region umgesetzt würden. Die damalige Begleitkommission erachtete diese Resultate als plausibel und vernünftig.

espace.mobilité, eine von grossen Schweizer Detailhandelsunternehmen (Coop, IKEA, Jumbo, Manor, Migros, Pfister) gegründete Interessengemeinschaft hatte grundsätzliche Vorbehalte gegenüber der in der Forschungsarbeit angewandten methodischen Vorgehensweise. espace.mobilité gab deshalb einem auf Statistik, experimentelle Entscheidungsfor-schung und Verhaltensökonomie spezialisierten Expertenteam ein detailliertes Gutachten in Auftrag. Gestützt auf dieses Gutachten intervenierte espace.mobilité beim ASTRA und kritisierte die Ergebnisse mit folgender Begründung: die gewählte Stichprobe sei infolge ÖV-affinem Befragungspanel verzerrt, die Situationen der befragten Personen beim online-Ex-periment zur Verkehrsmittelwahl seien abstrakt und realitätsfern gewesen und die Schlussfolgerungen beruhten deshalb auf einer nicht validen Datenbasis.

Das ASTRA beschloss daraufhin, die Studie vervollständigen zu lassen. Die Befragungen wurden mit einer dem Mikrozensus entsprechenden, repräsentativen Stichprobe wiederholt und so weit wie möglich angepasst, um den Kritikpunkten von espace.mobilité Rechnung zu tragen. Die Begleitkommission wurde zudem um vier neue Mitglieder erweitert, darunter auch ein Vertreter von espace.mobilité. Die Arbeiten wurden im Herbst 2014 wieder aufge-nommen.

Abweichend von der üblichen Arbeitsweise einer Begleitkommission zog der Vertreter von espace.mobilité weiterhin seine externen Sachverständigen zur Beratung heran. Seit der ersten Sitzung der erweiterten Begleitkommission brachte er entsprechende Gutachten ein und bestand darauf, dass die Faktoren Zeit und Kosten bei den Befragungen mit weiteren Einflussgrössen wie verhaltensökonomischen Aspekten, Gewohnheiten, Witterungseinflüs-sen, etc. erweitert und das Setting der Befragungen deutlich geändert werden müsse, um den Kritikpunkten von espace.mobilité Rechnung zu tragen.

Allen anderen Mitgliedern der Kommission erschienen solche Änderungen wenig sinnvoll, weil in diesem Fall die notwendigen Vergleiche mit den ersten Ergebnissen nicht mehr mög-lich gewesen wären. Auch die Diskussionen wichen bedenklich vom eigentlichen Thema der Befragungstechnik und der Verkehrsmodellierung auf Streitigkeiten zwischen Sachver-ständigen und sogar auf politische Fragen ab. Eine ausgewogene Behandlung politischer Fragen übersteigt die Möglichkeiten einer Begleitkommission und gehört auch nicht zu ihren Aufgaben.

Schliesslich wurde die Studie unter Berücksichtigung einer repräsentativen Stichprobe aber ohne wesentlichen Änderungen am Setting der SP-Befragungen abgeschlossen. Aus der Auswertung der neuen Befragungen ergaben sich Modellierungsparameter der-selben Grössenordnung und Vorzeichen. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Studie bleiben identisch. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass aufgrund der verfügbaren Mittel und Fristen die Modellsimulationen nicht wiederholt werden konnten. Die Unter-schiede wären im Übrigen unbedeutend gewesen.

## Beurteilung

Die Modellierung des Parksuchverkehrs konnte nicht im erhofften Umfang vorgenommen werden, weil sich die verfügbaren GPS-Daten als nicht ausreichend erwiesen.

Die wissenschaftlich ermittelten Modellansätze und die daraus abgeleiteten Elastizitäten bilden jedoch in der gegenwärtigen Form eine nützliche Grundlage zur Abschätzung der Auswirkungen von Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten, die Entwicklung des Verkehrsaufkommens und schliesslich den Energieverbrauch (sowie die CO<sub>2</sub>-Emissionen).

Das Hauptziel der Forschungsarbeit selbst wurde erreicht. Die Ergebnisse bilden einen wertvollen, aber nicht alleinigen bzw. abschliessenden Beitrag zur Modellierung aller Fahrtzwecke und zu den unausweichlichen Diskussionen betreffend der Parkplatzbewirtschaftung.

Nach Auffassung eines BK-Mitgliedes basieren die vorliegenden Ergebnisse wegen methodischer Unzulänglichkeiten bei den SP-Befragungen auf nicht validen Datengrundlagen.

## Umsetzung

Nach Ansicht der Begleitkommission – mit Ausnahme eines Mitglieds – können die Ergebnisse verwendet werden, allerdings mit gebotener Vorsicht.

Das Mitglied, das Einwände erhoben hat, ist der Ansicht, dass die Ergebnisse der Forschungsarbeit in der Praxis nicht anwendbar seien, weil das realitätsferne Setting in der SP-Befragung die Befragten nicht in Situationen versetzt, in denen sie ihre Verkehrsmittelwahl bei Fahrten zu Einkaufszwecken korrekt wiedergeben konnten.

Die anderen BK-Mitglieder teilen diese Ansicht nicht: Da die Teilnehmer der repräsentativen Stichprobe nach den Fahrten gefragt wurden, die sie regelmässig tätigen, werden die verhaltensbeeinflussenden äusseren Faktoren implizit berücksichtigt. Ausgehend von der Gesamtheit der befragten Personen können entsprechende Schlussfolgerungen zum globalen Verkehrsverhalten gezogen werden.

Für lokale Betrachtungen sind die im Bericht Modellansätze nach Auffassung der Mehrheit der Begleitkommission ausführlich dokumentierten Elastizitäten zwar gut geeignet, sie sind jedoch keine konstanten Grössen und für ihre Anwendung muss die jeweilige Situation (zum Beispiel Modal Split, Mittelwerte der Einflussvariablen usw.) beachtet werden.

Für die Behandlung von grossflächigen Massnahmen lassen sich die ermittelten Modellansätze nach Auffassung der Mehrheit der Begleitkommission in bestehende Verkehrsmodelle integrieren, um das Parkierungsangebot zu berücksichtigen. Dies war bisher nur schwer möglich.

## Weitergehender Forschungsbedarf

Die Frage nach der Verwendbarkeit von GPS-Daten zu den Fahrten muss weiter verfolgt werden, insbesondere um den Parksuchverkehr genauer zu analysieren.

Da im Rahmen dieser Studie zwei separate Untersuchungen durchgeführt wurden und bald mehrere ähnliche Untersuchungen vorliegen dürften, wäre es sehr interessant, sie alle zu verwenden. Einerseits könnte damit die Sensitivität aufgezeigt werden, die sich aus den verschiedenen Untersuchungen und Parametern, welche sich bei der Anwendung der Verkehrsmodelle ergeben, ableiten lässt; andererseits könnte man ausgehend von einer grösseren Stichprobe noch aussagekräftigere Parameter gewinnen.

Auch die Auswirkungen der Parkplatzbewirtschaftung und des Parkierungsangebotes auf die Wirtschaft und die Gesellschaft sowie auf die Planung der Aktivitätenketten und der Fahrten der Verkehrsteilnehmer sollten zusätzlich vertieft werden. Nebst den Ansätzen zum Verkehrsverhalten gibt es weitere denkbare Vorgehensweisen, darunter die von espace.mobilité befürwortete Verhaltensökonomie.

Eine Gegenüberstellung unterschiedlicher Ansätze würde ein besseres gegenseitiges Verständnis und eine genauere Einschätzung der Auswirkung der Kritikpunkte von espace.mobilité ermöglichen.

#### **Einfluss auf das Normenwerk**

Aus den Ergebnissen lassen sich keine direkten Grundlagen für die Änderung der einen oder anderen Norm ableiten. Sie haben demnach keinen unmittelbaren Einfluss. Allerdings könnten Ergänzungen hinsichtlich der Modellierung bei einer Revision der Norm 640 282 «Parkieren; Betrieb und Bewirtschaftung von Parkierungsanlagen» aus dem Jahr 2013 ins Auge gefasst werden.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,  
de l'énergie et de la communication DETEC  
Office fédéral des routes OFROU

## RECHERCHE DANS LE DOMAINE ROUTIER DU DETEC

### Formulaire N° 3 : Clôture du projet

#### Appréciation de la commission de suivi :

##### Evaluation :

La modélisation du trafic provenant de la recherche de place de parking n'a pas pu être entreprise comme espéré, car les données GPS à disposition se sont révélées insuffisantes.

En revanche, les formulations établies scientifiquement, et les élasticités qui en découlent, fournissent en l'état une base utile pour estimer les effets de modifications de l'offre en stationnement sur le comportement en matière de déplacements puis sur l'évolution des volumes de trafic et enfin sur la consommation d'énergie (et les émissions CO<sub>2</sub>).

Le but principal de la recherche elle-même a donc été atteint. Les résultats apportent une contribution précieuse mais pas unique à la modélisation de tous les motifs de déplacements et aux inévitables discussions à propos de la gestion du stationnement.

Selon un membre de la commission de suivi, les résultats présentés s'appuient sur des données de base non valables en raison d'insuffisances méthodiques lors des enquêtes de préférences déclarées.

##### Mise en oeuvre :

Selon la commission de suivi, à l'exception d'un membre, les résultats peuvent être utilisés mais avec prudence.

Le membre qui a soulevé des objections est d'avis que les résultats de la recherche ne sont pas applicables dans la pratique, car les paramètres utilisés dans les enquêtes de préférence déclarée (SP) sont éloignés de la réalité et n'ont donc pas mis les personnes interrogées dans des situations permettant d'exprimer correctement leur choix du moyen de transport en ce qui concerne les déplacements pour achats.

Les autres membres ne partagent pas cet avis: Comme les personnes de l'échantillon représentatif ont été interrogées sur des déplacements qu'elles effectuent régulièrement, les facteurs extérieurs influençant le comportement sont implicitement pris en compte. A partir de l'ensemble des personnes interrogées, des conclusions correspondantes peuvent être tirées sur le comportement global en matière de déplacements.

Pour des considérations localisées, les élasticités documentées en détail dans le rapport sont, selon la majorité de la commission de suivi, bien adaptées mais elles ne sont pas des grandeurs constantes et doivent être appliquées en fonction de la situation (p. ex. répartition modale, moyennes des variables déterminantes etc.).

Pour le traitement de mesures couvrant une vaste zone, les formulations établies peuvent être, selon la majorité de la commission de suivi, intégrées dans des modèles de transport existants afin de tenir compte de l'offre en stationnement, ce qui n'était que difficilement possible jusqu'à présent.

##### Besoin supplémentaire en matière de recherche :

La question de l'utilisation de données GPS sur les déplacements doit être poursuivie notamment pour mieux analyser le trafic provenant de la recherche de place de parking.

Comme deux enquêtes distinctes ont été réalisées lors de cette recherche et que d'autres enquêtes similaires sont ou seront bientôt disponibles, il serait très intéressant de toutes les utiliser, d'une part pour montrer la sensibilité qui résulte de différentes enquêtes et des paramètres qui en découlent dans l'application de modèles de transport, d'autre part pour obtenir des paramètres encore plus significatifs à partir d'un plus vaste échantillon.

Les effets de la gestion et de l'offre en stationnement devraient aussi être approfondis sur les plans de l'économie et de la société ainsi que sur la planification de l'enchaînement des activités et des déplacements. A côté des approches de comportement en matière de transport (Verkehrsverhalten), d'autres existent et pourraient être appliquées telles que celles de l'économie du comportement (Verhaltensökonomie) préconisées par espace.mobilité.

La confrontation d'approches différentes permettrait de mieux se comprendre et de préciser l'impact des critiques d'espace.mobilité.

##### Influence sur les normes :

Les résultats ne fournissent pas directement des éléments pour modifier l'une ou l'autre norme. Ils n'ont donc aucune influence dans l'immédiat. Toutefois, des compléments à propos de la modélisation pourraient être envisagés lors de la révision de la norme 640 282 "Exploitation et gestion des installations de stationnement" datant de 2013.

#### Président/Présidente de la commission de suivi :

Nom : Dériaz

Prénom : Blaise

Service, entreprise, institut : Ingénieur-conseil, Genève

#### Signature du président/ de la présidente de la commission de suivi :

B. Dériaz

**B** BLAISE DÉRIAZ  
Ingénieur - conseil  
8, rue du Vieux-Collège  
CH - 1204 Genève



## Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Das Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen kann heruntergeladen werden unter: [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch) (Fachleute und Verwaltung -> Weitere Bereiche -> Forschung im Strassenwesen -> Downloads -> Formulare)





## SVI-Publikationsliste

Das Publikationsverzeichnis der SVI-Forschungsarbeiten kann unter [www.svi.ch](http://www.svi.ch) (Forschung -> Forschungsberichte / Publikationsverzeichnis) heruntergeladen werden.