



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 der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme auf das Verkehrsverhalten**

**The impact of the reliability of transport systems on travel behaviour**

**Influence de la reliabilité des systèmes de transport sur le comportement**

**TransSol GmbH**  
**Philipp Fröhlich**

**TransOptima GmbH**  
**Claude Weis**  
**Milenko Vrtic**

**büro widmer ag**  
**Paul Widmer**  
**Philippe Aemisegger**

**Forschungsprojekt SVI 2010/003 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

**Juli 2014**

**1472**

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 der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme auf das Verkehrsverhalten**

**The impact of the reliability of transport systems on travel behaviour**

**Influence de la reliabilité des systèmes de transport sur le comportement**

**TransSol GmbH**  
**Philipp Fröhlich**

**TransOptima GmbH**  
**Claude Weis**  
**Milenko Vrtic**

**büro widmer ag**  
**Paul Widmer**  
**Philippe Aemisegger**

**Forschungsprojekt SVI 2010/003 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

**Juli 2014**

**1472**

# Impressum

## **Forschungsstelle und Projektteam**

### **Projektleitung**

Dr. Philipp Fröhlich, TransSol GmbH

### **Mitglieder**

Dr. Claude Weis, TransOptima GmbH  
Dr. Milenko Vrtic, TransOptima GmbH  
Paul Widmer, büro widmer ag  
Philippe Aemisegger, büro widmer ag

## **Begleitkommission**

### **Präsident**

Dr. Arnd König

### **Mitglieder**

Patrick Bützberger  
Dr. Gabrio Caimi  
René Helg  
Dr. Birgit Helwig Zeltner  
Dr. Helmut Honermann  
Dr. Christoph Lieb

## **KO-Finanzierung des Forschungsprojekts**

Bundesamt für Verkehr (BAV)

## **Antragsteller**

Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

## **Bezugsquelle**

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

*Die in diesem Bericht verwendeten Begriffe wie Teilnehmer, Befragter, Rekrutierter etc. beziehen sich jeweils sowohl auf männliche wie auf weibliche Personen. Auf eine explizite Nennung der weiblichen Nomen in den einzelnen Fällen wird verzichtet.*

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Impressum</b> .....	<b>4</b>
	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
	<b>Résumé</b> .....	<b>10</b>
	<b>Summary</b> .....	<b>13</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Literaturübersicht</b> .....	<b>16</b>
2.1	Nationale Literatur .....	17
2.2	Internationale Literatur .....	18
2.3	VSS Normen .....	21
2.4	Fazit Literaturanalyse .....	21
<b>3</b>	<b>Befragungen zum Verkehrsverhalten</b> .....	<b>22</b>
3.1	Befragungsansatz und Methodik .....	22
3.2	Rekrutierung und RP-Befragung .....	22
3.3	Ermittlung der Wegealternativen .....	23
3.4	SP-Befragung .....	24
3.4.1	Methodik .....	24
3.4.2	Versuchspläne .....	25
3.4.3	Rücklauf .....	29
3.4.4	Stichprobengrösse .....	30
<b>4</b>	<b>Deskriptive Analyse der Befragungsdaten</b> .....	<b>31</b>
4.1	Soziodemographische Eigenschaften der Befragten .....	31
4.1.1	Alter .....	33
4.1.2	Geschlecht .....	33
4.1.3	Haushaltsgrösse .....	34
4.1.4	Haushaltseinkommen .....	35
4.1.5	Mobilitätswerkzeuge .....	35
4.2	Eigenschaften der berichteten Wege .....	37
4.2.1	Fahrtzwecke .....	37
4.2.2	Distanzen .....	37
4.2.3	Ankunftszeit .....	38
4.2.4	Abweichungen von gewünschter Ankunftszeit .....	39
4.2.5	Akzeptable Verspätungen .....	40
4.3	Entscheidungsverhalten .....	41
4.3.1	Wahlanteile .....	41
4.3.2	Non-Trading .....	42
<b>5</b>	<b>Modellierung des Verkehrsverhaltens</b> .....	<b>43</b>
5.1	Entscheidungsmodelle .....	43
5.2	Modellformulierung und Vorgehen .....	44
5.3	Modellergebnisse .....	47
5.3.1	Übersicht .....	47
5.3.2	Gemeinsames Modell .....	47
5.3.3	Fahrtzweckspezifisches Modell .....	49
5.4	Zahlungsbereitschaften .....	52
5.4.1	Distanzabhängigkeit .....	52
5.4.2	Einkommensabhängigkeit .....	60
5.4.3	Hochrechnung auf Bevölkerungswerte .....	61
5.4.4	Relative Bewertungen der Attribute .....	63
5.4.5	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	64

<b>6</b>	<b>Empfehlungen und weiterer Forschungsbedarf.....</b>	<b>65</b>
	<b>Anhänge.....</b>	<b>67</b>
	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>75</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>76</b>
	<b>Projektabschluss .....</b>	<b>79</b>
	<b>Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen .....</b>	<b>82</b>
	<b>SVI Publikationsliste.....</b>	<b>91</b>

## Zusammenfassung

Die Verlässlichkeit bzw. die Variabilität der Reisezeiten ist ein wichtiges Kriterium für die Bewertung eines Verkehrsangebotes. Sie beeinflusst das Verkehrsverhalten, insbesondere die Verkehrsmittel- und Routenwahl. Durch die erhöhte Auslastung der Verkehrsinfrastruktur steigen die Stauhäufigkeit im Strassenverkehr und die Instabilität des ÖV-Systems. Dadurch gewinnt die Bewertung der Verlässlichkeit sowohl bei der Projektevaluation als auch bei Nachfrageprognosen an Bedeutung.

Das Ziel der Forschungsarbeit ist die empirische Ermittlung des Einflusses der Verlässlichkeit auf das Verkehrsverhalten und die Zahlungsbereitschaften für unterschiedliche Fahrtweiten und -zwecke.

Die Forschungsarbeit beschreibt verschiedene aus der Literatur bekannte Modellansätze für die Bewertung der Verlässlichkeit, welche in der Regel auf der Basis von SP (Stated preference)-Experimenten geschätzt werden. Die in der Literatur berichteten Zahlungsbereitschaften für die Vermeidung von Verfrühungen und Verspätungen weichen voneinander ab, was neben den unterschiedlichen Modellansätzen auch auf die unterschiedlichen Designs der SP-Experimente zurückzuführen sein dürfte.

In der vorliegenden Forschungsarbeit wurde zur Gewinnung der für die Modellierung notwendigen Daten eine zweistufige Erhebung mit einer RP (Revealed preference)- und einer SP-Befragung durchgeführt. Aus einem bestehenden Panel wurden 5'756 Zielpersonen älter als 18 Jahre gezogen, welche in der letzten Zeit Wege von über 3 km mit dem Auto oder dem ÖV zurückgelegt haben.

In der RP-Befragung konnten von 2'061 Personen ausgefüllte Fragebogen mit Angaben zu den soziodemographischen Eigenschaften und einem kürzlich durchgeführten Weg gewonnen werden. Die Abfrage nach den Fahrtzwecken wurde so gesteuert, dass für jeden Fahrtzweck eine genügend grosse Stichprobe gewonnen werden konnte.

Im Vergleich zu den als repräsentativ geltenden Daten des MZMV (Mikrozensus Mobilität und Verkehr) 2010 weist die Soziodemographie dieser Stichprobe Verzerrungen auf. So sind z.B. Gutverdienende, Leute mit einer höheren Ausbildung und Besitzer von ÖV-Abonnements deutlich übervertreten. Diese Verzerrung wurde aber durch die Berücksichtigung der entsprechenden Variablen bei der Schätzung der Entscheidungsmodelle und durch eine Gewichtung der Ergebnisse korrigiert.

Im Hinblick auf die SP-Befragung wurden zu den berichteten Wegen die Eigenschaften der verfügbaren Verkehrsmittelalternativen ermittelt. Da dies wegen mangelnder Angaben im Fragebogen nicht für alle Befragten möglich war, verblieben 1'859 Personen für die im nächsten Schritt durchgeführten SP-Befragungen.

Es wurden insgesamt 4 SP-Experimente durchgeführt: eines für die Verkehrsmittelwahl, eines für die Routenwahl im MIV, eines für die Verbindungswahl im ÖV ohne Umsteigen auf die Bahn und eines für die Verbindungswahl im ÖV mit Umsteigen auf die Bahn. Jeder Testperson wurden zwei SP-Experimente mit je 6 Entscheidungssituationen vorgelegt. Die Entscheidungssituationen sind individualisiert und nehmen Bezug auf den von der befragten Person in der RP-Befragung berichteten Weg. Neben der planmässigen Ankunftszeit (gemäss Fahrplan im ÖV bzw. Angabe des Befragten im MIV), der Reisezeit und den Fahrtkosten wird dabei insbesondere die Zuverlässigkeit der Reisezeit variiert; im MIV durch je drei verschiedene Ausprägungen der Stauwahrscheinlichkeit und der mittleren Staudauer, im ÖV durch die Wahrscheinlichkeit von Abweichungen einer bestimmten Zeitdauer (in Prozent der in der RP-Befragung angegebenen Toleranz) von der planmässigen Ankunftszeit.

Mit den aus den Befragungen gewonnenen Daten konnten aussagekräftige fahrtzweck-spezifische Modelle und ein gemeinsames Modell mit nichtlinearen Variablen (Interaktionsterme mit Distanz bzw. Einkommen) geschätzt werden. Hierbei konnte erstmals ein

Ansatz mit Unterscheidung zwischen planmässigen und unplanmässigen (zufälligen) Verfrühungen und Verspätungen getestet werden, was eines der ausgewiesenen Ziele der Forschungsarbeit war. Dieser Ansatz hat sich zudem bewährt und zu plausiblen und robusten Ergebnissen geführt.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die aus den Modellergebnissen ermittelten gewichteten Zahlungsbereitschaften für die hier relevanten Attribute. Darunter versteht man die monetäre Bewertung einer Einsparung bei einem bestimmten Attribut. Zum Beispiel beträgt die mittlere Zahlungsbereitschaft für die Einsparung einer Stunde Fahrtzeit mit dem MIV 14.6 CHF.

*Mittlere Zahlungsbereitschaften [CHF pro Einheit]*

Attribut	Arbeit	Ausbildung	Einkauf	Nutzfahrt	Freizeit	Alle Zwecke
MIV						
Fahrtzeit [h]	18.8	17.0	9.1	22.9	12.9	14.6
Planmässige Verspätung [h]	9.8	4.9	4.6	14.8	6.2	7.5
Planmässige Verfrühung [h]	4.1	2.9	1.8	4.7	2.9	3.1
Unplanmässige Verspätung [h]	23.3	18.5	16.0	42.4	23.5	22.9
Unplanmässige Verfrühung [h]	4.5	3.1	2.5	4.0	3.1	3.5
Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	1.3	1.0	0.6	1.6	1.0	1.0
ÖV						
Fahrtzeit [h]	13.3	10.2	5.9	18.1	9.1	10.7
Zu- und Abgangszeit [h]	16.3	13.0	5.5	15.5	11.4	12.8
Anzahl Umsteigevorgänge [-]	2.1	0.7	1.0	3.0	1.8	1.7
Planmässige Verspätung [h]	5.1	6.1	2.1	16.6	4.1	4.7
Planmässige Verfrühung [h]	6.1	4.0	2.3	10.0	3.9	4.8
Unplanmässige Verspätung [h]	22.8	21.0	6.6	70.7	17.3	19.7
Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	2.0	1.3	0.7	3.4	1.3	1.6
Anschlussicherheit [%]	10.6	12.2	7.7	19.2	10.7	10.5

Die aus diesen Modellen ableitbaren Zusammenhänge bestätigen die Ergebnisse früherer Studien in der Tendenz weitgehend:

- Die Zeitwerte nehmen mit der Distanz zu, und dies am stärksten für Arbeitspendler- und Nutzfahrten.
- Die Zeitwerte im MIV sind höher als jene im ÖV.
- Die Zahlungsbereitschaften für Verlässlichkeit und für planmässige Ankunftszeit sind im MIV etwas höher als im ÖV.
- Die Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung von Verspätungen ist deutlich höher als jene für die Vermeidung von Verfrühungen (die geschätzten Modell-Parameter für letztere erwiesen sich als knapp nicht signifikant).
- Die Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung von unplanmässigen Verspätungen ist je nach Fahrtzweck um den Faktor 1.1 bis knapp 2.0 (für Nutzfahrten im ÖV sogar um den Faktor 3.5) höher als jene für die Verkürzung der Fahrtzeit.
- Bei den Zahlungsbereitschaften (sowohl für die Fahrtzeit als auch für die Verlässlichkeit) zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Fahrtzwecken; diese sind im Nutzfahrt- und Pendlerverkehr am höchsten.
- Im ÖV besteht eine relativ hohe Zahlungsbereitschaft, um das Risiko, einen Anschluss zu verpassen, zu senken.

Im Vergleich zu früheren Studien liegen die hier ermittelten Zeitwerte um rund ein Drittel tiefer, namentlich auch gegenüber den in der VSS-Norm SN 641 822a – Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Personenverkehr -ausgewiesenen Werten.

Dies kann auf unterschiedliche Modellansätze und auf Unterschiede in den Erhebungsdaten zurückzuführen sein.

Um zu verlässlicheren Schätzungen aller hier betrachteten Kennwerte zu gelangen und somit die eventuellen Wahrnehmungsunterschiede zu reduzieren, welche durch die Formulierung der Befragung verursacht werden könnten, wird empfohlen, eine gemeinsame Schätzung von Modellen mit allen in den letzten Jahren in der Schweiz erhobenen SP-Stichproben durchzuführen.

## Résumé

La fiabilité resp. variabilité des temps de parcours est un critère important pour l'évaluation de l'offre de transport. Elle influence le comportement en matière de transports, particulièrement le choix des moyens de transport et des itinéraires. La charge de l'infrastructure de transport augmente le risque d'embouteillages sur la route et l'instabilité du système des transports publics. Ainsi, l'évaluation de la fiabilité devient de plus en plus importante pour les évaluations de projets et pour les pronostics de la demande.

Le but du projet de recherche est la détermination empirique de l'influence de la fiabilité sur le comportement en matière de transports et les propensions à payer, relatifs aux différentes longueurs et motifs de trajet.

Le rapport décrit différentes approches connues pour l'évaluation de la fiabilité, qui sont normalement estimées sur la base de données SP (*stated preference*). Les propensions à payer pour éviter des arrivées précoces ou tardives rapportées par la littérature divergent entre elles, ces différences pouvant être en partie attribuées aux différentes approches des modèles choisis ainsi qu'aux différentes conceptions des sondages SP.

Afin d'obtenir les données nécessaires à la modélisation, un sondage à deux niveaux a été conduit. Le sondage consiste en une première partie sur le comportement actuel (RP – *revealed preference*) et une deuxième partie sur le comportement adapté à des situations hypothétiques (SP). Un échantillon de 5'756 personnes âgées de plus de 18 ans a été tiré au sein d'un sondage panel existant. Ces personnes doivent dernièrement avoir conduit des trajets de plus de 3 km en voiture ou en transports publics.

Dans le sondage RP, 2'061 personnes ont rapporté leurs données sociodémographiques ainsi que des données sur un trajet récent. Les motifs de transport relevés ont été contrôlés afin d'obtenir un échantillon suffisant pour chacun des motifs.

L'échantillon accuse des biais par rapport au microrecensement mobilité et transports 2010, considéré comme représentatif. Par exemple, l'échantillon contient un surplus de personnes à revenu et éducation élevés et qui possèdent des abonnements pour les transports publics. Ces biais sont néanmoins compensés par l'inclusion des variables correspondantes lors de l'estimation des modèles et par une pondération lors de l'extrapolation des résultats.

En vue des sondages SP, les propriétés des alternatives disponibles (moyens de transports) ont été relevées pour tous les trajets rapportés. Comme des données manquantes ont rendu impossible cette démarche pour une partie des personnes, l'échantillon restant pour le sondage SP s'élève à 1'859 personnes.

En total, 4 types de scénarios SP ont été présentés aux sondés: un pour le choix d'un moyen de transport, un pour le choix d'un itinéraire en transport individuel motorisé, un pour le choix d'un itinéraire en transports publics sans changement entre transport urbain et rail, et un pour le choix d'un itinéraire en transports publics avec changement entre transport urbain et rail. Chaque personne sondée a été soumise à 6 scénarios différents de deux de ces types (soit 12 scénarios en total). Les scénarios sont individuels et se réfèrent au trajet rapporté par la personne lors du sondage RP. Hors des variables standard comme le temps de parcours ou le temps d'arrivée prévu (selon l'horaire en transports publics resp. les données relevées en transport individuel motorisé), les attributs relevés se concentrent sur la fiabilité des moyens de transport: en transport individuel motorisé, on présente une probabilité et une durée moyenne d'embouteillage; en transports publics, des probabilités de divergence d'une durée donnée par rapport au temps d'arrivée préféré.

Les données relevées lors des sondages ont permis d'estimer des modèles de choix spécifiques aux différents motifs de transport et un modèle commun comportant tous les

motifs. Ces modèles utilisent une fonction non linéaire (termes d'interaction avec la distance et le revenu). Pour la première fois en Suisse, des fonctions différenciant entre des variations prévues (selon l'horaire donnée) et imprévues des arrivées; ceci était l'un des buts les plus importants du projet. Cette approche flexible s'est avérée comme bonne pratique et a mené à des résultats plausibles.

Le tableau suivant donne le relevé des propensions à payer moyennes pondérées issues des résultats des modèles. On y entend l'évaluation monétaire de la réduction d'un certain attribut. Par exemple, la propension à payer moyenne pour réduire le temps de parcours en voiture d'une heure s'élève à 14.6 CHF.

*Propensions à payer moyennes [CHF par unité]*

Attribut	Travail	Éducation	Achats	Activité professionnelle	Loisirs	Tous motifs
TIM Temps de parcours [h]	18.8	17.0	9.1	22.9	12.9	14.6
Retard prévu [h]	9.8	4.9	4.6	14.8	6.2	7.5
Arrivée précoce prévue [h]	4.1	2.9	1.8	4.7	2.9	3.1
Retard non prévu [h]	23.3	18.5	16.0	42.4	23.5	22.9
Arrivée précoce non prévue [h]	4.5	3.1	2.5	4.0	3.1	3.5
Probabilité d'un retard non prévu [%]	1.3	1.0	0.6	1.6	1.0	1.0
TP Temps de parcours [h]	13.3	10.2	5.9	18.1	9.1	10.7
Temps d'accès et de sortie [h]	16.3	13.0	5.5	15.5	11.4	12.8
Nombre de changements [-]	2.1	0.7	1.0	3.0	1.8	1.7
Retard prévu [h]	5.1	6.1	2.1	16.6	4.1	4.7
Arrivée précoce prévue [h]	6.1	4.0	2.3	10.0	3.9	4.8
Retard non prévu [h]	22.8	21.0	6.6	70.7	17.3	19.7
Arrivée précoce non prévue [h]	2.0	1.3	0.7	3.4	1.3	1.6
Probabilité d'un retard non prévu [%]	10.6	12.2	7.7	19.2	10.7	10.5

Tendanciellement, les modèles confirment en plupart les relations fonctionnelles d'études antérieures:

- Les valeurs du temps de parcours (propensions à payer) augmentent avec la distance, et cette augmentation est la plus forte pour les trajets pendulaires et professionnels.
- Les valeurs du temps de parcours sont plus élevés en transport individuel motorisé.
- Les propensions à payer pour un trajet plus fiable et pour une heure d'arrivée prévue proche de l'heure préférée sont plus élevées en en transport individuel motorisé qu'en transport publics.
- La propension à payer pour éviter un retard est nettement plus élevée que celle pour éviter une arrivée précoce (les paramètres estimés pour cette dernière ne s'avérant que faiblement significative).
- En fonction des motifs de transport, la propension à payer pour éviter un retard non prévu est supérieure à la valeur du temps de parcours d'un facteur 1.1 à 2.0 (ce facteur augmente à 3.5 pour les déplacements professionnels).
- Les propensions à payer (autant pour les temps de parcours que pour la fiabilité) diffèrent nettement pour les différents motifs de transport, et sont les plus élevées pour des déplacements pendulaires et professionnels.
- En transports publics, il existe une propension à payer très élevée pour réduire le risque de rater une connexion entre le transport urbain et le rail.

Les propensions à payer relevées ici sont moins élevées que celles rapportées dans des études antérieures (d'un tiers par rapport aux valeurs de la norme SN 641 822a – Analyses coûts/avantages du trafic routier; coûts horaires du transport de personnes). Cette circonstance est attribuable aux différentes approches de modélisation et à des différences dans les données utilisées.

Afin d'aboutir à des estimations plus robustes et fiables de toutes les valeurs caractéristiques et de réduire les effets éventuels que des différences de perception dans les différents sondages pourraient avoir eu, il est recommandé de procéder à une estimation de modèles communs sur la base de l'ensemble des données SP relevées en Suisse durant les dernières années.

## Summary

The reliability and variability of travel time significantly affect transport behaviour, in particular transport mode and route choice. Growing transport demand is increasing the frequency of roadway congestion and public transport schedule unreliability. Therefore it is important to carefully assess travel time reliability in project evaluation and demand forecasting.

The goal of this research was to investigate empirically the influence of reliability on transport behaviour and willingness to pay for a variety of trip lengths and purposes.

Most of the existing literature on the evaluation of reliability is based on stated preference (SP) experiments. These studies estimated the willingness to pay for avoiding early arrivals and delays. There is some variation in the estimates found in these earlier studies that may be caused by different modelling approaches and also differing design of the SP experiments.

In this research, a two-stage method was used to collect the necessary modelling data. First, a revealed preference (RP) survey was conducted and then an SP survey was conducted. An existing database was used to select 5,756 persons over 18-years old who travelled over 3-km by automobile or public transport for the survey.

In the RP survey 2,061 people completed the questionnaire providing socio- demographic characteristics and information on a recent trip. The data were controlled so that there was a sufficiently large sample of responses for all trip purposes.

The socio-demographic characteristics of this sample differed from the 2010 Swiss Microcensus of Mobility and Transport (MZMV). For example, higher income earners, people with a college education and public transport users were significantly over represented in the sample. This distortion was controlled by considering the corresponding variables in the estimation of decision models and by reweighting the results.

For the SP survey, the characteristics of the possible alternative mode were determined. The SP survey was sent to 1,859 people since some of the returned RP survey questionnaires provided insufficient information.

A total of four SP experiments were performed: one for transport mode choice, one for automobile route selection, one for public transport without transferring to rail, and one for public transport including a transfer to rail. Each subject was presented with two SP experiments; each experiment consisted of 6 decision situations. The decision-making situations were developed for the specific individual based on path information provided in their RP survey. The SP survey provided: planned arrival time (dictated by the schedule in public transport, resp. by the respondent's specification in car travel), travel time, travel costs, and, travel time reliability. The travel time reliability was varied by providing different congestion probability and average congestion times (delay) for automobile travel and by providing the probability of delays (in minutes) from scheduled arrival time for public transport travel (delays were a percentage of the specified tolerance from the RP survey).

The data obtained from these surveys was used to develop trip purpose specific behaviour models. It was also possible to estimate a common model with non-linear variables (interaction terms based on distance or income). The model results are plausible and robust. In short, the researchers successfully achieved their research objective, testing the difference between planned and unplanned (stochastic) late/early arrivals.

The following table provides an overview of the weighted mean willingness-to-pay (WTP) values for the relevant attributes. These values represent the monetary valuations of reducing the corresponding attribute. For example, the willingness-to-pay for a one hour reduction in car travel time amounts to 14.6 CHF.

*Mean willingness-to-pay values [CHF per unit]*

Attribute		Work	Education	Shopping	Business	Leisure	All purposes
MPT	Travel time [h]	18.8	17.0	9.1	22.9	12.9	14.6
	Planned late arrival [h]	9.8	4.9	4.6	14.8	6.2	7.5
	Planned early arrival [h]	4.1	2.9	1.8	4.7	2.9	3.1
	Unplanned late arrival [h]	23.3	18.5	16.0	42.4	23.5	22.9
	Unplanned early arrival [h]	4.5	3.1	2.5	4.0	3.1	3.5
	Probability of unplanned late arrival [%]	1.3	1.0	0.6	1.6	1.0	1.0
PT	Travel time [h]	13.3	10.2	5.9	18.1	9.1	10.7
	Access and egress time [h]	16.3	13.0	5.5	15.5	11.4	12.8
	Number of transfers [-]	2.1	0.7	1.0	3.0	1.8	1.7
	Planned late arrival [h]	5.1	6.1	2.1	16.6	4.1	4.7
	Planned early arrival [h]	6.1	4.0	2.3	10.0	3.9	4.8
	Unplanned late arrival [h]	22.8	21.0	6.6	70.7	17.3	19.7
	Unplanned early arrival [h]	2.0	1.3	0.7	3.4	1.3	1.6
	Probability of unplanned late arrival [%]	10.6	12.2	7.7	19.2	10.7	10.5

The main findings, derived from the research and results of previous studies, are:

- The value of travel time savings increases with travel distance; this is most true for work and commercial trips;
- The value of travel time savings for automobile users is higher than for public transport users.
- The willingness to pay for reliability and for arriving on schedule are slightly higher for automobile travel than for public transport.
- The willingness to pay for avoiding delays is significantly higher than for preventing early arrivals (the estimated model parameters for preventing early arrivals were much less significant).
- The willingness to pay for avoiding unplanned delays compared reducing travel time varied depending on trip purpose. The factor ranged from 1.1 to 2.0 (and was 3.5 for commercial trips on public transport).
- The willingness to pay for travel time reductions and reliability differs based on trip purpose. The highest values were found for commercial and commuter trips.
- In public transport, there is a very high willingness to pay to reduce the risk of missing a connection.

The values found in this research are approximately one-third lower than values presented in previous studies including those reported in the VSS-norm (SN 641 822a – Cost benefits analysis in road transport, Value of Time in Passenger Transport). These differences may be due to different modelling approaches and/or to differences in the survey data.

In order to arrive at reliable estimates for the characteristics considered in this research and to reduce the possible differences that could be caused by the survey wording, we recommend that the models developed in this research be jointly estimated using results of all the sample SP surveys made in Switzerland in recent years.

# 1 Einleitung

Für ein funktionierendes Verkehrssystem stellt die Zuverlässigkeit ein wesentliches Bewertungskriterium dar. Sie hat entscheidende Bedeutung sowohl für die Verkehrsteilnehmer und Betreiber als auch für die Entscheidungsträger bzw. die Verkehrspolitik. Für die Verkehrsteilnehmer muss ein zuverlässiges Funktionieren des Verkehrssystems vorhanden sein, damit es auch benutzt wird. Für ÖV-Unternehmungen führt eine ungenügende Zuverlässigkeit zu höheren Betriebskosten, verlöreener Betriebsleistung und einer tieferen Flottenauslastung. Die Verkehrspolitik hat Interesse, dass die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Verkehrsträger sichergestellt ist und damit eine optimale Nutzung bestehender Kapazitäten erreicht wird. Daher ist für Wirtschaft und Gesellschaft ein zuverlässig funktionierendes Verkehrssystem von grosser Bedeutung.

Durch die erhöhte Auslastung der Infrastrukturkapazitäten und die Zunahme der Stauhäufigkeiten im Strassenverkehr sowie tieferer Stabilität des ÖV-Systems gewinnt die Bewertung der Verlässlichkeit sowohl bei Projektbewertungen als auch bei Nachfrageprognosen an Bedeutung. Die neuesten Untersuchungen in der Schweiz und im Ausland zeigen, dass die Verlässlichkeit vor allem beim Verkehrsmittelwahl- und Routenwahlverhalten an Bedeutung gewinnt.

Es stellt sich die Frage, wie Verkehrsteilnehmer auf eine höhere Stauhäufigkeit oder instabilere ÖV-Angebote reagieren und welche Folge dies für den Modal-Split und die Umweltauswirkungen hat. Gleichzeitig ist die Bewertung der Verlässlichkeit bei verschiedenen Projekten von zentraler Bedeutung. Als Beispiele sei auf die Einführung von schieneengebundenen Systemen (Tram) mit eigenen Gleiskörpern anstelle von durch den Stau betroffenen Bussystemen hingewiesen, aber auch auf Strassen inkl. Strassenbenützungsgebühren, die zu höherer Verlässlichkeit des MIV-System führen. In beiden Fällen wird das Verkehrsverhalten beeinflusst und somit ist mit Nachfragewirkung zu rechnen.

Sowohl bei der Ermittlung der Nachfrageprognosen als auch bei der Projektbewertung muss beachtet werden, dass die Bewertung der Verlässlichkeit unterschiedlich ausfällt, abhängig z.B. davon ob MIV- oder ÖV-Benutzer betroffen sind, für welchen Fahrtzweck, über welche Distanz die Fahrt geht oder ob es sich um eine Verbesserung oder eine Verschlechterung handelt. Weiterhin muss auch beachtet werden, welche Unterschiede bei einzelnen Systemen festzustellen sind, da z.B. Verspätungen bei ÖV-Systemen mit Zubringerfunktion auch Folgen auf die Verbindung mit übergeordnetem Regional- und Fernverkehr haben.

Das Ziel der Forschungsarbeit ist die empirische Ermittlung des Einflusses der Verlässlichkeit auf das Verkehrsverhalten und der Zahlungsbereitschaften für unterschiedliche Fahrtweiten und -zwecke.

## 2 Literaturübersicht

Die Bewertung der Verlässlichkeit bzw. Variabilität der Reisezeit ist Thema mehrerer nationaler und internationaler Studien, welche zu einem Grossteil auf *Stated Preference* (SP) Methoden zurückgreifen. In diesen Studien werden verschiedene Möglichkeiten diskutiert, um die Verlässlichkeit in SP-Experimenten darzustellen und die entsprechenden Zahlungsbereitschaften aus den resultierenden Daten abzuleiten. Nachfolgend wird zuerst ein Überblick zu den Modellansätzen gegeben, danach folgt eine Analyse der nationalen und internationalen Literatur.

Die Verlässlichkeit von Verkehrssystemen beinhaltet eine wiederholte Betrachtung des Angebots, z.B. gemessen an der Reisezeit. Die Verkehrsteilnehmer können die Variation der Reisezeit einer Quelle-Ziel-Beziehung nur einschätzen, wenn sie eigene oder fremde Erfahrungen aus unterschiedlichen Wiederholungen eines gleichen Weges haben. Die Verlässlichkeit ist (neben z.B. der Reisezeit oder den Reisekosten) ein weiteres Kostenelement der generalisierten Kosten eines Weges. Der Verkehrsteilnehmer kann auf das zusätzliche Kostenelement Verlässlichkeit mit einer Veränderung der Wahl der Abfahrtszeit, der Routenwahl oder der Verkehrsmittelwahl reagieren, wobei die Veränderung der Abfahrtszeit die wahrscheinlichste Anpassung ist.

Li *et al.* (2010) zeigen mit einer Meta-Analyse die Weiterentwicklung der Forschungsmethoden im vergangenen Jahrzehnt. Der Ansatz mit dem sogenannten *mean-variance* Modell (Abb. 2-1) begründet einen negativen Nutzen durch die Varianz der Reisezeit an sich.

$$E(U) = \alpha E(T) + \beta SD(T) + \gamma C$$

E Erwartet (expected)

U Nutzen (utility)

$\alpha, \beta, \gamma$  Parameter zum jeweiligen Attribut

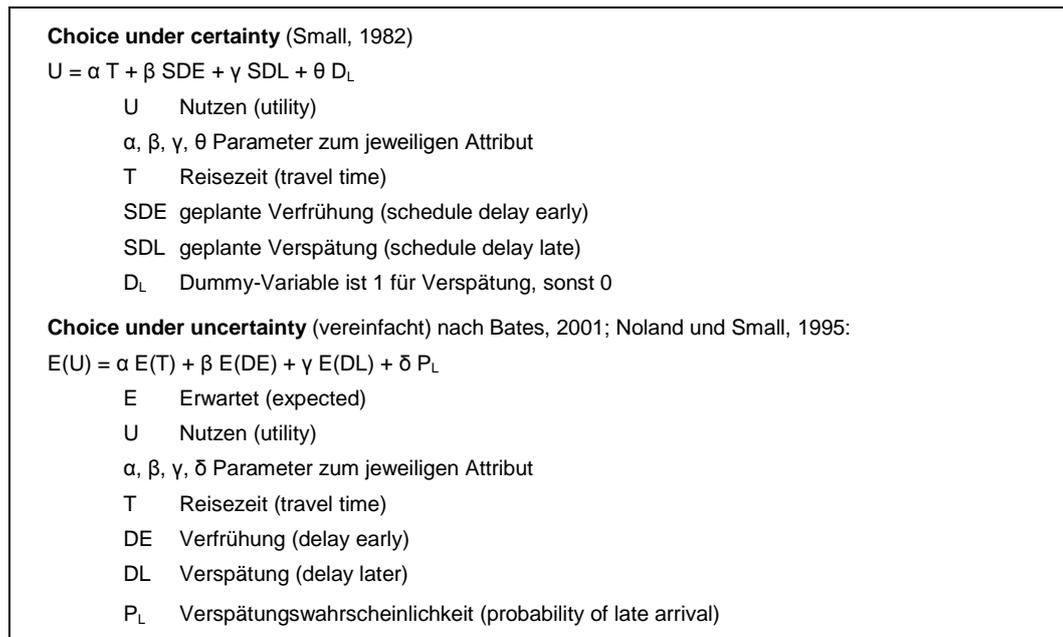
T Reisezeit (travel time)

SD Standardabweichung (standard deviation)

C Kosten (cost)

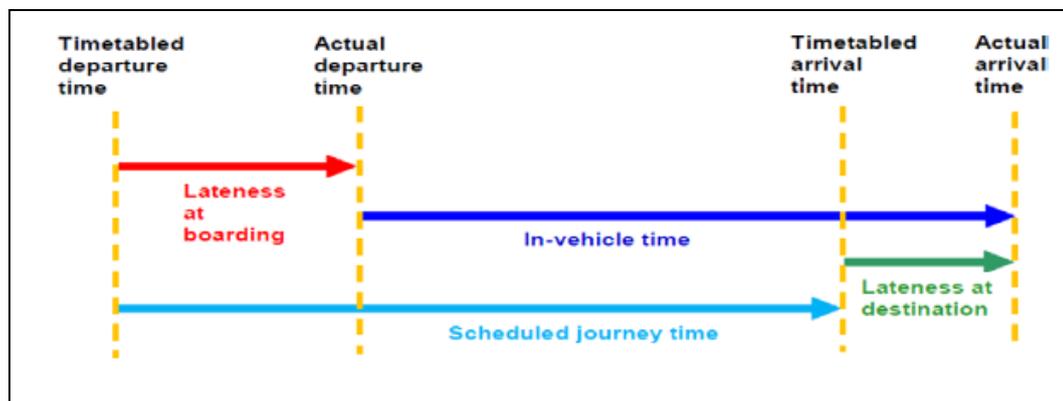
**Abb. 2-1** Mean-variance Modell

Das *scheduling* Modell gründet auf der Annahme, dass sich ein negativer Nutzen ergibt, wenn die Ankunftszeit an einem Ort nicht mit der gewünschten Ankunftszeit übereinstimmt, es also eine Verfrühung oder Verspätung gibt (Abb. 2-2). Dabei unterscheidet man zwischen einer Entscheidung unter Sicherheit (*choice under certainty*) und einer unter Unsicherheit (*choice under uncertainty*). Bei letzteren setzt sich der Erwartungswert der Verspätung bzw. Verfrühung aus einer geplanten (*scheduling delay*) und einer ungeplanten, stochastischen Komponente zusammen.



**Abb. 2-2** Scheduling Modell

Als dritten und neuesten theoretischen Ansatz präsentieren Li *et al.* (2010) das sogenannte *mean lateness* Modell, welches zuerst von Bates und Ibañez (2009) vorgestellt wurde. Hier werden als Erzeuger negativen Nutzens nur Verspätungen – und nicht Verfrühungen – betrachtet, wie es beim öffentlichen Verkehr der Fall ist und für den Personenverkehr auf der Schiene in Großbritannien Anwendung findet (Abb. 2-3).



**Abb. 2-3** Mean Lateness Modell (Li *et al.*, 2010)

## 2.1 Nationale Literatur

Mit der Bewertung der Verlässlichkeit haben sich verschiedene Studien in der Schweiz und im Ausland beschäftigt. In der Schweiz wurde diese Frage vor allem durch Arbeiten am IVT, ETH Zürich (SVI 2000/391, König und Axhausen, 2002; und König, 2004) vertieft untersucht. Diese zwei Studien haben die Bedeutung der Verlässlichkeit des Verkehrsangebots für die Verhaltensentscheidungen untersucht und die Zahlungsbereitschaft für die Verbesserung der Verlässlichkeit gezeigt.

In der Dissertation von König (2004) wurde die Monetarisierung der Verlässlichkeit als Grundlage zur Normierung in Planungsprozessen erarbeitet. Die SP-Befragungen wurden in zwei Untersuchungen mit verschiedenen Typen von SP-Experimenten und unterschiedlichen Arten der Präsentation aufbauend auf der Kontinuierlichen Befragung Personenverkehr (KEP) der SBB durchgeführt. Die Entscheidungssituationen umfassten Abfahrtszeit-, Routen- und Verkehrsmittelwahlexperimente. Als Modellansatz wurde eine nicht-lineare Erweiterung des *scheduling approach under certainty* von Small (1982) ge-

wählt. Als Forschungsbedarf wurden die Marktsegmentierung für verschiedene Fahrtzwecke, der Einfluss der Reiseweite bei der Bewertung der Verlässlichkeit, der Einfluss des Taktes im öffentlichen Verkehr, eine grössere Stichprobe und gemeinsame Routen- und Abfahrtszeitwahlmodelle ausgemacht.

In Hess *et al.* (2008) wurden die oben beschriebenen Daten mit weiteren Schweizer SP-Erhebungen zusammengeführt und damit fahrtzweckspezifische Modelle mit verschiedenen Interaktionen geschätzt. Die Resultate fanden Eingang in die SN 641 822.

In der Forschungsarbeit SVI 2002/002 (Chaumet *et al.*, 2007) wurden Methoden für die Berücksichtigung der Verlässlichkeit von Verkehrssystemen in der Evaluation entwickelt, welche in die VSS-Norm 641 825 eingeflossen sind. Die Bewertung der Verlässlichkeit konnte jedoch darin nicht empirisch untersucht werden und es wurde diesbezüglich ein Forschungsbedarf festgestellt.

Die Anfang 2012 fertiggestellte SP-Erhebung im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE, 2012), durchgeführt mit Unterstützung einer Reihe von Kantonen und den SBB, hatte die Zielsetzung, eine SP-Befragung zu konzipieren und durchzuführen, welche bezüglich den Wegecharakteristiken und der räumlichen und soziodemographischen Merkmale der Befragten die Stichprobe des Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) 2010 (ARE und BFS, 2012) repräsentativ widerspiegelt. Beim Erhebungsdesign wurde auf die Anforderungen bezüglich Preiselastizität, nicht-lineare Einflüsse, Parkplatzsituation, Einkommen und Auslastung Rücksicht genommen. Diese Befragung deckt ein breites Anwendungsspektrum ab und die Verlässlichkeit wurde in der Hälfte der Verkehrsmittelsituationen in generalisierter Form einbezogen.

Über einen Zeitraum von 14 Wochen wurden die teilnehmenden Personen im Rahmen des MZMV rekrutiert und bekamen einen personalisierten SP-Fragebogen in Papierform zugestellt. Insgesamt wurden über 4'000 ausgefüllte Fragebogen zurückgesandt. Zur Überprüfung der Qualität der erhobenen Daten wurden Testschätzungen durchgeführt, welche eine hohe Erklärungskraft zeigten. Die erhobenen SP-Daten stellen die Grundlage für nachfolgende Projekte dar, wie z.B. die Schätzung von Entscheidungsmodellen des Nationalen Personenverkehrsmodells (NPVM) und kantonaler Gesamtverkehrsmodele (GVM Zürich, Zug, Bern, Solothurn). In der sehr breit angelegten ARE-Studie konnte die die Verlässlichkeit nicht im hier angestrebten Detail untersucht werden, sondern wurde vereinfacht mit dem *mean-variance* Ansatz dargestellt; dies ermöglicht nicht den Detaillierungsgrad, um die hier geforderten Forschungsziele zu erreichen.

## 2.2 Internationale Literatur

Nachfolgend wird die internationale Literatur ab der Jahrtausendwende zusammengefasst. Cook *et al.* (1999) und Bates *et al.* (2001) stellen die Variabilität in SP-Experimenten anhand einer Abfolge von Verfrühungen bzw. Verspätungen gegenüber der gewünschten Ankunftszeit dar und verwenden die Erwartungswerte dieser Abweichungen als Einflussvariablen in einem diskreten Entscheidungsmodell. Bates *et al.* (2001) gelangen zum Schluss, dass die Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung von Verspätungen ca. doppelt so hoch ist wie jene für Verfrühungen. Asensio und Matas (2006, 2008) führen anhand eines sehr ähnlichen Experiments Befragungen mit Pendlern in Barcelona durch und ermitteln eine Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung einer verspäteten Ankunft am Arbeitsplatz, welche bis zu 3-mal höher liegt als jene für reine Reisezeitersparnisse.

De Jong *et al.* (2004) stellen drei verschiedene Möglichkeiten der Darstellung der Verlässlichkeitsvariable in SP-Befragungen vor: Mittelwert vs. Varianz der Reisezeit, Differenz zwischen dem 90. Perzentil und dem Mittelwert, sowie Verspätung gegenüber der erwünschten Ankunftszeit. Die Studie diskutiert die Vor- und Nachteile dieser Darstellungsformen und gibt einen Überblick über vorangegangene Studien, welche die vorgestellten Konzepte aufgreifen. Hollander (2005) stellt in seiner Studie jeweils zwei Busverbindungen gegenüber, von welchen jede in 5 verschiedenen Ausführungen genau einmal vorkommt. De Palma und Picard (2005) untersuchen das Routenwahlverhalten zwischen

einer Alternative mit sicherer Reisezeit und einer, für welche die Reisezeit in einem bestimmten Bereich (positiv sowie negativ) von diesem Mittelwert abweichen kann.

Bhat und Sardesai (2006) verwenden zur Darstellung der Verlässlichkeit zum einen die mittlere Reisezeit und zum anderen das Maximum, welches diese im schlechtesten Fall erreichen kann. Insbesondere für Pendler mit fixen Arbeitszeiten ist auch hier die Zahlungsbereitschaft für Reduzierung der verspäteten Ankunft grösser als jene für Reisezeitersparnisse. Brownstone und Small (2005) weisen darauf hin, dass aus SP-Daten errechnete Zahlungsbereitschaften aufgrund von Wahrnehmungsunterschieden bei den Befragten eventuell Verzerrungen aufweisen können. Carrion-Madera und Levinson (2010) führen eine Meta-Analyse vergleichbarer Studien zur Verlässlichkeit durch und zeigen, dass in diesen die Bandbreite der Bewertung der Verlässlichkeit gegenüber jener der reinen Reisezeit von 0.1 bis 1.5 reicht. Die Autoren führen diese grosse Bandbreite hauptsächlich auf Unterschiede in der Befragungsmethodik (RP vs. SP) und regionale Differenzen zurück.

Tseng *et al.* (2009) führen Tests der Verständlichkeit acht verschiedener Darstellungsformen durch. Bei Kriterien, welche einen direkten Einfluss auf die Qualität der Antworten in SP-Experimenten haben, schneidet ein Format am besten ab, in welchem den Befragten 5 mögliche Reisezeiten verbal (ohne Abbildung) aufgelistet werden. Dieses Format wird beispielsweise in Small *et al.* (1999) verwendet. Fosgerau *et al.* (2008) ist eine umfassende Studie zur Bewertung der Verlässlichkeit in Dänemark, welche unter anderem auch einen Vergleich verschiedener Modellierungsmethoden enthält.

Li *et al.* (2010) unterscheiden des Weiteren zwischen zwei Darstellungsformen der Verlässlichkeit in SP-Experimenten: zum einen (Typ 1) die Häufigkeit einer bestimmten Verspätungsdauer gegenüber einer mittleren Reisezeit, zum anderen (Typ 2) eine Reihe wiederholter Realisationen einer Alternative, für welche die übrigen Attribute gleich bleiben, die Reisezeit jedoch in einem bestimmten Bereich schwankt. Meist werden diese Experimente den Befragten mit der Anmerkung vorgelegt, die verschiedenen Reisezeiten würden so häufig wie angegeben, jedoch mit unbekannter Reihenfolge, auftreten.

Die Autoren gelangen zur Folgerung, dass die Darstellung der Reisezeitvariabilität, wie sie in Small *et al.* (1999) angewandt wurde, aus mehreren Gründen ideal ist: sie deckt die stochastische Verteilung der Reisezeit ab, indem für jede Alternative sequentiell mehrere Reisezeiten ausgewiesen werden; die verbale Beschreibung dieser Reisezeitschwankungen ist für die Befragten am besten verständlich (Tseng *et al.*, 2009); und die so erhobenen Daten erlauben die Schätzung der Entscheidungsmodelle sowohl mit dem *mean-variance* als auch mit dem *scheduling* Ansatz.

Li *et al.* (2010) argumentieren weiter, dass die Verwendung von RP-Daten parallel zu jenen, welche in einer SP-Befragung erhoben wurden, zwar wünschenswert, in den allermeisten Fällen jedoch schwierig ist, da zum einen Routenwahlentscheidungen in der Realität aus einem sehr grossen Pool von möglichen Alternativen getroffen werden, und zum anderen die Messung der Verlässlichkeit Schwierigkeiten darstellt. Möglich ist die Anwendung solcher Daten jedoch in Situationen, wo in einem Korridor bereits zwei gut voneinander separierbaren Alternativen bestehen, beispielsweise eine bemaute und eine nicht bemaute Strecke. Hier können dann die Reisezeiten über einen längeren Zeitraum beobachtet und Schlüsse über deren Verteilung gezogen werden.

Die Meta-Analyse zeigt, dass Modelle auf der Grundlage von Daten aus Befragungen des Typs 1 durchgehend tiefere sogenannte *reliability ratios*, welche durch das Verhältnis der Gewichtungsparemeter für Reisezeit und –variabilität gebildet werden, ergeben als beim Typ 2. Die Masszahl ist zum Vergleich verschiedener Studien besser geeignet als die Zahlungsbereitschaften, da sich bei letzteren Unklarheiten aufgrund verschiedener Währungen bzw. der Inflation über die Jahre ergeben können. Des Weiteren ist der *reliability ratio* für den ÖV generell höher liegt als für Fahrten mit dem PW.

In Hensher *et al.* (2009) wählen die Befragten zwischen drei Alternativen: der gewählten Route für einen berichteten, kürzlich durchgeführten Weg sowie zwei aus dem Versuchsplan zugespielte Alternativen. Hier wird die Verlässlichkeit durch mehrere Variablen dar-

gestellt: die Wahrscheinlichkeit einer verfrühten, einer genau pünktlichen und einer verspäteten Ankunft. Die hierbei angebotenen Verfrühungen und Verspätungen gehen ebenfalls aus dem Versuchsplan hervor. Die so erhobenen Daten erlauben die Schätzung der Entscheidungsmodelle sowohl mit dem *mean-variance* als auch mit dem *scheduling* Ansatz; des Weiteren schätzen die Autoren ein herkömmliches Multinomiales Logit Modell (MNL) sowie ein Mixed Logit Modell (MMNL) mit zufallsverteilten Parametern. Weitere Attribute, welche variiert werden, sind die Reisezeit (in drei Kategorien: ungehindert, stockend sowie im Stau stehend), laufende Kosten sowie Strassengebühren. Wo möglich, werden diese Attribute mittels eines sogenannten *pivot design* auf Grundlage der Werte des berichteten Weges berechnet.

Das MMNL ergibt für Pendler im *scheduling* Modell sehr signifikante Zahlungsbereitschaften für die Vermeidung einer verspäteten Ankunft. Die ebenfalls mit dem MMNL-Ansatz berechenbare Geschmacksheterogenität zeigt, dass die Befragten die Reisezeit zwar sehr unterschiedlich bewerten (hohe Varianz der Zahlungsbereitschaft), Verspätungen aber sehr ähnlich wahrgenommen werden (tiefere Varianz). Der aus dem *mean-variance* Modell berechnete Wert der Verlässlichkeit liegt zudem höher als der Zeitwert, woraus geschlossen werden kann, dass die Befragten mehr Wert auf verlässliche als auf kurze Reisezeiten legen.

Konsequenzen der so berechneten Zahlungsbereitschaften für die Verlässlichkeit sehen Li *et al.* (2009) auf drei Ebenen: bei der Kosten-Nutzen-Analyse von Verkehrsprojekten, wo die nicht-Berücksichtigung der entsprechenden Variablen zu signifikanten Wirtschaftlichkeitsverlusten führen kann; in Verkehrsmodellen, wo die Bestwagsuche bisher lediglich generalisierte Kosten auf Grundlage der Zeitwerte, jedoch nicht der Verlässlichkeit, berücksichtigt; sowie bei der Messung der Servicequalität bzw. der Verfügbarkeit von Informationen über die Verlässlichkeit für die Verkehrsteilnehmer und deren Einfluss auf die Reduktion von Verspätungen.

Hensher *et al.* (2009) weisen darauf hin, dass die Entscheider unwahrscheinliche Ausprägungen eines Attributs bei ihren Entscheidungen eher übergewichten, und den häufiger auftretenden Ausprägungen tendenziell eher untergeordnete Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die Autoren geben eine Übersicht über die Möglichkeiten der Berücksichtigung dieses Umstandes bei der Modellierung mittels verschiedener Gewichtungsformen der deterministischen Nutzenfunktionen basierend auf den Auftrittswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Ausprägungen. Diese Perspektive unterscheidet sich von jener in Small *et al.* (1999), wo für alle Ausprägungen inhärent die gleiche Auftrittswahrscheinlichkeit angenommen wird. Hensher *et al.* (2010) stellen ein Modell vor, welches dies sogenannte *probability weighting* berücksichtigt und zusätzlich die Schätzung nicht-linearer Nutzenfunktionen für die verschiedenen Einflussgrößen (und insbesondere für die Bewertung des Risikos) zulässt.

In der empirischen Analyse leiten die Autoren mittels der vorgestellten Methodik und unter der Anwendung eines MMNL eine einzelne Zahlungsbereitschaft ab, welche sie *reliability embedded value of travel time savings* (REVTTS) nennen, und für welche Dichtefunktionen angegeben werden können. Der Verzicht auf die separate Betrachtung der Zahlungsbereitschaften für Reisezeitreduktionen und erhöhte Verlässlichkeit, wie sie in früheren Studien Standard war, ist sehr innovativ, gleichzeitig erkennen die Autoren jedoch an, dass diese neue Betrachtungsweise kontroverse Diskussionen nach sich ziehen könnte. Der Ansatz erlaubt es, den Zeitwert in Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeit, rechtzeitig anzukommen, auszuweisen. Beträgt diese Wahrscheinlichkeit 100 Prozent, bzw. wird die Verlässlichkeit nicht betrachtet, ist dieser Wert der traditionellen Definition der Zeitwerte gleichzusetzen. Erhöhte Unsicherheit führt dann dazu, dass der Zeitwert um bis zu 30 Prozent ansteigt, was wiederum konsistent mit früheren Studien (z.B. Bates *et al.*, 2001) ist.

## 2.3 VSS Normen

Die VSS-Norm SN 641 825 "Bewertung und Abschätzung der Zuverlässigkeit" (VSS 2007) gehört zur Normengruppe "Kosten-Nutzenanalyse im Strassenverkehr" und beschreibt eine Methode zur Ermittlung der massnahmenbedingten Zuverlässigkeit und deren Bewertung. Die Anwendbarkeit ist auf homogene Hochleistungs- und Hauptverkehrsstrassenabschnitte beschränkt. Die Zuverlässigkeit wird als Zeitmenge verstanden, die ein Reisender früher oder später als erwartet am Ziel eintrifft. Es wird davon ausgegangen, dass die erwartete Fahrtzeit der durchschnittlichen Fahrtzeit entspricht und die Verfrühungen und Verspätungen den Verteilungen der tatsächlichen Fahrtzeiten um die durchschnittliche Fahrtzeit entsprechen. Zentrales Element der Methode ist, dass Wahrscheinlichkeiten für die mittleren Fahrtzeiten in Abhängigkeit der Verkehrsstärke, der signalisierten Höchstgeschwindigkeit, der Anzahl Fahrspuren in jeder Richtung und des Strassentyps verwendet werden.

Der monetäre Wert der gesamten Fahrtzeit inklusive der Zuverlässigkeit für ein homogenes Netzteil setzt sich aus den Zeitkosten gemäss SN 641 822 (VSS, 2007a) für die mittlere Fahrtzeit und den Zeitkosten für Verspätungen sowie jenen für Verfrühungen zusammen. Da im Rahmen der Erarbeitung der Norm für die Ermittlung der Zeitkosten für Verfrühungen und Verspätungen keine empirischen Studien durchgeführt werden konnten, wurden gestützt auf Angaben aus der Literatur die Zeitkosten für Verfrühungen mit 50%, jene für Verspätungen mit 150% der Zeitkosten für die mittlere Fahrtzeit eingesetzt.

## 2.4 Fazit Literaturanalyse

In der vorliegenden Forschungsarbeit wird die Bewertung der Verlässlichkeit nach dem Ansatz *scheduling under uncertainty* angestrebt, welcher separate Bewertungen der erwarteten (durch die gewählte Abfahrtszeit bzw. den Fahrplan bedingten) und unplanmässigen Verfrühungen und Verspätungen erlaubt. Das Design der Fragebögen und die Formulierung der Entscheidungsmodelle sind somit auf diesen Ansatz abgestimmt.

Des Weiteren wird die Erhebung einer ausreichend grossen Stichprobe angestrebt, wobei die Verteilung der Fahrtzwecke eine separate Schätzung ermöglichen soll. Auch soll der Einfluss der Reiseweite auf die Bewertung der Verlässlichkeit geschätzt werden. Es werden gemeinsame Routen- und Abfahrtszeitwahlmodelle geschätzt.

## 3 Befragungen zum Verkehrsverhalten

### 3.1 Befragungsansatz und Methodik

Die zur Modellierung des Verkehrsverhaltens im hier vorliegenden Kontext (Bewertung der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme) notwendigen Daten wurden mittels einer zweistufigen Online-Befragung erhoben. Das zweistufige Vorgehen hat sich in der Vergangenheit (z.B. im SVI-Projekt 2008/002 „Einfluss des Parkierungsangebots auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch“; Widmer *et al.*, 2013) zur Erhebung von Daten für die Untersuchung spezifischer Fragestellungen sehr gut bewährt. Neu ist hier die Durchführung der zweiten Stufe als Online-Befragung

Die Erhebung besteht aus einer Vorbefragung, in welcher die Teilnahmebereitschaft der Befragten sichergestellt und einige Daten zur Soziodemographie und zum Verkehrsverhalten erhoben werden, und einer zweiten Stufe, welche als SP-Befragung ausgelegt ist.

Die gesamte Befragung wurde in vier Wellen durchgeführt. Die erste dieser Wellen, mit ca. einem Fünftel der Befragten, wurde als Pretest auf Deutsch angelegt. Welle 2 und 3 erfolgten ebenfalls auf Deutsch. Die letzte Welle wurde auf Französisch mit Befragten aus der Westschweiz durchgeführt.

Die technische Umsetzung der Online-Erhebung wurde von den Befragungsinstituten Intervista AG (Bern) und sociotrend GmbH (Mannheim) durchgeführt.

### 3.2 Rekrutierung und RP-Befragung

Die Grundbevölkerung für die Rekrutierung der Befragungsteilnehmer ist das Online-Panel der Intervista AG. Dieses beinhaltet ein internes Bonuspunktesystem, über welches die Teilnahme an der kompletten Erhebung vergütet wurde. Zielpublikum sind erwachsene Personen (über 18 Jahre), welche in der letzten Zeit Wege über 3 km Länge mit dem Auto oder im öffentlichen Verkehr (ÖV) mit den Fahrtzwecken Arbeit, Ausbildung, Einkauf, Nutzfahrt (geschäftliche Fahrt) oder Freizeit zurückgelegt haben. Dem Fahrtzweck „Nutzfahrt“ sind hier alle beruflichen Fahrten zugeordnet, welche nicht zum festen Arbeitsort führen, also Wege zu Sitzungen, Besprechungen, Veranstaltungen etc.

Die Befragung bezieht sich auf alle Wochentage, daher beziehen sich die Daten auf den Tagesverkehr. Die erste Stufe der Befragung besteht aus der Ermittlung der Teilnahmebereitschaft und dem Ausfüllen einer *Revealed Preference* (RP) Befragung zum aktuellen Verkehrsverhalten. Die dazugehörigen Online-Fragebögen sind im Anhang 1.1.1 ersichtlich.

Es wurden insgesamt 5'756 Mitglieder des Panels (per Priorität von Intervista) zur Teilnahme an der Befragung eingeladen, von welchen sich 2'243 (39%) zur Teilnahme bereit erklärten. 182 dieser Personen mussten aufgrund nicht passenden Mobilitätsverhaltens aus der Stichprobe entfernt werden, so dass 2'061 Befragte den ersten Teil der Erhebung vollständig ausfüllen konnten. Dies entspricht einer Rekrutierungsrate von knapp 36%. Die Aufteilung auf die einzelnen Wellen ist in *Abb. 3-1* dargestellt.

**Abb. 3-1** Anzahl Teilnehmer an der RP-Befragung

Welle	Eingeladen	Komplett ausgefüllt	Anteil [%]
1	1'262	424	33.6
2	1'476	528	35.8
3	1'839	664	36.1
4	1'179	445	37.7
Gesamt	5'756	2'061	35.8

Neben einigen soziodemographischen Eigenschaften wurde für jeden Teilnehmer ein Weg erhoben, welcher in den letzten Tagen oder Wochen zurückgelegt wurde. Hierbei wurde die Reihenfolge der abgefragten Fahrtzwecke so gesteuert, dass eine genügend grosse Stichprobe für jeden Fahrtzweck vorliegt, die Verteilung der Zwecke in der Stichprobe aber in ihrer Struktur realistisch bleibt.

Zum erhobenen Weg wurden folgende Informationen aufgezeichnet:

- Verkehrsmittel;
- Startort (genaue Adresse oder Name des Orts);
- Zielort (genaue Adresse oder Name des Orts);
- Abfahrtszeit am Startort;
- ideale (gewünschte) Ankunftszeit am Zielort;
- tatsächliche Ankunftszeit am Zielort;
- akzeptable (gerade noch in Kauf genommene) Verspätung bei der Ankunft.

### 3.3 Ermittlung der Wegealternativen

Die erhobenen RP-Daten wurden von Intervista zur Aufbereitung an die Forschungsstelle geschickt. Hier wurden zunächst anhand der erhobenen Informationen für jeden berichteten Weg (mittels Recherche in Google Maps) die Eigenschaften für den MIV (Distanz, Reisezeit) und den ÖV (Reisezeit, Zu- und Abgangszeit von und zu den Haltestellen, Anzahl Umsteigevorgänge, Takt) ermittelt.

Beim Routing der MIV-Alternative wurde von den von Google Maps vorgeschlagenen Routen grundsätzlich diejenige mit der kürzesten Reisezeit gewählt. Die Reisezeit bei der aktuellen Verkehrslage wurde, falls angegeben, nicht berücksichtigt. Bei Routen mit identischer Reisezeit wurde diejenige mit der kürzeren Distanz gewählt.

Beim Routing des ÖV wurde von der idealen Ankunftszeit am Zielort ausgegangen (Funktion in Google Maps "Ankunft bis"). Für diese wurde jene Verbindung gewählt, welche die folgenden Bedingungen (in absteigender Priorität) am besten erfüllte:

- kürzeste Reisezeit;
- späteste Abfahrtszeit am Startort;
- Ankunft am nächsten zur idealen Ankunftszeit;
- möglichst wenige Umsteigevorgänge;
- möglichst kurze Zu- und Abgangszeiten

Der Takt wurde mit Hilfe der von Google Maps alternativ vorgeschlagenen Routen angenähert, indem die Anzahl sinnvoller Verbindungen bestimmt wurde. Eine Verbindung wurde dann als sinnvoll erachtet, wenn sie folgende Bedingungen (in absteigender Priorität) erfüllte:

- Ankunftszeit maximal 30 Minuten vor der idealen Ankunftszeit;
- Unterwegszeit (Zeit vom Verlassen des Startorts bis zur Ankunft am Zielort) maximal 1/3 länger als die Unterwegszeit der bestmöglichen Verbindung;
- mehr Umsteigevorgänge als bei der bestmöglichen Verbindung nur möglich, wenn 1/3 oder 20 Minuten kürzere Reisezeit als bei der bestmöglichen Verbindung.

Für die Verbindungen zwischen den grösseren Städten der Schweiz wurde der Takt vorgängig anhand des SBB-Fahrplans ermittelt und anstelle der Angaben aus Google Maps verwendet.

Bei den Fahrtkosten wurden nur die variablen Anteile berücksichtigt und anhand der Distanz des Weges berechnet: im MIV mit einem mittleren Treibstoffverbrauch von 8 l/100km und einem Benzinpreis von 1.75 CHF/l; im ÖV mit einem Preis pro km in Abhängigkeit des ÖV-Abonnements, welches der Befragte besitzt.

Während des Routings mussten aufgrund unzureichender Wegeinformationen (Ortsnamen wie „Büro“ oder „zu Hause“, welche nicht eindeutig zugeordnet werden können) oder ungeeigneten Strukturen (Rundwege mit identischem Start- und Zielort, zu kurze Wege) insgesamt (über alle Wellen) weitere 202 Befragte aus der Stichprobe entfernt werden. Für die SP-Befragung verbleibt demnach eine Grundgesamtheit von 1'859 Personen.

Die in der RP-Befragung erhobenen Daten und die zugespielten Informationen wurden in einem zweiten Schritt zur Konstruktion der SP-Experimente verwendet. Eine entsprechend zusammengestellte Datei mit allen notwendigen Variablen und Ausprägungen wurde dann an sociotrend versandt und in eine Online-Datenbank eingelesen. Die Befragten erhielten dann die Einladung zur Teilnahme am SP-Teil wiederum per Priorität zugestellt. Die resultierende Datenbank wurde dann erneut von sociotrend an die Forschungsstelle zurückgeschickt und dort weiter aufbereitet und analysiert.

Der Aufbau der SP-Befragung wird im folgenden Abschnitt detailliert beschrieben.

## 3.4 SP-Befragung

### 3.4.1 Methodik

Bei einer SP-Befragung (hier als *Stated Choice* oder SC-Experimente mit fest vorgegebenen und durch ihre Attribute charakterisierten Alternativen formuliert; die Begriffe SP und SC werden hier als Synonyme verwendet) werden den Befragten wiederholt Variationen derselben Situation vorgelegt, in welchen sie sich jeweils für eine der angebotenen Alternativen entscheiden müssen. Im vorliegenden Fall mussten die Befragten in jeweils 6 Entscheidungssituationen zwischen den Eigenschaften von zwei Verkehrsmitteln (MIV oder ÖV) oder zwei Routen (MIV) oder Verbindungen (ÖV) abwägen.

Die detaillierte Erhebung der Daten in der RP-Erhebung ermöglicht die Erstellung personalisierter SP-Experimente. Dies hat den Vorteil, dass der Befragte seine persönliche Situation wiedererkennt und sich besser in diese hineinversetzen kann. So entstehen realistischere Entscheidungen, als dies bei rein hypothetischen Szenarien bzw. künstlich konstruierten Entscheidungssituationen der Fall wäre.

Die Personalisierung der Experimente bezieht sich auf die Eigenschaften (Fahrzeit, Kosten etc.) des erhobenen Wegs und die vorhandenen und den Befragten in der SP-Erhebung vorgelegten Entscheidungssituationen bzw. die dort zu wählenden Alternativen (z.B. macht die wiederholte Anzeige einer MIV-Alternative für Personen, welche keinen PW zur Verfügung haben und diese Alternative somit nie wählen können, keinen Sinn). Beispiele für die Darstellung der verschiedenen Experimente finden sich im Anhang unter 1.1.2.

Ein Spezialfall sind hier ÖV-Wege, bei welchen zwischen städtischem ÖV und dem Schienenverkehr umgestiegen wird; diese Umsteigevorgänge werden bei der Ermittlung der Verlässlichkeit separat behandelt und erfordern daher einen zusätzlichen Fragebogentyp (diese Differenzierung wird in der Folge als „einfach“ vs. „komplex“ bezeichnet).

Insgesamt ergeben sich aus den möglichen Zusammensetzungen der Eigenschaften der Befragten und deren Wege 5 verschiedene Kombinationen von SP-Fragebögen. Die einzelnen Komponenten sind hierbei:

- Verkehrsmittelwahl (SP 1);
- Routenwahl MIV (SP 2);
- Verbindungswahl ÖV, „einfach“ (SP 3);
- Verbindungswahl ÖV, „komplex“ (SP 4).

Diese wurden den Befragten nach dem in *Abb. 3-2* gezeigten Schlüssel zugeteilt.

**Abb. 3-2** Zuteilung der SP-Fragebögen

Berichtetes Verkehrsmittel	Vorhandene Alternative	1. SP-Experiment	2. SP-Experiment
MIV	ÖV	Verkehrsmittelwahl MIV / ÖV (SP 1)	Routenwahl MIV (SP 2)
ÖV ohne Umstieg städtisch / Bahn	MIV	Verkehrsmittelwahl MIV / ÖV (SP 1)	Verbindungswahl ÖV „einfach“ (SP 3)
ÖV ohne Umstieg städtisch / Bahn	keine	Verbindungswahl ÖV „einfach“ (SP 3)	
ÖV mit Umstieg städtisch / Bahn	MIV	Verkehrsmittelwahl MIV / ÖV (SP 1)	Verbindungswahl ÖV „komplex“
ÖV mit Umstieg städtisch / Bahn	keine	Verbindungswahl ÖV „komplex“ (SP 4)	

### 3.4.2 Versuchspläne

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

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

*Abb. 3-3* zeigt die Attribute, welche zur Beschreibung der Verkehrsmittelalternativen in SP 1 verwendet werden, und die möglichen Ausprägungen, mit welchen die Variablen variiert werden können.

Im MIV wurde in den Verkehrsmittelwahlexperimenten die planmäßige Ankunftszeit (also die Zeit, zu der ohne unvorhergesehene Verzögerung der Zielort erreicht wird) nicht variiert; es wird also hier zunächst davon ausgegangen, dass die Abfahrtszeit so gesteuert wird, dass die planmäßige der gewünschten Ankunftszeit entspricht. Im ÖV hingegen wird die planmäßige Ankunftszeit durch den Fahrplan vorgegeben, welcher nicht durch den Befragten beeinflusst werden kann und somit von Situation zu Situation unterschiedlich sein kann. Im ÖV wurde die Zu- und Abgangszeit eingeblendet, um eine möglichst realistische Abbildung der Situation zu erhalten; da die Attribute aber bereits an der

Grenze der bei einem solchen Experiment erfassten Anzahl lagen, wurde die Fusswegzeit zur bzw. von der Haltestelle konstant gehalten.

Die Attribute wurden 6 Mal (mit verschiedenen Werte aus dem Versuchsplan) variiert und den Befragten dann als Entscheidungssituationen vorgelegt, die dann wie in *Abb. 3-4* dargestellt aussehen.

**Abb. 3-3 Versuchsplan SP 1 (Verkehrsmittelwahl)**

Alternative	Attribut	Ausprägungen
MIV	planmässige Ankunftszeit	in RP angegebene ideale Ankunftszeit
	Reisezeit	erhobene -10%, +10%, +20%
	Abfahrtszeit	Ankunftszeit – Reisezeit
	Stauwahrscheinlichkeit	10%, 20%, 30%
	mittlere Staudauer	50%, 100%, 150% der angegebenen Toleranz
	Fahrtkosten	berechnete -20%, -10%, +20%
ÖV	planmässige Ankunftszeit	ideale Ankunftszeit +/-0%, +/-50%, +/-100% des Takts
	Beförderungszeit	erhobene -20%, -10%, +20%
	Zu- und Abgangszeit	konstant
	Abfahrtszeit	Ankunftszeit – Reisezeit
	Verspätungswahrscheinlichkeit	10%, 20%, 30%
	mittlere Verspätungsdauer	50%, 100%, 150% der angegebenen Toleranz
	Fahrtkosten	berechnete -20%, +10%, +20%
	Anzahl Umsteigevorgänge	erhobene -1, +/-0, +1

Auto		Öffentlicher Verkehr	
Startzeit	8:00 Uhr	Startzeit	8:00 Uhr
Fahrtzeit ohne Stau	20 Minuten	Fusswege (zu / von Haltestellen) insgesamt	3 Minuten
Ankunftszeit	8:20 Uhr	Fahrtzeit	15 Minuten
Stauwahrscheinlichkeit	10 %	Ankunftszeit	8:18 Uhr
Mittlere Zeit im Stau	10 Minuten	Verspätungswahrscheinlichkeit	20 %
Fahrtkosten	3.00 CHF	Mittlere Verspätungsdauer	5 Minuten
		Umsteigen	0 Mal
		Fahrtkosten	4.00 CHF

← Ihre Wahl →

**Abb. 3-4 Beispiel SP 1**

Die Ausprägungen der Attribute, welche für die Darstellung der Routenwahlsituationen im MIV (SP 2) verwendet wurden, zeigt *Abb. 3-5*, deren Darstellung für die Befragten *Abb. 3-6*. Hier muss sich der Befragte also jeweils (neben der reinen Fahrtzeit und –kosten) zwischen zwei Verteilungen von Abweichungen zur planmässigen Ankunftszeit (welche selber unterschiedlich stark von der gewünschten bzw. idealen Ankunftszeit abweicht) entscheiden, welche durch unterschiedliche Verfrühungs- und Verspätungswahrscheinlichkeiten sowie deren einzelnen Werte charakterisiert sind. Diese Darstellung ermöglicht die separate Bewertung der *planmässigen* Verfrühung bzw. Verspätung (Abweichung der Soll- zur idealen Ankunftszeit) und der *unplanmässigen* Verfrühung bzw. Ver-

spätung (durch die Verteilung gegeben), welche die eigentliche *Verlässlichkeit* des Verkehrssystems wiedergibt.

Es ist anzumerken, dass diese Darstellungsform in der Literatur vielfach empfohlen wird, in der Schweiz aber hier zum ersten Mal zum Einsatz gekommen ist und somit einen stark experimentellen Charakter aufweist. Meist wird sie bei ÖV-Fragestellungen verwendet; es wurde aber hier bewusst entschieden, die Darstellung auch für den MIV zu verwenden, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse anzustreben. Während die fixen (und – im Gegensatz zum Verkehrsmittelwahlexperiment – von der idealen Ankunftszeit abweichenden) Ankunftszeiten für MIV-Wege zunächst abstrakt wirken mögen, so sind diese im Kontext von zeitlich gestaffelten Strassennutzungskosten durchaus realistisch. Wie die späteren Ergebnisse und deren Plausibilisierung zeigen werden, hat sich das Experiment auch in der Praxis sehr gut bewährt.

**Abb. 3-5** Versuchsplan SP 2 (MIV-Routenwahl)

Alternative	Attribut	Ausprägungen
Route 1 / 2	planmässige Ankunftszeit	ideale +/-0%, +/-50%, +/-100% der angegebenen Toleranz
	Reisezeit	erhobene -10%, +10%, +20%
	Abfahrtszeit	Ankunftszeit – Reisezeit
	Abweichung 1	-50%, -20% der angegebenen Toleranz
	Abweichung 2	-20%, +/-0% der angegebenen Toleranz
	Abweichung 3	+/-0%, +50% der angegebenen Toleranz
	Abweichung 4	+50%, +100% der angegebenen Toleranz
	Abweichung 5	+100%, +150% der angegebenen Toleranz
	Fahrtkosten	berechnete -20%, -10%, +20%

	Route 1	Route 2
Startzeit	08:00 Uhr	07:50 Uhr
Fahrtzeit	20 Minuten	25 Minuten
Ankunftszeit	08:20 Uhr	08:15 Uhr
Sie haben die gleiche Chance, zu einem der folgenden Zeitpunkte anzukommen:	10 Minuten früher	10 Minuten früher
	5 Minuten früher	pünktlich
	pünktlich	5 Minuten später
	5 Minuten später	5 Minuten später
	10 Minuten später	5 Minuten später
	Fahrtkosten	3.00 CHF
Ihre Wahl: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		

**Abb. 3-6** Beispiel SP 2

Analog zum MIV wurde auch im ÖV ein Experiment zur Routen- bzw. Verbindungswahl angeboten. Dessen Attribute und Ausprägungen zeigt *Abb. 3-7*. Im Gegensatz zum MIV werden im ÖV bei den gezeigten Verteilungen keine Verfrühungen gegenüber der planmässigen Ankunftszeit angeboten, da der ÖV fahrplanmässig verkehrt und frühestens zur geplanten Ankunftszeit am Zielort sein kann.

SP 3 und 4 unterscheiden sich nur durch die zusätzliche Variable „Risiko, den Anschluss zu verpassen“ voneinander. In *Abb. 3-8* ist ein Beispiel für SP 4, also die „komplexe“ Version mit dieser Variable, gezeigt. Zusätzlich zur Verteilung der Ankünfte des Hauptverkehrsmittels muss also hier die Wahrscheinlichkeit, dieses zu verpassen (und entsprechend dem Takt auf die nächste Verbindung ausweichen zu müssen) in Betracht gezogen werden. Der Takt wird für die Berechnung der Startzeit bei Verbindung 2 (= Startzeit Verbindung 1 plus Takt).

**Abb. 3-7** Versuchsplan SP 3 / 4 (ÖV-Verbindungswahl)

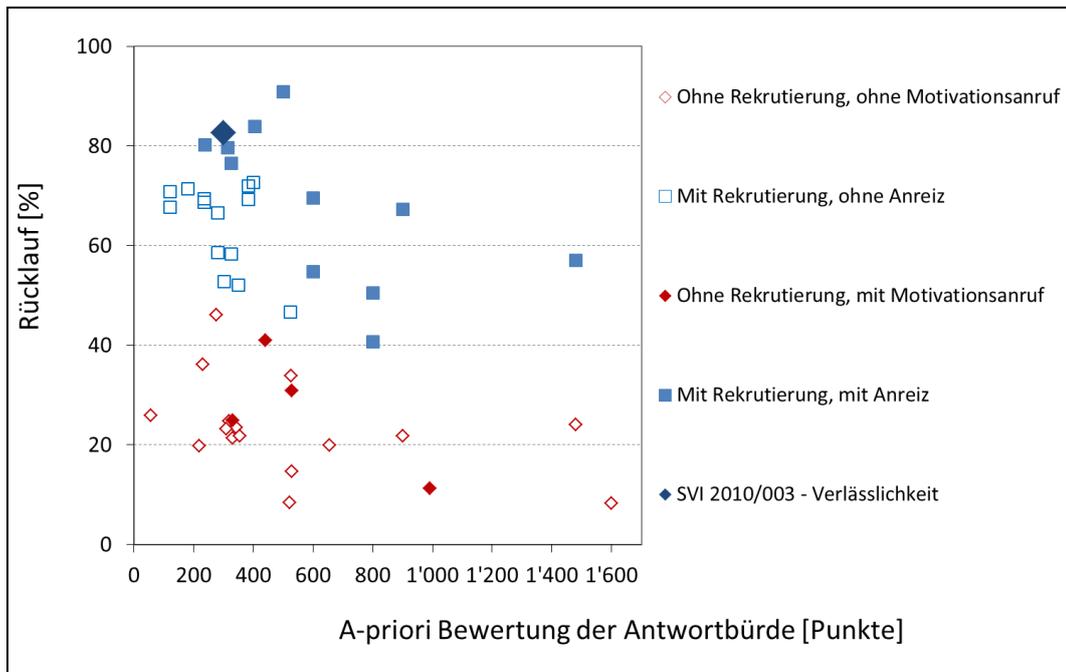
Alternative	Attribut	Ausprägungen
Verb. 1 / 2	Takt	Erhobener +/-0%, -50%, +50%
	planmässige Ankunftszeit	ideale +/-0%, +/-50%, +/-100% der angegebenen Toleranz
	Beförderungszeit	erhobene -10%, +10%, +20%
	Zu- und Abgangszeit	konstant
	Abfahrtszeit	Ankunftszeit – Reisezeit
	Abweichung 1	+/-0% der angegebenen Toleranz
	Abweichung 2	+/-0%, +50% der angegebenen Toleranz
	Abweichung 3	+50%, +100% der angegebenen Toleranz
	Abweichung 4	+100%, +125% der angegebenen Toleranz
	Abweichung 5	+125%, +150% der angegebenen Toleranz
	Fahrtkosten	berechnete -20%, -10%, +20%
	Anzahl Umsteigevorgänge	erhobene -1, +/-0, +1
	Risiko, Anschluss zu verpassen	10%, 20%, 30% (nur in SP 4)

	Verbindung 1	Verbindung 2
Startzeit	08:00 Uhr	08:15 Uhr
Fusswege (zu und von der Haltestelle) insgesamt	5 Minuten	5 Minuten
Fahrtzeit	20 Minuten	25 Minuten
Ankunftszeit	08:25 Uhr	08:45 Uhr
Sie haben die gleiche Chance, zu einem der folgenden Zeitpunkte anzukommen:	pünktlich	pünktlich
	5 Minuten später	pünktlich
	5 Minuten später	5 Minuten später
	10 Minuten später	5 Minuten später
	10 Minuten später	10 Minuten später
Umsteigen	2 Mal	1 Mal
Risiko, den Zug zu verpassen (wegen Verspätung des Trams oder Busses)	20 %	5 %
Fahrtkosten	6.00 CHF	4.00 CHF
<b>Ihre Wahl:</b>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Abb. 3-8** Beispiel SP 4

### 3.4.3 Rücklauf

Von den 1'859 verschickten SP-Fragebögen wurden 1'536 komplett ausgefüllt, was einer im Kontext vergleichbarer Erhebungen guten Rücklaufquote von 82.6% entspricht. Abb. 3-9 zeigt den Vergleich nach der Punkteskala, die in Axhausen und Weis (2010) beschrieben ist. Hier wird die Antwortbürde berechnet als Summe der Schwierigkeiten der einzelnen Fragen im gesamten Fragebogen, und dem Rücklauf gegenübergestellt, welcher mit steigender Punktezahl ungefähr linear abfällt. Die hier vorliegende Befragung ist in den Kontext der Befragungen mit Rekrutierung und Anreizzahlung eingebettet und scheidet in deren Vergleich gut ab.



**Abb. 3-9** Rücklauf im Kontext vergleichbarer Erhebungen

Abb. 3-10 zeigt den Rücklauf nach Befragungswelle. Hier ist ersichtlich, dass der Rücklauf in der 4. Welle am tiefsten liegt. Auch dies ist nicht weiter erstaunlich, da der Rücklauf vergleichbarer Befragungen im französischsprachigen Teil der Schweiz erfahrungsgemäss tiefer liegt.

Das erklärte Ziel waren insgesamt 1'500 Befragte in der SP-Erhebung; dieses Ziel wurde also genau erreicht.

**Abb. 3-10** Rücklauf der SP-Befragung

Welle	Verschickt	Komplett ausgefüllt	Rücklauf [%]
1	366	326	89.1
2	485	431	88.9
3	612	484	79.1
4	396	295	74.5
Gesamt	1'859	1'536	82.6

Das vorliegende Projekt ist die erste gross angelegte SP-Befragung in der Schweiz, welche rein online durchgeführt wurde. Entscheidende Vorteile dieses Vorgehens sind die bereits aufbereiteten Daten (diese müssen nicht mehr manuell eingegeben oder eingescannt werden), der etwas erhöhte Rücklauf sowie die Geschwindigkeit des Rücklaufs. Wie Abb. 3-11 zeigt, innerhalb eines Tages nach dem Versand der Links bereits 40% der Fragebögen ausgefüllt. Nach dem Ablauf des zweiten Tages wurde (wiederum per Priori-

tät) eine Erinnerung an jene Befragte verschickt, welche noch nicht geantwortet hatten. Dies führte nochmals zu einem Anstieg des Rücklaufs, und nach 5 Tagen war praktisch der gesamte Rücklauf erreicht. Im Vergleich zu einem Papierfragebogen, bei welchem die Fragebögen manchmal erst nach 3 Wochen zurückkommen und dann noch eingegeben werden müssen (bei ca. 400 Fragebögen pro Welle ein beträchtlicher Aufwand) ist dies ein enormer Gewinn.

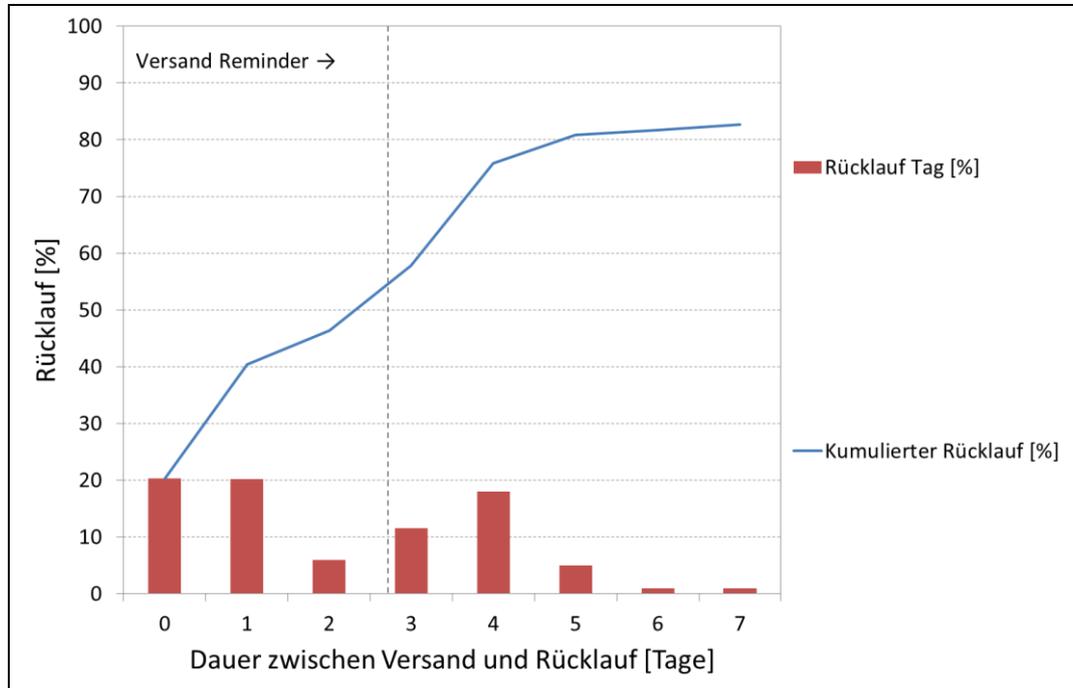


Abb. 3-11 Rücklaufgeschwindigkeit der SP-Befragung

### 3.4.4 Stichprobengrösse

Der Rücklauf wurde aufbereitet und zu einem Gesamtdatensatz zusammengeführt, welcher alle für die Modellschätzungen relevanten Beobachtungen (RP und SP) sowie deren Attribute enthält. Abb. 3-12 zeigt die Zusammensetzung dieses Datensatzes aus 1'859 RP- und 17'148 SP-Beobachtungen (total 19'007 Datenpunkte). Diese Daten werden bei der anschliessenden Modellierung gemeinsam verwendet und stellen eine robuste Grundlage für die angestrebten detaillierten und differenzierten Modellschätzungen dar.

Abb. 3-12 Stichprobengrösse

Datentyp	Befragte	Beobachtungen
RP – Verkehrsmittelwahl	1'859	1'859
SP 1 – Verkehrsmittelwahl	1'322	7'932
SP 2 – Routenwahl MIV	800	4'800
SP 3 – Verbindungswahl ÖV „einfach“	401	2'406
SP 4 – Verbindungswahl ÖV „komplex“	335	2'010
(Gesamt Routen-/Verbindungswahl)	(1'536)	(9'216)
Gesamt		19'007

## 4 Deskriptive Analyse der Befragungsdaten

In diesem Kapitel wird der erhobene Datensatz einer deskriptiven Analyse unterzogen. Wo möglich, werden die dabei ermittelten Verteilungen und Mittelwerte jeweils mit den entsprechenden Tageswerten (DTV) aus dem MZMV 2010 verglichen. Eine bestmöglich repräsentative Verteilung der einzelnen Merkmale wurde hier natürlich angestrebt, wurde jedoch (wie erwartet) nicht überall erreicht. Diese Verzerrung wird aber durch die Berücksichtigung der entsprechenden Variablen in den Entscheidungsmodellen und die Umgewichtung der Ergebnisse auf den MZMV 2010 korrigiert.

### 4.1 Soziodemographische Eigenschaften der Befragten

*Abb. 4-1* zeigt die Übersicht der Verteilungen der wichtigsten soziodemographischen Merkmale der Stichprobe. Dargestellt ist jeweils die Verteilung in der RP-Stichprobe (1'859 Befragte), jene in der SP-Stichprobe (1'536 Befragte) und jene im MZMV 2010 (55'060 Personen über 18 Jahre, auf repräsentative Verteilung gewichtet).

Die wichtigsten Variablen werden in den folgenden Unterabschnitten detailliert dargestellt und kurz diskutiert. Verzerrungen der soziodemographischen Eigenschaften gegenüber der Struktur des MZMV 2010 sind bei Verkehrsbefragungen nicht zu vermeiden, da diese gewisse Personen (insbesondere ÖV-affine) stärker ansprechen. Durch den Einbezug der relevanten Variablen (also beispielsweise Alter, Einkommen, Abonnementsbesitz etc.) in den später zu schätzenden Entscheidungsmodellen werden diese Verzerrungen jedoch ausgeglichen, bzw. die Effekte der entsprechenden Variablen auf die Entscheidungen separat von jenen der Attribute der Alternativen berechnet. Dieser Schritt führt dann dazu, dass die spätere Umgewichtung der relevanten Kennzahlen unverzerrte Zahlen für die Gesamtbevölkerung ergibt.

**Abb. 4-1** Übersichtstabelle Soziodemographie

Attribut	Ausprägung	Anteil [%]		
		RP	SP	MZMV
Alter	18 – 25	7.1	6.8	12.0
	26 – 35	13.8	14.3	16.0
	36 – 45	18.8	19.0	19.8
	46 – 55	20.9	20.9	18.4
	56 – 65	19.3	18.8	14.5
	66 – 80	19.7	19.9	14.5
	> 80	0.4	0.3	4.9
Geschlecht	männlich	51.5	51.9	48.6
	weiblich	48.5	48.1	51.4
Haushaltsgrösse	1	21.9	22.0	17.7
	2	42.9	43.3	38.1
	3	12.8	12.5	16.8
	4	15.3	15.0	18.4
	> 4	7.1	7.2	9.0
Haushaltseinkommen [CHF/Monat]	< 3'000	2.9	3.0	10.5
	3'000 – 4'500	8.6	7.9	13.3
	4'500 – 6'000	15.5	15.9	17.0
	6'000 – 9'000	29.0	29.8	27.3
	9'000 – 12'000	23.6	23.2	17.6
	> 12'000	20.4	20.2	14.5
Schulbildung	Primarschule	0.6	0.7	1.4
	Sekundar-, Real-, Bezirksschule	2.6	2.5	14.3
	Berufsschule	30.0	29.2	48.6
	Mittelschule, Gymnasium, Seminar	11.8	11.4	8.2
	Fachhochschule, HWW, Technikum	27.0	28.2	15.0
	Univ., Hochschule, ETH, Polytechnikum	28.0	28.1	12.4
Nationalität	Schweizer	94.2	94.5	68.8
	Ausländer	5.8	5.5	31.2
Führerausweis	ja	89.2	89.3	80.8
	nein	10.8	10.7	19.2
PW-Verfügbarkeit	immer	64.8	64.2	63.2
	gelegentlich / nach Absprache	21.4	21.9	13.3
	nie	13.8	13.9	23.6
ÖV-Abo	GA 1. Klasse	5.4	5.2	1.6
	GA 2. Klasse	21.4	22.0	8.0
	Halbtax	59.2	58.7	38.5
	Gleis 7	1.6	1.4	6.6
	Verbundabo	14.7	15.9	13.2
	Streckenabo	7.0	7.4	4.2
	Sonstiges	6.4	6.2	2.1
	Keines	7.6	7.6	44.2

### 4.1.1 Alter

Abb. 4-2 zeigt den Vergleich der Altersverteilungen in den drei Stichproben. Hier wurde zum Vergleich nur die Stichprobe der über 18-jährigen Personen aus dem MZVM 2010 herangezogen, da nur diese als Entscheidungsträger in der vorliegenden Befragung vertreten sind. Die repräsentative Verteilung ist hier recht gut erreicht; nur die jüngste und älteste Alterskohorte sind untervertreten. Dieser Effekt ist bei der jüngsten Kohorte aber, wahrscheinlich auch dank des Befragungsmediums Internet, deutlich geringer als in früheren vergleichbaren Studien.

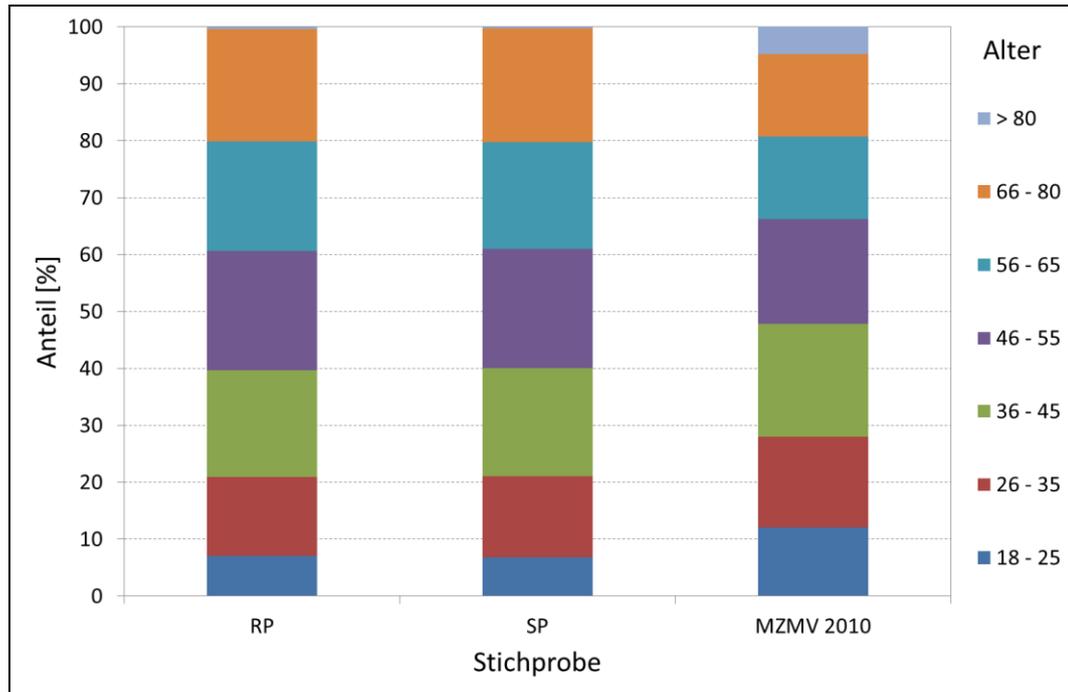


Abb. 4-2 Verteilung des Alters

### 4.1.2 Geschlecht

Beim Geschlecht gibt es keine sichtbare Verzerrung der Stichprobenverteilung, wie Abb. 4-3 zeigt. Männer und Frauen sind je zu ca. 50% in der Stichprobe vertreten.

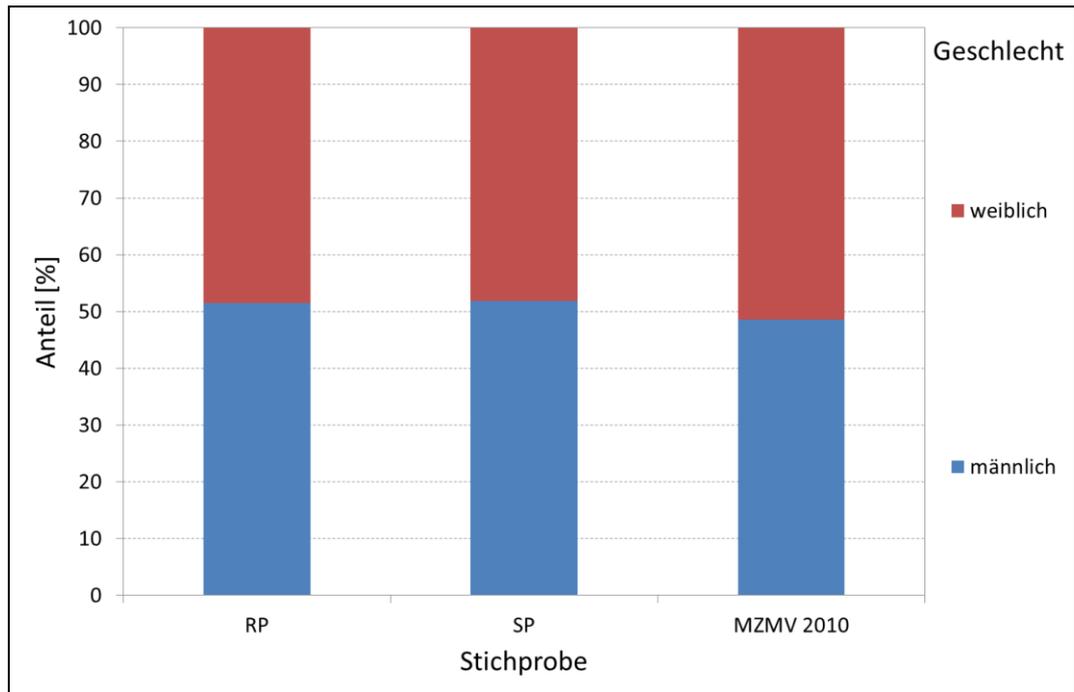


Abb. 4-3 Verteilung des Geschlechts

#### 4.1.3 Haushaltgröße

Die Verteilung der Haushaltgröße in der Stichprobe und deren Vergleich mit dem MZMV 2010 ist in Abb. 4-4 dargestellt. Hier ist eine leichte Übergewichtung von Personen aus Ein- und Zweipersonenhaushalten zu sehen.

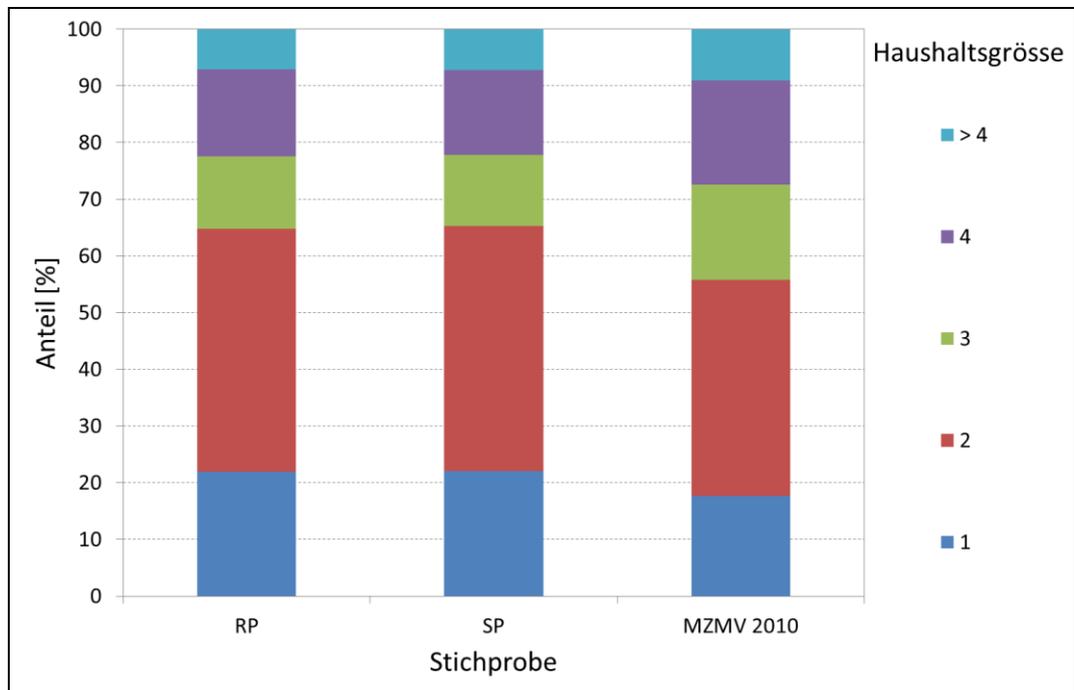


Abb. 4-4 Verteilung der Haushaltgröße

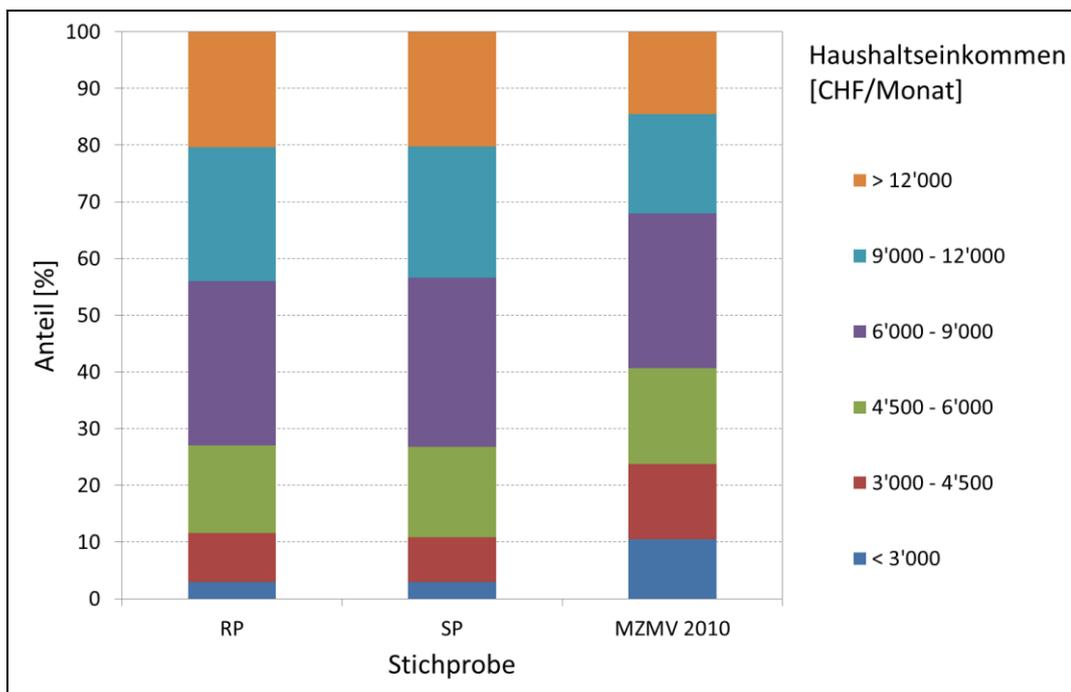
#### 4.1.4 Haushaltseinkommen

Eine recht starke Verzerrung gegenüber der repräsentativen Stichprobe ergibt sich beim Haushaltseinkommen, wie aus *Abb. 4-5* ersichtlich ist.

Hier sind Personen aus Haushalten mit einem monatlichen Einkommen von unter 6'000 CHF stark unterrepräsentiert.

Diese Verzerrung wird bei der Schätzung der Entscheidungsmodelle durch den Einbezug eines Interaktionsterms zwischen dem Einkommen und den Kosten der Fahrt korrigiert (da die Einkommensstärke erwiesenermassen einen direkten Einfluss auf die Kostensensitivität einer Person hat). Diese Interaktion bildet die unterschiedliche Kostensensitivität der Personen in Abhängigkeit von deren wirtschaftlicher Situation ab. Diese Sensitivität beeinflusst direkt auch die als Kenngrösse wichtigen Zahlungsbereitschaften (z.B. für Fahrzeitreduktionen, aber auch für die Erhöhung der Verlässlichkeit). Dadurch, dass diese Grössen in einem weiteren Schritt wiederum auf die Stichprobe des MZMV 2010 umgewichtet werden, wird die Verzerrung in der Befragungsstichprobe aufgehoben.

Der Einbezug solcher Interaktionsterme macht die Modellschätzung komplexer und rechenaufwändiger, ist aber bei wichtigen und stark verzerrten soziodemographischen Eigenschaften notwendig und hat sich in der Vergangenheit auch bewährt und als relevant für die Abbildung der korrekten Kennwerte herausgestellt.



**Abb. 4-5** Verteilung des Haushaltseinkommens

#### 4.1.5 Mobilitätswerkzeuge

Beim Mobilitätswerkzeugbesitz (Verfügbarkeit eines PW bzw. Besitz eines ÖV-Abonnements) zeigt sich ebenfalls ein von den tatsächlichen Verhältnissen recht stark abweichendes Bild, wie *Abb. 4-6* und *Abb. 4-7* zeigen.

Traditionell sind bei Verkehrsbefragungen die Anteile hoch mobiler Personen, welche sich eher für verkehrspolitische Fragestellungen interessieren (da sie davon direkter betroffen sind) erhöht. Hier wird dies noch durch den Umstand verstärkt, dass ein Teil der Mitglieder des Intervista-Panels über die Website der SBB rekrutiert werden und somit der Anteil ÖV-affiner Personen in der Stichprobe erhöht wird. Dies zeigt sich an den sehr hohen Anteilen von GA- und Halbtax-Abonnements (*Abb. 4-7*). Zusätzlich korreliert das

Einkommen der Befragten (s.o.) mit deren PW-Besitz, was eine zusätzliche Erklärung für dessen hohen Wert (Abb. 4-6) liefert.

Wie alle übrigen soziodemographischen Eigenschaften werden auch die Mobilitätswerkzeuge bei der Schätzung der Entscheidungsmodelle mit einbezogen, wodurch die Effekte der Verzerrung isoliert werden können.

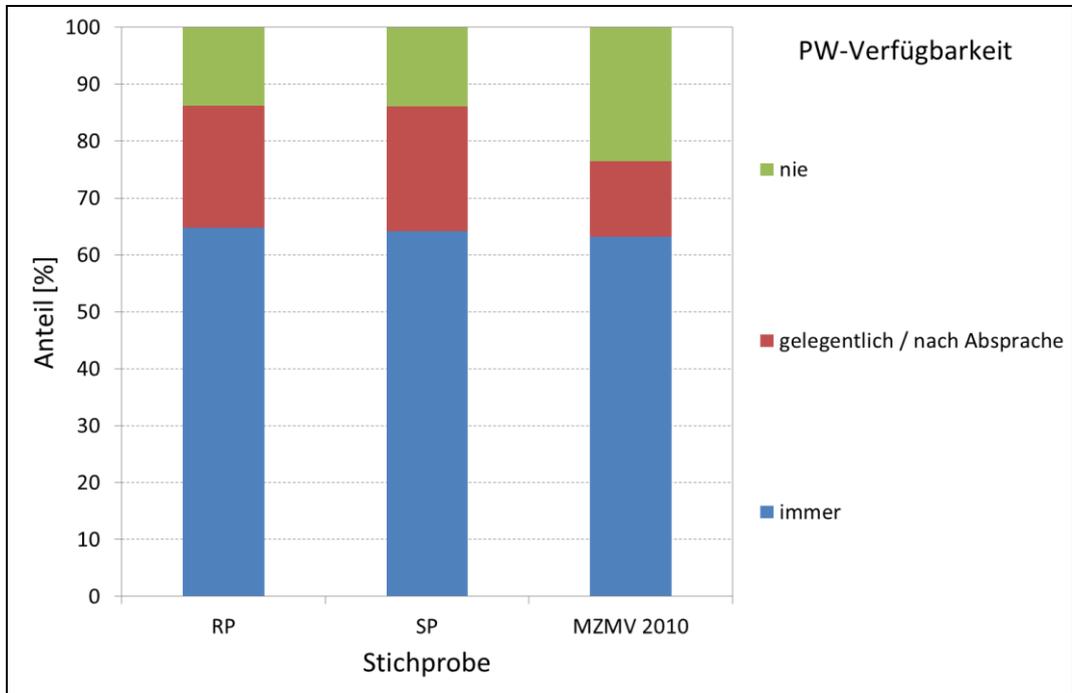


Abb. 4-6 Verteilung der PW-Verfügbarkeit

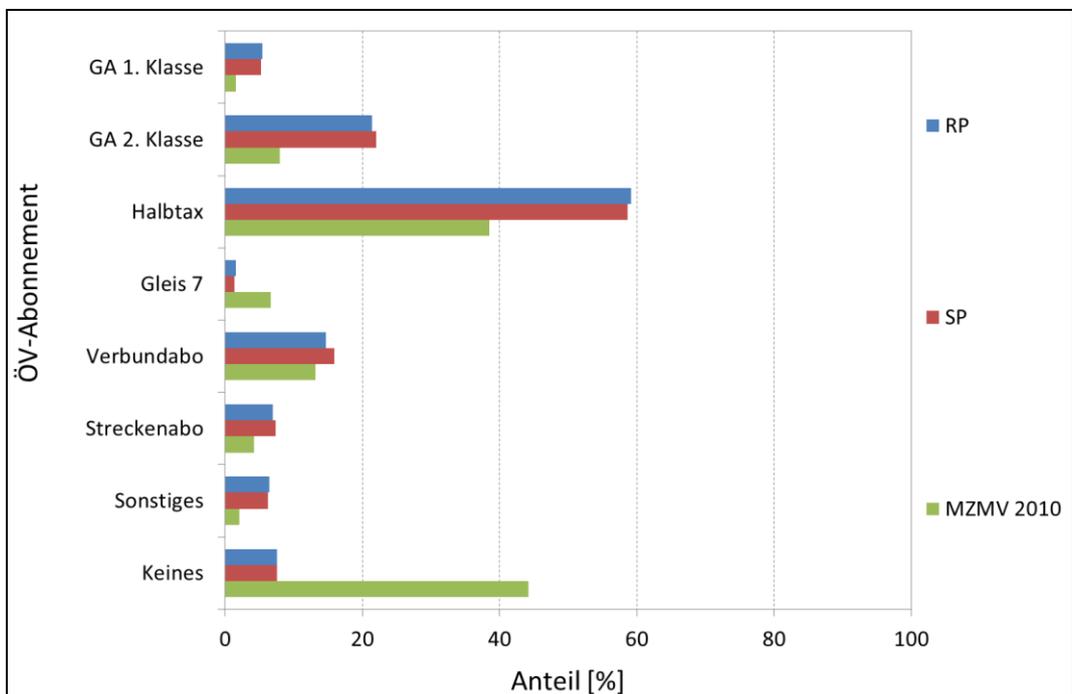


Abb. 4-7 Verteilung des Besitzes von ÖV-Abonnementen

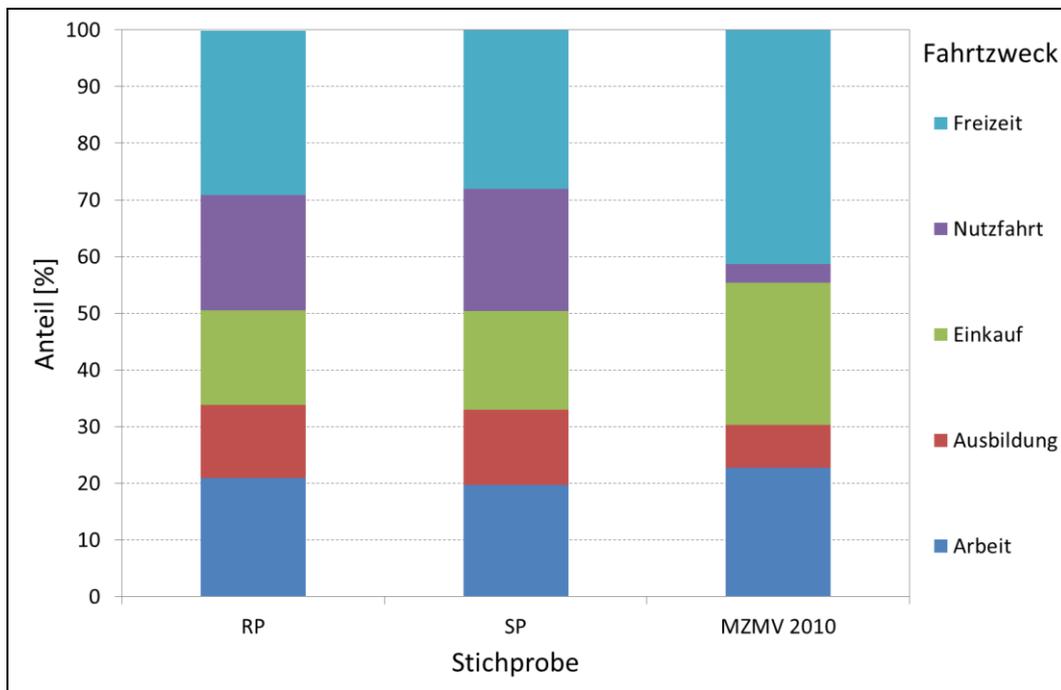
## 4.2 Eigenschaften der berichteten Wege

Im Gegensatz zu den soziodemographischen Eigenschaften wurden die Eigenschaften der erhobenen Wege bei der Rekrutierung der Befragten bewusst gesteuert.

### 4.2.1 Fahrtzwecke

Die Erhebung hatte als Ziel, von jedem Fahrtzweck eine genügend grosse Stichprobe an Wegen zu erheben, um signifikante Parameter für die Bewertung der einzelnen Attribute separat für jeden einzelnen Fahrtzweck schätzen zu können. Bei einer Fahrtzweckverteilung analog zum MZMV 2010 wäre dies nicht möglich gewesen, da dann die Teilstichproben für die Fahrtzwecke „Ausbildung“ und „Nutzfahrt“ zu klein gewesen wären. Bei den Nutzfahrten hätte ein solches Vorgehen nur ca. 50 Beobachtungen ergeben (ca. 3.2% von 1'500 Fällen), was für die komplexen Modelle nicht ausreichend wäre. Daher wurde ein hierarchisches Verfahren zur prioritären Erhebung dieser beiden Zwecke angewandt. *Abb. 4-8* zeigt die resultierende Verteilung der Fahrtzwecke im Vergleich.

Da die Modellschätzung separat je Fahrtzweck vorgenommen wird und bei der Berechnung der Gesamtkennwerte später wieder auf den MZMV 2010 umgewichtet wird, führt die (beabsichtigte) Verzerrung zu keinerlei Nachteilen bei der Modellierung.



**Abb. 4-8** Verteilung der Fahrtzwecke

### 4.2.2 Distanzen

*Abb. 4-9* zeigt die Distanzverteilung der erhobenen Wege. Dabei ist die Distanz in km auf der Abszisse und der kumulierte Anteil in Prozent auf der Ordinate angegeben; so zeigt sich, dass rund 85% aller Wege in der Stichprobe unter 100 km lang sind. Auch hier ist die Verteilung deutlich verschieden von jener im MZMV 2010, welcher eine Mehrheit an sehr kurzen Wegen enthält (auch im MIV und ÖV, welche die Grundlage für die Abbildung sind). Da aber einerseits bereits bei der Rekrutierung explizit nur Wege über 3 km erfragt wurden (da für kürzere Wege die Berechnung der Attribute der Alternativen sehr ungenau und die Ermittlung von Trade-Offs sehr schwierig ist) und andererseits (s.o.) mehr Nutzfahrten (welche tendenziell eher lang sind) erhoben wurden, ergibt sich gezwungenermassen eine Verzerrung der entsprechenden Verteilung. Analog zum Einkommen wird die Distanz bei den Modellschätzungen als Interaktionsterm mit den Attributen, deren Bewertung sie beeinflusst, einbezogen. Durch diese Berücksichtigung und

die Umrechnung der Kennwerte auf die Verhältnisse des MZMV 2010 wird die Verzerrung wiederum korrigiert. Ein Vorteil ist hier ebenfalls die gleichmässiger Weglängenverteilung, welche eine Schätzung signifikanter Parameter über die gesamte Bandbreite der vorliegenden Werte erlaubt.

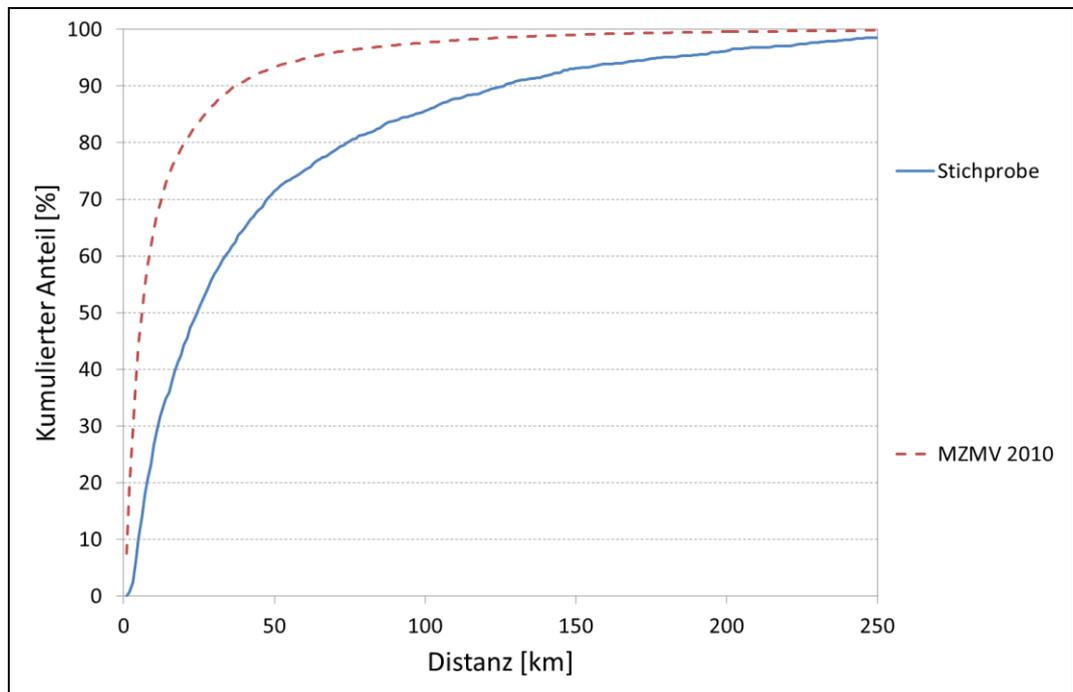


Abb. 4-9 Verteilung der Weglängen

### 4.2.3 Ankunftszeit

Abb. 4-10 zeigt die Verteilung der berichteten Ankunftszeiten der Wege nach Fahrtzweck. Hier ist bei den Arbeitswegen erwartungsgemäss eine sehr ausgeprägte Morgenspitze erkennbar – 60% der Ankünfte liegen hier zwischen 7:00 und 9:00. Bei den Ausbildungswegen ist diese Spitze etwas weniger deutlich; hier gibt es zudem eine leichte Spitze am Abend (bedingt durch Abendkurse). Die Nutzfahrten, Einkaufs- und Freizeitwege sind im Vergleich eher gleichmässig über den Tag verteilt. Das Aufkommen der letzten beiden Zwecke beginnt zudem auch erst etwas später am Tag, was ebenfalls plausibel ist.

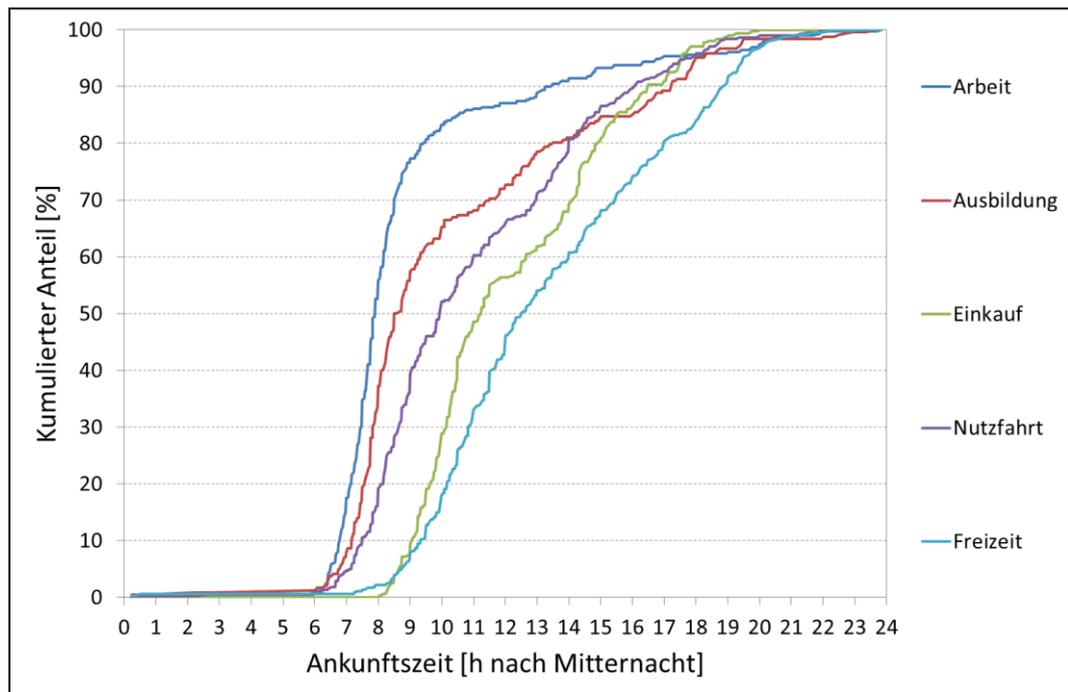


Abb. 4-10 Verteilung der Ankunftszeiten

#### 4.2.4 Abweichungen von gewünschter Ankunftszeit

Einen ersten Aufschluss darüber, wie gut die Verlässlichkeit der Verkehrssysteme ist, gibt die Verteilung der Abweichungen zwischen gewünschter und tatsächlicher Ankunftszeit, welche in der Befragung angegeben wurden. Diese Verteilungen sind, abhängig vom Fahrtzweck (aber für alle Wege sowohl mit dem MIV als auch mit dem ÖV), in *Abb. 4-11* dargestellt. Hier ist zu sehen, dass bei allen Fahrten ein gewisser Puffer eingerechnet wurde, so dass ca. 90% aller Ankünfte vor der oder genau zur gewünschten Zeit stattfinden. Bei den Einkaufsfahrten wird die „gewünschte“ Ankunftszeit am besten getroffen, was vermutlich auch daran liegt, dass diese hier grosszügiger ausgelegt wird, sprich der Druck, zu einer bestimmten Zeit am Zielort zu sein, weniger ausgeprägt ist und somit die tatsächliche auch als gewünschte Ankunftszeit empfunden wird oder die tatsächliche Abweichung weniger gut in Erinnerung geblieben ist.

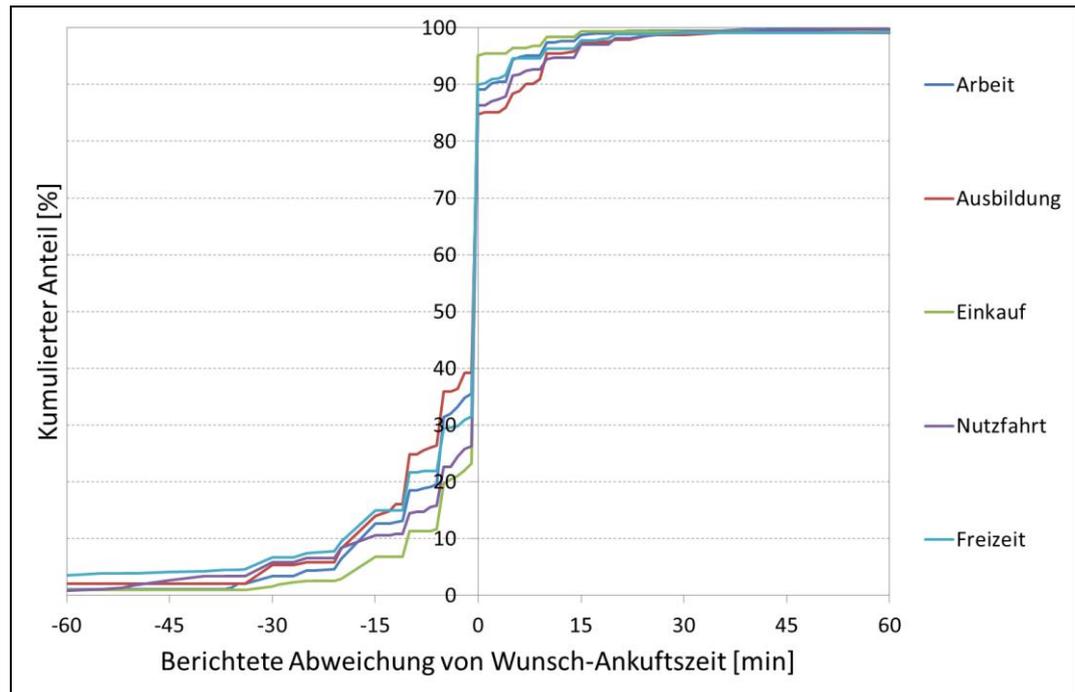


Abb. 4-11 Verteilung der Abweichungen von der gewünschten Ankfuftszeit

#### 4.2.5 Akzeptable Verspätungen

Ebenfalls wichtig für die Beurteilung der Relevanz verlässlicher Verkehrssysteme ist die Toleranz der Nutzer für verspätete Ankünfte. Diese Frage wurde im Rekrutierungsfragebogen explizit gestellt, und die Ergebnisse zeigt Abb. 4-12.

Die Toleranz für Verspätungen ist erwartungsgemäss im Freizeitverkehr am höchsten. Interessanterweise ist bei den Nutzfahrten einerseits der Anteil Befragter mit „Nulltoleranz“, also absolut notwendiger Pünktlichkeit, am höchsten. Andererseits ist aber hier für die übrigen Befragten die Toleranz umso höher; dies zeigt die hohe Heterogenität dieses Fahrtzwecks, welche beispielsweise auf flexible oder spontan verschiebbare Termine oder auf Nutzfahrten von Dienstleistern, welche keine genau festgelegten Termine haben oder Ankünfte innerhalb eines bestimmten Puffers vereinbaren können (z.B. Handwerker oder Lieferanten). Bei Pendlerfahrten (Arbeit bzw. Ausbildung) ist die akzeptierte Abweichung am geringsten.

Insgesamt liegen die tolerierten Verspätungen im Bereich zwischen 0 und 30 Minuten. Gut sichtbar sind hier auch die Sprünge bei den 5-Minuten-Intervallen (5, 10, 15 Minuten).

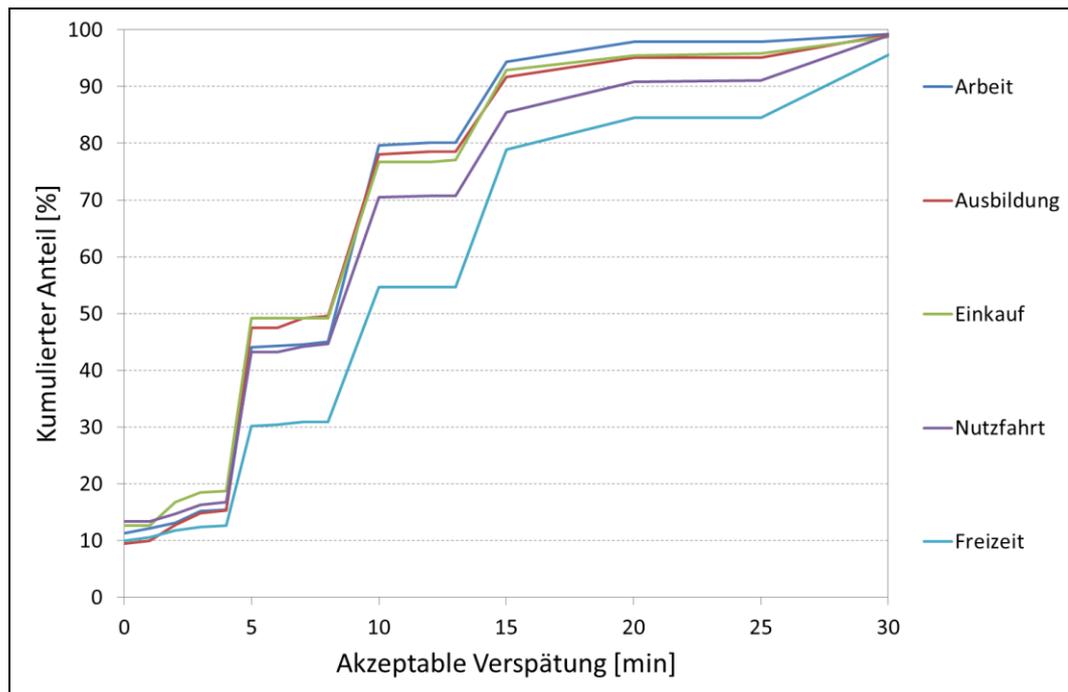


Abb. 4-12 Verteilung der akzeptablen Verspätungen

## 4.3 Entscheidungsverhalten

### 4.3.1 Wahlanteile

Abb. 4-13 zeigt die Wahlanteile der angebotenen Alternativen in der RP- sowie in den 4 verschiedenen SP-Teilbefragungen.

Bei der Verkehrsmittelwahl dominiert der MIV leicht, und dessen Anteil nimmt in der SP-Befragung sogar leicht zu. Dies könnte an der Formulierung des SP-Experiments liegen; hier wurde wie erwähnt die planmässige Ankunftszeit im MIV nicht variiert, was zu einem inhärenten Vorteil gegenüber der jeweils angebotenen ÖV-Verbindung führt. Dieser Effekt wird in den Entscheidungsmodellen berücksichtigt (über die Einbindung einer MIV-Konstante sowie der planmässigen Ankunftszeit als Einflussvariable).

Bei der Routen- bzw. Verbindungswahl wird in keinem Fall eine der beiden Alternativen klar mehr gewählt als die andere. Dies ist logisch, da hier die beiden Alternativen sich nicht inhärent voneinander unterscheiden, bzw. austauschbar sind.

Abb. 4-13 Entscheidungsverhalten RP & SP

Fragebogen	Anteil [%]			
	MIV	ÖV	Route / Verb. 1	Route / Verb. 2
RP	52.6	47.4		
SP 1	64.2	35.8		
SP 2			50.9	49.1
SP 3			55.2	44.8
SP 4			52.4	47.6

### 4.3.2 Non-Trading

Befragte, welche in einer SP-Befragung immer (also hier in allen 6 gestellten Entscheidungssituationen) dieselbe Alternative auswählen, werden als *Non-Trader* (nicht-Abwäger) bezeichnet.

In der Literatur herrscht nach wie vor Unschlüssigkeit darüber, wie bei der Modellierung des Verkehrsverhaltens mit Non-Tradern umgegangen werden sollte. Hier steht dem Argument, diese seien aus der Stichprobe zu entfernen, weil sie keine zusätzliche Variation einbringen, jenes gegenüber, dass Non-Trading ein nicht nur im experimentellen Rahmen, sondern auch in der Realität existierendes Phänomen ist. In früheren Schweizer Studien wurde stets dem zweiten Argument gefolgt und die Non-Trader bei der Modellierung in der Stichprobe belassen. Gleichermassen wird auch hier verfahren, was aber eine gute Abbildung der Effekte, welche zum Non-Trading führen (insbesondere Trägheit bei der Verkehrsmittelwahl) bedingt.

Abb. 4-14 zeigt die Anteile der Non-Trader in den einzelnen SP-Experimenten. Wie erwartet und auch in früheren Studien gesehen, ist der Anteil bei der Verkehrsmittelwahl recht hoch. Dies weist wiederum auf eine relativ hohe Trägheit im kurzfristigen Entscheidungsverhalten hin, welches nicht alleine durch die Attribute der Alternativen an sich, sondern auch durch die Bindung an diese (durch Einstellungen, Verfügbarkeit, etc.) gesteuert wird. Dieser Umstand wird in den Entscheidungsmodellen über die Einbindung von Verkehrsmittelkonstanten und Parametern für die soziodemographischen Eigenschaften abgebildet.

Bei der Routen- bzw. Verbindungswahl ist der Anteil der Non-Trader erfreulich tief, was darauf hinweist, dass die Entscheidungen hier tatsächlich durch sorgfältiges Abwägen zwischen den Attributen der Alternativen gefällt wurden, und nicht rein zufällig angekreuzt wurde, um die Befragung schnellstmöglich abzuschliessen.

**Abb. 4-14 Non-Trading**

Datentyp	Befragte	Non-Trader	Anteil [%]
SP 1 – Verkehrsmittelwahl	1'322	823	62.3
SP 2 – Routenwahl MIV	800	42	5.3
SP 3 – Verbindungswahl ÖV „einfach“	401	27	6.7
SP 4 – Verbindungswahl ÖV „komplex“	335	21	6.3

Diese Mischung zwischen relativ tragem Entscheidungsverhalten bei der Verkehrsmittel- und erhöhter Flexibilität bei der Routen- und Verbindungswahl verdeutlicht die Notwendigkeit, die verschiedenen Entscheidungsebenen gemeinsam abzubilden und zu modellieren. Erstere Experimente dienen so hauptsächlich zur Abbildung der Einflüsse der Soziodemographie und einer groben Einordnung und Bewertung der Attribute, während weitere, auch aufgrund des höheren Detaillierungsgrades der in den Experimenten gezeigten Variablen, verbesserte Modellierung der Wechselwirkungen und Abbildung der Bewertungsverhältnisse erlauben.

## 5 Modellierung des Verkehrsverhaltens

### 5.1 Entscheidungsmodelle

Zur Analyse des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer und deren Reaktion auf Veränderungen in den Attributen der Verkehrsmittelalternativen werden diskrete Entscheidungsmodelle (Ben-Akiva und Lermann, 1985; Train, 2003) und hier insbesondere das *Multi-nominale Logit-Modell* (MNL) verwendet. Für die Schätzung aller in diesem Bericht beschriebenen Modelle wurde die Software Biogeme 2.2 (Bierlaire, 2003, 2009) mit Berücksichtigung des Paneleffekts verwendet.

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

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

$V_{jq}$  systematischer, messbarer Anteil

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$N$	Anzahl Beobachtungen
$g_{in}$	1, wenn in Beobachtung $n$ Alternative $i$ gewählt wurde, 0 sonst
$P_{in}$	mit den geschätzten Parametern berechnete Auswahlwahrscheinlichkeit der Alternative $i$ für Beobachtung $n$

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

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

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

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

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

$L$  *Log-Likelihood* des geschätzten Modells

$L_0$  *Log-Likelihood* des Modells mit allen Parametern gleich 0 gesetzt

$k$  Anzahl Freiheitsgrade (Anzahl geschätzter Parameter)

## 5.2 Modellformulierung und Vorgehen

Ausgehend vom Grundmodell mit linearen Nutzenkomponenten für alle relevanten Attribute werden Modelle mit nicht-linearen Interaktionen zwischen diesen sowie fahrtzweck-spezifische Modelle formuliert. Die Anwendung solcher Interaktionsterme wird in Mackie *et al.* (2003) vorgestellt; Anwendungen für Schweizer Daten finden sich u.a. in Axhausen *et al.* (2007, 2008), Hess *et al.* (2008), Weis *et al.* (2009, 2010), Weis *et al.* (2012, 2012a) und Widmer *et al.* (2013). Im Gegensatz zur willkürlichen Aufteilung der Befragten in verschiedene Gruppen aufgrund ihrer soziodemographischen Eigenschaften kommen hier kontinuierliche Interaktionsterme zur Verwendung. Die allgemeine Form dieser Interaktionsterme lautet wie folgt:

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

$x$  beobachtete Variable, z.B. Reisezeit, Kosten, ...

$\beta_x$  linearer Nutzenparameter der beobachteten Variable  $x$

$y$  beobachteter Wert für eine andere Variable

$\bar{y}$  Referenzwert für die Variable  $y$  (Distanz: 30 km; Einkommen: 9'000 CHF/Monat)

$\lambda_{y,x}$  Elastizität der Abhängigkeit des Nutzens vom Wert der Variable  $y$

Die Wahl des Referenzwerts  $\bar{y}$  ist beliebig und hat keinerlei Auswirkungen auf den geschätzten Wert der Parameter oder die Modellgüte (Hess *et al.*, 2008). Der Parameter  $\beta_x$  gibt direkt, also ohne Berücksichtigung von  $\lambda_{y,x}$ , den Nutzen einer Einheit der Variable  $x$

bei  $y = \bar{y}$  an (da dann der Interaktionsterm gleich 1 ist und somit aus der Gleichung verschwindet). Hier wird  $\bar{y}$  für die Distanz auf 30 km und für das Haushaltseinkommen auf 9'000 CHF/Monat gesetzt. Dies entspricht den gerundeten Stichprobenmedianen für die beiden Variablen.

Die im vorliegenden Projekt verwendeten Interaktionsterme sind in *Abb. 5-1* aufgelistet. Die Bandbreite an Interaktionen, welche hier angenommen werden, übersteigt jene aus früheren Anwendungen, in welchen meist nur Interaktionen von Kosten und Fahrtzeiten mit der Distanz und dem Einkommen angenommen wurden. Die flexiblere Modellformulierung, welche hier verwendet wird, erlaubt eine detailliertere Abbildung des Entscheidungsverhaltens (insbesondere bei den hier wichtigen Verlässlichkeitsvariablen) und führt, wie im folgenden Kapitel dargelegt, zu entsprechenden Verbesserungen der Modellqualität und der daraus ableitbaren Aussagen zur Bewertung der Verlässlichkeit.

**Abb. 5-1** *Interaktionsterme im Entscheidungsmodell*

Variable	Interaktion mit
Kosten (MIV & ÖV)	Distanz, Haushaltseinkommen
Fahrtzeit (MIV & ÖV)	Distanz
Zugangszeit (ÖV)	Distanz
Umsteigen (ÖV)	Distanz
Planmässige Verfrühung (MIV & ÖV)	Distanz
Planmässige Verspätung (MIV & ÖV)	Distanz
Unplanmässige Verfrühung (MIV)	Distanz
Unplanmässige Verspätung (MIV & ÖV)	Distanz

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

$$\beta_{\text{Kosten}} \cdot \left( \frac{\text{Einkommen}}{9'000} \right)^{\lambda_{\text{Einkommen,Kosten}}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{Distanz,Kosten}}} \cdot \text{Kosten}$$

Um die Effekte der Soziodemographie auf das Entscheidungsverhalten abzubilden, werden die in *Abb. 5-2* aufgelisteten soziodemographischen Variablen in die relevanten Nutzenfunktionen eingebunden. Durch diese Formulierung wird der Grundnutzen einer Alternative im Vergleich zu der konkurrierenden Alternative (also hier des MIV gegenüber dem ÖV bzw. umgekehrt) verändert. Zusätzlich wird eine Konstante in der Nutzenfunktion des MIV eingebaut, welche alle Effekte abbildet, welche nicht durch gemessene bzw. beobachtete Grössen abgebildet werden können (z.B. Komfort, persönliche Präferenzen, Wetter etc.).

**Abb. 5-2** *Soziodemographische Variablen im Entscheidungsmodell*

Variable	Nutzenfunktion
Alter	MIV
Geschlecht	MIV
Haushaltsgrösse	MIV
PW-Verfügbarkeit	MIV
ÖV-Abonnementsbesitz	ÖV

Die Grundlage für die Modellschätzung ist der Gesamtdatensatz aus allen RP- und SP-Beobachtungen (Verkehrsmittel-, Routen- und Verbindungswahl). Diese gemeinsame Schätzung hat den Vorteil der grösseren zugrundeliegenden Stichprobe und der damit

resultierenden robusteren Schätzung der Parameter. Bei einer solchen gemeinsamen Schätzung für Daten aus verschiedenen Quellen (RP/SP und verschiedene SP-Ansätze) ist der Einbezug sogenannter Skalenparameter sehr wichtig. Skaleneffekte entstehen durch die potentiell unterschiedlichen Grössenordnungen von beobachtetem und unbeobachtetem Nutzen in den Nutzenfunktionen für die einzelnen Befragungsmethoden.

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

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

Die Schätzung von Entscheidungsmodellen ist ein iterativer Prozess, welcher schrittweise zur Formulierung des endgültig zu verwendenden Modellansatzes führt. Zunächst wurden hier Einzelmodelle für die verschiedenen SP-Teilbefragungen geschätzt, und dies zunächst mit einem rein linearen Ansatz (also ohne die oben beschriebenen Interaktionsparameter, bzw. mit fixen Wert von 0 für diese). Diese Modelle dienen zur Plausibilisierung der erhobenen Daten und der daraus resultierenden Modelle (korrekte Grössenordnungen, Vorzeichen und relative Werte der Parameter; Signifikanz der Parameter; Modellgüte). Hier können erste Erkenntnisse über die relevanten Einflussgrössen gewonnen und ermittelt werden, ob die daraus gewonnenen Ergebnisse mit der Theorie bzw. den Erwartungen konsistent sind.

Auf der Grundlage dieser ersten Modelle wurde dann ein lineares Modell für den Gesamtdatensatz geschätzt, um die Stabilität der Ergebnisse zu überprüfen.

Anschliessend wurde dann zunächst das nicht-lineare Modell aufgebaut. Hier werden die Terme, welche die nicht-lineare Abhängigkeit der Bewertung der einzelnen Attribute der Alternativen vom Einkommen des Befragten sowie von der Weglänge beschreiben, progressiv in die Nutzenfunktionen eingeführt. Konkret bedeutet dies, dass die oben definierten  $\lambda$ -Parameter, welche diese Abhängigkeiten beschrieben, in diesen Modellen nicht mehr gleich 0 gesetzt werden, sondern frei variieren können. Hier waren mehrere Durchgänge notwendig, um die zu variierenden  $\lambda$ -Parameter festzulegen.

Letztendlich wurde noch die fahrtzweckspezifische Trennung der Modelle vorgenommen. Auch hier mussten mehrere Modellläufe durchgeführt werden, um zu eruieren, für welche Parameter eine Trennung nach Fahrtzweck sinnvoll und relevant ist.

Zusätzlich zum hier verwendeten Modell mit den Interaktionstermen wurde ein Ansatz getestet, welcher mit logarithmierten Werten aller Variablen arbeitet. Es wurde aber schliesslich entschieden, diesen Ansatz hier nicht weiter zu verwenden, da er einerseits zu Schwierigkeiten bei der Anwendung und Gewichtung führen würde (da dann für den gesamten Datensatz des MZMV 2010 die Attribute aller vorhandenen Alternativen vorliegen müssten, was nicht der Fall ist) und andererseits die Vergleichbarkeit mit den bisher in der Schweiz verwendeten Modellen nicht mehr gegeben wäre.

## 5.3 Modellergebnisse

### 5.3.1 Übersicht

Eine Übersicht aller getesteten Modellansätze und die dabei resultierenden Modellgüten (*adjusted  $\rho^2$* ) zeigt *Abb. 5-3*.

**Abb. 5-3** Übersicht der geschätzten Modelle – Modellgüten (*adjusted  $\rho^2$* )

Modellform	Zweckspezifisch	Stichprobe					
		RP	SP 1	SP 2	SP 3&4	alle SP	RP & alle SP
Linear	nein	0.279	0.261	0.119	0.153	0.191	0.191
	ja	-	-	-	-	0.194	0.191
Logarithmen	nein	-	-	-	-	0.218	0.221
	ja	-	-	-	-	0.219	0.220
Interaktionen	nein	-	-	-	-	0.216	0.219
	ja	-	-	-	-	0.216	0.225

Die Modellgüten der endgültigen Modelle von ca. 0.2 sind als gut zu betrachten. Die Routenwahlmodelle (SP 2, 3 und 4) liegen hier etwas tiefer als die Verkehrsmittelwahlmodelle, da hier nur die Attribute der Alternativen, und keine alternativenspezifischen Konstanten oder Effekte der Soziodemographie, geschätzt werden können (da sich die beiden Alternativen nicht grundsätzlich voneinander unterscheiden bzw. austauschbar sind und es deshalb keine „inhärente“ Präferenz für Route 1 oder 2 geben kann; dies im Gegensatz zu zwei verschiedenen Verkehrsmitteln, bei welchen der Geschmack oder die soziodemographischen Eigenschaften eine Präferenz abbilden können). Das Wahlverhalten ist deshalb hier weniger deterministisch als bei der Verkehrsmittelwahl. Zudem sind die Stichprobengrößen der einzelnen Experimente kleiner, was ebenfalls für die gemeinsame Schätzung mit allen Daten spricht. Der Einbezug der Routenwahlbeobachtungen in die Gesamtschätzung ist aber für die oben erwähnte höhere Stabilität und Signifikanz der Modellschätzungen wichtig.

Die nachfolgenden Abschnitte behandeln die Modellergebnisse und die darauffolgenden Kapitel die daraus abgeleiteten Kennwerte. Diese Ausführungen konzentrieren sich auf die endgültigen Modelle mit Interaktionstermen für den Gesamtdatensatz.

### 5.3.2 Gemeinsames Modell

*Abb. 5-4* zeigt die Modellergebnisse des gemeinsamen Modells (ohne Differenzierung nach Fahrtzweck).

Nachfolgend sind die komplett ausgeschriebenen Nutzenfunktionen für den MIV und den ÖV in diesem Modell aufgeführt. Die Nutzenfunktionen sind Linearkombinationen der beeinflussenden Attribute unter Berücksichtigung einer Distanz- bzw. Einkommenssensitivität. 1 Minute mehr Fahrtzeit wird also unabhängig von der Gesamtfahrzeit immer gleich bewertet. Für unterschiedliche Wertekombinationen zwischen Distanz und Einkommen variiert die Bewertung der Attribute jedoch.

$$\begin{aligned}
U_{MIV} &= \text{Konstante} \\
&+ \beta_{\text{Alter}} \cdot \ln(\text{Alter}) \\
&+ \beta_{\text{Mann}} \cdot \text{Mann} \\
&+ \beta_{\text{Haushaltsgrösse}} \cdot \text{Haushaltsgrösse} \\
&+ \beta_{\text{PW-Verfügbarkeit:immer}} \cdot \text{PW-Verfügbarkeit:immer} \\
&+ \beta_{\text{Kosten}} \cdot \left( \frac{\text{Einkommen}}{9'000} \right)^{\lambda_{\text{EinkommenKosten}}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzKosten}}} \cdot \text{Kosten} \\
&+ \beta_{\text{Fahrzeit}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzFahrzeit}}} \cdot \text{Fahrzeit} \\
&+ \beta_{\text{Verfrühung,planmässig}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzVerfrühungplanmässig}}} \cdot \text{Verfrühung,planmässig} \\
&+ \beta_{\text{Verfrühung,unplanmässig}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzVerfrühungunplanmässig}}} \cdot \text{Verfrühung,unplanmässig} \\
&+ \beta_{\text{Verspätung,planmässig}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzVerspätungplanmässig}}} \cdot \text{Verspätung,planmässig} \\
&+ \beta_{\text{Verspätung,unplanmässig}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzVerspätungunplanmässig}}} \cdot \text{Verspätung,unplanmässig} \\
&+ \beta_{\text{Verspätungswahrscheinlichkeit}} \cdot \text{Verspätungswahrscheinlichkeit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
U_{\text{ÖV}} &= \beta_{\text{Abo:GA}} \cdot \text{Abo:GA} \\
&+ \beta_{\text{Abo:Verbundabo}} \cdot \text{Abo:Verbundabo} \\
&+ \beta_{\text{Abo:Halbtax}} \cdot \text{Abo:Halbtax} \\
&+ \beta_{\text{Abo:sonstiges}} \cdot \text{Abo:sonstiges} \\
&+ \beta_{\text{Kosten}} \cdot \left( \frac{\text{Einkommen}}{9'000} \right)^{\lambda_{\text{EinkommenKosten}}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzKosten}}} \cdot \text{Kosten} \\
&+ \beta_{\text{Fahrzeit}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzFahrzeit}}} \cdot \text{Fahrzeit} \\
&+ \beta_{\text{Zu- \& Abgangszeit}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzZu- \& Abgangszeit}}} \cdot \text{Zu- \& Abgangszeit} \\
&+ \beta_{\text{Umsteigen}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzUmsteigen}}} \cdot \text{Umsteigen} \\
&+ \beta_{\text{Verfrühung,planmässig}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzVerfrühungplanmässig}}} \cdot \text{Verfrühung,planmässig} \\
&+ \beta_{\text{Verfrühung,unplanmässig}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzVerfrühungunplanmässig}}} \cdot \text{Verfrühung,unplanmässig} \\
&+ \beta_{\text{Verspätung,planmässig}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzVerspätungplanmässig}}} \cdot \text{Verspätung,planmässig} \\
&+ \beta_{\text{Verspätung,unplanmässig}} \cdot \left( \frac{\text{Distanz}}{30} \right)^{\lambda_{\text{DistanzVerspätungunplanmässig}}} \cdot \text{Verspätung,unplanmässig} \\
&+ \beta_{\text{Verspätungswahrscheinlichkeit}} \cdot \text{Verspätungswahrscheinlichkeit} \\
&+ \beta_{\text{Risikoverpassen}} \cdot \text{Risiko:verpassen}
\end{aligned}$$

Alle geschätzten Parameter haben das erwartete Vorzeichen (ein negatives Vorzeichen bedeutet eine Abnahme des Nutzens der entsprechenden Alternative bei Zunahme des Attributs). Die meisten dieser Parameter sind zudem statistisch signifikant. Die Signifikanz ist durch den t-Test bestimmt: wenn der Absolutwert der Testgrösse (Schätzwert geteilt durch Standardfehler) grösser ist als 1.96, ist der Parameter auf dem 5%-Niveau statistisch signifikant; dies bedeutet, dass eine Wahrscheinlichkeit von weniger als 5% besteht, dass der durch den Parameterwert abgebildete Trend rein zufällig entstanden ist.

Nicht signifikant sind im MIV die Verfrühungsvariablen (sowohl planmässig als auch unplanmässig) und deren Interaktionsparameter. Im Gegensatz zur Verspätung scheinen Verfrühungen also das Entscheidungsverhalten nicht wesentlich zu beeinflussen bzw. nicht als störend wahrgenommen zu werden. Im ÖV ist der Parameter für die Zu- und Abgangszeit nur etwas negativer als der Parameter für die ÖV-Fahrtzeit. Dies kann damit zusammenhängen, dass in den SP-Situationen die Attribute der Zu- und Abgangswege nicht variiert wurden. Die negative Bewertung des Umsteigens entspricht den Erwartungen. Zusätzlich zu den Zeitbeträgen der unplanmässigen Verspätungen fallen deren Auftretenswahrscheinlichkeiten ebenfalls negativ ins Gewicht.

Alle Interaktionsparameter mit der Distanz sind negativ. Dies bedeutet, dass die Empfindlichkeit gegenüber der Zunahme des entsprechenden Attributs (also z.B. der Kosten) mit zunehmender Weglänge abnimmt. Die Kostensensitivität nimmt hier schneller ab als jene gegenüber den übrigen Variablen (z.B. Fahrtzeit); aus der Kombination dieser beiden Kurvenverläufe entsteht die Abhängigkeit der Bewertungsverhältnisse (also z.B. der Zahlungsbereitschaft) von der Distanz, welche im nächsten Kapitel gezeigt wird. Auch der Interaktionsparameter zwischen Fahrtkosten und Einkommen ist negativ; dies bedeutet, dass einkommensstarke Personen erwartungsgemäss weniger kostensensitiv sind (und somit auch höhere Zahlungsbereitschaften aufweisen).

Die Parameter für die soziodemographischen Attribute lassen darauf schliessen, dass der MIV für ältere Personen einen tieferen, und für Männer einen leicht höheren Grundnutzen aufweist. Die MIV-Konstante ist ebenfalls positiv; wenn alle Variablen gleich sind, besteht also eine inhärente Bevorzugung des MIV gegenüber dem ÖV, welche nicht durch die hier gemessenen Variablen erklärt werden kann.

Die Verfügbarkeit von Mobilitätswerkzeugen (also die PW-Verfügbarkeit bzw. der Besitz von ÖV-Abonnements) erhöht den inhärenten Nutzen des entsprechenden Verkehrsmittels. Der Erwerb eines Mobilitätswerkzeuges führt also zu einer mehr oder weniger starken Bindung an dieses, welche sich durch die entsprechenden Parameter abbilden lässt.

### 5.3.3 Fahrtzweckspezifisches Modell

*Abb. 5-5* zeigt die Ergebnisse des fahrtzweckspezifischen Modells. Hier wurden diejenigen Parameter nach Fahrtzweck getrennt, für welche dies als sinnvoll erachtet wurde und sich bei der Modellschätzung als relevant erwiesen hat.

Die generellen Trends sind hier die gleichen wie beim gemeinsamen Modell; lediglich die Stärke der einzelnen Effekte (relative Gewichtung der Variablen bei der Bewertung, Steigung der durch die Interaktionsparameter abgebildeten Kurven) weichen zwischen den Fahrtzwecken ab. Diese Unterschiede werden im folgenden Kapitel detaillierter dargestellt und diskutiert.

**Abb. 5-4** Modellergebnisse: gemeinsames Modell

Parameter	Wert	t-Test*
MIV Kosten [CHF]	<b>-0.214</b>	<b>-17.56</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.820</b>	<b>-29.17</b>
Interaktion mit Einkommen	<b>-0.248</b>	<b>-3.51</b>
Fahrtzeit [min]	<b>-0.049</b>	<b>-19.57</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.390</b>	<b>-17.90</b>
Planmässige Verfrühung [min]	-0.010	-1.40
Interaktion mit Distanz	-0.081	-1.42
Unplanmässige Verfrühung [min]	-0.009	-1.46
Interaktion mit Distanz	-0.140	-0.20
Planmässige Verspätung [min]	<b>-0.026</b>	<b>-3.35</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.152</b>	<b>-3.79</b>
Unplanmässige Verspätung [min]	<b>-0.082</b>	<b>-9.27</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.303</b>	<b>-5.59</b>
Verspätungswahrscheinlichkeit [%] / 100	<b>-0.381</b>	<b>-4.70</b>
Konstante	<b>2.920</b>	<b>8.09</b>
Alter (logarithmiert)	<b>-0.894</b>	<b>-10.34</b>
Geschlecht: Mann (vs. Frau)	0.025	0.48
Haushaltsgrösse	<b>-0.062</b>	<b>-2.93</b>
PW-Verfügbarkeit: immer (vs. Selten / nie)	<b>1.410</b>	<b>23.40</b>
ÖV Kosten [CHF]	<b>-0.214</b>	<b>-17.56</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.820</b>	<b>-29.17</b>
Interaktion mit Einkommen	<b>-0.248</b>	<b>-3.51</b>
Fahrtzeit [min]	<b>-0.031</b>	<b>-21.37</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.390</b>	<b>-17.90</b>
Zu- und Abgangszeit [min]	<b>-0.035</b>	<b>-11.88</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.334</b>	<b>-7.52</b>
Anzahl Umsteigevorgänge [-]	<b>-0.284</b>	<b>-15.58</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.214</b>	<b>-4.82</b>
Planmässige Verfrühung [min]	<b>-0.015</b>	<b>-10.29</b>
Interaktion mit Distanz	-0.081	-1.42
Planmässige Verspätung [min]	<b>-0.017</b>	<b>-12.53</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.152</b>	<b>-3.79</b>
Unplanmässige Verspätung [min]	<b>-0.066</b>	<b>-8.36</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.303</b>	<b>-5.59</b>
Verspätungswahrscheinlichkeit [%] / 100	<b>-0.488</b>	<b>-5.21</b>
Risiko, Anschluss zu verpassen [%] / 100	<b>-2.940</b>	<b>-7.78</b>
ÖV-Abo: GA (vs. Keines)	<b>1.050</b>	<b>9.55</b>
ÖV-Abo: Verbundabo (vs. Keines)	<b>1.000</b>	<b>13.95</b>
ÖV-Abo: Halbtax (vs. Keines)	0.102	1.13
ÖV-Abo: Sonstige (vs. Keines)	<b>0.526</b>	<b>7.05</b>
Skalenparameter RP	0.918	-1.51
SP 1 (fixiert)	1.000	-
SP 2	<b>1.900</b>	<b>7.63</b>
SP 3	<b>1.350</b>	<b>3.30</b>
SP 4	<b>1.280</b>	<b>2.83</b>
Anzahl Beobachtungen	19'007	
Adjusted $\rho^2$	0.219	

\* Wenn  $|t| > 1.96$  (**fett** geschriebene Werte), ist der geschätzte Parameter auf dem 95%-Niveau statistisch signifikant.

**Abb. 5-5** Modellergebnisse: fahrtzweckspezifisches Modell

Parameter	Fahrtzweck				
	Arbeit	Ausbildung	Einkauf	Nutzfahrt	Freizeit
MIV Kosten [CHF]	<b>-0.104</b>	<b>-0.179</b>	<b>-0.216</b>	<b>-0.122</b>	<b>-0.160</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.859</b>	<b>-0.666</b>	<b>-0.677</b>	<b>-0.921</b>	<b>-0.785</b>
Interaktion mit Einkommen	<b>-0.597</b>	-0.194	-0.061	-0.349	-0.213
Fahrtzeit [min]	<b>-0.050</b>	<b>-0.060</b>	<b>-0.049</b>	<b>-0.059</b>	<b>-0.045</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.291</b>	<b>-0.435</b>	<b>-0.306</b>	<b>-0.369</b>	<b>-0.450</b>
Planmässige Verfrühung [min]	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
Interaktion mit Distanz	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050
Unplanmässige Verfrühung [min]	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
Interaktion mit Distanz	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058
Planmässige Verspätung [min]	<b>-0.024</b>	<b>-0.021</b>	<b>-0.029</b>	<b>-0.037</b>	<b>-0.025</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.431</b>	-	-0.115	<b>-0.206</b>	-
Unplanmässige Verspätung [min]	<b>-0.055</b>	<b>-0.070</b>	<b>-0.101</b>	<b>-0.109</b>	<b>-0.083</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.492</b>	<b>-0.292</b>	-0.119	<b>-0.170</b>	<b>-0.445</b>
Verspätungswahrscheinlichkeit [%] / 100	<b>-0.398</b>	<b>-0.398</b>	<b>-0.398</b>	<b>-0.398</b>	<b>-0.398</b>
Konstante	<b>3.900</b>	<b>3.610</b>	<b>4.590</b>	<b>4.230</b>	<b>3.660</b>
Alter (logarithmiert)	<b>-1.140</b>	<b>-1.140</b>	<b>-1.140</b>	<b>-1.140</b>	<b>-1.140</b>
Geschlecht: Mann (vs. Frau)	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
Haushaltsgrösse	<b>-0.058</b>	<b>-0.058</b>	<b>-0.058</b>	<b>-0.058</b>	<b>-0.058</b>
PW-Verfügbarkeit: immer (vs. Selten / nie)	<b>1.430</b>	<b>1.430</b>	<b>1.430</b>	<b>1.430</b>	<b>1.430</b>
ÖV Kosten [CHF]	<b>-0.104</b>	<b>-0.179</b>	<b>-0.216</b>	<b>-0.122</b>	<b>-0.160</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.859</b>	<b>-0.666</b>	<b>-0.677</b>	<b>-0.921</b>	<b>-0.785</b>
Interaktion mit Einkommen	<b>-0.597</b>	-0.194	-0.061	-0.349	-0.213
Fahrtzeit [min]	<b>-0.031</b>	<b>-0.035</b>	<b>-0.032</b>	<b>-0.032</b>	<b>-0.032</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.291</b>	<b>-0.435</b>	<b>-0.306</b>	<b>-0.369</b>	<b>-0.450</b>
Zu- und Abgangszeit [min]	<b>-0.039</b>	<b>-0.047</b>	<b>-0.029</b>	<b>-0.029</b>	<b>-0.041</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.261</b>	<b>-0.217</b>	<b>-0.319</b>	<b>-0.454</b>	<b>-0.321</b>
Anzahl Umsteigevorgänge [-]	<b>-0.302</b>	<b>-0.150</b>	<b>-0.388</b>	<b>-0.290</b>	<b>-0.379</b>
Interaktion mit Distanz	0.157	-0.351	<b>-0.066</b>	<b>-0.179</b>	<b>-0.369</b>
Planmässige Verfrühung [min]	<b>-0.015</b>	<b>-0.015</b>	<b>-0.015</b>	<b>-0.015</b>	<b>-0.015</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.050</b>	<b>-0.050</b>	<b>-0.050</b>	<b>-0.050</b>	<b>-0.050</b>
Planmässige Verspätung [min]	<b>-0.011</b>	<b>-0.022</b>	<b>-0.013</b>	<b>-0.023</b>	<b>-0.015</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.431</b>	-	-0.115	<b>-0.206</b>	-
Unplanmässige Verspätung [min]	<b>-0.050</b>	<b>-0.075</b>	<b>-0.040</b>	<b>-0.112</b>	<b>-0.060</b>
Interaktion mit Distanz	<b>-0.492</b>	-0.292	-0.119	<b>-0.170</b>	<b>-0.445</b>
Verspätungswahrscheinlichkeit [%] / 100	<b>-0.476</b>	<b>-0.476</b>	<b>-0.476</b>	<b>-0.476</b>	<b>-0.476</b>
Risiko, Anschluss zu verpassen [%] / 100	<b>-2.476</b>	<b>-1.505</b>	-2.369	<b>-3.597</b>	<b>-3.929</b>
ÖV-Abo: GA (vs. Keines)	<b>1.300</b>	<b>1.300</b>	<b>1.300</b>	<b>1.300</b>	<b>1.300</b>
ÖV-Abo: Verbundabo (vs. Keines)	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
ÖV-Abo: Halbtax (vs. Keines)	<b>0.241</b>	<b>0.241</b>	<b>0.241</b>	<b>0.241</b>	<b>0.241</b>
ÖV-Abo: Sonstige (vs. Keines)	<b>0.537</b>	<b>0.537</b>	<b>0.537</b>	<b>0.537</b>	<b>0.537</b>
Skalenparameter					
RP			0.945		
SP 1 (fixiert)			1.000		
SP 2			<b>1.860</b>		
SP 3			<b>1.390</b>		
SP 4			<b>1.270</b>		
Anzahl Beobachtungen			19'007		
Adjusted $\rho^2$			0.225		

Fett geschriebene Werte bedeuten statistische Signifikanz des geschätzten Parameters auf dem 95%-Niveau ( $|t| > 1.96$ ).

## 5.4 Zahlungsbereitschaften

### 5.4.1 Distanzabhängigkeit

Die folgenden Abbildungen zeigen die distanzabhängigen Verläufe der Bewertungsverhältnisse zwischen Fahrtkosten und verschiedenen Attributen (Fahrzeiten und Verspätungen), welche als Zahlungsbereitschaften für die Reduktion dieser Attribute interpretiert werden können.

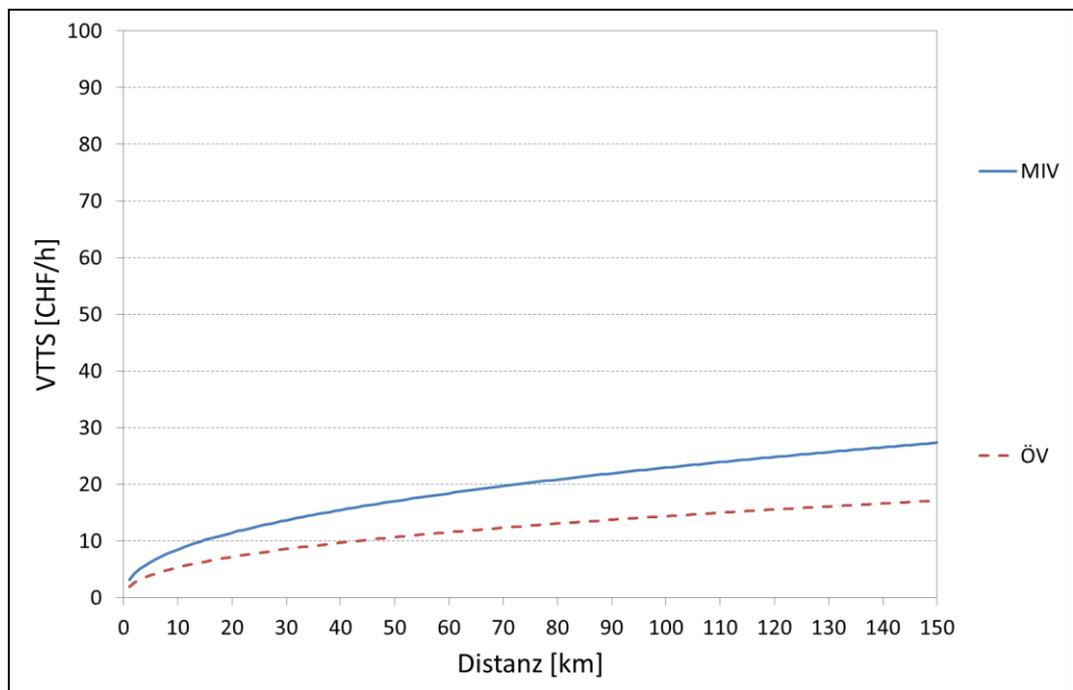
In den Abbildungen werden für die Zahlungsbereitschaften folgende Abkürzungen verwendet:

- Zahlungsbereitschaft für Fahrzeit: VTTS (von *value of travel time savings*);
- Zahlungsbereitschaft für Verlässlichkeit: VOR (von *value of reliability*);
- Zahlungsbereitschaften für übrige Attribute: WTP (von *willingness to pay*).

Der VTTS für ein Verkehrsmittel (und einen Zweck) wird wie folgt berechnet:

$$VTTS = \frac{\beta_{\text{Fahrzeit}} \cdot \left(\frac{\text{Distanz}}{30}\right)^{\lambda_{\text{Distanz:Fahrzeit}}}}{\beta_{\text{Kosten}} \cdot \left(\frac{\text{Einkommen}}{9'000}\right)^{\lambda_{\text{Einkommen,Kosten}}} \cdot \left(\frac{\text{Distanz}}{30}\right)^{\lambda_{\text{Distanz:Kosten}}}}$$

Abb. 5-6 zeigt den Wert der Zahlungsbereitschaft für die Reduktion der Fahrzeit in Abhängigkeit der Weglänge (bei einem Einkommen von 9'000 CHF/Monat). Hier ist zu sehen, dass der VTTS für den MIV höher liegt als für den ÖV. Zudem ist ersichtlich, dass sich aus der Kombination der Interaktionsparameter der Fahrzeit und -kosten mit der Distanz Zeitwerte ergeben, welche mit der Weglänge zunehmen. Dies entspricht den Erkenntnissen aus früheren Studien und jenen aus der Schweizer Zeitkostennorm (VSS, 2007).



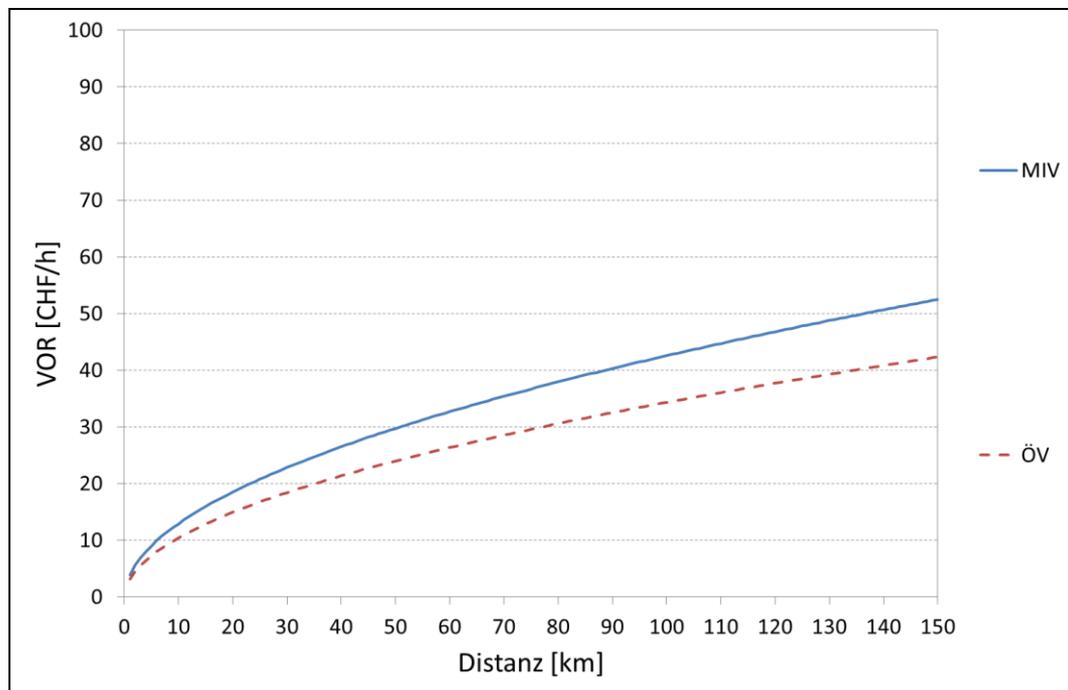
**Abb. 5-6** Zeitwerte (gemeinsames Modell)

Abb. 5-7 zeigt die Zahlungsbereitschaft für die Reduktion unplanmässiger Verspätungen (Abweichungen der tatsächlichen von der planmässigen Ankunftszeit), Abb. 5-9 jene für

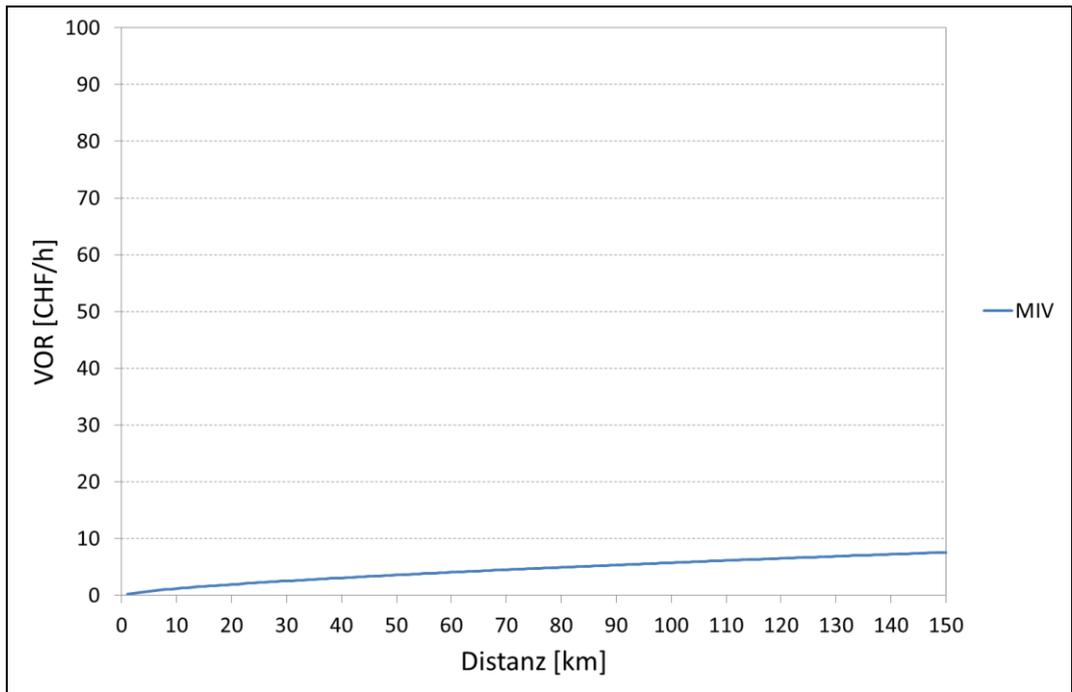
planmässige Verspätungen (Abweichungen der planmässigen von der gewünschten Ankunftszeit). Hier ist zu sehen, dass planmässige Verspätungen etwas weniger negativ bewertet werden als zusätzliche Fahrtzeiten, die Verlässlichkeit (Vermeidung unplanmässiger Verspätungen) jedoch sehr relevant und deren Zahlungsbereitschaft sehr hoch ist. Diese Erkenntnisse konnten anhand der Erfahrungen aus der Literatur erwartet werden; hier findet jedoch erstmals eine umfassende Quantifizierung und Einordnung dieser Grössen in der Schweiz statt.

Verfrühungen werden wie erwartet weniger stark negativ bewertet als Verspätungen; insbesondere unplanmässige Verfrühungen im MIV (*Abb. 5-8*) fallen bei der Bewertung kaum ins Gewicht. Unplanmässige Verfrühungen gibt es im ÖV nicht, da die Ankunft einer Verbindung frühestens zur fahrplanmässigen Zeit stattfindet.

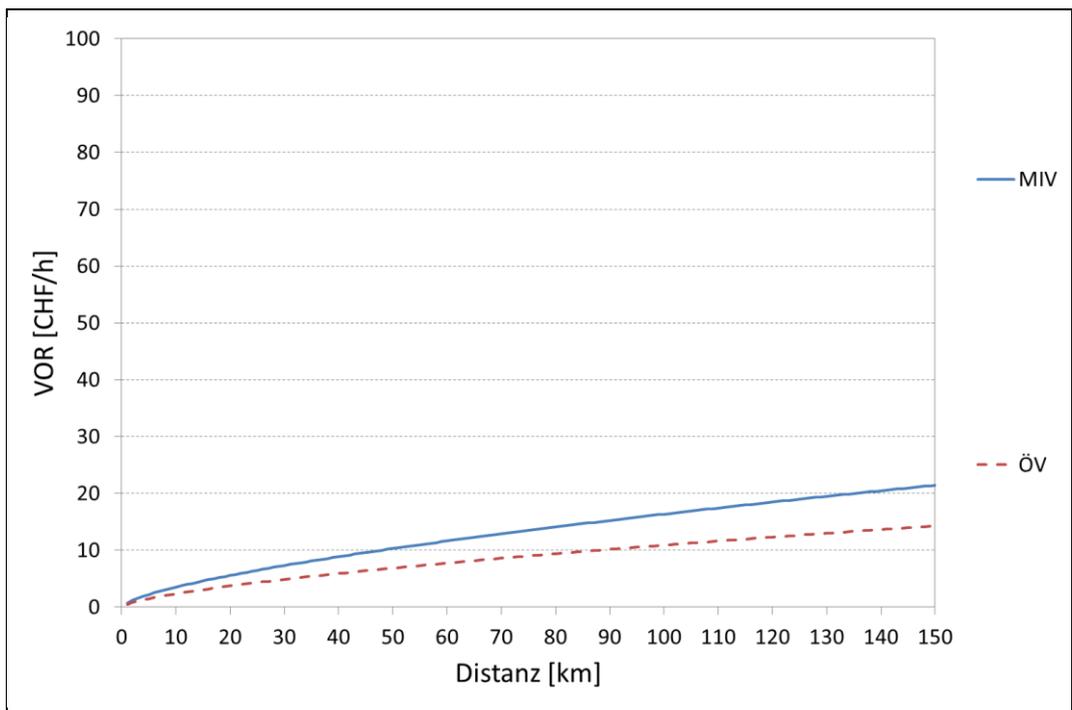
Planmässige Verfrühungen im ÖV (d.h. Fahrplanabweichungen, *Abb. 5-10*) hingegen werden beinahe gleich behandelt wie entsprechende Verspätungen; bei der Bewertung des Fahrplans werden also Abweichungen in beide Richtungen gleich negativ betrachtet. Im MIV ist dieses Bild etwas differenzierter, wobei jedoch hier die planmässige Ankunftszeit über die Wahl der Abfahrtszeit auch flexibler gestaltet werden kann.



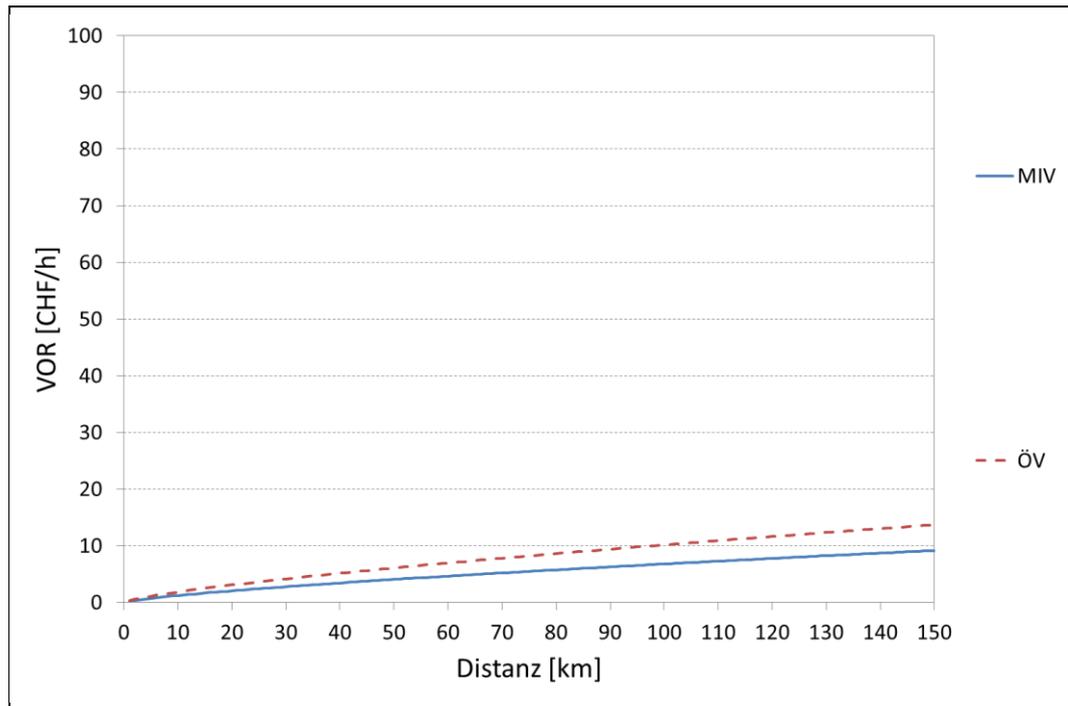
**Abb. 5-7** Zahlungsbereitschaften für Reduktion der unplanmässigen Verspätung (gemeinsames Modell)



**Abb. 5-8** Zahlungsbereitschaften für Reduktion der unplanmässigen Verfrühung (gemeinsames Modell) (im ÖV nicht relevant)



**Abb. 5-9** Zahlungsbereitschaften für Reduktion der planmässigen Verspätung (gemeinsames Modell)



**Abb. 5-10** Zahlungsbereitschaften für Reduktion der planmässigen Verfrühung (gemeinsames Modell)

Die nachfolgenden Abbildungen (Abb. 5-11 bis Abb. 5-19) zeigen die entsprechenden Kurvenverläufe für das fahrtzweckspezifische Modell. Für den Fahrtzweck Einkauf wurden die Kurvenverläufe bei 50 km abgeschnitten, da nur wenige Wege darüber hinausgehen. Hier ist gut zu sehen, dass die Differenzierung zwischen den Fahrtzwecken sehr wichtig ist und zu stark unterschiedlichen Zahlungsbereitschaften zwischen den Zwecken führt. Am höchsten liegen die Zeitwerte durchwegs im Pendler- und Nutzfahrten.

Sehr auffällig ist der starke Anstieg der Bewertung der Verlässlichkeit (Vermeidung unplanmässiger Verfrühungen und Verspätungen) bei langen Nutzfahrten. Diese sind oftmals Tagesreisen, bei welchen hohe Verspätungen zu Problemen bei der Einhaltung des zur Verfügung stehenden Zeitbudgets führen würden. Dies erklärt die sehr hohen Zahlungsbereitschaften, welche jedoch teilweise auch auf die Modellform und geringe Stichprobengrössen bei den langen Wegen zurückzuführen sein dürften. Es ist damit zu rechnen, dass die Zahlungsbereitschaften gegen Ende der Kurve etwas stärker abflachen sollten. Hier werden verlässliche Ankunftszeiten demnach als am wichtigsten angesehen.

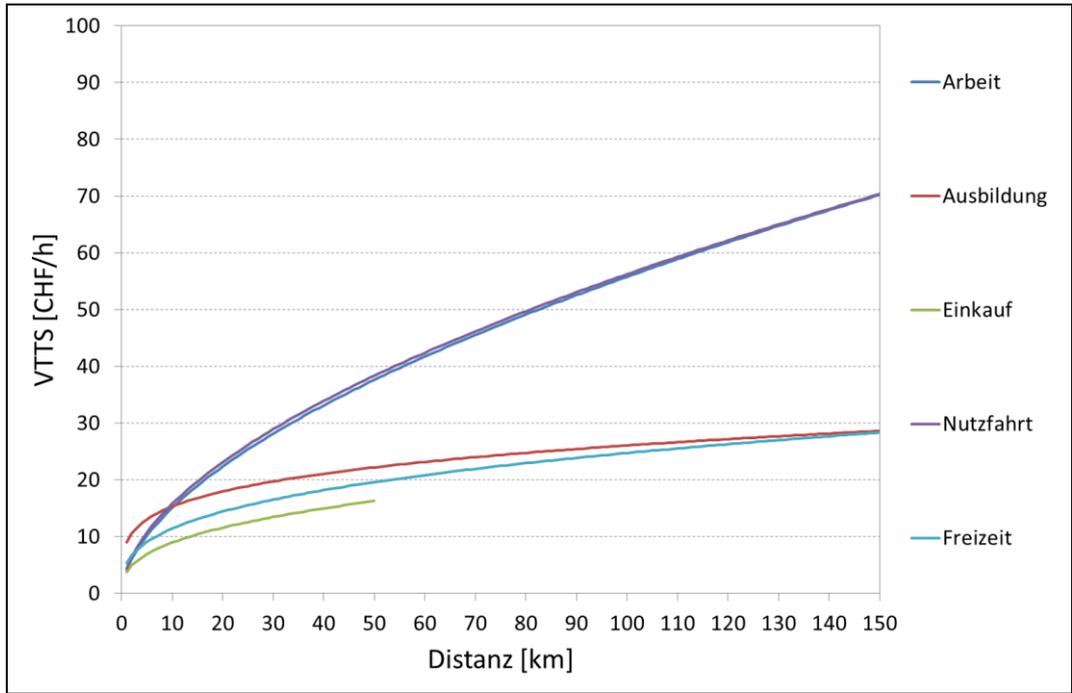


Abb. 5-11 Zeitwerte MIV (fahrtzweckspezifisches Modell)

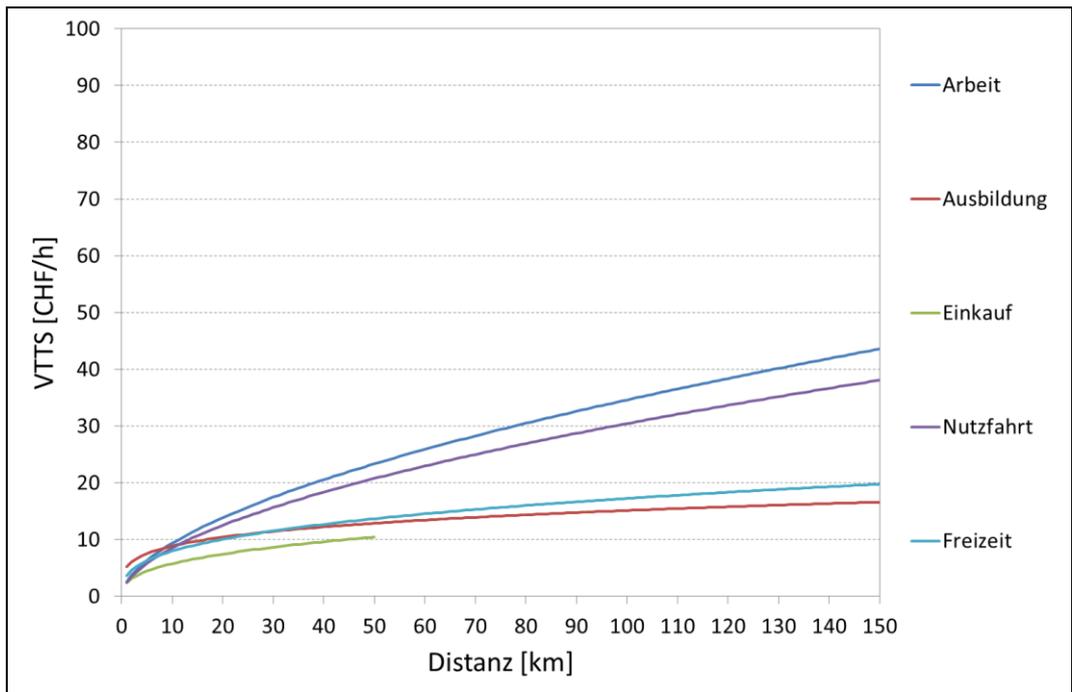
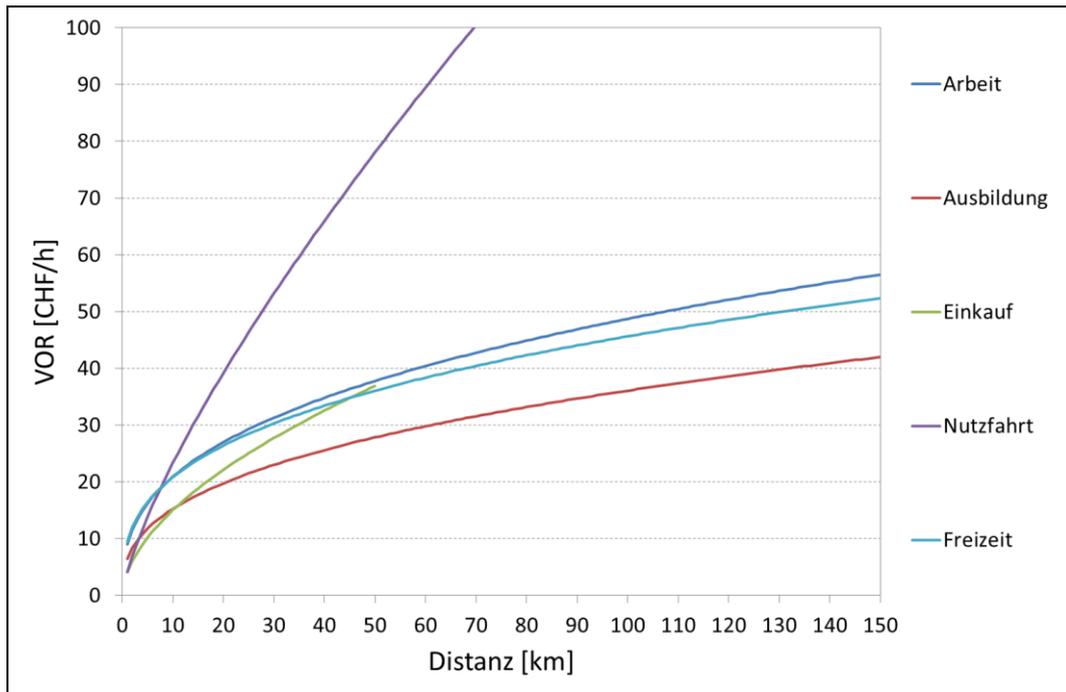
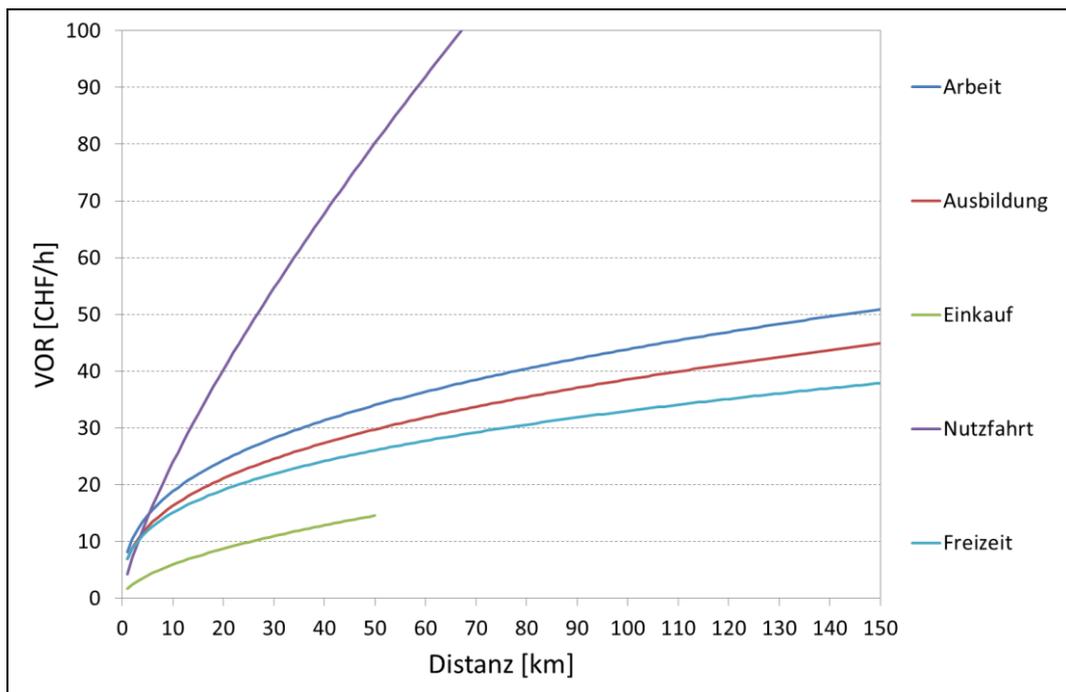


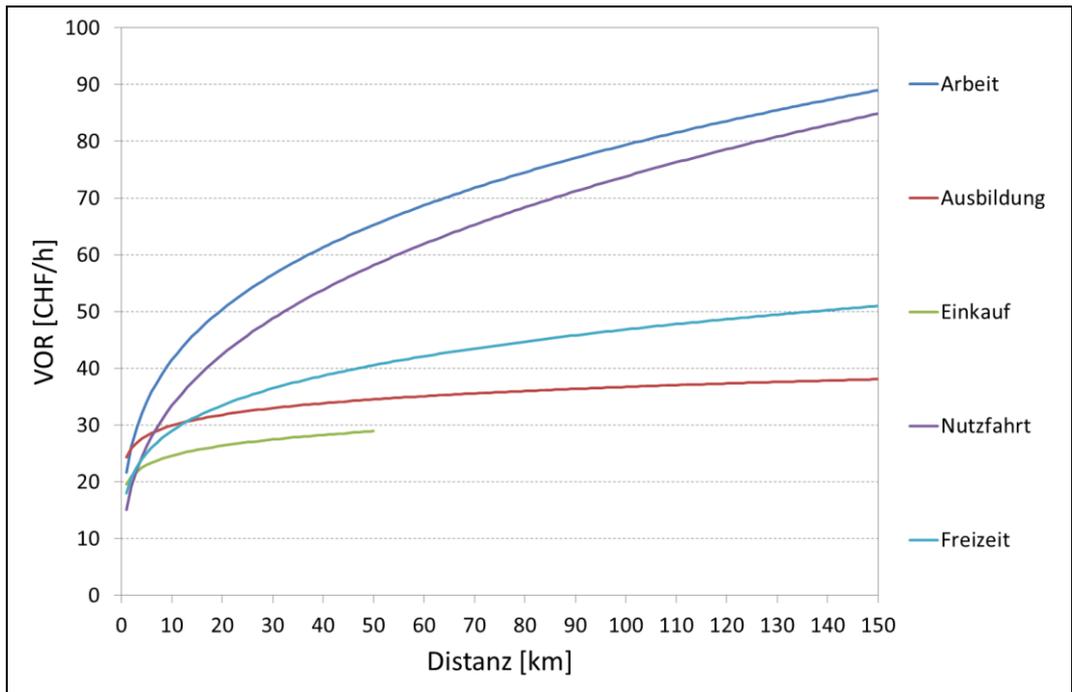
Abb. 5-12 Zeitwerte ÖV (fahrtzweckspezifisches Modell)



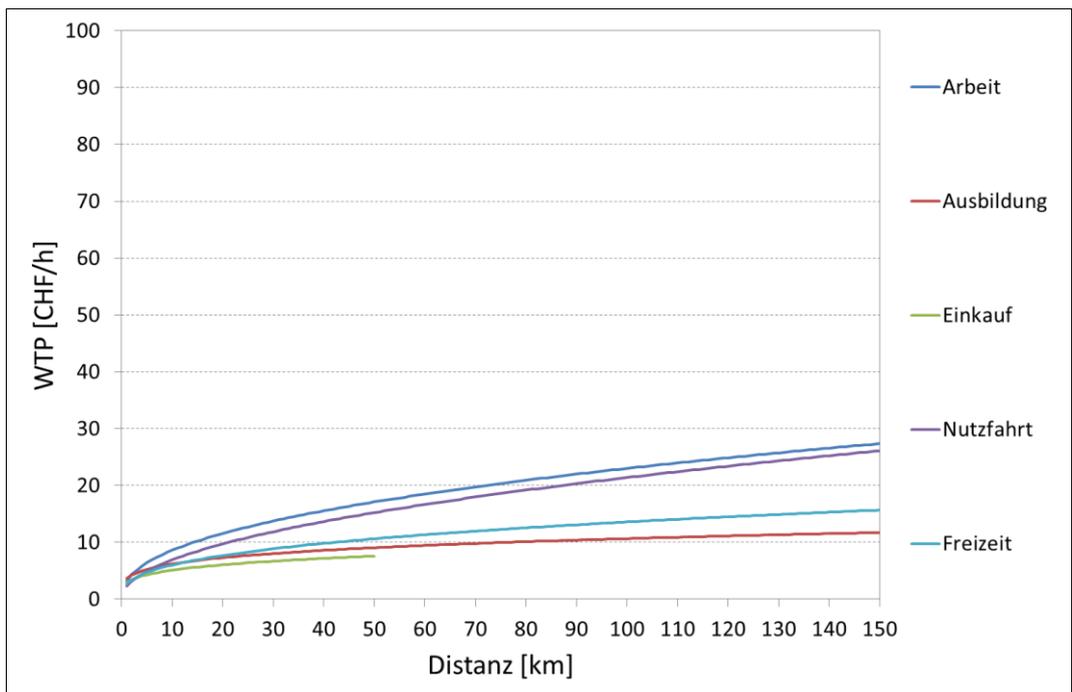
**Abb. 5-13** Zahlungsbereitschaften für Reduktion der unplanmässigen Verspätung MIV (fahrtzweckspezifisches Modell)



**Abb. 5-14** Zahlungsbereitschaften für Reduktion der unplanmässigen Verspätung ÖV (fahrtzweckspezifisches Modell)



**Abb. 5-15** Zahlungsbereitschaften für Reduktion der unplanmässigen Verfrühung MIV (fahrzweckspezifisches Modell)



**Abb. 5-16** Zahlungsbereitschaften für Reduktion der planmässigen Verspätung MIV (fahrzweckspezifisches Modell)

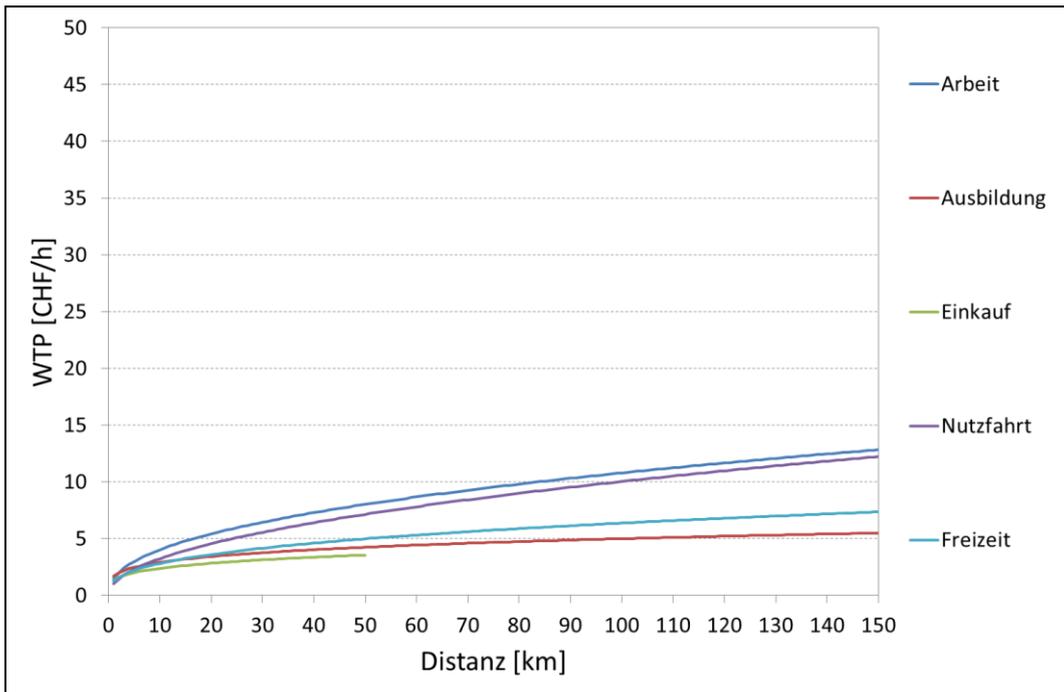


Abb. 5-17 Zahlungsbereitschaften für Reduktion der planmässigen Verspätung ÖV (fahrtzweckspezifisches Modell)

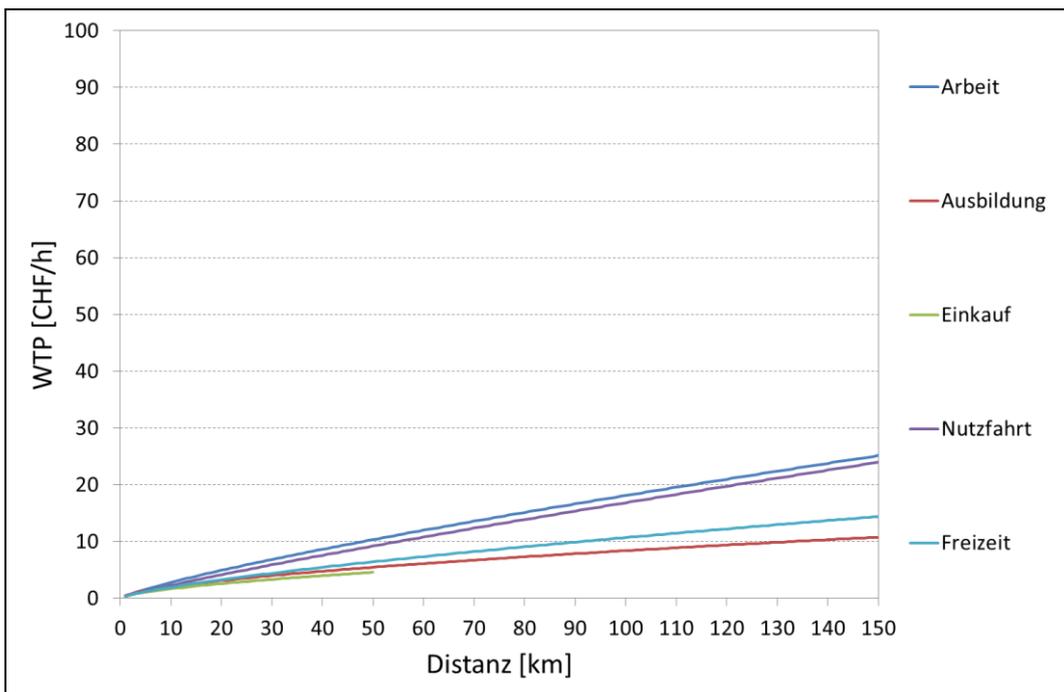
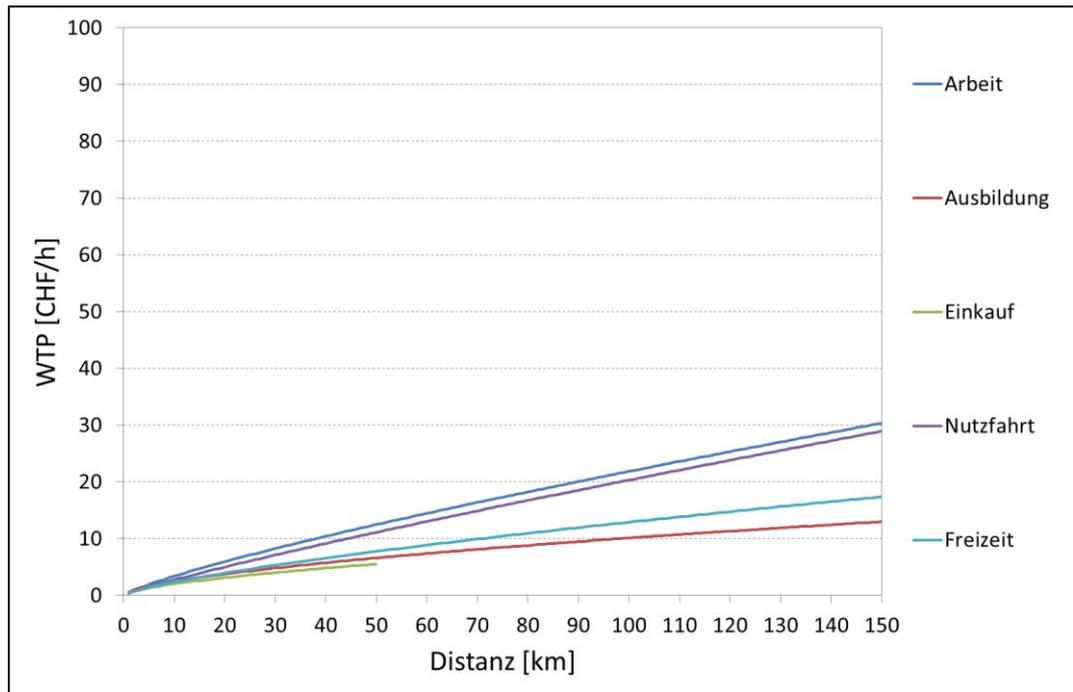


Abb. 5-18 Zahlungsbereitschaften für Reduktion der planmässigen Verfrühung MIV (fahrtzweckspezifisches Modell)



**Abb. 5-19** Zahlungsbereitschaften für Reduktion der planmässigen Verfrühung ÖV (fahrtzweckspezifisches Modell)

#### 5.4.2 Einkommensabhängigkeit

Neben der Distanz hat auch das Einkommen einen Einfluss auf die Variation der Zahlungsbereitschaften. Dieser Verlauf ist für den VTTS im MIV exemplarisch in *Abb. 5-20* dargestellt (für eine Weglänge von 30 km).

Die Einkommensabhängigkeit ist am stärksten (und damit der Kurvenverlauf am steilsten) bei den Arbeitswegen; bei diesen regelmässigen Wegen unterscheiden sich die Zeitwerte zwischen Wenig- und Vielverdienern also am meisten. Bei den Einkaufsfahrten ist der Verlauf am flachsten; hier hat das Einkommen also kaum einen Einfluss auf den VTTS.

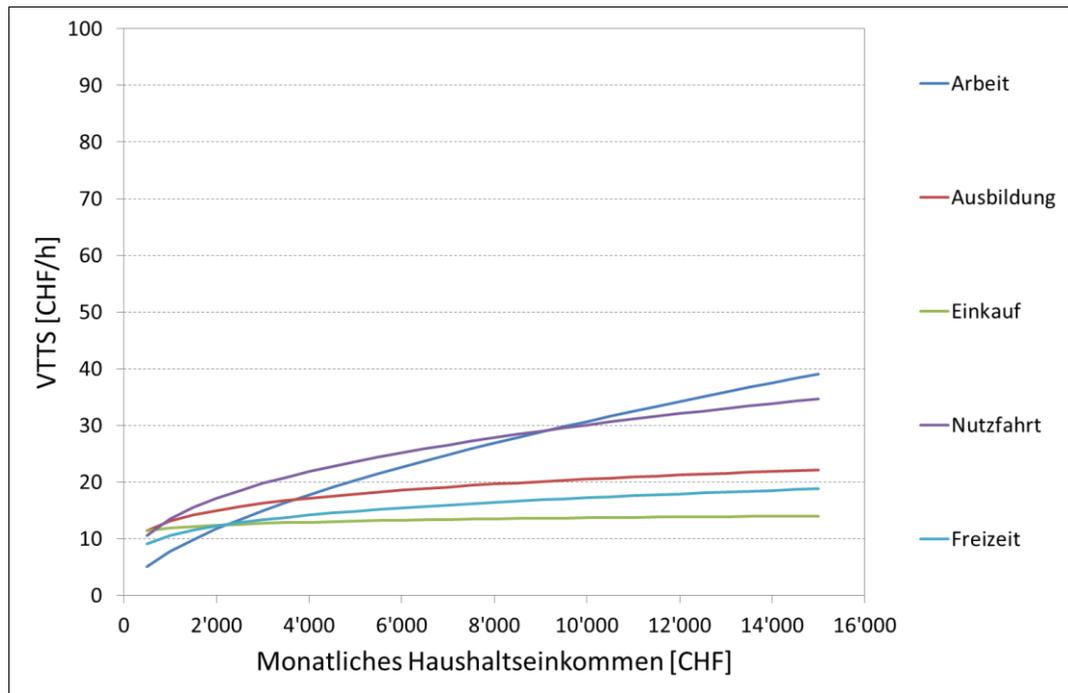


Abb. 5-20 Einkommensabhängigkeit der Zeitwerte (fahrtsweckspezifisches Modell)

### 5.4.3 Hochrechnung auf Bevölkerungswerte

Die aus den verschiedenen Kombinationen aus Fahrtzwecken, Verkehrsmitteln, Weglängen und Einkommen resultierenden Zahlungsbereitschaften wurden für den gesamten Inlands-Wegegedatensatz des MZMV 2010 berechnet und dann mit den im Datensatz vorliegenden Personengewichten auf Bevölkerungsmittelwerte hochgerechnet. Abb. 5-21 zeigt die daraus resultierenden gewichteten Mittelwerte der Zahlungsbereitschaften für die Reduktion der wichtigsten Attribute. Die Werte sowie deren relative Verhältnisse sind durchwegs plausibel.

Die Zahlungsbereitschaft für Fahrtzeitersparnisse (VTTS) liegt im Durchschnitt für den MIV bei ca. 15.- CHF/h, für den ÖV bei ca. 11.- CHF/h. Der Zeitwert ist bei Nutzfahrten deutlich am höchsten, und für Einkaufs- und Freizeitwege am tiefsten. Gegenüber den Zeitwerten in der SN 641 822a sind die hier berechneten Werte um rund ein Drittel geringer. Dies kann auf folgende Gründe zurückzuführen sein:

- Der Fokus auf die Verlässlichkeitsvariablen bei der Befragung (und somit weniger ausgeprägte Beachtung der reinen Fahrtzeiten) – bei früheren Befragungen konnte bereits festgestellt werden, dass die thematische Auslegung einer Befragung solche Effekte haben kann;
- neue Formulierung der Nutzenfunktion mit dem hier erstmals verwendeten *scheduling* Ansatz unter Unsicherheit;
- höherer Anteil an kürzeren Wegen im MZMV 2010 als in früheren Mikrozensen, was einen Einfluss auf die Gewichtung haben kann (die SN 641 822a beruht auf einer Gewichtung mit dem Mikrozensus 2000);
- etwa gleichmässige Verteilung der Anzahl von Verkehrsmittel- und Routenwahlbeobachtungen in den hier erhobenen Daten (in Hess *et al.*, 2008 sind rund 60% mehr Verkehrsmittelwahl- als Routenwahlfälle enthalten); Routenwahl-Beobachtungen (und auch die hier ebenfalls einbezogenen RP-Fälle) weisen tendenziell etwas tiefere Zeitwerte auf.

**Abb. 5-21** Mittlere Zahlungsbereitschaften [CHF pro Einheit] (gewichtet)

Attribut		Arbeit	Ausbildung	Einkauf	Nutzfahrt	Freizeit	Alle
MIV	Fahrtzeit [h]	18.8	17.0	9.1	22.9	12.9	14.6
	Planmässige Verspätung [h]	9.8	4.9	4.6	14.8	6.2	7.5
	Planmässige Verfrühung [h]	4.1	2.9	1.8	4.7	2.9	3.1
	Unplanmässige Verspätung [h]	23.3	18.5	16.0	42.4	23.5	22.9
	Unplanmässige Verfrühung [h]	4.5	3.1	2.5	4.0	3.1	3.5
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	1.3	1.0	0.6	1.6	1.0	1.0
ÖV	Fahrtzeit [h]	13.3	10.2	5.9	18.1	9.1	10.7
	Zu- und Abgangszeit [h]	16.3	13.0	5.5	15.5	11.4	12.8
	Anzahl Umsteigevorgänge [-]	2.1	0.7	1.0	3.0	1.8	1.7
	Planmässige Verspätung [h]	5.1	6.1	2.1	16.6	4.1	4.7
	Planmässige Verfrühung [h]	6.1	4.0	2.3	10.0	3.9	4.8
	Unplanmässige Verspätung [h]	22.8	21.0	6.6	70.7	17.3	19.7
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	2.0	1.3	0.7	3.4	1.3	1.6
	Anschlussicherheit [%]	10.6	12.2	7.7	19.2	10.7	10.5

Die Zahlungsbereitschaft für die Reduktion unplanmässiger Verspätungen (d.h. die Erhöhung der Verlässlichkeit) liegt wie erwartet deutlich über dem VTTS; Verfrühungen hingegen werden deutlich tiefer bewertet. Ebenfalls etwas höher ist die Zahlungsbereitschaft für geringere Zugangszeiten. Ein Umsteigevorgang wird im Schnitt mit ca. 2.- CHF bewertet.

Im ÖV zeigen die Zahlungsbereitschaften für die planmässigen Verfrühungen und Verspätungen sinnvolle Werte. Die Vermeidung einer planmässigen Verspätung von einer Stunde ist im Durchschnitt 7.50 CHF wert. Diese Werte können bei dynamischen Modellen Verwendung finden. Aus den Angaben aber einen Zeitwert für den Takt, welcher vergleichbar mit früheren Studien ist, abzuleiten, ist aufgrund der abweichenden Präsentation der Attribute nicht ohne weiteres möglich. Falls für eine Anwendung die Ableitung einer Zahlungsbereitschaft für eine Taktverdichtung notwendig ist, kann mit dem Verhältnis zwischen der Zahlungsbereitschaft für den Takt und jener für die Fahrtzeit (VTTS), welches in Hess *et al.* (2008) bzw. in der SN 641 822a ausgewiesen ist, ein Näherungswert gefunden werden. Dieses Verhältnis beträgt 0.34. Dieser Wert sollte verwendet werden, wenn in Verbindung mit den hier gezeigten Zeitwerten eine Bewertung bzw. Monetarisierung expliziter (und gemessener) Taktverdichtungen erwünscht ist. Alternativ (und wenn die Verteilung der gewünschten Ankunftszeiten bekannt ist) kann im Einzelfall (z.B. mittels Simulationen) errechnet werden, zu welcher Reduktion der planmässigen Verfrühungen und Verspätungen eine Taktreduktion führt und wie gross der monetarisierte Nutzen dieser Angebotsverbesserung wäre.

Die Zahlungsbereitschaft für die Reduktion der Verspätungswahrscheinlichkeit ist im ÖV höher als im MIV. Es ist zu beachten, dass die in der Abb. 5-21 angegebenen Werte nur für den in den SP-Experimenten abgedeckten Bereich von Verspätungswahrscheinlichkeiten bis 50% gelten. Die Werte zeigen, dass z.B. für eine Reduktion der Verspätungswahrscheinlichkeit um 10% im MIV eine mittlere Zahlungsbereitschaft von 10.- CHF gilt (= 10 [%] x 1.00 [CHF/%]). Beim ÖV zeigt sich auch eine sehr hohe Bewertung der Anschlussicherheit. Hierfür gibt es keine Vergleichszahlen aus anderen Studien, womit die Einordnung der Resultate schwierig ist.

#### 5.4.4 Relative Bewertungen der Attribute

Abb. 5-22 zeigt die aus der Gewichtung resultierenden Mittelwerte für die Bewertung der einzelnen Attribute gegenüber der Fahrtzeit.

Eine Minute unplanmässige Verspätung im MIV wird also im Durchschnitt ca. 1.6-mal negativer bewertet als eine zusätzliche Minute planmässige Fahrtzeit; im ÖV liegt dieses Verhältnis im Schnitt bei ca. 1.8, für Nutzfahrten steigt es sogar auf ca. 3.5 an. Dies zeigt wieder deutlich, dass die Verlässlichkeit der Verkehrssysteme insbesondere für Nutzfahrten ein sehr wichtiges Entscheidungskriterium ist und hier die pünktliche Ankunft am Zielort höchste Priorität hat. Ein Umsteigevorgang wird gleich bewertet wie ca. 9 Minuten zusätzliche Fahrtzeit.

Ein Vergleich mit den Verhältniszahlen aus verschiedenen internationalen Studien, zusammengefasst in Li *et al.* (2010), zeigt, dass die hier erzielten Resultate im Bereich der Erwartungen liegen. Ein direkter Vergleich der Zahlen ist aufgrund der sehr unterschiedlichen Befragungsdefinitionen nicht möglich, deren Plausibilität ist aber somit sichergestellt.

**Abb. 5-22** Mittlere Bewertungen gegenüber Fahrtzeit [h pro Einheit] (gewichtet)

Attribut		Mittlere Bewertungen gegenüber Fahrtzeit [h pro Einheit] (gewichtet)					
		Arbeit	Ausbildung	Einkauf	Nutzfahrt	Freizeit	Alle
MIV	Planmässige Verspätung [h]	0.56	0.26	0.48	0.51	0.45	0.49
	Planmässige Verfrühung [h]	0.19	0.16	0.18	0.17	0.20	0.19
	Unplanmässige Verspätung [h]	1.36	1.06	1.67	1.63	1.82	1.62
	Unplanmässige Verfrühung [h]	0.27	0.19	0.29	0.20	0.25	0.26
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
ÖV	Zu- und Abgangszeit [h]	1.21	1.21	0.93	0.90	1.19	1.15
	Anzahl Umsteigevorgänge [-]	0.13	0.07	0.16	0.15	0.19	0.15
	Planmässige Verspätung [h]	0.41	0.54	0.33	0.77	0.41	0.42
	Planmässige Verfrühung [h]	0.40	0.36	0.35	0.47	0.37	0.38
	Unplanmässige Verspätung [h]	1.91	2.00	1.04	3.51	1.89	1.82
	Verspätungswahrscheinlichkeit [%]	0.13	0.12	0.11	0.16	0.12	0.12
	Risiko, Anschluss zu verpassen [%]	0.67	0.60	0.57	0.82	0.62	0.63

Auf die Berechnung von Nachfrageelastizitäten der relevanten Variablen wird hier bewusst verzichtet, da diese vereinfachten Masse der Komplexität der hier verwendeten Entscheidungsmodelle nicht gerecht werden. Es wird dringend empfohlen, bei der Anwendung der Modelle die vollen Nutzenfunktionen anzuwenden, um die Effekte von Massnahmen zu bewerten. Elastizitäten wären stark abhängig von den vorliegenden Nachfrageverhältnissen (Auswahlwahrscheinlichkeiten) der vorhandenen Alternativen, den Werten der berücksichtigten Variablen im Ist- und Plan-Zustand, der Soziodemographie und der Struktur der betrachteten Wege (z.B. Distanzverteilung), womit keine einzelnen pauschalen Werte zur Verwendung ausgewiesen und empfohlen werden können.

### 5.4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Das für die Bewertung der Verlässlichkeit gewählte *scheduling model under uncertainty* erfordert ein relativ komplexes und auf den ersten Blick nicht einfach verständliches Design der SP-Befragungen. Die Analyse der Antworten und die geschätzten Modelle bestätigen aber, dass die Befragten in der Lage waren, die vorgegebenen Situationen zu bewerten und – sei es rational oder intuitiv – eine Wahl zwischen den vorgegebenen Alternativen zu treffen. Es kann vermutet werden, dass das gewählte zweistufige Befragungskonzept mit einer RP-Befragung und einer darauf basierenden, individualisierten SP-Befragung mit einer übersichtlichen Anzahl von Attributen wesentlich dazu beigetragen hat. Auch kann festgestellt werden, dass sich die in den SP-Befragungen gewählte Darstellungsform der Verlässlichkeit als Liste von Verfrühungen oder Verspätungen mit zugeordneten Wahrscheinlichkeiten des Eintretens bewährt hat.

Mit den aus den Befragungen gewonnenen Daten konnten aussagekräftige fahrtweck-spezifische Modelle und ein gemeinsames Modell mit nichtlinearen Variablen (Interaktionsterme mit Distanz bzw. Einkommen) geschätzt werden. Hierbei konnte erstmals ein Ansatz mit Unterscheidung zwischen planmässigen und unplanmässigen Verfrühungen und Verspätungen getestet werden, was eines der ausgewiesenen Ziele der Forschungsarbeit war. Dieser Ansatz hat sich zudem bewährt und zu plausiblen und robusten Ergebnissen geführt.

Die aus diesen Modellen ableitbaren Zusammenhänge bestätigen die Ergebnisse früherer Studien in der Tendenz weitgehend:

- Die Zeitwerte nehmen mit der Distanz zu, und dies am stärksten für Arbeitspendler- und Nutzfahrten.
- Die Zeitwerte im MIV sind höher als jene im ÖV.
- Die Zahlungsbereitschaften für Verlässlichkeit und für planmässige Ankunftszeit sind im MIV etwas höher als im ÖV.
- Die Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung von Verspätungen ist deutlich höher als jene für die Vermeidung von Verfrühungen (die geschätzten Modell-Parameter für letztere erwiesen sich als knapp nicht signifikant).
- Die Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung von unplanmässigen Verspätungen ist je nach Fahrtzweck um den Faktor 1.1 bis knapp 2.0 (für Nutzfahrten im ÖV sogar um den Faktor 3.5) höher als jene für die Verkürzung der Fahrtzeit.
- Bei den Zahlungsbereitschaften (sowohl für die Fahrtzeit als auch für die Verlässlichkeit) zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Fahrtzwecken; diese sind im Nutzfahrt- und Pendlerverkehr am höchsten.
- Im ÖV besteht eine relativ hohe Zahlungsbereitschaft, um das Risiko, einen Anschluss zu verpassen, zu senken.

Im Vergleich zu früheren Studien liegen die hier ermittelten Zeitwerte um rund ein Drittel tiefer, namentlich auch gegenüber den in der VSS-Norm SN 641 822a ausgewiesenen Werten. Dies kann auf unterschiedliche Modellansätze und auf Unterschiede in den Erhebungsdaten zurückzuführen sein (vgl. Abschnitt 5.4.3).

## 6 Empfehlungen und weiterer Forschungsbedarf

Es ist bekannt, dass das Design von SP-Befragungen deren Ergebnisse beeinflusst. Als weiterer Forschungsbedarf wird deshalb angeregt, weitere SP-Experimente zur Ermittlung der Zahlungsbereitschaft für die Verlässlichkeit durchzuführen und bei sich bietender Gelegenheit mit RP-Daten zu verifizieren. Neben dem *scheduling* Ansatz sollten im Hinblick auf praktische Anwendungen weitere Kennwerte zur Bewertung der Verlässlichkeit, wie z.B. die Differenz zwischen dem Median und dem 90. oder 95. Perzentil der Reisezeiten (in der Literatur als *Buffer-Index* bekannt), geprüft werden.

Das in der VSS-Norm 641 825 „Bewertung und Abschätzung der Zuverlässigkeit“ angenommene Verhältnis zwischen den Kostensätzen für die mittlere Fahrtzeit, Verfrühungen und Verspätungen von 2:1:3 konnte mit der vorliegenden Studie in seiner grundsätzlichen Ausprägung bestätigt werden; hier besteht kein unmittelbarer Handlungsbedarf. Es wird jedoch empfohlen, die hier erzielten Ergebnisse (insbesondere die Bewertungsverhältnisse zwischen Fahrtzeit und unplanmässiger Verspätung von 1.62, bzw. zwischen Fahrtzeit und unplanmässiger Verfrühung von ca. 0.26) bei einer nächsten Überarbeitung in die Norm einfließen zu lassen. Das in dieser Norm beschriebene Verfahren zur Messung bzw. Prognose der Verlässlichkeit einer Verkehrsanlage ist aber nur für National- bzw. Hauptstrassenprojekte im MIV anwendbar. Für andere Strassentypen, für Knoten und für andere Verkehrsmittel fehlen entsprechende Methoden; hier besteht dringender Forschungsbedarf.

Um zu verlässlicheren Schätzungen aller hier betrachteten Kennwerte zu gelangen und somit die eventuellen Wahrnehmungsunterschiede zu reduzieren, welche durch die Formulierung der Befragung verursacht werden könnten, würde sich eine gemeinsame Schätzung von Modellen mit allen in den letzten Jahren erhobenen SP-Stichproben (alle verwendeten Datensätze in Hess *et al.*, 2008; die Daten aus der vorliegenden Studie; die Daten aus Widmer *et al.*, 2013; und insbesondere die Daten der SP-Erhebung 2010 – ARE, 2012) empfehlen. Dies würde auf eine Aktualisierung der Arbeiten von Hess *et al.* (2008) hinauslaufen und robuste Werte der Zahlungsbereitschaften sowohl für die Fahrtzeit als auch für die Verlässlichkeit führen, welche dann in einer erneuerten Norm zur Verwendung kommen könnten.



## Anhänge

<b>I</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>68</b>
I.1	Beispiel Online-Fragebogen.....	68
I.1.1	Fragebogen 1: Berichteter Weg (RP) .....	68
I.2	Fragebogen 2: Entscheidungssituationen (SP) .....	73

# I Anhang

## I.1 Beispiel Online-Fragebogen

### I.1.1 Fragebogen 1: Berichteter Weg (RP)



Sind Sie grundsätzlich bereit, sowohl am 1. als auch am 2. Teil dieser Befragung teilzunehmen?

- Ja
- Nein

Weiter

0% 100%

1



Besitzen Sie einen Führerausweis für Personenwagen (Kategorie B)?

- Ja
- Nein

Weiter

0% 100%

2



Jetzt möchten wir Einzelheiten zu einer kürzlich von Ihnen durchgeführten Fahrt erfahren. Die Fahrt muss mit dem Auto als Fahrer oder vollständig mit dem öffentlichen Verkehr (also ohne Zufahrtswege mit dem Velo oder dem Auto) erfolgt sein.

Haben Sie in letzter Zeit mindestens einmal pro Woche eine Fahrt zu einer Ausbildung (Schule, Uni, beruflicher Weiterbildungskurs etc.) von mehr als 3 km Länge mit dem Auto oder dem ÖV durchgeführt?

- Ja
- Nein, anderer Fahrtzweck (weiter zur nächsten Frage)

Weiter



3



Haben Sie im letzten Monat mindestens eine geschäftliche Fahrt von mehr als 3 km Länge mit dem Auto oder dem ÖV durchgeführt?

(Gemeint sind hier Fahrten zur Erbringung von Dienstleistungen oder zu geschäftlichen Terminen, Sitzungen, etc., aber keine Auslieferungen von Waren.)

- Ja
- Nein, anderer Fahrtzweck (weiter zur nächsten Frage)

Weiter



4



Haben Sie in der letzten Woche mindestens eine Einkaufsfahrt von mehr als 3 km Länge mit dem Auto oder dem ÖV durchgeführt?

- Ja
- Nein, anderer Fahrtzweck (weiter zur nächsten Frage)

Weiter



5



Haben Sie in der letzten Woche mindestens eine Fahrt zu einer Freizeitaktivität von mehr als 3 km Länge mit dem Auto oder dem ÖV durchgeführt?

- Ja
- Nein, anderer Fahrtzweck (weiter zur nächsten Frage)

Weiter



6



Haben Sie in letzter Zeit mindestens einmal pro Woche eine Fahrt zur Arbeit von mehr als 3 km Länge mit dem Auto oder dem ÖV durchgeführt?

- Ja
- Nein

Weiter



7



Denken Sie jetzt bitte an diese letzte Fahrt mit den vorher beschriebenen Eigenschaften (  von mehr als 3 km Länge), welche Sie durchgeführt haben.

Mit welchem Verkehrsmittel haben Sie die Fahrt zurückgelegt?

- Mit dem Auto
- Mit dem öffentlichen Verkehr

Geben Sie bitte den Ort an, von welchem Sie zu Ihrer vorher genannten  aufgebrochen sind? Beachten Sie bitte, dass es hier um den Startort des gesamten Weges geht, und nicht um die Einstiegshaltestelle/ den Parkplatz.

Strasse, Hausnummer oder Name der Lokalität

Ort

Kanton

Um wieviel Uhr sind Sie vom Startort aufgebrochen?

Bitte geben Sie die Startzeit in Stunden (0 bis 23 Uhr!) und Minuten an.

:  h : min

Weiter



8



Geben Sie bitte das Ziel dieser !SS1 Script! an.

Strasse, Hausnummer oder Name der Lokalität

Ort

Kanton

**Um wie viel Uhr sind Sie am Zielort angekommen?**

Bitte geben Sie die Ankunftszeit in Stunden (0 bis 23 Uhr!) und Minuten an.

:  h : min

**Um wie viel Uhr wären Sie im Idealfall gerne am Zielort gewesen?**

Bitte geben Sie die Uhrzeit in Stunden (0 bis 23 Uhr!) und Minuten an.

:  h : min

**Welche Verspätung zur Idealankunftszeit wäre für diese Fahrt für Sie gerade noch akzeptabel gewesen?**

Minuten

Weiter



9

Anmerkung: Die blau-gestrichelt umrandeten Kästchen zeigen die Platzhalter für Informationen aus der dahinterliegenden Datenbank.

## I.2 Fragebogen 2: Entscheidungssituationen (SP)



Sie haben am [Script] bei der ersten Online-Befragung angegeben, dass Sie in letzter Zeit eine [Script] mit dem [Script] von [Script] nach [Script] zurückgelegt haben. Ihre ideale Ankunftszeit für diese Fahrt wäre um [Script] Uhr gewesen.

Die auf den folgenden Seiten gezeigten Entscheidungssituationen beziehen sich auf diese Fahrt. Für welches der beiden Verkehrsmittel würden Sie sich für die Fahrt entscheiden? Wägen Sie dabei sorgfältig zwischen den Eigenschaften der Verkehrsmittel ab.

Situation 1 von 6

Auto	Öffentlicher Verkehr
Startzeit [Script] Uhr	Startzeit [Script] Uhr
Fahrtzeit ohne Stau [Script] Minuten	Fahrtzeit [Script] Minuten
Ankunftszeit [Script] Uhr	Ankunftszeit [Script] Uhr
Stauwahrscheinlichkeit [Script] %	Verspätungswahrscheinlichkeit [Script] %
Mittlere Zeit im Stau [Script] Minuten	Mittlere Verspätungsdauer [Script] Minuten
Fahrtkosten [Script] CHF	Umsteigen [Script] Mal
	Fahrtkosten [Script] CHF

Weiter

0% 100%



Sie haben am [Script] bei der ersten Online-Befragung angegeben, dass Sie in letzter Zeit eine [Script] mit dem [Script] von [Script] nach [Script] zurückgelegt haben. Ihre ideale Ankunftszeit für diese Fahrt wäre um [Script] Uhr gewesen.

Die auf den folgenden Seiten gezeigten Entscheidungssituationen beziehen sich auf diese Fahrt. Sie bekommen jeweils zwei Routen gezeigt, auf denen Sie Ihre Fahrt zurücklegen könnten.

Unter der Eigenschaft „gleiche Chance, zu den folgenden Zeitpunkten anzukommen“ versteht man, dass Sie je einmal mit den angegebenen Abweichungen zur planmässigen Ankunftszeit am Zielort sind, wenn Sie die Fahrt fünfmal durchführen.

Wir bitten Sie, sich jeweils für diejenige Alternative zu entscheiden, welche Sie als besser empfinden. Wägen Sie dabei sorgfältig zwischen den Eigenschaften der Routen ab.

Situation 1 von 6

	Route 1	Route 2
Startzeit	[Script] Uhr	[Script] Uhr
Fahrtzeit	[Script] Minuten	[Script] Minuten
Ankunftszeit	[Script] Uhr	[Script] Uhr
Sie haben die gleiche Chance, zu einem der folgenden Zeitpunkte anzukommen:	[Script] [Script] [Script] [Script] [Script]	[Script] [Script] [Script] [Script] [Script]
Fahrtkosten	[Script] CHF	[Script] CHF

Weiter

0% 100%



Sie haben am  bei der ersten Online-Befragung angegeben, dass Sie in letzter Zeit eine  mit dem  von  nach  zurückgelegt haben. Ihre ideale Ankunftszeit für diese Fahrt wäre um  Uhr gewesen.

Die auf den folgenden Seiten gezeigten Entscheidungssituationen beziehen sich auf diese Fahrt. Sie bekommen jeweils zwei Verbindungen gezeigt, mit denen Sie Ihre Fahrt zurücklegen könnten.

Unter der Eigenschaft „gleiche Chance, zu den folgenden Zeitpunkten anzukommen“ versteht man, dass Sie je einmal mit den angegebenen Abweichungen zur planmässigen Ankunftszeit am Zielort sind, wenn Sie die Fahrt fünfmal durchführen.

Wir bitten Sie, sich jeweils für diejenige Alternative zu entscheiden, welche Sie als besser empfinden. Wägen Sie dabei sorgfältig zwischen den Eigenschaften der Verbindungen ab.

Situation 1 von 6

	Verbindung 1	Verbindung 2
Startzeit	<input type="text"/> Uhr	<input type="text"/> Uhr
Fusswege (zu und von der Haltestelle) insgesamt	<input type="text"/> Minuten	<input type="text"/> Minuten
Fahrtzeit	<input type="text"/> Minuten	<input type="text"/> Minuten
Ankunftszeit	<input type="text"/> Uhr	<input type="text"/> Uhr
Sie haben die gleiche Chance, zu einem der folgenden Zeitpunkte anzukommen:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Umsteigen	<input type="text"/> Mal	<input type="text"/> Mal
Fahrtkosten	<input type="text"/> CHF	<input type="text"/> CHF
<b>Ihre Wahl:</b> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		

Weiter



## Abkürzungen

<b>Begriff</b>	<b>Bedeutung</b>
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
GVM	Gesamtverkehrsmodell
KEP	Kontinuierliche Befragung Personenverkehr der SBB
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MNL	Multinomiales Logit Modell
MMNL	Multinomiales Mixed Logit Modell
MZMV	Mikrozensus Mobilität und Verkehr
NPVM	Nationales Personenverkehrsmodell
ÖV	Öffentlicher Verkehr
REVTTS	Reliability embedded value of travel time savings – Zahlungsbereitschaft
RP	Revealed preference – Befragungsmethodik zur Erhebung des tatsächlichen Verhaltens
SC	Stated choice – Befragungsmethodik mit hypothetischen Wahlmöglichkeiten
SP	Stated preference – Befragungsmethodik mit hypothetischen Entscheidungssituationen
VOR	Value of reliability – Zahlungsbereitschaft für eine Verbesserung der Verlässlichkeit, oder Wert der Verlässlichkeit
VTTS	Value of travel time savings – Zahlungsbereitschaft für Zeitersparnis oder auch Zeitwert
WTP	Willingness to pay – Zahlungsbereitschaft

## Literaturverzeichnis

- 
- ARE (2012) Stated Preference Befragung 2010 zum Verkehrsverhalten, Bundesämter für Raumentwicklung, Strassen und Verkehr (UVEK), Bern
- 
- Asensio, J. und A. Matas (2006) An empirical estimation of the value of travel time reliability for commuters in Barcelona, European Transport Conference, Strassburg, September 2006.
- 
- Asensio, J. und A. Matas (2008) Commuters' valuation of travel time variability, *Transportation Research Part E*, 44 (6) 1074-1085.
- 
- Axhausen, K.W., A. König, G. Abay, J.J. Bates und M. Bierlaire (2007) State of the art estimates of the Swiss value of travel time savings, Vortrag, 68<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., Januar 2007.
- 
- Axhausen, K.W., S. Hess, A. König, G. Abay, J.J. Bates und M. Bierlaire (2008) Income and distance elasticities of values of travel time savings: New Swiss results, *Transport Policy*, 15 (3) 173–185.
- 
- Axhausen, K.W. und C. Weis (2010) Predicting response rate: A natural experiment, *Survey Practice*, 3 (2), <http://surveypractice.org/2010/04>.
- 
- Bates, J. J., J. Polak, P. Jones und A. Cook (2001) The valuation of reliability for personal travel, *Transportation Research E*, 37 (2) 191-229.
- 
- Ben-Akiva, M. und S.R. Lerman (1985) *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, Cambridge.
- 
- Bhat, C.R. und R. Sardesai (2006) The impact of stop-making and travel time reliability on commute mode choice, *Transportation Research Part B*, 40 (9) 709-730.
- 
- Bierlaire, M. (2003) BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models, Vortrag, 3<sup>rd</sup> Swiss Transport Research Conference, Monte Verità, März 2003.
- 
- Bierlaire, M. (2009) An introduction to BIOGEME 1.8, <http://biogeme.epfl.ch>.
- 
- Brownstone, D. und K.A. Small (2005) Valuing time and reliability: Assessing the evidence from road pricing demonstrations, *Transportation Research Part A*, 39 (4) 279-293.
- 
- Bundesamt für Raumentwicklung und Bundesamt für Statistik (2012) *Mobilität in der Schweiz – Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010*, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- 
- Carrion-Madera, C. und D. Levinson (2010) Value of travel time reliability: A review of current evidence, Working Paper, 85, Nexus Research Group, University of Minnesota, Minneapolis.
- 
- Chaumet, R., P. Locher, F. Bruns, D. Imhof, M. Bernard und K.W. Axhausen (2007) Verfahren zur Berücksichtigung der Zuverlässigkeit in Evaluationen, Bericht SVI 2002/002, Schriftenreihe, 1176, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
- 
- Cook, A.J., P. Jones, J.J. Bates, J. Polak und M. Haigh (1999) Improved methods of representing travel time reliability in SP experiments, European Transport Conference, Cambridge, September 1999.
- 
- De Jong, G., E. Kroes, R. Plasmeijer, P. Sanders und P. Warffemuis (2004) The value of reliability, European Transport Conference, Strassburg, Oktober 2004.
- 
- De Palma, A. und N. Picard (2005) Route choice decision under travel time uncertainty, *Transportation Research Part A*, 39 (4) 295-324.
- 
- Fosgerau, M., K. Hjorth, C. Brems und D. Fukuda (2008) Travel time variability: Definition and valuation, DTU Transport, Kopenhagen.
- 
- Hensher, D.A., W.H. Greene und Z. Li (2010) Embedding risk attitude and decisions weights in non-linear logit to value reliability embedded travel time savings, submitted to *Journal of Applied Econometrics*.
- 
- Hess, S., A. Erath und K.W. Axhausen (2008) Estimated value of savings in travel time in Switzerland: Analysis of pooled data, *Transportation Research Record*, 2082, 43-55.
- 
- Hollander, Y. (2005) The attitudes of bus users to travel time reliability, European Transport Conference, Strassburg, Oktober 2005.
- 
- König, A. und K.W. Axhausen (2002) Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable, Bericht SVI 2000/391, Schriftenreihe, 1039, UVEK, Bern.
- 
- König, A. (2004) *Messung und Modellierung der Verlässlichkeit des Verkehrsangebots - Experimente mit Schweizer Befragten*, Dissertation, ETH Zürich, Zürich.
- 
- Li, Z., D.A. Hensher und J.M. Rose (2010) Willingness to pay for travel time reliability in passenger transport: A review and some new empirical evidence, *Transportation Research E*, 46 (3) 384-403.
-

- 
- Mackie, P., M. Wardman, A.S. Fowkes, G. Whelan, J. Nellthorp und J.J. Bates (2003) Values of travel time savings in the UK, Institute for Transport Studies, University of Leeds und John Bates Services, Leeds und Abingdon.
- 
- Noland, R.B. und J.W. Polak (2002) Travel time variability: A review of theoretical and empirical issues, *Transport Reviews*, 22 (1) 39-54.
- 
- Rose, J.M., M.C.J. Bliemer, D.A. Hensher und A.T. Collins (2008) Designing Efficient Stated Choice Experiments in the Presence of Reference Alternatives, *Transportation Research B*, 42 (4) 395-406.
- 
- Small, K.A., R.B. Noland, X. Chu und D. Lewis (1999) Valuation of travel-time savings and predictability in congested conditions for highway user-cost estimation, NCHRP Report, 431, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- 
- Train, K. (2003) *Discrete Choice Models with Simulation*, Cambridge University Press, Cambridge.
- 
- Tseng, Y.-Y., E. Verhoef, G. de Jong, M. Kouwenhoven und T. van der Hoorn (2009) A pilot study into the perception of unreliability of travel time using in-depth interview, *Journal of Choice Modelling*, 2 (1) 8-28.
- 
- VSS (2007) SN 641 825 – Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Bewertung und Abschätzung der Zuverlässigkeit, EK 1.02, VSS, Zürich.
- 
- VSS (2007a) SN 641 822a – Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Personenverkehr, EK 1.02, VSS, Zürich.
- 
- Weis, C. und K.W. Axhausen (2009) *Benzinpreis und Bahnnutzung, Studie im Auftrag der Schweizerischen Bundesbahnen*, Bern.
- 
- Weis, C., K.W. Axhausen, R. Schlich und R. Zbinden (2010) Models of mode choice and mobility tool ownership beyond 2008 fuel prices, *Transportation Research Record*, 2157, 86-94.
- 
- Weis, C., M. Vrtic und P. Fröhlich (2012) Schätzung der Modellparameter für das Gesamtverkehrsmodell Zürich und das Kantonale Verkehrsmodell Zug, AfV, Zürich und AfR, Zug.
- 
- Weis, C., M. Vrtic und P. Fröhlich (2012a) Schätzung der Modellparameter für das Gesamtverkehrsmodell Bern und das Gesamtverkehrsmodell Solothurn, BVE, Bern und BJD, Solothurn.
- 
- Widmer, P., T. Buhl, M. Vrtic, C. Weis, L. Montini und K.W. Axhausen (2013) Einfluss des Parkierungsangebots auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch, Forschungsbericht SVI 2008/002, Schriftenreihe des UVEK, xxxx, Bern (noch nicht publiziert).
-



# Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Version vom 09.10.2013

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 20. März 2014

#### Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2010/003  
 Projekttitel: Einfluss der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme auf das Verkehrsverhalten  
 Enddatum: Februar 2014

#### Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Mit den aus einer RP- und vier SP-Befragungen gewonnenen Daten konnten aussagekräftige fahrtzweckspezifische Modelle und ein gemeinsames Modell mit nichtlinearen Variablen (Interaktionsterme mit Distanz bzw. Einkommen) geschätzt werden. Hierbei konnte erstmals ein Ansatz mit Unterscheidung zwischen planmässigen und unplanmässigen Verfrühungen und Verspätungen getestet werden. Dieser Ansatz hat sich bewährt und zu plausiblen sowie robusten Ergebnissen geführt.

Die aus diesen Modellen ableitbaren Zusammenhänge bestätigen die Ergebnisse früherer Studien in der Tendenz weitgehend:

- Die Zeitwerte nehmen mit der Distanz zu, und dies am stärksten für Arbeitspendler- und Nutzfahrten.
- Die Zeitwerte im MIV sind höher als jene im ÖV.
- Die Zahlungsbereitschaften für Verlässlichkeit und für planmässige Ankunftszeit sind im MIV etwas höher als im ÖV
- Die Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung von Verspätungen ist deutlich höher als jene für die Vermeidung von Verfrühungen (die geschätzten Modell-Parameter für letztere erwiesen sich als knapp nicht signifikant).
- Die Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung von unplanmässigen Verspätungen ist je nach Fahrtzweck um den Faktor 1.1 bis knapp 2.0 (für Nutzfahrten im ÖV sogar um den Faktor 3.5) höher als jene für die Verkürzung der Fahrtzeit.
- Bei den Zahlungsbereitschaften (sowohl für die Fahrtzeit als auch für die Verlässlichkeit) zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Fahrtzwecken; diese sind im Nutzfahrt- und Pendlerverkehr am höchsten.
- Im ÖV besteht eine relativ hohe Zahlungsbereitschaft, um das Risiko, einen Anschluss zu verpassen, zu senken.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

Das Ziel der Forschungsarbeit, die empirische Ermittlung des Einflusses der Verlässlichkeit auf das Verkehrsverhalten und der Zahlungsbereitschaften für eine Reduktion von geplanten und ungeplanten Abweichungen zur Wunschankunftszeit, wurde erreicht.

Folgerungen und Empfehlungen:

Im Vergleich zu früheren Studien liegen die hier ermittelten Zeitwerte um rund ein Drittel tiefer, namentlich auch gegenüber den in der VSS-Norm SN 641 822a ausgewiesenen Werten. Dies kann auf unterschiedliche Modellansätze und auf Unterschiede in den Erhebungsdaten zurückzuführen sein.

Um zu verlässlicheren Schätzungen aller hier betrachteten Kennwerte zu gelangen und somit die eventuellen Wahrnehmungsunterschiede zu reduzieren, welche durch die Formulierung der Befragung verursacht werden könnten, wird empfohlen, eine gemeinsame Schätzung von Modellen mit allen in den letzten Jahren in der Schweiz erhobenen SP-Stichproben durchzuführen.

Publikationen:

Fröhlich, Ph., C. Weis, M. Vrtic, P. Widmer und Ph. Aemisegger (2014) Einfluss der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme auf das Verkehrsverhalten, Bericht SVI 2010/003, Schriftenreihe, im Druck, UVEK, Bern.

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Fröhlich

Vorname: Philipp

Amt, Firma, Institut: TransSol GmbH

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

#### Beurteilung der Begleitkommission:

##### Beurteilung:

Ziel der Forschungsarbeit war die empirische Ermittlung des Einflusses der Verlässlichkeit auf das Verkehrsverhalten und der Zahlungsbereitschaften für eine Reduktion der Differenz zwischen effektiven und erwarteten Reisezeiten. Dazu wurde erstmals in der Schweiz eine webbasierte Stated Preference Befragung zum Verkehrsverhalten durchgeführt. Mit dieser repräsentativen Datenbasis wurden Modelle der Verkehrsmittel- und Routenwahl geschätzt. Die ermittelten Werte für die Zahlungsbereitschaft zur Erhöhung der Verlässlichkeit (bzw. zur Vermeidung von Verspätungen oder Verfrühungen) konnten spezifisch für verschiedene soziodemographische Eigenschaften von Verkehrsteilnehmern und den Eigenschaften von Wegen (Fahrzweck, Verkehrsmittel, Distanz, usw.) abgeleitet werden. Das Ziel der Arbeit wurde vollumfänglich erreicht.

##### Umsetzung:

Die Arbeit liefert auf Grund der grossen Datenbasis vertiefte Erkenntnisse zum Thema und bestätigt insbesondere das Verhältnis der Zahlungsbereitschaft für Verlässlichkeit und Reisezeit. Die Erkenntnisse liefern zum Einen wertvolle Hinweise für Verkehrsdienstleister und Infrastrukturbetreiber und sind eine wichtige Grundlage für eine umfassende Bewertung von Verkehrsmassnahmen in der Praxis: Für Strassenbetreiber helfen die erhobenen Zahlungsbereitschaften bei der Bewertung von Investitionen. Für Verkehrsunternehmungen ist bei der Erstellung von Betriebskonzepten die monetäre Beurteilung des Abwägungsprozesses Fahrtzeit versus Pünktlichkeit (Anschlussicherheit) wichtig. Die ermittelten Bewertungsansätze können in die VSS-Normengruppe zur Kosten-Nutzen-Analyse übernommen werden. weitergehender Forschungsbedarf:

Als weiterer Forschungsbedarf wird angeregt, zusätzliche SP-Experimente zur Ermittlung der Zahlungsbereitschaft für die Verlässlichkeit durchzuführen und bei sich bietender Gelegenheit mit RP-Daten zu verifizieren. Neben dem scheduling Ansatz sollten im Hinblick auf praktische Anwendungen weitere Kennwerte zur Bewertung der Verlässlichkeit geprüft werden.

##### Einfluss auf Normenwerk:

Das in der VSS-Norm 641 825 „Bewertung und Abschätzung der Zuverlässigkeit“ angenommene Verhältnis zwischen den Kostensätzen für die Fahrtzeit, Verfrühungen und Verspätungen konnte mit der vorliegenden Studie in seiner Grössenordnung bestätigt werden. Es wird empfohlen, die Ergebnisse bei einer Überarbeitung in die Norm einfließen zu lassen.

#### Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: König

Vorname: Arnd

Amt, Firma, Institut: Amt für Verkehr, Volkswirtschaftsdirektion Kanton Zürich, Zürich

#### Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

## Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1465	ASTRA 2000/417	Erfahrungen mit der Sanierung und Erhaltung von Betonoberflächen	2014
1462	ASTRA 2011/004	Ermittlung der Versagensgrenze eines T2 Norm-Belages mit der mobiles Grossversuchsanlage MLS10	2014
1460	SVI 2007/017	Nutzen der Verkehrsinformation für die Verkehrssicherheit	2014
1459	VSS 2002/501	Leichtes Fallgewichtsgeschäft für die Verdichtungskontrolle von Fundationsschichten	2014
1458	VSS 2010/703	Umsetzung Erhaltungsmanagement für Strassen in Gemeinden - Arbeitshilfen als Anhang zur Norm 640 980	2014
1457	SVI 2012/006	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 5: Medizinische Folgen des Strassenunfallgeschehens	2014
1456	SVI 2012/005	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 4: Einflüsse des Wetters auf das Strassenunfallgeschehen	2014
1455	SVI 2012/004	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 3: Einflüsse von Fahrzeugeigenschaften auf das Strassenunfallgeschehen	2014
1454	SVI 2012/003	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 2: Einflüsse von Situation und Infrastruktur auf das Strassenunfallgeschehen: Phase 1	2014
1453	SVI 2012/002	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 1: Einflüsse von Mensch und Gesellschaft auf das Strassenunfallgeschehen: Phase 1	2014
1452	SVI 2012/001	Forschungspaket VeSPA: Synthesebericht Phase 1	2014
1451	FGU 2010/006	Gasanalytik zur frühzeitigen Branddetektion in Tunneln	2013
1450	VSS 2002/401	Kaltrecycling von Ausbauasphalt mit bituminösen Bindemitteln	2014
1449	ASTRA 2010/024	E-Scooter - Sozial- und naturwissenschaftliche Beiträge zur Förderung leichter Elektrofahrzeuge in der Schweiz	2013
1448	SVI 2009/008	Anforderungen der Güterlogistik an die Netzinfrastruktur und die langfristige Netzentwicklung in der Schweiz. Forschungspaket UVEK/ASTRA "Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz", Teilprojekt C	2014
1447	SVI 2009/005	Informationstechnologien in der zukünftigen Gütertransportwirtschaft Forschungspaket UVEK/ASTRA "Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz", Teilprojekt E	2013
1446	VSS 2005/454	Forschungspaket Recycling von Ausbauasphalt in Heissmischgut: EP3: Stofffluss- und Nachhaltigkeitsbeurteilung	2013
1445	VSS 2009/301	Öffnung der Busstreifen für weitere Verkehrsteilnehmende	2013
1444	VSS 2007/306	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von Anlagen des leichten Zweirad- und des Fussgängerverkehrs	2013
1443	VSS 2007/305	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit des strassengebundenen ÖV	2013
1442	SVI 2010/004	Messen des Nutzens von Massnahmen mit Auswirkungen auf den Langsamverkehr - Vorstudie	2013
1441_2	SVI 2009/010	Zielsystem im Güterverkehr. Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz - Teilprojekt G	2013
1441_1	SVI 2009/010	Effizienzsteigerungspotenziale in der Transportwirtschaft durch integrierte Bewirtschaftungsinstrumente aus Sicht der Infrastrukturbetreiber Synthese der Teilprojekte B3, C, D, E und F des Forschungspakets Güterverkehr anhand eines Zielsystems für den Güterverkehr	2013
1440	SVI 2009/006	Benchmarking-Ansätze im Verkehrswesen	2013
1439	SVI 2009/002	Konzept zur effizienten Erfassung und Analyse der Güterverkehrsdaten	2013

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
		Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz von Verkehrsmitteln im Güterverkehr der Schweiz TP A	
1438_2	SVI 2009/011	Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs - Teil 2. Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP H	2013
1438_1	SVI 2009/011	Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs - Teil 1. Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP H	2013
1437	VSS 2008/203	Trottoirüberfahrten und punktuelle Querungen ohne Vortritt für den Langsamverkehr	2013
1436	VSS 2010/401	Auswirkungen verschiedener Recyclinganteile in ungebundenen Gemischen	2013
1435	FGU 2008/007_OBF	Schadstoff- und Rauchkurzschlüsse bei Strassentunneln	2013
1434	VSS 2006/503	Performance Oriented Requirements for Bituminous Mixtures	2013
1433	ASTRA 2010/001	Güterverkehr mit Lieferwagen: Entwicklungen und Massnahmen Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP B3	2013
1432	ASTRA 2007/011	Praxis-Kalibrierung der neuen mobilen Grossversuchsanlage MLS10 für beschleunigte Verkehrslastsimulation auf Strassenbelägen in der Schweiz	2013
1431	ASTRA 2011/015	TeVeNOx - Testing of SCR-Systems on HD-Vehicles	2013
1430	ASTRA 2009/004	Impact des conditions météorologiques extrêmes sur la chaussée	2013
1429	SVI 2009/009	Einschätzungen der Infrastrukturnutzer zur Weiterentwicklung des Regulativs Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP F	2013
1428	SVI 2010/005	Branchenspezifische Logistikkonzepte und Güterverkehrsaufkommen sowie deren Trends Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP B2	2013
1427	SVI 2006/002	Begegnungszonen - eine Werkschau mit Empfehlungen für die Realisierung	2013
1426	ASTRA 2010/025_OBF	Luftströmungsmessung in Strassentunneln	2013
1425	VSS 2005/401	Résistance à l'altération des granulats et des roches	2013
1424	ASTRA 2006/007	Optimierung der Baustellenplanung an Autobahnen	2013
1423	ASTRA 2010/012	Forschungspaket: Lärmarme Beläge innerorts EP3: Betrieb und Unterhalt lärmarmen Beläge	2013
1422	ASTRA 2011/006_OBF	Fracture processes and in-situ fracture observations in Gipskeuper	2013
1421	VSS 2009/901	Experimenteller Nachweis des vorgeschlagenen Raum- und Topologiemodells für die VM-Anwendungen in der Schweiz (MDATrafo)	2013
1420	SVI 2008/003	Projektierungsfreiräume bei Strassen und Plätzen	2013
1419	VSS 2001/452	Stabilität der Polymere beim Heisseinbau von PmB-haltigen Strassenbelägen	2013
1416	FGU 2010/001	Sulfatwiderstand von Beton: verbessertes Verfahren basierend auf der Prüfung nach SIA 262/1, Anhang D	2013
1415	VSS 2010/A01	Wissenslücken im Infrastrukturmanagementprozess "Strasse" im Siedlungsgebiet	2013
1414	VSS 2010/201	Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausstattung	2013
1413	SVI 2009/003	Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in	2013

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
		der Schweiz Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz Teilprojekt B1	
1412	ASTRA 2010/020	Werkzeug zur aktuellen Gangliniennorm	2013
1411	VSS 2009/902	Verkehrstelematik für die Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen	2013
1410	VSS 2010/202_OBF	Reduktion von Unfallfolgen bei Bränden in Strassentunneln durch Abschnittsbildung	2013
1409	ASTRA 2010/017_OBF	Regelung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2013
1408	VSS 2000/434	Viellissement thermique des enrobés bitumineux en laboratoire	2012
1407	ASTRA 2006/014	Fusion des indicateurs de sécurité routière : FUSAIN	2012
1406	ASTRA 2004/015	Amélioration du modèle de comportement individuel du Conducteur pour évaluer la sécurité d'un flux de trafic par simulation	2012
1405	ASTRA 2010/009	Potential von Photovoltaik an Schallschutzmassnahmen entlang der Nationalstrassen	2012
1404	VSS 2009/707	Validierung der Kosten-Nutzen-Bewertung von Fahrbahn-Erhaltungsmassnahmen	2012
1403	SVI 2007/018	Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen	2012
1402	VSS 2008/403	Witterungsbeständigkeit und Durchdrückverhalten von Geokunststoffen	2012
1401	SVI 2006/003	Akzeptanz von Verkehrsmanagementmassnahmen-Vorstudie	2012
1400	VSS 2009/601	Begrünte Stützgitterböschungssysteme	2012
1399	VSS 2011/901	Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Incentivierung	2012
1398	ASTRA 2010/019	Environmental Footprint of Heavy Vehicles Phase III: Comparison of Footprint and Heavy Vehicle Fee (LSVA) Criteria	2012
1397	FGU 2008/003_OBF	Brandschutz im Tunnel: Schutzziele und Brandbemessung Phase 1: Stand der Technik	2012
1396	VSS 1999/128	Einfluss des Umhüllungsgrades der Mineralstoffe auf die mechanischen Eigenschaften von Mischgut	2012
1395	FGU 2009/003	KarstALEA: Wegleitung zur Prognose von karstspezifischen Gefahren im Untertagbau	2012
1394	VSS 2010/102	Grundlagen Betriebskonzepte	2012
1393	VSS 2010/702	Aktualisierung SN 640 907, Kostengrundlage im Erhaltungsmangement	2012
1392	ASTRA 2008/008_009	FEHRL Institutes WIM Initiative (Fiwi)	2012
1391	ASTRA 2011/003	Leitbild ITS-CH Landverkehr 2025/30	2012
1390	FGU 2008/004_OBF	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Belchentunnel	2012
1389	FGU 2003/002	Long Term Behaviour of the Swiss National Road Tunnels	2012
1388	SVI 2007/022	Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren	2012
1387	VSS 2010/205_OBF	Ablage der Prozessdaten bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1386	VSS 2006/204	Schallreflexionen an Kunstbauten im Strassenbereich	2012
1385	VSS 2004/703	Bases pour la révision des normes sur la mesure et l'évaluation de la planéité des chaussées	2012
1384	VSS 1999/249	Konzeptuelle Schnittstellen zwischen der Basisdatenbank und EMF-, EMK- und EMT-DB	2012
1383	FGU 2008/005	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Chienbergtunnel	2012
1382	VSS 2001/504	Optimierung der statischen Eindringtiefe zur Beurteilung von harten Gussasphaltsorten	2012
1381	SVI 2004/055	Nutzen von Reisezeiteinsparungen im Personenverkehr	2012
1380	ASTRA 2007/009	Wirkungsweise und Potential von kombinierter Mobilität	2012
1379	VSS 2010/206_OBF	Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1378	SVI 2004/053	Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?	2012
1377	VSS 2009/302	Verkehrssicherheitsbeurteilung bestehender Verkehrsanlagen (Road Safety Inspection)	2012
1376	ASTRA 2011/008_004	Erfahrungen im Schweizer Betonbrückenbau	2012
1375	VSS 2008/304	Dynamische Signalisierungen auf Hauptverkehrsstrassen	2012
1374	FGU 2004/003	Entwicklung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens für Schweissnähte von KDB	2012
1373	VSS 2008/204	Vereinheitlichung der Tunnelbeleuchtung	2012
1372	SVI 2011/001	Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen	2012
1371	ASTRA 2008/017	Potenzial von Fahrgemeinschaften	2011
1370	VSS 2008/404	Dauerhaftigkeit von Betonfahrbahnen aus Betongranulat	2011
1369	VSS 2003/204	Rétention et traitement des eaux de chaussée	2012
1368	FGU 2008/002	Soll sich der Mensch dem Tunnel anpassen oder der Tunnel dem Menschen?	2011
1367	VSS 2005/801	Grundlagen betreffend Projektierung, Bau und Nachhaltigkeit von Anschlussgleisen	2011
1366	VSS 2005/702	Überprüfung des Bewertungshintergrundes zur Beurteilung der Strassengriffigkeit	2010
1365	SVI 2004/014	Neue Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten dank Data Mining?	2011
1364	SVI 2009/004	Regulierung des Güterverkehrs Auswirkungen auf die Transportwirtschaft Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP D	2012
1363	VSS 2007/905	Verkehrsprognosen mit Online -Daten	2011
1362	SVI 2004/012	Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs	2012
1361	SVI 2004/043	Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung	2012
1360	VSS 2010/203	Akustische Führung im Strassentunnel	2012
1359	SVI 2004/003	Wissens- und Technologietransfer im Verkehrsbereich	2012
1358	SVI 2004/079	Verkehrsanbindung von Freizeitanlagen	2012
1357	SVI 2007/007	Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer?	2012
1356	SVI 2007/014	Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen	2011
1355	FGU 2007/002	Prüfung des Sulfatwiderstandes von Beton nach SIA 262/1, Anhang D: Anwendbarkeit und Relevanz für die Praxis	2011
1354	VSS 2003/203	Anordnung, Gestaltung und Ausführung von Treppen, Rampen und Treppenwegen	2011
1353	VSS 2000/368	Grundlagen für den Fussverkehr	2011
1352	VSS 2008/302	Fussgängerstreifen (Grundlagen)	2011
1351	ASTRA 2009/001	Development of a best practice methodology for risk assessment in road tunnels	2011
1350	VSS 2007/904	IT-Security im Bereich Verkehrstelematik	2011
1349	VSS 2003/205	In-Situ-Abflussversuche zur Untersuchung der Entwässerung von Autobahnen	2011
1348	VSS 2008/801	Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene	2011
1347	VSS 2000/455	Leistungsfähigkeit von Parkieranlagen	2010
1346	ASTRA 2007/004	Quantifizierung von Leckagen in Abluftkanälen bei Strassentunneln mit konzentrierter Rauchabsaugung	2010
1345	SVI 2004/039	Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen	2011
1344	VSS 2009/709	Initialprojekt für das Forschungspaket "Nutzensteigerung für die Anwender des SIS"	2011

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1343	VSS 2009/903	Basistechnologien für die intermodale Nutzungserfassung im Personenverkehr	2011
1342	FGU 2005/003	Untersuchungen zur Frostkörperbildung und Frosthebung beim Gefrierverfahren	2010
1341	FGU 2007/005	Design aids for the planning of TBM drives in squeezing ground	2011
1340	SVI 2004/051	Aggressionen im Verkehr	2011
1339	SVI 2005/001	Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten	2010
1338	VSS 2006/902	Wirkungsmodelle für fahrzeugseitige Einrichtungen zur Steigerung der Verkehrssicherheit	2009
1337	ASTRA 2006/015	Development of urban network travel time estimation methodology	2011
1336	ASTRA 2007/006	SPIN-ALP: Scanning the Potential of Intermodal Transport on Alpine Corridors	2010
1335	VSS 2007/502	Stripping bei lärmindernden Deckschichten unter Überrollbeanspruchung im Labormassstab	2011
1334	ASTRA 2009/009	Was treibt uns an? Antriebe und Treibstoffe für die Mobilität von Morgen	2011
1333	SVI 2007/001	Standards für die Mobilitätsversorgung im peripheren Raum	2011
1332	VSS 2006/905	Standardisierte Verkehrsdaten für das verkehrsträgerübergreifende Verkehrsmanagement	2011
1331	VSS 2005/501	Rückrechnung im Strassenbau	2011
1330	FGU 2008/006	Energiegewinnung aus städtischen Tunneln: Systemevaluation	2010
1329	SVI 2004/073	Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen	2010
1328	VSS 2005/302	Grundlagen zur Quantifizierung der Auswirkungen von Sicherheitsdefiziten	2011
1327	VSS 2006/601	Vorhersage von Frost und Nebel für Strassen	2010
1326	VSS 2006/207	Erfolgskontrolle Fahrzeugrückhaltesysteme	2011
1325	SVI 2000/557	Indices caractéristiques d'une cité-vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes.	2010
1324	VSS 2004/702	Eigenheiten und Konsequenzen für die Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen im überbauten Gebiet	2009
1323	VSS 2008/205	Ereignisdetektion im Strassentunnel	2011
1322	SVI 2005/007	Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit	2008
1321	VSS 2008/501	Validation de l'oedomètre CRS sur des échantillons intacts	2010
1320	VSS 2007/303	Funktionale Anforderungen an Verkehrserfassungssysteme im Zusammenhang mit Lichtsignalanlagen	2010
1319	VSS 2000/467	Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen	2010
1318	FGU 2006/001	Langzeitversuche an anhydritführenden Gesteinen	2010
1317	VSS 2000/469	Geometrisches Normalprofil für alle Fahrzeugtypen	2010
1316	VSS 2001/701	Objektorientierte Modellierung von Strasseninformationen	2010
1315	VSS 2006/904	Abstimmung zwischen individueller Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement	2010
1314	VSS 2005/203	Datenbank für Verkehrsaufkommensraten	2008
1313	VSS 2001/201	Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung	2010
1312	SVI 2004/006	Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz	2010
1311	VSS 2000/543	VIABILITE DES PROJETS ET DES INSTALLATIONS ANNEXES	2010
1310	ASTRA 2007/002	Beeinflussung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2010
1309	VSS 2008/303	Verkehrsregelungssysteme - Modernisierung von Lichtsignalan-	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
		lagen	
1308	VSS 2008/201	Hindernisfreier Verkehrsraum - Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung	2010
1307	ASTRA 2006/002	Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH - Initialprojekt	2008
1306	ASTRA 2008/002	Strassenglätte-Prognosesystem (SGPS)	2010
1305	VSS 2000/457	Verkehrserzeugung durch Parkieranlagen	2009
1304	VSS 2004/716	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen	2008
1303	ASTRA 2009/010	Geschwindigkeiten in Steigungen und Gefällen; Überprüfung	2010
1302	VSS 1999/131	Zusammenhang zwischen Bindemittleigenschaften und Schadensbildern des Belages?	2010
1301	SVI 2007/006	Optimierung der Strassenverkehrsunfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen	2009
1300	VSS 2003/903	SATELROU Perspectives et applications des méthodes de navigation pour la télématique des transports routiers et pour le système d'information de la route	2010
1299	VSS 2008/502	Projet initial - Enrobés bitumineux à faibles impacts énergétiques et écologiques	2009
1298	ASTRA 2007/012	Griffigkeit auf winterlichen Fahrbahnen	2010
1297	VSS 2007/702	Einsatz von Asphaltbewehrungen (Asphalteinlagen) im Erhaltungsmanagement	2009
1296	ASTRA 2007/008	Swiss contribution to the Heavy-Duty Particle Measurement Programme (HD-PMP)	2010
1295	VSS 2005/305	Entwurfsgrundlagen für Lichtsignalanlagen und Leitfaden	2010
1294	VSS 2007/405	Wiederhol- und Vergleichspräzision der Druckfestigkeit von Gesteinskörnungen am Haufwerk	2010
1293	VSS 2005/402	Détermination de la présence et de l'efficacité de dope dans les bétons bitumineux	2010
1292	ASTRA 2006/004	Entwicklung eines Pflanzenöl-Blockheizkraftwerkes mit eigener Ölmühle	2010
1291	ASTRA 2009/005	Fahrmuster auf überlasteten Autobahnen Simultanes Berechnungsmodell für das Fahrverhalten auf Autobahnen als Grundlage für die Berechnung von Schadstoffemissionen und Fahrzeitgewinnen	2010
1290	VSS 1999/209	Conception et aménagement de passages inférieurs et supérieurs pour piétons et deux-roues légers	2008
1289	VSS 2005/505	Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen, nationale Umsetzung der EN	2010
1288	ASTRA 2006/020	Footprint II - Long Term Pavement Performance and Environmental Monitoring on A1	2010
1287	VSS 2008/301	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von komplexen ungesteuerten Knoten: Analytisches Schätzverfahren	2009
1286	VSS 2000/338	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit auf Strassen ohne Richtungstrennung	2010
1285	VSS 2002/202	In-situ Messung der akustischen Leistungsfähigkeit von Schallschirmen	2009
1284	VSS 2004/203	Evacuation des eaux de chaussée par les bas-cotés	2010
1283	VSS 2000/339	Grundlagen für eine differenzierte Bemessung von Verkehrsanlagen	2008
1282	VSS 2004/715	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Zusatzkosten infolge Vor- und Aufschub von Erhaltungsmassnahmen	2010
1281	SVI 2004/002	Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben	2009
1280	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit Verkehrspsycho-	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
		logischer Teilbericht	
1279	VSS 2005/301	Leistungsfähigkeit zweistreifiger Kreisell	2009
1278	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit - Verkehrstechnischer Teilbericht	2009
1277	SVI 2007/005	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie	2010
1276	VSS 2006/201	Überprüfung der schweizerischen Ganglinien	2008
1275	ASTRA 2006/016	Dynamic Urban Origin - Destination Matrix - Estimation Methodology	2009
1274	SVI 2004/088	Einsatz von Simulationswerkzeugen in der Güterverkehrs- und Transportplanung	2009
1273	ASTRA 2008/006	UNTERHALT 2000 - Massnahme M17, FORSCHUNG: Dauerhafte Materialien und Verfahren SYNTHESE - BERICHT zum Gesamtprojekt "Dauerhafte Beläge" mit den Einzelnen Forschungsprojekten: - ASTRA 200/419: Verhaltensbilanz der Beläge auf Nationalstrassen - ASTRA 2000/420: Dauerhafte Komponenten auf der Basis erfolgreicher Strecken - ASTRA 2000/421: Durabilité des enrobés - ASTRA 2000/422: Dauerhafte Beläge, Rundlaufversuch - ASTRA 2000/423: Griffigkeit der Beläge auf Autobahnen, Vergleich zwischen den Messergebnissen von SRM und SCRIM - ASTRA 2008/005: Vergleichsstrecken mit unterschiedlichen oberen Tragschichten auf einer Nationalstrasse	2008
1272	VSS 2007/304	Verkehrsregelungssysteme - behinderte und ältere Menschen an Lichtsignalanlagen	2010
1271	VSS 2004/201	Unterhalt von Lärmschirmen	2009
1270	VSS 2005/502	Interaktion Strasse Hangstabilität: Monitoring und Rückwärtsrechnung	2009
1269	VSS 2005/201	Evaluation von Fahrzeugrückhaltesystemen im Mittelstreifen von Autobahnen	2009
1268	ASTRA 2005/007	PM10-Emissionsfaktoren von Abriebsparkeln des Strassenverkehrs (APART)	2009
1267	VSS 2007/902	MDAinSVT Einsatz modellbasierter Datentransfernormen (INTERLIS) in der Strassenverkehrstelematik	2009
1266	VSS 2000/343	Unfall- und Unfallkostenraten im Strassenverkehr	2009
1265	VSS 2005/701	Zusammenhang zwischen dielektrischen Eigenschaften und Zustandsmerkmalen von bitumenhaltigen Fahrbahnbelägen (Pilotuntersuchung)	2009
1264	SVI 2004/004	Verkehrspolitische Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung	2009
1263	VSS 2001/503	Phénomène du dégel des sols gélifs dans les infrastructures des voies de communication et les pergélisols alpins	2006
1262	VSS 2003/503	Lärmverhalten von Deckschichten im Vergleich zu Gussasphalt mit strukturierter Oberfläche	2009
1261	ASTRA 2004/018	Pilotstudie zur Evaluation einer mobilen Grossversuchsanlage für beschleunigte Verkehrslastsimulation auf Strassenbelägen	2009
1260	FGU 2005/001	Testeinsatz der Methodik "Indirekte Vorauserkundung von wasserführenden Zonen mittels Temperaturdaten anhand der Messdaten des Lötschberg-Basistunnels	2009
1259	VSS 2004/710	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Synthesebericht	2008
1258	VSS 2005/802	Kaphaltestellen Anforderungen und Auswirkungen	2009
1257	SVI 2004/057	Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen Der Durchfahrtswiderstand als Arbeitsinstrument bei der städtebaulichen Gestaltung von Strassenräumen	2009
1256	VSS 2006/903	Qualitätsanforderungen an die digitale Videobild-Bearbeitung zur Verkehrsüberwachung	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1255	VSS 2006/901	Neue Methoden zur Erkennung und Durchsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	2009
1254	VSS 2006/502	Drains verticaux préfabriqués thermiques pour la consolidation in-situ des sols	2009
1253	VSS 2001/203	Rétention des polluants des eaux de chaussées selon le système "infiltrations sur les talus". Vérification in situ et optimisation	2009
1252	SVI 2003/001	Nettoverkehr von verkehrsintensiven Einrichtungen (VE)	2009
1251	ASTRA 2002/405	Incidence des granulats arrondis ou partiellement arrondis sur les propriétés d'adhérence des bétons bitumineux	2008
1250	VSS 2005/202	Strassenabwasser Filterschacht	2007
1249	FGU 2003/004	Einflussfaktoren auf den Brandwiderstand von Betonkonstruktionen	2009
1248	VSS 2000/433	Dynamische Eindringtiefe zur Beurteilung von Gussasphalt	2008
1247	VSS 2000/348	Anforderungen an die strassenseitige Ausrüstung bei der Umdümmung von Standstreifen	2009
1246	VSS 2004/713	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Bedeutung Oberflächenzustand und Tragfähigkeit sowie gegenseitige Beziehung für Gebrauchs- und Substanzwert	2009
1245	VSS 2004/701	Verfahren zur Bestimmung des Erhaltungsbedarfs in kommunalen Strassennetzen	2009
1244	VSS 2004/714	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Gesamtnutzen und Nutzen-Kosten-Verhältnis von standardisierten Erhaltungsmassnahmen	2008
1243	VSS 2000/463	Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassenanlagen	2008
1242	VSS 2005/451	Recycling von Ausbausphalt in Heissmischgut	2007
1241	ASTRA 2001/052	Erhöhung der Aussagekraft des LCPC Spurbildungstests	2009
1240	ASTRA 2002/010	L'acceptabilité du péage de congestion : Résultats et analyse de l'enquête en Suisse	2009
1239	VSS 2000/450	Bemessungsgrundlagen für das Bewehren mit Geokunststoffen	2009
1238	VSS 2005/303	Verkehrssicherheit an Tagesbaustellen und bei Anschlüssen im Baustellenbereich von Hochleistungsstrassen	2008
1237	VSS 2007/903	Grundlagen für eCall in der Schweiz	2009
1236	ASTRA 2008/008_07	Analytische Gegenüberstellung der Strategie- und Tätigkeitsschwerpunkte ASTRA-AIPCR	2008
1235	VSS 2004/711	Forschungspaket Massnahmenplanung im EM von Fahrbahnen - Standardisierte Erhaltungsmassnahmen	2008
1234	VSS 2006/504	Expérimentation in situ du nouveau drainomètre européen	2008
1233	ASTRA 2000/420	Unterhalt 2000 Forschungsprojekt FP2 Dauerhafte Komponenten bitumenhaltiger Belagsschichten	2009
651	AGB 2006/006_OBF	Instandsetzung und Monitoring von AAR-geschädigten Stützmauern und Brücken	2013
650	AGB 2005/010	Korrosionsbeständigkeit von nichtrostenden Betonstählen	2012
649	AGB 2008/012	Anforderungen an den Karbonatisierungswiderstand von Betonen	2012
648	AGB 2005/023 + AGB 2006/003	Validierung der AAR-Prüfungen für Neubau und Instandsetzung	2011
647	AGB 2004/010	Quality Control and Monitoring of electrically isolated post-tensioning tendons in bridges	2011
646	AGB 2005/018	Interactin sol-structure : ponts à culées intégrales	2010
645	AGB 2005/021	Grundlagen für die Verwendung von Recyclingbeton aus Betongranulat	2010
644	AGB 2005/004	Hochleistungsfähiger Faserfeinkornbeton zur Effizienzsteigerung bei der Erhaltung von Kunstbauten aus Stahlbeton	2010
643	AGB 2005/014	Akustische Überwachung einer stark geschädigten Spannbetonbrücke und Zustandserfassung beim Abbruch	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
642	AGB 2002/006	Verbund von Spanngliedern	2009
641	AGB 2007/007	Empfehlungen zur Qualitätskontrolle von Beton mit Luftpermeabilitätsmessungen	2009
640	AGB 2003/011	Nouvelle méthode de vérification des ponts mixtes à âme pleine	2010
639	AGB 2008/003	RiskNow-Falling Rocks Excel-basiertes Werkzeug zur Risikoeermittlung bei Steinschlagschutzgalerien	2010
638	AGB2003/003	Ursachen der Rissbildung in Stahlbetonbauwerken aus Hochleistungsbeton und neue Wege zu deren Vermeidung	2008
637	AGB 2005/009	Détermination de la présence de chlorures à l'aide du Géoradar	2009
636	AGB 2002/028	Dimensionnement et vérification des dalles de roulement de ponts routiers	2009
635	AGB 2004/002	Applicabilité de l'enrobé drainant sur les ouvrages d'art du réseau des routes nationales	2008
634	AGB 2002/007	Untersuchungen zur Potenzialfeldmessung an Stahlbetonbauten	2008
633	AGB 2002/014	Oberflächenschutzsysteme für Betontragwerke	2008
632	AGB 2008/201	Sicherheit des Verkehrssystem Strasse und dessen Kunstbauten Testregion - Methoden zur Risikobeurteilung Schlussbericht	2010
631	AGB 2000/555	Applications structurales du Béton Fibré à Ultra-hautes Performances aux ponts	2008
630	AGB 2002/016	Korrosionsinhibitoren für die Instandsetzung chloridverseuchter Stahlbetonbauten	2010
629	AGB 2003/001 + AGB 2005/019	Integrale Brücken - Sachstandsbericht	2008
628	AGB 2005/026	Massnahmen gegen chlorid-induzierte Korrosion und zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit	2008
627	AGB 2002/002	Eigenschaften von normalbreiten und überbreiten Fahrbahnübergängen aus Polymerbitumen nach starker Verkehrsbelastung	2008
626	AGB 2005/110	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Baustellensicherheit bei Kunstbauten	2009
625	AGB 2005/109	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen bei Kunstbauten	2009
624	AGB 2005/108	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Risikobeurteilung für Kunstbauten	2010
623	AGB 2005/107	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Tragsicherheit der bestehenden Kunstbauten	2009
622	AGB 2005/106	Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienzbasierten Sicherheitskonzepts	2009
621	AGB 2005/105	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Szenarien der Gefahrenentwicklung	2009
620	AGB 2005/104	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen	2009
619	AGB 2005/103	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Ermittlung des Netzrisikos	2010
618	AGB 2005/102	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung	2009
617	AGB 2005/100	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Synthesebericht	2010
616	AGB 2002/020	Beurteilung von Risiken und Kriterien zur Festlegung akzeptierter Risiken in Folge aussergewöhnlicher Einwirkungen bei Kunstbauten	2009

## SVI Publikationsliste

- 1980 **Velo- und Mofaverkehr in den Städten**  
(R. Müller)
- 1980 **Anleitung zur Projektierung einer Lichtsignalanlage**  
(Seiler Niederhauser Zuberbühler)
- 1981 **Güternahverkehr, Gesetzmässigkeiten**  
(E. Stadtmann)
- 1981 **Optimale Haltestellenabstände beim öffentlichen Verkehr**  
(Prof. H. Brändli)
- 1982 **Entwicklung des schweizerischen Strassenverkehrs \***  
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1983 **Lichtsignalanlagen mit oder ohne Uebergangssignal Rot-Gelb**  
(Weber Angehrn Meyer)
- 1983 **Güternahverkehr, Verteilungsmodelle**  
(Emch + Berger AG)
- 1983 **Modèle Transyt 8: Traffic Network Study Tool; Programme Pretrans**  
(...)
- 1983 **Parkraumbewirtschaftung als Mittel der Verkehrslenkung \***  
(Glaser + Saxer)
- 1984 **Le rôle des taxis dans les transports urbains (franz. Ausgabe)**  
(Transitec)
- 1984 **Park and Ride in Schweizer Städten \***  
(Balzari & Schudel AG)
- 1986 **Verträglichkeit von Fahrrad, Mofa und Fussgänger auf gemeinsamen Verkehrsflächen \***  
(Weber Angehrn Meyer)
- 1986 **Transyt 8 / Pretrans; Modell Programmsystem für die Optimierung von Signalplänen von städtischen Strassennetzen**  
(...)
- 1987 **Verminderung der Umweltbelastungen durch verkehrsorganisatorische und –technische Massnahmen \***  
(Metron AG)
- 1987 **Provisorischer Behelf für die Umweltverträglichkeits-Prüfung von Verkehrsanlagen \***  
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
- 1988 **Bestimmungsgrössen der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr \***  
(Rapp AG)
- 1988 **EDV-Anwendungen im Verkehrswesen**  
(IVT, ETH Zürich)
- 1988 **Forschungsvorschläge Umweltverträglichkeitsprüfung von Verkehrsanlagen**  
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)
- 1989 **Vereinfachte Methode zur raschen Schätzung von Verkehrsbeziehungen \***  
(P. Widmer)
- 1990 **Planungsverfahren bei Ortsumfahrungen**  
(Toscano-Bernardi-Frey AG)
- 1990 **Anteil der Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit vom Strassentyp**  
(Abay & Meyer)
- 1991 **Busbuchten, ja oder nein?\***  
(Zwicker und Schmid)
- 1991 **EDV-Anwendung im Verkehrswesen, Katalog 1990**  
(IVT, ETH Zürich)
- 1991 **Mofa zwischen Velo und Auto**  
(Weber Angehrn Meyer)
- 1991 **Erhebung zum Güterverkehr**  
(Abay & Meier, Albrecht & Partner AG, Holinger AG, RAPP AG, Sigmoplan AG)

- 1991 **Mögliche Methoden zur Erstellung einer Gesamtbewertung bei Prüfverfahren\***  
(Basler & Partner AG)
- 1992 **Parkierungsbeschränkungen mit Blauer Zone und Anwohnerparkkarte**  
(Jud AG)
- 1992 **Einsatzkonzepte und Integrationsprobleme der Elektromobile\***  
(U. Schwegler)
- 1992 **UVP bei Strassenverkehrsanlagen, Anleitung zur Erstellung von UVP-Berichten\***  
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)  
erschieden auch als Mitteilungen zur UVP Nr. 7/Mai 1992 des BUWAL
- 1992 **Von Experten zu Beteiligten - Partizipation von Interessierten und Betroffenen beim Entscheiden über Verkehrsvorhaben\***  
(J. Dietiker)
- 1992 **Fehlerrechnung und Sensitivitätsanalyse für Fragen der Luftreinhaltung: Verkehr - Emissionen – Immissionen \***  
(INFRAS)
- 1993 **Indikatoren im Fussgängerverkehr \***  
(RAPP AG)1993
- 1993 **Velofahren in Fussgängerzonen\***  
(P. Ott)
- 1993 **Vernetztes bzw. ganzheitliches Denken bei Verkehrsvorhaben**  
(Jauslin + Stebler, Rudolf Keller AG)
- 1993 **Untersuchung des Zusammenhanges von Verkehrs- und Wandermobilität**  
(synergo, Jenni + Gottardi AG)
- 1993 **Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von flexiblen Nutzungen im Strassenraum**  
(Sigmaphan AG)
- 1993 **EIE et infrastructures routières, Guide pour l'établissement de rapports d'impact \***  
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)  
erschieden als Mitteilungen zur UVP Nr. 7(93) / Juli 1993 des BUWAL/paru comme informations concernant l'étude de l'impact sur l'environnement EIE No. 7(93) / juillet 1993 de l'OFEPF
- 1993 **Handlungsanleitung für die Zweckmässigkeitsprüfung von Verkehrsinfrastrukturprojekten, Vorstudie**  
(Jenni + Gottardi AG)
- 1994 **Leistungsfähigkeit beim Fahrstreifenabbau auf Hochleistungsstrassen**  
(Rutishauser, Mägerle, Keller)
- 1994 **Perspektiven des Freizeitverkehrs, Teil 1: Determinanten und Entwicklungen\***  
(R + R Burger AG, Büro Z)
- 1995 **Verkehrsentwicklungen in Europa, Vergleich mit den schweizerischen Verkehrsperspektiven**  
(Prognos AG / Rudolf Keller AG)  
erschieden als GVF-Auftrag Nr. 267 des GS EVED Dienst für Gesamtverkehrsfragen / paru au SG DFTCE Service d'étude des transports No. 267
- 1996 **Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen**  
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1997 **Zweckmässigkeitsbeurteilung von Strassenverkehrsanlagen \***  
(Jenni + Gottardi AG)
- 1997 **Verkehrsgrundlagen für Umwelt- und Verkehrsuntersuchungen**  
(Ernst Basler + Partner AG)
- 1998 **Entwicklungsindices des Schweizerischen Strassenverkehrs \***  
(Abay + Meier)
- 1998 **Kennzahlen des Strassengüterverkehrs in Anlehnung an die Gütertransportstatistik 1993**  
(Albrecht & Partner AG / Symplan Map AG)
- 1998 **Was Menschen bewegt. Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme**  
(J. Dietiker)
- 1998 **Das spezifische Verkehrspotential bei beschränktem Parkplatzangebot \***  
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1998 **La banque de données routières STRADA-DB somme base de modèles de trafic**  
(Robert-Grandpierre et Rapp SA / INSER SA / Rosenthaler & Partner AG)
- 1998 **Perspektiven des Freizeitverkehrs. Teil 2: Strategien zur Problemlösung**  
(R + R Burger und Partner, Büro Z)
- 1998 **Kombinierte Unter- und Überführung für Fussgängerinnen und Velofahrerinnen**  
(Büro BC / Pestalozzi & Stäheli)
- 1998 **Kostenwirksamkeit von Umweltschutzmassnahmen**  
(INFRAS)
- 1998 **Abgrenzung zwischen Personen- und Güterverkehr**  
(Prognos AG)
- 1999 **Gesetzmassigkeiten im Strassengüterverkehr und seine modellmässige Behandlung**  
(Abay & Meier / Ernst Basler + Partner AG)

- 1999 **Aktualisierung der Modal Split-Ansätze**  
(P. Widmer)
- 1999 **Management du trafic dans les grands ensembles**  
(Transportplan SA)
- 1999 **Technology Assessment im Verkehrswesen : Vorstudie**  
(RAPP AG Ing. + Planer Zürich)
- 1999 **Verkehrstelematik im Management des Verkehrs in Tourismusgebieten**  
(ASIT / IC Infraconsult AG)
- 1999 **„Kernfahrbahnen“ Optimierte Führung des Veloverkehrs an engen Strassenquerschnitten \***  
(Metron Verkehrsplanung und Ingenieurbüro AG)
- 2000 **Sensitivitäten von Angebots- und Preisänderungen im Personenverkehr**  
(Prognos AG)
- 2000 **Dephi-Umfrage Zukunft des Verkehrs in der Schweiz**  
(P. Widmer / IPSO Sozial-, Marketing- und Personalforschung)
- 2000 **Der Wert der Zeit im Güterverkehr**  
(Jenni + Gottardi AG)
- 2000 **Floating Car Data in der Verkehrsplanung**  
(Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG + Rosenthaler + Partner AG)
- 2000 **Verlässlichkeit als Entscheidvariable: Experimente mit verschiedenen Befragungssätzen**  
(IVT - ETHZ)
- 2001 **Aktivitätenorientierte Personenverkehrsmodelle, Vorstudie**  
(P. Widmer und K.W. Axhausen)
- 2001 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**  
(G. Abay und K.W. Axhausen)
- 2001 **Véhicules électriques et nouvelles formes de mobilité**  
(Transitec Ingénieurs-Conseils SA)
- 2001 **Besetzungsgrad von Personenwagen: Analyse von Bestimmungsgrößen und Beurteilung von Massnahmen zu dessen Erhöhung**  
(RAPP AG Ingenieure + Planer)
- 2001 **Grobkonzept zum Aufbau einer multimodalen Verkehrsdatenbank**  
(INFRAS)
- 2001 **Ermittlung der Gesamtleistungsfähigkeit (MIV + OEV) bei lichtsignalgeregelten Knoten**  
(büro S-ce Simon-consulting-engineering)
- 2001 **Besteuerung von Autos mit einem Bonus/Malus-System im Kanton Tessin**  
(U. Schwegler Büro für Verkehrsplanung)
- 2001 **GIS als Hilfsmittel in der Verkehrsplanung**  
(büro widmer)
- 2001 **Umgestaltung von Strassen im Zuge von Erneuerungen**  
(Infraconsult AG + Zeltner + Maurer AG)
- 2001 **Piloterhebung zum Dienstleistungsverkehr und zum Gütertransport mit Personenwagen**  
(Prognos AG, Emch+Berger AG, IVU Traffic Technologies AG)
- 2002 **Parkplatzbewirtschaftung bei publikumsintensiven Einrichtungen - Auswirkungsanalyse**  
(Metron AG, Neosys AG, Hochschule Rapperswil)
- 2002 **Probleme bei der Einführung und Durchsetzung der im Transportwesen geltenden Umweltschutzbestimmungen; unter besonderer Berücksichtigung des Vollzugs beim Strassenverkehrslärm**  
(B+S Ingenieur AG)
- 2002 **Nachhaltigkeit und Koexistenz in der Strassenraumplanung**  
(Berz Hafner + Partner AG)
- 2002 **Warum steht P. Müller lieber im Stau als im Tram?**  
(Planungsbüro Jürg Dietiker / MOVE RAUM P. Regli / Landert Farago Davatz & Partner / Dr. A. Zeyer)
- 2002 **Nachhaltigkeit im Verkehr**  
(Jenni + Gottardi AG)
- 2002 **Massnahmen zur Erhöhung der Akzeptanz längerer Fuss- und Velostrecken**  
(Arbeitsgemeinschaft Büro für Mobilität / V. Häberli / A. Blumenstein / M. Wältli)
- 2002 **Carreiseverkehr: Grundlagen und Perspektiven**  
(B+S Ingenieur AG / Gare Routière de Genève))
- 2002 **Potentielle Gefahrenstellen**  
(Basler & Hofmann / Psychologisches Institut der Universität Zürich)
- 2003 **Evaluation kurzfristiger Benzinpreiserhöhungen**  
(Infras / M. Peter / N. Schmidt / M. Maibach)
- 2002 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable, Vorstudie**  
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2002 **Mischverkehr MIV / ÖV auf stark befahrenen Strassen**  
(Verkehringenieurbüro TEAMverkehr)

- 2003 **Vorstudie zu den Wechselwirkungen Individualverkehr – öffentlicher Verkehr infolge von Verkehrstelematik-Systemen**  
(Abay & Meier, Zürich)
- 2003 **Strassen mit Gemischtverkehr: Anforderungen aus der Sicht der Zweiradfahrer**  
(WAM Partner, Planer und Ingenieure, Solothurn)
- 2003 **Erfolgskontrolle von Umweltschutzmassnahmen bei Verkehrsvorhaben**  
(Metron Landschaft AG, Brugg / Quadra GmbH, Zürich / Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)
- 2004 **Perspektiven für kurze Autos**  
(Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann, Zollikon)
- 2004 **Lange Planungsprozesse im Verkehr**  
(BINARIO TRE, Windisch)
- 2004 **Auswirkungen von Personal Travel Assistance (PTA) auf das Verkehrsverhalten**  
(Ernst Basler und Partner AG, Zürich)
- 2004 **Methoden zum Erstellen und Aktualisieren von Wunschlinienmatrizen im motorisierten Individualverkehr**  
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**  
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT / Rapp Trans AG, Zürich)
- 2004 **Determinanten des Freizeitverkehrs: Modellierung und empirische Befunde**  
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Verfahren von Technology Assessment im Verkehrswesen**  
(Rapp Trans AG, Zürich / IKAÖ, Bern / Interface, Luzern)
- 2004 **Mobilitätsdatenmanagement für lokale Bedürfnisse**  
(SNZ, Zürich / TEAMverkehr, Cham / Büro für Verkehrsplanung, Fischingen)
- 2004 **Auswirkungen neuer Arbeitsformen auf den Verkehr - Vorstudie**  
(INFRAS, Bern)
- 2004 **Standards für intermodale Schnittstellen im Verkehr**  
(synergo, Zürich / ILS NRW, Dortmund)
- 2005 **Verkehrsumlegungs-Modelle für stark belastete Strassennetze**  
(büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Wirksamkeit und Nutzen der Verkehrsinformation**  
(B+S Ingenieure AG, Bern / Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Landert Farago Partner, Zürich)
- 2005 **Spezialisierung und Vernetzung: Verkehrsangebot und Nachfrageentwicklung zwischen den Metropolitanräumen des Städtesystems Schweiz**  
(synergo, Zürich)
- 2005 **Wirkungsketten Verkehr - Wirtschaft**  
(ECOPLAN, Altdorf und Bern / büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Cleaner Drive**
- 2005 **Hindernisse für die Markteinführung von neuen Fahrzeug-Generationen**  
(E'mobile, der Schweizerische Verband für elektrische und effiziente Strassenfahrzeuge, Urs Schwegler)
- 2005 **Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen**  
(Ingenieur- und Planungsbüro Dr. Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Instrumente für die Planung und Evaluation von Verkehrssystem-Management-Massnahmen**  
(Jenni + Gottardi AG, Zürich / Universität Karlsruhe)
- 2005 **Trafic de support logistique de grandes manifestations (Betriebsverkehr von Grossanlässen)**  
(Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL)
- 2005 **Verkehrsdosierungsanlagen, Strategien und Dimensionierungsgrundsätze**  
(Ingenieurbüro Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Angebote und Erfolgskriterien im nächtlichen Freizeitverkehr**  
(Planungsbüro Jud, Zürich)
- 2005 **Vor- und Nachlauf im kombinierten Ladungsverkehr**  
(Rapp Trans AG, Zürich)
- 2005 **Finanzielle Anreize für effiziente Fahrzeuge - Eine Wirkungsanalyse der Projekte VEL2 (Tessin) und NewRide in Basel und Zürich**  
(Rapp Trans AG, Zürich / Interface, Luzern)
- 2006 **Reduktionsmöglichkeiten externer Kosten des MIV am Beispiel des Förderprogramms VEL2 im Kanton Tessin**  
(Università della Svizzera Italiana, Lugano / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2006 **Nachhaltigkeit im Verkehr**
- 2006 **Indikatoren im Bereich Gesellschaft**  
(Ernst Basler + Partner AG, Zollikon / Landert Farago Partner, Zürich)
- 2006 **Früherkennung von Entwicklungstrends zum Verkehrsangebot**  
(Interface - Institut für Politikstudien, Luzern)
- 2006 **Publikumsintensive Einrichtungen PE: Planungsgrundlagen und Gesetzmässigkeiten**  
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg / Transitec Ingenieurs-Conseils SA, Lausanne / Fussverkehr Schweiz, Zürich)

- 2006 **Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs**  
(IRAP, Hochschule für Technik, Rapperswil / Fussverkehr Schweiz, Zürich / Pestalozzi & Stäheli, Basel / Daniel Sauter, Urban Mobility Research, Zürich)
- 2006 **Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts**  
(S-ce Simon consulting experts, Zürich)
- 2006 **Beurteilung von Busbevorzugungsmassnahmen**  
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)
- 2006 **Error Propagation in Macro Transport Models**  
(Systems Consult, Monaco / B+S Ingenieur AG, Bern)
- 2007 **Fussgängerstreifenlose Ortszentren**  
(Ingenieurbüro Ghielmetti, Winterthur / IAP, Zürich)
- 2007 **Kernfahrbahnen auf Ausserortsstrecken**  
(Frossard GmbH, Zürich)
- 2007 **Road Pricing Modelle auf Autobahnen und in Stadtregionen**  
(INFRAS, Zürich / Rapp Trans AG, Basel)
- 2007 **Entkopplung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum**  
(INFRAS, Zürich / Università della Svizzera Italiana, Lugano)
- 2007 **Genderfragen in der Verkehrsplanung Vorstudie**  
(SNZ Ingenieure und Planer AG, Zürich)
- 2007 **Konfliktanalyse beim Mischverkehr**  
(SigmaPlan AG, Bern)
- 2007 **Verfahren zur Berücksichtigung der Zuverlässigkeit in Evaluationen**  
(Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2007 **Überlegungen zu einem Marketingansatz im Fuss- und Veloverkehr**  
(Büro für Mobilität AG, Bern/Burgdorf / büro für utopien, Burgdorf/Berlin / LP Ingenieure AG, Bern / Masciardi communication & design AG, Bern)
- 2008 **Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens**  
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) ETH, Zürich / TRANSP-OR EPF Lausanne, Lausanne / IRE USI, Lugano)
- 2008 **Ausgestaltung von multimodalen Umsteigepunkten**  
(Metron AG, Brugg / Universität Zürich Sozialforschungsstelle, Zürich)
- 2008 **Überbreite Fahrstreifen und zweistreifige Schmalfahrbahnen**  
(IRAP HSR Hochschule für Technik, Rapperswil)
- 2008 **Fahrten- und Fahrleistungsmodelle: Erste Erfahrungen**  
(Hesse+Schwarze+Partner, Zürich / büro widmer, Frauenfeld)
- 2008 **Quantitative Auswirkungen von Mobility Pricing Szenarien auf das Mobilitätsverhalten und auf die Raumplanung**  
(Verkehrsconsulting Fröhlich, Zürich / TransOptima GmbH, Olten / Ernst Basler + Partner AG, Zürich)
- 2008 **Organisatorische und rechtliche Aspekte des Mobility Pricing**  
(Ernst Basler + Partner AG)
- 2008 **Forschungspaket "Güterverkehr", Initialprojekt "Bestandesaufnahme und Konkretisierung des Forschungspakets"**  
(Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich - ETH / Università della Svizzera Italiana / Universität St. Gallen)
- 2008 **Freizeitverkehr innerhalb von Agglomerationen**  
(Hochschule Luzern - Wirtschaft, Luzern / ISOE, Frankfurt am Main / Interface Politikstudien, Luzern)
- 2008 **Gesetzmässigkeiten des Anlieferverkehrs**  
(SigmaPlan AG / Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG)
- 2009 **Modal Split Funktionen im Güterverkehr**  
(Rapp Trans AG, Zürich / IVT ETH, Zürich)
- 2009 **Mobilitätsmuster zukünftiger Rentnerinnen und Rentner: eine Herausforderung für das Verkehrssystem 2030?**  
(büro widmer Frauenfeld / Institut für Psychologie, Universität Bern)
- 2008 **Mobilitätsmanagement in Berieben - Motive und Wirksamkeit**  
(synergo, Zürich / Tensor Consulting AG, Bern)
- 2009 **Monitoring und Controlling des Gesamtverkehrs in Agglomerationen**  
(Ecoplan, Altdorf und Bern / Ernst Basler + Partner, Zürich)
- 2009 **Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen**  
(Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften zhaw, Winterthur / Jenni + Gottardi AG, Thalwil)
- 2009 **Nettoverkehr von verkehrintensiven Einrichtungen (VE)**  
(Berz Hafner + Partner AG, Bern / Hornung Wirtschafts- und Sozialstudien, Bern / Künzler Bossert + Partner GmbH, Bern / Roduner BSB + Partner AG, Schliern)
- 2009 **Verkehrspolitische Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung**  
(synergo, Mobilität - Politik - Raum, Zürich / Institut für Politikwissenschaft/Uni Bern, Bern / Büro Vatter, Bern / Büro für Mobilität AG, Bern)

- 2009 **Einsatz von Simulationswerkzeugen in der Güterverkehrs- und Transportplanung**  
(Rapp Trans AG, Zürich / ZHAW, Wädenswil, IAS Institut für Angewandte Simulation)
- 2009 **Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie**  
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich)
- 2010 **Optimierung der Strassenverkehrsunfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen**  
(Rapp Trans AG, Zürich)
- 2010 **Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben**  
(B,S,S. Volkswirtschaftliche Beratung AG, Basel / Basler & Hofmann AG, Zürich)
- 2011 **Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit**  
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich)
- 2011 **Hindernisfreier Verkehrsraum - Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung**  
(Pestalozzi & Stäheli, Basel / Schweiz. Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, Zürich)
- 2011 **Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz**  
(Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ), Bern / Interface Politikstudien Forschung und Beratung, Luzern / verkehrsteiner, Bern)
- 2011 **Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen**  
(Ingenieurbüro Ghielmetti, Chur / Pestalozzi & Stäheli, Basel / verkehrsteiner, Bern)
- 2011 **Standards für die Mobilitätsversorgung im peripheren Raum**  
(Ecoplan, Bern / Metron, Brugg)
- 2011 **Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten**  
(büro widmer ag, Frauenfeld / Rudolf Keller & Partner AG, Muttenz)
- 2011 **Indices caractéristiques d'une cité-vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes**  
(ROLAND RIBI & ASSOCIES SA, Genève)
- 2011 **Aggressionen im Verkehr**  
(Basler & Hofmann AG, Zürich / Psychologischer Dienst der Psychiatrischen Universitätsklinik PUK, Basel)
- 2011 **Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen**  
(IVT, ETH Zürich)
- 2012 **Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen**  
(Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) GmbH, Berlin / ETH Zürich - Institut für Umweltentscheidungen, Zürich)
- 2012 **Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer?**  
(Universität Zürich, Zürich / Planungsbüro Jud AG, Zürich / Boss et Partenaires SA, Neuchâtel)
- 2012 **Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs**  
(IVT, ETH Zürich)
- 2012 **Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung**  
(Rapp Trans AG)
- 2012 **Neue Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten dank Data Mining?**  
(Büro Widmer AG, Frauenfeld / Institut für Datenanalyse und Prozessdesign (idp) Zürcher Hochschule, Winterthur)
- 2012 **Verkehrsanbindung von Freizeitanlagen**  
(Hochschule Luzern - Wirtschaft (HSLU), Luzern / Hochschule für Technik (HSR), Rapperswil)
- 2012 **Wissens- und Technologietransfer im Verkehrsbereich**  
(Hochschule Luzern, Luzern / Planungsbüro Jud, Zürich)
- 2012 **Regulierung des Güterverkehrs**  
**Auswirkungen auf die Transportwirtschaft**  
(INFRAS, Zürich / Rapp Trans AG, Zürich / Moll Advokatur, Bern)
- 2012 **Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen**  
(regioConcept AG, Herisau)
- 2013 **Nutzen von Reisezeiteinsparungen im Personenverkehr**  
(Metron Verkehrsplanung AG / Sozialforschungsstelle Universität Zürich)
- 2013 **Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?**  
(ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, IAP Institut für Angewandte Psychologie, Winterthur / Frossard GmbH, Zürich / verkehrsteiner AG, Bern)
- 2013 **Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen**  
(B+S AG, Bern)
- 2013 **Akzeptanz von Verkehrsmanagementmassnahmen – Vorstudie**  
(Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH / SNZ Ingenieure und Partner AG / Institut für Verkehrspsychologie Aachen)
- 2013 **Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz**  
(Lehrstuhl für Logistikmanagement – Universität St Gallen / Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme – ETH Zürich)

- 2013 **Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren**  
(Rapp Trans AG, Basel)
- 2013 **Projektierungsfreiräume bei Strassen und Plätzen**  
(ewp AG, Effretikon / Planungsbüro Jürg Dietiker)
- 2013 **Branchenspezifische Logistikkonzepte und Güterverkehrsaufkommen sowie deren Trends**  
(ProgTrans AG, Basel)
- 2013 **Einschätzungen der Infrastrukturnutzer zur Weiterentwicklung des Regulativs**  
(ProgTrans AG, Basel / Neiger GmbH, Basel)
- 2014 **Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs – Teil 1**  
(Infras AG, Zürich / SBB AG, Bern / PTV, Karlsruhe / Heinz Steven, Heinsberg)
- 2014 **Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs – Teil 2**  
(Infras AG, Zürich / SBB AG, Bern / PTV, Karlsruhe / Heinz Steven, Heinsberg)
- 2014 **Konzept zur effizienten Erfassung und Analyse der Güterverkehrsdaten**  
(Rapp Trans AG, Zürich / Lehrstuhl für Logistikmanagement, Universität St. Gallen / Prog Trans AG, Basel)
- 2014 **Begegnungszonen – eine Werkschau mit Empfehlungen für die Realisierung**  
(verkehrsteiner AG, Bern)
- 2014 **Benchmarking-Ansätze im Verkehrswesen**  
(ProgTrans AG, Basel / IVM Institut für Verkehrswissenschaft der Universität Münster / Basler & Hofmann AG, Zürich)
- 2014 **Messen des Nutzens von Massnahmen mit Auswirkungen auf den Langsamverkehr – Vorstudie**  
(ProgTrans AG, Basel / HSLU, Luzern / ETH IVT, Zürich)
- 2014 **Zielsystem im Güterverkehr**  
(Ecoplan, Bern / Kurt Moll Advokatur, Bern)
- 2014 **Effizienzsteigerungspotenziale in der Transportwirtschaft durch integrierte Bewirtschaftungsinstrumente aus Sicht der Infrastrukturbetreiber**  
(Ecoplan, Bern / Kurt Moll Advokatur, Bern)
- 2014 **Informationstechnologien in der zukünftigen Gütertransportwirtschaft**  
(Verkehrswissenschaftliches Institut an der Universität Stuttgart e. V. / Beratergruppe Verkehr und Umwelt, Freiburg / ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), Zürich)
- 2014 **Medizinische Folgen des Strassenunfallgeschehens**  
(AGU Zürich / Suva, Luzern / Transport Safety Research Centre (TSRC), Loughborough UK)
- 2014 **Anforderungen der Güterlogistik an die Netzinfrastruktur und die langfristige Netzentwicklung in der Schweiz**  
(ETH Zürich (IVT), Zürich / Rapp Trans AG, Zürich / PTV AG, Karlsruhe)
- 2014 **Einflüsse von Situation und Infrastruktur auf das Strassenunfallgeschehen: Phase 1**  
(PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart / Ernst Basler + Partner AG, Zürich)
- 2014 **Einflüsse von Mensch und Gesellschaft auf das Strassenunfallgeschehen: Phase 1**  
(Hochschule Luzern – Wirtschaft, Luzern / Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Winterthur / Institut für Angewandte Psychologie und Akzeptanzforschung IAPA, Dresden)
- 2014 **Forschungspaket VeSPA: Synthesebericht Phase 1**  
(regioConcept AG, Herisau)
- 2014 **Einflüsse von Fahrzeugeigenschaften auf das Strassenunfallgeschehen**  
(INFRAS AG, Zürich / AXA Winterthur, Winterthur)
- 2014 **Einflüsse des Wetters auf das Strassenunfallgeschehen**  
(Ernst Basler + Partner AG, Zürich / PTV, Stuttgart / Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie)
- 2014 **Nutzen der Verkehrsinformation für die Verkehrssicherheit**  
(Universität St. Gallen, St. Gallen / SNZ AG, Zürich / ZIV GmbH, Darmstadt)

\* vergriffen: Diese Exemplare können auf Wunsch nachkopiert werden  
\*épuisé: Selon désir, ces rapports peuvent être copiés

Die Berichte können bezogen werden bei / Les rapports peuvent être commandés au:  
VSS, Sihlquai 255, 8005 Zürich,  
Tel. 044 / 269 40 20, Fax. 044 / 252 31 30, info@vss.ch