

# **Optionswerte im Personenverkehr**

## **Erforschung des wahrgenommenen Werts von Transport-Optionen**

DISSERTATION  
der Universität St. Gallen,  
Hochschule für Wirtschafts-,  
Rechts- und Sozialwissenschaften,  
Internationale Beziehungen und Informatik (HSG),  
zur Erlangung der Würde eines  
Doktors der Wirtschaftswissenschaften

vorgelegt von

**Simon Kuster**

von

Eschenbach (St. Gallen)

Genehmigt auf Antrag der Herren

**Prof. Dr. Christian Laesser**

und

**Prof. Dr. Kuno Schedler**

Dissertation Nr. 5295

Eigendruck, 2023

Die Universität St. Gallen, Hochschule für Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften, Internationale Beziehungen und Informatik (HSG), gestattet hiermit die Drucklegung der vorliegenden Dissertation, ohne damit zu den darin ausgesprochenen Anschauungen Stellung zu nehmen.

St. Gallen, 24. Oktober 2022

Der Rektor:

Prof. Dr. Bernhard Ehrenzeller

DISSERTATION

# Optionswerte im Personenverkehr

---

*Erforschung des wahrgenommenen Werts von  
Transport-Optionen*

Simon Kuster

2022

Universität St. Gallen (HSG)



## Vorwort

Zunehmende Mobilität einerseits und abnehmende Ressourcen andererseits ergeben ein Dilemma. Als Lösung werden neben der Elektrifizierung des Verkehrs insbesondere Sharing Schemes und Konzepte wie Mobility as a Service propagiert. Trotz nachhaltigen Wertversprechen gelingt es den meisten dieser neuen Geschäftsmodelle nicht, ausreichend Erträge einzubehalten. Aus dieser Beobachtung und der Diskussion möglicher Erklärungen für den Erfolg der etablierten (und vielfach subventionierten) Mobilitätsangebote des privaten und öffentlichen Verkehrs entstand die Idee zur vorliegenden Arbeit.

Durch die Hinwendung zum Optionswert als unzureichend erforschte Wertkomponente im Personenverkehr nahm die Dissertation gewissermassen einen umweltökonomischen «Turn», wobei das Instrumentarium in der Transportökonomie und im Marketing verankert blieb. Als Folge dieser interdisziplinären Herangehensweise stellten sich insbesondere auch methodische Fragen, welche sich zu einem Schwerpunkt der Arbeit entwickelten. Die zur Beantwortung entworfene, für den Schweizer Kontext repräsentative Datenerhebung wurde finanziell ermöglicht durch das SBB Lab an der Universität St. Gallen.

Bei der Ausarbeitung dieses Forschungsprojekts wurde ich in den vergangenen Jahren von verschiedenen Personen unterstützt, denen mein herzlicher Dank gebührt:

Herrn Prof. Dr. Christian Laesser für die massgebliche Förderung meines Vorhabens und seine überaus interessierte und konstruktive Betreuung der Arbeit.

Herrn Prof. Dr. Kuno Schedler für die bereitwillige Übernahme des Korreferats und seine wohlwollende Begleitung des Dissertationsprozesses.

Herrn Prof. Dr. Rico Maggi für die spontane Zusage zur externen Begutachtung des Forschungsdesigns vor dem Start der Datensammlung.

Herrn Prof. Dr. Thomas Bieger für das entgegengebrachte Vertrauen im Rahmen meiner Assistenz Tätigkeit während seiner Zeit als Rektor und am Institut.

Meiner Familie und Noémie für ihre uneingeschränkte Unterstützung und die Ermunterung zur Promotion. Ihnen ist diese Arbeit gewidmet.

*Zürich, im Herbst 2022*

*Simon Kuster*



## Zusammenfassung

Menschen schätzen die Verfügbarkeit alternativer Transportmittel, ohne zwingend auf diese zurückzugreifen. In der Umweltökonomie wird dieses Phänomen des «nicht-konsumptiven» Nutzens als Optionswert bezeichnet. Obwohl das Konzept seit Jahrzehnten diskutiert wird, existieren in der Verkehrsforschung nur einzelne Versuche der explorativen Annäherung. Indizien aus Theorie und Praxis deuten auf signifikante Optionswerte hin.

Ziel dieser Studie ist die Entwicklung einer Methodik zur Erhebung und Analyse des wahrgenommenen Optionswerts im Personenverkehr. Aufgrund der hohen Kontextabhängigkeit fokussiert die Untersuchung auf die Schweiz mit ihrem stark integrierten Verkehrssystem. Mit einer individualisierten Umfrage werden die kontingenten Bewertungen eines repräsentativen Samples basierend auf den tatsächlichen Pendelwegen abgefragt.

Die ermittelten Werte werden direkt und indirekt, über hypothetische und reale Märkte validiert. Dabei zeigt sich, dass die direkte Abfrage von Optionswerten via Zahlungsbereitschaft für eine fiktive Zugangsgebühr (ähnlich einem Abo oder einer Mitgliedschaft) plausible Werte ergibt. Diese sind vergleichbar mit den Fixkosten der Bereithaltung von persönlichen Optionsinstrumenten (Ersatzfahrzeuge, Subskriptionen, Mobilitätsversicherungen).

Die Analyse ergibt, dass Optionsbewertungen vor allem von Attributen des Ersatzmodus (Komfortklasse, Geschwindigkeit, etc.) und der individuellen Mobilitätssituation (Verfügbarkeit von Backups, Preiselastizität der Nachfrage, etc.) getrieben sind. Charakteristika der betrachteten Wege zum Arbeits- oder Ausbildungsplatz sowie der Soziodemografie leisten einen geringeren Erklärungsbeitrag zur Höhe der wahrgenommenen Optionswerte.

Als eher konservative Annäherung kann aus der vorliegenden Studie ein Optionswert von durchschnittlich rund CHF 460 (Median von CHF 180) pro Person und Jahr abgeleitet werden. Hochgerechnet auf die Schweizer Gesamtbevölkerung in Arbeit oder Ausbildung ergibt dies einen Wert von gegen CHF 2.7 Milliarden pro Jahr. Zum Vergleich: dieser Betrag entspricht etwa 60% der jährlichen Subventionierung des öffentlichen Verkehrs in der Schweiz.

Neben einem ökonomischen Erklärungsbeitrag zur Legitimität der (politisch gewollten) Subventionen für die Bereitstellung möglichst gleichwertiger Mobilitätsbedingungen im öffentlichen Verkehr wie im Individualverkehr bietet die vorliegende Studie vielfältige inhaltliche und methodische Erkenntnisse, welche der weiteren Erforschung und praktischen Erprobung von Optionsinstrumenten im Personenverkehr dienen.





## Abstract

People value the availability of alternative means of transportation without necessarily using them. In environmental economics, this phenomenon of "non-consumptive" benefits is called option value. Although the concept has been discussed for decades, only isolated attempts and exploratory approaches exist in transportation research. Circumstantial evidence from theory and practice indicates significant option values.

The aim of this study is to develop a methodology to survey and analyze the perceived option value in passenger transport. Due to the high contextuality of the phenomenon, the study focuses on Switzerland with its highly integrated transport system. With an individualized survey, the contingent valuations of a representative sample are investigated based on actual commuting behavior.

The values obtained are validated directly and indirectly, via hypothetical and real markets. It is shown that the direct query of option values via willingness to pay for a fictitious access fee (similar to a subscription or membership) yields plausible values. These are comparable to the fixed costs of holding personal option instruments (replacement vehicles, subscriptions, mobility insurance).

The analysis shows that option valuations are mainly driven by attributes of the replacement mode (comfort class, speed, etc.) and the individual mobility situation (availability of backups, price elasticity of demand, etc.). The characteristics of the considered routes to work or education as well as socio-demographics make a smaller explanatory contribution to the level of perceived option values.

As a rather conservative approximation, an average option value of around CHF 460 (median of CHF 180) per person and year can be derived from the study at hand. Extrapolated to the total Swiss population in employment or education, this results in about CHF 2.7 billion per year. For comparison, this amount corresponds to around 60% of the annual public transport subsidies in Switzerland.

In addition to providing an economic explanation of the legitimacy of (politically intended) subsidies for the provision of mobility that is as equivalent as possible in public transport as in private transport, this study offers a wide range of substantive and methodological findings that serve further investigations and practical explorations of option value instruments in passenger transport.



## Inhaltsübersicht

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>Verzeichnisse .....</b>    | <b>I</b>   |
| <b>1 Einführung.....</b>      | <b>1</b>   |
| 1.1 Ausgangslage .....        | 1          |
| 1.2 Relevanz .....            | 4          |
| 1.3 Forschungsstand .....     | 7          |
| 1.4 Forschungsziel .....      | 13         |
| <b>2 Literaturreview.....</b> | <b>15</b>  |
| 2.1 Theorie.....              | 16         |
| 2.2 Methodik .....            | 35         |
| 2.3 Empirie.....              | 51         |
| <b>3 Konzeption.....</b>      | <b>62</b>  |
| 3.1 Modellierung.....         | 62         |
| 3.2 Hypothesen.....           | 64         |
| 3.3 Operationalisierung ..... | 74         |
| <b>4 Umsetzung .....</b>      | <b>77</b>  |
| 4.1 Rahmen .....              | 77         |
| 4.2 Methoden .....            | 79         |
| 4.3 Erhebung.....             | 89         |
| <b>5 Aufbereitung .....</b>   | <b>98</b>  |
| 5.1 Datenbereinigung .....    | 98         |
| 5.2 Datenerweiterung .....    | 102        |
| 5.3 Deskription.....          | 108        |
| <b>6 Auswertung.....</b>      | <b>142</b> |
| 6.1 Teilstudie A.....         | 143        |
| 6.2 Teilstudie B .....        | 172        |
| 6.3 Teilstudie C.....         | 186        |
| 6.4 Teilstudie D.....         | 204        |
| <b>7 Schluss .....</b>        | <b>217</b> |
| 7.1 Gesamtfazit .....         | 217        |
| 7.2 Konklusion .....          | 229        |
| <b>Literatur.....</b>         | <b>234</b> |
| <b>Anhang .....</b>           | <b>249</b> |

## Inhaltsverzeichnis

|                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Abbildungsverzeichnis .....</b>                           | <b>VI</b>  |
| <b>Tabellenverzeichnis .....</b>                             | <b>IIX</b> |
| <b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>                           | <b>XII</b> |
| <b>Symbolverzeichnis .....</b>                               | <b>XVI</b> |
| <b>1 Einführung .....</b>                                    | <b>1</b>   |
| <b>1.1 Ausgangslage .....</b>                                | <b>1</b>   |
| 1.1.1 Motivation .....                                       | 2          |
| 1.1.2 Problemstellung .....                                  | 3          |
| <b>1.2 Relevanz .....</b>                                    | <b>4</b>   |
| 1.2.1 Theorie .....                                          | 4          |
| 1.2.2 Praxis .....                                           | 5          |
| <b>1.3 Forschungsstand .....</b>                             | <b>7</b>   |
| 1.3.1 Definitionen und Abgrenzungen .....                    | 7          |
| 1.3.2 Wissensstand und Lücken .....                          | 11         |
| <b>1.4 Forschungsziel .....</b>                              | <b>13</b>  |
| 1.4.1 Forschungsfragen .....                                 | 13         |
| 1.4.2 Herangehensweise und Aufbau .....                      | 14         |
| <b>2 Literaturreview .....</b>                               | <b>15</b>  |
| <b>2.1 Theorie .....</b>                                     | <b>16</b>  |
| 2.1.1 Diskurs um Optionswert-Begriff .....                   | 16         |
| 2.1.2 Entwicklung des Konzepts .....                         | 18         |
| 2.1.3 Definition von Optionswert .....                       | 27         |
| 2.1.4 Formale Herleitung .....                               | 29         |
| <b>2.2 Methodik .....</b>                                    | <b>35</b>  |
| 2.2.1 Bewertungsansätze .....                                | 35         |
| 2.2.1.1 Reale Märkte .....                                   | 38         |
| 2.2.1.2 Hypothetische Märkte .....                           | 39         |
| 2.2.2 Erfassung von Optionswerten im Allgemeinen .....       | 41         |
| 2.2.3 Erfassung von Optionswerten im Personentransport ..... | 43         |
| 2.2.3.1 Britischer Ansatz .....                              | 44         |
| 2.2.3.2 Amerikanischer Ansatz .....                          | 45         |
| 2.2.3.3 Schwedisch-schweizerischer Ansatz .....              | 49         |
| <b>2.3 Empirie .....</b>                                     | <b>51</b>  |
| 2.3.1 Wissenschaft .....                                     | 51         |
| 2.3.2 Praxis .....                                           | 61         |

|          |                                                                     |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3</b> | <b>Konzeption.....</b>                                              | <b>62</b> |
| 3.1      | <i>Modellierung.....</i>                                            | <i>62</i> |
| 3.1.1    | Kernelemente .....                                                  | 62        |
| 3.1.2    | Variablen.....                                                      | 63        |
| 3.2      | <i>Hypothesen.....</i>                                              | <i>64</i> |
| 3.2.1    | Ersatzmodus.....                                                    | 64        |
| 3.2.2    | Wegcharakteristik .....                                             | 67        |
| 3.2.3    | Soziodemografie .....                                               | 69        |
| 3.2.4    | Mobilitätssituation .....                                           | 70        |
| 3.2.5    | Optionsbewertung .....                                              | 73        |
| 3.3      | <i>Operationalisierung.....</i>                                     | <i>74</i> |
| 3.3.1    | Skalen und Zusammenhänge .....                                      | 74        |
| 3.3.2    | Übersicht zur Empirie.....                                          | 76        |
| <b>4</b> | <b>Umsetzung .....</b>                                              | <b>77</b> |
| 4.1      | <i>Rahmen.....</i>                                                  | <i>77</i> |
| 4.1.1    | Geografisch.....                                                    | 77        |
| 4.1.2    | Systemisch .....                                                    | 78        |
| 4.2      | <i>Methoden.....</i>                                                | <i>79</i> |
| 4.2.1    | Herausforderungen.....                                              | 79        |
| 4.2.2    | Varianten .....                                                     | 81        |
| 4.2.2.1  | <i>Variante A: direkte Bewertung in hypothetischem Markt .....</i>  | <i>82</i> |
| 4.2.2.2  | <i>Variante B: indirekte Bewertung in hypothetischem Markt.....</i> | <i>83</i> |
| 4.2.2.3  | <i>Variante C: indirekte Bewertung in realem Markt.....</i>         | <i>84</i> |
| 4.2.2.4  | <i>Variante D: direkte Bewertung in realem Markt .....</i>          | <i>85</i> |
| 4.2.3    | Konzeption .....                                                    | 86        |
| 4.3      | <i>Erhebung.....</i>                                                | <i>89</i> |
| 4.3.1    | Setup.....                                                          | 90        |
| 4.3.2    | Pretests .....                                                      | 91        |
| 4.3.3    | Sampling.....                                                       | 93        |
| 4.3.4    | Feldphase.....                                                      | 95        |
| 4.3.5    | Closing .....                                                       | 97        |

|          |                                                     |            |
|----------|-----------------------------------------------------|------------|
| <b>5</b> | <b>Aufbereitung .....</b>                           | <b>98</b>  |
| 5.1      | <i>Datenbereinigung</i> .....                       | 98         |
| 5.1.1    | Fall-Ebene .....                                    | 98         |
| 5.1.2    | Variablen-Ebene .....                               | 100        |
| 5.2      | <i>Datenerweiterung</i> .....                       | 102        |
| 5.2.1    | Transformationen .....                              | 102        |
| 5.2.2    | Schlüsselungen .....                                | 103        |
| 5.2.3    | Programmabfragen .....                              | 104        |
| 5.3      | <i>Deskription</i> .....                            | 108        |
| 5.3.1    | Reisecharakteristika .....                          | 109        |
| 5.3.2    | Personencharakteristika .....                       | 113        |
| 5.3.3    | Haushaltscharakteristika.....                       | 117        |
| 5.3.4    | Charakteristika des primären Modus.....             | 119        |
| 5.3.5    | Charakteristika des sekundären Modus .....          | 127        |
| 5.3.6    | Variablen der Bewertung .....                       | 136        |
| 5.3.7    | Gegenüberstellung primärer und sekundärer Modi..... | 137        |
| <b>6</b> | <b>Auswertung.....</b>                              | <b>142</b> |
| 6.1      | <i>Teilstudie A</i> .....                           | 143        |
| 6.1.1    | Vorgehensweise.....                                 | 143        |
| 6.1.2    | Hypothesenprüfung.....                              | 149        |
| 6.1.2.1  | <i>Korrelationsanalyse</i> .....                    | 150        |
| 6.1.2.2  | <i>Faktoranalyse</i> .....                          | 151        |
| 6.1.2.3  | <i>Regressionsanalyse</i> .....                     | 155        |
| 6.1.3    | Ergebnisdiskussion .....                            | 163        |
| 6.1.4    | Zwischenfazit.....                                  | 171        |
| 6.2      | <i>Teilstudie B</i> .....                           | 172        |
| 6.2.1    | Vorgehensweise.....                                 | 172        |
| 6.2.2    | Hypothesenprüfung.....                              | 174        |
| 6.2.2.1  | <i>Deskriptive Analyse</i> .....                    | 175        |
| 6.2.2.2  | <i>Korrelationsanalyse</i> .....                    | 180        |
| 6.2.2.3  | <i>Regressionsanalyse</i> .....                     | 181        |
| 6.2.3    | Ergebnisdiskussion .....                            | 183        |
| 6.2.4    | Zwischenfazit.....                                  | 185        |

|            |                                          |            |
|------------|------------------------------------------|------------|
| <b>6.3</b> | <b><i>Teilstudie C</i></b> .....         | <b>186</b> |
| 6.3.1      | Vorgehensweise.....                      | 186        |
| 6.3.2      | Hypothesenprüfung.....                   | 194        |
| 6.3.3      | Ergebnisdiskussion .....                 | 201        |
| 6.3.4      | Zwischenfazit.....                       | 202        |
| <b>6.4</b> | <b><i>Teilstudie D</i></b> .....         | <b>204</b> |
| 6.4.1      | Vorgehensweise.....                      | 204        |
| 6.4.2      | Hypothesenprüfung.....                   | 211        |
| 6.4.3      | Ergebnisdiskussion .....                 | 215        |
| 6.4.4      | Zwischenfazit.....                       | 216        |
| <b>7</b>   | <b>Schluss</b> .....                     | <b>217</b> |
| 7.1        | <b><i>Gesamtfazit</i></b> .....          | <b>217</b> |
| 7.1.1      | Methodisch.....                          | 218        |
| 7.1.2      | Inhaltlich.....                          | 223        |
| 7.2        | <b><i>Konklusion</i></b> .....           | <b>229</b> |
| 7.2.1      | Überblick .....                          | 229        |
| 7.2.2      | Ausblick.....                            | 231        |
|            | <b>Literatur</b> .....                   | <b>234</b> |
|            | <b>Anhang</b> .....                      | <b>249</b> |
| I          | <b><i>Erhebungsinstrument</i></b> .....  | <b>249</b> |
| II         | <b><i>Variablenverzeichnis</i></b> ..... | <b>261</b> |
| III        | <b><i>Programmsyntax</i></b> .....       | <b>267</b> |
|            | Teilstudie A .....                       | 268        |
|            | Teilstudie B.....                        | 274        |
|            | Teilstudie C .....                       | 275        |
|            | Teilstudie D .....                       | 279        |

## Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 1-1: Plakatserie der Schweizerischen Bundesbahnen aus den 1960er-Jahren.....           | 5   |
| Abbildung 1-2: Mobilitätsversprechen des Touring Club Schweiz (TCS) .....                        | 6   |
| Abbildung 1-3: Mobility Schweiz Jahresabo .....                                                  | 6   |
| Abbildung 1-4: Total Economic Value (TEV) mit dem Option Value.....                              | 7   |
| Abbildung 1-5: True Economic Value (TEV) im Value Pricing Thermometer .....                      | 8   |
| Abbildung 1-6: Illustratives Payoff-Diagramm einer Option (Long Call) .....                      | 9   |
| Abbildung 2-1: Entwicklung des Theorie-Diskurses zum Optionswert von 1964 bis 1992.....          | 16  |
| Abbildung 2-2: Zeitstrahl der Literatur dieser Arbeit: Theorie, Methodik, Empirie .....          | 17  |
| Abbildung 2-3: Ökonomische Güterarten nach Grad der Ausschliessbarkeit und Rivalität .....       | 18  |
| Abbildung 2-4: Angebots-Nachfrage-Diagramm; erweitert um Optionswert .....                       | 29  |
| Abbildung 2-5: Wirkung des Optionspreises am Bsp. ÖV anhand einer Nutzenfunktion .....           | 32  |
| Abbildung 2-6: Realisation des Optionspreises am Bsp. ÖV anhand Fair Bet Line und WTP Locus .... | 34  |
| Abbildung 2-7: Illustrative Übertragung der Finanzoption auf den Transport .....                 | 48  |
| Abbildung 3-1: Kern des Modells zur Bewertung von Personentransport-Optionen.....                | 62  |
| Abbildung 5-1: Ausfüllzeiten des Befragungsinstruments .....                                     | 99  |
| Abbildung 5-2: Startorte der Wege basierend auf Postleitzahlen .....                             | 109 |
| Abbildung 5-3: Zielorte der Wege basierend auf Postleitzahlen.....                               | 110 |
| Abbildung 5-4: Erfasste regelmässige Wege vom Startpunkt zum Zielpunkt .....                     | 111 |
| Abbildung 5-5: Zurückgelegte Distanzen pro Weg.....                                              | 111 |
| Abbildung 5-6: Verfügbare Transport-Optionen für den genannten Weg .....                         | 112 |
| Abbildung 5-7: Alterspyramide des befragten Samples.....                                         | 114 |
| Abbildung 5-8: Selbstdeklarierte Risikoneigung nach Geschlecht.....                              | 114 |
| Abbildung 5-9: Verteilung der Lohnniveaus des befragten Panels .....                             | 115 |
| Abbildung 5-10: Individueller Abo-/Ausweisbesitz im Mobilitätsbereich .....                      | 116 |
| Abbildung 5-11: Individueller Fahrzeugbesitz .....                                               | 116 |



|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 5-12: Anzahl Abos, Ausweise, Mitgliedschaften im Mobilitätsbereich .....              | 117 |
| Abbildung 5-13: Anzahl Fahrzeuge im Haushalt der Befragten .....                                | 118 |
| Abbildung 5-14: Anzahl Personen im Haushalt der Befragten .....                                 | 119 |
| Abbildung 5-15: Primäre Hauptverkehrsmittel des Samples .....                                   | 120 |
| Abbildung 5-16: Wichtigste multimodale Kombinationen des primären Modus.....                    | 120 |
| Abbildung 5-17: Reisezeiten pro Verkehrsmittel des primären Modus .....                         | 121 |
| Abbildung 5-18: Antriebsarten der Autos (primär) .....                                          | 122 |
| Abbildung 5-19: Geplante Nutzungsdauer der Autos (primär).....                                  | 122 |
| Abbildung 5-20: Genannte durchschnittliche Verspätungshäufigkeit .....                          | 123 |
| Abbildung 5-21: Genannte durchschnittliche Verspätungsdauer .....                               | 123 |
| Abbildung 5-22: Genannte Wahrscheinlichkeiten der Ersatzmodus-Nutzung.....                      | 124 |
| Abbildung 5-23: Genannte Preise (P) und Preisbereitschaften (WTP) für den primären Modus.....   | 125 |
| Abbildung 5-24: Individuelle Preiselastizitäten der Nachfrage der Befragten.....                | 126 |
| Abbildung 5-25: Reaktionen von «Protestvoters» (WTP 0) im Fall von Zusatzgebühren .....         | 126 |
| Abbildung 5-26: Berechnete Wahrscheinlichkeiten der Nutzung des sekundären Modus.....           | 128 |
| Abbildung 5-27: Sekundäre Hauptverkehrsmittel des Samples.....                                  | 128 |
| Abbildung 5-28: Wichtigste multimodale Kombinationen im sekundären Modus.....                   | 129 |
| Abbildung 5-29: Reisezeiten pro Verkehrsmittel des sekundären Modus.....                        | 130 |
| Abbildung 5-30: Antriebsarten der Autos (sekundär) .....                                        | 131 |
| Abbildung 5-31: Geplante Nutzungsdauer der Autos (sekundär).....                                | 131 |
| Abbildung 5-32: Anzahl sonstige Trips mit dem Backup-Modus pro Jahr.....                        | 132 |
| Abbildung 5-33: Reisezwecke sonstiger Trips mit dem Backup-Modus.....                           | 132 |
| Abbildung 5-34: Individuelle Einstellungen zum sekundären Hauptverkehrsmittel.....              | 133 |
| Abbildung 5-35: Genannte Wahrscheinlichkeiten der gleichzeitigen Nichtverfügbarkeit.....        | 133 |
| Abbildung 5-36: Tatsächliche und minimal notwendige Verfügbarkeit des Ersatzmodus.....          | 134 |
| Abbildung 5-37: Tatsächliche, noch akzeptable und wertlose Taktung des Ersatzmodus.....         | 135 |
| Abbildung 5-38: Genannte Preise (P) und Preisbereitschaften (WTP) für den sekundären Modus..... | 136 |

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 5-39: Optionsbewertung: Gebühr pro Monat .....                                     | 137 |
| Abbildung 5-40: Optionsbewertung: Gebühr pro Weg .....                                       | 137 |
| Abbildung 5-41: Kombinationen primärer und sekundärer Hauptverkehrsmittel .....              | 138 |
| Abbildung 5-42: Reisezeiten im primären versus sekundären Modus mit Anpassungslinie .....    | 139 |
| Abbildung 5-43: Preise und Preisbereitschaften (WTP) für primäre und sekundäre Modi .....    | 141 |
| Abbildung 6-1: Exemplarische Transformation der Optionswerte .....                           | 146 |
| Abbildung 6-2: Scree-Plot (14 Variablen) .....                                               | 152 |
| Abbildung 6-3: Scree-Plot (mit allen 29 unabhängigen Variablen) .....                        | 152 |
| Abbildung 6-4: Beispielhafter Scatterplot zur visuellen Prüfung des Zusammenhangs .....      | 156 |
| Abbildung 6-5: Profilplot mit Interaktionseffekt von Risikoneigung und Geschlecht .....      | 157 |
| Abbildung 6-6: Histogramm der standardisierten Residuen (mit Normalverteilungskurve) .....   | 162 |
| Abbildung 6-7: Scatterplot der standardisierten Schätzwerte .....                            | 162 |
| Abbildung 6-8: Verteilung der maximalen Zahlungsbereitschaften für eine Optionsprämie .....  | 176 |
| Abbildung 6-9: Verteilung der Optionsprämien als Aufschlag («teuer», %) auf den Preis .....  | 176 |
| Abbildung 6-10: Verteilung der Konsumentenrenten (CS) .....                                  | 177 |
| Abbildung 6-11: Verteilung der Konsumentenrenten (CS) als Aufschlag (%) auf den Preis .....  | 177 |
| Abbildung 6-12: Risikoneigung der Individuen mit negativen und positiven Optionswerten ..... | 178 |
| Abbildung 6-13: Verteilung der resultierenden Optionswerte .....                             | 179 |
| Abbildung 6-14: Korrelationsanalyse der Optionswerte aus Teilstudie A und Teilstudie B ..... | 180 |
| Abbildung 6-15: Verteilung der anhand Black-Scholes modellierten Optionswerte .....          | 195 |
| Abbildung 6-16: Verteilung der Volatilitäten (zwischen 1% und 100%) .....                    | 196 |
| Abbildung 7-1: Visuelle Eingrenzung der Optionswerte .....                                   | 219 |
| Abbildung 7-2: Realistischste Annäherungen der vier Teilstudien .....                        | 221 |
| Abbildung 7-3: Level an Bias in der Wahrnehmung .....                                        | 221 |
| Abbildung 7-4: Mögliche Kombination der empfohlenen Methoden-Varianten .....                 | 222 |
| Abbildung 7-5: Resultierendes Gesamtmodell mit Bedeutsamkeit der Prädiktoren .....           | 227 |

## Tabellenverzeichnis

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 1-1: Struktur der Verkehrsformen gemäss Bundesamt für Statistik.....                     | 11  |
| Tabelle 1-2: Aufbau der vorliegenden Dissertation.....                                           | 14  |
| Tabelle 2-1: Taxonomie von (umweltökonomischen) Bewertungsmethoden .....                         | 37  |
| Tabelle 2-2: Taxonomie kontingenter Bewertungsmethoden (CVM) .....                               | 41  |
| Tabelle 2-3: Übertragung des Konzepts der Finanzoption auf die Transportoption.....              | 46  |
| Tabelle 2-4: Existierende Arbeiten mit expliziter Ermittlung von Optionswerten .....             | 53  |
| Tabelle 2-5: Existierende Arbeiten mit impliziter Ermittlung von Optionswerten.....              | 55  |
| Tabelle 2-6: Methodische Gestaltung und Disaggregations-Elemente der OV-Studien .....            | 56  |
| Tabelle 2-7: Wertkomponenten und Motive nach Nutzergruppe .....                                  | 58  |
| Tabelle 2-8: Wertkomponenten und Proxys bei Gewichtung .....                                     | 59  |
| Tabelle 2-9: Existierende Arbeiten mit expliziter Ermittlung von Optionswerten .....             | 60  |
| Tabelle 2-10: Auszug aus dem UK Transport Appraisal Guidance Data Book.....                      | 61  |
| Tabelle 3-1: Attribute des Modells mit Ausprägungen.....                                         | 63  |
| Tabelle 3-2: Skalenniveaus, ansteigend von oben nach unten .....                                 | 74  |
| Tabelle 3-3: Übersicht über die aus der Literatur abgeleiteten Hypothesen.....                   | 76  |
| Tabelle 4-1: Vier Varianten zur Ermittlung des Optionswerts im Personentransport .....           | 81  |
| Tabelle 4-2: Entwickeltes Instrument zur Erhebung und Analyse von Optionsbewertungen.....        | 88  |
| Tabelle 4-3: Ablauf der Datensammlung mit zentralen Aktionen der Pretest- und Feldphase .....    | 89  |
| Tabelle 4-4: Ablauflogik eines Sampling-Only-Projekts .....                                      | 93  |
| Tabelle 4-5: Quotierung von Intervista mit Target eines repräsentativen Samples .....            | 94  |
| Tabelle 4-6: Zugriffsstatistik von unipark.de .....                                              | 95  |
| Tabelle 4-7: Abbrüche nach Abschnitt der Umfrage .....                                           | 96  |
| Tabelle 5-1: Struktur der Datenbank: Fälle (Zeilen) und Variablen (Spalten) .....                | 98  |
| Tabelle 5-2: Benennungslogik der erfassten und bereinigten Variablen in der Umfragedatenbank.... | 101 |
| Tabelle 5-3: Schematische Überführung von bestehenden Variablen in Zusatzvariable .....          | 102 |
| Tabelle 5-4: Schematische Schlüsselung von Zusatzvariablen ab externer Quelle .....              | 103 |
| Tabelle 5-5: Schematische Server-Abfrage über API, welche Zusatzvariable ausgibt.....            | 104 |

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 5-6: Anzahl Nennungen pro regelmässige Wegzahl pro gewählte Zeiteinheit .....          | 113 |
| Tabelle 5-7: Bildungs- und Berufsstand des Samples.....                                        | 115 |
| Tabelle 5-8: Anzahl Nennungen pro Wegzahl mit Ersatzmodus pro gewählte Zeiteinheit.....        | 127 |
| Tabelle 5-9: Anzahl Nennungen pro Anzahl Wege und gewählte Zeiteinheit.....                    | 131 |
| Tabelle 5-10: Simulierte Wegzeiten (alle Wege zu Fuss, per Fahrrad, ÖV und MIV; via API) ..... | 140 |
| <br>                                                                                           |     |
| Tabelle 6-1: Vier Teilauswertungen (kursiv: Validierung) .....                                 | 142 |
| Tabelle 6-2: Einordnung der Teilauswertung A .....                                             | 143 |
| Tabelle 6-3: Variablen des Ersatzmodus zur Hypothesenprüfung .....                             | 147 |
| Tabelle 6-4: Variablen des Normalwegs zur Hypothesenprüfung.....                               | 147 |
| Tabelle 6-5: Variablen der Soziodemografie zur Hypothesenprüfung.....                          | 148 |
| Tabelle 6-6: Variablen der individuellen Mobilitätssituation zur Hypothesenprüfung .....       | 148 |
| Tabelle 6-7: Statistiken der Bewertungen des jährlichen Optionswerts .....                     | 149 |
| Tabelle 6-8: Pearson-Korrelationen der unabhängigen Variablen (Teil I) .....                   | 150 |
| Tabelle 6-9: Pearson-Korrelationen der unabhängigen Variablen (Teil II) .....                  | 151 |
| Tabelle 6-10: Faktoren und Faktorladungen der explorativen Faktoranalyse .....                 | 153 |
| Tabelle 6-11: Toleranzwerte und Variation Inflation Factors (VIF).....                         | 154 |
| Tabelle 6-12: Resultate der einfachen Regressionen mit den 29 Unabhängigen .....               | 155 |
| Tabelle 6-13: Gesamtmodell mit allen verfügbaren hypothesenbasierten Prädiktoren .....         | 158 |
| Tabelle 6-14: Zusammenfassung des Gesamtmodells mit allen 30 denkbaren Prädiktoren .....       | 159 |
| Tabelle 6-15: Zusammenfassung des optimierten Modells mit 15 signifikanten Prädiktoren .....   | 159 |
| Tabelle 6-16: Schrittweise Modellierung des multiplen Regressionsmodells.....                  | 160 |
| Tabelle 6-17: Koeffizienten des optimierten multiplen Regressionsmodells .....                 | 161 |
| Tabelle 6-18: Resultate der Hypothesenprüfung .....                                            | 165 |
| Tabelle 6-19: Einordnung der Teilauswertung B .....                                            | 172 |
| Tabelle 6-20: Statistiken der Annäherungen des jährlichen Optionswerts .....                   | 174 |
| Tabelle 6-21: Vergleich der mittleren Ergebnisse von Teilstudie A und B.....                   | 175 |
| Tabelle 6-22: Zusammenfassung des optimierten Modells mit 18 signifikanten Prädiktoren .....   | 181 |
| Tabelle 6-23: Koeffizienten des optimierten multiplen Regressionsmodells (18 Prädiktoren)..... | 182 |
| Tabelle 6-24: Korrelationsanalyse (Annäherung via OP-E(CS) versus OV via CVM) .....            | 184 |

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 6-25: Einordnung der Teilauswertung C.....                                               | 186 |
| Tabelle 6-26: Drei Annäherungen an finanzmathematische Optionsbewertung .....                    | 188 |
| Tabelle 6-27: Durchschnittliche Schweizer Zeitkostenansätze.....                                 | 191 |
| Tabelle 6-28: Durchschnittliche Schweizer Personenkilometerkostensätze pro Verkehrsmittel .....  | 192 |
| Tabelle 6-29: Logik der Kostenberechnung mit individuellen Autos und Motorrädern .....           | 193 |
| Tabelle 6-30: Statistiken der Annäherungen des jährlichen Optionswerts .....                     | 194 |
| Tabelle 6-31: Ergebnis-Vergleich von kontingenter Bewertung und Annäherungen .....               | 195 |
| Tabelle 6-32: Kosten der Wege mit Primärmodus (S) und Sekundärmodus (X).....                     | 197 |
| Tabelle 6-33: Gruppierte Auswertung der Optionswerte.....                                        | 198 |
| Tabelle 6-34: Resultat-Vergleich von Annäherung und kontingenter Bewertung.....                  | 199 |
| Tabelle 6-35: Korrelationsanalyse, Finanzoption versus CVM .....                                 | 201 |
| Tabelle 6-36: Einordnung der Teilauswertung D.....                                               | 204 |
| Tabelle 6-37: Durchschnittliche jährliche Bereithaltungskosten .....                             | 205 |
| Tabelle 6-38: Schweizweite Mobilitätsangebote mit Optionskomponente .....                        | 207 |
| Tabelle 6-39: Jährliche Fixkosten verbreiteter Mobilitätsinstrumente mit Optionskomponente ..... | 209 |
| Tabelle 6-40: Statistiken der Annäherungen des jährlichen Optionswerts .....                     | 211 |
| Tabelle 6-41: Resultat-Vergleich von kontingenter Bewertung und Annäherung (Gesamtsample) ....   | 212 |
| Tabelle 6-42: Resultat-Vergleich von kontingenter Bewertung und Annäherung (Instrument).....     | 212 |
| Tabelle 6-43: Resultat-Vergleich von kontingenter Bewertung und Annäherung (Verkehrsmittel)....  | 213 |
| Tabelle 6-44: Korrelationsanalyse (Annäherung via Marktpreise versus CVM).....                   | 215 |
| <br>                                                                                             |     |
| Tabelle 7-1: Resultate der vier Teilstudien (A, B, C, D).....                                    | 217 |
| Tabelle 7-2: Empfohlene methodische Varianten zur Annäherung des Optionswerts .....              | 218 |
| Tabelle 7-3: Empirisch ermittelte Optionswerte im Personenverkehr der Schweiz .....              | 223 |
| Tabelle 7-4: Verhältnis von Option Value zu Use Value .....                                      | 225 |
| Tabelle 7-5: Vergleichswerte ausländischer Studien zum Verhältnis von OV zu UV .....             | 225 |
| Tabelle 7-6: Mittlere Optionswerte nach sekundärem Hauptverkehrsmittel .....                     | 226 |
| <br>                                                                                             |     |
| Tabelle A-1: Verzeichnis aller 350 Variablen der Arbeit.....                                     | 266 |
| Tabelle A-2: Daten- und Syntaxfiles der Aufbereitung mit SPSS.....                               | 267 |

## Abkürzungsverzeichnis

|                 |                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| A               | Angebot                                                               |
| Adj.            | korrigiert (Adjusted)                                                 |
| al.             | andere (alii/aliae)                                                   |
| API             | Programmierschnittstelle (Application Programming Interface)          |
| ARE             | Bundesamt für Raumentwicklung                                         |
| ASTRA           | Bundesamt für Strassen                                                |
| B               | Regressionskoeffizient (auch als: b)                                  |
| BAG             | Bundesamt für Gesundheit                                              |
| BAV             | Bundesamt für Verkehr                                                 |
| BFS             | Bundesamt für Statistik                                               |
| ca.             | circa                                                                 |
| C               | Call-Options-Preis (Call Premium oder Call Option Price)              |
| CBA             | Kosten-Nutzen-Analyse (Cost-Benefit Analysis)                         |
| CHF             | Schweizer Franken                                                     |
| COGS            | Herstellungskosten (Costs of Goods Sold)                              |
| CO <sub>2</sub> | Kohlenstoffdioxid                                                     |
| CS              | Konsumentenrente (Consumer Surplus)                                   |
| CVM             | Kontingente Bewertungsmethode (Contingent Valuation Method)           |
| DBDC            | zweifache dichotome Auswahl (Double-Bounded Dichotomous Choice)       |
| DCE             | Diskretes Auswahlexperiment (Discrete Choice Experiment)              |
| df              | Freiheitsgrade (Degrees of Freedom)                                   |
| DfT             | Department for Transport (UK)                                         |
| DSGVO           | Datenschutz-Grundverordnung der Europäischen Union                    |
| d.h.            | das heisst                                                            |
| e               | Eulersche Zahl (2.718)                                                |
| EDÖB            | Eidgenössischer Datenschutz- und Öffentlichkeitsbeauftragter          |
| EUR             | Euro                                                                  |
| EVC             | wirtschaftlicher Wert für den Kunden (Economic Value to the Customer) |
| E(CS)           | Erwartete Konsumentenrente (Expected Consumer Surplus)                |
| E(U)            | Erwartungsnutzen (Expected Utility)                                   |
| E(V)            | Erwartungswert (Expected Value)                                       |
| f               | Fahrzeugbesitz                                                        |
| F               | Forschungsfrage; auch: F-Test (Statistik)                             |
| FABI            | Finanzierung und Ausbau der Bahninfrastruktur                         |

|        |                                                               |
|--------|---------------------------------------------------------------|
| g      | geteiltes Verkehrsmittel (Shared Mode)                        |
| GA     | Generalabonnement                                             |
| GBP    | Britisches Pfund                                              |
| GBR    | Grossbritannien                                               |
| gem.   | gemäss                                                        |
| h      | Halbtax (oder anderes ÖV-Abo); auch: Stunde (Hour)            |
| H      | Hypothese                                                     |
| Hh.    | Haushalt                                                      |
| HI     | höchster Wert (Highest Value)                                 |
| i      | Versicherung/TCS-Mitgliedschaft (Insurance); auch: Individuum |
| IBM    | International Business Machines Corporation                   |
| ID     | Identifikator                                                 |
| ISO    | International Organization for Standardization                |
| ITA    | Italien                                                       |
| ITL    | Italienische Lira                                             |
| JPN    | Japan                                                         |
| JPY    | Japanischer Yen                                               |
| km     | Kilometer                                                     |
| Konst. | Konstante                                                     |
| KOR    | Südkorea                                                      |
| korr.  | korrelierend                                                  |
| KRW    | Koreanische Won                                               |
| l      | Liter                                                         |
| ln     | Natürlicher Logarithmus (Logarithmus zur Basis e, $\log_e$ )  |
| LO     | tiefster Wert (Lowest Value)                                  |
| log    | Logarithmus (oder logarithmiert)                              |
| LV     | Langsamverkehr                                                |
| m      | männlich                                                      |
| MaaS   | Mobility as a Service                                         |
| max    | Maximum                                                       |
| min    | Minimum (auch: Minuten)                                       |
| mind.  | mindestens                                                    |
| Mio.   | Millionen                                                     |
| MIV    | motorisierter Individualverkehr                               |
| Mrd.   | Milliarden                                                    |

|                |                                                                                   |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| n              | Anzahl (number; auch als N)                                                       |
| N              | Normalverteilung; auch: Nachfrage                                                 |
| NLD            | Niederlande                                                                       |
| notw.          | notwendig                                                                         |
| Nr.            | Nummer                                                                            |
| NUV            | Nichtnutzungsnutzen (Nonuse Value)                                                |
| NZD            | Neuseeland-Dollar                                                                 |
| NZL            | Neuseeland                                                                        |
| OLS            | Methode der kleinsten Quadrate (Ordinary Least Squares)                           |
| OP             | Optionspreis (Option Price)                                                       |
| OV             | Optionswert (Option Value)                                                        |
| ÖV             | öffentlicher Verkehr                                                              |
| p              | Wahrscheinlichkeit (Probability); als p-Wert: Signifikanzwert                     |
| P              | Preis                                                                             |
| Pers.          | Person                                                                            |
| PC             | Personal Computer                                                                 |
| PHP            | Hypertext Preprocessor                                                            |
| PSM            | Preissensitivitäts-Messinstrument (Price Sensitivity Meter)                       |
| p.a.           | pro Jahr (per annum)                                                              |
| q              | Quotierung                                                                        |
| Q              | Menge (Quantity)                                                                  |
| Q1             | erstes Quartil (auch: Q2 für Median und Q3 für drittes Quartil)                   |
| r              | Risikoneigung; auch: Zinsniveau (Return); auch: Korrelationskoeffizient           |
| R              | Programmiersprache; auch: multipler Korrelationskoeffizient                       |
| R <sup>2</sup> | R-Quadrat (Bestimmtheitsmass; basierend auf R, multipler Korrelationskoeffizient) |
| RP             | offenbarte Präferenz (Revealed Preference)                                        |
| S              | Spot Price (zugrundeliegender Preis der Option)                                   |
| s.             | siehe                                                                             |
| SBB            | Schweizerische Bundesbahnen AG                                                    |
| SBCD           | einfache dichotome Auswahl (Single-Bounded Dichotomous Choice)                    |
| Sig.           | Signifikanz (auch sig. für signifikant)                                           |
| sog.           | sogenannt                                                                         |
| SP             | angegebene Präferenz (Stated Preference)                                          |
| SPSS           | Software von IBM (ursprünglich: Statistical Package for the Social Sciences)      |
| Std. Abw.      | Standardabweichung                                                                |



|          |                                                                            |
|----------|----------------------------------------------------------------------------|
| T        | Zeit (auch als t); auch: T-Test (Statistik)                                |
| TAG      | Transport Analysis Guidance                                                |
| TCS      | Touring Club Schweiz                                                       |
| TEV      | Total Economic Value; auch: True Economic Value                            |
| U        | Nutzen (Utility)                                                           |
| UK       | Vereinigtes Königreich                                                     |
| URL      | Webadresse (Uniform Resource Locator)                                      |
| USA      | Vereinigte Staaten von Amerika                                             |
| USD      | Amerikanische Dollar                                                       |
| UV       | Nutzungsnutzen (Use Value)                                                 |
| UVEK     | Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation |
| u.a.     | unter anderem                                                              |
| v        | Volatilität (auch als $\sigma$ , griechisch Sigma)                         |
| V        | Wert (Value)                                                               |
| verf.    | verfügbar                                                                  |
| vgl.     | vergleiche                                                                 |
| VIF      | Varianzinflationsfaktor (Variance Inflation Factor)                        |
| VÖV      | Verband öffentlicher Verkehr                                               |
| vs.      | versus                                                                     |
| VTTS     | Wert der Reisezeit (Value of Travel Time Savings)                          |
| v.a.     | vor allem                                                                  |
| w        | weiblich                                                                   |
| W        | Watt                                                                       |
| Wahrsch. | Wahrscheinlichkeit                                                         |
| WTA      | Kompensationsbereitschaft (Willingness to Accept)                          |
| WTP      | Zahlungsbereitschaft (Willingness to Pay)                                  |
| WWF      | World Wide Fund for Nature                                                 |
| x        | unabhängige Variable, Prädiktor (auch als X)                               |
| X        | Ausübungspreis (Exercise Price); auch: horizontale Achse                   |
| xlsm     | Microsoft Excel Datei mit Makros                                           |
| y        | abhängige Variable (auch als Y)                                            |
| Y        | vertikale Achse                                                            |
| z.B.     | zum Beispiel                                                               |
| zw.      | zwischen                                                                   |

## Symbolverzeichnis

|               |                                                                          |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------|
| $\beta$       | Beta (standardisierter Regressionskoeffizient)                           |
| $\mu$         | Gamma (Erwartungswert)                                                   |
| $\Delta$      | Delta (Differenz)                                                        |
| $\varepsilon$ | Epsilon (Fehlerterm; auch: Elastizität)                                  |
| $\sigma$      | Sigma (Varianz)                                                          |
| #             | Anzahl (im R-Code: Kommentarzeichen)                                     |
| %             | Prozent                                                                  |
| ‰             | Promille                                                                 |
| $\emptyset$   | Durchschnitt (Mittelwert)                                                |
| ·             | mal (auch als $\times$ oder als $*$ in Code)                             |
| :             | durch (auch als $/$ in Code)                                             |
| +             | plus                                                                     |
| -             | minus (auch als - in Code)                                               |
| $\pm$         | plusminus                                                                |
| =             | gleich                                                                   |
| $\approx$     | fast gleich                                                              |
| $\cong$       | ungefähr gleich (circa)                                                  |
| $\sim$        | ungefähr                                                                 |
| $\triangleq$  | entspricht                                                               |
| <             | kleiner als                                                              |
| $\leq$        | kleiner-gleich                                                           |
| >             | grösser als                                                              |
| $\geq$        | grösser-gleich                                                           |
| -             | Aufzählungszeichen (erste Listenebene)                                   |
| o             | Aufzählungszeichen (zweite Listenebene)                                  |
| ▪             | Aufzählungszeichen für Komponenten (Variablen)                           |
| ↳             | Verweis auf Teilkomponenten                                              |
| ⇨             | Verweis auf Zusatzkomponenten                                            |
| →             | Hinweis (Folgerung)                                                      |
| ✓             | Anmerkungszeichen (für verworfene Nullhypothese)                         |
| *             | Anmerkungszeichen (u.a. für Signifikanz; im SPSS-Code: Kommentarzeichen) |
| °             | Anmerkungszeichen (für Mittelwert)                                       |
| ◦             | Anmerkungszeichen (für Flatrate)                                         |



*«A potential consumer may have an option demand throughout his lifetime,  
and yet he may die without ever having purchased the commodity.»*

*(Weisbrod, 1964, S. 473)*

# 1 Einführung

Menschen schätzen die Verfügbarkeit verschiedener Transportmittel, ohne zwingend darauf zurückzugreifen. Selbst ohne spezifische Nutzungsabsicht besteht eine gewisse Nachfrage. Umweltökonomisch wird dieses Phänomen als Optionswert oder Optionsnutzen bezeichnet. Im einleitenden Kapitel dieser Arbeit zum Optionswert im Personenverkehr werden Ausgangslage und Relevanz sowie Forschungsstand und Forschungsziele geklärt. Abgeschlossen wird das Kapitel mit einer Erläuterung des Aufbaus der vorliegenden Studie.

## 1.1 Ausgangslage

Schweizer Haushalte geben durchschnittlich 7.5% ihres Bruttoeinkommens für die Nutzung von Verkehrsleistungen aus (BFS, 2019a). Über Steuern und Abgaben finanzieren sie zudem Verkehrsinfrastrukturen und öffentliche Verkehrsmittel (ÖV), selbst wenn sie diese nicht oder kaum nutzen. Ein komplexes System von politisch austarierten Geldströmen gewährleistet die Finanzierung des nationalen, kantonalen und kommunalen Verkehrs auf Strasse und Schiene (ARE, 2019b). Je nach Verkehrsträger und Verkehrsmittel decken öffentliche Hand (v.a. bei Infrastruktur und Regionalverkehr) und Allgemeinheit (v.a. bezüglich Umwelt- und Gesundheitsfolgen) mehr als die Hälfte der anfallenden Kosten (BFS, 2017c, S. 31–32).

Das historisch gewachsene Verkehrsnetz mit immer dichterter Erschliessung durch öffentliche Verkehrsmittel (Beglinger, 2015) geniesst in der Schweizer Bevölkerung grossen Rückhalt (vgl. z.B. UVEK, 2014). Als der Bundesrat regionale Bahnlinien mit einer Nutzerfinanzierung von unter 50% durch Busse ersetzen wollte, war der politische Widerstand enorm, sodass letztlich ein minimaler Kostendeckungsgrad von 30% vorgeschlagen wurde (Handelszeitung, 2013). Tatsächlich zeigt sich am Beispiel der Ostschweizer Zahnradbahnen, dass politisch auch bei Linien mit noch geringerer Eigenwirtschaftlichkeit kaum Service-Reduktionen durchsetzbar sind (Gafafer, 2019).

Ergebnisse aus Politik (z.B. UVEK, 2014) und Wissenschaft (z.B. Laesser & Reinhold, 2013) zeigen, dass die Bereitschaft zur Subventionierung von ÖV in der Schweiz gross ist – auch unter Nutzern von motorisiertem Individualverkehr (MIV). Gleichzeitig haben innovative Mobilitätslösungen privater Anbieter oft einen schweren Stand und werden durch politisch gewollte Gebühren (z.B. für die Nutzung des öffentlichen Raums) belastet (Stöckle, 2019), obwohl viele dieser Geschäftsmodelle (noch) nicht selbsttragend sind (Kuster, 2017, S. 34).

In den nachfolgenden Abschnitten zur Motivation und Problemstellung der vorliegenden Arbeit wird erläutert, warum es – gerade heute – interessant ist, den Blick auf bestimmte wahrgenommene Werte und Zahlungsbereitschaften im Personenverkehr zu richten.

### 1.1.1 Motivation

In der Zukunft dürfte die klassische Unterscheidung zwischen MIV und ÖV hinfällig werden: Der «Sharing Boom» im Mobilitätsbereich besonders in städtischen Gebieten zeigt, dass die Grenzen zunehmend verschwimmen. Traditionelles Car Sharing (z.B. Mobility) steht neben Peer-to-Peer Car Sharing (z.B. 2EM) oder Free Float Car Sharing (z.B. Catch a Car) sowie Ride Hailing (z.B. Uber), Ride Pooling (z.B. Moia) oder Ride Sharing (z.B. BlaBlaCar). Dazu kommen alle neueren geteilten Fahrzeugtypen wie E-Bikes (z.B. Bond), E-Scooter (z.B. Tier) oder E-Minicars (z.B. Microlino). Dieser Trend dürfte sich mit der weiteren Entwicklung von autonomen Gefässen (z.B. Navya) noch beschleunigen. Selbstfahrende Shuttles könnten dereinst als Angebot zwischen MIV und ÖV gerade auch im ländlichen Raum ökonomische Tür-zu-Tür-Verbindungen zulassen (Sonderegger et al., 2018).

Viele internationale Mobilitätsstudien prognostizieren Szenarien, welche auf digital integrierten, mobil vernetzten und autonom fahrenden Verkehrsmitteln mit umweltfreundlichen Antriebstechnologien basieren (vgl. Reinhold et al., 2020, S. 27). In dieser künftigen Welt wird Mobilität v.a. im urbanen Raum immer weniger mit einem gekauften Fahrzeug, sondern mit abonnierten Services verbunden – Stichwort Mobility as a Service (MaaS). Im Bereich des MIV deutet das Aufkommen von Fahrzeug-Abos als Ersatz für klassischen Autokauf oder Leasing auf diesen Trend hin (z.B. Carvolution). Zugleich kann in der Schweiz der rückläufige Anteil an jungen Erwachsenen mit Führerausweis (vgl. ASTRA, 2018) und die (bis zur Covid-19-Pandemie) steigende Zahl verkaufter ÖV-Abos (Verband öffentlicher Verkehr (VÖV), 2018, S. 18) als Indiz für diese Entwicklung gedeutet werden. In der künftigen Mobilitätswelt dürften Abonnemente mit unterschiedlichen Service-Levels zentral sein.

Interessanterweise existiert in der Schweiz dank der engen Zusammenarbeit (zumindest) im ÖV bereits ein hoch integriertes System, das weltweit einzigartig ist: Dank der landesweiten Koordination praktisch aller Tarifverbünde und Transportunternehmen sind kompatible Tickets und Fahrpläne schon lange Realität (vgl. Alliance SwissPass, 2020, vormals CH-direct). Tatsächlich stellt das Generalabonnement (GA) als Flat Rate für den ÖV der ganzen Schweiz ein bereits existierendes Beispiel von MaaS mit zwei verfügbaren Service-Levels (1. Klasse, 2. Klasse) dar. Neben dem nationalen GA, dessen Verkäufe sich ab 1987 von 25 000 auf zwischenzeitlich rund 500 000 Stück vervielfacht haben, sind ca. 2 500 000 Halbtax-Abos, die Fahrten zum halben Preis ermöglichen, sowie viele regionale Verbund-Abos mit unterschiedlichen Geltungsbereichen im Umlauf (VÖV, 2018, S. 19). Damit ist mehr als die Hälfte aller Einwohnerinnen und Einwohner der Schweiz im Besitz eines ÖV-Abos (BFS, 2015b, S. 14).

### 1.1.2 Problemstellung

Eine Mehrheit der Schweizerinnen und Schweizer spricht sich für die staatliche Förderung von ÖV-Angeboten aus (Laesser & Reinhold, 2013), obschon ein Grossteil der Tagesdistanzen per MIV zurückgelegt werden (BFS, 2015b, S. 24). Eine Mehrzahl der Bewohnerinnen und Bewohner des Landes ist sogar im Besitz eines ÖV-Abonnements (BFS, 2015b, S. 14), wobei nicht alle ihr Abo ausschöpfen (Meyer, 2019). Abstimmungen zugunsten von Verkehrsinfrastruktur (z.B. Abstimmung über den Bundesbeschluss über die Finanzierung und den Ausbau der Eisenbahninfrastruktur, FABI, vom 9. Februar 2014) können als kollektiver Entscheid zur Schaffung oder Wahrung von mittel- bis langfristigen Mobilitäts-Optionen interpretiert werden. Abschlüsse von Abonnements (z.B. General-, Verbund- oder Halbtaxabonnement) können als individuelle Entscheide zur Schaffung oder Wahrung von kurz- bis mittelfristigen Mobilitäts-Optionen verstanden werden.

Aus dem Mikrozensus Mobilität der Schweiz und vergleichbaren Untersuchungen ist bekannt, wer wann warum welche Verkehrsmittel und Routen wählt (ARE, 2015, 2017). So ist weitgehend klar, welchen Wert die Verkehrsmittel-Nutzenden der (Reduktion von) Fahrzeit, Umsteigevorgängen, Wartezeiten, etc. beimessen. Es ist hingegen unbekannt, wer welchen Nutzen aus dem Wissen um die Verfügbarkeit von Mobilitäts-Optionen zieht, ohne diese zwingend zu nutzen. Einzig gewisse Abo-Verkäufe (verschaffen meist Optionen für  $\leq 1$  Jahr) sowie politische Ergebnisse (schaffen meist Optionen für  $\geq 1$  Jahr) deuten darauf hin, dass Menschen im Transportbereich signifikante Optionswerte hegen.

Wie Burton Weisbrod, Begründer der Theorie des Optionswerts, bereits 1964 erkannte, sind kaum Markttransaktionen von Nichtnutzenden bzw. Optionsnutzenden denkbar: «there may be no practical mechanism by which the entrepreneur can charge nonusers for this option» (Weisbrod, 1964, S. 472). Es liegt in der Natur der Sache, dass auch Nichtnutzende und damit Nichtkunden einen Nutzen aus einem (öffentlichen) Transportangebot ziehen. Zwar könnten moderne technische Möglichkeiten dieses Problem künftig relativ einfach lösen (z.B. personalisierter Zugang bzw. Zugangsbeschränkungen zu Verkehrsmitteln basierend auf individuellen Subskriptionen für bestimmte MaaS-Angebote). Ganz ohne Zwang wäre aber auch dies nicht möglich, womit Weisbrod Recht behält: «noncoercive devices may be extremely difficult to implement» (1964, S. 472). Entsprechend schwierig ist es bis heute, verlässliche Optionswerte im Personentransport zu ermitteln. Selbst die Durchsetzung von Optionspreisen mittels technischer Hilfsmittel erfordert zunächst deren korrekte Quantifizierung. Da es bei der Erforschung von Optionswerten primär um die Untersuchung wahrgenommener Werte geht, ist deren Bemessung methodisch herausfordernd.

## 1.2 Relevanz

In den folgenden Abschnitten wird dargelegt, warum die Erforschung von Optionswerten im Personentransport bedeutsam und wichtig ist. Dabei soll neben der theoretischen auch die praktische Relevanz aufgezeigt werden. Ziel der Arbeit ist es, nicht nur theoretische Erklärungsansätze, sondern letztlich auch praktische Erkenntnisse hervorzubringen. Dies bedeutet allerdings nicht, dass es sich um angewandte Forschung handelt (vgl. Newman, 2014, S. 28).

### 1.2.1 Theorie

Bereits im grundlegenden Artikel zum «Option Demand» nennt Weisbrod (1964) drei Beispiele, bei denen Optionswerte eine Rolle spielen: Nationalparks, Spitäler sowie städtischer Nahverkehr. Interessanterweise geht er detailliert auf das Beispiel des öffentlichen Verkehrs ein und präsentiert Überlegungen, wonach Gelegenheitsnutzer, die z.B. nur bei Schlechtwetter oder Autopanne einsteigen, einen höheren Betrag bezahlen sollten (Weisbrod, 1964, S. 475). Trotz dieser frühen Erwähnung sollte es fast ein halbes Jahrhundert dauern, bis die Theorie des Optionswerts auch Eingang in die Transportforschung findet.

Während die Idee des Wertes einer nutzbaren Option im ersten Moment sehr einleuchtend ist, dauert die Entwicklung und Verfeinerung einer entsprechenden Theorie bis in die 1990er-Jahre (vgl. 2.1). Erst nach der theoretischen Klärung des Optionswert-Konzepts durch die UmweltökonomInnen beginnen sich auch TransportökonomInnen damit auseinanderzusetzen. Tatsächlich zeigen empirische Untersuchungen der letzten 15 Jahre, dass im Transportwesen mit signifikanten Optionswerten zu rechnen ist (vgl. 2.3). Die Erklärungskraft dieser Studien ist bislang aber limitiert, da sie erstens eher explorativ und zweitens sehr kontextabhängig sind. Gerade für die Transportforschung ist die empirische Überprüfung der Optionswert-Theorie damit sehr relevant. Nur so ist es möglich, Widersprüche zu klären und Erkenntnisse zu verallgemeinern.

Da die allgemeine Theorie des Optionswerts relativ ausgereift ist, geht es in der vorliegenden Arbeit primär darum, Hypothesen für das Transportwesen zu bilden und empirisch zu überprüfen. Weil es sich bei Optionswerten um wahrgenommene Werte von Gelegenheits- oder Nichtnutzenden handelt, ist insbesondere die methodische Herangehensweise herausfordernd und bedeutsam. Obwohl seit den 1990er-Jahren Versuche existieren, Optionswerte im Transport verlässlich zu quantifizieren, ist dies bis heute problematisch (vgl. 2.2). Gerade moderne technologische Möglichkeiten zur Datenerhebung und -verarbeitung könnten dazu beitragen, Aussagen mit stärkerer Erklärungskraft und grösserer Relevanz hervorzubringen.



### 1.2.2 Praxis

Erkenntnisse aus der Forschung zu Optionswerten im Transportwesen werden vereinzelt bereits in der Praxis genutzt. So berücksichtigt das Britische Department for Transport (DfT, 2014) in seiner Bewertungsrichtlinie (Social Impact Appraisal) auch Optionswerte (vgl. 2.3.2). Trotz der limitierten empirischen Grundlage und der hohen Kontextabhängigkeit wird empfohlen, Service-Änderungen (z.B. Öffnung oder Schliessung von Bahnhöfen und Bus-Services) hinsichtlich der Schaffung bzw. Reduktion von Optionswerten zu beurteilen (DfT, 2014, S. 27). Bei diesen Empfehlungen stützt sich das Department for Transport auf Untersuchungen des Institute for Transport Studies der Universität Leeds, welches für Grossbritannien einst gewisse Bewertungen ermittelt hat (s. DfT, 2020).



Abbildung 1-1: Plakatserie der Schweizerischen Bundesbahnen aus den 1960er-Jahren (SBB, 2020a)

Ausserhalb von Kosten-Nutzen-Analysen scheint die Praxis der Forschung interessanterweise voraus zu sein. Während Weisbrod (1964, S. 472) noch schrieb, dass es wohl keinen praktischen Mechanismus gäbe, mit dem ein Unternehmen den Nichtnutzern die von ihm geschaffenen Optionen verrechnen könnte, hatten z.B. die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) bereits damals ein Instrument lanciert, womit Nicht- oder zumindest Gelegenheitsnutzenden eine «Option» verkauft werden konnte: das Halbtax-Abonnement, welches jeweils für ein Jahr zu (unbeschränkten) Fahrten zum halben Preis ermächtigt. In den 1960er-Jahren veröffentlichten die SBB eine ganze Plakatserie, welche die Bahn mit Slogans wie «Eis und Schnee – SBB», «sicher ist sicher – SBB» oder «abwarten und bahnfahren – SBB» als attraktive Backup-Option für Autofahrer positionierte (Abbildung 1-1). Die Plakate von Herbert Auchli zeigen winterliche Schwarz-Weiss-Kompositionen mit eingeschneiten Autofahrern und zuverlässigen Zügen (Rotzler, 1991). Als explizite Halbtax-Werbung dient das Plakat aus dem Jahr 1967: Vor dem Abbild eines Automobilisten, der sein Fahrzeug im Schneetreiben freibuddelt, steht in roten Lettern geschrieben: «darum ein Halbtax-Abonnement – SBB» (Auchli, 1967).



**1.5 Millionen Mitglieder**

### Mitgliedschaft für Einzelpersonen

Mit der TCS Mitgliedschaft sind Sie sicher unterwegs und gelangen dank der Pannenhilfe Nr. 1 in der Schweiz immer ans Ziel. Selbst, wenn die Reparatur vor Ort nicht möglich ist, wird Ihr Fahrzeug von uns in die Garage Ihres Vertrauens transportiert.

Der TCS Mobilitätsschutz hilft Ihnen, wenn eine Weiterreise mit dem ÖV oder mit dem eigenen Auto am gleichen Tag nicht mehr möglich ist. Mit uns erreichen Sie Ihr Ziel.

Abbildung 1-2: Mobilitätsversprechen des Touring Club Schweiz; für Mitglieder (TCS, 2020)

Neben dem ÖV existieren auch Mobilitätsservices privater oder genossenschaftlicher Anbieter, die Backup-Optionen bieten. So leistet z.B. der Touring Club Schweiz (TCS) einen Service, der Automobilisten verspricht (Abbildung 1-2), im Fall eines Zwischenfalls innert weniger als einer Stunde wieder mobil zu sein (TCS, 2020). Der TCS verzeichnet heute 1.5 Millionen Mitglieder – wobei viele davon (über ihren Autohersteller bzw. Garagisten und/oder die Autoversicherung) bereits mehrfach abgesichert sind (Ilg, 2020). Im Sharing-Bereich bietet z.B. die Mobility Genossenschaft ganz unterschiedlichen Subskriptions-Optionen mit verschiedenen Service-Levels (Abbildung 1-3). Im Sinn der praktischen Relevanz sollen die Ergebnisse dieser Arbeit auch Hinweise zur Gestaltung solcher Angebote mit Optionswert bieten. Die Bepreisung innovativer Optionsinstrumente könnte hierbei ein mögliches Anwendungsfeld sein – gerade auch mit Blick auf den Trend hin zu «Mobility as a Service».

 **Return**
 **One-Way**
 **Go**

**mobility**

- ✓ Jährliche Fahrtengutschrift von CHF 30
- ✓ Best-Price-Garantie auf Fahrтарif
- ✓ Zugang zu 3'120 Autos in der ganzen Schweiz
- ✓ Flexibel mieten: ab einer Stunde, rund um die Uhr und in Selbstbedienung
- ✓ Einwegfahrten mit Mobility-One-Way
- ✓ Viele Zusatzvorteile (siehe unten)

**CHF 129** exkl. Zeit-/Kilometertarif

Abbildung 1-3: Mobility Schweiz Jahresabo; für Nicht-Mitglieder (Mobility, 2021)

### 1.3 Forschungsstand

Nachfolgend wird eine kurze Einordnung des Erkenntnisobjekts des Optionswerts geboten, ohne jedoch den umfassen Literaturreview (Kapitel 2) vorwegzunehmen. Zudem soll aufgezeigt werden, wo Lücken in Bezug auf das Forschungsobjekt des Personentransports bestehen. Basierend auf diesen Grundlagen werden anschliessend die Forschungsziele dargestellt.

#### 1.3.1 Definitionen und Abgrenzungen

Der Wert einer Option ist nicht leicht definierbar, da dieser von einer unsicheren Zukunft abhängig und vom eigentlichen Konsum relativ unabhängig ist. In den Wirtschaftswissenschaften existiert eine Vielzahl von Wertbegriffen und Werttheorien. Zentrale ökonomische Ansätze werden hier kurz angeführt, eingeordnet und abgegrenzt.

Im Schnittbereich zwischen Betriebswirtschaft und Volkswirtschaft befindet sich der Ansatz des **Total Economic Value (TEV)**, welcher aus dem Feld der betriebswirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Analysen (Cost-Benefit-Analysis, CBA) stammt, letztlich aber in der neoklassischen volkswirtschaftlichen «Utility Theory» verankert ist (vgl. z.B. OECD, 2006). Damit können nicht nur konsumptive Use Values, sondern auch nicht-konsumptive Use Values wie Optionswerte erfasst werden. So ist es möglich, den Nutzen zu berücksichtigen, den Individuen aus dem Wissen um die Option einer künftigen Nutzung ziehen. Mit dem ökonomischen Gesamtwert (TEV) können auch reine Nonuse Values (NUV) erfasst werden, welche völlig unabhängig von einer möglichen eigenen Nutzung sind. Dazu gehören (vgl. OECD, 2006, S. 87) der altruistische Wert (Wert einer Sache für andere), der Vermächtniswert (Wert einer Sache für künftige Generationen) sowie der Existenzwert (reiner Daseins-Wert einer Sache). Diese Werte sind nicht im Fokus dieser Arbeit, müssen aber allenfalls berücksichtigt werden bei der Interpretation von Bewertungsergebnissen.

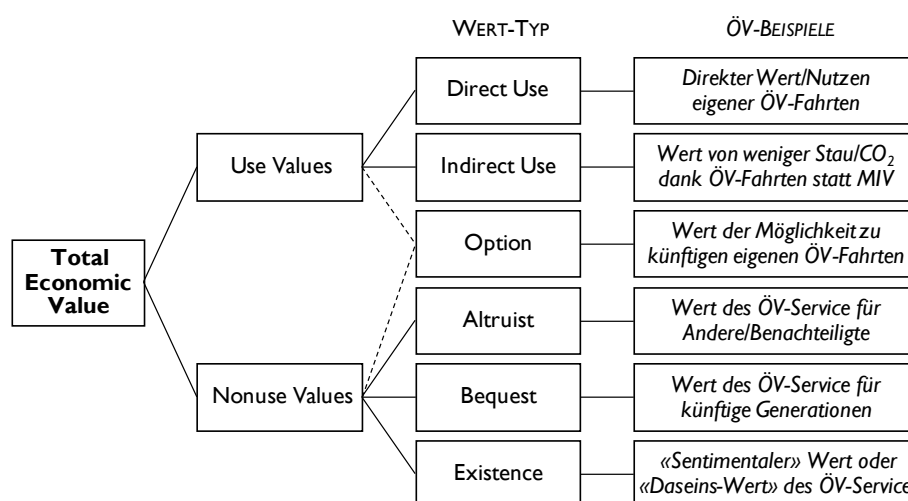


Abbildung 1-4: Total Economic Value (TEV) mit dem Option Value und allen weiteren Wertkomponenten (vgl. z.B. Bateman et al., 2002, S. 29; OECD, 2006, S. 87; Pearce & Özdemiroğlu, 2002, S. 24)

Während bezüglich der verschiedenen Wertkomponenten des TEV weitgehend Einigkeit besteht, werden diese oft unterschiedlich klassifiziert (vgl. z.B. Bateman et al., 2002, S. 29; OECD, 2006, S. 87; Pearce & Özdemiroğlu, 2002, S. 24). Die hier gewählte Zuteilung (Abbildung 1-4) in Use und Nonuse Values geschieht mit der Begründung, dass UV abhängig sind von der eigenen Nutzung, während NUV völlig unabhängig von jeglicher eigenen Nutzung sind. Der Optionswert kann als Zwischenkonzept verstanden werden, da dieser zwar von der möglichen eigenen Nutzung abhängig, aber auch ohne effektive Nutzung vorhanden ist.

Der umweltökonomische TEV, welcher für ein Umweltgut (wie z.B. ÖV) auf Ebene eines Individuums oder auch auf Ebene der Gesamtgesellschaft quantifiziert werden kann, darf nicht mit dem **True Economic Value** aus der Marketingliteratur verwechselt werden. Dieser wird auch als Economic Value of the Customer (EVC) bezeichnet und steht für den Wert, der einem Individuum oder einem Kundensegment aus der Nutzung eines Gutes insgesamt zufließt (Gallo, 2015). Diese Beschreibung zeigt, dass sich die zwei TEV-Konzepte nicht völlig unähnlich sind, da es sich bei beiden um ein grösstmögliches Total von kumulierten Wertbestandteilen handelt. Der EVC entspringt der Pricing-Literatur (Forbis & Mehta, 1979) und kann quasi als kundenseitige Sicht auf den Customer Lifetime Value verstanden werden (vgl. Gallo, 2015). Das Value Pricing Thermometer (Abbildung 1-5) von Dolan und Gourville (2009) zeigt, wie der EVC über Cost of Goods Sold (COGS), Product Price (Verkaufspreis) und Customer Perceived Value hinausgeht bzw. hinausgehen sollte: Je besser das Marketing, desto näher liegt der wahrgenommene Wert (Customer Perceived Value) beim True Economic Value – und desto grösser ist der Kauf-Anreiz für die Konsumenten.

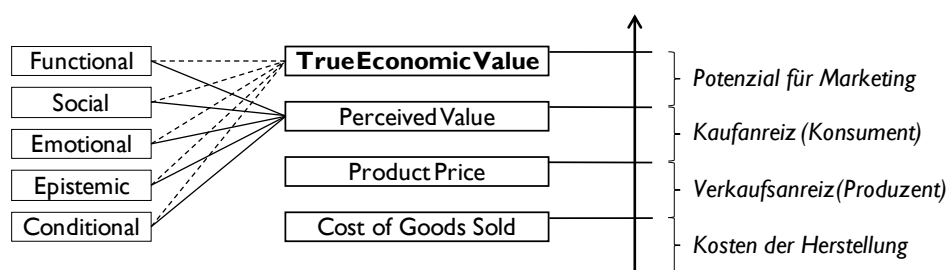


Abbildung 1-5: True Economic Value (TEV) im Value Pricing Thermometer von Dolan und Gourville (2009); Elemente des Perceived Value nach Sheth et al. (1991); s. auch Smith & Colgate (2007)

Obwohl der Optionswert betriebswirtschaftlich relevant ist (vgl. einleitende Zitate von Weisbrod, 1964), sind entsprechende Wertkonzepte wenig hilfreich. Die **Customer Value Theory** ist weder im Sinn eines «Werts für die Unternehmung» (Customer Lifetime Value) noch im Sinn eines «Werts für den Kunden» (Customer Perceived Value) nützlich für die Einordnung des Optionswerts (Sánchez-Fernández & Iniesta-Bonillo, 2007; s. auch Smith & Colgate, 2007).

Die Marketing-Literatur kennt zwar verschiedene Konzepte des sogenannten wahrgenommenen Kundenwerts, die über den rein funktionalen Wert hinausgehen und z.B. auch soziale, emotionale und konditionale Werte einschliessen (vgl. Sheth et al., 1991). Da damit allerdings lediglich Konsum mit seinen unterschiedlichsten Nutzendimensionen erklärt werden kann, sind diese Konzepte unzulänglich für die Betrachtung «nicht-konsumptiver» Werte, wie sie im Fall von Optionswerten auch Nichtnutzende hegen.

Optionswerte sind nicht nur bei umwelt- und wohlfahrtsökonomischen Policy- und Kosten-Nutzen-Analysen relevant. In verschiedenen ökonomischen Teilgebieten werden Optionen analysiert und evaluiert. Sowohl beim hier untersuchten Optionswert als auch bei Finanzoptionen, Realoptionen und Quasi-Optionen geht es im Kern um dieselbe Idee: Eine Option ist ein Wahlrecht und hat folglich einen Preis. Obschon diese verschiedenen Options-Konzepte relativ eng verwandt sind, müssen sie klar abgegrenzt werden. Denn obwohl es bei all diesen ökonomischen Optionen um die Bewertung von Entscheiden unter Unsicherheit geht, sind sie leicht unterschiedlich konzeptualisiert.

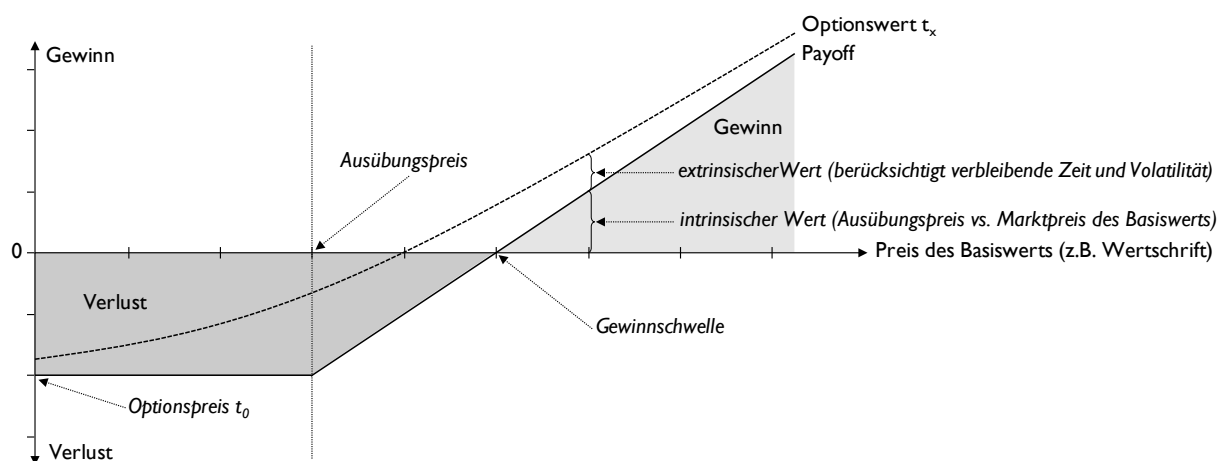


Abbildung 1-6: Illustratives Payoff-Diagramm einer Option (Long Call) mit ihren zwei Wertkomponenten: intrinsischer Wert entsteht aus der Differenz von zugesichertem Ausübungspreis und aktuellem Marktpreis; extrinsischer Wert basiert auf der verbleibenden Zeit bis zum Ablauf der Option und der Volatilität des Marktpreises des Basiswerts, z.B. einer Wertschrift (vgl. auch Abbildung 2-7)

**Finanzoptionen** umfassen das Recht (aber nicht die Pflicht), einen Vermögenswert zu kaufen (Call Option) oder zu verkaufen (Put Option), wobei der Preis auf verschiedenen Faktoren beruht (Lingner, 1991). Da es sich um ein derivatives Instrument handelt, hängt der Preis einer Option vom (aktuellen) Preis eines zugrundeliegenden Vermögenswerts ab (Hall, 2019). Indem eine Option zum Kauf oder Verkauf eines Vermögenswerts zu einem bestimmten Preis berechtigt, hat diese einen eigenen, sogenannte «intrinsischen Wert», welcher definiert wird als (positive) Differenz zwischen dem festgelegten Kauf- bzw. Verkaufspreis und dem aktuellen Marktpreis des zugrundeliegenden Vermögenswerts, z.B. einer Wertschrift (Abbildung 1-6).

Eine Option hat aber auch einen sogenannten «extrinsischen Wert» (Zeitwert), welcher von deren Gültigkeitsdauer sowie der erwarteten Volatilität abhängig ist und mit exponentieller Zunahme an Wert verliert (Hall, 2019). Der Optionspreis setzt sich damit aus intrinsischem und extrinsischem Wert zusammen, wobei letzterer als eine Art von Risikoprämie verstanden werden kann. Der extrinsische Wert (Zeitwert) kann unter gewissen Umständen mit dem umweltökonomischen Optionswert verglichen werden, wobei dieser nicht unbedingt mit einem Ablaufdatum versehen ist (vgl. auch 2.1.4 und 2.2.3). Die intrinsische Komponente fehlt dem umweltökonomischen Optionswert jedoch grundsätzlich, da dieser in der Regel *nicht* auf handelbaren Ressourcen basiert. So bieten Transportoptionen im Personenverkehr zwar ein Nutzungsrecht im Sinne einer Risikoprämie, bestehen aber nicht auf handelbaren Kapazitäten mit beweglichen Marktpreisen; diese wären höchstens im Fall von dynamischen Preisen im Personentransport oder im Güterverkehr denkbar.

**Realoptionen** erweitern die Kapitalwert-Betrachtung von Investitionen, welche mittels Present Value bzw. Barwert-Methode die künftigen Ein- und Auszahlungen diskontiert und somit verschiedene Anlagen vergleichbar macht. In der Realität sind Investitionsentscheide nicht zwingend binär und definitiv: Investitionen können oft in gewissem Mass erweitert, hinausgezögert oder reduziert werden (Brealey et al., 2008, S. 58). Dieser Flexibilität wird mit der Bewertung sogenannter Realoptionen bei unsicheren Projekten Rechnung getragen. Derartige Überlegungen können durchaus relevant sein für die Bewertung von Infrastruktur-Projekten im Transportwesen (s. z.B. Gao & Driouchi, 2013; Grimes, 2011). Da die vorliegende Arbeit jedoch Optionswerte von Transportservices im Personenverkehr erforscht, sind Infrastrukturprojekte nicht direkt Gegenstand der Untersuchung. **Quasi-Optionen** sind vergleichbar mit gewissen Realoptionen, stammen aber aus der Umweltökonomie. Sie beschreiben die mit einer hinausgezögerten irreversiblen Entscheidung verbundenen Wohlfahrtsgewinne in einem Szenario mit unsicheren Payoffs, quantifizieren also gewissermassen den Wert von (zusätzlicher) Information (Freeman et al., 2014, S. 146). Da es in dieser Arbeit nicht um einmalige und komplett irreversible Entscheide (wie etwa die Rodung von Urwäldern) geht, ist dieses Options-Konzept nicht weiter relevant.

In dieser Arbeit wird der Begriff der Option vor allem umwelt- bzw. transportökonomisch verstanden. Der Gewissheit, ein Gut oder eine Dienstleistung künftig verfügbar zu haben bzw. nutzen zu können, kann ein gewisser Wert beigemessen werden. Im Personenverkehr kann so z.B. die Bewertung der «Möglichkeit zu künftigen eigenen ÖV-Fahrten» (Abbildung 1-4) als Optionswert bezeichnet werden. Im deutschsprachigen Raum wird häufig auch der Begriff Optionsnutzen verwendet (vgl. Ecoplan, 2006, S. 45). Eine detaillierte theoretische Herleitung der Definition des Optionswerts erfolgt in Kapitel 2.1.3.

Da in der vorliegenden Arbeit verschiedene **Transportoptionen** untersucht werden, erfolgt hier eine begriffliche Abgrenzung. Die Tabelle 1-1 zeigt die grundsätzliche Unterscheidung nach Verkehrsträger, Verkehrsform und Verkehrsmittel. Statt von der präzisen Verkehrsform wird verkürzt oft von MIV, ÖV und LV gesprochen. Zum ÖV gehört sowohl der öffentliche Strassenverkehr als auch der Schienenpersonenverkehr. Als *Primärmodus* wird in dieser Studie die Gesamtheit aller für einen konkreten Weg nötigen und im Normalfall benutzten Verkehrsmittel verstanden. Im Fall einer multimodalen Reise kann es sich um eine Kombination von MIV, ÖV und LV handeln. Gleiches gilt für den im Bedarfsfall bevorzugten *Optionsmodus*: Dieser wird nachfolgend als *Sekundärmodus* bzw. *Ersatzmodus* oder *Backup-Modus* bezeichnet.

| Verkehrsträger | Verkehrsform                                 | Verkehrsmittel                   |
|----------------|----------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Strasse</b> | Privater motorisierter Personenverkehr (MIV) | Personenwagen                    |
|                |                                              | Motorräder/Mofas ( $\geq 500$ W) |
|                |                                              | Privatcars (Reisebusse)          |
|                | Öffentlicher Strassenverkehr (ÖV)            | Autobusse/Trolleybusse           |
|                |                                              | Trams                            |
| <b>Schiene</b> | Schienenpersonenverkehr (ÖV)                 | Velos/E-Bikes ( $< 500$ W)       |
|                |                                              | Fussgänger/Trottinette*          |
|                |                                              | Züge                             |
| <b>Luft</b>    | Linien- und Charterverkehr                   | Flugzeuge/Helikopter             |
| <b>Wasser</b>  | Öffentliche Personenschifffahrt              | Schiffe                          |

Tabelle 1-1: Struktur der Verkehrsformen gemäss Bundesamt für Statistik (BFS, 2019b, S. 16);  
kursiv: nicht im Fokus dieser Arbeit; \*umfasst alle fahrzeugähnlichen Geräte

### 1.3.2 Wissensstand und Lücken

Bisherige Arbeiten zu Optionswerten im Transportbereich sind explorativer Natur (vgl. 2.3). Diese Studien deuten darauf hin, dass Menschen ausserhalb der regelmässigen Nutzergruppe signifikante Werte in den untersuchten Verkehrsangeboten sehen. Die meisten Untersuchungen fokussieren jedoch auf die Analyse bestimmter Regionen und Verkehrsverbindungen und sind wegen der hohen Kontextabhängigkeit kaum verallgemeinerbar. Für die Schweiz sind – jenseits sehr grober Schätzungen (Hauser et al., 2013, S. 54–56, 2015, S. 76, 82, 88) basierend auf britischen Zahlen von Laird (2009) – keine Daten zu Optionswerten im Verkehrswesen bekannt. Zwar wird in Dokumenten des Bundes verschiedentlich auf Optionsnutzen verwiesen (vgl. z.B. Bundesrat, 2012, S. 1747). Auch die Bundesämter für Raumentwicklung (ARE) und Strassen (ASTRA) nennen in Grundlagenpapieren zum Verkehrsnutzen sogenannte nichtverkehrlichen Nutzen (wozu auch der Optionsnutzen gezählt wird), wobei dieser «bisher nicht detailliert ermittelt» wurde (Ecoplan & Infras, 2006, S. 4). Es wird allerdings allgemein anerkannt, dass bereitstehende Strassen oder Schienen sowie darauf verkehrende Services gerade im Fall von ungewissen Ereignissen einen Optionsnutzen bieten und der Vorsorge dienen – z.B. für Notfall-Transporte (Ecoplan, 2006, S. 45; Ecoplan & Infras, 2006, S. 30).

Da für die Schweiz keinerlei Optionswerte bekannt sind, wird auch in verkehrspolitisch relevanten Statistiken – wenn überhaupt – lediglich mit sehr groben Annahmen gearbeitet: In der schweizerischen Strassenrechnung, wo die vom MIV verursachten Strassenausgaben (Kosten für Bau und Unterhalt der Strasseninfrastruktur) erfasst sind, werden für nichtverkehrliche Nutzenarten pauschale Abzüge vorgenommen: 30 % bei Gemeinde-, 10 % bei Kantons-, 0 % bei Nationalstrassen (Ecoplan & Infrac, 2006, S. 33). Dieser Abzug wird u.a. damit begründet, «dass Kantone und Gemeinden unabhängig von der Art des Transportmittels ein Grundangebot an Strasseninfrastruktur zu bauen und zu unterhalten haben», das zudem auch von ÖV, Fahrrädern und Fussgängern benutzt werden kann (BFS, 2004, S. 463).

Während also das Konzept des Optionswerts in der Umweltökonomie etabliert ist, ist dies im Bereich des Transportwesens international und speziell auch in der Schweiz klar unterbelichtet. Um die ersten (explorativen) Studien praktisch nutzbar zu machen, ist eine grössere Menge empirischer Daten notwendig (vgl. Utsunomiya, 2018, S. 6). Der Mangel an Daten ist v.a. darauf zurückzuführen, dass die Methodik zur Messung von Optionswerten im Personentransport «bei weitem nicht entwickelt ist» (vgl. Geurs et al., 2006, S. 637). Eine Reihe von Herausforderungen wie die Erhebung von Zahlungsbereitschaften sowie deren Disaggregation in «Teilwerte» erfordern einen besonderen Fokus auf die Methodik und deren Verfeinerung (vgl. auch Laird et al., 2013, S. 23).

Das Wissensdefizit bezüglich Optionswerten im Transportwesen stellt nicht nur eine theoretische und methodische Lücke dar, sondern hat unter Umständen auch konkrete Auswirkungen in der Praxis (vgl. auch 1.2). So existieren heute z.B. für die Schweiz zwar detaillierte Quantifizierungen von Gesamtnutzen (Wertschöpfung bzw. effektiv bezahlte Preise), Zusatznutzen (gesamtwirtschaftliche Effekte und projektspezifische Zeit- und Transportkosteneinsparungen), Grenznutzen (von Zweck, Ort und Zeit abhängige Zahlungsbereitschaft für zusätzliche Fahrt) sowie gewissen externen Nutzen von Verkehr (z.B. Gewinne von Grundstückseigentümern durch höhere Immobilienpreise; Ecoplan & Infrac, 2006, S. 25). Indem aber neben internen und externen Nutzen der nichtverkehrliche Nutzen von Verkehr (und als Element davon auch der Optionswert) nicht oder unzulänglich berücksichtigt wird, besteht die Gefahr einer inkorrekten Kosten-Nutzen-Abwägung: Mit Berücksichtigung des Optionsnutzens könnte ein Transport-Projekt oder ein Transport-Service möglicherweise «gerade noch die Rentabilitätsschwelle» erreichen (Ecoplan & Infrac, 2006, S. 31). Wie bereits erläutert, könnten solche Betrachtungen speziell in künftigen Verkehrs-Szenarien mit selbstfahrenden Quartierbussen und unterschiedlichen Service-Levels bedeutend werden.



## 1.4 Forschungsziel

Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist es, für den Personenverkehr in der Schweiz zu ermitteln, wer welche Transportoptionen warum wie bewertet. In den folgenden Abschnitten wird dieses Grobziel anhand der Forschungsfragen konkretisiert.

### 1.4.1 Forschungsfragen

Die übergeordnete Forschungsfrage ( $F$ ) dieser Arbeit zum Optionswert von Personenverkehr kann folgendermassen formuliert werden:

<sup>1</sup> Welche Transportoptionen (Ersatzmodi)

<sup>2</sup> werden wo (Wegcharakteristik)

<sup>3</sup> von wem (Soziodemografie)

<sup>4</sup> wann (Mobilitätssituation)

<sup>5</sup> wie bewertet?

Diese bereits aus mehreren Bestandteilen bestehende Forschungsfrage kann heruntergebrochen werden in fünf Teilfragen:

$F_1$  Welche Attribute vorhandener Ersatzmodi haben einen Einfluss auf die Optionsbewertung?

$F_2$  Welche Charakteristika regelmässiger Wege beeinflussen die Optionsbewertung?

$F_3$  Welche soziodemografischen Merkmale beeinflussen die Optionsbewertung?

$F_4$  Welche Aspekte der individuellen Mobilitätssituation beeinflussen die Optionsbewertung?

$F_5$  Wie kann der Wert einer Transportoption gemessen werden?

Mit  $F_1$  soll ermittelt werden, welchen Effekt verschiedene Levels von Service-Attributen (Takung, Komfort, Preis, etc.) auf den wahrgenommenen Optionswert haben. Anhand von  $F_2$  soll geklärt werden, inwiefern die Charakteristiken regelmässiger Wege (Zweck, Substituierbarkeit, Nachfrageunsicherheit, etc.) Auswirkungen auf den wahrgenommenen Optionswert haben. Mit  $F_3$  soll geklärt werden, inwiefern soziodemografische Merkmale (Alter, Geschlecht, Einkommen, etc.) den Optionswert beeinflussen. Anhand von  $F_4$  soll ermittelt werden, welche Aspekte der individuellen Mobilitätssituation (Ersatzfahrzeuge, Abobesitz, Einstellung, etc.) sich auf den Optionswert auswirken. Da die vorliegende Arbeit auch methodische Erkenntnisse generieren soll, zielt  $F_5$  darauf ab, entsprechende Antworten zu liefern. Die genaue Ausgestaltung der methodischen Umsetzung wird in Kapitel 3.3 entwickelt und erläutert.

Die fünf Teilfragen leiten den Forschungsprozess und die vorliegende schriftliche Arbeit. Zum Schluss dieses einleitenden Kapitels wird ein kurzer Ausblick auf das geplante Vorgehen sowie die weitere Struktur der Arbeit geboten. Nach dem Literaturreview in Kapitel 2 werden die Hauptforschungsfrage und die vier Teilfragen hypothesenbasiert ausdetailliert.

### 1.4.2 Herangehensweise und Aufbau

Die vorliegende Forschungsarbeit basiert auf einer deduktiven Vorgehensweise. Die schriftliche Arbeit folgt im Aufbau der Logik des Forschungsprozesses. Zentral ist insbesondere auch der methodisch-konzeptionelle Beitrag dieser Studie.

Im aktuellen *Kapitel 1* wurden Ausgangslage, Relevanz, Forschungsstand und Forschungsziele der Arbeit beleuchtet. Im nachfolgenden *Kapitel 2* wird ein umfassender Literaturreview präsentiert, welcher bisherige theoretische, methodische und empirische Arbeiten im Themenfeld der Optionsbewertungen vorstellt.

In *Kapitel 3* wird basierend auf den Erkenntnissen aus dem Literaturreview ein Modell mit inhaltlichen und methodischen Hypothesen präsentiert. In *Kapitel 4* wird schliesslich die Umsetzung der empirischen Untersuchung entworfen, die erlauben soll, erstmals Optionswerte für den Personentransport in der Schweiz zu ermitteln.

In *Kapitel 5* werden die Ergebnisse der empirischen Erhebung zum wahrgenommenen Optionswert deskriptiv aufbereitet. Die gewonnenen Daten werden in *Kapitel 6* in vier Teilstudien anhand unterschiedlicher Methoden ausgewertet, sodass realistische Optionsbewertungen in einer validierten «Bandbreite» definiert werden können.

Basierend auf den Ergebnissen der verschiedenen Teilstudien werden in *Kapitel 7* inhaltliche und methodische Konklusionen zur Optionsbewertung im Schweizer Personenverkehr möglich, bevor die Arbeit mit einem Fazit und Ausblick abgeschlossen wird. Im *Anhang* finden sich umfangreiche Dokumentationen zum Forschungsprozess.

| KAPITEL                  | INHALT                                                           |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>1 Einführung</b>      | <i>Ausgangslage, Relevanz, Forschungsstand, Forschungsziel</i>   |
| <b>2 Literaturreview</b> | <i>Theorie, Methodik, Empirie</i>                                |
| <b>3 Konzeption</b>      | <i>Modellierung, Hypothesen, Operationalisierung</i>             |
| <b>4 Umsetzung</b>       | <i>Rahmen, Methoden, Erhebung</i>                                |
| <b>5 Aufbereitung</b>    | <i>Datenbereinigung, Datenerweiterung, Deskription</i>           |
| <b>6 Auswertung</b>      |                                                                  |
| <b>Teilstudie A</b>      | <i>Direkte Abfrage</i>                                           |
| <b>Teilstudie B</b>      | <i>Indirekte Abfrage</i>                                         |
| <b>Teilstudie C</b>      | <i>Simulation «lower bound»</i>                                  |
| <b>Teilstudie D</b>      | <i>Aggregation «upper bound»</i>                                 |
| <b>7 Schluss</b>         | <i>Gesamtfazit, Konklusion</i>                                   |
| <b>Anhang</b>            | <i>Erhebungsinstrument, Variablenverzeichnis, Programmsyntax</i> |

Tabelle 1-2: Aufbau der vorliegenden Dissertation

## 2 Literaturreview

Der Literaturreview dieser Studie besteht aus drei Teilen: Theorie, Methodik, Empirie. Zunächst wird die Herkunft des Konzepts des Optionswertes nachgezeichnet und die heute akzeptierte Definition herausgearbeitet (2.1). Danach wird ein Überblick über die denkbaren und erprobten Methoden zur Ermittlung von Optionswerten geboten (2.2). Abschliessend folgt ein umfassender Literaturreview der vorhandenen (explorativen) Studien zum Optionswert im Transportwesen (2.3).

Mittels ausführlicher Online-Recherche wurden alle vorhandenen Publikationen zur Optionswert-Theorie im Allgemeinen und zu Optionswerten im Transportwesen identifiziert. In einem ersten Schritt wurde dabei die wissenschaftliche Metasuche von Ebsco Publishing benutzt. Dieser Service durchsucht neben den eigenen Datenbanken von Ebsco auch den universitären Bibliothekskatalog sowie alle wissenschaftlichen Zeitschriften und Artikel der wichtigsten Datenbanken wie Web of Science, Scopus, Jstor und Wiso. In einem zweiten Schritt wurde diese Suchabfrage ergänzt um eine allgemeine Google-Suche. Da Optionswerte unterschiedlich definiert (vgl. 2.1) und erhoben (vgl. 2.2) werden, war die Suche sehr breit angelegt. Folgende Suchbegriffe und Operatoren wurden bei den Abfragen verwendet (in Klammern die Anzahl durchgesehener Datenbank-Items pro Abfrage; die Durchsicht wurde abgebrochen, wenn die Resultate unergiebig, redundant oder irrelevant bzw. unspezifisch wurden):

- *optionsnutzen verkehr* (200)
- *option value AND transport* (200)
- *option value AND public transport* (100)
- *option value* (50)
- *nonuse value* (50)
- *nonuse value AND transport* (20)
- *non-use value AND transport* (50)
- *non-use value* (50)
- *value AND transport* (50)
- *value AND public transport* (100)
- *transport valuation* (100)
- *transport appraisal* (100)

Die gefundene Literatur wurde sortiert nach theoretischen, methodischen und empirischen Beiträgen. Diese drei Untergruppen bilden die Grundlage und den Ausgangspunkt der nachfolgenden Unterkapitel: (2.1) Theorie, (2.2) Methodik, (2.3) Empirie.

## 2.1 Theorie

Wie einleitend beschrieben wurde der Begriff des Option Demand bereits in den 1960er-Jahren geprägt. Es dauerte jedoch mehrere Jahrzehnte, bis sich der wissenschaftliche Diskurs auf eine Definition des Option Value (OV) einigte. In den folgenden Abschnitten soll die Entwicklungsgeschichte des Konzepts nachgezeichnet und der Optionswert formal hergeleitet werden.

### 2.1.1 Diskurs um Optionswert-Begriff

Nach dem grundlegenden Artikel von Weisbrod (1964) entbrennt unter Ökonomen eine kontroverse Diskussion um Existenz und Definierbarkeit von Optionswerten, welche sich über fast 30 Jahre hinzieht. Der vorliegende Literaturreview zeigt (Abbildung 2-1), wie der Diskurs zunächst sehr breit geführt wird (z.B. im *Quarterly Journal of Economics* sowie im *American Economic Review*) und sich dann vermehrt in spezialisierte Publikationen verlagert (z.B. *Land Economics* oder *Journal of Environmental Economics and Management*). Die Bewegung von allgemeinen wirtschaftswissenschaftlichen Publikationen hin zu umweltökonomischen Journalen dürfte vor allem darin begründet sein, dass eine verlässliche Optionswerttheorie für die Bewertung von Umweltgütern besonders relevant ist. Für Güter wie Wasser, Luft und Boden existieren oft keine Marktpreise, da diesen keine (klaren) Eigentumsrechte zugewiesen sind (vgl. «Tragik der Allmende», Ostrom, 1990). Spätestens Ende der 1980er-Jahre wird nach der Ölkatastrophe des Tankers «Exxon Valdez» vor Alaska breit anerkannt, dass zur Bemessung von Umweltschäden sozioökonomische Verfahren nötig sind, die auch abstraktere Größen wie Options- oder Existenzwerte quantifizieren können (Carson, 2012, S. 29).

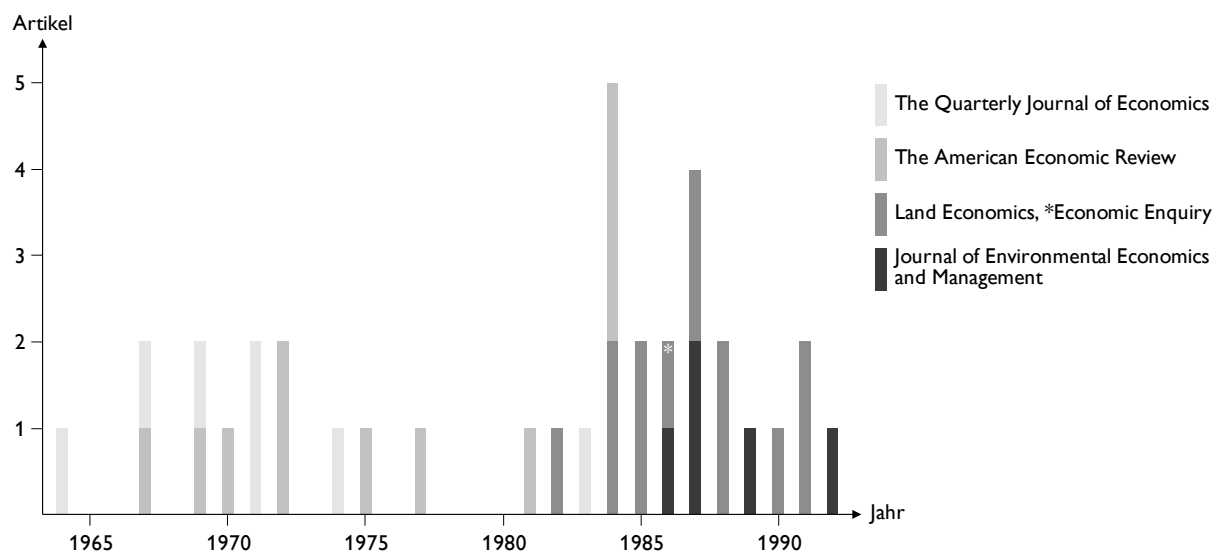


Abbildung 2-1: Entwicklung des Theorie-Diskurses zum Optionswert von 1964 bis 1992;  
Anzahl wissenschaftlicher Artikel pro Jahr und veröffentlichendes Journal

Erst Mitte der 1980er-Jahre entwickelt sich unter Ökonomen ein gewisser Konsens zur Optionswert-Definition. Bishop konstatiert damals: «Die Geschichte des Optionswerts wird eine interessante Fallstudie der Entwicklung ökonomischer Konzepte darstellen. (...) Der Optionswert war intuitiv sehr attraktiv, aber weniger klar definiert als auf den ersten Blick erkennbar» (Bishop, 1982, S. 14). Die Integration des Optionswerts in die Haushaltstheorie (Consumer Theory) führt zwar zu einer deutlich präziseren Konzeptualisierung, vermag aber nicht alle Herausforderungen aufzulösen, denn gewisse Dinge scheinen zu komplex und dynamisch, als dass sie einfach beobachtet oder gemessen werden könnten (Bishop, 1982, S. 14). Obschon die Quantifizierung von nicht direkt messbaren Werten der Umwelt schliesslich – insbesondere im Nachgang des «Exxon Valdez»-Unglücks – von amerikanischen Gerichten wiederholt bestätigt wird, ist die Definition und Messbarkeit sogenannter Nonuse Values bis heute teils umstritten, da die Umwelt per se keinen Preis hat (Endres & Holm-Müller, 1998, S. 26–30).

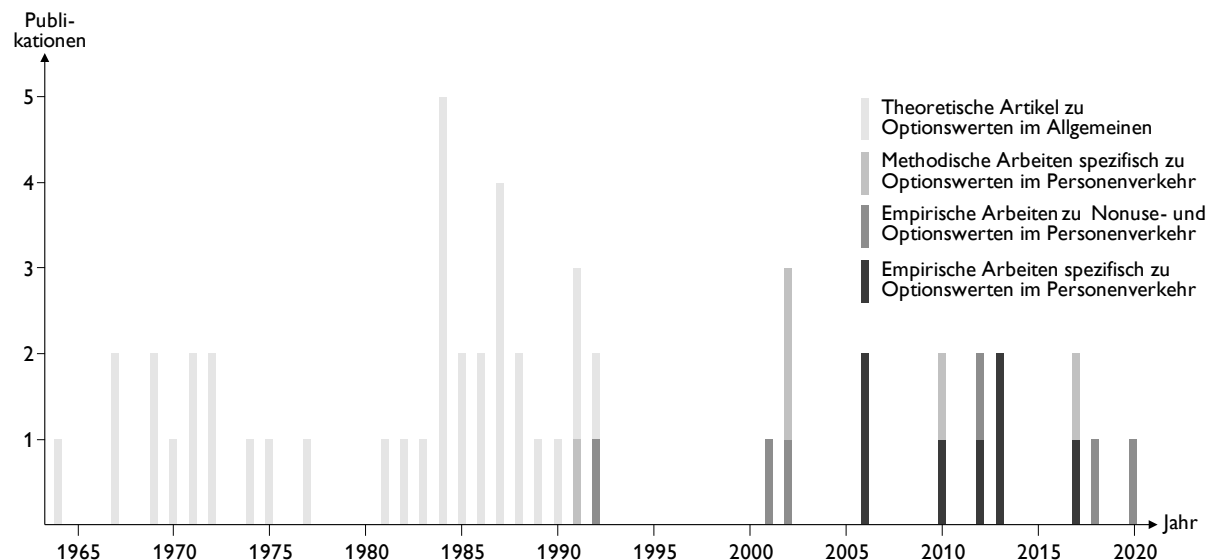


Abbildung 2-2: Zeitstrahl der Literatur dieser Arbeit: Theorie, Methodik, Empirie;  
für Review der theoretischen Artikel zu Optionswerten: s. Abschnitt 2.1.2;  
Review der methodischen Arbeiten zu Optionswerten im Personenverkehr: s. Abschnitt 2.2.3;  
Review der empirischen Arbeiten zu Nonuse-/Optionswerten im Personenverkehr: s. Abschnitt 2.3.1

Als das Konzept des Optionswerts in der Ökonomie ab den 1990er-Jahren theoretisch hinreichend konkretisiert ist, findet es langsam Eingang in die Transportforschung (Abbildung 2-2). Methodische Herausforderungen wie die hohen Kosten der Datenerhebung (vor der Verbreitung von Online-Befragungen) führen dazu, dass erst ab den 2010er-Jahren vermehrt empirische Publikationen im Transportbereich erscheinen. Nach ersten Working Papers in den 1990er-Jahren sind zuletzt Artikel zu Optionswerten in Publikationen wie *Transport Policy*, *Transportation Economics* und *Transportmetrica A* erschienen.

### 2.1.2 Entwicklung des Konzepts

**Weisbrod** (1964) erkennt als erster, dass gewisse private Güter (individual-consumption goods) Charakteristiken eines öffentlichen Gutes haben (collective-consumption goods). So ist z.B. ein öffentlicher Bus-Service durchaus ein *privates Gut*, denn einerseits besteht Rivalität (bei zu vielen Mitfahrenden sind Busse voll bzw. überfüllt) und andererseits besteht Ausschlussbarkeit (nur wer einen gültigen Fahrschein hat, wird transportiert). Gleichzeitig bietet ein öffentlicher Bus-Service aber auch eine Transportoption, die von der gesamten Bevölkerung genutzt werden könnte und als solche ein *öffentliches Gut* darstellt (Abbildung 2-3). Einerseits kann grundsätzlich niemand davon ausgeschlossen werden, den Bus als Backup-Modus zu betrachten (für den Fall, dass z.B. das eigene Auto defekt ist). Andererseits besteht keine Rivalität, denn die Stand-by-Option des Bus-Services wird nicht kleiner bzw. «ausgebucht», wenn sich mehr (potenzielle) Nutzende darauf verlassen. Dieses Phänomen kann auch als externer Effekt der Produktion bzw. des Transport-Services betrachtet werden (vgl. Weisbrod, 1964, S. 473). Erst wenn (zu) viele Personen die Option tatsächlich wahrnehmen und der Service überfüllt wird, entsteht das Problem eines «congestionable public good». Weisbrod argumentiert, dass die optimale Angebotsmenge zur Befriedigung der Optionsnachfrage unter Umständen nur durch Subventionen erreicht werden kann (1964, S. 476). Er erläutert, dass Option Demand bzw. Optionswerte bei allen Gütern vorhanden, aber unter folgender Bedingung besonders relevant bzw. subventionsbedürftig seien: Seltener, unsicherer Kauf des Gutes oder Services bei gleichzeitig hohen Kosten des rechtzeitigen Wieder-Hochfahrens der Produktion im Fall einer Nachfrage, nachdem die Produktion unterbrochen war (Weisbrod, 1964, S. 472–474).

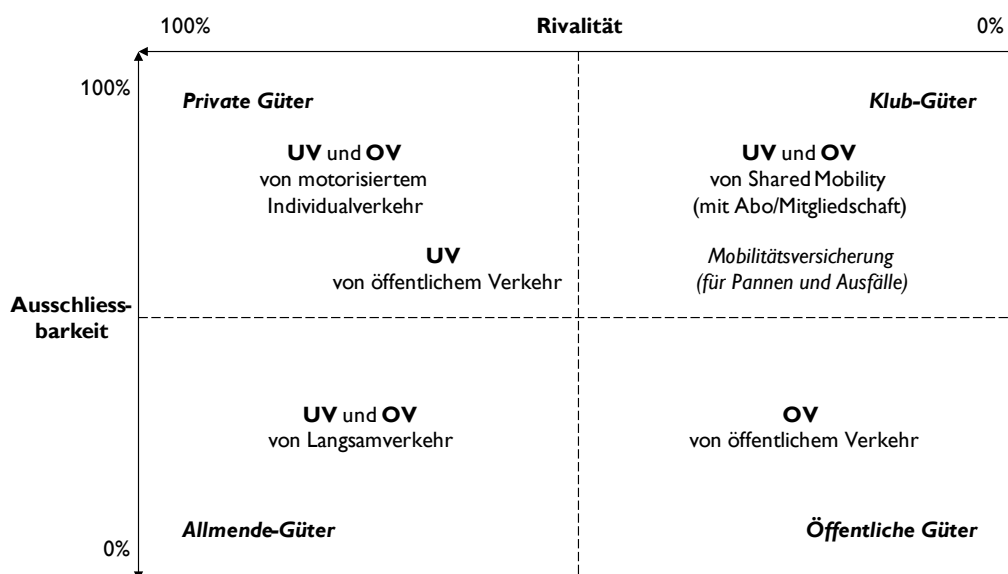


Abbildung 2-3: Ökonomische Güterarten nach Grad der Ausschlussbarkeit und Rivalität;  
illustrative Einordnung von Use Values (UV) und Option Values (OV) verschiedener Verkehrsformen;  
Darstellung teils basierend auf Ausführungen von Weisbrod (1964)

**Krutilla** (1967) geht in einem Artikel zur optimalen intertemporalen Nutzung von natürlichen Rohstoffen auch auf das Phänomen des Option Demand ein, denn dies sei ein Beispiel, wo – wie schon von Weisbrod beschrieben – die alloкатive Effizienz des Marktes angezweifelt werden müsse. Krutilla (1967, S. 780) charakterisiert Option Demand als Zahlungsbereitschaft zur Bewahrung eines Gebiets oder einer Einrichtung für die optionale künftige Nutzung, wobei der Ersatz schwierig bis unmöglich ist und nahe *Substitute* fehlen. Krutilla (1967, S. 781) fokussiert auf Naturschutz, anerkennt aber, dass Optionswerte auch bei historisch-kulturellen Artefakten relevant sein dürften. Gleichzeitig fasst er den Begriff *Optionswert* sehr weit und sieht einen solchen auch dort, wo eher von *Existenzwert* (vgl. Abbildung 1-4) gesprochen werden muss. Dies ist der Fall, wenn Personen keinerlei künftige Nutzung (bzw. Besichtigung) einer Ressource anstreben, aber z.B. Organisationen wie den WWF zum Schutz der Biodiversität unterstützen (1967, S. 781). Krutilla (1967, S. 785) hält fest, dass kein Wissen über die mögliche Grösse des Option Demand vorhanden sei und dass viel Forschung für stimmige (Kosten-Nutzen) Policy-Empfehlungen nötig sei.

**Fisher et al.** (1972) erweitern diese Überlegungen um die Diskussion von Konservation versus Entwicklung natürlicher Umwelt, wobei sie festhalten, dass die Benefits über die Zeit bei Konservation eher zunehmen und bei Entwicklung eher abnehmen – vorausgesetzt Bevölkerung, Wirtschaft und Wohlstand wachsen (Fisher et al., 1972, S. 609–610). Zudem vermuten sie, dass Unsicherheit über die künftige Entwicklung eher für eine Risikoprämie zugunsten von mehr Konservation spricht – zumindest unter der Annahme von Irreversibilität bei Entwicklung, was z.B. bei einem Urwald gegeben ist (Fisher et al., 1972, S. 616).

**Long** (1967) kritisiert Weisbrods neu eingeführtes Konzept des Optionswerts als «unerkannter Abkömmling der guten alten Konsumentenrente» und argumentiert, dass die Policy-Relevanz unabhängig von Weisbrods (1964) Kriterien sei (unregelmässiger Kauf und teure Wiederaufnahme der Produktion). Long vertritt die Meinung, der Optionswert entspreche genau der *erwarteten Konsumentenrente*  $E(CS)$  aus dem Konsum des Gutes zu den in der Option vereinbarten Konditionen (1967, S. 351–352). Zudem sei der Optionswert positiv korreliert mit der Häufigkeit der (geplanten) Nutzung und betrage null, falls gute Substitute vorhanden seien (Long, 1967, S. 352). **Lindsay** (1969) verteidigt Weisbrod und weist darauf hin, dass Long (mit der Unsicherheit der Nachfrage) ein wichtiges Element aus dessen Definition von Option Demand ignoriert: Optionen haben offensichtlich nur einen Wert, wenn eine *Unsicherheit* besteht und das Individuum noch nicht weiss, wie viel es dereinst nachfragen wird. Zudem betont er, dass Optionswerte nicht nur bei diskreten Änderungen (verfügbar versus nicht verfügbar) eines schwierig substituierbaren Gutes relevant seien, sondern je nach Service-Level unterschiedlich ausfallen können (Lindsay, 1969, S. 344).

**Zeckhauser** (1969) untersucht sogenannte *probabilistische individuelle Präferenzen* für genau jene Güter, bei denen Weisbrod Optionswerte vermutet. Zeckhauser (1969, S. 547–548) widerspricht Weisbrod (1964) aber teils, indem er davon ausgeht, dass bei perfekter Preisdiskriminierung keinerlei Marktversagen zu erwarten sei und die optimale Menge des Gutes bereitgestellt werden könnte. Zugleich widerspricht er Long (1967) und meint, dass Menschen sehr wohl bereit seien, zur Wahrung einer Option mehr als den erwarteten Wert der Nutzung (bzw. die erwartete Konsumentenrente) zu bezahlen, wobei er betont, dass dieser Nutzen (der Option bzw. der Vielfalt) völlig unabhängig von der eigentlichen Nutzung sein könnte (Zeckhauser, 1969, S. 549).

**Byerlee** (1971) schlägt einen spieltheoretischen Zugang mittels einer modifizierten von Neuman-Morgenstern (Erwartungs-)Nutzenfunktion vor, um den «Konflikt» zwischen Optionswert und Konsumentenrente unter Unsicherheit aufzulösen. Damit kann er den Verlust berücksichtigen, falls die Option bezahlt, aber nicht ausgeübt wird (Byerlee, 1971, S. 524). Die Schwierigkeit besteht allerdings (weiterhin) darin, den individuellen Punkt der Indifferenz zwischen den Situationen mit und ohne die Option bzw. die maximale Zahlungsbereitschaft für die Option zu finden (Byerlee, 1971, S. 524). Je nach Form der *Nutzenfunktion* (bzw. Risikoneigung) kann die Optionsnachfrage grösser, gleich oder kleiner als  $E(CS)$  ausfallen – Optionswerte könnten also auch negativ sein (Byerlee, 1971, S. 526). Er schlägt vor, zur Vereinfachung lediglich von Konsumentenrente zu sprechen und diese zu definieren als «wieviel ein Konsument bezahlen würde für das Recht, ein Gut zum aktuellen Preis jetzt oder in Zukunft möglicherweise zu kaufen» (Byerlee, 1971, S. 527).

**Cicchetti und Freeman** (1971) werfen Byerlee vor, die Angebotsunsicherheit zu vernachlässigen, und zeigen, dass Optionswerte losgelöst von der Konsumentenrente existieren – sofern eine umfassendere Definition von Unsicherheit akzeptiert und *Risikoaversion* angenommen werden (1971, S. 529). Sie beweisen, dass ein perfekt preisdiskriminierender Monopolist, der jene ausschliessen kann, welche die Option nicht im vornherein bezahlen, durch den Verkauf von Kaufoptionen zu bestimmten künftigen Preisen durchaus grössere Einnahmen erzielen kann als  $E(CS)$  (Cicchetti & Freeman, 1971, S. 530). Die Autoren definieren den «wahren» Optionswert (OV) als die Differenz zwischen dem maximalen Optionspreis (OP) und der erwarteten Konsumentenrente:  $OV = OP - E(CS)$  (Cicchetti & Freeman, 1971, S. 530). Zur Ermittlung des Optionswertes ist es notwendig, die maximale Zahlungsbereitschaft für den *Optionspreis* bzw. den Indifferenzpunkt zwischen dem Optionskauf und dem Nichtkauf zu bestimmen.



Cicchetti und Freeman (1971, S. 536–537) erklären, dass der Optionswert als Risikoaversionsprämie verstanden werden kann, also positiv ist für risikoaverse Individuen – sowohl bei Nachfrage- als auch bei Angebotsunsicherheit. Sie betonen, dass bei Ausschliessbarkeit (von Individuen, die nicht vorgängig eine Option erworben haben) und niedrigen Transaktionskosten durchaus private Optionsmärkte entstehen können (Cicchetti & Freeman, 1971, S. 537). Sowohl für Marktlösungen als auch für Policies wird das Verhältnis von Optionswert und erwarteter Konsumentenrente von den Autoren als interessante Masszahl erachtet: Cicchetti und Freeman (1971, S. 538–539) setzen dies in Relation zur *Nachfragewahrscheinlichkeit* und betonen, dass der Optionswert im Bereich der tiefen und mittleren Wahrscheinlichkeiten relativ gross und im Bereich der hohen Wahrscheinlichkeiten relativ klein ist, was bedeutet, dass in einem Szenario mit vielen «low-probability demanders» die gesellschaftlichen Benefits bei Missachtung des Optionswerts deutlich unterschätzt würden.

**Schmalensee** (1972) baut auf Weisbrod und Krutilla um Optionspreis und Optionswert mathematisch genauer zu spezifizieren. Der Optionspreis ist die maximale Zahlungsbereitschaft, um sicherzustellen, dass ein *Gut mit Gewissheit zum vorbestimmten Preis verfügbar* ist (Schmalensee, 1972, S. 813). Analog zu Cicchetti und Freeman definiert Schmalensee (1972, S. 813) den Optionswert als  $OP - E(CS)$  und betont, dass die erwartete Konsumentenrente die Unsicherheit ausser Acht lässt. Schmalensee (1972, S. 822–823) korrigiert Cicchetti und Freeman (1971) und zeigt, dass, wenn der individuelle Geschmack (im Sinne einer willkürlichen künftigen Präferenz) die Hauptquelle der Unsicherheit ist,  $E(CS)$  die beste Approximation darstellen dürfte. Wie Krutilla (1967) und Fisher et al. (1972) fokussiert Schmalensee auf die umweltökonomische Frage von Entwicklung versus Konservierung von natürlichen Ressourcen bzw. Naturlandschaften. Dabei zeigt er, dass Optionswerte einer Ressource positiv, null, aber auch negativ sein können – abhängig davon, ob die kommerzielle Nutzung (Entwicklung) oder die der Erholung dienende Nutzung (Konservierung) bzw. die damit verbundene Nachfrage unsicherer ist (Schmalensee, 1972, S. 816–817).

**Arrow und Fisher** (1974) fokussieren in ihrer Betrachtung wie Krutilla (1967), Fisher et al. (1972) und Schmalensee (1972) v.a. auf die Konservierung natürlicher Ressourcen, wobei sie einen besonderen Fokus auf die *Irreversibilität* legen: Ein Urwald ist z.B. (sehr streng ausgelegt) nur in seiner ursprünglichsten Form ein solcher; echte Reversibilität ist in so einem Falle unmöglich. Eine solche Situation lässt eine Konservierung eher attraktiver erscheinen und die erwarteten Benefits einer irreversiblen Entscheidung sollten um den damit einhergehenden Verlust an Optionen korrigiert werden (Arrow & Fisher, 1974, S. 319). Diese Erkenntnis ist allerdings weniger relevant für den Optionswert als für den Quasi-Optionswert (Arrow & Fisher, 1974, S. 314–315; s. auch Bernanke, 1983; Hanemann, 1989).

**Bohm** (1975) fasst den (Zwischen-)Stand der rund zehnjährigen kontroversen Diskussion um Optionswerte zusammen: Einige Ökonomen verneinen die Existenz von Optionswerten, andere vermuten diese und gehen davon aus, dass sie positiv sind, während nochmals andere behaupten, Optionswerte könnten positiv oder negativ sein. Wie Weisbrod (1964) nimmt auch Bohm das Beispiel des ÖV auf, um seine Überlegungen zu illustrieren (1975, S. 733): Um abschätzen zu können, ob eine neue Linie eröffnet werden soll, muss ermittelt werden, wie hoch die *Zahlungsbereitschaft für den (künftigen) Zugang* zur Transportmöglichkeit (Ressource) zu definierten Fahrpreisen ist. Bohm widerspricht Schmalensee (1972) in gewissen technischen Details zur formalen Definition von Risikoaversion und ist optimistisch, dass der Optionspreis für viele Anwendungen einen durchaus sinnvollen Schätzwert darstellt – denn die erwartete Konsumentenrente (also das gesamte Set an alternativen Präferenzen samt Wahrscheinlichkeiten) sei für jedes Individuum kaum leichter abzuleiten (Bohm, 1975, S. 736).

**Graham** (1981) untersucht Kosten-Nutzen-Analysen unter Unsicherheit. Er erklärt, dass bei Projekten mit ähnlichen Individuen und kollektivem Risiko der Optionspreis den Nutzen angemessen widerspiegelt, aber in Situationen mit ähnlichen Individuen und individuellem Risiko  $E(CS)$  ein passenderes Mass darstellen kann (Graham, 1981, S. 716). Graham (1981, S. 716) zeigt auch, dass es für die Evaluation von *riskanten Projekten* weitgehend irrelevant ist, ob der Optionspreis grösser ist als  $E(CS)$ , und dass riskante Projekte unter den meisten Umständen zu einem risikolosen Satz diskontiert werden können. **Mendelsohn und Strang** (1984) kommentieren Grahams (1981) Untersuchungen und betonen, dass der Optionspreis nur eine von vielen Varianten zur Messung von Benefits bei individuellem Risiko sei. Sie anerkennen, dass in gewissen Fällen wegen Komplexität, adverser Selektion oder Fahrlässigkeit (Moral Hazard) keine privaten Versicherungen («contingent claims markets») bestehen, bezweifeln aber, dass dies der Staat besser könnte, und argumentieren damit für den Optionspreis, der «unabhängig vom Zustand der Welt» (also *non-contingent*) erhoben werden könne (Mendelsohn & Strang, 1984, S. 1098). **Graham** (1984) wehrt sich gegen Kritik von Mendelsohn und Strang (1984) und betont, dass eine zustandsabhängige Zahlung (z.B. höhere Beiträge an ein Wasserreservoir in einem trockenen Jahr) oder eine Kombination von fixer Steuer (für die Option) und Gebühr (im Falle einer Nutzung) genauso gut zu erheben sei (Graham, 1984, S. 1102).

**Bishop** (1982) bietet eine Auslegeordnung und Erweiterung des Optionswert-Diskurses auf die Angebotsunsicherheit (vgl. auch Cicchetti & Freeman, 1971), wobei er Schmalensees (1972) Argument, dass Optionswerte positiv, null oder negativ sein können, kritisch beleuchtet. Anknüpfend an Lindsay (1969), Byerlee (1971) sowie Cicchetti und Freeman (1971), welche den Optionswert als über die erwartete Konsumentenrente hinausgehende Risikoaversions-Prämie interpretieren, definiert Bishop (1982, S. 3) den Optionswert ebenfalls als  $OV = OP - E(CS)$ .

Wenn also keinerlei Unsicherheit besteht, beträgt der Optionswert null. Bishop (1982, S. 13) weist formal nach, dass Optionswerte bei *Angebotsunsicherheit* klar positiv sind – sofern Nutzenfunktion und Einkommen sicher sind. Bei *Nachfrageunsicherheit* (wegen unsicheren Präferenzen oder unsicherem Einkommen) lässt sich nach Bishop (1982, S. 14) nur bei detaillierter Kenntnis der abhängigen Nutzenfunktion eine Aussage über das Vorzeichen des Optionswertes treffen. Abschliessend argumentiert Bishop (1982, S. 14), dass es seltsam wäre, wenn die Versicherungsindustrie auf der Basis von Risikoaversionsprämien prosperieren könne, solche Prämien aber im Bereich von öffentlichen Ressourcen nicht vorhanden wären.

**Freeman** (1984) nimmt die Diskussion um *Vorzeichen und Grösse* (Relevanz für Kosten-Nutzen-Analysen) des Optionswerts auf. Er zeigt, dass der Wert im Fall von Nachfrageunsicherheit aufgrund von zustandsabhängigen Präferenzen (wie im typischen umweltökonomischen Beispiel des Nationalparkbesuchs) für risikoaverse Individuen generell positiv ist (Freeman, 1984, S. 1). Die Nachfrageunsicherheit geht in diesem Fall nicht auf Preis oder Einkommen zurück, sondern auf einen exogenen Faktor, welcher keine Auswirkung auf Grenznutzen des Einkommens und Risikoneigung in den verschiedenen Zuständen der Welt hat (Freeman, 1984, S. 11). Zudem zeigt Freeman, dass der Optionswert im Verhältnis zur Konsumentenrente sehr klein (und die erwartete Konsumentenrente somit eine nahe Approximation des Optionspreises) ist – es sei denn, das Individuum ist aussergewöhnlich risikoavers, die Nutzungswahrscheinlichkeit ist klein und die mit der Nutzung verbundene Konsumentenrente macht einen grossen Anteil (z.B. 10%) des Einkommens aus (Freeman, 1984, S. 2).

**Walsh et al.** (1984) knüpfen an die rund zwanzigjährige Diskussion um den Optionswert an und grenzen diesen von den sogenannten Nonuse Values ab (vgl. Abbildung 1-4). Gerade in der umweltökonomischen Bewertung spielt neben dem Optionswert auch der Existenzwert und der Vermächtniswert eine Rolle (Walsh et al., 1984, S. 14). Der Existenzwert ist klar unterscheidbar vom Optionswert, da dieser an keine Nutzung geknüpft ist; der Vermächtniswert kann jedoch unter Umständen auch als eine Art *langfristiger (intergenerationaler) Optionswert* interpretiert werden (Walsh et al., 1984, S. 14). Der Existenzwert ist abhängig von der Einzigartigkeit und Reproduzierbarkeit der Ressource, der Vermächtniswert ist abhängig von der Angebots- und/oder Nachfrageunsicherheit künftiger Generationen in Bezug auf einzigartige und unersetzliche Ressourcen (Walsh et al., 1984, S. 15). Trotz der Verwandtschaft von Options- und Vermächtniswert müssen diese aufgrund ihres unterschiedlichen Zeithorizonts getrennt betrachtet werden.

**Smith** (1984) baut auf Schmalensee (1972) und Graham (1981) und versucht mathematisch eine «Grenze» für Optionswerte zu bestimmen, welche er als *Bruchteil von  $E(CS)$*  definiert – unter Berücksichtigung der Art von Nachfrageunsicherheit und der Einzigartigkeit des Gutes (vgl. hierzu auch Cook & Graham, 1977). **Plummer** (1985) stellt ebenfalls Überlegungen zur *möglichen Grösse* von Optionswerten an und kommentiert Freeman (1984), der Unsicherheit bezüglich Einkommen und Unsicherheit bezüglich des künftigen Zustands der Welt unterscheidet. Plummer (1985, S. 76–77) kritisiert gewisse Elemente in Freemans (1984) theoretischer Analyse, wobei **Freeman** (1985) diese Kritik akzeptiert und gesteht, dass seine formalen Überlegungen zu Vorzeichen und Grösse des Optionswertes nur unter *speziellen, restriktiven Annahmen* gültig sind.

**Plummer und Hartmann** (1986) bezeichnen den Optionswert als *Bias*, welcher bei der Anwendung von  $E(CS)$  zur Messung von Benefits einer Preisänderung unter Unsicherheit auftreten und positiv oder negativ sein kann. Die Autoren entwickeln ein theoretisches Framework, anhand dessen sie das Vorzeichen des Optionswertes analysieren (Plummer & Hartman, 1986). Dabei stellen sie fest, dass das Vorzeichen bei Unsicherheit bezüglich Einkommen und Qualität theoretisch definitiv bestimmt werden kann, während im Fall von Unsicherheit bezüglich künftiger Präferenzen («taste») keine klare Vorhersage möglich ist (Plummer & Hartman, 1986). In einem zweiten Artikel vertiefen Hartman und Plummer (1987) ihre Überlegungen zur Richtung des Optionswertes und stellen für den Fall von zustandsunabhängigen Präferenzen drei Theoreme auf. Sie zeigen dabei, dass das Vorzeichen des (nachfrageseitigen) Optionswertes im Fall von Einkommensunsicherheit gegensätzlich zur Einkommenselastizität des bewerteten Guts ist (Hartman & Plummer, 1987, S. 213–215). Dies bedeutet für risikoaverse Individuen, dass der *Optionswert von normalen Gütern negativ und von inferioren Gütern positiv* ist (Hartman & Plummer, 1987, S. 215). Die Autoren zeigen weiter, dass der Optionswert bei Preisunsicherheit sowohl im angebotsseitigen Fall (unsicherer Preis des bewerteten Guts) als auch im nachfrageseitigen Fall (unsicherer Preis eines anderen Gutes) keine eindeutige Richtung annimmt (Hartman & Plummer, 1987, S. 15–20).

**Chavas et al.** (1986) wählen einen alternativen Zugang zum Optionspreis indem sie ihre formale Analyse anhand eines zweiphasigen Modells unter Berücksichtigung verschiedener Quellen der Unsicherheit durchführen. In ihrer theoretischen Analyse ermitteln die Autoren einen Korrekturfaktor (bzw. Bias) für die erwartete Wohlfahrt, welcher je nach Situation (bzw. Unsicherheit) als positiv, null oder negativ ausfällt (Chavas et al., 1986, S. 265). Dieser Korrekturfaktor ist damit sehr vergleichbar mit dem Optionswert, wobei dieser als Differenz zwischen OP und  $E(CS)$  mit CS als *ex post Zahlungsbereitschaft* definiert ist, während Chavas et al. (1986, S. 266) sich auf die *ex ante Zahlungsbereitschaft* beschränken.

**Wilman** (1987) knüpft nochmals bei der Diskussion um Vorzeichen für Optionswerte an, fokussiert aber auf angebotsseitige Unsicherheit – denn der Wechsel von einem unsicheren zu einem sicheren Angebot werde dem risikoaversen Individuum mehr Wert sein, als die Änderung von  $E(CS)$ . In der kurzen Abhandlung zeigt er jedoch auf, dass mit Blick auf die Richtung des Optionswerts *kaum Verallgemeinerungen möglich* sind (Wilman, 1987, S. 287). Damit widerspricht er wie andere Autoren (z.B. Johansson, 1988) Bishop, der argumentiert, dass der angebotsseitige Optionswert durchwegs positiv sei (Bishop, 1982, 1988).

**Smith** (1987) schlägt mit der *«planned expenditure function»* ein alternatives konzeptionelles Framework zur Messung von Wohlfahrtsänderungen bei Unsicherheit vor. Diese Funktion ist definiert als Locus der minimalen Ausgaben für *«contingent claims»*, die einen gegebenen Level von erwartetem Nutzen realisieren (Smith, 1987, S. 284). Kontingente Forderungen basieren (wie Versicherungen) auf einem Vertrag, welcher – je nach Realisierung gewisser (Natur-) Zustände – die Bereitstellung einer bestimmten Menge eines Guts zusichert (vgl. 2.1.4). Smith (1987, S. 289) betont, dass im Optionswert ein ex ante Wohlfahrtskonzept (Optionspreis) mit einem ex post Wohlfahrtskonzept (Erwartungswert der ex post Konsumentenrente ohne Unsicherheit) kombiniert wird und daher *nicht als separate Wert-Komponente verstanden* werden kann. Mit der Funktion der geplanten Ausgaben soll es möglich sein, diesen schwierigen Vergleich von OP und  $E(CS)$  zu vermeiden und gleichzeitig verschiedene Einflussfaktoren (Risiken und Möglichkeiten) zu berücksichtigen (Smith, 1987, S. 291).

**Cory und Saliba** (1987) verfassen Ende der 1980er-Jahre ein *«Requiem für den Optionswert»*, wobei sie primär dessen Anwendung als Nutzenmass für natürliche Umweltgüter kritisch betrachten. Sie argumentieren, dass sowohl  $E(CS)$  als auch OP kein optimales Mass darstellen. Stattdessen sei der Erwartungswert des sogenannten *«fair-bet-points»* (vgl. 2.1.4) zu berücksichtigen, der in jedem Fall gleich gross oder grösser sei als OP (Cory & Saliba, 1987, S. 2–3).

**Bishop** (1988, S. 90) stellt schliesslich fest, dass die meiste theoretische Literatur zum Optionswert kaum mehr intuitiv erschliessbar sei, was als Absage an komplexere Konzepte wie *«fair-bet-point»* (Cory & Saliba, 1987) oder *«planned expenditure function»* (Smith, 1987) zu verstehen ist. Stattdessen bevorzugt er die einfachere Herangehensweise via OP (Zahlungsbereitschaft für garantierten Zugang) und  $E(CS)$  (Zahlungsbereitschaft basierend auf den künftigen Zuständen), weil dies auch empirisch umsetzbar sein dürfte (Bishop, 1988, S. 90–91). Abschliessend hält Bishop (1988, S. 92) fest, dass es in der jahrelangen theoretischen Diskussion keinerlei Indizien gäbe, wonach der Optionswert eine Zufallsvariable mit einem Erwartungswert von null sei. Bishop (1988, S. 92) schlägt in Anbetracht der theoretischen Hindernisse vor, den Optionswert fortan empirisch zu erforschen.

Die theoretische Diskussion von Optionswerten dauert zwar noch bis in die 1990er-Jahre, doch liefert diese tatsächlich nur noch minimalen Erkenntnisgewinn. So können z.B. **Graham-Tomasi und Myers** (1990) die Diskussion um das Vorzeichen (angebotsseitiger) Optionswerte noch um einzelne Szenarien ergänzen; die *grundsätzliche Ambiguität* bleibt aber bestehen. Auch bezüglich der optimalen Masszahl zur Wohlfahrtsmessung unter Unsicherheit werden z.B. von **Chavas** (1991) weiterhin *spezifische Aspekte und Szenarien* ausdetailliert, ohne zu wirklich neuen Erkenntnissen zu gelangen.

**Meier und Randall** (1991) halten fest, dass die (rund dreissigjährige) theoretische Diskussion um Optionswerte vier Konzepte hervorgebracht hat: die erwartete Konsumentenrente, den Optionspreis, den «Locus der Zahlungsbereitschaft» sowie den Erwartungswert des «fair-bet-points» (vgl. 2.1.4). Die Autoren zeigen, dass all diese Konzepte je nach Szenario (beispielsweise nur fixe Vorabzahlungen, nur rückwirkende Kompensationen, zustandsabhängige Kompensationen, Verfügbarkeit von Versicherungen, etc.) über *legitime Anwendungsfälle* verfügen (Meier & Randall, 1991, S. 387). Die Nutzung des Optionspreises (für Kosten-Nutzen-Analysen) wird letztlich in den Fällen empfohlen, in welchen die Kompensation auf zustandsunabhängigen Zahlungen (bzw. Nutzenströmen) ohne entsprechende Versicherungsmöglichkeiten basiert (Meier & Randall, 1991, S. 379). Anfangs der 1990er-Jahre ist der Optionswert theoretisch geklärt – soweit dies eben möglich scheint.

**Sharp und Cullen** (1991) bieten erstmals eine Art monografische Übersicht zum Optionswert, wobei ihr Fokus weiterhin primär auf natürlichen Ressourcen bzw. Umweltgütern liegt. Wohlfahrtsänderungen unter Unsicherheit bleiben ein herausforderndes Element von Kosten-Nutzen-Analysen, doch herrscht eine «substanzielle Einigkeit», dass der *Optionspreis* (im Sinn einer «ex ante compensating variation») die *angemessenste Masszahl* ist, wie **Larson und Flacco** (1992, S. 178) festhalten. Zudem wird der *Optionswert* in der Theorie eher nicht als separate Wertkomponente eines Gutes anerkannt, sondern als *eine Art von Bias* verstanden, da dieser im Kern die Differenz in der zeitlich unterschiedlichen Perspektive (ex ante versus ex post) auf eine Wohlstandsänderung beschreibt (Larson & Flacco, 1992, S. 179). Weitgehend ungeklärt ist der empirische Umgang mit Optionspreis (OP) und Optionswert (OV). Die methodische Arbeit zur Erfassung solcher Werte aus beobachtetem Verhalten aber auch aus Befragung steht zu Beginn der 1990er-Jahre erst am Anfang (vgl. Larson & Flacco, 1992, S. 178).

Im nachfolgenden Abschnitt wird basierend auf den Ergebnissen der hier besprochenen theoretischen Literatur die (akzeptierteste) Definition von Optionswert festgehalten (2.1.3). Anschliessend wird unter Rückgriff auf die vorliegende Literatur mittels formaler ökonomischer Herleitung die grundsätzliche Existenz von Optionswerten präsentiert (2.1.4).

### 2.1.3 Definition von Optionswert

Aus der rund dreissigjährigen theoretischen Diskussion um die Richtigkeit der Anwendung des Optionswertes als Wohlstandsmass und dessen korrekte Definition wird hier der resultierende (minimale) Konsens festgehalten. Diese Theorie wird für die weitere Arbeit als gegeben betrachtet. Der Fokus liegt auf der methodisch-empirischen Analyse.

Der Optionswert wird gemeinhin definiert als Differenz zwischen dem Optionspreis und der erwarteten Konsumentenrente:  $OV = OP - E(CS)$ .

CS: Die Konsumentenrente steht für den Teil der individuellen Zahlungsbereitschaft (WTP), welcher über den vom Anbieter verlangten Preis hinausgeht. Die Konsumentenrente ist ein *ex post Wohlfahrtsmass*, da diese den Nutzen bemisst, der dem Individuum aus dem Konsum zufließt.

$E(CS)$ : Die erwartete Konsumentenrente kann auch als  $p \cdot CS$  notiert werden, wobei  $p$  für die *Wahrscheinlichkeit* künftigen Konsums steht. Der Erwartungswert der (ex post) Konsumentenrente berücksichtigt damit die Nutzungswahrscheinlichkeit, enthält aber kein Mass für die Risikoneigung.

OP: Der Optionspreis steht für die maximale individuelle Zahlungsbereitschaft (WTP) zur garantierten Sicherung einer definierten Option (Preis, Quantität, Qualität) in der Zukunft, weshalb dieser ein *ex ante Wohlfahrtsmass* ist. Das Individuum ist beim Optionspreis genau indifferent zwischen Besitz und Nicht-Besitz der Option.

Die Literatur (2.1.2) zeigt, dass keine Einigkeit bezüglich der Richtung und Grösse des Optionswerts (bzw. zum Verhältnis von OP und  $E[CS]$ ) herrscht. Es ist nicht möglich, allgemeine Regeln aus der Theorie abzuleiten, da Optionswerte von vielen Faktoren abhängig sind:

- Art der Unsicherheit
  - o Nachfrageunsicherheit: Änderungen von Einkommen und Präferenzen
  - o Angebotsunsicherheit: Verfügbarkeit (Preis, Qualität) und Substituierbarkeit
- Art des Gutes
  - o Normale Güter: mehr Nachfrage bei steigendem Einkommen
  - o Inferiore Güter: mehr Nachfrage bei sinkendem Einkommen
- Art der Risikoneigung (bzw. Nutzenfunktion)
  - o Risikoaverse Individuen: Nutzenreduktion bei Risiko
  - o Risikofreudige Individuen: Nutzensteigerung durch Risiko

Diese Faktoren müssen bei empirischen Optionswert-Untersuchungen bedacht werden, wobei hier nicht der Anspruch besteht, den theoretischen Diskurs zu vertiefen.

Grundsätzlich können Optionswerte für alle möglichen Güter identifiziert werden (z.B. Schaltegger et al., 2018). Es ist allerdings wichtig anzumerken, dass der Optionswert keine eigentliche Wertkomponente darstellt, die kumulativ zum Nutzwert eines Gutes hinzugerechnet werden kann (vgl. Smith, 1987). Stattdessen muss der Optionswert als eine kognitive Verzerrung bzw. Bias in der ex ante Bewertung eines Gutes unter Unsicherheit verstanden werden (vgl. Plummer & Hartman, 1986). Der Optionswert kann folglich als eine Art «Korrekturgrösse» des Erwartungsnutzens gesehen werden. Diese theoretische Konzeptualisierung des Optionswerts ist somit verwandt mit der behavioristischen Prospect Theory von Kahneman und Tversky (1979). Die beiden Autoren präsentieren die Prospect Theory zur Analyse von Entscheidungen unter Risiko als Alternative zur neoklassischen Erwartungsnutzentheorie (Expected Utility Theory), da sie feststellen, dass Individuen keine rein rationalen Entscheidungen fällen, sondern regelmässig risikoavers entscheiden (Kahneman & Tversky, 1979, S. 263). Menschen bevorzugen (selbst bei vergleichbarer Outcome-Wahrscheinlichkeit) eine sicherere Wahl gegenüber einer unsichereren Wahl.

Obwohl der Optionswert als kognitiver Bias definiert werden kann, ist dieser bei der Nutzen- bzw. Wohlfahrtsmessung zu berücksichtigen. Der Optionspreis, also die um den Optionswert korrigierte erwartete Konsumentenrente, wird tendenziell als «korrektestes» Wohlfahrtsmass erachtet (vgl. 2.1.2). Der Optionspreis als maximale Zahlungsbereitschaft für die Sicherung des künftigen Zugangs zu einem Gut zu einem vorbestimmten Preis entspricht am ehesten dem (wahrgenommenen) Nutzen, welcher dem Individuum – bei unsicherer künftiger Nutzung – ex ante zufließt. Wie bei einer finanziellen Option (vgl. 1.3.1) kann damit der gegenwärtige Wert einer späteren Nutzungsmöglichkeit bemessen werden. Im Gegensatz zu Finanzoptionen und Versicherungen ist der Optionswert kaum im Markt handelbar, da dieser meist den Charakter eines öffentlichen Gutes hat. Dies erklärt auch die Relevanz des Optionswerts bei der Wohlfahrtsmessung (z.B. bei CBA). Da der Optionswert als externer Effekt der vorhandenen Produktion (z.B. der Services im ÖV) entsteht, kann dieser als Argument für Subventionen oder «Optionsnutzer-Abgaben» gesehen werden (vgl. Weisbrod, 1964).

Der Optionswert soll zwar nicht als eigentliche Wertkategorie betrachtet werden, muss aber gleichzeitig von anderen Wertkonzepten abgegrenzt werden, um Doppelzählungen und falsche Wertbeimessungen zu vermeiden (vgl. Abbildung 1-4). Optionswerte können für ein Individuum nur dann relevant sein, wenn eine eigene künftige Nutzung des Gutes denkbar ist. Ansonsten würde es sich entweder um einen Vermächtniswert bzw. einen intergenerationalen Optionswert handeln, dessen mögliche Realisation bzw. Nutzung (zeitlich) sehr weit entfernt liegt. Oder aber es ginge um einen reinen Existenzwert, welcher losgelöst von jeglicher Nutzung vorhanden sein kann (vgl. Walsh et al., 1984).



### 2.1.4 Formale Herleitung

Basierend auf der theoretischen Konzeptualisierung soll hier abschliessend die formale ökonomische bzw. nutzentheoretische Herleitung des Optionswerts veranschaulicht werden. Dabei werden die definitorischen Elemente des Optionswerts (Optionspreis, Konsumentenrente; Unsicherheit, Risikoaversion) jeweils mit Bezug auf den Transportkontext illustriert. Die spezifische Auseinandersetzung mit Optionswerten im Personenverkehr findet sich schliesslich in den nachfolgenden Kapiteln zur methodischen Literatur (2.2) und zu den schon vorhandenen explorativen empirischen Arbeiten im Personenverkehr (2.3).

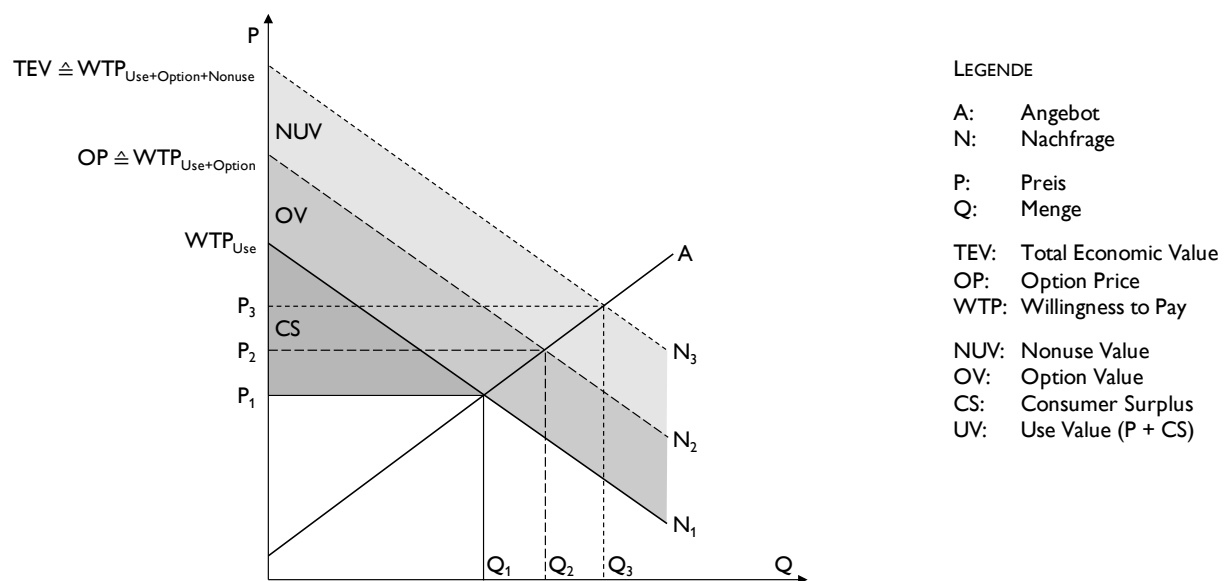


Abbildung 2-4: Angebots-Nachfrage-Diagramm, erweitert um Optionswert (OV) und Nonuse Value (NUV)  
(auf Ebene des Individuums wird CS teils mit  $WTP_{Use}$  gleichgesetzt (statt  $WTP_{Use} = CS + P$ ) und  
OP als «Optionsprämie» mit OV gleichgesetzt (statt  $OV = OP - CS - P$ ); illustrative Darstellung)

Im Preis-Mengen-Diagramm (Abbildung 2-4) verläuft die Angebotskurve (A) normalerweise von links unten nach rechts oben: je höher der Preis pro Einheit (P), desto grösser die angebotene Menge (Q). Umgekehrt verhält es sich mit der Nachfragekurve (N): je tiefer der Preis pro Einheit (P), desto grösser die nachgefragte Menge (Q). Anders formuliert bzw. auf der individuellen Ebene betrachtet: die marginale Zahlungsbereitschaft (WTP für eine zusätzliche Einheit) für ein Produkt oder Service ist in der Regel abnehmend mit zunehmender Menge (vgl. Bateman et al., 2002, S. 23). Im Schnittpunkt von Angebots- und Nachfragekurve stellt sich unter idealen Bedingungen des freien Marktes ein Marktgleichgewicht ein: Zum Gleichgewichtspreis werden gleichviele Einheiten angeboten wie nachgefragt – es kommt zur Markträumung. Im illustrativen Beispiel (Abbildung 2-4) wird also zum Preis  $P_1$  die Menge  $Q_1$  gekauft bzw. verkauft.

Da im Beispiel die gesamte Menge zum gleichen Preis  $P_1$  verkauft wird, also keine Preisdiskriminierung bzw. -differenzierung nach Zahlungsbereitschaft gemacht wird, entsteht eine Konsumentenrente (Consumer Surplus, CS). Alle jene Nachfragenden, welche bereit wären, mehr als den Gleichgewichts- bzw. Marktpreis zu bezahlen, profitieren von dieser «Rente». Die gesamte Konsumentenrente in diesem Markt umfasst die Fläche zwischen  $WTP_{Use}$  und  $P_1$ , entspricht also der Differenz zwischen der Zahlungsbereitschaft für ein Gut und dem effektiv bezahlten Preis. Es sind verschiedene Gründe denkbar, warum die individuelle Zahlungsbereitschaft über dem tatsächlichen Marktpreis liegt (vgl. auch Abbildung 1-5).

Gemäss der Optionswert-Theorie kann davon ausgegangen werden, dass Individuen unter Umständen zur Sicherung einer künftigen Kaufoption eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft (im Umfang des Optionswertes) haben, die über die Zahlungsbereitschaft für das eigentliche Gut hinausgeht. Zudem kann angenommen werden, dass Individuen eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft (im Umfang des Nonuse Value) haben, um ein Produkt oder einen Service z.B. auch einer künftigen Generation zu erhalten. So ergibt sich im illustrativen Beispiel ein Gleichgewicht, das höher liegen müsste als  $Q_1/P_1$ : Im Fall von Optionswerten wäre dies  $Q_2/P_2$ , bei zusätzlichen Nonuse Values gar  $Q_3/P_3$  (vgl. Abbildung 2-4). Die bereitgestellte Menge und der dafür gültige Preis wären grösser, wenn sich der Optionswert und ev. auch Nonuse Values einpreisen liessen. Wie erwähnt (1.2.1) ist dies wegen der mangelnden Ausschliessbarkeit und der Nicht-Rivalität von Optionswerten in der Regel nicht möglich, weshalb die optimale bzw. erwünschte Menge oft mittels Subventionierung bereitgestellt wird.

Die Zahlungsbereitschaft für den Kauf oder die Nutzung eines Gutes oder Services wird in der schematischen Darstellung von Abbildung 2-4 als  $WTP_{Use}$  bezeichnet. Die Zahlungsbereitschaft für die Sicherung der künftigen Nutzung eines Gutes oder Services wird hier als  $WTP_{Use+Option}$  benannt und entspricht dem Optionspreis (OP). Die Zahlungsbereitschaft für die Sicherung der künftigen Nutzung und Nichtnutzung wird in der schematischen Darstellung als  $WTP_{Use+Option+Nonuse}$  bezeichnet und entspricht auf aggregierter Ebene dem Total Economic Value (TEV) eines Gutes (vgl. Abbildung 1-4). Die additive Darstellung von CS, OV und NUV in Abbildung 2-4 ist allerdings rein illustrativ zu verstehen.

Während Nonuse Values nicht im Fokus dieser Arbeit sind, sollen Optionswerte nachfolgend mittels einer beispielhaften Nutzenfunktion sowie anhand des sogenannten Locus der Zahlungsbereitschaft formal korrekt dargestellt werden. Die Ausführungen basieren auf der umweltökonomischen Optionswert-Theorie (2.1.2, 2.1.3) und sind angelehnt an eine Illustration von Boardman et al. (2018, S. 318–321), die allerdings keinen Bezug zu Optionen im Personenverkehr bietet.

Zur Vereinfachung und unter Annahme abnehmenden Grenznutzens von zunehmendem Einkommen wird hier eine logarithmische Nutzenfunktion angenommen ( $\ln$ , Abbildung 2-5). Im simplifizierten Beispiel sind zwei Zustände möglich: Normalfall und Bedarfsfall («Notfall»). Im Normalfall fährt das Individuum mit dem eigenen Motorrad zur Arbeit und erzielt dabei ein Einkommen von CHF 100 pro Tag. Im Bedarfsfall, wenn z.B. Strassen vereist sind, das Motorrad defekt ist oder viel Gepäck transportiert werden soll, ist das Individuum auf ein Taxi angewiesen, das pro Weg CHF 25 kostet. So entstehen im Bedarfsfall Extrakosten von CHF 50 pro Tag. Das erzielte Einkommen reduziert sich an einem solchen Tag daher auf CHF 50. Im Durchschnitt tritt dieser Zustand einmal pro Woche ein (20 % der Arbeitstage).

Erwartungswert  $E(V)$  und Erwartungsnutzen  $E(U)$  des Individuums sind folglich (ohne ÖV):

$$\begin{aligned} (1) \quad E(V) &= 0.2 \cdot 50 + 0.8 \cdot 100 = 90 && [\text{CHF}] \\ (2) \quad E(U) &= 0.2 \cdot \ln(50) + 0.8 \cdot \ln(100) = 4.467 && [\text{Utility}] \end{aligned}$$

Wenn dem Individuum ein hochwertiges ÖV-Netz bereitstünde, z.B. mit Bushaltestelle in Gehdistanz zur Wohnung, könnte auf die relativ teuren Taxifahrten verzichtet werden. Die Bereitstellung eines verlässlichen ÖV-Service erfordert allerdings Steuererhöhungen von CHF 5 pro Arbeitstag, sodass sich das im Normalfall per Motorrad erzielte Einkommen auf CHF 95 reduziert. Im Bedarfsfall steht dem Individuum dafür ein ÖV-Angebot zu relativ geringen Zusatzkosten von 15 CHF pro Tag bereit, um zuverlässig zur Arbeit und zurück zu gelangen. An solchen Tagen ist also ein Einkommen von CHF 80 erzielbar. Mit dem Bedarfsfall ist weiterhin in 20 % der Fälle zu rechnen.

Erwartungswert und Erwartungsnutzen des Individuums betragen daher (mit ÖV):

$$\begin{aligned} (3) \quad E(V) &= 0.2 \cdot 80 + 0.8 \cdot 95 = 92 && [\text{CHF}] \\ (4) \quad E(U) &= 0.2 \cdot \ln(80) + 0.8 \cdot \ln(95) = 4.519 && [\text{Utility}] \end{aligned}$$

Aus dem Vergleich der Szenarien «ohne ÖV» und «mit ÖV» wird ersichtlich, dass das Individuum mit einem solchen ÖV-Service besser dasteht. Es kann folgendes Surplus beim Erwartungswert und beim Erwartungsnutzen erwartet werden, wenn ein ÖV-Angebot besteht:

$$\begin{aligned} (5) \quad \Delta E(V) &= 92 - 90 = 2 && [\text{CHF}] \\ (6) \quad \Delta E(U) &= 4.467 - 4.519 = 0.052 && [\text{Utility}] \end{aligned}$$

Ein rationales Individuum wäre demzufolge bereit, bis zu 0.052 seiner Utility von 4.519 aufzugeben, um ein gutes ÖV-System zu haben, denn mit der «übrigen» Utility von 4.467 wäre das Individuum nicht schlechter gestellt als ohne ÖV.

Unter Berücksichtigung der Form der Nutzenfunktion ( $\ln$ ) kann so ermittelt werden, auf welchen Teil des Einkommens ( $y$ ) das Individuum über beide Zustände hinweg (Normalfall in 80% der Fälle und Bedarfsfall in 20% der Fälle) maximal verzichten könnte, um immer noch mindestens gleich hohen Nutzen wie im Szenario ohne ÖV zu erreichen:

$$(7) \quad E(U) = 0.2 \cdot \ln(80 - y) + 0.8 \cdot \ln(95 - y) = 4.467 \quad [\text{Utility}]$$

Aufgelöst nach dem Einkommen resultiert bei (7):  $y = 4.70$  [CHF], denn es gilt:

$$(8) \quad E(U) = 0.2 \cdot \ln(75.30) + 0.8 \cdot \ln(90.30) = 4.467 \quad [\text{Utility}]$$

Das maximal aufgegebene Einkommen ( $y$ ) von CHF 4.70 entspricht der maximalen Zahlungsbereitschaft zur Sicherstellung der Verfügbarkeit eines funktionierenden ÖV-Systems und kann somit als individueller Optionspreis des ÖV verstanden werden. Da das erwartete Surplus  $\Delta E(V)$  von CHF 2 als erwartete Konsumentenrente  $E(CS)$  verstanden werden kann, lässt sich nach der Definition des Optionswerts ein solcher feststellen:

$$(9) \quad OV = OP - E(CS) = 4.70 - 2.00 = 2.70 \quad [\text{CHF}]$$

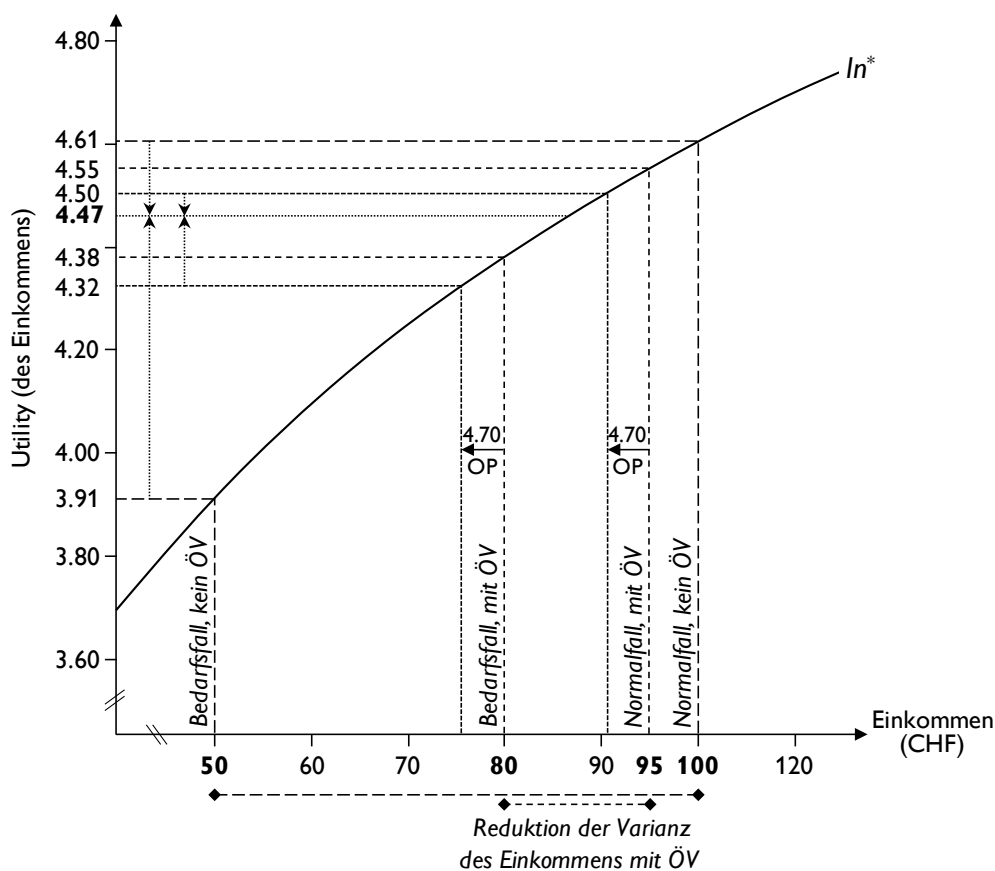


Abbildung 2-5: Wirkung des Optionspreises am Beispiel ÖV anhand einer ( $\ln^*$ ) Nutzenfunktion; exemplarische Darstellung angelehnt an Boardman et al. (2018, S. 319)

Das Beispiel zeigt, dass die erwartete Konsumentenrente kleiner ausfallen kann als der Optionspreis und daher die Berücksichtigung von Optionswerten geboten ist. Dieses Ergebnis leuchtet auch intuitiv ein: Da eine hohe Einkommensunsicherheit im Fall von risikoaversen Individuen unerwünscht ist, sind diese bereit, zur Reduktion der Unsicherheit – ähnlich einer Versicherung – einen gewissen Extra-Betrag (OV) zu bezahlen. Im Beispiel kann die Varianz des Einkommens durch Einführung eines ÖV-Systems reduziert werden (Abbildung 2-5).

Wie Meier und Randall (1991, S. 379) festhalten, hat die Kontroverse um Optionswerte neben der Konzeptualisierung via erwartete Konsumentenrente  $E(CS)$  und Optionspreis (OP) zwei weitere Konzepte hervorgebracht: den sogenannten *Locus der Zahlungsbereitschaft* (WTP Locus) von Graham (1981) und den *Erwartungswert des Fair Bet Points* von Cory und Saliba (1987). Diese Elemente werden in der nachfolgenden Visualisierung (Abbildung 2-6) desselben ÖV-Szenarios mit den beiden möglichen Zuständen (Normalfall in 80 % der Fälle und Bedarfsfall in 20 % der Fälle) abgebildet (vgl. auch Boardman et al., 2018, S. 320; Cory & Saliba, 1987, S. 4; Graham, 1981, S. 717; Meier & Randall, 1991, S. 388).

Die Darstellung in Abbildung 2-6 visualisiert die beiden Kontingenzen (Normalfall und Bedarfsfall) auf der horizontalen x-Achse (individuelle WTP im Normalfall) und auf der vertikalen y-Achse (individuelle WTP im Bedarfsfall). Gemäss dem oben eingeführten Beispiel resultiert im Szenario mit ÖV im Normalfall ein «negatives Surplus» von CHF -5 (Einkommen von CHF 95; statt CHF 100 ohne ÖV) und im Bedarfsfall ein Surplus von CHF 30 (Einkommen von CHF 80; statt CHF 50 ohne ÖV). Das erwartete Surplus des Szenarios mit ÖV-Service beträgt wie oben dargestellt CHF 2 ( $-5 \cdot 0.8 + 30 \cdot 0.2$ ). Die *Fair Bet Line* verbindet alle Punkte, welche bei den gegebenen Wahrscheinlichkeiten (80 %/20 %) zu demselben erwarteten Surplus von CHF 2 führen und hat dementsprechend eine Steigung  $\Delta y/\Delta x$  von -4 ( $-0.8/0.2$ ).

Es ist denkbar, dass das Individuum einen kontingenten Vertrag (bzw. eine Versicherung) abschliessen kann, wonach abhängig vom Zustand (Normalfall oder Bedarfsfall) ein anderer Betrag fällig wird. Ein rationales Individuum wäre bereit, bei vorhandenem ÖV im Bedarfsfall bis zu CHF 30 zu bezahlen, wenn es im Normalfall bis zu CHF 5 erhält, denn so wäre es (monetär) immer noch gleichauf wie ohne ÖV (Einkommen von CHF 50 im Bedarfsfall und CHF 100 im Normalfall; vgl. Punkt (-5, 30) in Abbildung 2-6). Es ist alternativ denkbar, dass das Individuum eine Versicherung abschliesst, die (pro Periode) immer CHF 2 kostet. Ein rationales Individuum wäre bereit, bei vorhandenem ÖV unabhängig vom Zustand (Normalfall oder Bedarfsfall) bis zu CHF 2 zu bezahlen, da es (monetär) immer noch gleichauf wäre wie ohne ÖV. Der Punkt (2, 2) liegt nicht nur auf der *Fair Bet Line*, sondern auch auf der *Certainty Line*, die alle Punkte mit einer sicheren (d.h. zustandsunabhängigen) Zahlung verbindet.

Bei beiden Verträgen (Punkt  $(-5, 30)$  und Punkt  $(2, 2)$ ) ist der Erwartungswert identisch, denn sie liegen auf derselben *Fair Bet Line*. Die Varianz des Einkommens nimmt allerdings bei der Bewegung auf der *Fair Bet Line* von Punkt  $(-5, 30)$  zum Punkt  $(2, 2)$  hin ab. Diese reduzierte Varianz (bzw. Einkommensunsicherheit) drückt sich (bei risikoaversen Individuen) in einer höheren Zahlungsbereitschaft aus. Dies zeigt sich in der leicht konkaven Form des *Locus der Zahlungsbereitschaft* (Abbildung 2-6). Alle Punkte auf dieser Kurve verschaffen dem Individuum dieselbe Utility (nicht aber denselben monetären Outcome). Analog zur ersten Illustration des Beispiels (Abbildung 2-5) kann dank der Unsicherheitsreduktion ein Optionspreis des ÖV im Umfang von CHF 4.70 angenommen werden (Punkt  $(4.7, 4.7)$ ). Der Vektor  $(2.7, 2.7)$  zwischen dem erwarteten Surplus bei Punkt  $(2, 2)$  und dem Optionspreis bei Punkt  $(4.7, 4.7)$  entspricht somit wieder dem Optionswert von CHF 2.70. Die Fläche zwischen der *Fair Bet Line* und dem *Locus der Zahlungsbereitschaft* kann als Visualisierung des «Fehlerbereichs» gesehen werden, wenn mit dem Erwartungswert statt mit dem Optionspreis operiert wird.

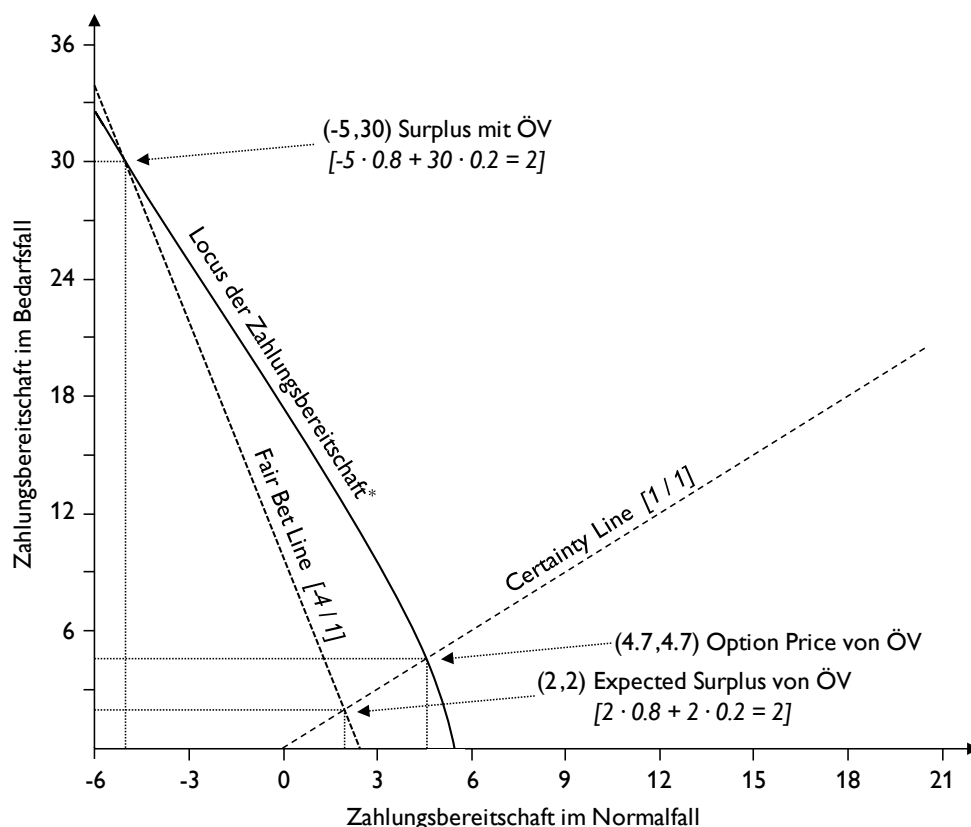


Abbildung 2-6: Realisation des Optionspreises am Bsp. ÖV anhand Fair Bet Line und WTP Locus\*; Darstellung angelehnt an Boardman et al. (2018, S. 320) sowie Meier und Randall (1991)

Die Umsetzung der skizzierten Verträge wäre in der Praxis unrealistisch, da diese aufwändig der individuellen Situation angepasst werden müssten. Diese und weitere Herausforderungen wie «Moral Hazard» (Fehlanreize) würden entsprechende «Versicherungen» teuer (bzw. «un-fair») machen – die Versicherung läge folglich deutlich jenseits der *Fair Bet Line*.

## 2.2 Methodik

Nach der Konzeptualisierung des Optionswertes anhand der theoretischen Literatur (2.1) wird in diesem Unterkapitel die Methodik zur empirischen Erfassung von Optionswerten bzw. Optionspreisen besprochen. Damit wird auch die notwendige Grundlage für das Verständnis der vorhandenen empirischen Arbeiten im nachfolgenden Unterkapitel (2.3) geschaffen. Im nächsten Abschnitt sind die allgemeinen methodischen Möglichkeiten zur Bewertung von Umweltgütern kurz dargestellt. Anschliessend werden bisherige Überlegungen zur Erfassung des Optionswertes im Allgemeinen und im Personenverkehr im Speziellen präsentiert.

### 2.2.1 Bewertungsansätze

Die vorgestellte Literatur zeigt bereits deutlich, dass die Identifikation von Optionswerten herausfordernd ist. Da es sich per Definition um einen Bias handelt (2.1.3), welcher der individuellen Wahrnehmung entspringt, ist sowohl die Datensammlung als auch die eigentliche Messung des Optionswerts kein leichtes Unterfangen. Wie schon Weisbrod (1964) feststellt, entsteht der Optionswert von Transportservices quasi als Nebenprodukt oder positive Externalität der Produktion und besitzt Charakteristika eines öffentlichen Gutes, da nicht alle Nutzniesser für diese Option bezahlen. Entsprechend schwierig ist es, Optionswerte anhand von Markttransaktionen zu identifizieren (s. auch Endres & Holm-Müller, 1998, S. 145–146). Bereits Bowen (1943, S. 33) hält fest, dass zur Bestimmung der optimalen Menge bereitzustellender «sozialer Güter» unter Umständen auf eine Art von Abstimmung (Voting) zurückzugreifen ist. Die (Umwelt-)Ökonomie hat im Verlauf der Zeit Ansätze und Instrumente entwickelt, mit denen auch öffentliche Güter bewertet werden können.

Der Begriff «Wert» bzw. «Value» findet unterschiedlich Anwendung und ist – selbst innerhalb der Ökonomie – nicht einheitlich definiert (vgl. 1.3.1). So wird z.B. im **betriebsökonomischen** Kontext oft von Customer Value gesprochen (z.B. Belz & Bieger, 2004), welcher wiederum ganz unterschiedlichen Forschungsströmen entspringt (vgl. Sánchez-Fernández & Iniesta-Bonillo, 2007, S. 430). Während eindimensionale Konzeptualisierungen eher in der ökonomischen Theorie verankert sind (vgl. z.B. Zeithaml, 1988, S. 13), beziehen sich mehrdimensionale Werttheorien (vgl. Smith & Colgate, 2007) eher auf die Verhaltenspsychologie (Sánchez-Fernández & Iniesta-Bonillo, 2007, S. 442). Gemeinsam ist diesen betriebswirtschaftlichen Ansätzen, dass sie letztlich Kaufentscheide ergründen. Selbst unter Berücksichtigung sogenannter konditionaler oder kontingenter Werte, die nur unter gewissen Umständen (z.B. in Notfällen) auftreten (vgl. Sheth et al., 1991, S. 162), können diese Theorien keinen direkten Beitrag zur Erfassung von Optionswerten leisten, da diese Werte oft keine Käufe auslösen.

Aus einer **volkswirtschaftlichen** Perspektive lassen sich Güter bewerten, ohne dass diese regelmässig gehandelt werden. Das mikroökonomische Prinzip der Substituierbarkeit erlaubt es, die Zu- oder Abnahme von Ressourcen als Zahlungsbereitschaft (WTP) bzw. Kompensationsakzeptanz (WTA) monetär zu quantifizieren (Freeman et al., 2014, S. 8). Die Idee, dass nutzenmaximierende Präferenzen in monetären Einheiten gemessen werden können, ist letztlich in der neoklassischen Utility Theory verwurzelt (s. z.B. Arrow, 1951; Moscati, 2018). Diese auf ökonomischen Tradeoffs beruhenden Bewertungen können nicht nur Consumption Values bzw. Use Values, sondern genauso Nonuse Values erfassen – immer allerdings mit einem anthropozentrischen Fokus. So hat die Nichtnutzung bzw. Konservation eines Reservats nur darum einen ökonomischen Wert, weil Menschen dessen Naturzustand bevorzugen, z.B. zur persönlichen Erholung; es handelt sich also um einen instrumentellen Wert (Freeman et al., 2014, S. 6). Tierische und pflanzliche Spezies müssten mit eigenen Rechten ausgestattet werden, um diesen intrinsische Werte zuzugestehen, die losgelöst von jeder möglichen menschlichen Nutzung sind (vgl. Laitos & Swan, 2011). Derartige ökozentrische Bewertungen wären allerdings eher philosophischer als ökonomischer Natur. Dennoch kann in gewissen Fällen von einem «schwachen Anthropozentrismus» ausgegangen werden, wenn in ökonomischen Bewertungen von Ressourcen auch Sorgen um das Wohlergehen anderer Lebewesen mitschwingen (Bateman et al., 2002, S. 3).

Ähnlich der Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen im Fall eines individuellen Kaufentscheids (im Sinn von Customer Value, vgl. Belz & Bieger, 2004, S. 96, 373) hat die Ökonomie mit der Kosten-Nutzen-Analyse (CBA) ein Instrumentarium für wohlfahrtsökonomische Entscheide entwickelt (vgl. Boardman et al., 2018). So kann beispielsweise eine allfällige öffentliche Subventionierung von Projekten und Services beurteilt werden. CBA werden primär dort angewendet, wo Märkte nicht existieren oder versagen, so z.B. bei der angemessenen Versorgung mit öffentlichen Gütern (wie dies auch Transportoptionen gewissermassen sind; 2.1.2). In funktionierenden Märkten sind derartige Analysen zur Bestimmung von Kosten und Nutzen via Utility (WTP) bzw. Disutility (WTA) allerdings hinfällig (Bateman et al., 2002, S. 16). Vorteil umfassender CBA ist, dass damit nicht nur Kosten und Nutzen für Konsumierende bzw. Nutzende, sondern auch Kosten und Nutzen der Allgemeinheit bzw. der Nichtnutzenden oder Optionsnutzenden erfasst werden können. Sogenannte externe Kosten und Nutzen sind heute beispielsweise im Verkehrswesen gut dokumentiert (für die Schweiz: ARE, 2019a; BFS, 2017c; Ecoplan, 2006). Um allerdings von einer Sache den gesamten ökonomischen Wert (TEV mit UV und NUV sowie OV, vgl. Abbildung 1-4) zu erfassen, sind oft mehrere Bewertungsmethoden nötig, welche nachfolgend dargestellt werden.



Grundsätzlich lassen sich sozioökonomische Bewertungsverfahren, wie sie zur Präferenzermittlung bei Umweltgütern bzw. öffentlichen Gütern eingesetzt werden, in zwei Gruppen einteilen. Individuelle Präferenzen können auf direktem Weg via Befragung oder auf indirektem Weg über die Auswertung von Transaktionen ermittelt werden (Endres & Holm-Müller, 1998, S. 32, 70, 118). Bei indirekten Verfahren werden Markttransaktionen (z.B. Immobilienkäufe oder Verkehrsmittelwahl) ausgewertet, bei direkten Verfahren werden Präferenzen (z.B. bei Volksabstimmungen oder Umfragen) direkt abgefragt (Tabelle 2-1). Sowohl direkte als auch indirekte Methoden können anhand realer (beobachteter) Märkte oder anhand hypothetischer (konstruierter) Märkte und Szenarien angewandt werden (Mitchell & Carson, 1989, S. 75).

|              |                     | <b>Ermittlung</b>                        |                                       |
|--------------|---------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
|              |                     | <b>Direkt</b>                            | <b>Indirekt</b>                       |
| <b>Markt</b> | <b>Hypothetisch</b> | z.B. Kontingente Bewertungsmethode (CVM) | z.B. Discrete Choice Experiment (DCE) |
|              | <b>Real</b>         | z.B. Referendum (Volksabstimmung)        | z.B. Hedonische Bewertung             |

*Tabelle 2-1: Taxonomie von (umweltökonomischen) Bewertungsmethoden  
(Darstellung basierend auf Endres & Holm-Müller, 1998, S. 32; Mitchell & Carson, 1989, S. 75)*

Oft werden die direkten Verfahren als Stated Preferences (SP) und die indirekten als Revealed Preferences (RP) bezeichnet. Teilweise werden aber auch sämtliche auf hypothetischen Märkten basierenden Bewertungen als SP bezeichnet und nur beobachtetes Verhalten auf realen Märkten als RP anerkannt (Pearce & Özdemiroğlu, 2002, S. 16–17). Carson und Louviere (2011, S. 541) empfehlen wegen der begrifflichen Unschärfe «stated» und «revealed» nicht als Beschreibung der spezifischen Erhebungsart zu nutzen. Mit der «engen Definition» von RP ist oft das Verständnis verbunden, dass letztlich nur tatsächlich gefällte (Kauf-)Entscheide auf realen Märkten wirklich verlässliche Präferenzindikatoren sind (Bateman et al., 2002, S. 21). Es wird angenommen, dass Individuen bei Befragungen und hypothetischen Situationen nicht immer ihre tatsächliche Meinung oder Zahlungsbereitschaft äussern, sondern von verschiedenen Biases beeinflusst sind.

Tatsächlich können aber direkte wie auch indirekte Verfahren – oder Kombinationen davon – sinnvoll sein (Pearce & Özdemiroğlu, 2002, S. 32). Gerade für die Bewertung von Umweltgütern sind ausreichende Marktdaten oft nicht verfügbar. Und wenn Daten verfügbar sind, mangelt es diesen teils an unabhängiger Varianz in den relevanten Umweltvariablen, sodass keine Kausalitäten ermittelt werden können (Freeman et al., 2014, S. 396). Es ist jedoch möglich, über Komplementär-, Surrogat- oder Proxy-Märkte verwertbare Präferenzen abzuleiten, oder Resultate von bestehenden Untersuchungen (als sog. Benefits Transfer) auf den spezifischen Kontext zu übertragen (Pearce & Özdemiroğlu, 2002, S. 16).

### 2.2.1.1 Reale Märkte

Nachfolgend sind die relevantesten Methoden festgehalten, mit denen (Umwelt-)Güter anhand realer Marktdaten bewertet werden (Endres & Holm-Müller, 1998, S. 32; Freeman et al., 2014, S. 269–382; Mitchell & Carson, 1989, S. 75; Pearce & Özdemiroğlu, 2002, S. 16, 31):

#### - *Direkte Ermittlung*

- **Marktpreis-Bewertung:** Gewisse Werte und Wirkungen öffentlicher Güter zeigen sich ganz unmittelbar in Marktpreisen von komplementären, substitutiven oder nah verwandten privaten Gütern. So können beispielsweise landwirtschaftliche Erzeugnisse, die dank sauberer Luft und Böden frei von Schadstoffen sind, höhere Marktpreise erzielen, wodurch sich der Wert sauberer Umwelt – zumindest teils – quantifizieren lässt.
- **Referendums-Abstimmung:** Gerade in politischen Systemen wie der Schweiz mit direkten Volksabstimmungen zu Sachfragen auf allen politischen Ebenen können auch Resultate solcher Referenda berücksichtigt werden. So kann das Votum für die Finanzierung eines Verkehrsprojekts mit Steuergeldern als WTP verstanden werden. Natürlich müssen die konkreten Umstände wie Wahlbeteiligung und Repräsentativität bzw. Betroffenheit (von Kosten und/oder Nutzen) angemessen berücksichtigt werden.

#### - *Indirekte Ermittlung*

- **Hedonische Bewertung:** Der Einfluss aller relevanten Merkmale auf den Wert eines Gutes wird mittels Regressionsanalyse aufgeschlüsselt. So kann z.B. der Preiseffekt guter Verkehrsanbindungen für den Wert von Immobilien bestimmt werden. Gerade bei Immobilien kann die Analyse dadurch erschwert werden, dass die bei den letzten Handänderungen erzielten Preise stark von aktuellen (Schätz-)Werten abweichen können.
- **Zugangs-/Vermeidungsaufwand:** Mittels Transportkostenansatz kann ermittelt werden, welchen Aufwand Individuen auf sich nehmen, um Zugang zum Konsum oder zur Nutzung eines Guts zu erlangen. So kann z.B. der Erholungswert eines Nationalparks angenähert werden, indem die (zeit- und geldwerten) Hin- und Rückreisekosten aggregiert und allenfalls projiziert und diskontiert werden. Diese Bewertung muss allerdings eher als (konservative) Schätzung verstanden werden. Unter umgekehrten Vorzeichen kann der Vermeidungsaufwand betrachtet werden: Dabei wird untersucht, welche Ausgaben Individuen tätigen, um unerwünschte Zustände und Wirkungen abzuwenden. So können z.B. entstandene Kosten physischer Schutzvorkehrungen oder bezahlte Versicherungsprämien einbezogen werden. Auch diese indirekte Bewertung über verwandte reale Märkte muss jedoch als Näherung verstanden werden.

### 2.2.1.2 Hypothetische Märkte

Wo Daten realer Märkte gänzlich fehlen, können solche möglichst realistisch konstruiert werden, um trotzdem verlässliche Präferenzen ableiten zu können (Bateman et al., 2002, S. 21). Die Literatur unterscheidet zwischen der direkten Bewertung über sog. Contingent Valuation Methods (CVM) und der indirekten Bewertung über sog. Discrete Choice Experiments (DCE). CVM sind vor allem geeignet, wenn ein Gut als Ganzes bewertet werden soll; DCE sind speziell interessant, wenn einzelne Attribute bzw. unterschiedliche Ausprägungen (Levels) davon bewertet werden sollen. Die beiden Methoden sind problemlos einsetzbar bei Gütern ohne Marktpreise und finden auch breite Anwendung in der Transportforschung und im Marketing (Carson, 2000, S. 1413; Carson & Louviere, 2011, S. 544). Wegen der notwendigen Erfassung von Originaldaten sind diese Verfahren aber sehr ressourcenintensiv (Bateman et al., 2002, S. 22). Fortschritte in der Informationstechnologie vermögen diesen Nachteil allerdings in gewissem Mass zu vermindern. Nachfolgend werden diese beiden auf hypothetischen Märkten basierenden Bewertungsverfahren mit den gängigsten Unterarten kurz vorgestellt (Carson & Louviere, 2011, S. 545–550; Endres & Holm-Müller, 1998, S. 32; Freeman et al., 2014, S. 381–396; Louviere & Hensher, 1982; Pearce & Özdemiroğlu, 2002, S. 50–56):

#### - Indirekte Ermittlung

**DCE:** Dieses Verfahren wird oft auch einfach Choice Modelling oder (v.a. im Marketing) Conjoint-Analyse genannt, wobei es immer darum geht, Individuen zwischen Alternativen auswählen zu lassen, deren Attribute systematisch variiert werden, sodass eine indirekte Nutzenfunktion abgeleitet werden kann (Carson & Louviere, 2011, S. 543). Indem eines der Attribute ein Geldwert ist (Marktpreis bzw. alternatives Zahlungsinstrument), kann den Attribut-Levels (bzw. deren Veränderung) eine WTP zugeordnet werden (Pearce & Özdemiroğlu, 2002, S. 55).

- **Binäres Choice Model:** Den Individuen werden über mehrere Runden zwei Alternativen mit variierten Attribut-Levels vorgelegt, wobei sich die Person jeweils für eine der beiden entscheiden soll. Die Anzahl der Attribute sollte mit Bedacht gewählt sein, um einerseits eine möglichst realistische (marktähnliche) Auswahl-situation zu schaffen und andererseits die Teilnehmenden nicht zu überfordern. Es sind auch Experimente denkbar, wo gleichzeitig mehr als zwei Optionen angeboten werden oder wo die Optionen zusätzlich gewichtet werden können (als «starke Präferenz»).
- **Kontingentes Ranking:** Den Individuen werden gleichzeitig Choice Sets mit drei oder mehr Alternativen vorgelegt, welche nach Präferenz sortiert werden sollen. Die verschiedenen Optionen unterscheiden sich in der Ausprägung ihrer Attribute bzw. Levels, wobei auch diese sehr sorgfältig gewählt werden sollten.

- **Direkte Ermittlung**

**CVM:** Dieses Verfahren beruht auf der direkten Befragung von Individuen, welche hypothetische Szenarien bewerten bzw. annehmen oder ablehnen (Carson, 2012, S. 27–28). Kontingente Bewertungen finden seit den 1980er-Jahren weite Verbreitung (vgl. 2.2.1). Carson (2011) führt von den Anfängen bis in die 2000er-Jahre Buch über alle CVM-Studien, wobei das Unterfangen spätestens ab 2007 unmöglich wird, da allein in den vier Jahren bis 2010 mehr derartige Untersuchungen publiziert wurden, als in den vierzig Jahren davor (über 8000). Nachfolgend sind die wichtigsten Unterarten erläutert (vgl. Tabelle 2-2).

- **Open-Ended/Payment-Cards:** Individuen werden direkt mit einer offenen Frage nach ihrer hypothetischen WTP konfrontiert, wobei das vorgestellte Szenario von Person zu Person variiert werden kann, sodass trotz der einfachen Form die Ableitung einer Nachfragefunktion möglich ist. Die Frage könnte lauten: Wieviel wären Sie jährlich bereit zu zahlen (z.B. über eine Steuererhöhung) für die Einführung eines Nachtbusses? Alternativ kann auch/zusätzlich gefragt werden, welcher Preis als (zu) teuer, als fair oder als (zu) günstig empfunden würde (vgl. van Westendorp, 1976). Damit Individuen nicht selbständig eine Zahl festlegen müssen, kann ihnen ein Set von Varianten (sogenannte Zahlungskarten) präsentiert werden, von denen sie diejenige auswählen sollen, die ihrer WTP am ehesten entspricht. Die Frage könnte lauten: Welcher der untenstehenden Beträge entspricht ihrer maximalen WTP (z.B. via Steuererhöhung) für die Einführung eines Nachtbusses?
- **Bidding Game:** Im Stil eines Bieterverfahrens wird mit einem Anfangsbetrag gestartet, der dann je nach Antwort erhöht oder gesenkt wird, bis die maximale WTP feststeht. Die initiale Frage könnte lauten: Sind Sie bereit, jährlich CHF  $X$  zu bezahlen für den Betrieb eines Nachtbusses? Wenn ja: CHF  $X+1$ ? Wenn nein: CHF  $X-10$ ?
- **Single-Bounded Dichotomous Choice (SBDC):** Bei dieser sogenannten «take it or leave it» Frage wird ähnlich einer politischen Referendumsabstimmung nach Zustimmung oder Ablehnung gefragt. Die Fragestellung ist einfach, doch der Informationsgehalt pro Antwort ist gering, selbst wenn die gebotenen Beträge zufällig variiert werden über die Befragten. Die Frage könnte lauten: Sind Sie bereit, jährlich CHF  $X$  zu bezahlen (z.B. via Steuererhöhung) zur Einführung eines Nachtbusses?
- **Double-Bounded Dichotomous Choice (DBDC):** Diese zweifache binäre Auswahl erhöht den Informationsgehalt der Antworten indem ähnlich einem Bidding Game je nach Zustimmung oder Ablehnung eine zweite, höhere oder tiefere Auswahl angeboten wird. Die gebotenen Beträge können zufällig variiert werden. Die Frage könnte lauten: Sind Sie bereit, jährlich CHF  $X$  zu bezahlen (z.B. via Steuererhöhung) für die Einführung eines Nachtbusses? Wenn ja: CHF  $X+1$ ? Wenn nein: CHF  $X-10$ ?

Die beiden «Dichotomous Choice»-Methoden können auch als Mittelweg zwischen CVM und DCE verstanden werden (Freeman et al., 2014, S. 386). In ihrem grundlegenden Buch zur kontingenten Bewertung präsentieren Mitchell und Carson (1989) das heute breit akzeptierte theoretische Framework mit einer Typologisierung sämtlicher messbaren Werte sowie der möglichen Biases und deren Minimierung im Survey Design (Carson, 2011, S. 12).

| Frage | Vorgehen                            |                                              |
|-------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
|       | <b>Singulär</b>                     | <b>Iterativ</b>                              |
|       | <b>Zahl</b><br>(WTP oder WTA)       | <b>Bidding-Game</b>                          |
|       | <b>Referendum</b><br>(Ja oder Nein) | <b>Double-Bounded<br/>Dichotomous Choice</b> |

*Tabelle 2-2: Taxonomie kontingenter Bewertungsmethoden (CVM)  
(Darstellung basierend auf Mitchell & Carson, 1989, S. 98)*

Um möglichst realistische Werte zu ermitteln, müssen CVM- und auch DCE-Studien sehr sorgfältig aufgesetzt und getestet werden. Die Empirie zeigt beispielsweise, dass bei Verwendung von WTA tendenziell grössere Werte ermittelt werden als bei WTP, was mit dem Loss Aversion Bias erklärt werden kann (Bateman et al., 2002, S. 26). Zudem lassen sich Individuen bzw. deren Zahlungsbereitschaft stark von den (initial) vorgelegten Zahlen beeinflussen, was mit dem Anchoring Bias zu tun hat. Die Herausforderung besteht darin, sowohl Framing-Effekte als auch Anreiz-Inkompatibilitäten möglichst zu reduzieren (Freeman et al., 2014, S. 396). Die Befragten sollen weder von der Fragestruktur in ihrer Antwort unbewusst beeinflusst werden, noch sollen sie ein Interesse haben, die Resultate mit bewusst zu hohen oder zu tiefen Antworten strategisch zu beeinflussen. Im Allgemeinen zeigt die Literatur, dass sauber durchgeführte Studien mit hypothetischen Märkten (nur) wenig tiefer ausfallen und klar korrelieren mit Ergebnissen aus realen Märkten (Carson, 2012, S. 38). Carson argumentiert, dass Antworten auf eine gute CVM-Studie verglichen werden können mit dem Resultat einer repräsentativen öffentlichen Abstimmung – und in diesem Sinne sogar als «revealed economic behavior» betrachtet werden können (Carson, 2012, S. 31).

## 2.2.2 Erfassung von Optionswerten im Allgemeinen

Bereits bei der theoretischen Konzeption des Optionswerts (2.1.2) machen sich einige Ökonomen Gedanken zur empirischen Umsetzbarkeit ihres Konzepts. Fest steht schon bei den frühesten Autoren, dass die korrekte Bemessung des Optionswertes kein leichtes Unterfangen ist (vgl. Weisbrod, 1964; Krutilla, 1967). Bohm (1975, S. 736) ist zwar optimistisch, dass der Optionswert wie er ihn unter anderem bei öffentlichem Verkehr ausmacht, via Optionspreis gemessen werden kann, doch müsse dies «über den Verkauf von Zutrittsrechten, Befragungen, Government «Introspection» und andere unperfekte Herangehensweisen» geschehen.

Bishop (1982, S. 14) betont die Wichtigkeit empirischer Tests, um den Optionswert besser zu verstehen, äussert aber gleichzeitig Bedenken bezüglich dessen direkter Messbarkeit. Er schlägt daher die Nutzung von Bidding Games zur Ermittlung des Optionspreises vor, bleibt aber pessimistisch bezüglich der Disaggregation in Optionswert und erwartete Konsumentenrente (Bishop, 1982, S. 14). Freeman (1984, S. 12) hält mit Blick auf empirische Untersuchungen fest, dass zunächst die Art der Unsicherheit ermittelt werden müsse. Walsh et al. (1984, S. 14) nennen die zwei grundsätzlichen Möglichkeiten: direktes Abfragen des Optionswertes als Zusatzzahlungsbereitschaft zur erwarteten Konsumentenrente oder indirekte Errechnung durch die Subtraktion  $OP - E(CS)$ .

In den 1980er- und 1990er-Jahren findet die ökonomische Bewertung von (nicht handelbaren) Umweltgütern und -services zunehmend Verbreitung, nachdem die kontingente Bewertungsmethode (CVM) von verschiedenen amerikanischen Agenturen und Gerichten anerkannt wird (vgl. Endres & Holm-Müller, 1998; Walsh et al., 1984, S. 17). Walsh et al. (1984, S. 19) schlagen zur Ermittlung von Optionswerten ein iteratives Bidding vor, um die maximale individuelle WTP (bzw. den Indifferenzpunkt zwischen der Sicherung der Option und der Nicht-Verfügbarkeit der Option) festzustellen. Auch Chavas et al. (1986, S. 256) schlagen eine direkte Messung des Optionspreises mittels CVM vor, da diese die Unsicherheit (ex ante) der Individuen wohl einschliesse. Gleichzeitig formulieren sie auch gewisse Bedenken bezüglich der notwendigen Genauigkeit für Kosten-Nutzen-Analysen (Chavas et al., 1986, S. 256). Bishop (1988, S. 91) hält fest, dass Optionswerte bei ausreichenden Daten mittels hedonischer Lohn- und Liegenschaftspreis-Modelle ermittelt werden könnten, wobei diese Ergebnisse nur die Unsicherheit zum Zeitpunkt der Transaktionen wiedergeben können.

Bishop (1988, S. 92) schlägt vor, neben reinen Befragungen (CVM) auch Experimente (im Labor oder im Feld) mit echtem Geld durchzuführen, wobei Gruppen mit und ohne Unsicherheit konfrontiert werden könnten, sodass bei ersterer der Optionspreis, bei letzterer die erwartete Konsumentenrente und als Differenz der Optionswert ermittelt werden könnte. Sharp und Cullen (1991, S. 10) empfehlen, den Effekt der Unsicherheit auf die Zahlungsbereitschaft direkt via kontingente Bewertung eines ex ante Szenarios zu ermitteln, da damit ein grösseres Set von Faktoren eingeschlossen würde, welche Individuen in ihre Bewertung einfließen lassen (bzw. welche die Grösse des individuellen Optionswerts beeinflussen). Im Gegensatz dazu würde bei einer ex post Perspektive jene Bewertung berücksichtigt, die Individuen mit Gewissheit abgeben – korrigiert um eine Diskontierung mit einem Risiko-Aufschlag (Sharp & Cullen, 1991, S. 11). Die Autoren betonen ebenfalls die Wichtigkeit der Erhebung der Art von Unsicherheit und sprechen sich klar für die Erfassung des Optionspreises (statt des Optionswertes) aus (Sharp & Cullen, 1991, S. 29).

Auch Mitchell und Carson (1989, S. 29–30) erachten bei Unsicherheit die ex ante Perspektive (bzw. Optionspreise) als am angemessensten für wohlfahrtsökonomische Befragungen. Tatsächlich berücksichtigen die Autoren bei ihren Bewertungsstudien grundsätzlich aber keine Unsicherheit und lehnen damit Optionswerte als separate Wertkategorie ab bzw. schliessen sich dem theoretischen Diskurs an, wonach Optionswerte als eine Art von Bias bzw. Korrekturfaktor verstanden werden sollen (Mitchell & Carson, 1989, S. 60–62, 70–72). Mitchell und Carson (1989, S. 72–73) zeigen sich skeptisch, dass Optionswerte im Sinn von Weisbrods (1964) «zeitloser» Konzeptualisierung verlässlich abgefragt werden können («bezahle heute einen Betrag, um ein Gut künftig zu einem bestimmten Preis erwerben zu können»). Optimistischer sind die Autoren für den Fall mit (bekannter) Angebotsunsicherheit, wobei auch in jenem Fall der Optionswert lediglich via Differenz von Optionspreis (ex ante Befragung) und Konsumentenrente (ex post Befragung) ermittelbar wäre (Mitchell & Carson, 1989, S. 72–73). Dennoch halten Mitchell und Carson (1989, S. 88, 90) fest, dass direkte hypothetische Befragungen (CVM) oder allenfalls indirekte hypothetische Befragungen (DCE) am leistungsfähigsten sind, wenn Optionspreise bei Unsicherheit geschätzt werden sollen.

### 2.2.3 Erfassung von Optionswerten im Personentransport

Trotz der zitierten «empirisch-methodischen Randbemerkungen» der frühen Optionswert-Literatur bleibt die rein theoretische Auseinandersetzung bis Ende der 1980er-Jahre dominant (vgl. 2.1.2). Erst ab den 1990er-Jahren werden empirische Arbeiten häufiger, wobei diese – auch wegen methodischer Unzulänglichkeiten – oft zu enorm unterschiedlichen Resultaten führen (vgl. Kling, 1993). Dies dürfte allerdings auch mit den sehr verschiedenen Kontexten bzw. Untersuchungsobjekten zusammenhängen: Oft geht es um die Bewertung ganz spezifischer Umweltgüter wie beispielsweise der Option zur freizeitlichen Nutzung eines bestimmten Gewässers oder der Option zur Reduktion von saurem Regen in einer bestimmten Gegend (Cameron & Englin, 1997, S. 51; Kling, 1993, S. 473).

Anfangs der 1990er-Jahre werden erstmals konkrete Überlegungen zur empirischen Erhebung von Optionswerten im Personentransport angestellt. Bristow et al. (1991) entwickeln am Institute of Transport Studies der University of Leeds (UK) eine Methodologie zur Evaluation von «Use und Non-Use Benefits» im öffentlichen Nahverkehr, womit auch Optionswerte erhoben werden sollen. Neben dieser britischen Arbeit von 1991 können allerdings einzig ein rein konzeptioneller amerikanischer Ansatz von 2002 (Eco Northwest) und ein eher abstrakter schwedischer Vorschlag von 2017 (Bondemark & Johansson) identifiziert werden. Der schwedische Ansatz hat gewisse Ähnlichkeiten zur Methodik einer Schweizer Studie von Laesser und Reinhold (2010), die ebenfalls Hinweise zu Optionswerten im Personenverkehr liefert. Nachfolgend werden die methodischen Erkenntnisse der drei Ansätze kurz dargestellt.

### 2.2.3.1 Britischer Ansatz

Bristow et al. (1991) versuchen mit insgesamt sieben kleinen Pilotstudien während eines Jahres iterativ zu einer idealen Methodik zur Erhebung von Use und Nonuse Values (inkl. OV) zu gelangen. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Identifikation potentieller Biases im Zusammenhang mit hypothetischen Fragen (bzw. SP) wie Strategic Bias, Starting Point Bias, Information Bias, Social Norm Bias (Bristow et al., 1991, S. 5–6) sowie allfälligen Non-Response Biases in den Daten (Bristow et al., 1991, S. 8). Im Fokus der Autoren steht die (möglichst umfassende) Bewertung spezifischer Bus-Services bzw. Bus-Netzwerke in der Umgebung von Leeds (UK), wobei die Bewertungen idealerweise in möglichst feine «Teilwerte» (verschiedene Nonuse Values) disaggregiert werden sollen (Bristow et al., 1991, S. 8).

In einer kleinen *ersten Studie* werden persönliche Interviews geführt, wobei einerseits ein iteratives Bidding (von GBP 1 bis 10 via Haushaltsabgaben) zur Wahrung der vorhandenen Bus-Services und andererseits ein iteratives Bidding (GBP 0.25 bis 2 als wöchentliche Subskription; zuzüglich Tickets) für den Zugang zum Busnetz geprüft werden (Bristow et al., 1991, S. 10). Das Verständnis für das Bidding und die Akzeptanz der (hypothetischen) Subskription sind allerdings schwach ausgeprägt (Bristow et al., 1991, S. 11). In der *zweiten Studie* werden die Biddings durch offene WTP-Fragen ersetzt, wobei auch eine hedonische Hauspreis-Analyse angefügt wird, indem die zusätzliche WTP im Fall guter Transportanbindungen abgefragt wird (Bristow et al., 1991, S. 11–12). Die mangelnde Akzeptanz hypothetischer Fragen und die unzureichenden Antworten sind jedoch erneut problematisch (Bristow et al., 1991, S. 11).

In der *dritten Studie* werden (papierbasierte) Self-Completion-Questionnaires eingesetzt, die jedoch um Follow-up-Interviews ergänzt werden, um an ausreichende Daten zu gelangen. Im Kern besteht die Umfrage aus einem iterativen Bidding (Änderungen der Haushaltsabgaben und der Busfrequenz), einer WTA-Frage (nötige Reduktion der Haushaltsabgaben für die Akzeptanz einer Service-Einstellung), sowie einer Punkte-Allokations-Frage (Verteilung von 100 Punkten an unterschiedliche Gruppen bzw. Nutzniesser von Rabatten zur Identifikation verschiedener Nonuse Values) (Bristow et al., 1991, S. 13–15). Die Resultate dieser kleinen Studie erscheinen durchaus plausibel, wobei die Datenlage wegen geringem Rücklauf weiterhin ungenügend erscheint (Bristow et al., 1991, S. 15). Die *vierte Studie* verbessert die dritte und versucht, die verschiedenen Nutzenkategorien über unterschiedliche Szenarien abzufragen: Die Konsumentenrente wird z.B. über die WTP zur Vermeidung alternativer Reise-Arrangements erfasst und der Optionswert wird über die WTP zur Vermeidung des Verlustes der Bus-Services erhoben (Bristow et al., 1991, S. 15–17). Die papierbasierte Erhebung erweist sich aber als (zu) herausfordernd (Bristow et al., 1991, S. 17). Auch die *fünfte Studie* basiert auf der dritten, wobei kleinere Verbesserungen umgesetzt werden und das Bidding um eine offene WTP-Frage ergänzt wird, falls die Obergrenze erreicht ist (Bristow et al., 1991, S. 17–24).



Als *sechste und siebte Studie* wird je ein Travel-Diary-Survey durchgeführt, wobei die aufzeichneten Reisen als Grundlage für Follow-up-Interviews dienen, bei denen (u.a.) zur Ermittlung der Konsumentenrente die Reaktion auf Fahrpreiserhöhungen um 10 %, 20 %, 50 % und 100 % festgehalten wird (Bristow et al., 1991, S. 25–29). Diese Methode knüpft am echten Reiseverhalten an, ist jedoch (in physisch durchgeführter Form) sehr aufwändig (Bristow et al., 1991, S. 29). Als finale Methodik wird letztlich eine solche tagebuchbasierte, mit persönlichen Interviews kombinierte WTP-Ermittlung mit Rankings (Nutzergruppen, Reisezweck, etc.) und Punkte-Allokationen (zur Gewichtung der verschiedenen Nonuse-Komponenten) vorgeschlagen (Bristow et al., 1991, S. 30). Eine empirische Studie (Bristow et al., 1992) nach dieser Methodik wird unter 2.3 vorgestellt.

Basierend auf den Resultaten der Methodik von Bristow et al. (1992) empfiehlt das britische Department for Transport (DfT) die Berücksichtigung von Optionswerten bei der Bewertung von Transport-Projekten bzw. -Services (vgl. DfT, 2014, 2020). Auch im methodischen Handbuch zur ökonomischen Bewertung mit Stated-Preference-Techniken von Bateman et al. (2002) und in der Kurzfassung (Pearce & Özdemiroğlu, 2002), die vom DfT (mit-)herausgegeben werden, finden sich Hinweise für den Umgang mit Optionswerten (vgl. auch 2.3.2). Die Bewertung (Appraisal) *via via hypothetische Märkte mittels direkter Ermittlung* (Befragung) wird dabei gerade im Transportwesen als oft einzige verfügbare Methodik bezeichnet (Bateman et al., 2002; Pearce & Özdemiroğlu, 2002).

#### 2.2.3.2 Amerikanischer Ansatz

Ähnlich den britischen Arbeiten anerkennen auch amerikanische Reports zu Händen der Federal Transit Administration die Bedeutung von Optionswerten bei der ÖV-Evaluation (Cambridge Systematics, 1996, S. 30; Eco Northwest, 2002, S. 14, 18). Die langfristige Option und Redundanz, welche sogenannte Transit-Alternatives bieten, werden explizit als Benefits von ÖV betrachtet (Eco Northwest, 2002, S. 18). Auf dieselbe Quelle bezieht sich auch ein kanadisches Handbuch von Litman (2018, S. 28). Da die Empfehlungen methodisch-konzeptionell bleiben, ist allerdings unklar, ob diese effektiv erprobt sind (s. auch Guo et al., 2008, S. 37). Die amerikanische Arbeit schlägt eine Bewertung *via Proxy-Markt bzw. via realen Markt mittels indirekter Ermittlung* (Ableitung) vor (Eco Northwest, 2002, S. 31–33). Dazu wird die Transport-Option analog zu einer Finanzmarktoption betrachtet (Eco Northwest, 2002, S. 31–33), wobei auf die bahnbrechende Arbeit von Black, Scholes und Merton zurückgegriffen und die sog. Black-Scholes-Formel zur Bepreisung von Finanzoptionen (Black & Scholes, 1973) auf den Transportkontext übertragen wird. Das Konzept wird nachfolgend kurz dargestellt.

Transport- und Finanzoption können zwar klar voneinander abgegrenzt werden (vgl. 1.3.1). Bei einer Transportoption wie einem Bahn- oder Bus-Service handelt es sich im Grunde aber um eine (amerikanische, vgl. auch Black & Scholes, 1973, S. 646) Call Option: Diese verschafft Menschen die Möglichkeit, eine künftige Transportleistung zu einem definierten Preis zu erwerben. Black und Scholes (1973) zeigen in ihrem grundlegenden Artikel im Journal of Political Economy, dass der Preis einer Option nach der folgenden Formel bestimmt werden kann:

$$(1) \quad C = S \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-rT} \cdot N(d_2), \text{ mit:}$$

$$(1a) \quad d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$(1b) \quad d_2 = \frac{\ln(S/X) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Die Variable C steht für den Optionswert bzw. Call Premium oder auch Call Option Price. In der nachfolgenden Tabelle 2-3 werden alle zur Ermittlung des Optionswerts nötigen Variablen der Black-Scholes-Formel dargestellt und auf den Personentransport übertragen (eigenes Beispiel einer Transport-Option, angelehnt an Eco Northwest, 2002). Eine illustrative Übertragung der Idee der Finanzoption auf die Transportoption findet sich in Abbildung 2-7.

| Variable                   | Beschrieb (nach Black & Scholes, 1973)                                                                             | Übertragung (nach Eco Northwest, 2002)                                                                                                       |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C</b>                   | Optionswert;<br>auch Call Premium oder Call Option Price<br>( $\triangleq$ OV, nicht OP)                           | Optionswert eines alternativen Modus (OV);<br>z.B. Optionswert eines Pendler-Buses<br>in CHF pro Fahrt bzw. Ausübung                         |
| <b>S</b>                   | Spot Price oder Underlying Price;<br>Preis des mit der Option verbundenen<br>Assets zum Kaufzeitpunkt (z.B. Aktie) | Aktueller Preis des Standard-Modus;<br>z.B. Preis des Auto-Pendelns (Geld, Zeit, etc.)<br>z.B. CHF 5 pro Fahrt («full marginal cost»)        |
| <b><math>\sigma</math></b> | Standardabweichung von S;<br>Volatilität des Preises des verbundenen<br>Assets (annualisiert; historisch)          | Volatilität der Kosten des Standard-Modus;<br>z.B. Staus und Pannen beim Auto-Pendeln<br>z.B. 5 % bis 50 % (also CHF 0.25 bis CHF 2.50)      |
| <b>X</b>                   | Exercise Price oder Strike Price;<br>Preis des mit der Option verbundenen<br>Assets zum Zeitpunkt der Ausübung     | Ausübungspreis eines alternativen Modus;<br>z.B. Preis des Pendler-Buses (Geld, Zeit, etc.)<br>z.B. CHF 5 bis 7 pro Fahrt («marginal costs») |
| <b>T</b>                   | Time;<br>Zeit zur Ausübung bis zum Ablauf der<br>(amerikanischen) Option (in Jahren)                               | Zeit bis zur Nutzung des alternativen Modus;<br>entspricht der Nutzungshäufigkeit pro Jahr;<br>z.B. 0.1 bei zehn Busfahrten pro Jahr         |
| <b>r</b>                   | Interest Rate oder Return;<br>risikoloser Zinssatz pro Jahr, quasi<br>Opportunitätskosten der Option               | Zeitwert des Geldes;<br>vom aktuellen Zinsumfeld abhängig;<br>z.B. 4 % (im theoretischen Beispiel von 2002)                                  |
| <b>N</b>                   | Normalverteilung (Annahme)                                                                                         | Normalverteilung (Annahme)                                                                                                                   |

Tabelle 2-3: Übertragung des Konzepts der Finanzoption auf die Transportoption  
(nach Black & Scholes, 1973; nach Eco Northwest, 2002)

Das amerikanische Handbuch präsentiert eine exemplarische Berechnung basierend auf der Übertragung der Black-Scholes-Formel auf den ÖV (Eco Northwest, 2002, S. II–33, IV–8). Die Resultate erscheinen allerdings fehlerhaft und geben tendenziell zu hohe Optionswerte wieder. Trotzdem erlauben die Ergebnisse bzw. deren korrigierte Version eine Plausibilisierung (Eco Northwest, 2002, S. II–32):

- Je höher die Volatilität ( $\sigma$ ) des Preises des MIV ( $S$ ), desto wertvoller die ÖV-Option.
- Je höher der Ausübungspreis ( $X$ ) bzw. das Preisniveau des ÖV, desto kleiner dessen Optionswert. Die Kosten der Alternative ( $X$ ) können allerdings entsprechend der Utility Theory nicht systematisch tiefer sein als  $S$ , denn sonst müsste diese erste Wahl sein.
- Je länger die Zeit bis zur erwarteten Ausübung ( $T$ ), desto höher der Wert der Option.
- Je höher der Zinssatz ( $r$ ), desto höher der (diskontierte) Wert der ÖV-Option.

Tatsächlich lässt sich anhand der Variablen der Black-Scholes-Formel berechnen, wieviel ein alternativer Transport-Service z.B. einem Pendler Wert sein müsste – quasi als «Hedge» gegen Ereignisse, welche den MIV einschränken (Wetter, Pannen, Energiepreise, Fahrfähigkeit; vgl. Eco Northwest, 2002, S. 31). Dies erfordert allerdings eine ganze Reihe von Annahmen. So müssen zunächst alle Voraussetzungen von Black-Scholes erfüllt sein, etwa die Konstanz des Zinssatzes oder die Abwesenheit von Transaktionskosten (Black & Scholes, 1973, S. 640). Zudem müssen für die Übertragbarkeit auf das Transport-Setting viele Informationen vorliegen. Der aktuelle Preis des Standard-Modus lässt sich relativ leicht erheben. Auch die Volatilität bezüglich Fahrzeit und Kosten liesse sich anhand von Pannenwahrscheinlichkeit, Wetter- und Staudaten annähern. Der Ausübungspreis des alternativen Modus lässt sich ebenfalls ermitteln, indem Kosten und Zeit des nächstbesten Ersatzmodus (z.B. des ÖV) erhoben oder simuliert werden. Auch für den zur Diskontierung nötigen Zinssatz ist eine realistische Annahme möglich. Problematisch ist allenfalls die Variable der Zeit, denn die Nutzungshäufigkeit ist oft gerade nicht im Vornherein absehbar.

Selbst wenn sich der theoretische Wert einer Transportoption finanzmathematisch berechnen lässt, ist bei der Interpretation Vorsicht geboten. Gemäss Definition (vgl. 2.1.3) des (umwelt-ökonomischen) Optionswerts handelt es sich dabei nicht um einen rein rationalen Wert wie dies die Black-Scholes-Formel für Finanzoptionen berechnet, sondern um eine Art von Bias in der individuellen Wahrnehmung. Dieser Bias dürfte von der Volatilität abhängig sein; jedoch spielen viele weitere Faktoren eine Rolle (vgl. 3.2). Die Ergebnisse der «Simulation» desverkehrlichen Optionswerts mittels Formel muss daher als sehr konservative Bewertung betrachtet werden.

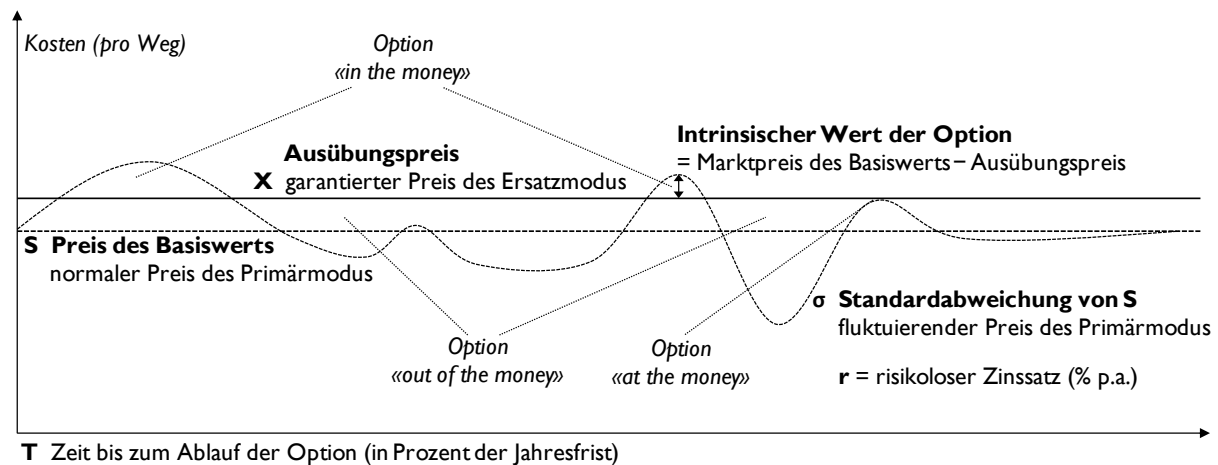


Abbildung 2-7: Illustrative Übertragung der Finanzoption auf den Transport: Ersatzmodus als Call Option, die als «Hedge» fungiert und die Volatilität der Kosten (Zeit und Geld) des Primärmodus limitiert (ohne Berücksichtigung des extrinsischen Werts einer Option; vgl. dazu Abbildung 1-6)

Angenommen die Zeitkosten von ÖV versus MIV können in der Schweiz ignoriert werden, da die im Schnitt etwas längere Reisezeit im ÖV durch die tieferen Zeitkosten von ÖV-Pendlern aufgewogen werden (CHF 13.80 pro Stunde im ÖV, CHF 22.20 pro Stunde im MIV; ARE, 2015, S. 76). Wenn von einem durchschnittlichen Schweizer Arbeitspendler (2 · 15 km pro Tag; BFS, 2018b, S. 2) mit einem Mittelklassewagen ausgegangen wird (CHF 0.70 pro km TCS, 2017), beträgt dessen Spot Price (S) CHF 21 pro Tag – vorausgesetzt allfällige weitere Faktoren sind irrelevant. Tatsächlich dürfte im Beispiel der (subventionierte) ÖV in der Schweiz preislich günstiger ausfallen als der MIV, z.B. CHF 14 pro Retour-Ticket. Die Kosten des ÖV können nutzentheoretisch bedingt für dieses Individuum allerdings nicht tiefer sein als jene des MIV, ansonsten wäre die Verkehrsmittelwahl irrational. Daher müssen dem Pendler zusätzlich zum Fahrpreis durch Inconvenience des ÖV (Zugang zu den Haltepunkten, weniger Komfort, Privatsphäre, etc.) tägliche Kosten in der Höhe von mindestens CHF 7 entstehen.

Angenommen der risikolose Zinssatz ( $r$ ) betrage 0.2 % per annum und der Pendler ist 10-mal jährlich ( $T$  von 0.1) auf die ÖV-Alternative angewiesen. Die Varianz seiner MIV-Kosten betrage 20 %, was – zumindest in der Agglomeration bei gelegentlichen Fahrten zu Stosszeiten – durchaus möglich erscheint. Wenn nun von einem fast ebenbürtigen ÖV-Angebot zu individuellen Kosten von CHF 22 pro Tag ausgegangen wird, lässt sich der Optionswert berechnen. In diesem Fall würde die ÖV-Option nach Black-Scholes CHF 1.80 pro Jahr betragen. Falls die ÖV-Alternative CHF 23 kostet (also rund 10 % teurer wäre als der MIV), würde der OV noch rund CHF 0.50 betragen pro Jahr. Wenn mit dem ÖV ein perfekt redundantes Transportsystem zum selben Preis (CHF 21) bereitstünde, betrüge der OV CHF 5.30 per Jahr.

Die in der kurzen Modellrechnung ermittelten Optionswerte mögen klein erscheinen, müssten jedoch schliesslich auf die ganze Arbeitsbevölkerung hochgerechnet werden. Zudem müssten ähnliche Berechnungen für alle Reisezwecke der relevanten Bevölkerungsgruppen angestellt werden, also z.B. auch für Ausbildungspendler, Freizeitausflüglerinnen und Shopper. Das grundsätzliche Defizit dieser Methode lässt sich allerdings kaum eliminieren: Diese ist nicht in der Lage, die für den Optionswert sehr bedeutsamen Unsicherheiten einzubeziehen. Zwar werden über die Volatilität ( $\sigma$ ) und die erwartete Nutzungshäufigkeit ( $T$ ) gewissermassen nachfrageseitige Unsicherheiten integriert. Diese fliessen allerdings nicht als echte Unsicherheitsfaktoren, sondern als kalkulierte Risiken ein, deren Erwartungswert (vermeintlich) bekannt ist. Wie Boardman et al. (2018, S. 316) betonen, handelt es sich nicht um Unsicherheit, sondern «lediglich» um Risiko, wenn die Magnitude der Wahrscheinlichkeiten bekannt ist. Eine derartige Quantifizierung des Optionswerts ist allerdings im umweltökonomischen Sinn per Definition (2.1.3) nicht ganz korrekt. Der Optionswert steht gerade für jenen Bias, um den die Wahrnehmung von (risikoaversen) Individuen vom Erwartungswert abweicht.

### 2.2.3.3 *Schwedisch-schweizerischer Ansatz*

Das schwedische Papier (Bondemark & Johansson, 2017) interpretiert den Optionswert als Indikator für die Accessibility eines Standorts (Bondemark & Johansson, 2017, S. 10). Die Accessibility reflektiert den Zugang zu Arbeitsplätzen, sozialen Kontakten, Gütern und Dienstleistungen, die den Individuen offenstehen (vgl. DfT 2014, S. 31; s. auch Bähr, 2011, S. 63) und kann somit gleichsam als «Endprodukt» von Transport verstanden werden (Bondemark & Johansson, 2017, S. 1). Accessibility ist abhängig von Landnutzung, Erschliessung mit Transportsystemen sowie individuellen und zeitlichen Voraussetzungen (Bondemark & Johansson, 2017, S. 4). Eine erhöhte Vielfalt an Opportunitäten müsste sich in den Standortpreisen oder auch Löhnen widerspiegeln, was mittels hedonischer Immobilienpreis- oder Lohn-Analysen zu überprüfen wäre. Mit einem solchen indirekten Ansatz via realen Markt (Immobilien- oder Arbeitsmarkt) kann diese schwedische Arbeit als Alternative zur amerikanischen oder auch zur britischen Methode gesehen werden.

In einem im Jahr 2021 publizierten Artikel wird die vorgeschlagene Methodik (via Accessibility) konkret umgesetzt (Bondemark et al., 2021). Die Autoren zeigen anhand einer hedonischen Analyse, dass die Substituierbarkeit der Verkehrsmodi (als Parameter im hedonischen Modell) bei der Wohnsitzwahl bedeutsam ist (Bondemark et al., 2021, S. 469). Menschen scheinen Wohnorte mit verlässlichem Transportsystem zu bevorzugen, um sich (als längerfristigen Hedge) gegen Änderungen der persönlichen Mobilitätsmöglichkeiten abzusichern (Bondemark et al., 2021, S. 474).

Einen Ansatz mit vergleichbarer Prämisse verfolgt die schweizerische Studie zum Wert der Wohnstandort-Erschliessung mit ÖV von Laesser und Reinhold (2010). Mittels verhaltenswissenschaftlich fundierter CVM zur Ermittlung der Reservationspreise von Wohnungen und einer hedonischen Analyse der Resultate versuchen die Autoren, die klein- und grossräumige Erreichbarkeit (Accessibility) zu bewerten (Laesser & Reinhold, 2010, S. 7–8). So stossen sie letztlich auch Fragen zur korrekten Aufteilung der ÖV-Kosten zwischen den Nutzenden und der Allgemeinheit an (vgl. auch Laesser & Reinhold, 2013, S. 5). Obwohl die Autoren den Option Value (als Optionsnutzen der Allgemeinheit bzw. Nichtnutzer) und den Use Value (als Konsumnutzen) etwas anders definieren als die vorliegende Arbeit, bietet deren Papier methodische Hinweise zur Untersuchung von Optionswerten (Laesser & Reinhold, 2010). Der Schwerpunkt der Arbeit liegt zwar nicht auf den Optionswerten, doch können diese mit der entworfenen Methode angenähert werden.

Die hedonische Ermittlung von Optionswerten ist nicht trivial, da wohnungsbezogene Attribute oft viel bedeutender sind als das Attribut der Erreichbarkeit (Laesser & Reinhold, 2010, S. 3). Erschwerend kommt hinzu, dass gerade in der Schweiz die verkehrstechnische Erreichbarkeit fast aller Standorte sehr gut ist und in urbanen Gegenden kaum Kontrollgruppen bezüglich der ÖV-Erschliessung möglich sind (Laesser & Reinhold, 2010, S. 4). Zudem zeigt sich, dass gute Erschliessungen durch Fernverkehrsangebote wegen negativer Effekte von Bahnhöfen (Lärm, Verschmutzung, etc.) durchaus auch negative Auswirkungen auf die Wohnungpreise zeigen können (Laesser & Reinhold, 2010, S. 5).

Bei hedonischen Analysen fliessen in der Regel nur Marktdaten vergangener Transaktionen ein, wodurch keine Information über erzielte Konsumentenrenten bzw. subjektive Reservationspreise erhoben werden. Dieses «Problem» umgehen die Autoren, indem ausgehend vom Marktpreis bzw. Gleichgewichtspreis der Wohnung unterschiedliche Reservationspreise bzw. Preisschwellen abgefragt werden: Preis, bei dem die gegenwärtige Wohnung nicht gewählt worden wäre; Preis, bei dem wahrscheinlich nach einer Alternative gesucht würde; Preis, bei dem gewiss eine Alternative bzw. ein Wegzug in Betracht gezogen wird (Laesser & Reinhold, 2010, S. 7–8). Durch die Kombination der erfragten Schwellenwerte bzw. der Deltas zwischen den Schwellenwerten mit über 30 abgefragten Attributen des Wohnstandorts können letztlich über eine hedonische Analyse und mittels Gruppierung der Probanden (in Nutzende und Nichtnutzende des ÖV) auch Erkenntnisse zu Optionswerten abgeleitet werden (Laesser & Reinhold, 2010, S. 8). Die allenfalls resultierenden Optionswerte sind jedoch vorsichtig zu interpretieren bzw. als eher «grosszügige» Schätzung zu verstehen, da die Befragten aufgrund der Wechselkosten im Fall eines Umzuges wohl tendenziell relativ hohe Preisschwellen nennen (vgl. auch Laesser & Reinhold, 2010, S. 18–19).

## 2.3 Empirie

Nach dem Literaturreview zur theoretischen Entwicklung des Optionswert-Konzepts, welche sich von Mitte der 1960er- bis zum Ende der 1980er-Jahre erstreckt (2.1), und einem Überblick über die methodischen Grundlagen zur Bewertung von Optionswerten mit Fokus auf den Personentransport (2.2), folgt nun ein Review der empirischen Optionswert-Literatur im Bereich von «Transportation Research», welche in den 1990er-Jahren ihren Anfang nahm, aber bis in die 2010er-Jahre eher explorativ blieb. Im ersten Abschnitt wird die vorhandene wissenschaftliche Empirie im Transportwesen abgebildet. Danach werden existierende praktische Anwendungen dieser empirischen Erkenntnisse präsentiert.

### 2.3.1 Wissenschaft

Im Rahmen der Literaturrecherche wurden insgesamt sieben empirische Studien identifiziert, die Optionswerte im Transportwesen quantifizieren (Tabelle 2-4). Zudem wurden fünf weitere empirische Arbeiten gefunden, die Nonuse Values im Transport bemessen und dabei implizit auch Optionswerte einbeziehen, diese aber nicht separat ausweisen (Tabelle 2-5). Neben diesen zwölf empirischen Studien wurde ein bestehender Literaturreview von Laird et al. (2009) berücksichtigt, der die sechs Studien von vor 2009 ein erstes Mal sammelt und vergleicht. Nachfolgend werden zunächst die sieben OV-Studien und dann die fünf NUV-Studien in chronologischer Reihenfolge kurz zusammengefasst.

**Humphreys und Fowkes** (2006) untersuchen neben anderen Indirect Use und Nonuse Values den Optionswert eines ländlichen Bahnservices in Schottland. Mittels CVM (Bidding Game) wird die Konsumentenrente ermittelt, bevor verschiedene Komponenten des TEV (indirekte Werte, altruistischer Wert) sowie unterschiedliche Service-Levels via DCE mittels spezifischer Attribute abgeleitet werden (Humphreys & Fowkes, 2006, S. 25). Über ein aufwändiges Setup mit telefonischer Erhebung gelingt es, für den untersuchten ÖV-Service Optionswerte von GBP 2 bis GBP 4 pro Haushalt und Woche zu ermitteln (Humphreys & Fowkes, 2006, S. 32).

**Geurs et al.** (2006) entwerfen eine Methodologie zur Messung des Optionswerts von ÖV-Services, welche sie auf zwei regionale Bahnverbindungen in den Niederlanden anwenden. Die Autoren führen mittels Online-Survey unter den Haushalten vor Ort drei DCE mit unterschiedlichen Service-Levels durch, um die Zahlungsbereitschaft im Fall von Nutzung, Optionsnutzung und Nichtnutzung zu ermitteln (Geurs et al., 2006, S. 613). In ihrer explorativen Studie gelingt es den Autoren, in beiden Fallbeispielen signifikante Optionswerte nachzuweisen (Geurs et al., 2006, S. 634). Die Studie ermittelt (je nach Nutzergruppe) Optionswerte zwischen EUR 8 und EUR 14 pro Individuum und Monat (Laird et al., 2009, S. 628).

**Chang** (2010) untersucht den Option und Nonuse Value eines Intercity-Bahnservices in Südkorea. Der Autor behandelt den Optionswert als separaten Wert eines Standby-Modus (Bahn) und ermittelt diesen für Nutzer verschiedener primärer Modi (Chang, 2010, S. 259). Die Werte werden mittels Double-Bounded Dichotomous Choice (CVM) erhoben, wobei für die Auswertung unterschieden wird zwischen Nutzern, Optionsnutzern und Nichtnutzern (Chang, 2010, S. 262–263). Die aufwändig durchgeführte Erhebung mit persönlichen Interviews ergibt Optionswerte von KRW 15.2 bis KRW 22.8 (Hochgeschwindigkeit) bzw. KRW 9.3 bis KRW 16.5 (konventionelle Bahn) pro km und stündlichen Service und Person.

**Chang et al.** (2012) quantifizieren Option und Nonuse Values von Bus-Services in Südkorea. Dabei vergleichen die Autoren Single-Bounded und Double-Bounded Dichotomous Choice (CVM) für die Erhebung der WTP nach Nutzergruppen (Chang et al., 2012, S. 38–40). In persönlichen Interviews werden städtische und regionale Busse sowie Intercity-Busse evaluiert, wobei je nach Distanz andere primäre Modi (Autos, Taxis, Stadtbahn, Regionalbahn, konventionelle Bahn, Hochgeschwindigkeit) verglichen werden (Chang et al., 2012, S. 51). Im Intercity-Kontext liegen die Optionswerte zwischen KRW 8.58 und KRW 16.20 pro km und stündlichen Service; bei regionalen Services liegen die Werte zwischen KRW 4.43 und KRW 8.50, bei urbanen Services zwischen KRW 1.71 und KRW 3.50, wobei die WTP bei SBDC eher höher ausfällt (Chang et al., 2012, S. 51).

**Johnson et al.** (2013) untersuchen Option und Nonuse Values eines Bahnservices in ländlichen Regionen Englands und vergleichen diese mit der Verfügbarkeit von Postbüros, die ebenfalls eine gewisse Grundversorgung sicherstellen. Die Daten werden mit Papierfragebögen zum Selber-Ausfüllen erhoben, wobei den Individuen im Rahmen eines DCE neun Auswahlpaare (Bahn vs. Ersatzbus, mit unterschiedlichen Service-Levels) präsentiert werden (Johnson et al., 2013, S. 128–129). Nach dem DCE gewichten die Teilnehmenden die verschiedenen Zwecke bzw. Werte, wodurch der Anteil des Optionswertes an der gesamten WTP abgeleitet werden kann (Johnson et al., 2013, S. 132). So ergeben sich Optionswerte von GBP 11.80 bis GBP 25.50 pro Jahr – je nach Nutzergruppe und Wohnstandort (Johnson et al., 2013, S. 133).

**Laird et al.** (2013) ermitteln Option und Nonuse Values in Busnetzwerken, wobei ein allgemeiner nationaler Online-Survey für Grossbritannien und zwei kleinere Haushalts-Befragungen mit spezifischem Fokus auf verbesserte Infrastruktur bzw. Abend- und Wochenend-Verbindungen in der Gegend von Leeds kombiniert werden. Bei allen Umfragen wird Single-Bounded Dichotomous Choice (CVM) eingesetzt – teils ergänzt um Open-Ended Questions (nationale Umfrage und Umfrage zur Infrastruktur-Qualität) oder Bidding-Games (als Payment Ladder bei Umfragen für Abend- und Wochenend-Services) (Laird et al., 2013, S. 3–6).



Die papierbasierten Haushaltsumfragen werden zusätzlich mit DCE ausgeführt, um die Resultate von CVM und DCE vergleichen zu können (Laird et al., 2013, S. 17). Ausgewertet nach Nutzergruppe (Online-Survey) bzw. nach Gewichtung der verschiedenen Wertkomponenten des TEV (Haushalts-Befragungen) werden je nach Fokus Optionswerte von GBP 11 bis GBP 37 pro Haushalt und Jahr ermittelt (Laird et al., 2013, S. 20). Die Autoren extrapolieren ihre Resultate auf die nationale Ebene und ermitteln einen jährlichen Optionswert von GBP 490 Millionen für das gesamte Busnetz (Laird et al., 2013, S. 23).

**Chang et al.** (2017) untersuchen Option und andere Nonuse Values für Autobahnen in Südkorea. Die Bewertung basiert auf einem physischen Fragebogen mit Single-Bounded Dichotomous Choice (CVM), die ergänzt wird um eine einfache Abfrage (individuelle Gewichtung) der Wichtigkeit der verschiedenen Wertkomponenten bzw. Motivationen (Chang et al., 2017, S. 452–453). In der Stichprobe werden sowohl städtische als auch ländliche Bewohner eingeschlossen, wobei sich deren Acceptance Rates (akzeptierte Zahlungen) nicht wesentlich unterscheiden (Chang et al., 2017, S. 460). Die Autoren ermitteln durchschnittliche Optionswerte von KRW 19330 pro Person und Jahr (Chang et al., 2017, S. 464).

| Autoren                | Jahr | Land | Modus      | Befragung   | Methode  | Disaggregation     | Optionswerte         |
|------------------------|------|------|------------|-------------|----------|--------------------|----------------------|
| <b>Hum. &amp; Fow.</b> | 2006 | GBR  | Bahn       | Telefonisch | DCE/CVM* | Proxy-Attribute    | GBP 2–4/Hh./Woche    |
| <b>Geurs et al.</b>    | 2006 | NLD  | Bahn(en)   | PC (online) | DCE      | Nutzergruppen      | EUR 8–14/Pers./Monat |
| <b>Chang</b>           | 2010 | KOR  | Bahn(typ)  | Persönlich  | CVM      | Nutzergruppen      | KRW ~15/km/h/Pers.   |
| <b>Chang et al.</b>    | 2012 | KOR  | Bus(typ)   | Persönlich  | CVM      | Nutzergruppen      | KRW ~8/km/h/Pers.    |
| <b>Johnson et al.</b>  | 2013 | GBR  | Bahn (Bus) | Paperbased  | DCE      | Gewichtungen       | GBP 12–26/Pers./Jahr |
| <b>Laird et al.</b>    | 2013 | GBR  | Bus(netz)  | Paperb./PC  | CVM/DCE  | Nutzergr./Gewicht. | GBP 11–37/Hh./Jahr   |
| <b>Chang et al.</b>    | 2017 | KOR  | Autobahn   | Paperbased  | CVM      | Gewichtungen       | KRW 19330/Pers./Jahr |

*Tabelle 2-4: Existierende Arbeiten mit expliziter Ermittlung von Optionswerten*

*Legende: Hh. = Haushalt, Pers. = Person, km = Kilometer, h = Stunde (Takt); \*für CS*

Wie unter Methodik (2.2.3) dargestellt, befassen sich Bristow et al. (1991) als erste und einzige mit der Entwicklung einer spezifischen Methode zur Erfassung von Transport-NUV – welche nach deren Definition auch Optionswerte einschliessen. Die von Bristow et al. (1991) entwickelte Methode (und die nachfolgend beschriebenen fünf Arbeiten) sind allerdings nicht in der Lage, die Optionswerte von den übrigen (Nonuse) Values zu isolieren und in Geldwert auszudrücken.

**Bristow et al.** (1992) ermitteln unter Verwendung ihrer entwickelten Methodik (Bristow et al., 1991) für Bus-Services in zwei Fallstudien (urban und ländlich) individuelle Nonuse Values von GBP 0.50 und mehr pro Woche und schliessen daraus, dass Subventionierungen von über 50 % bei gewissen Services durchaus gerechtfertigt sind (Bristow et al., 1992, S. 203). Die aufwändige, auf echten Reisen (Travel Diaries) basierende Studie mit persönlichen Interviews ermittelt die WTP Open-Ended oder via Bidding-Game, wenn die offene Frage zu keinen Antworten führt (Bristow et al., 1992, S. 196). Wegen des Fokus auf die Legitimation von Subventionen im von Privatisierungen stark betroffenen britischen Transportwesen werden neben WTP auch zu priorisierende Gruppen und Institutionen erfragt (Bristow et al., 1992, S. 199).

**Roson** (2001) betrachtet zwei Fallstudien in Norditalien und leitet die WTP für die Bewahrung und die Verbesserung der ÖV-Verfügbarkeit ab. Die Erhebung geschieht mittels persönlicher Interviews über eine Kombination von CVM und DCE: Die Befragten sollen aus einer ganzen Auswahl von Alternativen mit unterschiedlichen Kosten (Steuern) und Service-Levels (Takung von Bus bzw. Bahn) auswählen (Roson, 2001, S. 1322). Da letztlich eine grosse Mehrheit den vorhandenen Service-Level bevorzugt, ist die Aussagekraft allerdings beschränkt und es werden nur exemplarisch zusätzliche WTP für bestimmte Nutzergruppen und Linien im Bereich von ITL 7000 bis ITL 18000 pro Jahr und Person genannt (Roson, 2001, S. 1324).

**Painter et al.** (2002) messen User- und Nonuser-Benefits von ländlichem ÖV in den USA via Kombination von Fokusgruppe und Open-Ended Question (CVM) zur Ermittlung von WTP und WTA. Die Befragungen werden persönlich (via PC an einer Panel-Session) und telefonisch (Follow-up) anhand eines randomisierten Samples während rund 75 Minuten durchgeführt, wobei die Teilnehmenden für ihre Aufwände entschädigt werden (Painter et al., 2002, S. 397). Die Befragten werden gebeten, sich ihr «ideales ÖV-System» vorzustellen; dieses sollen sie anschliessend unter verschiedenen Szenarien bewerten (WTP für optimales System, WTP ohne eigene Nutzung, WTP für gegenwärtiges System, WTA für Verlust jeglichen ÖV-Zugangs) (Painter et al., 2002, S. 399). Teilnehmende verlangen durchschnittlich USD 45.42 WTA und zeigen bei Nonuse eine WTP von ca. USD 7 pro Monat, wobei nicht immer klar wird, ob die Bewertung individuell oder pro Haushalt gilt (Painter et al., 2002, S. 402, 405).

**Wallis und Wignall** (2012) untersuchen in einem Forschungsprojekt für die neuseeländische Transport-Agentur Nonuse Values von ÖV pro Haushalt und Woche, wobei sie Bus und Bahn-services in fünf Regionen berücksichtigen. In Telefoninterviews werden Haushalte via CVM nach der maximalen WTP für spezifische ÖV-Services befragt (Open-Ended; wenn nötig Bidding-Game), wobei der ermittelte Wert schliesslich über eine Frage nach der relativen Gewichtung in verschiedene Wertkomponenten unterteilt wird (Wallis & Wignall, 2012, S. 36–38).

Gemäss den Autoren machen Optionswerte rund 10 % bis 14 % der gesamten Zahlungsbereitschaft (bzw. der Konsumentenrente, exklusive allfälliger Ticketpreise) aus (Wallis & Wignall, 2012, S. 53). Sie identifizieren je nach Service-Qualität NUV von NZD35 bis NZD130 pro Haushalt und Jahr (Wallis & Wignall, 2012, S. 14).

**Utsunomiya** (2018) vergleicht den Wert von drei japanischen Regionalbahnen mit Ersatzbussen, um allgemeine Schlüsse zum relativen Wert von Bahn zu Bahnersatzbussen zu ziehen. Die Untersuchung ergibt einen Bahn-Bonus von 10 % bis 20 % in der Gesamtbewertung inklusive Option und Nonuse Values (Utsunomiya, 2018, S. 557). In postalisch verteilten CVM-Umfragen werden Payment-Cards dargestellt: Individuen sollen die prozentuale Preisreduktion (WTA) anwählen, bei der sie mit Ersatzbussen einverstanden wären; zudem soll die zusätzliche prozentuale Zahlungsbereitschaft (WTP) im Fall von erhöhten Frequenzen gewählt werden (Utsunomiya, 2018, S. 557). WTA und WTP können aufgeschlüsselt werden nach Nutzergruppe, sodass ersichtlich wird, ob die potenziellen Nutzer (Gelegenheits- oder Optionsnutzer) ähnliche Werte nennen wie regelmässige Nutzer (Utsunomiya, 2018, S. 558–559).

| <b>Autoren</b>          | <b>Jahr</b> | <b>Land</b> | <b>Modus</b> | <b>Befragung</b> | <b>Methode</b> | <b>Analysebasis</b> | <b>Nonuse-Werte</b>        |
|-------------------------|-------------|-------------|--------------|------------------|----------------|---------------------|----------------------------|
| <b>Bristow et al.</b>   | 1992        | GBR         | Bus(se)      | Persönlich       | CVM            | Travel Diaries      | GBP >0.50/Pers./Woche      |
| <b>Roson</b>            | 2001        | ITA         | Bus/Bahn     | Persönlich       | CVM-DCE        | Service Levels      | ITL 7000–18 000/Pers./Jahr |
| <b>Painter et al.</b>   | 2002        | USA         | Bus/Bahn     | Pers./Phone      | CVM            | Service Levels      | USD ~7/ Pers./Hh./Monat    |
| <b>Wall. &amp; Wig.</b> | 2012        | NZL         | Bus/Bahn     | Telefonisch      | CVM            | Gewichtungen        | NZD 35–130/Hh./Jahr        |
| <b>Utsunomiya</b>       | 2018        | JPN         | Bahn(Bus)    | Paperbased       | CVM            | Nutzergruppe        | nur Prozentwerte           |

*Tabelle 2-5: Existierende Arbeiten mit impliziter Ermittlung von Optionswerten*

*Legende: Hh. = Haushalt, Pers. = Person*

Wie erwähnt sind die zwölf empirischen Studien eher explorativer Natur. Im Rahmen der persönlichen Interviews werden bei den meisten analysierten Arbeiten lediglich einige Dutzend Haushalte oder Personen befragt. Einzig in den Samples der online PC-Surveys (Geurs et al., 2006; Laird et al., 2013) sind mehrere hundert Personen enthalten. Obwohl sich die Autoren auch allgemeine Erkenntnisse zu Option und Nonuse Values erhoffen, fokussieren (abgesehen von Laird et al., 2013) alle Studien auf spezifische Transport-Services und befragen daher nur direkte Anwohner (wobei diese nicht zwingend Nutzer sondern durchaus auch Nichtnutzer, Optionsnutzer bzw. potenzielle Nutzer sein können). Nicht enthalten sind die hedonischen Studien aus Schweden und der Schweiz, da diese auf etwas anderen Prämissen beruhen. Während die Schweizer Studie zur Wohnstandort-Erschliessung von Laesser und Reinhold (2010, S. 18) bei Anschluss an den Bahn-Fernverkehr Optionswerte von CHF 93 bis CHF 96 pro Bewohner und Monat ausweist, lässt sich der Substitutability Score von Bonde-mark et al. (2021) nicht so pauschal in Geldwerte umrechnen (vgl. 2.2.3).

Die untersuchten Transport-Services werden meist basierend auf unterschiedlichen Taktungen bewertet, wobei v.a. bei Nonuse-Bewertungen primär der mögliche Verlust des Service evaluiert wird (quasi der Takt *unendlich*). Vereinzelt werden auch andere Service-Attribute berücksichtigt wie die Betriebszeiten (am Abend, am Wochenende) oder die Fahrzeiten (bzw. Geschwindigkeiten und Haltpunkte). Oft wird zudem ein Vergleich mit anderen Modi angestellt – zwischen Haupt- und Optionsverkehrsmittel oder zwischen Options- und Ersatzoptionsverkehrsmittel (z.B. Bahnersatzbusse). Um die Bewertung möglichst realistisch wirken zu lassen, erfolgt diese meist in Form einer (hypothetischen) Erhöhung (WTP) bzw. Senkung (WTA) der zur Finanzierung des ÖV benutzen Steuer (z.B. lokale, regionale oder nationale Steuern). Marktliche Instrumente wie Tickets oder Subskriptionen werden kaum genutzt (vgl. auch Ausführungen in 2.2.3). Die folgende Tabelle 2-6 bietet einen Überblick über die methodische Gestaltung der vorliegenden sieben Optionswert-Arbeiten (für detailliertere Skizzierungen: Tabelle 2-7 und Tabelle 2-8).

| <b>Autoren</b>                | <b>Jahr</b> | <b>Methode</b> | <b>Ausgestaltung</b>                                 | <b>Disaggregation</b> | <b>Elemente</b>                                                                                                                                        |
|-------------------------------|-------------|----------------|------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Humphreys &amp; Fowkes</b> | 2006        | DCE            | Binäres Choice Model                                 | Proxy-Attribute       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Use</li> <li>▪ Option Use</li> <li>▪ Nonuse</li> <li>↳ <i>Indirect, Vicarious, Altruistic</i></li> </ul>      |
| <b>Geurs et al.</b>           | 2006        | DCE            | Binäres Choice Model (plus No-choice Option)         | Nutzergruppen         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ User</li> <li>▪ Option User</li> <li>▪ Possible Option User</li> <li>▪ Nonuser</li> </ul>                     |
| <b>Chang</b>                  | 2010        | CVM            | Double-Bounded Dichotomous Choice                    | Nutzergruppen         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ User</li> <li>▪ Option User</li> <li>▪ Nonuser</li> </ul>                                                     |
| <b>Chang et al.</b>           | 2012        | CVM            | Single-Bounded und Double-Bounded Dichotomous Choice | Nutzergruppen         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ User</li> <li>▪ Option User</li> <li>▪ Potential User</li> <li>▪ Strict Nonuser</li> </ul>                    |
| <b>Johnson et al.</b>         | 2013        | DCE            | Binäres Choice Model                                 | Gewichtungen          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Use</li> <li>▪ Option</li> <li>▪ Nonuse</li> <li>↳ <i>Altruistic, Vicarious, Bequest, Indirect</i></li> </ul> |
| <b>Laird et al.</b>           | 2013        | CVM            | Single-Bounded Dichotomous Choice                    | Nutzergruppen         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ User</li> <li>▪ Option User</li> <li>▪ Nonuser</li> </ul>                                                     |
|                               |             | DCE            | Binäres Choice Model                                 | Gewichtungen          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Use</li> <li>▪ Option</li> <li>▪ Nonuse</li> <li>↳ <i>Altruism</i></li> </ul>                                 |
| <b>Chang et al.</b>           | 2017        | CVM            | Single-Bounded Dichotomous Choice                    | Gewichtungen          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Use</li> <li>▪ Nonuse</li> <li>↳ <i>Option, Vicarious, Altruistic, Bequest, Existence Value</i></li> </ul>    |

Tabelle 2-6: Methodische Gestaltung und Disaggregations-Elemente der OV-Studien

Legende: ↳ disaggregierte Teilwerte des Nonuse Values

Beim Vergleich der angewandten Methoden wird ersichtlich, dass meist CVM genutzt werden, wobei vereinzelt auch DCE oder Kombinationen von CVM und DCE zum Einsatz kommen (s. Tabelle 2-6; vgl. Tabelle 2-4 und Tabelle 2-5). Wie erläutert (2.2) sind CVM speziell geeignet, Dinge in ihrer Ganzheit bewerten (z.B. ein gegebenes ÖV-Angebot), während bei DCE auch die konstituierenden Attribute einer Sache einzeln evaluiert werden können (z.B. die Wertkomponenten eines ÖV-Angebotes). Tatsächlich ist es nicht leicht, die Attribute vorgängig korrekt zu spezifizieren, um dann beispielsweise einen ÖV-Service in Use, Option und Nonuse Values «zerlegen» zu können. Einzig Humphreys und Fowkes (2006, S. 25) versuchen via Integration von **Proxy-Attributen** in der Form je eines «Discount Schemes» für Familienmitglieder und für benachteiligte Gesellschaftsgruppen (Schulkinder, Menschen mit Behinderung, Senioren) direkt den (altruistischen) Nonuse-Wert eines Busservice-Angebots abzuleiten. In den anderen (teils) auf DCE basierenden Studien werden nicht Wertkomponenten im Sinne des TEV über Attribute abgebildet; stattdessen dienen die Attribute der Abfrage unterschiedlicher Qualitätslevels und Preise (vgl. Geurs et al., 2006; Johnson et al., 2013; Laird et al., 2013; Roson, 2001).

Abgesehen von Humphreys und Fowkes (2006) werden mittels DCE und (soweit möglich) CVM lediglich die Bewertungen der verschiedenen Service-Levels oder des Service als Ganzes erhoben. Die eigentliche Bestimmung des Optionswertes (und allfälliger Nonuse Values) geschieht letztlich über einen separaten Auswertungsschritt ausserhalb der eigentlichen Analyse von DCE oder CVM. Dazu werden Daten beigezogen, die vor oder nach dem Auswahlexperiment oder der kontingenten Bewertung erhoben werden. Zwei Strategien finden Anwendung: Gruppierung der Antwortenden in Nutzer, Optionsnutzer und Nichtnutzer eines untersuchten Service oder Gewichtung der verschiedenen Wertkomponenten eines Service durch die Antwortenden.

Bei der Disaggregation via **Gewichtung** oder Ranking der verschiedenen Wertkomponenten werden die unterschiedlichen Elemente des TEV bzw. deren Wichtigkeit für das Individuum abgefragt. So lässt beispielsweise Chang et al. (2017, S. 464) die Befragten 100 Punkte auf die verschiedenen Wertkomponenten verteilen und nutzt die Durchschnittswerte pro Wertkategorie für die weitere Berechnung. Johnson et al. (2013, S. 132) erheben über Proxy-Fragen die individuelle Bedeutung (Likert-Scale) der verschiedenen TEV-Elemente und verwenden die resultierenden durchschnittlichen Gewichtungen pro Kategorie zur Wertbeimessung. Aufgrund definitorischer Differenzen unterscheiden sich Zuteilungen der TEV-Komponenten teilweise leicht (vgl. 1.3.1). Einige Autoren sehen Optionswerte als Unterkategorie von Nonuse Values; zudem werden Nonuse Values nicht immer gleich granular in Unterkategorien aufgebrochen (vgl. Tabelle 2-6).

Bei der Disaggregation via **Nutzergruppen** wird erhoben, ob die befragte Person zu den Nutzern (User), Optionsnutzern (Option User) oder Nichtnutzern (Nonuser) eines Modus gehört. Die Kategorisierung ist allerdings nicht unproblematisch, da die Grenzen zwischen den Gruppen einigermaßen fließend sind. So stellt sich die Frage, ab wann eine Optionsnutzerin zur Gruppe der Nutzerinnen gehört. Zudem bleibt zu definieren, ob eine Person, die ein Verkehrsmittel nie benutzt, eine ausnahmsweise künftige Nutzung aber nicht völlig ausschliessen kann, als Nichtnutzerin oder Optionsnutzerin klassifiziert wird. Gewisse Autoren (s. Chang et al., 2012; Geurs et al., 2006) führen daher eine vierte Gruppe ein, indem sie «mögliche Optionsnutzer» (Possible Option User bzw. Potential User) separat klassifizieren und nur strikte Nichtnutzer als Nonuser zählen (vgl. Tabelle 2-6). Die Durchschnittswerte der verschiedenen Nutzergruppen werden letztlich benutzt für die finale Bestimmung der Wertgrößen.

| <b>NUTZERGRUPPE</b><br><b>WERT</b>                 | <b>Regular User</b><br>(regelmässig)                                                                                                                                                                                                           | <b>Option User</b><br>(gelegentlich) | <b>Potential User</b><br>(notfalls) | <b>Strict Nonuser</b><br>(nie) |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Use Value [CS]</b><br>(Nutzungsnutzen)          | Erwartungswert des Modus für die tatsächliche eigene künftige Nutzung                                                                                                                                                                          |                                      | kein Use Value                      | kein Use Value                 |
| <b>Option Value [OV]</b><br>(Optionsnutzen)        | Über den Erwartungswert hinausgehender Nutzen des Modus für unvorhergesehene eigene künftige Nutzung                                                                                                                                           |                                      |                                     | kein Option Value              |
| <b>Nonuse Value [NUV]</b><br>(Nichtnutzungsnutzen) | Wert des Modus ohne jegliche eigene Nutzung; beruht auf verschiedenen Motiven: altruistischer Wert (für Mitmenschen), Vermächtniswert (für künftige Generationen), ev. Existenzwert (reiner Daseinswert), ev. indirekte Werte (Externalitäten) |                                      |                                     |                                |

Tabelle 2-7: Wertkomponenten und Motive nach Nutzergruppe

(Darstellung basierend auf Chang et al., 2012, S. 35; Geurs et al., 2006, S. 622; Laird et al., 2009, S. 175)

Mit Blick auf die Disaggregation in verschiedene Elemente muss betont werden, dass die Durchschnittswerte der Nutzergruppen nicht identisch sind mit jenen der TEV-Komponenten bzw. -Attribute (vgl. auch Chang et al., 2012, S. 35; Geurs et al., 2006, S. 622; Laird et al., 2009, S. 175). Die verschiedenen Nutzergruppen hegen je nach Definition unterschiedliche Werte: Strikte *Nichtnutzer* eines Modus sehen höchstens Nonuse Values; sie sehen also allenfalls einen Wert im Verkehrsmodus, weil dieser anderen Personen zu Verfügung steht (z.B. Schülerinnen, Senioren, Menschen mit Behinderung oder künftige Generationen). *Potenzielle Nutzer* oder *Notfallnutzer* sehen keine regelmässige Nutzung des Modus vor, erkennen aber oft doch einen bestimmten Wert darin, diesen als Backup für unvorhergesehene Fälle bereitzuhalten. Zudem dürften sie ebenfalls gewisse Nonuse Values im Modus sehen. *Optionsnutzer* oder *Gelegenheitsnutzer* nutzen den Modus ab und zu als Alternative zu ihrem primären Modus; diese Nutzergruppe realisiert daher gelegentlich einen Use Value, erkennt aber auch Optionswerte für unvorhergesehene Fälle und kann ebenfalls Nonuse Values hegen. Regelmässige *Nutzer* realisieren Use Values, können aber für unvorhergesehene eigene künftige Nutzungen auch Optionswerte erkennen; zudem können diese auch Nonuse Values sehen (vgl. Tabelle 2-7).

Arbeiten, welche die Werte via Nutzergruppen ermitteln, vergleichen die Durchschnittswerte der verschiedenen Gruppen. Vereinfacht liesse sich so der Optionswert annähern, indem vom Durchschnittswert aller Notfallnutzer (Option + Nonuse) der Durchschnittswert aller strikten Nichtnutzer (Nonuse) abgezogen wird. Da sich die (durchschnittlichen) Nonuse Values und Option Values der regelmässigen Nutzer sowie der Gelegenheitsnutzer aber von denen der strikten Nichtnutzer und der Notfallnutzer unterscheiden könnten, sollten deren Werte mitbezogen werden.

Der Nonuse Value kann in der Nutzergruppen-Betrachtung (Tabelle 2-7) als Residualgrösse des Total Economic Value (TEV) nach Abzug von Use Value (bzw. CS) und Option Value verstanden werden. In dieser dritten Kategorie werden sämtliche Wertkomponenten gesammelt, die nicht der direkten Nutzung oder dem Optionsnutzen zuzuordnen sind. Neben dem altruistischen Wert und dem Vermächtniswert sowie dem etwas umstritteneren Existenzwert werden daher teils auch indirekte Werte oder potenziell doppelt gezählte Werte unter Nonuse Value subsumiert, obwohl diese per Definition eher zu den Use Values gehören (vgl. Abbildung 1-4). Da es letztlich darum geht, Optionswerte möglichst eindeutig von den übrigen Werten zu isolieren, ist die individuelle Zuordnung der anderen Werte allerdings sekundär (vgl. z.B. auch Chang et al., 2017, S. 450).

Ähnlich stellt sich die Situation auch bei der zweiten Strategie, der Aufschlüsselung mittels *Gewichtungen* dar (s. Tabelle 2-8): In den verschiedenen Arbeiten wird mit leicht unterschiedlichen Klassifizierungen und Granularitäten gearbeitet, grundsätzlich aber zwischen den drei Hauptkategorien Use, Option und Nonuse unterschieden (vgl. Chang, 2010, S. 264; Chang et al., 2017, S. 464; Johnson et al., 2013, S. 132; Laird et al., 2013, S. 6). Der Nonuse Value (bzw. bei entsprechender Aufschlüsselung der Existenzwert, vgl. Chang et al., 2017, S. 456) dient wiederum als Residualwert.

| Wertkategorie                                                                                                | Proxys aus der empirischen Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Use Value [CS]</b><br>(Nutzungsnutzen)                                                                    | - Aktuelle Nutzung des Service<br>- Geplante Nutzung des Service                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Option Value [OV]</b><br>(Optionsnutzen)                                                                  | - Mögliche künftige Nutzung des Service<br>- Unvorhergesehene künftige Nutzung des Service<br>- Versicherung für den Fall, dass der primäre Modus nicht verfügbar ist                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Nonuse Value [NUV]</b><br>(Nichtnutzungsnutzen)<br>↳ Altruistic<br>↳ Bequest<br>↳ Existence<br>↳ Indirect | - Nutzen für Familienangehörige und Freunde [Altruistic bzw. Vicarious]<br>- Nutzen für schwächere Gruppen der Bevölkerung wie Senioren [Altruistic]<br>- Nutzen für künftige Generationen [Bequest]<br>- Sonstiger Wert des Service [Existence]<br>- Nutzen für die Umwelt [Indirect bzw. Double-Counted (positive) Externality]<br>- Nutzen für Staureduktion [Indirect bzw. Double-Counted (positive) Externality] |

Tabelle 2-8: Wertkomponenten und Proxys bei Gewichtung (Darstellung ist eine Aggregation von Chang, 2010, S. 264; Chang et al., 2017, S. 464; Johnson et al., 2013, S. 132; Laird et al., 2013, S. 6)

Die in den explorativen Studien ermittelten Optionswerte sind nicht direkt vergleichbar (vgl. Tabelle 2-4 und Tabelle 2-5). Wallis und Wignall (2012, S. 25) sowie Bondemark und Johansson (2017, S. 8) präsentieren zwar (anders als Chang, 2010, S. 261; Chang et al., 2012, S. 37; Laird et al., 2009, S. 177) gewissermassen «standardisierte» Daten über alle vorhandenen explorativen Studien (in NZD bzw. EUR zu 2010er- bzw. 2014er-Preisen). Die Währungskonversion mit Kaufkraftbereinigung sorgt allerdings noch für keine echte Vergleichbarkeit, da sich die betrachteten Services bezüglich Modus, Qualität, Distanzen etc. stark unterscheiden. Alle bisherigen Arbeiten (abgesehen von der nationalen Teilstudie von Laird et al., 2009) untersuchen ganz spezifische Transportverbindungen mit ihrem jeweiligen Kontext und mittels jeweils unterschiedlicher Methoden. Die Werte von Chang (2010) und Chang et al. (2012) sind zudem pro km und Service pro Stunde ausgedrückt, was den direkten Vergleich mit den übrigen fünf Studien zusätzlich erschwert. Indem aber statt absoluter Werte die Grössenverhältnisse betrachtet werden, lassen sich ohne problematische Umrechnungen trotzdem relativ leicht Vergleiche anstellen. So drücken Chang et al. (2017, S. 464) die existierenden empirischen Werte als Verhältnis von Use Value zu Nonuse Value und Option Value zu Nonuse Value aus. So lässt sich auch eine Vorstellung von der Bedeutung der Optionswerte in Relation zum gesamten Use Value oder zum TEV gewinnen.

| <b>Autoren</b>          | <b>Jahr</b> | <b>Land</b> | <b>Modus</b> | <b>UV (CS)</b> | <b>OV</b> | <b>NUV</b> | <b>OV/NUV</b> | <b>OV/UV</b> | <b>OV/TEV</b> |
|-------------------------|-------------|-------------|--------------|----------------|-----------|------------|---------------|--------------|---------------|
| <b>Hump. &amp; Fow.</b> | 2006        | GBR         | Bahn         | 46             | 154       | 36         | 4.28          | 3.35         | 0.65          |
| <b>Geurs et al.</b>     | 2006        | NLD         | Bahn(en)     | 86             | 94        | 148        | 0.64          | 1.09         | 0.29          |
| <b>Chang</b>            | 2010        | KOR         | Bahn(typ)    | -              | 9.0–22.8  | 8.0–16.1   | 1.13–1.42     | -            | -             |
| <b>Chang et al.</b>     | 2012        | KOR         | Bus(typ)     | -              | 1.7–16.2  | 1.5–15.4   | 1.50–1.05     | -            | -             |
| <b>Johnson et al.</b>   | 2013        | GBR         | Bahn (Bus)   | 7.2            | 18.0      | 28.9       | 0.62          | 2.50         | 0.33          |
| <b>Laird et al.</b>     | 2013        | GBR         | Bus(netz)    | 10.5–13.2      | 23.2–29.2 | 37.9–47.6  | 0.61          | 2.21         | 0.32          |
| <b>Chang et al.</b>     | 2017        | KOR         | Autobahn     | 59.0           | 20.4      | 20.6       | 0.99          | 0.35         | 0.20          |

*Tabelle 2-9: Existierende Arbeiten mit expliziter Ermittlung von Optionswerten (vgl. auch Tabelle 2-4); Zahlen wo möglich annualisierte (Mittel-)Werte in lokaler Währung (Chang et al., 2017, in Prozent); UV, OV und NUV basieren auf Aggregationen von Laird et al. (2009) und Chang et al. (2017, S. 464); Legende: UV=Use Value, OV=Option Value, NUV=Nonuse Value; als je separate Wertkategorien des TEV*

Der Blick auf die empirischen Studien zeigt, dass die Resultate zwar sehr unterschiedlich sind, die gemessenen Optionswerte aber in jedem Fall einen bedeutenden Anteil am Total Economic Value (TEV) eines Service ausmachen. Die Berechnung der Verhältnisse zeigt (Tabelle 2-9), dass Optionswerte durchschnittlich etwa ein Drittel des TEV ausmachen, mit einer Spannweite von 20 % (Chang et al., 2017) bis 65 % (Humphreys & Fowkes, 2006) des TEV. Beim Verhältnis von Optionswert zu Nonuse Values ist die Varianz noch grösser mit Verhältnissen zwischen 0.61 und 4.28 bei einem durchschnittlichen Verhältnis von ca. 1.4 (bzw. 140 %).



### 2.3.2 Praxis

Aus der Praxis sind kaum Beispiele der Erhebung und Verwendung empirischer Daten zu Optionswerten im Transportwesen bekannt. Wie einleitend erwähnt (1.2) wird in der Schweiz verschiedentlich auf Optionswerte oder Optionsnutzen verwiesen, ohne aber konkrete Zahlen zu kennen (z.B. Bundesrat, 2012, S. 1747; Ecoplan & Infras, 2006, S. 4; Hauser et al., 2013, S. 54, 2015, S. 76, im Verkehrswesen; Hanisch et al., 2016, S. 37; Hauser & Lienhard, 2014, S. 22; Schaltegger et al., 2018, S. 14, in anderen Kontexten). Unter 2.3.1 besprochene Studien wie jene von Wallis und Wignall (2012) versuchen zwar, verlässliche Werte zu ermitteln, die in der Praxis genutzt werden könnten. Heute sind es aber primär britische Studien, deren Resultate offizielle Verwendung finden: So fließt die Arbeit von Humphreys und Fowkes (2006) in die Transport Analysis Guidelines (TAG) des britischen Department for Transport (DfT) ein, welche nachfolgend kurz erläutert und dargestellt werden (vgl. Tabelle 2-10).

Das DfT pflegt umfassende Richtlinien und Richtwerte zur Modellierung und Bewertung, die letztlich Entscheidungsgrundlage für Investitionsentscheide und die Unterstützung von Business Cases bilden (DfT, 2019). Diese Richtlinien umfassen neben der Analyse von Kosten und Nutzen sowie ökonomischen und ökologischen Auswirkungen auch sogenannte soziale und distributionale Impacts, worunter neben Unfallkosten und Langsamverkehrs-Nutzen auch Option und Nonuse Values gezählt werden (vgl. DfT, 2014). Projekte, welche staatliche Bestätigung erfordern, unterliegen diesen Richtlinien (DfT, 2019). Das DfT stellt daher jährlich aktualisierte Vorgaben bzw. Datenbanken zur Verfügung, auf welche sich Projektverantwortliche stützen können bzw. müssen (DfT, 2020). Da diese Daten im Fall von Option und Nonuse Values auf eher explorativen Einzelstudien basieren, empfiehlt das DfT, die Zahlen konservativ einzusetzen und primär beizuziehen, wenn es um die Bewertung von Schliessungen von Bus-Services oder Bahnhaltestellen geht (DfT, 2014, S. 27).

|                                     |                                               |                                      |                                    |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| <b>DfT TAG</b>                      | <b>Table A 4.1.8 Option and Nonuse Values</b> |                                      |                                    |
| <b>Version</b>                      | GBP (2010 prices and 2010 values)             |                                      |                                    |
| May 2020 v1.13                      | <b>Value per household per annum</b>          |                                      |                                    |
| <b>Parameters</b>                   | <b>Mode/Package</b>                           | <b>Sensitivity tests</b>             |                                    |
| Price year: _____                   |                                               | <b>Option value and Nonuse value</b> | <b>Excluding non-use value</b>     |
| Value year: _____                   | <b>Train</b>                                  | GBP 242                              | GBP 145                            |
| Proportion nonuse value: <u>40%</u> | <b>Bus</b>                                    | GBP 122                              | GBP 73                             |
|                                     | <b>Train and Bus</b>                          | GBP 242                              | GBP 145                            |
|                                     |                                               |                                      | <b>Value of mixed mode package</b> |
|                                     |                                               |                                      | -                                  |
|                                     |                                               |                                      | -                                  |
|                                     |                                               |                                      | GBP 364                            |

Tabelle 2-10: Auszug aus dem UK Transport Appraisal Guidance Data Book (xslm, Tab A4.1.8) des DfT (2020); (Zahlen basieren auf Daten von Bristow et al., 1992; Humphreys & Fowkes, 2006; Laird et al., 2009)

### 3 Konzeption

Nach dem theoretischen, methodischen und empirischen Literaturreview (Kapitel 2) wird in diesem Kapitel eine Modellierung entworfen, anhand derer die Forschungsfragen geklärt werden können. Dazu wird im ersten Abschnitt (3.1) ein Modell mit den dazugehörigen Variablen vorgestellt, um im zweiten Abschnitt (3.2) die damit verbundenen, aus der Literatur abgeleiteten Hypothesen zu erläutern. In einem dritten Abschnitt (3.3) werden die Elemente mit Blick auf die empirische Umsetzung weiter operationalisiert.

#### 3.1 Modellierung

Die zentrale Annahme dieser Arbeit ist – basierend auf einzelnen explorativen Studien im Ausland sowie gestützt auf politische Entscheidungen in der Schweiz, dass Individuen bzw. Haushalte bei ÖV (oder anderen «Backup-Services») signifikante Optionswerte (und Nonuse Values) hegen. Basierend auf den fünf Elementen der Forschungsfrage (F) wird nachfolgend das Grundmodell vorgestellt (vgl. 1.4.1): Welche Transportoptionen (1: Ersatzmodus) werden wo (2: Wegcharakteristik) von wem (3: Soziodemografie) wann (4: Mobilitätssituation) wie bewertet (5: Bewertung)? Anschliessend folgt die detaillierte Besprechung der Variablen, welche konstituierend sind für die fünf Elemente des Grundmodells.

##### 3.1.1 Kernelemente

Im Kern des Modells stehen die zentralen Elemente der Forschungsfrage (F), die in den fünf Teilfragen konkretisiert sind. An erster Stelle steht die Frage, welchen Effekt die verschiedenen Attribute und Levels von verfügbaren Ersatzmodi auf die Optionsbewertung haben (F<sub>1</sub>). An zweiter Stelle steht die Frage nach den Auswirkungen der Wegcharakteristika auf die Optionsbewertung (F<sub>2</sub>). An dritter und vierter Stelle stehen mögliche Aspekte der Optionsbewertung, die vom Individuum abhängig sind: Soziodemografie (F<sub>3</sub>) und die persönliche Mobilitätssituation (F<sub>4</sub>). Die Identifikation bzw. Messung des Optionswerts ist nicht trivial (vgl. 2.2.3); daher sollen anhand der Umsetzung des Modells auch methodische Erkenntnisse zur Optionsbewertung gewonnen werden (F<sub>5</sub>).

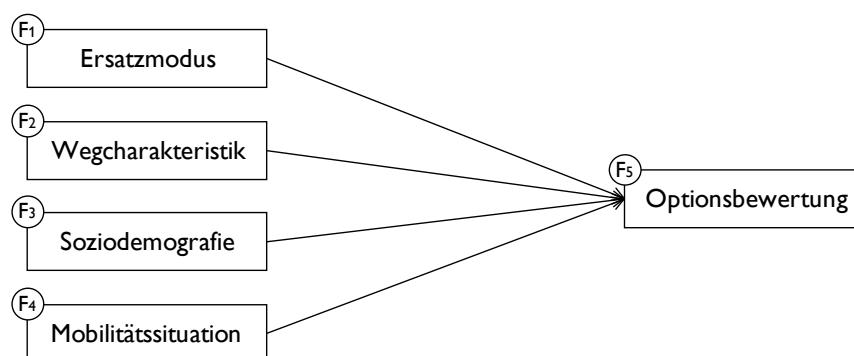


Abbildung 3-1: Kern des Modells zur Bewertung von Personentransport-Optionen

### 3.1.2 Variablen

Aus der Analyse der vorhandenen, explorativen Arbeiten zu Optionswerten im Personenverkehr, aber auch aus dem Review der theoretischen Grundlagen (2.1) lassen sich eine Vielzahl von (möglicherweise) relevanten Variablen ableiten. Das zentrale Modell (Abbildung 3-1) ergibt sich aus der Erkenntnis, dass Optionswerte stark abhängig sind von Attributen des konkreten Ersatzmodus, wobei das britische Beispiel von Laird et al. (2013, S. 12, 20) zeigt, dass reisespezifische Variablen (Reisecharakteristika) mindestens so relevant sind wie personenspezifische Variablen (Soziodemografie, individuelle Mobilitätssituation).

In der folgenden tabellarischen Übersicht (Tabelle 3-1) werden pro Teilforschungsfrage verschiedene erklärende Variablen (Attribute) mit denkbaren Ausprägungen (Levels) abgebildet. Zudem wird auch das erwartete Vorzeichen bzw. der vermutete Zusammenhang zwischen der Variablen und der Optionsbewertung (OV) angezeigt. Die Ausdetaillierung der angeführten Variablen pro Modellelement bzw. Forschungsfrage und die Erläuterung der dahinterliegenden Hypothesen folgt im nächsten Unterkapitel (3.2).

| MODELLELEMENTE und Attribute             | Mögliche Ausprägungen (Levels)             | Vermuteter Zusammenhang          |
|------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>F<sub>1</sub> ERSATZMODUS</b>         |                                            |                                  |
| <b>Qualitätsklasse</b>                   | 1. Klasse, 2. Klasse, 3. Klasse            | je höher, desto höher OV         |
| <b>Verfügbarkeit / Betriebszeit</b>      | nach/alle X Minuten und im Tagesverlauf    | je mehr, desto höher OV          |
| <b>Geschwindigkeit</b>                   | mittleres Tempo (Distanz/Zeit) in km/h     | je schneller, desto höher OV     |
| <b>Preis</b>                             | Wegkosten mit Ersatzmodus in CHF           | je tiefer, desto höher OV        |
| <b>Angebotsunsicherheit</b>              | Nichtverfügbarkeit Backup in % (0 bis 100) | je tiefer, desto höher OV        |
| <b>F<sub>2</sub> WEGCHARAKTERISTIK</b>   |                                            |                                  |
| <b>Preis</b>                             | Wegkosten im Normalfall in CHF             | je teurer, desto höher OV        |
| <b>Nachfrageunsicherheit</b>             | Nichtverfügbarkeit Modus in % (0 bis 100)  | je höher, desto höher OV         |
| <b>Substituierbarkeit</b>                | einfach, schwierig, unmöglich              | je schwerer, desto höher OV      |
| <b>Raumtypologie</b>                     | eher ländlich, eher urban                  | je ländlicher, desto höher OV    |
| <b>Reisezweck</b>                        | Job, Ausbildung, Einkauf, Freizeit         | je wichtiger, desto höher OV     |
| <b>F<sub>3</sub> SOZIODEMOGRAFIE</b>     |                                            |                                  |
| <b>Geschlecht</b>                        | männlich, weiblich                         | männlich gleich höherer OV       |
| <b>Alter</b>                             | in Jahren                                  | je älter, desto höher OV         |
| <b>Bildung / Beruf / Einkommen</b>       | Bildungs-, Berufs- und Einkommensklassen   | je höher, desto höher OV         |
| <b>Haushaltsgrösse</b>                   | Einzelperson, Paar, mit Kind, mit Kindern  | je grösser, desto höher OV       |
| <b>Wohnsituation</b>                     | Eigentum, Miete                            | Eigentum gleich höherer OV       |
| <b>F<sub>4</sub> MOBILITÄTSSITUATION</b> |                                            |                                  |
| <b>Kaptivität</b>                        | Fahrzeugbesitz, Abobesitz                  | Besitz gleich höherer OV         |
| <b>Risikoneigung</b>                     | eher risikoavers, eher risikofreudig       | je risikoaverser, desto höher OV |
| <b>Preiselastizität der Nachfrage</b>    | Elastizität der Reisenachfrage in %        | je unelastischer, desto höher OV |
| <b>Erfahrung / Einstellung</b>           | eher positiv, eher negativ                 | je positiver, desto höher OV     |
| <b>Erwartete Nutzungsintensität</b>      | Anzahl erwartete Backup-Wege               | je höher, desto höher OV         |

Tabelle 3-1: Attribute des Modells mit Ausprägungen; OV=Optionswert (für Hypothesen: s. Tabelle 3-3)

## 3.2 Hypothesen

Nachfolgend werden die Forschungsfragen (*F*) in Hypothesen überführt (*H*) und ausdetailliert. Dazu werden die Variablen des Modells (vgl. 3.1) genauer spezifiziert, wobei Hypothesen zu deren Bedeutung und Wirkrichtung anhand der theoretischen (2.1) und empirischen (2.3) Literatur formuliert werden. Dabei muss nochmals betont werden, dass die bisherigen Studien explorativer Natur sind und auf Regionen basieren, die – v.a. in Bezug auf die Erschliessung mit ÖV – meist einen anderen Verkehrskontext aufweisen als die Schweiz.

### 3.2.1 Ersatzmodus

Allein die vorhandene Vielfalt an Marken, Modellen und Fahrzeugtypen zeigt, dass Menschen bei der Nutzung von Verkehrsmitteln ganz unterschiedliche Aspekte bevorzugen und wertschätzen. Für die Betrachtung der Options- oder Nichtnutzung treten diese sehr individuellen, oftmals eher emotionalen, epistemischen und sozialen Motive (vgl. Abbildung 1-5) allerdings in den Hintergrund. Einige Autoren sprechen zwar explizit von qualitativ hochwertigen Services, welche erwartungsgemäss eine höhere Zahlungsbereitschaft hervorrufen (vgl. Bondermark & Johansson, 2017, S. 9, 13; Laird et al., 2013). Die Literatur bleibt aber bisweilen vage oder definiert Qualität als rein funktional im Sinne von häufigen und schnellen Verbindungen, was jedoch über spezifische Variablen abgebildet wird.

Die Variable **Qualität** könnte allenfalls als Reisekomfort umschrieben werden. Die Forschung zeigt allerdings, dass für den Wert einer Verkehrsoption deren Design wenig relevant ist (z.B. Scherer-Ohnmacht, 2012). Zwar kennt die Literatur einen verkehrsträgerbedingten «Rail Bonus», wonach Nutzer schienengebundene Fahrzeuge (z.B. Trams) den Strassenfahrzeugen bevorzugen (s. Utsunomiya, 2018, S. 555). Die Arbeit von Scherer-Ohnmacht (2012) zeigt jedoch, dass diese Präferenz primär über die Vortrittsberechtigung (bzw. mit der meist vom Strassenverkehr unabhängigen Trasse von Schienenfahrzeugen) zu erklären ist und kaum auf dem Fahrzeugdesign basiert (vgl. auch Johnson et al., 2013, S. 131; Wallis & Wignall, 2012, S. 10). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Fahrzeugcharakteristika bei der Optionsbewertung unbedeutender sind als bei der Nutzungsbewertung, da es primär darum geht, einen verlässlichen Backup-Service bereit zu wissen. Grundsätzlich hält aber bereits Lindsay (1969, S. 344) fest, dass Optionswerte je nach Qualitätsklasse unterschiedlich ausfallen können. Als Qualitätsklasse kann im öffentlichen (Schienen-)Verkehr der Schweiz die 1. Klasse von der 2. Klasse unterschieden werden. Ähnlich lässt sich auch der motorisierte Individualverkehr in Oberklasse-, Mittelklasse- und Kleinfahrzeuge einteilen.

H<sub>1-1</sub>    Höhere Komfortklassen (Qualität) resultieren in höheren OV.

Die bisherigen empirischen Arbeiten zum Optionswert unterscheiden primär nach Verkehrsform (MIV versus ÖV), wobei die **Taktung** als zentrales Attribut zur Optionsbewertung im ÖV beigezogen wird (Chang et al., 2012, S. 37). Eine höhere Frequenz geht mit einer höheren WTP einher (Chang et al., 2012, S. 52; Humphreys & Fowkes, 2006, S. 29; Roson, 2001, S. 1323; Utsunomiya, 2018, S. 558). Taktungen betragen typischerweise 7, 15, 30, 60 oder 120 Minuten (vgl. z.B. Johnson et al., 2013, S. 130; Laird et al., 2013, S. 13). Verkehrsmittel in vollem Besitz der nutzenden Person sind in der Regel permanent verfügbar (quasi Takt *null*) – mit den entsprechenden Leerständen. Wegen der menschlichen Verlustaversion (vgl. Geurs et al., 2006, S. 627, 634; Johnson et al., 2013, S. 132) liegt die WTA bei der Aufhebung oder Abschaffung eines Services (quasi Takt *unendlich*) bzw. die WTP für die Erhaltung eines Services besonders hoch (vgl. Geurs et al., 2006, S. 634; Laird et al., 2013, S. 151). Die Studie von Laird (2013, S. 151) zeigt, dass gerade bei Services mit tiefen Frequenzen (und Use Values) relativ hohe Optionswerte und Nonuse Values bestehen. Es ist weitgehend unklar, in welcher Form die WTP verläuft; die Frequenzveränderungen werden in der Literatur oft vereinfacht als linear angenommen (Chang et al., 2012, S. 37).

H<sub>1-2a</sub> Kürzere Taktungen (raschere Verfügbarkeit) führen zu höheren OV.

Da die Taktung von ÖV in der Regel im Tages- und Wochenverlauf variiert, führen einige Autoren auch separate Variablen für Abend- und/oder Wochenendbetrieb (Laird et al., 2013). Es kann davon ausgegangen werden, dass die WTP bei längeren **Betriebszeiten** höher ausfällt als bei kürzeren. Da abends und an Wochenenden allerdings eher Freizeitfahrten getätigt werden, dürfte die WTP nicht gleich hoch sein wie zu Stosszeiten mit vielen Fahrten zum Arbeits- oder Ausbildungsplatz (vgl. Variable *Reisezweck* und 4.1).

H<sub>1-2b</sub> Längere Betriebszeiten (im Tagesverlauf) resultieren in höheren OV.

Es kann davon ausgegangen werden, dass auch in Bezug auf Optionswerte schnellere Verbindungen zu einer höheren WTP führen als langsamere. Die (mittlere) **Geschwindigkeit** eines Optionsmodus muss daher berücksichtigt werden, wobei bei ÖV oder Sharing Schemes auch allfällige Zu- und Abgangszeiten bzw. die Distanz zum nächsten Haltepunkt einbezogen werden müssen. So zeigt die Arbeit von Johnson (2013, S. 134), dass die Nonuse Values sehr rapid abnehmen mit zunehmender Distanz zwischen Wohnort und Haltepunkt. Der Zugang zu Haltepunkten geschieht in den meisten Fälle zu Fuss (vgl. Litman, 2018, S. 7).

H<sub>1-3a</sub> Höhere Geschwindigkeiten (*Distanz/Reisezeit*) führen zu höheren OV.

Die Geschwindigkeit ist nicht nur von der Verkehrsform abhängig, sondern auch von der Reiseroute bzw. der **Distanz** der Reise. Die Studie von Laesser und Reinhold (2010, S. 18–19) deutet darauf hin, dass der öffentliche Nahverkehr verhältnismässig höhere Optionswerte generiert als der Fernverkehr. Während der öffentliche Fernverkehr teils hohe Use Values und Konsumentenrenten generiert, sind dessen Optionswerte relativ klein sind (Laesser & Reinhold, 2010, S. 19). Dies dürfte aber weniger mit der gefahrenen Distanz als mit der (potenziell) tieferen Nutzungsfrequenz des Fernverkehrs zusammenhängen.

H<sub>1-3b</sub> Grössere Distanzen gehen einher mit höheren OV.

Gleichzeitig kann die **Reisezeit** über dieselbe Distanz je nach Situation (wie z.B. typische Tageszeit und Verkehrslage) unterschiedlich ausfallen.

H<sub>1-3c</sub> Kürzere Reisezeiten führen zu höheren OV.

Auch das Preisniveau dürfte einen entscheidenden Faktor für die Bewertung eines Optionsmodus darstellen. Die vorhandenen Studien variieren den **Preis** nicht, sondern führen eine Bewertung zum gegebenen Preisniveau durch (vgl. auch Bohm, 1975, S. 733). Ein teurer Optionsmodus ist wohl eher weniger wert als ein günstiger; ein zu teurer Optionsmodus wird gar nicht als solcher in Betracht gezogen. Ein Optionsmodus muss allerdings insgesamt teurer sein als der primäre Modus, sonst würde das Individuum ökonomisch irrational handeln (vgl. dazu auch 2.2.3).

H<sub>1-4</sub> Tiefere Wegkosten (Ersatzmodus) ergeben höhere OV.

Der Optionswert ist definitionsgemäss (2.1.3) abhängig von der Unsicherheit, die angebots- oder nachfrageseitig auftritt (vgl. auch Bishop, 1982, S. 13–14). Die **Angebotsunsicherheit** von ÖV ist in der Schweiz in der kurzen und mittleren Frist relativ tief, da diese Modi mit einer hohen Verlässlichkeit planmässig verfügbar sind. In der längeren Frist (länger als ein Jahr) kann es in der Folge von (politischen) Investitionsentscheiden und Leistungsvereinbarungen durchaus zu Angebotsveränderungen kommen. Im Fall von Sharing Schemes kann die Angebotsunsicherheit hoch sein, da die Auslastung nicht unbedingt vorhersehbar ist. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass eine tiefere wahrscheinliche Verfügbarkeit bzw. eine höhere Angebotsunsicherheit des Ersatzmodus mit einer tieferen Zahlungsbereitschaft für die Option einhergeht (Bondemark & Johansson, 2017, S. 13).

H<sub>1-5</sub> Tiefere Angebotsunsicherheit (Ersatzmodus) führt zu höheren OV.

Neben Preis, Taktung, Betriebszeiten, Geschwindigkeit, Qualität und Angebotsunsicherheit sehen manche Personen auch Umweltfreundlichkeit, soziale Inklusion und kulturelles Vermächtnis als relevante Variablen eines Modus. Tatsächlich können solche indirekten Werte und Nonuse Values identifiziert werden (vgl. 3.2.5); diese tragen jedoch nicht zum Optionswert bei, sondern müssen von diesem isoliert werden (vgl. Abbildung 1-4).

### 3.2.2 Wegcharakteristik

Bei der Betrachtung einer Reise stellt sich zunächst die Frage, mit welchem Modus diese normalerweise bestritten wird und welcher Modus als Backup zur Anwendung kommt. Bei derselben Person können für unterschiedliche Wege durchaus verschiedene primäre und sekundäre Verkehrsmittel zum Einsatz kommen: So könnte der Besuch des Ferienhauses im Normalfall per (Sharing) Auto (und Ersatzmodus ÖV), die regelmässige Fahrt zur Arbeit aber per Bahn (und Ersatzmodus MIV) und der tägliche Einkauf zu Fuss oder per Sharing-Fahrzeug geschehen. Die Optionsbewertung dürfte daher von Eigenheiten des Wegs abhängig sein.

Eigenheiten wie der **Preis** des auf einem spezifischen Weg normalerweise benutzten Modus dürften Auswirkungen auf die Optionsbewertung haben. So zeigen Chang et al. (2012, S. 51), dass Nutzer von eher teureren primären Modi auch eher höhere Optionswerte für Ersatzmodi hegen. Hier kann auch angemerkt werden, dass die Optionswerte von privaten Modi (klassischer MIV) gewissermassen im Kaufpreis und in den mit dem Besitz verbundenen fixen Kosten der Fahrzeuge internalisiert sind (DfT, 2014, S. 27; vgl. auch Teilstudie D).

H<sub>2-1</sub>     Höhere Wegkosten (Normalmodus) ergeben höhere OV.

Bereits in der ursprünglichen Optionswertdefinition von Weisbrod (1964) spielt die Unsicherheit eine zentrale Rolle. Es kann davon ausgegangen werden, dass die **Nachfrageunsicherheit** einen positiven Einfluss auf die Optionsbewertung hat: Je höher die Unsicherheit, dass für eine bestimmte Reise auf Ersatzmodi zurückgegriffen werden muss, desto wertvoller ist (mind. bei risikoaversen Individuen) deren Verfügbarkeit (vgl. Bondemark & Johansson, 2017, S. 9; Freeman, 1984, S. 1; Geurs et al., 2006). Die Nachfrageunsicherheit kann z.B. abhängig sein von externen oder schicksalhaften Faktoren wie Wetter oder Pannen (vgl. auch Hauser et al., 2015, S. 76–77; für theoretische Überlegungen zur Richtung des Optionswerts je nach Art des Gutes, Form der Nachfrage und Quelle der Nachfrageunsicherheit: s. Larson & Flacco, 1992, S. 193). Die Theorie zeigt, dass im Bereich der mittleren und tiefen Nutzungs-Wahrscheinlichkeiten mit einem im Vergleich zur erwarteten Konsumentenrente hohen Optionswert zu rechnen ist (Cicchetti & Freeman, 1971, S. 539; Freeman, 1984, S. 10).

H<sub>2-2</sub>     Höhere Nachfrageunsicherheit (Ersatzmodus) führt zu höheren OV.

Eng verwandt mit der Räumlichkeit ist die **Substituierbarkeit** einer Reise durch einen anderen Modus. Wenn ein Backup oder gar mehrere Ersatzmodi leicht verfügbar sind, liegt deren Optionswert tiefer. Wenn z.B. mehrere Autos zur Verfügung stehen, dürfte der Mehrwert von ÖV als Optionsmodus eher tiefer liegen (Bondemark & Johansson, 2017, S. 9; Chang et al., 2012, S. 46; Roson, 2001, S. 1324; Wallis & Wignall, 2012). Zahlen aus Kanada zeigen, dass rund ein Drittel der ÖV-Nutzenden (sog. Discretionary Riders) ein Auto zur Verfügung hätten (Litman, 2018, S. 7). Eine substituierende Wirkung hat auch die Möglichkeit von Homeoffice-Arbeit: Wer flexibel arbeiten kann, ist weniger auf Verkehrsmittel angewiesen. Wenn allerdings kein adäquates Substitut denkbar ist oder dessen Bereitstellung extrem kostspielig wäre, ist von hohen Optionswerten (und Nonuse Values) auszugehen (Krutilla, 1967, S. 780; Weisbrod, 1964, S. 474). Wenn der Service-Level des primären Modus hoch ist, dürfte auch die WTP für einen eher hohen Options-Service-Level gross sein (Chang et al., 2012, S. 53).

#### H2-3 Niedrigere Substituierbarkeit führt zu höheren OV.

Ebenfalls relevant ist die **Räumlichkeit** der Reise: Im urbanen Kontext mit einer Vielzahl potenzieller Backup-Modi dürfte der Optionswert eines einzelnen Modus eher kleiner ausfallen, wohingegen in suburbanen oder ländlichen Kontexten oft nur ein einzelner valabler Optionsmodus verfügbar sein dürfte (vgl. auch Variable zur *Substituierbarkeit*). So zeigen explorative Daten für Autobahnen eher höhere Werte im ländlichen Raum (Chang et al., 2017, S. 459). Umgekehrt dürfte das höhere Service-Level im städtischen Umfeld zu einer allgemein höheren Bewertung führen; dies ist allerdings bereits im Attribut der Taktung abgedeckt. Reisen können aber auch zwischen verschiedenen Räumen stattfinden, z.B. beim regelmässigen Pendeln von der Vorstadt in die Kernstadt, was ebenfalls zu besonderen Präferenzen führen dürfte (vgl. auch Chang, 2010, S. 264).

#### H2-4 Weniger urbane Reisekontexte gehen einher mit höheren OV.

Die zuvor genannten Beispiele zeigen bereits die Bedeutung des **Reisezwecks** für die Bewertung eines Optionsmodus (z.B. Bristow et al., 1991, S. 22). Es ist davon auszugehen, dass der Optionswert ähnlich dem Use Value bei arbeitsbedingten Fahrten höher ausfällt als bei Ausbildungs-, Freizeit- oder Einkaufsfahrten, da mit der Fahrt schliesslich Einkommen erzielt werden kann (vgl. auch Chang et al., 2017, S. 462). Je nach Reisezweck kann von unterschiedlichem Zwang («constraint») ausgegangen werden: Da die Flexibilität bezüglich des Arbeitsplatzes in der Regel minimal ist, dürfte der Wert einer Backup-Option hoch sein, wohingegen bei der Freizeitgestaltung in der Regel durchaus Flexibilität besteht.

#### H2-5 Zwingendere Reisezwecke resultieren in höheren OV.



### 3.2.3 Soziodemografie

Basierend auf der Literatur kann davon ausgegangen werden, dass persönliche Eigenschaften oder Haushaltscharakteristika einen signifikanten Einfluss auf die Optionsbewertung haben (z.B. Wallis & Wignall, 2012, S. 10). Walsh et al. (1984, S. 23) stellen in einer umweltökonomischen Studie fest, dass sozioökonomische Variablen oft stärkere Effekte auf die wahrgenommenen Optionswerte zeigen als auf andere TEV-Elemente.

Einzelne Studien zeigen, dass Männer eher höhere Bewertungen abgeben (Chang et al., 2017, S. 462), wobei der Einfluss des **Geschlechts** wohl auch kulturell bedingt oder von anderen Faktoren (wie z.B. Einkommen) abhängig sein dürfte.

H<sub>3-1</sub> Männer haben höhere OV (als Frauen).

Studien zeigen auch, dass die Bewertungen je nach **Alter** unterschiedlich ausfallen (s. Roson, 2001, S. 1324; Utsunomiya, 2018, S. 557). Menschen im arbeitsfähigen Alter nennen eher höhere Optionswerte, was erklärbar ist, da diese Menschen zur Erzielung ihres Einkommens eher auf eine sichere Verbindung bzw. allfällige Backup-Optionen angewiesen sind.

H<sub>3-2</sub> Menschen in höherem Alter haben höhere OV (als jüngere).

Es ist jedoch nicht klar, ob das Alter ausschlaggebend ist, oder ob nicht eher die je nach Altersklasse erzielten **Einkommen** einen grösseren Einfluss haben (vgl. Chang et al., 2017, S. 462). Höheres Einkommen dürfte mit höheren Optionswerten einhergehen (vgl. z.B. Bristow et al., 1992, S. 203). Wo ÖV-Services allerdings vor allem die Mobilität ärmerer Personen sicherstellen, kann es durchaus vorkommen, dass Haushalte mit tieferen Einkommen höhere Optionswerte zeigen (vgl. Laird et al., 2013, S. 1). So wird in den USA der ÖV (Transit) vielerorts als inferiores Gut gesehen, wobei dessen Benutzung mit zunehmendem Einkommen abnimmt – wer es sich leisten kann, vermeidet ÖV, weshalb Einkommen kein eindeutiger Indikator für die Options- und Nonuse-Bewertung sein muss (vgl. Painter et al., 2002, S. 407). Es lässt sich allerdings gemäss der Studie von Laird (2013, S. 12) nicht direkt von Personencharakteristika auf die Nutzung schliessen.

H<sub>3-3a</sub> Menschen mit höherem Einkommen haben höhere OV.

Ein ähnlicher Effekt wie das Einkommen könnte sich auch beim **Bildungsstand** zeigen: Höhere Bildung führt zu eher höheren Optionswerten. Dies könnte auf das ebenfalls tendenziell höhere Einkommen zurückzuführen sein – oder auch auf grössere Mobilität und damit verbundenen Bedarf für Ersatzmodi.

H<sub>3-3b</sub> Menschen mit höherem Bildungsstand haben höhere OV.

Mit der Einkommensklasse und dem Ausbildungsstand verwandte Effekte dürften sich auch im **Berufsstand** zeigen. Je nach Beruf ist die Mobilität und der Wert verlässlicher Mobilitätsoptionen höher (Chang et al., 2017, S. 462).

H<sub>3-3c</sub> Menschen mit höherem Berufsstand haben höhere OV.

Neben individuellen Merkmalen sind auch persönliche Haushaltscharakteristika bedeutsam. So dürfte die **Haushaltsgrösse** einen positiven Einfluss auf die Optionsbewertung haben, da mehr potenzielle Situationen mit einem Optionsnutzen denkbar sind, weil z.B. das primäre Verkehrsmittel des Haushalts überraschend nicht verfügbar ist. Es ist allerdings wichtig, hier allfällige Nonuse Values des befragten Individuums zu isolieren. Der Wert eines Verkehrsservice für (benachteiligte) Mitmenschen oder künftige Generationen sollte nicht mit dem Optionswert vermischt werden (vgl. Abbildung 1-4). Es dürfte nicht überraschen, wenn Nichtnutzende mit (Options-)Nutzenden im Haushalt eher höhere Optionswerte sehen (vgl. z.B. Geurs et al., 2006, S. 635; Painter et al., 2002, S. 403).

H<sub>3-4a</sub> Menschen aus grösseren Haushalten haben grössere OV.

Neben der Betrachtung der Anzahl Haushaltsmitglieder kann auch berücksichtigt werden, ob Kinder im Haushalt sind. Es ist davon auszugehen, dass mit Kindern häufiger Situationen entstehen, wo eine erhöhte Abhängigkeit von gewissen Verkehrsmitteln (z.B. Autos) besteht.

H<sub>3-4b</sub> Menschen mit Kindern haben grössere OV.

Ein weiteres relevantes Haushaltsmerkmal dürfte die **Wohnsituation** sein: Da Eigentümerinnen eher stärker an ihren Wohnsitz gebunden sind als Mieter, sehen diese eher höhere Optionswerte in der Verfügbarkeit von Transportoptionen. Mieter könnten ihren Wohnsitz kurzfristiger wechseln, um auf Veränderungen zu reagieren (vgl. auch Laesser & Reinhold, 2010).

H<sub>3-5</sub> Menschen mit Wohneigentum haben höhere OV (als Mieter).

Im Haushaltsmerkmal zur Wohnsituation klingt bereits an, dass neben «klassischen» soziodemografischen Merkmalen wie Geschlecht, Alter und Einkommen weitere persönliche Charakteristika mit der Bewertung von Transportoptionen verbunden sind.

### 3.2.4 Mobilitätssituation

Als zusätzliche personenspezifische Kategorie neben der Sozioökonomie hat die individuelle Mobilitätssituation Auswirkungen auf den Optionswert. Darunter werden all jene Variablen gefasst, welche das Individuum in Bezug auf die persönliche Mobilität beschreiben – v.a. hinsichtlich der untersuchten Wege und der dort benutzten Verkehrsmittel.

Besonders kennzeichnend für die persönliche Mobilitätssituation ist die Kaptivität bezüglich vorhandener Fahrzeuge oder Service-Subskriptionen. Explorationen von Bristow et al. (1991, S. 19) zeigen, dass diese zumindest mit Blick auf kurzfristige Einzelfälle relativ klein ist, da meist rasch Backups wie Mitfahrgelegenheiten bereitstünden. Zahlen von Litman (2018, S. 7) zeigen ebenfalls, dass mehr als die Hälfte der ÖV-Nutzenden entweder auf ein Fahrzeug oder eine Mitfahrgelegenheit zurückgreifen könnten; zudem würden Taxis oder Langsamverkehr benutzt. Da (potenzielle) **(Ersatz-)Fahrzeuge** in der Regel langfristig angeschafft werden, binden diese die Individuen und Haushalte jedoch an gewisse Mobilitätsformen.

H<sub>4-1a</sub> Menschen in Besitz von Ersatzfahrzeugen haben grössere OV.

Eine ähnliche, wenn auch weniger langfristige Situation als bei Fahrzeugeigentum ergibt sich beim Besitz von **(Backup-)Abonnementen** im Bereich von ÖV und Shared Mobility.

H<sub>4-1b</sub> Menschen in Besitz von Backup-Abos haben grössere OV.

Thematisch verwandt mit der Bereithaltung von Ersatzfahrzeugen, Abos und Versicherungen ist die individuelle **Risikoneigung**. Die theoretische Literatur zeigt, dass risikoaverse Individuen Optionsmodi im Sinne von Versicherungen klar als wertvoll einschätzen, während dies bei risikofreudigen Personen nicht der Fall sein muss (vgl. Byerlee, 1971, S. 526; Cicchetti & Freeman, 1971, S. 537). Gewisse Autoren sind jedoch der Ansicht, dass Optionswerte von risikoaversen Individuen bei inferioren Gütern zwar positiv, bei normalen Gütern (wie Transport) theoretisch aber auch negativ sein können (s. Hartman & Plummer, 1987, S. 215).

H<sub>4-2</sub> Menschen mit stärkerer Risikoaversion haben höhere OV (als risikofreudigere Menschen).

Während die Einkommenselastizität von Transport als normales Gut tendenziell positiv ist (mehr Nachfrage bzw. Mobilität bei höherem Einkommen), ist die Situation bei der Preiselastizität der Nachfrage je nach Kontext weniger klar (z.B. bei Möglichkeit zu Homeoffice oder breiter Backup-Verfügbarkeit). Es ist denkbar, dass die Nachfrage nach regelmässigen Reisen mit dem Normalmodus bei steigenden Preisen leicht unterproportional abnimmt, da ein Arbeits- oder Schulweg schlecht substituiert werden kann. Daher wird hier vermutet, dass Menschen mit tiefer **Nachfrageelastizität bei Normalwegen** mit Primärmodus auch höhere Optionswerte in bereitstehenden Ersatzmodi sehen.

H<sub>4-3a</sub> Menschen mit geringerer Preiselastizität der Nachfrage nach dem Normalmodus haben höhere OV.

In Bezug auf die **Nachfrageelastizität bei Backupwegen** mit Ersatzmodus kann eine ähnliche Vermutung angestellt werden: Menschen, die relativ wenig auf die Erhöhung von Bereithaltungskosten reagieren, dürften eher höhere Optionswerte sehen.

H<sub>4-3b</sub> Menschen mit geringerer Preiselastizität der Nachfrage nach der Bereithaltung eines Ersatzmodus haben höhere OV.

Als weitere mobilitätsorientierte Variable des Individuums kann die **Einstellung** gegenüber einer Transportmöglichkeit angeführt werden. Personen mit positiver Einstellung gegenüber ihrem Ersatzmodus dürften diesen eher als wertvoller erachten (vgl. Geurs et al., 2006, S. 634).

H<sub>4-4a</sub> Menschen mit positiverer Einstellung gegenüber dem Ersatzmodus haben höhere OV.

Verwandt mit der persönlichen Einstellung ist auch die vorhandene **Erfahrung** mit einem Ersatzmodus (vgl. auch Geurs et al., 2006, S. 634). Bei Routine im Umgang mit einem Modus sinkt die Hemmschwelle, diesen im Bedarfsfall effektiv zu nutzen oder als valable Backup-Option in Betracht zu ziehen.

H<sub>4-4b</sub> Menschen mit Erfahrung mit einem Ersatzmodus haben höhere OV.

Mit der Erfahrung verbunden sind teils auch die Klassifizierungen der verschiedenen Nutzergruppen bzw. die erwarteten **Nutzungsintensitäten** (vgl. auch bereits Weisbrod, 1964, S. 475). Strikte Nichtnutzende würden eine Verkehrsoption unter keinen Umständen wählen (da sie z.B. Captive User eines anderen Modus sind). Potenzielle Optionsnutzende würden diese notfalls in Betracht ziehen und regelmässige Optionsnutzende sind sogar öfters darauf angewiesen (vgl. Tabelle 2-7). Bondemark und Johansson (2017, S. 9) halten mit Verweis auf Roson (2001) fest, dass von einer negativen Korrelation zwischen Nutzungsintensität und Optionswert ausgegangen werden kann, da bei einer regelmässigen Nutzerin sich ein höherer Wertanteil in der erwarteten Konsumentenrente realisiert. Geurs et al. (2006, S. 628) messen jedoch bei höherer Nutzungsintensität eher höhere Optionswerte, wobei die Unterschiede zwischen regelmässigen Nutzern und Optionsnutzern überraschend klein sind.

H<sub>4-5</sub> Menschen mit seltener Nutzung des Ersatzmodus haben höhere OV.

Gerade bei unklaren oder umstrittenen Wirkungszusammenhängen wie diesem wird es interessant, die Ergebnisse der empirischen Untersuchung zu betrachten. Um die Erhebung mehrfach zu validieren, werden unterschiedliche Bewertungsmethoden geprüft.

### 3.2.5 Optionsbewertung

Basierend auf der theoretischen (2.1) und empirischen (2.3) Literatur kann festgehalten werden, dass Optionsbewertungen bislang meistens **indirekt** via Disaggregation aller Use- und Nonuse-Komponenten des Total Economic Value (TEV) oder über die Ermittlung von Optionspreis und erwarteter Konsumentenrente ( $OP - E[CS]$ ) durchgeführt wurden (vgl. Bishop, 1982, S. 14; Mendelsohn & Strang, 1984, S. 1098; Walsh et al., 1984, S. 14). Gemäss den methodischen Überlegungen (2.2) ist es jedoch auch denkbar, den Optionswert **direkt** zu ermitteln, falls entsprechende Backup-Zutrittsrechte (z.B. in Form von Subskriptionen, Versicherungsprämien oder Steuern) abgefragt werden können (CVM).

Als zusätzliche **indirekte** Indikation kann die Annäherung via Black-Scholes-Formel genutzt werden, wobei die Transportoption analog zu einer Finanzmarktoptionen modelliert wird (vgl. Tabelle 2-3). Da es sich dabei um einen möglichst rationalen Ansatz handelt, der folglich dem Optionswert als Bias der Wahrnehmung nicht ganz gerecht werden kann, handelt es sich um eine absolute Untergrenze möglicher Bewertungen. Eine zusätzliche **direkte** Variante stellt die Analyse von tatsächlichen Kosten für die Bereithaltung von Mobilitätsinstrumenten dar (z.B. Zweitfahrzeuge, Abonnemente oder Versicherungen). Weil es sich dabei um eine grobe Annäherung handelt, müssen die Resultate tendenziell als Obergrenze möglicher Bewertungen betrachtet werden.

- H<sub>5-1</sub> Transportoptionen können direkt bewertet werden via Zahlungsbereitschaft (OV) pro Monat für den gesicherten Zugang zum Ersatzmodus (Quasi-Mitgliedschaft).
- H<sub>5-2</sub> Transportoptionen können indirekt bewertet werden via Zahlungsbereitschaft für eine Optionsprämie (OP) pro Weg und die erwartete Konsumentenrente ( $E[CS]$ ) des Ersatzmodus (Quasi-Versicherung).
- H<sub>5-3</sub> Transportoptionen können indirekt («lower bound») angenähert werden via Modellierung der individuellen Transportoption analog zu einer Finanzoption (Black-Scholes-Formel).
- H<sub>5-4</sub> Transportoptionen können direkt («upper bound») angenähert werden via effektive Ausgaben für die Bereithaltung von Backup-Mobilitätsinstrumenten (Fahrzeuge, Abos, Versicherungen).

Die methodischen Ausgestaltungen der Optionsbewertungen werden in Kapitel 3.3 genauer vorgestellt. Dabei werden die unterschiedlichen direkten und indirekten Ermittlungsverfahren auf realen und hypothetischen Märkten ausdetailliert.

### 3.3 Operationalisierung

Nach der Darstellung des Forschungsmodells werden dessen Elemente weiter konkretisiert. Auf die Einordnung der vermuteten Zusammenhänge folgt ein Überblick über die Variablen, welche im Rahmen der empirischen Umsetzung in ein Befragungsinstrument integriert werden müssen, um die Hypothesen überprüfen zu können.

#### 3.3.1 Skalen und Zusammenhänge

Bei der Betrachtung der vermuteten Zusammenhänge zwischen den Variablen und dem Optionswert (3.1.2) wird ersichtlich, dass es sich mehrheitlich um «Je-desto-Hypothesen» handelt (vgl. Diekmann, 2017, S. 129). Die Optionsbewertung (Optionswert bzw. Optionspreis) wird dabei als abhängige, metrische Variable betrachtet. Die Bewertung wird typischerweise auf einer Ratioskala in «Utility» bzw. Geldwert (z.B. Schweizerfranken, CHF) gemessen. Die unabhängigen Variablen haben unterschiedliche Messniveaus (vgl. Tabelle 3-2): Es sind sowohl nominale (z.B. Wohnsituation, Fahrzeugbesitz) und ordinale Variablen (z.B. Bildungsstand, Risikoneigung) als auch intervall- (z.B. Datum, Uhrzeit) und ratioskalierte (z.B. Alter, Preis) Variablen enthalten.

| Skalen-/Messniveau         |                  | Interpretation                     | Beispiel-Variablen            |
|----------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Kategorial</b>          | <b>Nominal</b>   | gleich oder verschieden            | Wohnsituation, Fahrzeugbesitz |
|                            | <b>Ordinal</b>   | grösser, kleiner oder gleich       | Bildungsstand, Risikoneigung  |
| <b>Kardinal (metrisch)</b> | <b>Intervall</b> | Vergleichbarkeit von Differenzen   | Datum, Uhrzeit                |
|                            | <b>Ratio</b>     | Vergleichbarkeit von Verhältnissen | Alter, Preis                  |

Tabelle 3-2: Skalenniveaus, ansteigend von oben nach unten (Darstellung angelehnt an Diekmann, 2017, S. 291)

Die formulierten «Je-desto-Hypothesen» (vgl. Diekmann, 2017, S. 129) sind entweder monoton steigend (konverser Zusammenhang zwischen unabhängiger und abhängiger Variablen) oder monoton fallend (inverser Zusammenhang zwischen unabhängiger und abhängiger Variablen). Sofern auch die unabhängige Variable metrisch skaliert ist, können diese vermuteten Zusammenhänge anhand von (linearen und nicht-linearen) Funktionen detailliert untersucht werden (Diekmann, 2017, S. 132). Wegen einzelner nominal-skalierten Variablen sind auch «Wenn-dann-Hypothesen» vorhanden (vgl. Diekmann, 2017, S. 125). So kann bei der dichotomen Variablen zur Wohnsituation (Eigentum versus Miete) nur eine kategoriale Zuordnung gemacht werden: Wenn Eigentum, dann hoher Optionswert; wenn Miete, dann tiefer Optionswert – wobei hoch versus tief noch zu definieren ist. Ähnlich stellt sich die Situation bei der Variablen zum Fahrzeugbesitz dar, welche entweder mit Ja oder Nein codiert ist: Wenn Fahrzeugbesitz, dann hoher Optionswert; wenn kein Fahrzeugbesitz, dann tiefer Optionswert.

Weil diese Arbeit auch ein methodisches Ziel verfolgt, wurden neben den Je-desto- und Wenn-dann-Zusammenhängen auch vier eher «qualitative» Hypothesen zur möglichen Ermittlung von Optionswerten formuliert (H<sub>5</sub>). Damit verbunden ist die Entwicklung eines Instruments zur empirischen Erhebung von Optionswerten. Das Befragungsinstrument basiert auf der vorgestellten Konzeptualisierung des Optionswerts (2.1.3). Im Rahmen der methodischen Arbeit sind auch Elemente qualitativer Forschung erforderlich (vgl. Flick, 2017, S. 42), bevor die Studie ausgerollt werden kann.

Es ist wichtig anzumerken, dass die «quantitativen» Hypothesen zum Optionsmodus (H<sub>1</sub>), zum persönlichen Kontext (H<sub>2</sub>) und zum Reisekontext (H<sub>3</sub>) nicht zwingend kausal zu verstehen sind. So sehen gemäss Literatur Männer zwar tendenziell höhere Optionswerte als Frauen. Es kann jedoch vorliegend kein theoretisch entwickelter Ursache-Wirkungs-Zusammenhang zwischen Männlichkeit und hoher Optionsbewertung postuliert werden. Statt von einem ursächlichen Zusammenhang zwischen zwei Variablen muss in gewissen Fällen eher von einer «Merkmalsassoziation» gesprochen werden (Diekmann, 2017, S. 133).

Die vorgestellten Merkmale bzw. Attribute (Tabelle 3-1) befinden sich alle auf der Ebene des Individuums. Sowohl die abhängige (OV) als auch die unabhängigen Variablen bilden sogenannte Individualhypothesen (Diekmann, 2017, S. 135). Nicht nur die soziodemografischen Charakteristika der Person bzw. ihres Haushalts (H<sub>2</sub>), sondern auch die Parameter des spezifischen Optionsmodus (H<sub>1</sub>) und des persönlichen Reisekontexts (H<sub>3</sub>) sind als Individualmerkmale zu verstehen. Zudem ist der Optionswert per Definition ein Konstrukt der individuellen Wahrnehmung (vgl. 2.1.3).

Obwohl die Optionsbewertung auf individueller Ebene geschieht und mittels Individualhypothesen untersucht wird, sind letztlich auch aggregierte Aussagen möglich. Dies kann einerseits durch repräsentatives Sampling von Individuen und andererseits durch repräsentative Hochrechnung auf die Gesamtbevölkerung erreicht werden. So ist es beispielsweise denkbar, Nutzerinnen und Nutzer von verschiedenen (primären und/oder sekundären) Verkehrsmitteln zusammenzufassen. Typische Beispiele wären das Cluster der ÖV-Backupnutzer, welche im Bedarfsfall die Bahn mit Bus oder Tram kombinieren, oder das Cluster der Zweitwagen-Backupnutzerinnen, welche im Notfall auf den Zweitwagen zurückgreifen. Wenn verschiedenste Nutzerprofile aber auch soziodemografische Merkmale granular erfasst werden, können die resultierenden Erkenntnisse sehr präzise und repräsentativ auf eine Gesamtpopulation hochaggregiert werden.

### 3.3.2 Übersicht zur Empirie

Für die empirische Überprüfung der aus der Literatur gesammelten Hypothesen ist ein leistungsfähiges Erhebungsinstrument notwendig. Dieses muss alle zentralen Variablen für die inhaltlichen und methodischen Prüfungen der Optionsbewertung enthalten.

| Nr.   | Hypothesen zu Optionswerten (OV)                                                             | Zentrale Variablen                     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| H1-1  | Höhere Komfortklassen (Qualität) resultieren in höheren OV.                                  | ÖV-/Fahrzeug-Klasse [ $<$ ]            |
| H1-2a | Kürzere Taktungen (raschere Verfügbarkeit) führen zu höheren OV.                             | Taktung/Zugang (min)                   |
| H1-2b | Längere Betriebszeiten (im Tagesverlauf) resultieren in höheren OV.                          | Betriebsdauer (h)                      |
| H1-3a | Höhere Geschwindigkeiten (Distanz/Reisezeit) führen zu höheren OV.                           | Distanz/Reisezeit (km/h)               |
| H1-3b | Grössere Distanzen gehen einher mit höheren OV.                                              | Distanz (km)                           |
| H1-3c | Kürzere Reisezeiten führen zu höheren OV.                                                    | Reisezeit (h)                          |
| H1-4  | Tiefere Wegkosten (Ersatzmodus) ergeben höhere OV.                                           | Mittlerer Preis (CHF)                  |
| H1-5  | Tiefere Angebotsunsicherheit (Ersatzmodus) führt zu höheren OV.                              | Verfügbarkeit (%)                      |
| H2-1  | Höhere Wegkosten (Normalmodus) ergeben höhere OV.                                            | Mittlerer Preis (CHF)                  |
| H2-2  | Höhere Nachfrageunsicherheit (Ersatzmodus) führt zu höheren OV.                              | Ersatzbedarf (%)                       |
| H2-3  | Niedrigere Substituierbarkeit führt zu höheren OV.                                           | Alternativmodi (#)                     |
| H2-4  | Weniger urbane Reisekontexte gehen einher mit höheren OV.                                    | Raumtypologie [ $<$ ]                  |
| H2-5  | Zwingendere Reisezwecke resultieren in höheren OV.                                           | Reisezweck [ $\triangle$ ]             |
| H3-1  | Männer haben höhere OV (als Frauen).                                                         | Geschlecht [ $\triangle$ ]             |
| H3-2  | Menschen in höherem Alter haben höhere OV (als jüngere).                                     | Alter (Jahre)                          |
| H3-3a | Menschen mit höherem Einkommen haben höhere OV.                                              | Einkommen (CHF)                        |
| H3-3b | Menschen mit höherem Bildungsstand haben höhere OV.                                          | Bildungsstand [ $<$ ]                  |
| H3-3c | Menschen mit höherem Berufsstand haben höhere OV.                                            | Berufsstand [ $<$ ]                    |
| H3-4a | Menschen aus grösseren Haushalten haben grössere OV.                                         | Haushaltsgrösse (#)                    |
| H3-4b | Menschen mit Kindern haben grössere OV.                                                      | Kinderhaushalt [ $\triangle$ ]         |
| H3-5  | Menschen mit Wohneigentum haben höhere OV (als Mieter).                                      | Wohnsituation [ $\triangle$ ]          |
| H4-1a | Menschen in Besitz von Ersatzfahrzeugen haben grössere OV.                                   | Ersatzfahrzeug [ $\triangle$ ]         |
| H4-1b | Menschen in Besitz von Backup-Abos haben grössere OV.                                        | Backup-Abo [ $\triangle$ ]             |
| H4-2  | Menschen mit stärkerer Risikoaversion haben höhere OV (als risikofreudigere Menschen).       | Risikoneigung [ $<$ ]                  |
| H4-3a | Menschen mit geringerer Preiselastizität der Nachfrage nach dem Normalmodus haben höhere OV. | $\Delta$ Nachfrage/ $\Delta$ Preis (%) |
| H4-3b | Menschen mit geringerer Preiselastizität der Nachfrage nach dem Ersatzmodus haben höhere OV. | $\Delta$ Nachfrage/ $\Delta$ Preis (%) |
| H4-4a | Menschen mit positiverer Einstellung gegenüber dem Ersatzmodus haben höhere OV.              | Einstellung [ $<$ ]                    |
| H4-4b | Menschen mit Erfahrung mit einem Ersatzmodus haben höhere OV.                                | Erfahrung [ $\triangle$ ]              |
| H4-5  | Menschen mit seltenerer Nutzung des Ersatzmodus haben höhere OV.                             | Nutzungsintensität (#)                 |
| H5-1  | Transportoptionen können direkt bewertet werden via Zahlungsbereitschaft (OV).               | OV pro Monat (CHF)                     |
| H5-2  | Transportoptionen können indirekt bewertet werden via Zahlungsbereitschaften (OP – E[CS]).   | OP und CS pro Weg (CHF)                |
| H5-3  | Transportoptionen können indirekt angenähert werden via Modellierung als Finanzoption.       | Verspätungen (%) (min)                 |
| H5-4  | Transportoptionen können direkt angenähert werden via effektive Ausgaben für Backups.        | Mobilitätsinstrumente [ $\triangle$ ]  |

Tabelle 3-3: Übersicht über die aus der Literatur abgeleiteten Hypothesen mit zugehörigen benötigten Variablen; nach (1) Ersatzmodus, (2) Wegcharakteristik, (3) Soziodemografie, (4) Mobilitätssituation, (5) Optionsbewertung;

Legende zu Skalierungen und Masseinheiten: nominal [ $\triangle$ ]; ordinal [ $<$ ]; metrisch ( ), mit:

min = Minuten, h = Stunden, km = Kilometer, CHF = Schweizerfranken, # = Anzahl, % = Prozent



## 4 Umsetzung

Im vorliegenden Kapitel werden konkrete Umsetzungsvarianten zur Erreichung des Forschungsziels (Kapitel 1) diskutiert. Dabei fliessen die im Rahmen des umfassenden Literaturreviews (Kapitel 2) gewonnenen Erkenntnisse ein, wobei die methodischen Aspekte im Fokus stehen. Es sind verschiedene Ansätze denkbar, mit denen das entworfene Modell umgesetzt und die Hypothesen (Kapitel 3) geprüft werden können.

### 4.1 Rahmen

In den nachfolgenden Abschnitten wird der Umfang der geplanten Untersuchung besprochen. Einerseits ist es notwendig, den geografischen Rahmen abzustecken, andererseits muss auch die Untersuchungsebene innerhalb des Verkehrssystems festgelegt werden.

#### 4.1.1 Geografisch

Wie einleitend erwähnt, fokussiert die vorliegende Arbeit auf die Untersuchung von Optionswerten im Schweizer Personenverkehr. Dieser Rahmen ergibt sich aus mehreren Gründen. So zeigt der Blick auf die empirische Literatur (2.3), dass für die Schweiz keinerlei Optionswertstudien und Daten vorliegen. Hauser et al. (2015, S. 88) deuten an, dass dieser Umstand primär auf die nötigen Aufwände einer präzisen Erhebung zurückzuführen ist. Gleichzeitig erschwert oder verunmöglicht die hohe Kontextabhängigkeit von Optionswerten (3.2) deren Übertragbarkeit auf unterschiedliche Länder und Regionen.

Der schweizerische Kontext bietet mit der ausgebauten Schienen- und Strasseninfrastruktur und einem hochintegrierten und qualitativ hochstehenden ÖV-Service einzigartige Bedingungen (vgl. Laesser, 2004, S. 85). Den meisten Bewohnerinnen und Bewohnern dieses Landes stehen neben dem MIV meist valable ÖV-Alternativen und – besonders in städtischen Regionen – auch immer mehr Sharing Modes zur Verfügung. Verbunden mit der breiten Verfügbarkeit ist auch eine verbreitete multimodale Verkehrsnutzung. Dies zeigt sich in der soziodemografisch durchmischten Nutzerbasis von ÖV (und MIV), sodass die Schweiz als besonders interessantes und geeignetes Beispiel zur Untersuchung von Präferenzen im Personenverkehr betrachtet werden kann (vgl. Laesser, 2004, S. 85).

Das landesweit ausgebaute Strassennetz und der national koordinierte ÖV mit integriertem Ticketsystem und abgestimmter Taktung ermöglicht – im Gegensatz zu allen bisherigen, explorativen, meist auf Einzelservices basierenden ausländischen Untersuchungen – eine systemische Analyse des Optionswertes. Da das schweizerische Verkehrssystem in allen Landesteilen einen vergleichbaren Integrationsgrad aufweist, wird auf separate Untersuchungen in der französischsprachigen und der italienischsprachigen Schweiz verzichtet.

#### 4.1.2 Systemisch

Dank der koordinierten Entwicklung und Ausgestaltung der Verkehrsnetzte in der Schweiz, bietet sich eine systemweite Perspektive geradezu an. Dabei stellt sich die Frage, auf welcher Ebene dieses System analysiert werden soll. Da die vorliegende Arbeit den Personenverkehr untersucht, werden als «Verkehrsobjekte» (vgl. BFS, 2019b, S. 19) nur (natürliche) Personen betrachtet. Allfällige Optionswerte für Güterverkehr und von juristischen Personen (Organisationen) werden nicht erforscht. Zudem wird die Untersuchung auf (regelmässige) Wege zu Arbeits- oder Ausbildungsplätzen beschränkt, da der Zwangscharakter («constraint») bei diesen «produktiven» Reisen im Vergleich zu rein «konsumptiven» Freizeitwegen relativ hoch ist. Bei völlig optionalen Wegen ist kein Optionswert im engeren Sinn zu erwarten.

Bewertungen können grundsätzlich auf Ebene des Gesamtsystems (z.B. national), auf Ebene einer spezifischen Verkehrsverbindung (z.B. regional) oder auch auf Ebene des Individuums (z.B. Reisetagebuch) geschehen. Im Zentrum der Definition des Optionswerts (2.1.3) steht allerdings die individuelle Wahrnehmung, weshalb der Analysefokus primär auf dem (nicht) konsumierenden Individuum liegt. Basierend auf dem individuellen Reiseverhalten und persönlichen Präferenzen wird es letztlich möglich sein, Optionswerte auf die Gesamtpopulation und damit gewissermassen auf die Ebene des Gesamtsystems hoch zu aggregieren. Dies kann auf verschiedene Arten geschehen, z.B. via stratifizierte Zufallsstichprobe basierend auf dem Reiseverhalten der Schweizer Bevölkerung (vgl. Weis et al., 2021).

Eine Unterscheidung nach Verkehrsträger (vgl. Tabelle 1-1) erscheint wenig sinnvoll, da einerseits Wasser und Luft im Schweizer Binnenverkehr weitgehend irrelevant sind und andererseits auf Strasse und Schiene vergleichbare Service-Levels erreicht werden. Zudem kommen beide Verkehrsträger oft auch intermodal zur Anwendung (vgl. Viergutz & Scheier, 2018). Ähnlich verhält es sich mit der Unterscheidung nach Verkehrsform (vgl. BFS, 2019b, S. 19), da z.B. öffentlicher Strassenverkehr und Schienenpersonenverkehr ähnliche Service-Levels aufweisen und oft auch kombiniert benutzt werden. Die Erhebung auf Ebene des individuellen Reiseverhaltens soll daher so konzipiert sein, dass alle denkbaren schienen- und strassengebundenen Verkehrsformen von ÖV über MIV bis zu LV abgebildet werden können. Falls vorhanden können Schiffs- und Seilbahnreisen unter ÖV subsumiert werden.

Für die vorliegende Arbeit wird eine Art «Mikro- zu Makro-Vorgehensweise» vorgeschlagen: vom Individuum zum System, von einzelnen Attributen zu Transportoptionen. Die anwendbaren Methoden werden dazu im folgenden Unterkapitel dargestellt und diskutiert.

## 4.2 Methoden

Basierend auf dem definierten Rahmen (4.1) und dem Methodik-Review (2.2) werden nachfolgend die möglichen Umsetzungen erörtert. Dabei wird von den allgemeinen Bewertungsansätzen (2.2.1) und der Literatur zur Erfassung von Optionswerten im Allgemeinen (2.2.2) sowie im Personentransport im Speziellen (2.2.3) ausgegangen. Zudem werden die methodischen Explorationen früherer empirischer Arbeiten (2.3) berücksichtigt.

### 4.2.1 Herausforderungen

Bei der Entwicklung einer geeigneten Methodik soll ein besonderes Augenmerk auf den Herausforderungen und Hinweisen aus den bisherigen empirischen Arbeiten liegen. Wie Geurs et al. (2006, S. 615) feststellen, ist das Feld der Optionswertmessung im Transportwesen weit entfernt davon, entwickelt zu sein. In bisherigen Studien wurden v.a. kontingente Bewertungen (CVM) und/oder diskrete Auswahlexperimente (DCE) durchgeführt, um den (gesamten) wirtschaftlichen Wert einer bestimmten Verkehrsverbindung zu bewerten. Laird et al. (2009, S. 178) halten fest, dass es unklar ist, ob Optionswert-Schätzungen basierend auf DCE oder CVM robuster sind. Durch die Konzentration auf eine begrenzte Anzahl von Attributen (in erster Linie das Serviceintervall), reduzieren die Autoren die Komplexität (und Verallgemeinerbarkeit) ihrer Studien. Da es sehr schwierig ist, aussagekräftige Proxy-Attribute für die TEV-Komponenten einer Dienstleistung zu finden (vgl. Humphreys & Fowkes, 2006, S. 25), scheint es keinen Vorteil von DCE gegenüber CVM zu geben. Bei der Bewertung von Optionswerten (und Nonuse Values) geht es nicht so sehr darum, impulsive Entscheidungen hervorzurufen (wie bei DCE, die eine routinierte Verkehrsmittelwahl simulieren), sondern eher um die individuelle Reflexion über wahrgenommene Werte.

Während zuletzt primär CVM-Designs entworfen und getestet wurden, schlagen mehrere Autoren vor, unterschiedliche Methodologien komparativ anzuwenden (z.B. Chang et al., 2012, S. 53, 2017, S. 465; Geurs et al., 2006, S. 640). Zudem wird betont, grössere und repräsentativere Datensätze anzuwenden als in den bisherigen, meist explorativen Studien (Chang et al., 2017, S. 465; Geurs et al., 2006, S. 640; Johnson et al., 2013, S. 127). Der Vergleich mehrerer Methoden und der Einbezug umfangreicherer Daten erlaubt die verlässlichere Quantifizierung und Hochrechnung von Optionswerten auf die Gesamtbevölkerung. Die Samplegrösse sollte so gewählt werden, dass repräsentative Schlüsse für den gewählten geografischen und systemischen Rahmen möglich sind. Bei den heute vorliegenden Studien ist die Evidenzbasis noch zu klein, um sagen zu können, ob und wie Optionswerte (und Nonuse Values) mit der Service-Qualität, verfügbaren Substituten und sozioökonomischen Faktoren wie Autobesitz oder Raumstruktur variieren (Laird et al., 2009, S. 181).

Auch Wallis und Wignall (2012, S. 11, 60) fordern verfeinerte Fragebögen und umfassendere Untersuchungen möglicher Variablen, welche die Zahlungsbereitschaft (WTP) beeinflussen. Chang (2010, S. 264) betont, dass die Zahlungsbereitschaft als Funktion der verschiedenen Variablen wie Taktung und Distanz genauer charakterisiert werden sollte, da nicht von linearen Beziehungen ausgegangen werden könne. Geurs et al. (2006, S. 639–641) empfehlen zudem, unterschiedliche Zahlungsinstrumente sowie unterschiedliche Zahlungsperioden (z.B. monatlich versus jährlich) zu vergleichen, wobei auch die unterschiedlichen Zeithorizonte von Optionswerten berücksichtigt werden sollen (z.B. kurzfristiger Ersatzmodus im Fall eines Notfalls versus langfristiger Ersatzmodus im Fall eines Jobwechsels).

Chang (2010, S. 639) betont, dass verbesserte Regeln der Nutzergruppen-Zuteilung gefunden werden sollten, während Geurs et al. (2006, S. 639) allgemein bemängeln, dass Optionswerte statt individuell meist nur gruppenweise bestimmt werden können. Chang et al. (2012, S. 53) betonen die Wichtigkeit, auch Optionswerte (und Nonuse Values) von regelmässigen Nutzern eines Service zu studieren (statt nur auf die Gruppe der Optionsnutzer oder potenziellen Nutzer zu fokussieren). Neben den Nutzer-Kategorisierungen sollten auch die Wertkomponenten bzw. deren Subkategorien verfeinert werden: Wallis und Wignall (2012, S. 11, 60) betonen die Wichtigkeit präziserer Gewichtungen (der TEV-Elemente) während Laird et al. (2013, S. 23) bessere Arten der Disaggregation von WTP in Konsumentenrente, Optionswert und Nonuse Values fordern.

Unabhängig von den gewählten Methoden muss bei der Umsetzung berücksichtigt werden, dass Optionswerte sowohl in der eher kürzeren als auch in der längeren Frist existieren können (vgl. auch Geurs et al., 2006, S. 641; Hauser et al., 2013, S. 54). So bietet das Verkehrssystem der Schweiz nicht nur Transportalternativen für kurzfristige Notfälle (z.B. bei Pannen oder Schlechtwetter), sondern auch für mittelfristigen Bedarf (z.B. bei Ausweisentzug oder Fahr-unfähigkeit infolge eines Unfalls) und langfristige Änderungen (z.B. bei Fahruntauglichkeit im Alter oder veränderter Arbeitsplatzsituation). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Unsicherheit mit längerem Zeithorizont zunimmt, was eher höhere Optionswerte erwarten lässt (vgl. 3.2). Zugleich kann in der längeren Frist aber auch auf die veränderten Umstände reagiert werden, indem der Wohnort oder die benutzten Mobilitätsinstrumente gewechselt werden (geringere Kaptivität). Während in der kürzeren Frist marktliche Instrumente denkbar sind (z.B. Jahresabos), dürften längerfristige Optionswerte eher über politische Instrumente (z.B. Referenda) adressiert werden. Das Design der vorliegenden Untersuchung soll daher primär kurz- bis mittelfristigen Betrachtungen entsprechen.

#### 4.2.2 Varianten

Basierend auf den diskutierten Hinweisen erscheint es sinnvoll, verschiedene Methoden zu kombinieren und so die Verlässlichkeit der Bewertungen und der vermuteten Zusammenhänge zu erhöhen. Um die Ergebnisse der verschiedenen Methoden vergleichen zu können, sollten diese idealerweise bei demselben Sample zur Anwendung kommen. Bei der nachfolgenden Ausarbeitung der verschiedenen Varianten soll deren Kompatibilität im Sinn eines «within subject design» sichergestellt werden.

Optionswerte können direkt oder indirekt auf der Grundlage des beobachteten Verhaltens auf realen Märkten oder der Reaktionen auf hypothetischen Märkten bewertet werden (Mitchell & Carson, 1989, S. 75). Frühere explorative Studien zu bestimmten Verkehrsverbindungen untersuchten OV mittels hypothetischer Märkte durch direkte oder indirekte Befragung. Andere Studien konzipierten direkte oder indirekte Analysen realer Märkte, beispielsweise über hedonische Bewertungen. Die vorliegende Arbeit zielt darauf ab, die gesamte Bandbreite der Möglichkeiten zur Untersuchung von OV im Personenverkehr zu erkunden – im spezifischen Schweizer Kontext. Durch die Kombination von Strategien für direkte und indirekte Beurteilungen auf hypothetischen und realen Märkten werden vier komplementäre Ansätze konzipiert (Tabelle 4-1).

|                                                       | <b>Direkte Bewertung der Option</b>                                 | <b>Indirekte Bewertung der Option</b>                                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Eingeholte Antworten zu hypothetischen Märkten</b> | <b>Variante A</b><br>Erkundung mit offenem CVM (WTP)                | <b>Variante B</b><br>Berechnung über E(CS) und OP (WTP)                |
| <b>Beobachtetes Verhalten auf realen Märkten</b>      | <b>Variante D</b> (upper bound)<br>Kosten von Backup-Mobility-Tools | <b>Variante C</b> (lower bound)<br>Simulation mit Black-Scholes-Formel |

*Tabelle 4-1: Vier Varianten zur Ermittlung des Optionswerts im Personentransport (vgl. auch Tabelle 2-1)*

In den folgenden Abschnitten werden die vier methodischen Alternativen kurz vorgestellt und diskutiert. Variante A wird als Methode der Wahl für detaillierte Analysen der Auswirkungen des Reisekontexts, des persönlichen Kontexts sowie des primären und des Optionsmodus auf die Optionsbewertung angesehen (vgl. 3.1). Variante B dient als indirekte Prüfung, ob die offene Frage der kontingenten Bewertung (CVM) zuverlässige Werte liefert, wobei OV via E(CS) und OP ermittelt wird. Variante C bietet einen «rationalen» (lower bound) Benchmark für die Validierung von OV auf der Grundlage eines Marktproxys. Variante D ermöglicht ein (upper bound) Sense-Checking der Bewertungen auf der Grundlage der tatsächlichen Ausgaben für Backups-Mobility-Tools wie Zweitfahrzeuge und Versicherungen.

#### 4.2.2.1 Variante A: direkte Bewertung in hypothetischem Markt

Variante A ist der direkteste Ansatz zur Optionsbewertung. Die Personen werden mit dem (hypothetischen) Szenario konfrontiert, dass ihr normalerweise benutztes Transportmittel (Primärmodus) nicht verfügbar ist. Sie werden dann gebeten, ihre Verkehrsmittel-Alternative (Sekundärmodus) in einer einfachen kontingenten Bewertungsübung (CVM) zu bewerten. Die Frage basiert auf der Vorstellung, dass der Ersatzmodus nur dann zur Verfügung steht, wenn die Teilnehmenden im Voraus eine bestimmte Grundgebühr zahlen (monatliches Abo in Sinn einer Zutrittsgebühr; ohne Kosten für die eigentliche Nutzung). Die Befragten sind mit dem Zahlungsinstrument grundsätzlich vertraut, denn dieses existiert im Schweizer Verkehrssystem in Form von Abonnements, Mitgliedschaften, Vignetten und Versicherungen.

Indem die offene Frage auf einer realen Reise basiert (und die relevanten Attribute wie Zweck, Route, Modalität, etc. abgefragt werden), ist das Szenario nicht völlig hypothetisch, sondern kommt einer (regelmässigen) Reisesituation der befragten Person sehr nahe. Dies erleichtert die individuelle Reflexion über realistische Einschätzungen, da die Befragten nicht erst ein künstliches Szenario mit einer Reihe von Kontextvariablen verstehen müssen. Stattdessen kann sich die Person auf den wahrgenommenen Wert der Verfügbarkeit des individuellen Ersatzmodus konzentrieren. Um eine vertiefte Betrachtung zu gewährleisten und reichhaltigere Daten zu gewinnen, werden mehrere Preispunkte abgefragt: ein fairer, ein teurer und ein zu teurer Preis. Dieser Ansatz basiert auf einer von Laesser und Reinhold (2010) weitgehend überarbeiteten Version des Price Sensitivity Meters (PSM) von van Westendorp (1976). Die abgefragten Preisschwellen für die (monatliche) Gebühr sind mit unterschiedlichen Verhaltensreaktionen verbunden (vgl. Laesser & Reinhold, 2010, S. 10):

- *fair*: Ersatzmodus würde sicher noch genutzt werden
- *teuer*: Ersatzmodus würde sehr wahrscheinlich noch genutzt werden
- *zu teuer*: Ersatzmodus würde mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht genutzt werden (es würde auf den Weg verzichtet oder ein alternatives Backup gesucht werden)

Die Abfrage mehrerer Preispunkte vermittelt einen Eindruck von Nachfragekurven und Preiselastizitäten der Nachfrage. Zusätzlich zu den absoluten Werten können auch die marginalen Unterschiede zwischen den Preispunkten betrachtet werden (Laesser & Reinhold, 2010, S. 10). Es wird erwartet, dass dieser Ansatz einige Limitationen von CVM abmildern kann. Indem den Teilnehmern mitgeteilt wird, dass es bei der Umfrage nicht um die Einführung tatsächlicher Gebühren geht, sondern um die Erfassung der wahrgenommenen Werte, soll strategisches Antwortverhalten verhindert werden.

#### 4.2.2.2 Variante B: indirekte Bewertung in hypothetischem Markt

Variante B nähert sich dem Optionswert indirekt an via OP und E(CS), was Berechnungen auf der Grundlage der theoretischen Definition von  $OV = OP - E(CS)$  ermöglicht. Es ist schwierig, gültige ex ante (OP) und ex post (CS) Bewertungen zu ermitteln, ohne Personen über einen langen Zeitraum hinweg zu befragen (um z.B. saisonale Effekte auszuschliessen). Durch die Abfrage von OP und E(CS) in verschiedenen Phasen der Befragung sollten die beiden Werte jedoch auch innerhalb derselben Erhebung ermittelt werden können. Die Theorie legt nahe, dass risikoscheue Personen (vgl. auch H<sub>4.2</sub>) einen OP zahlen (bzw. nennen), der systematisch höher ist als das erhaltene (bzw. genannte) E(CS). Ähnlich wie bei Variante A werden die Teilnehmenden mit dem Szenario konfrontiert, dass ihr bevorzugter Ersatzmodus nur nach einer vorherigen Zahlung für den Zugang genutzt werden kann. Diese (hypothetische) Gebühr wird in Form eines Aufpreises («Optionsprämie») auf jedem regulären Weg mit dem primären Modus erhoben und funktioniert somit wie eine Versicherungsprämie pro Reise.

Wie in Variante A basieren die individuellen Antworten auf dem tatsächlichen Reiseverhalten. Die WTP für die «Optionsprämie» (OP) wird erfasst, indem die Individuen (ähnlich wie bei Variante A) einen fairen, teuren und zu teuren Aufpreis nennen ( $WTP_{op}$ ), der die Mobilität mit dem Ersatzverkehrsmittel garantiert – ohne die Kosten der eigentlichen Fahrt zu decken. CS wird über eine separate Frage nach der maximalen WTP pro Ersatzmodus-Weg ( $WTP_{maxb}$ ) und über die Abfrage der mittleren Wegkosten des Ersatzmodus ( $P_b$ ) ermittelt:  $CS = WTP_{maxb} - P_b$ . Die Berechnung von OP und E(CS) auf jährlicher Basis ermöglicht die Überprüfung der Zuverlässigkeit bzw. Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit Variante A:

$$OV = OP - E(CS) \triangleq n \cdot WTP_{op} - n \cdot p \cdot (WTP_{maxb} - P_b)$$

- *ex ante*: Wie hoch ist der akzeptierte Aufpreis pro Fahrt mit dem primären Modus, um im Bedarfsfall einen Ersatzmodus zu haben? → OP pro Jahr berechnet mit der Anzahl der (geplanten) Fahrten (n) und der «Optionsprämie» pro Fahrt.
- *ex post*: Bei wie vielen Fahrten wird der Ersatzmodus wahrscheinlich (p) zum Einsatz kommen und wie hoch ist dessen CS? → E(CS) pro Jahr berechnet über die wahrscheinlichen Ersatzmodus-Wege (n · p) und deren Konsumentenrente.

Variante B kann nicht nur als indirekte Validierung der kontingenten Bewertungen (CVM) von Variante A betrachtet werden, sondern auch für die Überprüfung aller inhaltlichen Hypothesen zum Optionswert genutzt werden (vgl. 3.2). Neben der Untersuchung des resultierenden Optionswerts aus  $OP - E(CS)$  kann auch die separate Analyse des erfassten OP und CS relevante Erkenntnisse liefern (vgl. Tabelle 2-9).

#### 4.2.2.3 Variante C: indirekte Bewertung in realem Markt

Variante C hat ihre Wurzeln in der Preisbildung auf Finanzmärkten und bietet einen mathematischen Massstab zur weiteren Validierung der aus den Varianten A und B gewonnenen Werte. Der Ansatz basiert auf der Analogie zwischen einer Call-Option im Finanzwesen und einem Reservemodus im Verkehrswesen, wie von Eco Northwest (2002, S. 31) beschrieben (vgl. 2.2.3.2). Ein Backup-Modus ist dann sinnvoll, wenn er zu vertretbaren Kosten verfügbar ist (in der Regel etwas teurer als der primäre Modus) und wenn die Volatilität (der Kosten) des primären Modus hoch genug ist, um diese Art der Absicherung zu erfordern.

Das grundlegende Modell zur Bewertung von Optionen von Black und Scholes (1973) kann (mit einigen Annahmen) auf den Reisekontext übertragen werden. Es ist jedoch kein Beispiel für eine tatsächliche Anwendung dieser Methode bekannt. Sie wird daher hier als weitere Variante vorgeschlagen, um den OV indirekt zu berechnen und einen weiteren Anhaltspunkt für die Bewertung zu bieten, der auf der Idee realer (und rationaler) Märkte beruht. Der mittels Formel simulierte «rationale» Optionswert muss allerdings als «lower bound» Schätzung verstanden werden, da der umweltökonomische Optionswert gerade nicht rational ist, sondern ein Bias darstellt.

- $S$ : zugrunde liegender Preis (z.B. Preis pro Aktie);  
hier: Kosten pro Fahrt mit dem primären Modus
- $X$ : Ausübungspreis (z.B. Preis pro Aktie bei Ausübung);  
hier: Kosten pro Fahrt mit dem sekundären Modus
- $\sigma$ : Volatilität von  $S$  (in % pro Jahr);  
hier: Volatilität der Kosten des Primärmodus
- $T$ : Zeit bis zum Verfall der Option (in % eines Jahres);  
hier: Häufigkeit der Nutzung des Sekundärmodus pro Jahr

Unter Annahme einer *Standardnormalverteilung* ( $N$ ) und eines gegebenen risikofreien Zinssatzes ( $r$ ) lässt sich der (theoretische) Marktwert eines Ersatzverkehrsmittels finanziell leicht berechnen. Für eine präzise Berechnung ist es allerdings wichtig, sowohl beim primären ( $S$ ) als auch beim sekundären ( $X$ ) Modus alle möglichen Kosten einzubeziehen. Dies bedeutet, dass neben bezahlten Preisen (Kraftstoffe, Strassenbenutzung, Parkplätze, etc.) auch Zeitkosten für Wartezeiten, Wegzeiten und Suchzeiten berücksichtigt werden müssen ( $S_p + S_i$ ;  $X_p + X_i$ ). Die Volatilität des primären Verkehrsträgers ( $\sigma$ ) kann auf der Grundlage der preislichen Schwankungen und der zeitlichen Abweichungen der regulären Reisezeit ( $\sigma_1$ ), der durchschnittlichen Verspätungen ( $\sigma_2$ ) und der Häufigkeit der Verspätungen ( $\sigma_3$ ) berechnet werden.



#### 4.2.2.4 Variante D: direkte Bewertung in realem Markt

Variante D ist eine weitere Annäherung an Optionswerte über reale Marktdaten, wobei diese direkt über die Analyse von Mobilitätsinstrumenten ermittelt werden, die von der Einzelperson oder dem Haushalt zur Sicherstellung ihrer Mobilität gekauft werden. Zu solchen Markttransaktionen gehören Abonnements für sekundäre Modi, der Kauf von (Zweit-)Fahrzeugen sowie Mobilitätsversicherungen. Durch die Begrenzung der Unsicherheit (oder Volatilität) der Transportkosten beinhalten solche marktbasierten Angebote einen gewissen Optionswert. Über die Abfrage und Annäherung der tatsächlichen Ausgaben für derartige Optionsinstrumente ist eine weitere Überprüfung der Werte aus den Varianten A und B möglich.

Für alle potenziellen Ersatzmodi sind marktliche Instrumente denkbar, deren Wert – zumindest teilweise – vom Optionswert getrieben ist: MIV, ÖV und Sharing Modes können als Backups in Betracht gezogen werden.

- *Eigene (Zweit-)Fahrzeuge (f):*  
Können eine maximale Option darstellen (mit entsprechenden Kosten – unter Berücksichtigung der Abschreibung etc.), die fast immer sofort verfügbar ist.
- *Sharing-Abos, z.B. Mobility Carsharing (g):*  
Können eine attraktive Option sein, die Zugang zu gemeinsam genutzten Fahrzeugen innerhalb eines bestimmten Zeitraums und zu einem vorhersehbaren Preis ermöglicht.
- *ÖV-Abonnemente, z.B. SBB Halbtax-Abonnement (h):*  
Können eine wertvolle Option darstellen, die die maximale Volatilität der Transportkosten begrenzt (z.B. 50% des vollen Preises im Fall des SBB Halbtax).
- *Mobilitätsversicherungen, z.B. TCS Membership bzw. Insurance (i):*  
Können eine günstige und dennoch zuverlässige Option sein – mit gewisser Wartezeit, wenn die Option (Assistance) in Anspruch genommen wird.

Durch die Abfrage der zugehörigen Attribute, z.B. hinsichtlich der Vollkosten eines Zweitwagens (jährliche Stand-by-Kosten,  $F_p$ ), sind gewisse Annäherungen und Plausibilisierungen möglich. Da sich der Wert eines Autos allerdings noch über weitere Motive wie etwa Prestige konstituiert, muss die resultierende Schätzung als «upper bound» verstanden werden. Ähnlich verhält es sich auch bei (Flatrate-)Verkehrsabonnements: Bei deren Kauf können neben dem Optionswert ebenfalls zusätzliche Elemente wie die gesteigerte Convenience mitschwingen, da während der Abo-Periode keine weiteren Tickets gekauft werden müssen (vgl. Wittmer et al., 2014, S. 39). Auch beim Abschluss einer Mobilitätsversicherung dürften neben der sichergestellten Mobilität weitere Leistungsbestandteile genauso wichtig sein, so z.B. Pannenhilfe und Reparaturen im Fall einer Motorfahrzeug-Assistance-Versicherung.

### 4.2.3 Konzeption

Ziel dieser Studie ist es, ein Erhebungsinstrument zu entwickeln, das eine umfassende Untersuchung des wahrgenommenen Optionswerts im Personenverkehr ermöglicht. Das Instrument muss daher in der Lage sein, verschiedene methodische Ansätze (Varianten A, B, C, D) zur Bewertung des OV einzubeziehen. Dabei sollen zwecks Hypothesenprüfung alle aus der Literatur gesammelten Variablen abgefragt werden. Darüber hinaus werden zusätzliche Variablen einbezogen, um ein detailliertes Verständnis zu gewinnen und auch Bezüge zu bestehenden Nutzungsbewertungen herstellen zu können (z.B. Weis et al., 2021).

Um die Optionsbewertung in einem realistischen Szenario durchführen zu können, soll am tatsächlichen Reiseverhalten angeknüpft werden. Da individuelle Reiseangaben mit möglichst präzisiertem Start- und Endpunkt sehr persönliche Daten sind, muss deren vertrauliche Bearbeitung durchwegs sichergestellt sein (vgl. auch EDÖB, 2018). Der Erhebung wird folgender Hinweis vorangestellt:

***Welchen Wert haben Verkehrsmittel-Alternativen für Sie?***

*Beantworten Sie die Fragen basierend auf Ihrem tatsächlichen Reiseverhalten und Ihrer persönlichen Wahrnehmung. Die erhobenen Daten werden streng vertraulich behandelt und nicht auf individueller Ebene ausgewertet. Für den Erfolg der Studie ist es zentral, dass Sie den Fragebogen vollständig und wahrheitsgemäss ausfüllen. Mit dem Start der Umfrage stimmen Sie der anonymen Verarbeitung Ihrer Daten zu.*

Der vorgeschlagene Fragebogen baut auf dem Reiseverhalten der Befragten auf und erfasst zunächst die relevanten Attribute des **Reisekontexts** (Normalfall) einer regelmässigen Reise:

***Denken Sie an einen konkreten Weg, den Sie in der Schweiz regelmässig zurücklegen.***

*Es sollte sich um einen regelmässigen Arbeits- oder Schulweg innerhalb der Schweiz handeln, den Sie nicht (nur) zu Fuss zurücklegen. Versetzen Sie sich gedanklich in Ihre spezifische Situation. Beantworten Sie alle nachfolgenden Fragen für Ihren gewählten regelmässigen Weg.*

Zu den befragten Variablen gehören Zweck, Häufigkeit, Modus, Dauer, Preis (minimal/maximal wahrgenommene Kosten) und Start-/Endpunkt der Reise. Im folgenden Abschnitt werden die Eigenschaften des **primären Modus** erfasst. So werden die Qualität des Services oder des Fahrzeugs, das Risiko von Verspätungen sowie die durchschnittlichen Verspätungen, die Unsicherheit der Nachfrage und die Substituierbarkeit sowie die Konsumentenrente des Primärmodus abgefragt. Im folgenden Abschnitt wird das **Optionsszenario** (Bedarfsfall) vorgestellt. Dabei sollen bei den Befragten alle individuell relevanten Situationen mit Ersatzmodus-Bedarf evoziert werden:

***Angenommen, Ihre normalerweise für den genannten Weg benutzte Transportmöglichkeit ist am spezifischen Tag nicht erwartungsgemäss nutzbar.***

*Es kann ein einmaliges oder vorübergehendes Problem vorliegen: schlechte Wetterlage, Stau-meldungen und Verkehrsstörungen, Panne am Fahrzeug, Verletzungen und Fahrunfähigkeit, Ausweisentzug oder andere Unwägbarkeiten. Beantworten Sie die nachfolgenden Fragen angesichts der für Sie denkbaren Gründe.*

Die Individuen werden nach ihrem wichtigsten Ersatzmodus, der entsprechenden Reisezeit, der erwarteten Nutzungshäufigkeit und der Angebotsunsicherheit des Modus gefragt. Darüber hinaus werden Merkmale des bevorzugten **Ersatzmodus** erhoben. Dazu gehören die Zeit für den Zugang zum Fahrzeug bzw. die Verfügbarkeit/Taktung des Service, die Betriebszeiten im Tagesverlauf sowie der Preis des Backups (minimal/maximal wahrgenommene Kosten) pro Weg. Die anschliessende **Optionsbewertung** bildet den Kern der Befragung:

***Angenommen, Ihre für den konkreten Weg benutzte Transportalternative ist im Bedarfsfall nur verfügbar bei vorgängiger Bezahlung einer speziellen Gebühr.***

*Stellen Sie sich vor, Sie könnten Ihre bevorzugte Transportalternative [...] für Ihren spezifischen Weg [von ... nach ...] im Bedarfsfall (z.B. schlechte Wetterlage, Verkehrsstörungen, Panne, Fahrunfähigkeit, Ausweisentzug oder andere Unwägbarkeiten) nur nutzen, wenn Sie eine Gebühr entrichten – ähnlich einer Art von Abo, Lizenz, Vignette, Mitgliedschaft oder Versicherung. Versetzen Sie sich gedanklich in die konkrete Situation. Wichtig: Es geht nicht darum, entsprechende Preise einzuführen. Über die Abfrage der Zahlungsbereitschaft soll Ihre «Wertschätzung» für die Transportalternative ermittelt werden.*

Der OV wird direkt über die WTP für eine (hypothetische) Grundgebühr pro Monat erfragt (Quasi-Lizenz oder -Mitgliedschaft; vgl. 4.2.2.1). Anhand einer alternativen WTP-Frage wird der OP zudem als (hypothetische) Zusatzgebühr abgefragt, die pro Normalweg mit dem primären Modus zu entrichten ist (Quasi-Versicherungsprämie; vgl. 4.2.2.2). Zur Anregung der Reflexion werden die Werte dreistufig abgefragt: *fair* (ich würde dies mit Sicherheit bezahlen), *teuer* (ich würde dies mit hoher Wahrscheinlichkeit bezahlen), *zu teuer* (ich würde dies nicht bezahlen bzw. auf die Reise verzichten). Ergänzt werden diese Fragen mit einem separaten Abschnitt über die **Optionsnachfrage**, beginnend mit der Erhebung von Elastizitäten und CS. Darüber hinaus werden Mindestanforderungen an den Zugang bzw. den Takt und die Betriebszeiten bzw. die Verfügbarkeit erhoben. Schliesslich werden die anderweitigen Nutzungen des Ersatzmodus (bezüglich Reisezwecks und Nutzungsintensität) erfasst. Zudem wird die individuelle Einstellung gegenüber dem Ersatzmodus abgefragt. Die Umfrage wird mit einem Abschnitt über den **persönlichen Kontext** abgeschlossen, der die individuelle Risikobereitschaft, Soziodemografie und Mobilitätsinstrumente der Person und/oder des Haushalts umfasst.

Nachfolgend werden die zentralen Komponenten des entwickelten Erhebungsinstruments aufgelistet (Tabelle 4-2). Eine exemplarisch befüllte Version der interaktiven, personalisierten Online-Befragung befindet sich im Anhang (I). Zudem findet sich im Anhang (II) dieser Arbeit auch ein Verzeichnis aller erfassten Variablen mit Kurzbeschreibung.

| Abschnitt                        | Variablen                                 | Variante A               | Variante B               | Variante C                                                     | Variante D |
|----------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------|------------|
| Reisekontext<br>(Normalfall)     | Zweck der Reise                           |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Häufigkeit der Reise                      | n (Anzahl Wege)          |                          |                                                                |            |
|                                  | Primärer Modus                            |                          |                          |                                                                | f/g/h      |
|                                  | Reisezeit (primärer Modus, pro Weg)       |                          |                          | S <sub>t</sub> , $\sigma_1$ (Kosten von t)                     |            |
|                                  | Preis (primärer Modus, pro Weg)           | P <sub>a</sub>           |                          | S <sub>p</sub> (pro Weg)                                       |            |
|                                  | Start-/Endpunkt (von _ bis _)             |                          |                          | S <sub>1</sub> , X <sub>1</sub> (km)                           |            |
| Primärer Modus                   | Konsumentenrente (max. WTP)               |                          |                          | S <sub>2</sub> (Kosten/km)                                     |            |
|                                  | Qualität (Service/Fahrzeug)               |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Risiko von Verspätungen                   |                          |                          | $\sigma_3$ (von n Wegen)                                       |            |
|                                  | Durchschnittliche Verspätungen            |                          |                          | $\sigma_2$ (Kosten von t)                                      |            |
|                                  | Unsicherheit der Nachfrage                | p (von n Wegen)          |                          |                                                                |            |
|                                  | Substituierbarkeit                        |                          |                          |                                                                |            |
| Optionsszenario<br>(Bedarfsfall) | Ersatzmodus (Backup-Option)               |                          |                          |                                                                | F/G/H/I    |
|                                  | Reisezeit (Ersatzmodus, pro Weg)          |                          |                          | X <sub>t</sub> (Kosten von t)                                  |            |
|                                  | Erwartete Nutzung (Häufigkeit)            | E (von n Wegen)          | T                        |                                                                |            |
|                                  | Angebotsunsicherheit (Ersatzmodus)        |                          |                          |                                                                |            |
| Optionsmodus                     | Qualität (Service/Fahrzeug)               |                          |                          | X <sub>2</sub> (Kosten/km)                                     |            |
|                                  | Zugangszeit/Verfügbarkeit                 |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Betriebszeiten (Tagesverlauf)             |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Preis (Ersatzmodus, pro Weg)              | P <sub>b</sub> (pro Weg) | X <sub>p</sub> (pro Weg) | F <sub>p</sub> /G <sub>p</sub> /H <sub>p</sub> /I <sub>p</sub> |            |
| Optionsbewertung                 | Wert der Option                           | OV (pro Monat)           |                          |                                                                |            |
|                                  | Preis der Option                          |                          | OP (pro Weg)             |                                                                |            |
| Optionsnachfrage                 | Elastizität (Reduktion der Wege bei OP)   |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Konsumentenrente (Ersatzmodus)            | CS (pro Weg)             |                          |                                                                |            |
|                                  | Zugangszeit/Verfügbarkeit (Taktung)       |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Betriebszeit/Verfügbarkeit (Tagesverlauf) |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Nutzergruppe (Backup, versch. Nutzung)    |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Reisezwecke (Backup, versch. Nutzung)     |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Einstellung (zum Ersatzmodus)             |                          |                          |                                                                |            |
| Persönlicher Kontext             | Risikoneigung                             |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Geschlecht                                |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Jahrgang                                  |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Bildungsstand                             |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Berufsstand                               |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Eigene Fahrzeuge (persönlich/Haushalt)    |                          |                          |                                                                | f          |
|                                  | Mitgliedschaften (Sharing Mobility)       |                          |                          |                                                                | g          |
|                                  | Fahrausweise (SBB-Halbtaxabo, etc.)       |                          |                          |                                                                | h          |
|                                  | Versicherungen (TCS Assistance, etc.)     |                          |                          |                                                                | i          |
|                                  | Grösse des Haushalts (Erwachsene/Kinder)  |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Wohnsituation (Miete/Eigentum)            |                          |                          |                                                                |            |
|                                  | Einkommen (persönlich)                    |                          |                          |                                                                |            |

Tabelle 4-2: Entwickeltes Instrument zur Erhebung und Analyse von Optionsbewertungen im Personenverkehr; Variablen werden unter 3.1.2 vorgestellt, Kürzel in den Spalten zu Varianten A/B/C/D unter 4.2.2 eingeführt; für Variante A sind (fast) alle Variablen relevant, bei Varianten B/C/D primär jene mit Kürzel in den Spalten; kursiv: optionale Inputs für die Ermittlung der jeweiligen Variante; für konkrete Umsetzung: s. Anhang I

### 4.3 Erhebung

Das entwickelte Erhebungsinstrument sollte Resultate mit Repräsentativität, Reliabilität und Validität hervorbringen. Repräsentativität wurde gewährleistet durch die Zusammenarbeit mit einem professionellen Marktforschungsunternehmen, welches ein entsprechendes Panel bereitstellen konnte. Reliabilität und Validität wurden im Rahmen von sorgfältigen Pretests sichergestellt. Alle der genannten methodischen Varianten (4.2.2) bedurften letztlich einer angemessenen Vorgehensplanung, um die Qualität der Resultate zu gewährleisten. Im Feld der umweltökonomischen Transportforschung konnte hierbei auf umfangreiche Literatur und Bewertungsrichtlinien zurückgegriffen werden (z.B. Bateman et al., 2002; Pearce & Özdemiroğlu, 2002; auch Sharp & Cullen, 1991; Mitchell & Carson, 1989).

| Phasen            |                                     | Aktionen                                                                                                                                        |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1 Setup</b>    | <b>Online-Tool</b>                  | Integration aller Variablen in ein funktionales Online-Befragungsinstrument (unipark.de als Plattform, Teil von questback.com bzw. Tivian)      |
| <b>2 Pretests</b> | <b>Small Scale</b><br>(Sample: 10)  | Test und Verfeinerung der aufgesetzten Umfrage via persönliche Interviews (Beobachtung der Teilnehmenden und Identifikation von Problemstellen) |
|                   | <b>Large Scale</b><br>(Sample: 100) | Test der verfeinerten Web-Umfrage anhand eines studentischen Samples (Prüfung auf systematische Fehler anhand Antworten von Erstsemestrigen)    |
| <b>3 Sampling</b> | <b>Online-Panel</b>                 | Anbindung der finalisierten Web-Umfrage an Sampling des Panel-Anbieters (Intervista, betreibt Panel auf eigener Installation von questback.com) |
| <b>4 Field</b>    | <b>Soft Launch</b><br>(1 Tag)       | Launch der Befragung im repräsentativen Panel des Marktforschungsinstituts (Monitoring des Antwortverhaltens und kleine Anpassungen am Survey)  |
|                   | <b>Full Launch</b><br>(14 Tage)     | Launch der Befragung bis zur Erreichung von 2000 kompletten Teilnahmen (Monitoring des Antwortverhaltens, Nachsteuerungen via Survey und Panel) |
| <b>5 Closing</b>  | <b>Aggregation</b>                  | Zusammenführung der Screening-Daten aus dem Panel mit den Antworten (zur Vorbereitung der Datenbereinigung und -anreicherung, s. Kapitel 5)     |

*Tabelle 4-3: Ablauf der Datensammlung mit zentralen Aktionen der Pretest- und Feldphase*

Zur Umsetzung der Erhebung wurde zunächst ein geeignetes Befragungsinstrument aufgesetzt, das dann in einer ausführlichen Pretest-Phase verfeinert und validiert wurde. Anschließend konnte die Erhebung anhand eines repräsentativen Samples skaliert werden. Während einer sorgfältig überwachten Feldphase wurden die nötigen Teilnahmequoten erzielt, sodass die Erhebung mit der Aggregation aller gesammelten Daten abgeschlossen werden konnte. In den nachfolgenden Abschnitten werden die fünf Phasen (Tabelle 4-3) erläutert.

### 4.3.1 Setup

Die Erhebung wurde zwischen Juli und Dezember 2021 in der deutschsprachigen Schweiz geplant und umgesetzt. Damit war diese weitgehend unberührt von direkten Mobilitätseinschränkungen infolge der Covid-19-Pandemie: Nach Abflachen der dritten Welle wurde in der Schweiz per 26. Juni 2021 die Homeoffice-Pflicht aufgehoben (BAG, 2021). Diese wurde erst per 20. Dezember 2021 mit Blick auf die ungewisse Entwicklung der fünften Welle mit einer neuen Mutation wieder eingeführt. Bewegungsdaten zeigen, dass sich die Mobilität in der Schweiz ohne Lockdown und Homeoffice-Pflicht jeweils relativ rasch wieder dem Niveau vor der Pandemie annäherte (Intervista, 2021b, S. 10). Nachhaltig betroffen von reduzierter Mobilität war vor allem der ÖV (Intervista, 2021b, S. 13). Bei der Untersuchung von Optionswerten gilt es zu berücksichtigen, dass viele Menschen seit der Pandemie – zumindest im Einzelfall – leichter auf einen Weg verzichten können und stattdessen auf die Möglichkeit des Homeoffice oder Distance-Learning zurückgreifen können. Auf das konkrete Setup der Umfrage hatte die Pandemie jedoch keine negativen Auswirkungen. Ganz im Gegenteil: die pandemisch bedingte, verstärkte Konfrontation aller Altersgruppen mit digitalen Werkzeugen dürfte die Benutzung von Online-Surveys zusätzlich erleichtert haben.

Als **Befragungsinstrument** wurde die Online-Plattform unipark.de gewählt. Bei dieser Plattform handelt es sich um die akademische Version der webbasierten Umfragesoftware von questback.com, welche von der Universität St. Gallen für Forschungszwecke lizenziert ist. Die Plattform unipark.de bzw. questback.com wird von der Firma Tivian mit Sitz in Oslo und Köln auf ISO-zertifizierten Rechenzentren in Deutschland DSGVO-konform betrieben (Tivian, 2021). Die Plattform bietet nicht nur vielfältige Befragungsinstrumente, sondern auch eine umfassende Teilnehmerverwaltung. Die Verwaltung der Befragten (Quotierung, Einladungsver-sand, Vergütung, etc.) wurde in der vorliegenden Untersuchung zwar vom externen Marktforschungsinstitut geleistet, dieses operiert jedoch auf derselben technologischen Plattform.

Die Umfragesoftware von Unipark ist hochgradig anpassbar. Dies wurde genutzt, um die Befragung mit einem adaptiven Layout (für alle Bildschirmgrößen) mit einheitlicher Farbcodierung samt Logo der Universität zu versehen. Die vorhandenen Fragetypen können vielfältig angepasst und mit Ausblendbedingungen (basierend auf logischen Operatoren) versehen werden. Weitere Personalisierungen sind möglich, indem benutzerdefinierte Variablen (z.B. zur Multiplikation zweier Antwortfelder) generiert und im Verlauf der Befragung eingebunden werden. Neben Pflichtantworten können verschiedenste Antwortformate definiert und Plausibilitätschecks samt Fehlermeldungen hinterlegt werden (serverseitig via PHP oder clientseitig via JavaScript), was die Antwortqualität erhöht. Weitergehende Anpassungen wären mittels sog. Lua-Code möglich, worauf hier aber nicht zurückgegriffen werden musste.

### 4.3.2 Pretests

Nach dem Entwurf und Setup des Fragebogens wurde dieser anhand eines kleinen Samples überprüft und verfeinert. Da die Befragung auf dem individuellen Reiseverhalten basiert, ist diese sehr komplex. Dank personalisierten Fragen, die dynamisch auf vorangehende Antworten aufbauen, wurde die Komplexität der Befragung für die Teilnehmenden minimiert. Zudem wurde die Beantwortung gewisser Fragen erleichtert, indem Listen zur automatischen Vervollständigung erfasst wurden. Sobald die Befragten mit der Eingabe ihres Start- oder Endpunktes beginnen, werden basierend auf Postleitzahl-/Orts-Eingaben und basierend auf den rund 27000 ÖV-Haltepunkten der Schweiz hinterlegte Destinationen vorgeschlagen (BAV, 2021; vgl. BFS, 2019d). Um die Funktionalität und Verständlichkeit dieser Elemente zu prüfen, wurde das Befragungsinstrument direkt online aufgesetzt, getestet und weiterentwickelt.

In einer **ersten Pretest-Phase** wurde im Sommer 2021 auf eine kleine Stichprobe von zehn Personen mit unterschiedlichem persönlichem Hintergrund und Reiseverhalten zurückgegriffen. Die Probandinnen und Probanden waren so ausgewählt, dass das Befragungsinstrument mit möglichst vielfältigen Szenarien und Modus-Kombinationen (primärer Modus versus Ersatzmodus) getestet werden konnte. Zudem wurde darauf geachtet, dass die Personen mit unterschiedlichen Geräten (PC, Mac, Smartphone) und Browsern (Chrome, Safari, Edge) auf die Umfrage zugreifen. In individuellen Sitzungen wurden die Teilnehmenden während der Beantwortung der Umfrage beobachtet. Irritationen im Verlauf des Ausfüllens wurden vom Beobachter protokolliert. Nach Abschluss des Web-Survey erfolgte zudem ein Debriefing, bei welchem die Befragten nach der «User Experience» des Tools befragt wurden.

Erkenntnisse aus dem ersten Pretest resultierten einerseits in Verbesserungen der Darstellung: So wurden einzelne Fragetypen optimiert (z.B. für bequemerer Ausfüllen via Smartphone), die Anzahl Fragen pro Seite besser ausbalanciert, die Reihenfolge gewisser Fragen korrigiert, die Formatierung der Antwortfelder enger definiert und die verfügbaren sowie akzeptierten Antwortoptionen verfeinert. Zudem konnten basierend auf vorangehenden Antworten dank Filterbedingungen irrelevante Fragen oder Antwortoptionen einzeln ausgeblendet werden. Andererseits zeigte sich bei gewissen Formulierungen Präzisierungsbedarf: So wurden Szenarien geschärft, Fragen stärker personalisiert und um Ausfüllhinweise ergänzt. Ausserdem wurden individuelle, dynamische Elemente der Frage systematisch grün hervorgehoben und besonders relevante Wörter unterstrichen. Die Bewertungsfragen wurden speziell gegliedert und farblich hervorgehoben (vgl. Anhang I). Grundsätzlich zeigte sich im Test, dass die Befragung mit dem konzipierten Instrument funktioniert: Der Fragebogen wurde als spannend empfunden und die Bewertungsfrage stiess bei den Teilnehmenden auf Akzeptanz.

In einer **zweiten Pretest-Phase** wurde im Herbst 2021 der verfeinerte Fragebogen anhand von 100 kompletten Antworten eines Studierendensamples getestet. Das Sample konnte rekrutiert werden, indem der Fragebogen im Rahmen eines Kurses mit rund 1800 Erstsemestrigen geteilt wurde. Am Ende zweier Kurzumfragen des Kurses wurde der Link zum Pretest als optionale Zusatz-Umfrage platziert: *Zusatz-Umfrage für deutschsprachige Studierende: Welchen Wert haben Verkehrsmittel für Sie? Gewinnen Sie einen Einblick und unterstützen Sie unsere aktuelle Forschung im Transportbereich: Link*. Das Befragungsinstrument wurde für diesen Pretest um ein offenes Textfeld ergänzt, welches den Teilnehmenden für optionales Feedback offensteht: *Vielen Dank für Ihre Teilnahme! Schreiben Sie in das Textfeld, falls Sie uns ein Feedback zur Umfrage zukommen lassen wollen. Wir danken Ihnen für Kommentare, Verbesserungsvorschläge und andere Hinweise*.

Nach Eingang von 100 vollständigen Antworten wurde der Pretest geschlossen und ausgewertet. Anhand dieses grösseren Tests konnten systematische Probleme und Häufungen sowie seltenere Kombinationen und Anforderungen ermittelt werden. So zeigte sich, dass gehäuft reine Fusswege und kaum (regelmässige) Einkaufs- oder Freizeitwege genannt wurden. Diese Erkenntnis führte zu einer Schärfung des geforderten Anfangsszenarios und einer Vorgabe des Reisezwecks (bzw. eine spätere Einschränkung auf Arbeits- und Schulwege). Zudem wurden einzelne Antwortoptionen erweitert oder um offene Antwortfelder ergänzt (z.B. Abo- und Fahrzeugtypen). Auch in diesem grossen Pretest zeigte sich kein systematisches Problem. Die qualitativen Rückmeldungen offenbarten, dass sich Pretester mit Ersatzmodus «zu Fuss» mit der Umfrage etwas schwertun («Gewisse Fragen waren sehr hypothetisch und realitätsfremd»). Dies ist insofern verständlich, als dass die Bewertung eines Fusswegs innerorts recht abstrakt ist. Vereinzelt wurde zudem die Länge der Fragen und des Fragebogens bemängelt («Teilweise zu lange Texte»; «Quiz war ein bisschen zu lang»). Auch diese Rückmeldung ist nachvollziehbar, da der Mental Load der Fragen aufgrund der Komplexität des Themas relativ hoch lag. Zudem war die prognostizierte Umfragedauer im Einleitungstext mit 12 Minuten eher tief angesetzt (vgl. auch 4.3.3). Insgesamt war die Resonanz im (anonymen) Feedbackfeld allerdings sehr positiv: «Spannende Umfrage!», «Sehr gut strukturierte Umfrage», «Die Umfrage war als Reflexion über mein Mobilitätsverhalten äusserst interessant».

Die ermutigenden qualitativen Rückmeldungen aus dem persönlichen und dem anonymen Pretest erlaubten erste quantitative Checks des Datensatzes. Für die spätere Wiederverwendbarkeit wurde die Bereinigung des Datensatzes und die deskriptive Analyse mit Syntax in SPSS (Software-Package von IBM) aufgesetzt. Sämtliche erfassten und berechneten Variablen wurden anhand einer tabellarischen und/oder grafischen Ausgabe in einem SPSS Output-File überprüft. Die Erwartungen bezüglich Verkehrsmittelnutzung und Bewertung bewegten sich dabei im erwarteten Rahmen, sodass die Studie skaliert werden konnte.



### 4.3.3 Sampling

Nach den iterativen Pretests mit kontinuierlichen Verfeinerungen zwischen Juli und September 2021 und Probeauswertungen im Oktober wurde im November die Feldphase vorbereitet. Dank Funding durch das SBB Lab an der Universität St. Gallen konnte dabei auf das Online-Panel des professionellen Marktforschungsinstituts Intervista zurückgegriffen werden. Die Unternehmung verfügt über langjährige Expertise, insbesondere auch im Bereich von Mobilitätsstudien (z.B. Intervista, 2021b; Laesser & Reinhold, 2010, 2013). Intervista pflegt ein Online-Panel mit 100 000 Personen in der ganzen Schweiz und bietet für selbst entwickelte und programmierte Umfragen auch ein sogenanntes «Sampling-Only» (Intervista, 2021a).

Bei einem Sampling-Only-Projekt werden die Panelisten von Intervista gemäss vom Auftraggeber definierter Quotierung ausgewählt und angeschrieben. Nach Beantwortung der relevanten Quotierungsfragen werden die Teilnehmenden auf den Online-Fragebogen geleitet, welcher auf den Servern von unipark.de gehostet wird (vgl. Tabelle 4-4). Bei Komplettierung der Umfrage werden die Panelisten zurück auf das Intervista-System geschickt, damit deren Incentive korrekt eingebucht wird (Bonus-System von Intervista, wobei pro Antwortminute umgerechnet ca. CHF 0.20 gutgeschrieben werden). Für die persönliche Zuordnung wird der URL der Umfrage ein sog. Get-Parameter mit der Panelisten-ID angehängt, welche im Antwortdatensatz auf unipark.de gespeichert und bei der Rückleitung im Fall einer kompletten Umfrage zusammen mit einem entsprechenden Return-Ticket zu intervista.ch zurückübergeben wird. Neben der Möglichkeit der Incentivierung haben personalisierte Einladungslinks den Vorteil, dass Panelisten unterbrochene Umfragen jederzeit an der korrekten Stelle fortsetzen können – unabhängig vom Browser (bzw. clientseitigen Cookies).

| <b>Ablaufschritte<br/>und Ort der Aktion (Server bzw. Service)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Survey-Host<br/>unipark.de</b> | <b>Panel-Host<br/>intervista.ch</b> |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1                                                                  | Setup, Aktivierung und Monitoring der Online-Umfrage<br>z.B. <a href="https://ww2.unipark.de/uc/optionswert/">https://ww2.unipark.de/uc/optionswert/</a>                                                                                                       | X                                 |                                     |
| 2                                                                  | Quotierung und Einladungsversand mit persönlichen Links für Panelisten<br>z.B. <a href="https://survey.intervista.ch/gto.php3?syid=216195&amp;code=abcd1234">https://survey.intervista.ch/gto.php3?syid=216195&amp;code=abcd1234</a>                           |                                   | X                                   |
| 3                                                                  | Beantwortung der Umfrage nach Einladung bzw. Erinnerung per Mail<br>z.B. <a href="https://ww2.unipark.de/uc/optionswert/?a=abcd1234">https://ww2.unipark.de/uc/optionswert/?a=abcd1234</a>                                                                     | X                                 |                                     |
| 4                                                                  | Rückübernahme nach Komplettierung zwecks Incentivierung der Panelisten<br>z.B. <a href="https://survey.intervista.ch/s/216195/ospe.php3?c_0001=3&amp;return_tic=abcd1234">https://survey.intervista.ch/s/216195/ospe.php3?c_0001=3&amp;return_tic=abcd1234</a> |                                   | X                                   |

*Tabelle 4-4: Ablauflogik eines Sampling-Only-Projekts; exemplarische, vereinfachte Panelisten-ID in URL ist hier als code=abcd1234 dargestellt, Statusvariable c\_0001=3 meldet Komplettierung («3») zurück*

Im Rahmen der Quotierung wird festgelegt, welche Panelisten sich für die Teilnahme an einer Befragung qualifizieren. Zudem dient die Quotierung der Erzielung eines repräsentativen Samples. In einem Panel können bereits vorhandene Stammdaten zur Quotierung und Einbindung genutzt werden, was die Befragungsdauer verkürzen kann. Da sich gerade als Folge der Covid-19-Pandemie gewisse Änderungen (z.B. bezüglich Abo-Besitz) ergeben haben dürften, wurden in der vorliegenden Untersuchung jedoch alle relevanten Daten neu abgefragt. Die Quotierung erfolgte nach Alter, Abo-Besitz, Gemeindetyp und Bildungsniveau. Zudem wurden mit der Beschränkung auf Arbeits- und Schulwege nur Personen in Arbeit oder Ausbildung befragt, was die sog. Inzidenzrate auf 85 % reduziert. Über die Frage nach dem Beruf wurden im Rahmen des Screenings jene rund 15 % der 15- bis 65-Jährigen, die nicht erwerbstätig oder in Ausbildung sind, ausgefiltert («ausgescreened»). All diese soziodemografischen Variablen wurden bereits auf dem System von Intervista geprüft, bevor Individuen auf den Fragebogen geschickt wurden. Die entsprechenden Fragen konnten folglich im Fragebogen ausgeblendet werden. Zudem konnte der Einleitungstext auf der ersten Umfrageseite minimiert werden, da die Panelisten bereits auf der Seite von Intervista auf die Thematik und die voraussichtliche Umfragedauer der Studie hingewiesen wurden.

| Kriterium                    | Quote                 | Target | Erreicht | Stand | Gewichtung |
|------------------------------|-----------------------|--------|----------|-------|------------|
| Region                       | Deutschschweiz        | 2000   | 2050     | 103 % | 0.97       |
| Gemeindetypologie            | Städtisch             | 1380   | 1296     | 102 % | 0.98       |
|                              | Ländlich/intermediär  | 620    | 754      | 104 % | 0.96       |
| Bildungsniveau               | Hoch                  | 640    | 642      | 102 % | 0.98       |
|                              | Tief/mittel           | 1260   | 1408     | 103 % | 0.97       |
| Abonnementstyp               | Generalabonnement     | 210    | 208      | 99 %  | 1.01       |
|                              | Halbtaxabonnement     | 750    | 772      | 103 % | 0.97       |
|                              | Strecken-/Verbund-Abo | 280    | 291      | 104 % | 0.96       |
|                              | Anderes Abo           | 2      | 2        | 100 % | 1.00       |
|                              | Kein Abo              | 758    | 777      | 103 % | 0.97       |
| Altersgruppe nach Geschlecht | m, 15 bis 29 Jahre    | 254    | 268      | 106 % | 0.94       |
|                              | m, 30 bis 44 Jahre    | 321    | 328      | 102 % | 0.98       |
|                              | m, 45 bis 65 Jahre    | 441    | 450      | 102 % | 0.98       |
|                              | w, 15 bis 29 Jahre    | 241    | 248      | 103 % | 0.97       |
|                              | w, 30 bis 44 Jahre    | 312    | 305      | 98 %  | 1.02       |
|                              | w, 45 bis 65 Jahre    | 433    | 451      | 104 % | 0.96       |

*Tabelle 4-5: Quotierung von Intervista mit Target eines repräsentativen Samples der Bevölkerung in der Deutschschweiz zwischen 15 und 65 Jahren; kursiv: effektiv erreicht per 7.12.2021*

Nach dem Setup der Quotierung und einem kurzen Test der Anbindung des Online-Survey an das Online-Panel konnte die Befragung an das ausgewählte Sample ausgespielt werden. Die Erzielung der definierten Quote wurde seitens Intervista sichergestellt.

#### 4.3.4 Feldphase

Die Feldphase der Umfrage dauerte von Montag 22. November bis Montag 6. Dezember 2021. Der Hauptanteil aller Antworten wurde zwischen dem 23. und dem 27. November 2021 gesammelt (Tabelle 4-6). Die Befragung wurde jedoch bis zum 6. Dezember 2021 offen behalten – für spät auf Einladungsmails reagierende Panelisten. Insgesamt gingen 2050 Antworten ein, sodass die meisten Quoten-Targets (vgl. Tabelle 4-5) mehr als erfüllt wurden.

| <b>Zugriffe</b> | <b>Insgesamt</b> | <b>(%)</b>   | <b>Beendet</b> | <b>(%)</b>   |
|-----------------|------------------|--------------|----------------|--------------|
| 22.11.2021      | 59               | 1.98 %       | 50             | 2.44 %       |
| 23.11.2021      | 498              | 16.74 %      | 327            | 15.95 %      |
| 24.11.2021      | 381              | 12.81 %      | 254            | 12.39 %      |
| 25.11.2021      | 653              | 21.95 %      | 442            | 21.56 %      |
| 26.11.2021      | 349              | 11.73 %      | 256            | 12.49 %      |
| 27.11.2021      | 356              | 11.97 %      | 271            | 13.22 %      |
| 28.11.2021      | 215              | 7.23 %       | 155            | 7.56 %       |
| 29.11.2021      | 167              | 5.61 %       | 110            | 5.37 %       |
| 30.11.2021      | 59               | 1.98 %       | 35             | 1.71 %       |
| 01.12.2021      | 31               | 1.04 %       | 20             | 0.98 %       |
| 02.12.2021      | 177              | 5.95 %       | 111            | 5.41 %       |
| 03.12.2021      | 23               | 0.77 %       | 13             | 0.63 %       |
| 04.12.2021      | 1                | 0.03 %       | 1              | 0.05 %       |
| 05.12.2021      | 4                | 0.13 %       | 3              | 0.15 %       |
| 06.12.2021      | 2                | 0.07 %       | 2              | 0.10 %       |
| <b>Total</b>    | <b>2975</b>      | <b>100 %</b> | <b>2050</b>    | <b>100 %</b> |

*Tabelle 4-6: Zugriffsstatistik von unipark.de, widerspiegelt Wellen von Einladungs- und Erinnerungs-Versand durch Intervista*

Im Rahmen des **Soft-Launch** wurde am 22. November 2021 anhand eines ersten Teilnehmer-samples ( $n = 25$ ) geprüft, ob die Antwortaktivität im Rahmen der Erwartungen liegt. Die Abbruchrate von 25 % und die Antwortdauer von 16 Minuten (Median) befanden sich in der Toleranz, sodass die Umfrage vollständig gestartet werden konnte. Im Verlauf der ersten 24 Stunden der Befragung stieg die Abbruchrate zwischenzeitlich jedoch auf 36 %, weshalb zu Beginn des **Full-Launch** Gegenmassnahmen ergriffen werden mussten (Vorgabe Intervista: maximal 30 % Abbrüche, um das Panel nicht über die Massen zu beanspruchen).

Eine Analyse der Abbrüche zeigte gehäufte Ausstiege bei Innerortspendlern ohne Abobesitz, welche ihren Arbeitsweg problemlos zu Fuss zurücklegen können. Aus dem Pretest war bereits bekannt, dass viele dieser Personen nicht bereit sind, ihren Fussweg zu bewerten. Da davon auszugehen ist, dass die Personen mit Ersatzmodus «zu Fuss» durchwegs Bewertungen von CHF 0 abgeben würden, wurden diesen zur Reduktion der Abbrüche die entsprechenden Evaluationsfragen nicht mehr angezeigt.

Die weitere Analyse der Antwortdaten zeigte zudem, dass einzelne Personen nicht bereit sind, eine «theoretische» Optionsgebühr zu entrichten (pro Monat oder pro Weg). Einige dieser Personen würden im entsprechenden Szenario kurzfristig das Homeoffice nutzen (vgl. Diskussion zu Folgen der Pandemie) oder längerfristig Änderungen an ihren Lebensumständen vornehmen. Zur weiteren Reduktion der Abbruchrate wurde deshalb der Plausibilitätscheck bei der Bewertungsfrage etwas gelockert, sodass reine «Protestvotes» von CHF 0 (auch für «teuer» und «zu teuer») möglich wurden. Diesen Personen wurde die Folgefrage «Auf wie viele Wege verzichten Sie bei Einführung einer Gebühr von X pro Weg...» ausgeblendet; stattdessen wurde (bei X = CHF 0) eine Alternativfrage gestellt: «Wie reagieren Sie, wenn das normale Verkehrsmittel nicht verfügbar ist: «Homeoffice / Arbeitsplatz wechseln / Wohnort wechseln / Sonstiges: \_\_\_\_». Mit den genannten Massnahmen konnten die Abbrüche im fortgeschrittenen Stadium (Seite «Optionsbewertung») bedeutend reduziert werden.

| Abbrüche nach Seite    | Abbrüche   | (%)            | Fortgeschrittene | (%)            |
|------------------------|------------|----------------|------------------|----------------|
| Startseite             | 32         | 1.08 %         | 2975             | 100.00 %       |
| Reisekontext           | 214        | 7.19 %         | 2943             | 98.92 %        |
| Primärer Modus         | 278        | 9.34 %         | 2729             | 91.73 %        |
| Optionsszenario        | 67         | 2.25 %         | 2451             | 82.39 %        |
| Optionsmodus           | 107        | 3.60 %         | 2384             | 80.13 %        |
| Optionsbewertung       | 196        | 6.59 %         | 2277             | 76.54 %        |
| Optionsnachfrage       | 30         | 1.01 %         | 2081             | 69.95 %        |
| Persönlicher Kontext   | 1          | 0.03 %         | 2051             | 68.94 %        |
| Schlussseite           | 0          | 0.00 %         | 2050             | 68.91 %        |
| <b>Beendet</b>         |            |                | <b>2050</b>      | <b>68.91 %</b> |
| <b>nach Unterbruch</b> |            |                | <b>219</b>       | <b>7.36 %</b>  |
| <b>Abgebrochen</b>     | <b>925</b> | <b>31.09 %</b> |                  |                |

Tabelle 4-7: Abbrüche nach Abschnitt der Umfrage (vgl. Tabelle 4-2)

Bedeutendste Abbruchstelle blieb die Seite mit den Details zur Reise mit dem primären Modus (vgl. Tabelle 4-7). Da diese den ersten detailreichen Abschnitt des Befragungsinstruments darstellt, dürften einige Personen wegen des «Response Burdens» oder schlicht wegen fehlendem Interesse an der Thematik ausgestiegen sein. Möglicherweise waren einzelne Panelisten auch nicht bereit, detaillierte Angaben zum Start- und Endpunkt (nächstgelegener ÖV-Haltepunkt) ihrer regelmässigen Reise zu machen. Trotz Anonymität der Umfrage und separatem Hosting der personenbezogenen Daten seitens Panel-Betreiber wird mit der Angabe tatsächlicher Bewegungsmuster viel preisgegeben. Die entsprechenden (Autocomplete-)Fragen zu den Start- und Endpunkten waren daher nicht als Pflichtfrage definiert – was allerdings nicht explizit ausgewiesen wurde. Mit diesen Massnahmen konnte die Abbruchrate auf rund 31 % reduziert werden. Die Ausfüllzeit pendelte sich im Verlauf des Full Launch bei 15:34 Minuten (Median) bzw. 17:47 Minuten (Mittelwert) ein (ohne Zeit für Screening-/Quotierung).

### 4.3.5 Closing

Mit der Erfüllung der geforderten Quoten konnte die Umfrage für Teilnehmende geschlossen werden. Zum Abschluss der Zusammenarbeit mussten die seitens Panel-Anbieter erfassten Teilnehmerdaten exportiert werden. Die Teilnehmer-IDs der kompletten Antworten wurden dabei mit den Paneldaten aus Screening und Quotierung angereichert. Sobald die Paneldaten in die Antwortdatenbank integriert waren, konnte diese aufbereitet werden.

Dank einem hochwertigen Panel, das seitens Intervista regelmässig bereinigt wird, konnte von einer grundsätzlich hohen Antwortqualität ausgegangen werden. Die Motivation der Teilnehmenden zeigte sich exemplarisch in vereinzelt Mailen mit Rückfragen oder unaufgeforderten Feedback an die angegebene Kontaktadresse: *«Herzlichen Dank für die korrekte Anweisung! Es hat geklappt, die Umfrage ist zu Ende beantwortet. Viel Erfolg mit Ihrer Studie!»* oder *«Ich kann deine Umfrage nicht ausfüllen, denn ich arbeite dort, wo ich wohne, und meine Mitarbeiter arbeiten im Nebenhaus. Ich gehe also immer zu Fuss.»* Die Möglichkeit derartiger Rückmeldungen sind für alle Beteiligten im Sinn einer vertrauensbildenden Massnahme wertvoll. Die Forschenden erhalten Gewissheit, dass die Umfrage seriös ausgefüllt wird (und könnten bei berechtigten Problemmeldungen in der Feldphase intervenieren). Die Befragten haben eine Anlaufstelle für Fragen inhaltlicher oder technischer Art und fühlen sich wertgeschätzt. Davon profitiert auch die Panelbetreiberin, welche auf freiwillige Kooperationsbereitschaft der Teilnehmenden mit Blick auf künftige Befragungen angewiesen ist.

Als präventiv wirksame Qualitätssicherung fungierten zudem die Pflichtfragen und Plausibilitätschecks innerhalb des Fragebogens. Abgesehen von typischen «Abbruchfragen» (z.B. zum Einkommen) waren alles Pflichtfragen, ohne deren Beantwortung die Teilnehmenden nicht fortschreiten konnten. Sogenannt «bedingt optionale» Fragen konnten zudem nur übergangen werden, wenn dies von den Befragten bewusst bestätigt wurde. Selbst mit «wildem» Durchklicken gelang es so nicht, wesentlich schneller durch die Befragung zu gelangen als mit seriösen Antworten. Dafür sorgten auch einzelne Plausibilitätschecks, welche schon während dem Ausfüllen wirksam waren. Um eine ausreichende Reflexion bei den Bewertungsfragen sicherzustellen, wurden komplette Nuller-Antworten bei Optionswert bzw. Optionspreis (ausser bei reinen Fusswegen) erschwert: Entsprechend Antwortende waren aufgefordert, die Bewertung zu überdenken, bevor sie zur nächsten Seite gelangten.

Obwohl das beim Closing erreichte, quotierte und vorgeprüfte Sample von 2050 Befragten in Gänze zur Auswertung gelangt, musste vor der Analyse eine gewisse Bereinigung der Datenbank erfolgen. Die genaue Vorgehensweise wird im nachfolgenden Kapitel 5 erläutert.

## 5 Aufbereitung

Nach der Sammlung der benötigten Daten gilt es, diese für die nachfolgenden Auswertungen in den Teilstudien (Kapitel 6) aufzubereiten. Im Rahmen der Aufbereitung erfolgt zunächst eine Datenbereinigung (5.1). Anschliessend wird die Datenbank mit relevanten Sekundärdaten angereichert (5.2). Die resultierenden rund 250 Variablen werden schliesslich deskriptiv präsentiert (5.3). Variablen werden nachfolgend in eckige Klammern gesetzt. Ein umfassendes Variablenverzeichnis findet sich im Anhang (II) dieser Arbeit.

### 5.1 Datenbereinigung

Der Datensatz muss einerseits auf Ebene der einzelnen Teilnehmer (Fälle bzw. Cases) und andererseits auf Ebene der Variablen überprüft werden. Die Datenmatrix lässt sich aus Unipark als kommasepariertes File (.csv) oder auch direkt im SPSS-Datenformat exportieren (.sav).

| case_id | v_1 | v_2 | v_3 | ... | v_250 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1       | ... | ... | ... | ... | ...   |
| 2       | ... | ... | ... | ... | ...   |
| 3       | ... | ... | ... | ... | ...   |
| ...     | ... | ... | ... | ... | ...   |
| 2050    | ... | ... | ... | ... | ...   |

Tabelle 5-1: Struktur der Datenbank: Fälle (Zeilen) und Variablen (Spalten)

Die einzelnen Antworten (Fälle) sind in jeweils einer Zeile vermerkt, wobei insgesamt 2050 Fälle bzw. Zeilen komplettiert sind. Die abgefragten Variablen stellen die Spalten dar, welche sich (nach Bereinigung) auf 250 belaufen (Tabelle 5-1). Nachfolgend wird zunächst die Dimension der einzelnen Fälle und anschliessend die Dimension der Variablen bereinigt.

#### 5.1.1 Fall-Ebene

Dank der beschriebenen Paneleigenschaften (vgl. 4.3) kann bei den einzelnen Antworten von einer hohen Qualität ausgegangen werden. Aufgrund der Vorprüfung der berücksichtigten Fälle im Rahmen des «Field Management» seitens Panelbetreiberin kann das gesamte Sample von 2050 Antworten ausgewertet werden. Trotzdem bietet es sich an, basierend auf den erhobenen Variablen einige zusätzliche Fehlerkontrollen durchzuführen. Antworten von zweifelhafter Qualität werden nicht eliminiert, sondern lediglich markiert. Der primäre Originaldatensatz bleibt damit erhalten. Fälle mit potenziellen Qualitätsproblemen können mit entsprechenden «Flags» versehen und bei den nachfolgenden Auswertungen einfach ausgefiltert werden. Dies ist insbesondere sinnvoll, da (vermeintliche) Auffälligkeiten auch technische Ursache haben können, welche die Qualität der Aussagen nicht zwingend beeinträchtigen. So zeigte sich beispielsweise, dass die naheliegende Kontrollvariable der Ausfülldauer nicht bei allen Personen zweifelsfrei korrekt ermittelt werden kann.

Die Ausfülldauer wird vom Befragungssystem aufgezeichnet [duration]. Da einige Panelisten die Befragung unterbrechen und wiederaufnehmen ist diese Systemvariable jedoch vorsichtig zu interpretieren. Eine präzisere Aussage erlaubt die Analyse der Differenz der Zeitstempel zwischen zwei Unterseiten. Aus den Zeitspannen pro Unterseite [timeonp1 bis timeonp8] kann die Gesamtzeit pro Individuum aufaddiert werden [durationp] (vgl. Abbildung 5-1). Auch bei dieser Herangehensweise können jedoch bei unterbrochenen und wiederaufgenommenen Befragungen vereinzelt unrealistische Antwortzeiten resultieren. Diese werden hier nicht ausgesondert. Weil jedoch Ausfüllzeiten unter sechs Minuten problematisch erscheinen, wird eine *Filtervariable* eingeführt, dank der in den nachfolgenden Analysen Fälle mit fraglicher Qualität (bzw. Antwortdauer) ausblendet werden können [durationfilterp]. Da neben der Gesamtzeit auch die Dauer pro Unterseite qualitätsrelevant sein kann, wird ein zusätzlicher Filter eingefügt [durationfilterpp]. Dieser deaktiviert alle Antworten, bei welchen weniger als 20 Sekunden pro Unterseite aufgewendet wurden [timeonp2 bis timeonp8], da eine solche schnelle Beantwortung kaum seriös möglich ist.

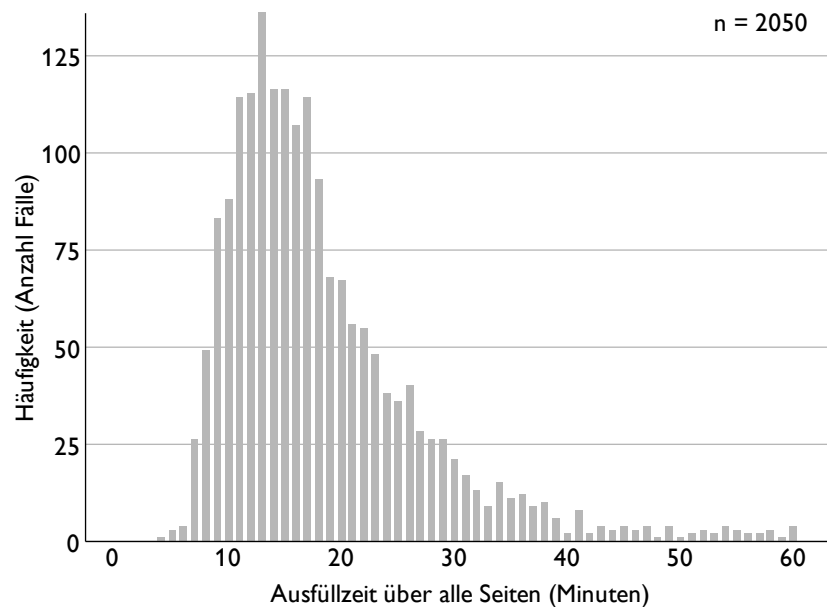


Abbildung 5-1: Ausfüllzeiten des Befragungsinstruments (Extremfälle > 60 Minuten ausgeblendet)  
Gesamtsample: 15:34 Minuten (Median) bzw. 17:47 Minuten (Mittelwert)

Wie im Rahmen von Pretest und Soft Launch festgestellt (4.3.4), sind Personen mit reinen Fusswegen kaum bereit, diesen Fussmarsch monetär zu bewerten und steigen daher häufig vorzeitig aus der Befragung aus. Individuen, die als sekundären Modus nur «zu Fuss» anwählen, wurden daher (als einzige) auf leicht verkürztem Weg durch die Befragung geführt. So wurden Fragen wie die Konsumentenrente (maximale Zahlungsbereitschaft für den Fussweg) ausgeblendet und für die fehlenden Werte «null» erfasst. Diese Sonderfälle werden mittels Filter markiert [b\_fussfilter].

Einige Teilnehmerinnen und Teilnehmer unterlassen die (freiwillige) Angabe zum nächstgelegenen ÖV-Haltepunkt am Start und Ziel ihrer Reise. Diese fehlende Präzisierung von Start- und Endpunkt (jenseits der Postleitzahl) limitiert die Auswertungsmöglichkeiten, da beispielsweise die Route nicht präzise nachberechnet werden kann. Alle Fälle mit fehlendem Start- und/oder Zielpunkt werden daher mit einem Filter markiert [x\_startzielfilter].

Bei der Inspektion der Daten zeigt sich, dass es einigen wenigen Personen gelingt, die Pflichtfragen zur Anzahl der Wege (Dropdown-Auswahl bei Anzahl Wegen, Anzahl Wegen mit Ersatzmodus und Anzahl sonstiger Wege mit dem Ersatzmodus) unvollständig auszufüllen, ohne vom Befragungssystem zurückgewiesen zu werden. Dabei mag es sich um spezielle Browser-Konfigurationen oder sonstige Spezifika handeln, die Unipark nicht übersteuern kann. Diese Fälle werden ebenfalls mit einem spezifischen «Flag» versehen, nach welchem gefiltert werden kann [x\_tripzfilter, b\_tripzfilter, b\_sonsttripzfilter].

Sowohl beim primären als auch beim sekundären Modus wird nach der totalen Reisezeit gefragt. Um die tatsächlichen Wege möglichst präzise und multimodal zu erfassen, wird auch die Zeit pro benutztes Verkehrsmittel abgefragt. Bei diesen Einzelzeiten wird die Erreichung des Totals der Reisezeit nicht erzwungen. Eine Abweichung zwischen der totalen Wegzeit und der Summe der einzelnen Etappen bzw. Verkehrsmittel deutet jedoch auf ein eher unsorgfältiges Antwortverhalten hin und kann als Qualitätsindikator herangezogen werden. Fälle mit entsprechenden Deltas werden daher mit Filter markiert [b\_reisezeitfilter, a\_reisezeitfilter]. Auch auf der letzten Unterseite der Befragung findet sich ein Indiz für fragliche Antwortqualitäten. So vermerken einzelne Personen keinen Führerausweisbesitz, obwohl sie beim primären oder sekundären Modus die Benutzung eines Motorfahrzeugs angeben. Diese Fälle werden ebenfalls mittels Filtervariablen zur Qualitätsprüfung markiert [y\_ausweisfilter].

### 5.1.2 Variablen-Ebene

Dank der Möglichkeit von Unipark, Antworten direkt als beschrifteten SPSS-Datensatz zu exportieren, werden die Variablen und deren Ausprägungen mit der hinterlegten Beschriftung exportiert. So trägt beispielsweise die Variable v\_292 entsprechend der Fragenüberschrift im Survey die Beschriftung «Hauptverkehrsmittel». Die Variable kann 14 Ausprägungen annehmen, da die Befragten sich für ein sekundäres Hauptverkehrsmittel aus einer Dropdown-Auswahlliste mit 14 Optionen entscheiden müssen (1 = Bahn, 2 = Tram, 3 = Bus, etc.). Im Rahmen der Auswertung übertitelt SPSS den Output daher automatisch mit «Hauptverkehrsmittel» (Variable Label) und fügt bei den Ausprägungen von 1 bis 14 direkt entsprechende «Verkehrsmittelbezeichnungen» ein (Value Labels).



Da sich die korrekten bzw. sinnvolle Beschriftungen der Variablen (und deren Ausprägungen) im Unipark-Export nicht immer automatisch ergeben, müssen diese im SPSS-Datensatz überprüft und allenfalls verbessert werden (z.B. sekundäres Hauptverkehrsmittel statt Hauptverkehrsmittel). Für die effizientere Arbeit am Datensatz werden die Variablen nicht nur umbeschriftet (Variable Label), sondern auch umbenannt (Rename Variable). Aus der Variablen v\_292 des Export-Files wird so beispielsweise b\_hauptvm. Eine einheitliche Nomenklatur erleichtert die weitere Bearbeitung und Analyse. Die Variablen werden daher mit einem kurzen, möglichst selbsterklärenden Namen sowie einem Präfix versehen, welches auf die Herkunft im Befragungsinstrument hindeutet (vgl. Tabelle 5-2 für gewählte Systematik).

| Präfix | Themenkreis                    | Quelle           | Beispiele                                    |
|--------|--------------------------------|------------------|----------------------------------------------|
| ohne   | Systemvariablen                | Unipark          | duration, session_id, date_of_last_access    |
| q_     | Quotierungsvariablen           | Intervista       | q_altergender, q_abo, q_bildung              |
| x_     | Reisecharakteristika (Strecke) | Survey           | x_startort, x_startplz, x_tripzweck          |
| y_     | Personencharakteristika        | Survey           | y_risikoneigung, y_alter, y_fahrausweis      |
| z_     | Haushaltscharakteristika       | Survey           | z_perserwhh y_fahrausweishh, y_tcsmitgliedhh |
| a_     | Primärer Modus (Normalfall)    | Survey           | a_tripsprojahr, a_hauptvm, a_chfmax          |
| b_     | Sekundärer Modus (Bedarfsfall) | Survey           | b_tripsprojahr, b_hauptvm, b_chfmax          |
| o_     | Optionsbewertungen             | Survey           | o_vfair, o_vteuer, o_vzuteuer                |
| g_     | Reiseszenarien (Strecke)       | Google (via API) | g_zufussskm, g_mivsofst, g_mivspst           |

*Tabelle 5-2: Benennungslogik der erfassten und bereinigten Variablen in der Umfragedatenbank; zusätzlich generierte (berechnete oder aus externen Quellen dazugeschlüsselte) Variablen werden soweit möglich in derselben Logik beschriftet; für sortierte Gesamtliste aller Variablen: s. Anhang II*

Nach der einheitlichen Benennung werden die Variablen in der Datenbank sinnvoll sortiert (zunächst alle Systemvariablen, dann Quotierungsvariablen, Reisecharakteristika, etc.) und überflüssige (System-)Variablen eliminiert. Die Modifikationen an den Variablen werden nicht manuell vorgenommen, sondern mit SPSS-Syntax «programmiert». Dies hat den Vorteil, dass die Originaldaten bewahrt bleiben, bzw. dass sämtliche Änderungen nachvollziehbar dokumentiert und bei Bedarf erneut durchlaufen werden können (vgl. Syntax in Anhang III).

Als weiterer Prüfschritt auf Ebene der Variablen muss in SPSS kontrolliert werden, ob die Datentyp-Zuweisung stimmt, wobei im Wesentlichen unterschieden werden muss zwischen numerischen Werten (Numeric, Integer) und Zeichenfolgen (Character, String). Zudem muss geprüft werden, ob die Variablen dem korrekten Messniveau zugewiesen sind (vgl. Tabelle 3-2): nominal, ordinal oder metrisch. Pro Variable müssen ausserdem *Missing Values* definiert werden, damit diese Werte bei der weiteren Analyse korrekt interpretiert bzw. ausgeschlossen werden. Standardmässig sind fehlende Werte in Unipark als -66, -77 oder -99 codiert. Schliesslich bietet SPSS auch verschiedene Formatierungsoptionen auf Ebene der Variablen an, welche definiert werden können: Anzahl Ziffern bzw. Zeichen, Anzahl Dezimalstellen, Spaltenbreite sowie Ausrichtung des Zelleninhalts.

## 5.2 Datenerweiterung

Nach der Bereinigung der generierten Primärdaten kann die Datenbank erweitert und mit Sekundärdaten angereichert werden. Dabei stehen für die vorliegende Arbeit drei Herangehensweisen im Fokus: Die Transformation vorhandener Variablen, die Schlüsselung zusätzlicher Variablen und die Ergänzung um externe Programmanfragen. Auch Kombinationen dieser Grundtypen sind denkbar.

### 5.2.1 Transformationen

Durch arithmetische Operationen (Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division) und einfache Bedingungsformeln (in Excel oder SPSS z.B. IF) werden basierend auf den gesammelten Primärdaten vielfältige Zusatzvariablen gebildet. Indem jeder einzelne Fall in der Datenbank transformiert wird, kann Zeile für Zeile ein zusätzlicher Variablenwert generiert werden (vgl. Tabelle 5-3).

| Case_id | v_x | v_y | → | v_xy |
|---------|-----|-----|---|------|
| 1       | ... | ... | → | ...  |
| 2       | ... | ... | → | ...  |
| 3       | ... | ... | → | ...  |
| ...     | ... | ... | → | ...  |
| 2050    | ... | ... | → | ...  |

Tabelle 5-3: Schematische Überführung von bestehenden Variablen in Zusatzvariable (v\_xy)

In Bezug auf den Datenoutput des vorliegenden Befragungsinstruments sind derartige Transformationen primär für zwei Aufgaben relevant:

- **(Dis-)Aggregation von Eingaben:** Bedingt durch das Erhebungsdesign generiert das Befragungsinstrument bei gewissen Fragetypen zu granulare, bei anderen zu aggregierte Daten. So geben die Befragten beispielsweise detailliert Auskunft über die benutzten primären Verkehrsmittel inklusive Fahrzeit pro Verkehrsmittel. Für die vereinfachte Analyse wird jedoch das primäre Hauptverkehrsmittel benötigt, also das «wichtigste» aller genannten Verkehrsmittel. So muss basierend auf den Angaben in den Spalten zu den einzelnen Verkehrsmitteln eine neue Variable generiert werden, welche das Hauptverkehrsmittel pro Fall enthält (vgl. 5.3.4). Eine gegenteilige Operation ergibt sich bei der Generierung von sog. «Dummy-Variablen». Für ökonometrische Analysen kann es notwendig sein, (nominale) Variablen mit mehr als zwei Ausprägungen in Einzelvariablen zu zerlegen, welche mit 0 (nein) oder 1 (ja) codiert sind. Wenn also z.B. das sekundäre Hauptverkehrsmittel [b\_hauptvm] im Fragebogen 14 Ausprägungen annehmen kann (1 = Bahn, 2 = Tram, 3 = Bus, etc.), können daraus 14 «Dummy-Variablen» gebildet werden (Bahn 0/1, Tram 0/1, Bus 0/1, etc.).

- **Standardisierung von Eingaben:** Aufgrund der Vielfalt zulässiger Antworten im Befragungsinstrument sind die Werte der einzelnen Fälle oft nur bedingt vergleichbar. So können die Teilnehmenden ihre Anzahl Wege aus Gründen der Convenience entweder pro Woche, pro Monat, pro Quartal oder pro Jahr erfassen. Um die eingegebenen Wegzahlen über das gesamte Sample hinweg auswerten zu können, müssen diese annualisiert werden. Abhängig vom gewählten Zeitraum ist daher eine andere Multiplikation notwendig (Woche  $\cdot$  52, Monat  $\cdot$  12, Quartal  $\cdot$  4, Jahr  $\cdot$  1). Eine alternative Art der Standardisierung ist die Generierung von relativen aus absoluten Werten. So kann die genannte absolute Häufigkeit der Backupnutzung (pro Monat, pro Quartal oder pro Jahr) auch in eine relative Wahrscheinlichkeit umgerechnet werden, welche direkter vergleichbar bzw. aussagekräftiger ist (Anzahl Backup-Trips pro Zeitraum / Anzahl Wege pro Zeitraum). Auch die Optionsbewertungen können mittels Annualisierung (Optionswert pro Monat  $\cdot$  12 vs. Optionswert pro Weg  $\cdot$  Anzahl Wege pro Jahr) oder relativer Umrechnung (Optionswert / Wegkosten) besser verglichen werden.

### 5.2.2 Schlüsselungen

Durch hinzuspielen von Daten aus sekundären Quellen lassen sich hilfreiche Zusatzvariablen generieren. Über die Nutzung eines Verweis-Befehls (in Excel z.B. SVERWEIS, in SPSS z.B. MATCH FILES BY) können die einzelnen Antworten basierend auf einer Schlüsselvariablen um weitere Daten ergänzt werden (vgl. Tabelle 5-4).

| Case_id | v_x |   | v_x | v_xa |
|---------|-----|---|-----|------|
| 1       | ... | ↔ | ... | ...  |
| 2       | ... | ↔ | ... | ...  |
| 3       | ... | ↔ | ... | ...  |
| ...     | ... |   | ... | ...  |
| 2050    | ... |   | ... | ...  |

Tabelle 5-4: Schematische Schlüsselung von Zusatzvariablen ab externer Quelle (v\_xa)

In der vorliegenden Untersuchung sind derartige Schlüsselungen insbesondere für zwei Anwendungen bedeutsam:

- **Hinzuspielen von Detailvariablen:** Im Erhebungsinstrument sind verschiedene Variablen als «Autocomplete-Listen» hinterlegt. Bei den entsprechenden Fragen wird den Befragten während der Eingabe dynamisch ein möglichst präziser Komplettierungsvorschlag angezeigt. Dies hat den Vorteil, dass in der entsprechenden Variablen nur vordefinierte Antwortmöglichkeiten erfasst werden können, was Bereinigungen von Texteingaben überflüssig macht. So sind z.B. die mehr als 2000 Gemeinden bzw. über

3000 Postleitzahlen sowie die gegen 30 000 ÖV-Haltepunkte der Schweiz bei den entsprechenden Fragen als Antwortoptionen hinterlegt. Entsprechend eindeutig können dank entsprechenden öffentlichen Datensätzen verschiedener Bundesämter (Bundesamt für Landestopografie, Bundesamt für Verkehr) Zusatzdetails wie die geografische Länge und Breite des jeweiligen Haltepunkts (also des Start- und Zielpunkts) des abgefragten regelmässigen Wegs ergänzt werden [x\_startE, x\_startN; x\_zielE, x\_zielN]. Ähnlich können auch auf Ebene der Postleitzahl Details als Zusatzvariablen geschlüsselt werden, z.B. zur Raumtypologie der entsprechenden Gemeinde.

- **Zuordnung von Gruppierungen:** Neben eindeutig zuordenbaren Detailvariablen können basierend auf sekundären Datenquellen auch Grobzuordnungen vorgenommen werden. So kann in einer externen Datenbank eine Staffelung von Fahrzeugklassen hinterlegt sein. Abhängig von Neupreis, Nutzungsdauer und Nutzungsintensität kann so beispielsweise eine Fahrzeugklasse näherungsweise hinzugespielt werden. Derartige Datensätze stellt z.B. der TCS für Autos und Motorräder bereit. Mit diesen Gruppenzuweisungen lassen sich schliesslich auch Wegkosten annähern und die von den Befragten genannten, wahrgenommenen Kosten validieren. In ähnlicher Weise kann dies im Fall von ÖV und LV mit den entsprechenden Daten der SBB oder anderer Quellen angenähert werden.

### 5.2.3 Programmabfragen

Durch Abfrage von dynamisch generierten Inhalten über externe Programmierschnittstellen (API, Application Programming Interface) lassen sich die gesammelten Antworten weiter anreichern und validieren. Sogenannte API erlauben den Zugriff auf leistungsfähige Algorithmen und umfangreiche Datensätze von Dritten, was den Bedarf an eigenem Programmieraufwänden und Rechnerkapazitäten minimiert. Typischerweise wird dabei eine Variable bzw. deren Ausprägung via bereitgestellte API an den externen Server übermittelt, welcher diese verarbeitet und ein interpretierbares Resultat zurückspielt bzw. in eine bereitgestellte Datenbank einspeist (vgl. Tabelle 5-5).

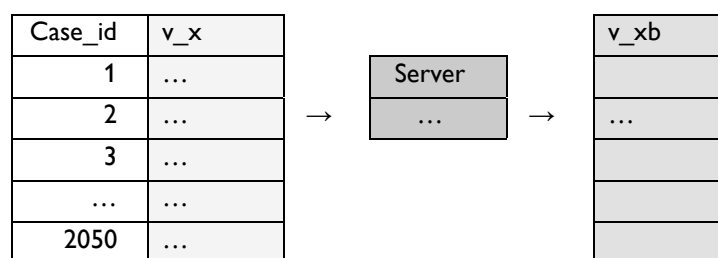


Tabelle 5-5: Schematische Server-Abfrage über API, welche Zusatzvariable ausgibt (v\_xb)

Im vorliegenden Forschungsvorhaben sind derartige Abfragen mit Blick auf zwei Fragestellungen äusserst interessant:

- **Berechnung der Distanzen und Reisezeiten:** Das Befragungsinstrument erfasst die Reisezeit statt der Distanzen, da die Dauer der regelmässigen Reise einfacher benannt werden kann als die Kilometerzahl. Durch Abfrage einer Routenplanungs-Engine wie Google Maps kann die Kilometerzahl basierend auf Start- und Endpunkt des genannten Wegs leicht ermittelt werden. Zudem kann gleichzeitig die genannte Reisezeit mittels Routenplaner validiert werden. Ergänzend kann der spezifische Weg auch mit alternativen Verkehrsmitteln berechnet werden; so wird ersichtlich, ob valable Alternativen überhaupt verfügbar sind.
- **Ermittlung der Verlässlichkeit der Reisezeit:** Im Befragungsinstrument wird auch die benötigte Startzeit (Tageszeit) des Services bzw. des Verkehrsmittels abgefragt. Basierend auf dieser Startzeit und unterschiedlichen Verkehrsszenarien kann mittels eines Routenplaners wie Google Maps auch eine ganze Bandbreite an Reisezeit-Prognosen generiert werden, was Rückschlüsse auf die Verlässlichkeit der Verbindung bzw. des Wegs erlaubt. Diese Ergebnisse können wiederum den wahrgenommenen Werten der Panelisten gegenübergestellt werden, welche die Häufigkeit und durchschnittliche Dauer von Verspätungen in der Befragung angeben.

Nachfolgend wird kurz beschrieben, wie für die vorliegende Arbeit mithilfe einer API von Google die benötigten Daten abgefragt werden. Google stellt Programmierschnittstellen für eine Vielzahl von Services bereit, so auch für Anwendungen von Google Maps. Grundsätzlich könnten die benötigten Abfragen auch manuell über die Website getätigt werden. Bei 2050 Fällen und einer Vielzahl von Szenarien pro Fall lässt sich dies aber nicht effizient bewerkstelligen. Zudem besteht bei zu seriellen Abfragen die Gefahr einer Blockierung seitens Servers. Sinnvoller ist es, die verfügbaren Schnittstellen gegen Entgelt zu nutzen.

Die hier benötigten Informationen lassen sich am einfachsten über die Google Distance Matrix API abfragen. Die dazugehörige Entwickler-Dokumentation ([developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix](https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix)) liefert die nötigen Informationen für deren Ansteuerung. Die Funktionstüchtigkeit sowie die aufgelaufenen Kosten des persönlichen API-Schlüssels lassen sich über die Google Cloud-Konsole überwachen ([console.cloud.google.com/apis/dashboard](https://console.cloud.google.com/apis/dashboard)). Da SPSS und SPSS Syntax keine externen Serverabfragen zulassen, wird hierzu auf Rstudio und die Programmiersprache R zurückgegriffen. R ist eine «Open Source»-Alternative zum Statistikpaket SPSS von IBM. Vorteil von R ist die breite Verfügbarkeit von Paketen und Schnittstellen – z.B. zu SPSS aber auch zu Webservices wie Google. Für den einfachen Zugriff auf die Distance Matrix API von Google Maps kann das Paket «mapsapi» geladen werden.

Bevor die Google API angesteuert werden kann, muss im SPSS-Datenfile eine Spalte mit den geografischen Angaben zum Start- und Endpunkt der Reise vorbereitet werden. Da Google Maps Texteingaben problemlos interpretieren und verorten kann, soll eine möglichst detailreiche Angabe zum Start und Ziel jedes Wegs eingegeben werden. Dazu werden mittels SPSS-Syntax die vorhandenen Ortsangaben zu je einer neuen Variablen für den Start- und Endpunkt «verkettet» [x\_origin; x\_destination]. Zum nächstgelegenen ÖV-Haltepunkt (falls angegeben) [x\_startpunkt; x\_zielpunkt] werden Postleitzahl und Ort [x\_startort; x\_zielort] und als Zusatz noch «Switzerland» angefügt. Da die API über eine URL-Abfrage angesteuert wird, müssen sämtliche Umlaute und Sonderzeichen aus den Adressangaben eliminiert werden.

Zusätzlich zu den zwei geografischen Variablen muss für (fortgeschrittene) API-Abfragen auch ein Reisezeitpunkt angegeben werden. Aus den Survey-Antworten zur minimal notwendigen Verfügbarkeit der Verkehrsmittel im Tagesverlauf [b\_verfuegvonmin] lässt sich die (spätestmögliche) Startzeit der befragten Personen ableiten [b\_departure]. Diese Uhrzeit muss für die Abfrage noch mit einer Datumsangabe verkettet werden [b\_depart]. Damit Google Maps eine Prognose berechnen kann, muss das Datum in der Zukunft liegen. Zudem soll berücksichtigt werden, dass ein «durchschnittlicher» Tag (bei Arbeits- und Ausbildungswegen ein Wochentag) abgefragt wird.

Die API-Abfrage via R kann aufgesetzt werden, sobald die drei relevanten Input-Spalten innerhalb der SPSS-Datenbank vorbereitet sind [x\_origin, x\_destination, b\_depart]. Dank des Pakets «foreign» kann R die Daten direkt aus dem SPSS-Datensatz (.sav) auslesen, in eine R Datentabelle ablegen und von dort Zeile für Zeile an den Server senden. Sicherheitshalber werden die Antworten des Servers aber nicht direkt in die Datenbank zurückgespeist, sondern lokal in kommaseparierte Files (.csv) eingeschrieben. Mit dem Paket «haven» kann die aggregierte Datenbank aller Distanzen und Zeiten pro Weg direkt als SPSS-Datenfile (.sav) abgespeichert werden. Die resultierenden Zusatzvariablen mit den Server-Antworten können schliesslich via Schlüsselung in die SPSS-Datenbank zurückgespeist werden.

Einige zentrale bzw. exemplarische Befehlszeilen zur API-Abfrage sind nachfolgend abgebildet. Zusätzlicher Auswertungs-Code aus SPSS findet sich im Anhang (III).

```
library(mapsapi) #zur einfachen Ansteuerung der Google Maps API
library(foreign) #zum Auslesen von Daten aus SPSS-Datenbank
library(haven) #zum Schreiben von Daten in SPSS-Datenbank
key = «XYZ» #vertraulicher Google API Key (kostenpflichtig)
setwd("C:/Users/SK/Data") #Workig Directory definieren
data <- read.spss("data_cleaned.sav", to.data.frame = TRUE, use.value.labels = FALSE)
cases <- nrow(data) #Variable 'cases' als Anzahl befüllte Zeilen definieren
```

Einerseits erlaubt die Google Distance Matrix API die Abfrage von Zeit und Distanz für LV, ÖV und MIV, wobei derselbe Loop über alle Wege (Fälle bzw. Zeilen) laufen gelassen wird.

```
#LOOP-ABFRAGE VON DISTANZ UND ZEIT (FÜR VIER VERKEHRSMITTEL MÖGLICH)
mode <- c("walking") #Varianten: walking/bicycling/transit/driving
i <- 1
while (i <= cases) {
  origin <- data[i, "x_origin"]
  destination <- data[i, "x_destination"]
  doc = mp_matrix(key = key, origins = origin, destinations = destination,
    mode = mode, quiet = TRUE)
  m = mp_get_matrix(doc, value = "distance_m")
  s = mp_get_matrix(doc, value = "duration_s")
  trip = paste(i,origin,rownames(m),destination,colnames(m),sep = "; ")
  write.table(m, "walking_distance.csv", sep = "; ", col.names = FALSE, append = TRUE)
  write.table(s, "walking_duration.csv", sep = "; ", col.names = FALSE, append = TRUE)
  i = i+1 }
```

Andererseits ermöglicht die Distance Matrix API bei MIV auch die Abfrage von drei weiteren Reisezeit-Modellen, welche je nach Szenario unterschiedlich ausfallen. Diese werden in Abhängigkeit der (zum Abfragezeitpunkt) vorhersehbaren Verkehrssituation ermittelt, wobei das dahinterliegende Datenmodell für API-Nutzende nicht einsehbar ist.

```
#LOOP-ABFRAGE VON MIV-ZEITEN (FÜR DREI VERKEHRSMODELLE MÖGLICH)
mode <- c("driving")
traffic_model = c("best-guess") #Varianten: optimistic/best-guess/pessimistic
i <- 1
while (i <= cases) {
  origin <- data[i, "x_origin"]
  destination <- data[i, "x_destination"]
  departure <- data[i, "b_depart"]
  departure_time=strptime(departure, "%Y-%m-%d %H:%M:%S", tz="Europe/Zurich")
  doc = mp_matrix(key = key, origins = origin, destinations = destination,
    mode = mode, departure_time = departure_time,
    traffic_model = traffic_model, quiet=TRUE)
  s = mp_get_matrix(doc, value = "duration_in_traffic_s")
  trip = paste(i,origin,rownames(s),destination,colnames(s),sep = "; ")
  write.table(s, "driving_dur_best.csv", sep = "; ", col.names = FALSE, append = TRUE)
  i = i+1 }
```

Alle Loop-Abfragen können schliesslich aggregiert und von R (als .sav) exportiert werden. So kann jeder der 2050 erfassten Wege um Distanz und Zeit pro Verkehrsmittel (und Verkehrslage) ergänzt werden.

### 5.3 Deskription

Gemäss Studiendesign (vgl. 3.3) wurde im Rahmen der Datenerhebung ein repräsentatives Sample in der Deutschschweiz befragt. Mittels Quotierung der Umfrage ist Repräsentativität bezüglich Gemeindetypologie, Bildungsniveau, Abonnementsbesitz, Altersgruppe und Geschlecht sichergestellt (vgl. Tabelle 4-5). Insgesamt wurden so 2050 Wege gesammelt, welche (zumindest für die deutschsprachige Schweiz) repräsentative Schlüsse zulassen.

Bereits in der deskriptiven Analyse ergeben sich dank der Reichhaltigkeit der Daten aufschlussreiche Erkenntnisse. Die Befragten machen detaillierte Angaben (vgl. Tabelle 4-2) zum Reisekontext (Häufigkeit, Reisezeit, Start-/Zielpunkt, etc.), zum primären Modus (Qualität, Verspätungsrisiko, Substituierbarkeit, etc.), zum sekundären Modus (Qualität, Verfügbarkeit, Wert, etc.) und zum persönlichen Kontext (Risikoneigung, Einkommen, Fahrzeug-/Abonnementsbesitz, etc.). Zusätzlich werden die erhobenen Daten für die weitere Auswertung angereichert mit frei (z.B. via Bundesamt für Landestopografie) und kommerziell (via Google Maps Distance Matrix API) verfügbaren Hintergrundvariablen.

Die deskriptive Aufbereitung der Variablen geschieht entlang der Themenkreise des Befragungsinstruments (vgl. auch Tabelle 4-2 und Tabelle 5-2):

- Reisecharakteristika (5.3.1)
- Personencharakteristika (5.3.2)
- Haushaltscharakteristika (5.3.3)
- Charakteristika des primären Modus (5.3.4)
- Charakteristika des sekundären Modus (5.3.5)
- Variablen der Bewertung (5.3.6)
- Gegenüberstellung primärer und sekundärer Modi (5.3.7)

Abschliessend werden einzelne Gegenüberstellungen von Charakteristika des primären und sekundären Modus deskriptiv dargestellt. Dies geschieht jedoch nur, wo eine direkte Relevanz für die weitere Analyse besteht. So dient die Auswertung häufiger Kombinationen primärer und sekundärer Modi zur Gruppierung der Befragten für nachfolgende Untersuchungen in den verschiedenen Teilauswertungen.

Ziel dieses Kapitels ist es, alle im Rahmen des Forschungsvorhabens generierten Variablen deskriptiv zu analysieren und für die weitere Analyse aufzubereiten. Die Quotierungsvariablen (von Intervista) wurden bereits in Tabelle 4-5 dargestellt und in Abschnitt 4.3.3 diskutiert. Die relevanten Systemvariablen (von Unipark) wurden in der Datenbereinigung (5.1) erklärt. Grundsätzlich wird in der statistischen Deskription das generische Maskulinum verwendet.



### 5.3.1 Reisecharakteristika

Die vorliegende Studie beschränkt sich auf Wege zur Arbeit oder Ausbildung (vgl. 4.1.2). Von den erfassten 2050 regelmässigen Reisen sind 1767 (86.2 %) Arbeitswege und 283 (13.8 %) Ausbildungs- bzw. Schulwege [x\_tripzweck]. Das entwickelte Befragungsinstrument (Tabelle 4-2 sowie Anhang I) erfasst zunächst die Start- und Zielpunkte mittels Autocomplete-Liste aller Postleitzahlen (PLZ) und Ortschaften der Schweiz sowie Liechtensteins (PLZ mit Ort, wobei die jeweils relevanteste Ortschaft pro PLZ angeführt wird; am relevantesten ist die Ortschaft mit dem grössten Prozentsatz an Gebäuden in der entsprechenden PLZ; nicht enthalten sind PLZ von Postfächern und Firmen). Da die Postleitzahlen nicht deckungsgleich sind mit den politischen Gemeinden, beruht die Schlüsselung von PLZ und Ortsbezeichnungen auf einer Umwandlungstabelle des BFS (2019d).

Die genannten Start- und Zielpunkte können basierend auf den PLZ anhand des amtlichen Ortschaften-Verzeichnisses visualisiert werden (Swisstopo, 2021). Swisstopo stellt dazu Datensätze der Landesvermessung 1995 (LV95) sowie der laufenden Ortsnamen- und PLZ-Nachführung durch Kantone und Post bereit (Swisstopo, 2021). Basierend auf dem File mit den Polygon-Geometrien der Postleitzahlperimeter (Shape-File, .shp) und dem File mit den zugehörigen Datenbankdaten (Database-File, .dbf) kann eine kartografische Auswertung mit gängiger Geodaten-Software erfolgen. Auch SPSS Statistics von IBM, welches für die nachfolgenden Datenanalyse benutzt wird, verfügt über ein Geomodellierungstool. Nach Hinterlegung von «Shape-File» und «Database-File» ist in SPSS eine «räumliche Modellierung» der Start- und Zielorte (nach PLZ) möglich.

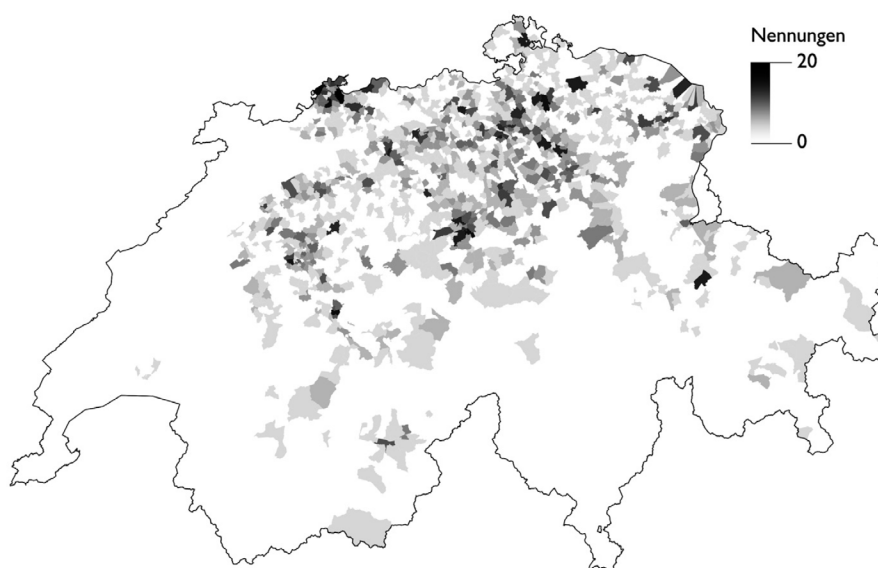


Abbildung 5-2: Startorte der Wege basierend auf Postleitzahlen  
(Postleitzahl-Perimeter graduell eingefärbt nach Häufigkeit der Nennung)

In der Visualisierung (Abbildung 5-2) wird ersichtlich, dass das Sample die Deutschschweiz wie beabsichtigt weitgehend abdeckt. Leere Flächen (weiss, vorwiegend im alpinen Raum) sind durch deren geringe Besiedelung erklärbar. Dunklere Flächen (dunkelgrau, vorwiegend im Mittelland) zeigen Mehrfachnennungen innerhalb des Samples an. Die Siedlungsdichte korreliert jedoch nicht eindeutig mit der Einfärbung der jeweiligen Fläche, da Gebiete mit vielen Einwohnern (und Befragten) typischerweise in kleinere Postleitzahlperimeter aufgeteilt sind. Erwartungsgemäss sind die Zielorte der genannten Wege weniger verteilt als die Startorte, da sich viele Arbeits- und Ausbildungsplätze an zentraler Lage befinden. Folglich kommt es bei den Zielorten (Abbildung 5-3) häufiger zu Mehrfachnennungen als bei den Startorten.

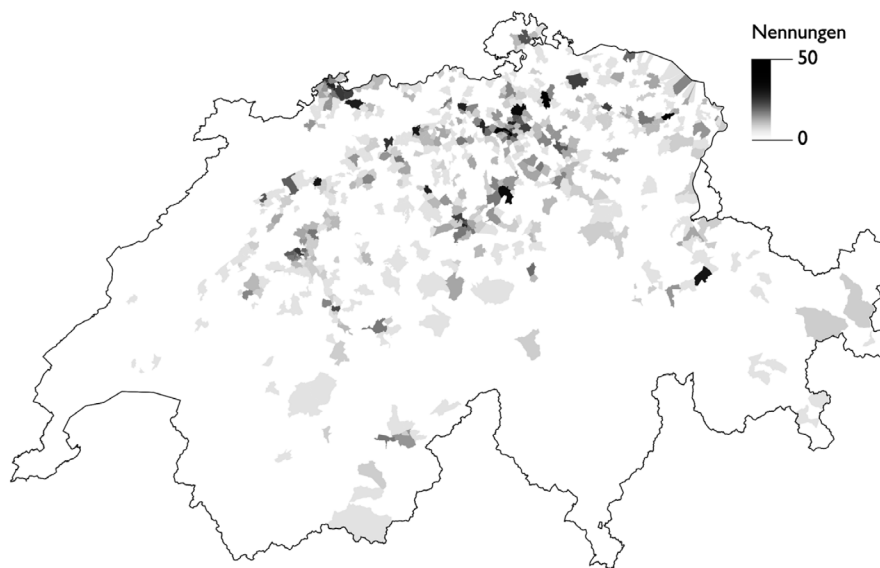


*Abbildung 5-3: Zielorte der Wege basierend auf Postleitzahlen  
(Postleitzahl-Perimeter graduell eingefärbt nach Häufigkeit der Nennung)*

Basierend auf den gewählten Start- und Zielpunkten werden den Panelisten im Befragungsinstrument in einer weiteren Autocomplete-Frage die verfügbaren ÖV-Haltepunkte angezeigt. Da der Name des nächsten (bzw. eines nahen) Haltepunkts einerseits nicht allen Befragten bekannt sein und andererseits bei einzelnen Teilnehmenden Privatsphäre-Bedenken auslösen dürfte, ist die Angabe freiwillig. Trotz Freiwilligkeit der Angabe können so 1917 (93.5%) der Start- und Zielorte präzisiert und visualisiert werden. Mittels Haltestellenverzeichnis des Bundesamts für Verkehr (BAV, 2021) können die angewählten ÖV-Haltepunkte um Koordinaten (Ost/Nord nach LV95) ergänzt werden. Basierend auf demselben «Shape-File» (beruht auf LV95 von Swisstopo) können im Geomodellierungstool von SPSS Statistics die präzisen Start- und Ziel-Haltepunkte der Wege mit Pfeilen visualisiert werden. Für das Mapping der effektiven Wegführung wären jedoch aufwändige Routenberechnungen nötig, wie dies nur mit entsprechenden Services wie Google Maps möglich ist (vgl. 5.2.3).

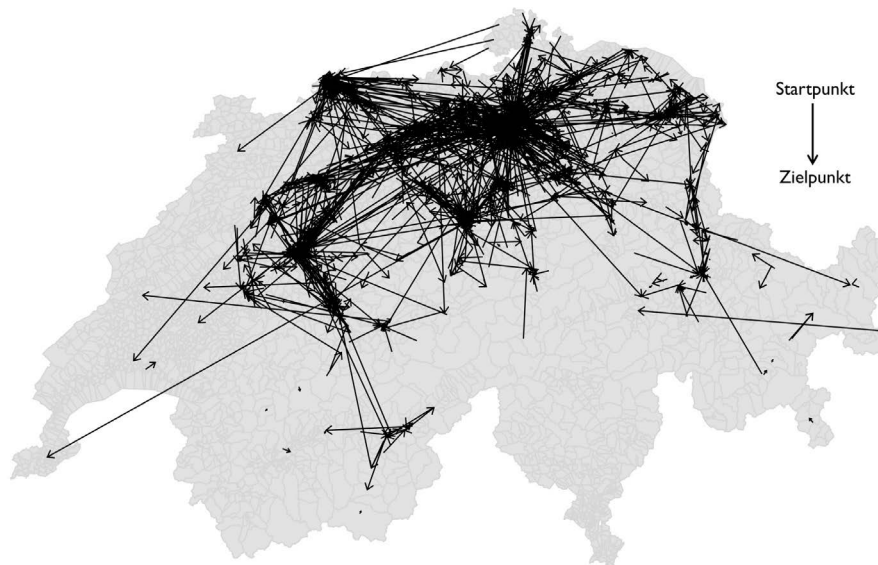


*Abbildung 5-4: Erfasste regelmässige Wege vom Startpunkt zum Zielpunkt;  
Koordinaten (gemäss LV95) der jeweils nächsten Haltepunkte (BAV-Haltestellenliste)  
auf der Schweizer Landeskarte (inkl. Liechtenstein) mit Postleitzahl-Perimetern*

Die Pfeildarstellung in Abbildung 5-4 widerspiegelt die typischen Pendelströme der Deutschschweiz: Der Metropolitanraum Zürich (inkl. Winterthur, Zug, Luzern, Aarau, etc.) ist Hauptziel der genannten Wege, mit Arbeits- und Ausbildungspendlern aus allen Richtungen. Weitere Orte mit grosser Anziehungskraft sind Basel im Nordwesten und Bern im Westen. Als mittelgrosse Orte mit Zu- aber auch vielen Wegpendlern stechen (im Uhrzeigersinn, nördlich beginnend) Schaffhausen, Kreuzlingen, St. Gallen, Chur, Visp, Freiburg, Biel und Solothurn hervor, wobei letztere auf oder nahe der Sprachgrenze zur französischsprachigen Schweiz im Westen liegen (die im vorliegenden Sample wie der italienischsprachige Landesteil im Süden und die rätoromanischen Regionen im Osten nicht abgedeckt ist).

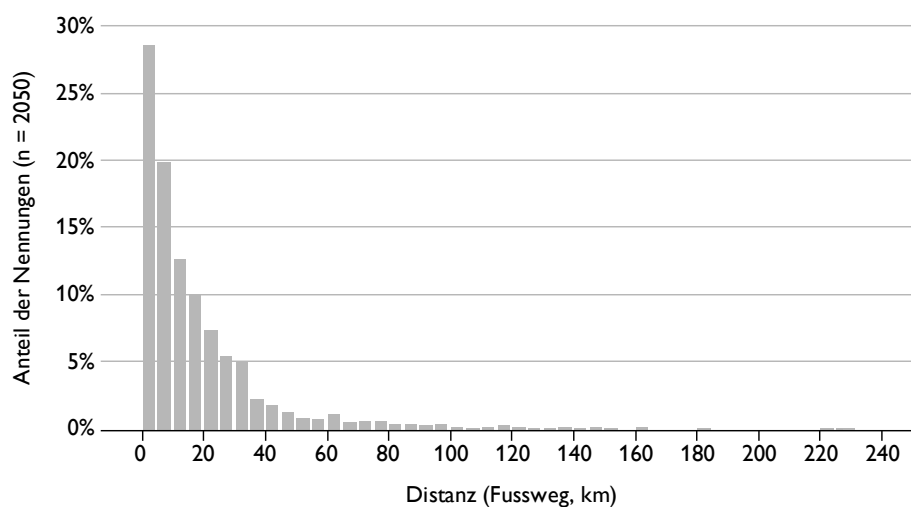


*Abbildung 5-5: Zurückgelegte Distanzen pro Weg; Kilometerdaten generiert via Google Maps API*

Da im Survey (aus Gründen des Cognitive Load) nur die Reisezeit, nicht aber die Distanz des regelmässigen Wegs abgefragt wird, muss die Kilometerzahl vom Start- zum Zielpunkt der Reise mittels Routing Engine von Google Maps (via API, vgl. 5.2.3) berechnet werden. Die in Abbildung 5-5 visualisierten Daten von Google entsprechen dem möglichst direkten Fussweg zwischen Start- und Zielpunkt aller Befragten [g\_zufusskm]. Vergleichbare Kilometerzahlen liegen auch für Fahrrad, ÖV und MIV vor [g\_fahrradkm, g\_oevkm, g\_mivkm]. In dieser deskriptiven Aufbereitung werden die (theoretischen) Fussweg-Kilometer gezeigt, da einerseits für jede Start-Ziel-Kombination ein Fussweg berechnet werden kann (was bei den anderen Modi nicht zwingend der Fall ist) und andererseits der Fussweg in der Regel die direkteste Verbindung vom Start- zum Zielpunkt darstellt (während bei ÖV und MIV teils grössere Umwege nötig sind). Dabei zeigt sich, dass die mittlere Distanz der registrierten Wege bei 18.6 km liegt (Median von 10.9 km). Die Standardabweichung von 23.9 km ist relativ gross, weil einige Personen nur wenige Schritte vom Arbeitsplatz entfernt leben, während andere Personen bis zu 230 km pro Weg zurücklegen (vgl. Abbildung 5-4). Dreiviertel der Befragten legen einen regelmässigen Weg von weniger als 24.4 km zurück. Diese Zahlen erscheinen plausibel: Das BFS nennt eine mittlere Länge von 13.6 km bei Arbeits- und 19.7 km bei Ausbildungswegen, wobei sich diese Statistik auf die gesamte Schweiz und auf eine etwas engere Definition von Ausbildungs- und Arbeitspendlern bezieht (BFS, 2020).

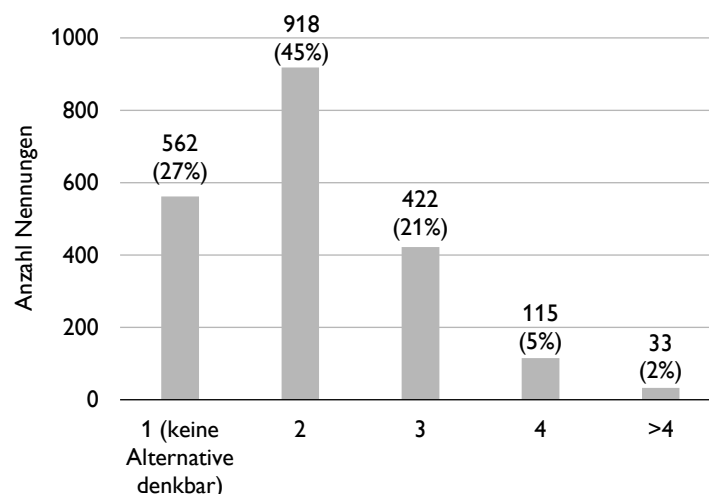


Abbildung 5-6: Verfügbare Transport-Optionen für den genannten Weg

Für rund dreiviertel der genannten regelmässigen Wege (72.6 %) stehen den Befragten gemäss eigener Angabe mindestens zwei valable Verkehrsmittel-Alternativen bereit [x\_substi]. Für 562 (27.41 %) der Wege ist keinerlei Backup verfügbar (Abbildung 5-6). Auf 918 (44.78 %) der Wege steht eine Alternative bereit, auf 422 (20.59 %) zwei Backup-Modi und bei 148 (7.22 %) der Wege sind sogar drei oder mehr alternative Verkehrsmittel denkbar.

Aus Gründen der Convenience (bzw. zur Minimierung des Cognitive Load) können die Befragten die Häufigkeit ihres Weges pro Woche, Monat, Quartal oder Jahr angeben [x\_prozeit]. Wenig überraschend erfassen die meisten Teilnehmenden ihren Arbeits- oder Schulweg auf wöchentlicher Basis (91.6%). Insgesamt 110 Wege (15.4%) sind auf monatlicher Basis vermerkt, während quartalsweise (0.7%) und jährliche (2.3%) Angaben sehr selten sind. Die Auswertung der Wegzahlen [x\_tripzahl] deutet darauf hin, dass einige Befragte trotz mehrfachem Hinweis («Hin- und Rückreisen auf derselben Strecke zählen als zwei Wege») nur einen Weg pro Tag bedacht haben. Da die von den Panelisten genannte Wegzahl im Verlauf der Befragung wiederholt eingeblendet wird, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich alle nachfolgenden Angaben dieser Personen ebenfalls auf diesen *einen* Weg pro Tag beziehen.

|                   |               | <i>pro Woche</i> |              | <i>pro Monat</i> |             | <i>pro Quartal</i> |             | <i>pro Jahr</i> |             |
|-------------------|---------------|------------------|--------------|------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------|-------------|
|                   |               | Anzahl           | in Prozent   | Anzahl           | in Prozent  | Anzahl             | in Prozent  | Anzahl          | in Prozent  |
| <b>Häufigkeit</b> | <b>1</b>      | 62               | 3.1%         | 19               | 0.9%        | 5                  | 0.2%        | 7               | 0.3%        |
| <b>des regel-</b> | <b>2</b>      | 138              | 6.8%         | 14               | 0.7%        | 4                  | 0.2%        | 5               | 0.2%        |
| <b>mässigen</b>   | <b>3</b>      | 156              | 7.7%         | 6                | 0.3%        | 1                  | 0.0%        |                 |             |
| <b>Wegs</b>       | <b>4</b>      | 211              | 10.4%        | 13               | 0.6%        | 1                  | 0.0%        | 8               | 0.4%        |
|                   | <b>5</b>      | 409              | 20.2%        | 7                | 0.3%        |                    |             | 3               | 0.1%        |
|                   | <b>6</b>      | 129              | 6.4%         | 4                | 0.2%        |                    |             | 4               | 0.2%        |
|                   | <b>7</b>      | 24               | 1.2%         | 2                | 0.1%        |                    |             | 1               | 0.0%        |
|                   | <b>8</b>      | 115              | 5.7%         | 5                | 0.2%        |                    |             |                 |             |
|                   | <b>9</b>      | 8                | 0.4%         |                  |             | 1                  | 0.0%        |                 |             |
|                   | <b>10</b>     | 436              | 21.6%        | 6                | 0.3%        | 1                  | 0.0%        | 2               | 0.1%        |
|                   | <b>&gt;10</b> | 167              | 8.3%         | 32               | 1.6%        | 0                  | 0.0%        | 17              | 0.8%        |
| <b>Total</b>      |               | <b>1855</b>      | <b>91.7%</b> | <b>108</b>       | <b>5.3%</b> | <b>13</b>          | <b>0.6%</b> | <b>47</b>       | <b>2.3%</b> |

Tabelle 5-6: Anzahl Nennungen pro regelmässige Wegzahl pro gewählte Zeiteinheit  
(Woche/Monat/Quartal/Jahr)

Durch Multiplikation der angegebenen Wegzahlen (Tabelle 5-6) lassen sich die Wege pro Jahr über das gesamte Sample annualisieren [ $x_{tripzahl} \cdot x_{prozeit} = x_{tripsprojahr}$ ]. Diese Zahl lässt sich später mit den Angaben zur Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit der jährlichen Nutzung des Ersatzmodus abgleichen.

### 5.3.2 Personencharakteristika

Zentrale Charakteristika der Panelisten sind bereits dank Screening und Quotierung geprüft (vgl. Tabelle 4-5). Alle weiteren persönlichen Variablen werden nachfolgend dargestellt. Die angestrebte repräsentative Abbildung der Bevölkerung in Arbeit oder Ausbildung (zwischen 15 und 65 Jahren) widerspiegelt sich in der Alterspyramide [y\_alter, y\_geschlecht] (Abbildung 5-7) der befragten Panelisten (wobei in der Quotierung lediglich drei Altersgruppen unterschieden wurden: 15 bis 29 Jahre, 30 bis 44 Jahre, 45 bis 65 Jahre; vgl. 4.3.3).

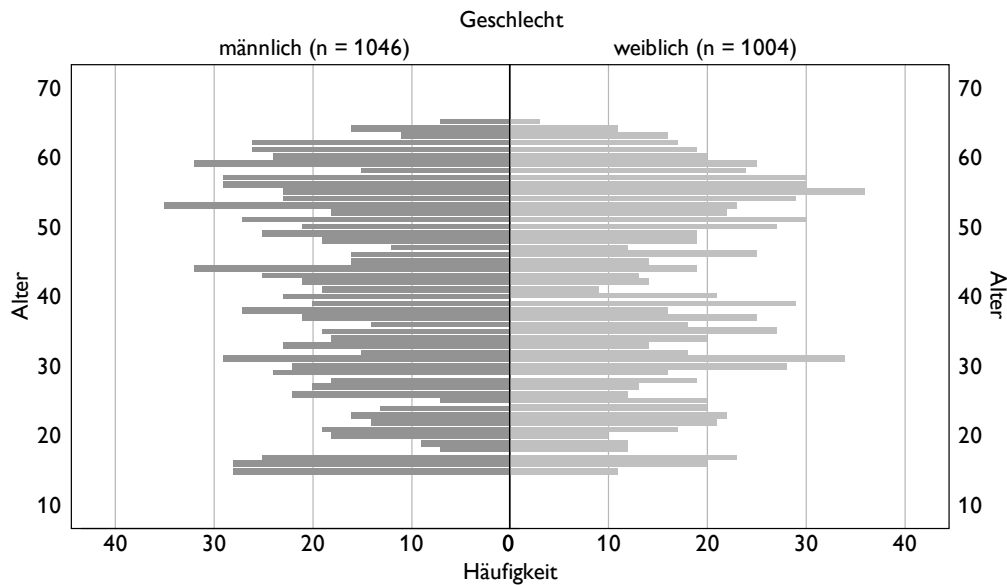


Abbildung 5-7: Alterspyramide des befragten Samples ( $n = 2050$ ; vgl. auch Tabelle 4-5)

Gegen Ende der Befragung werden die Panelisten aufgefordert, ihre individuelle Risikoneigung anzugeben [y\_risikoneigung]. Eine Auswertung nach Geschlecht zeigt, dass sich 59.1% der Männer als eher risikofreudig, risikofreudig oder sehr risikofreudig einschätzt, während sich bei den Frauen eine Mehrheit von 54.5% als eher risikoscheu, risikoscheu oder sehr risikoscheu klassifiziert. Diese Erkenntnis gilt es bei der späteren Hypothesenprüfung mit Blick auf die Optionsbewertung zu berücksichtigen.

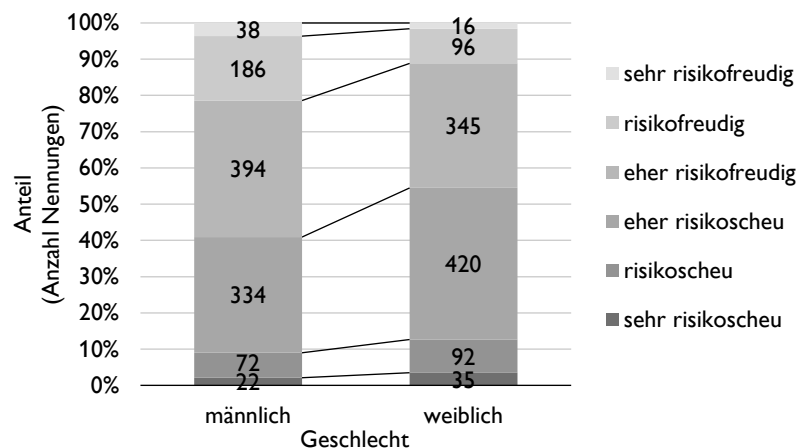


Abbildung 5-8: Selbstdeklarierte Risikoneigung nach Geschlecht ( $n = 2050$ )

Zwecks Repräsentativität sind die Teilnehmenden nach Bildungsniveau quotiert, wobei nur eine grobe Selektion nach hohem und tiefem/mittlerem Bildungsstand vorgenommen wird (vgl. Tabelle 4-5). Bildungsniveau [y\_bildung] und Berufsstand [y\_beruf] werden jedoch bei der Befragung detaillierter erfasst und in neun bzw. sieben Kategorien aufgegliedert, wobei die meisten (78.3%) Teilnehmenden als Angestellte tätig sind (Tabelle 5-7).

| <b>Bildungsstand</b>                                 | <b>Anzahl</b> | <b>in Prozent</b> | <b>Berufsstand</b>  | <b>Anzahl</b> | <b>in Prozent</b> |
|------------------------------------------------------|---------------|-------------------|---------------------|---------------|-------------------|
| kein Schulabschluss                                  | 16            | 0.8%              | Schüler(in)         | 93            | 4.5%              |
| Obligatorische Schule                                | 157           | 7.7%              | Lernende(r)         | 64            | 3.1%              |
| Anlehre                                              | 12            | 0.6%              | Student(in)         | 141           | 6.9%              |
| Berufslehre                                          | 821           | 40.0%             | Angestellte(r)      | 1606          | 78.3%             |
| Haushaltsjahr, Handelsschule                         | 16            | 0.8%              | Landwirt(in)        | 6             | 0.3%              |
| Vollzeitberufsschule                                 | 18            | 0.9%              | Freiberuflich tätig | 31            | 1.5%              |
| Diplommittelschule, Fachmittelschule, Verkehrsschule | 97            | 4.7%              | Selbständige(r)     | 109           | 5.3%              |
| Maturität, Berufsmaturität, Lehrerseminar            | 271           | 13.2%             | Unternehmer(in)     |               |                   |
| Universität, ETH, FH, PH, höhere Berufsausbildung*   | 642           | 31.3%             |                     |               |                   |
| <b>Total</b>                                         | <b>2050</b>   | <b>100.0%</b>     | <b>Total</b>        | <b>2050</b>   | <b>100.0%</b>     |

Tabelle 5-7: Bildungs- und Berufsstand des Samples (Personen ohne Arbeit oder Ausbildung: «ausgescreened»)

\*Personen mit höherer Berufsausbildung oder Hochschulabschluss wurden als «hohes Bildungsniveau» quotiert

Eng verbunden mit dem Bildungs- und Berufsstand ist das Einkommen [y\_einkommen]. Um Umfrage-Abbrüche zu vermeiden ist diese Angabe freiwillig, weshalb insgesamt 328 Angaben fehlen (Abbildung 5-9). Der Medianlohn des Samples liegt zwischen CHF 5000 und CHF 6000 (Durchschnitt bei rund CHF 6000), was etwas unterhalb des Schweizer Brutto-Medianlohns liegt (rund CHF 6500, vgl. BFS, 2018a). Eine Erklärung der Differenz könnte sein, dass viele Teilnehmende ihren allfälligen 13. Monatslohn nicht berücksichtigt haben.

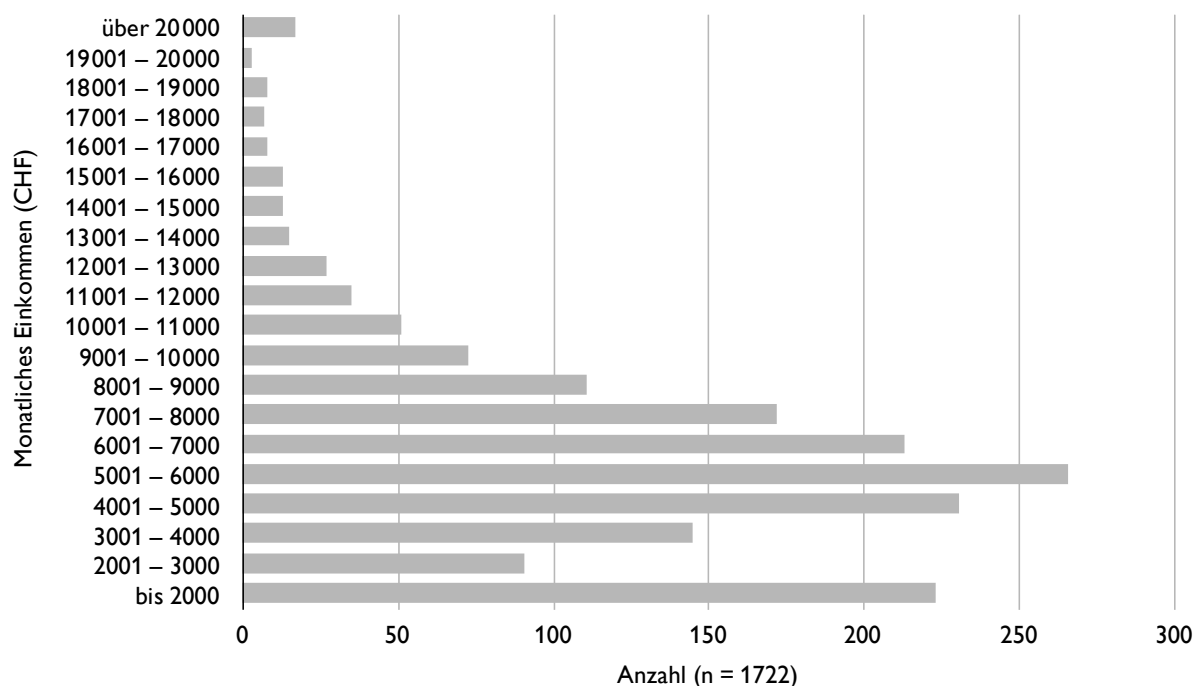


Abbildung 5-9: Verteilung der Lohnniveaus des befragten Panels (keine Angabe: 328 Personen)

Auch persönlicher Abonnementsbesitz ist Teil der Quotierung (vgl. Tabelle 4-5). Da der Abo-besitz in der Befragung gegen Ende der Umfrage im Kontext weiterer Mobilitätsinstrumente (Abos, Ausweise, Fahrzeuge) auf individueller Ebene nochmals detailliert erhoben wird, können die Zahlen minim von den Quotierungsergebnissen abweichen. Unter Abonnements werden sämtliche in der Schweiz relevanten Angebote im Bereich des öffentlichen Verkehrs und der Sharing Mobility abgefragt (Abbildung 5-10). So wurden Halbtax-, General-, Zonen-, Strecken- und Seven25-Abos im ÖV sowie Car- und Bike-Subskriptionen im Sharing-Bereich erfasst [y\_halbtax, y\_ga, y\_zonen, y\_strecke, y\_seven, y\_carsharing, y\_bikesharing].

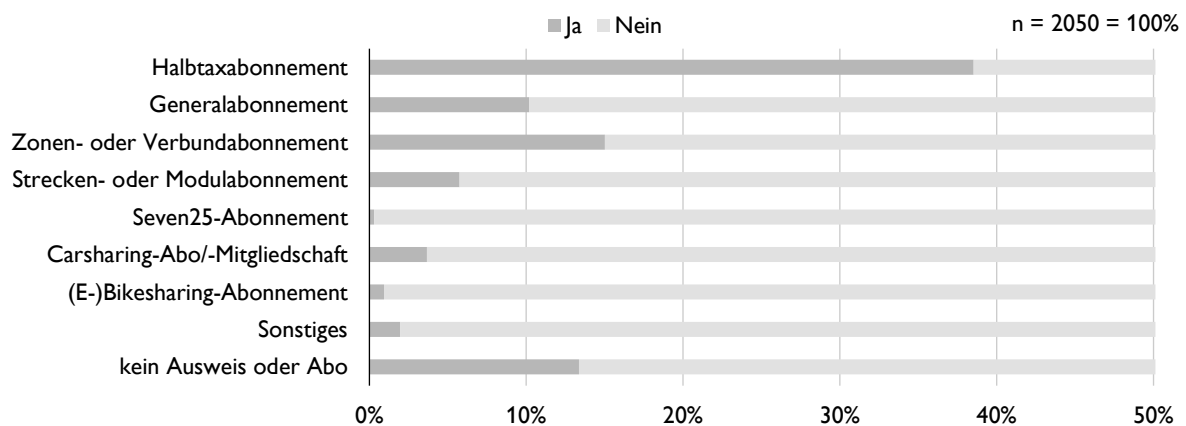


Abbildung 5-10: Individueller Abo-/Ausweisbesitz im Mobilitätsbereich (Mehrfachnennungen sind möglich)

Rund 39 % der Befragten (790) verfügen über ein Halbtaxabonnement, das zu Fahrten zum halben Preis im ÖV der Schweiz berechtigt. Gut 10 % des Samples (209) verfügt gar über ein Generalabonnement, welches unbegrenzte Fahrten im Schweizer ÖV-Netz ermöglicht. Ca. 20 % der Befragten haben persönliche Zonen-, Verbund-, Strecken-, Modul-Abonnemente oder ein Seven25-Abo (für bis 25-jährige), die auch parallel zum Halbtax genutzt werden können. Insgesamt 13 % der Teilnehmenden (274) verfügen weder über einen Ausweis (inkl. Fahrausweis/Führerschein) noch über ein Abonnement im öffentlichen oder geteilten Verkehr.

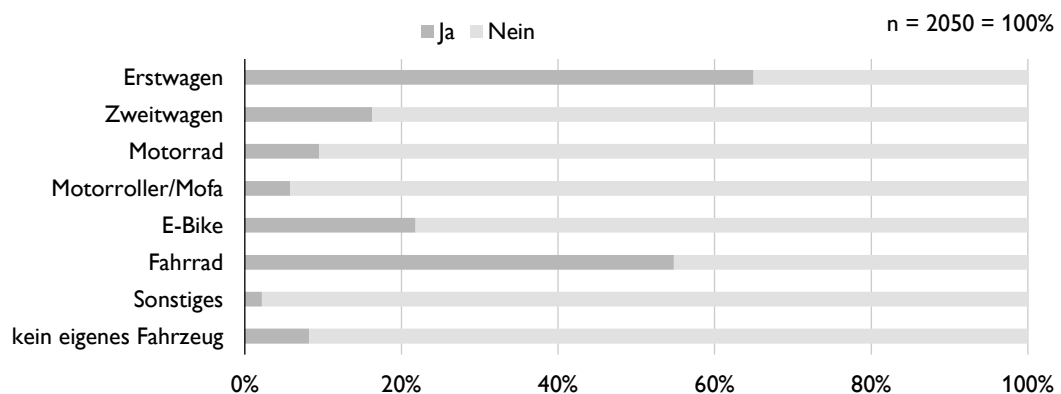


Abbildung 5-11: Individueller Fahrzeugbesitz (falls >50 % zur eigenen Verfügung; Mehrfachnennungen mögl.)



Lediglich 8 % der Panelisten (169) verfügen über kein eigenes Fahrzeug (Abbildung 5-11). Eine Mehrheit von 65 % der Befragten (1332) hat ein eigenes Auto, 16 % (334) sogar einen Zweitwagen, welcher mehrheitlich (>50 % der Zeit) zur eigenen Verfügung steht. Jeweils weniger als 10 % der Teilnehmenden verfügen über ein Motorrad, einen Motorroller oder ein Mofa. E-Bikes stehen hingegen bei 22 % der Befragten (447) zur persönlichen Verfügung, während klassische Fahrräder bei 55 % der Personen bereitstehen. Weil manche Fahrzeuge nicht ausschliesslich individuell genutzt werden, sind diese auch pro Haushalt erfasst worden.

### 5.3.3 Haushaltscharakteristika

Da die Mobilitätssituation des Haushalts Auswirkungen auf die individuelle Mobilität haben kann (z.B. Mitfahrgelegenheit, Verfügbarkeit oder Vertrautheit des Ersatzmodus), werden Mobilitätsinstrumente auch auf Haushaltsebene erhoben [z\_halbtaxhh, z\_gahh, z\_zonenh, z\_streckehh, z\_sevenhh, z\_carsharinghh, z\_bikesharinghh]. Es zeigt sich, dass mit 54 % (1108) über die Hälfte der Befragten mindestens ein Halbtaxabonnement und 17 % (352) sogar mindestens ein Generalabonnement im Haushalt haben. Rund 25 % (508) der Haushalte verfügen über mindestens ein Zonen- oder Verbundabonnement und knapp 10 % (194) haben mindestens ein Mitglied mit Strecken- oder Modulabonnement. Car- und (E-)Bikesharing-Abos sind bei immerhin 6 % (123) bzw. rund 2 % (36) der Haushalte vorhanden (Abbildung 5-12).

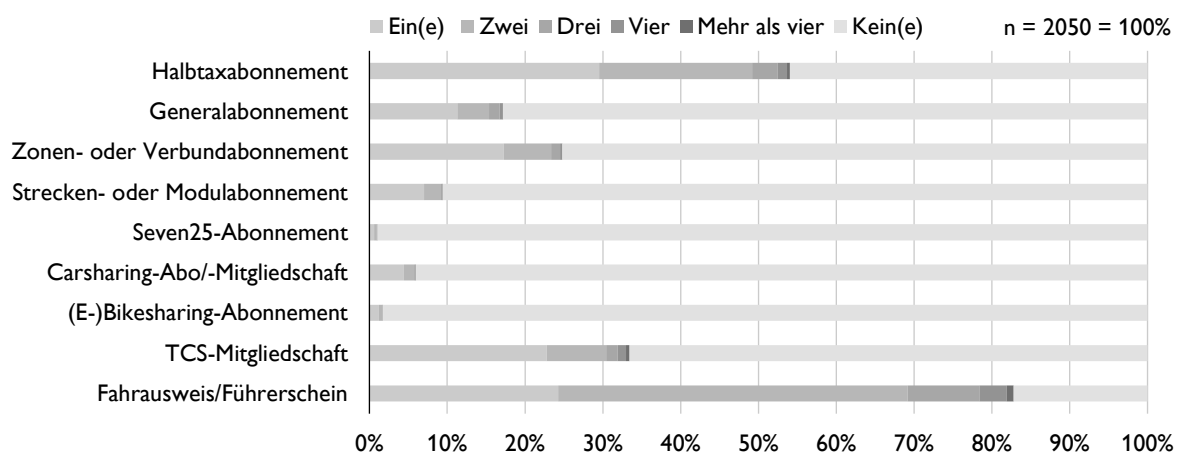


Abbildung 5-12: Anzahl Abos, Ausweise, Mitgliedschaften im Mobilitätsbereich im Haushalt der Befragten

TCS-Mitgliedschaften als eine Art von Mobilitätsversicherung, die für Einzelpersonen oder mehrere Mitglieder eines Haushalts abgeschlossen werden können (vgl. TCS, 2020), sind mit 33 % bei exakt einem Drittel der befragten Personen im Haushalt vorhanden [z\_tcsmitgliedhh]. Diese Zahl erscheint plausibel bzw. repräsentativ bei einer Gesamtzahl von 1.5 Millionen TCS-Mitgliedschaften in der Schweiz (TCS, 2020). Mindestens ein Führerschein ist bei den allermeisten Haushalten des Samples verfügbar (83%); bei mehr als der Hälfte (58.5%) besitzen zwei oder mehr Haushaltsmitglieder einen Führerschein [z\_fahrausweishh].

Beim Blick auf den Fahrzeugbesitz in den Haushalten der Befragten [z\_autohh, z\_motorradhh, z\_motorrollerhh, z\_ebikehh, z\_fahrradhh] fällt auf, dass mehr Haushalte über motorisierte Fahrzeuge verfügen als über Fahrräder (Abbildung 5-13). Die Gesamtzahl an Fahrrädern ist allerdings höher, da in 57 % (1168) der Haushalte zwei oder mehr Velos bereitstehen und bei 33 % (684) der Haushalte sogar drei oder mehr Fahrräder vorhanden sind. Im Gegensatz dazu sind Zweit-, Dritt-, und Viert-Fahrzeuge bei motorisierten Verkehrsmitteln weniger häufig: In 45 % (931) der Haushalte steht ein Auto, bei 33 % (668) existiert auch ein Zweitwagen und bei 9 % (184) sind sogar drei oder mehr Autos im Haushalt. In 17 % (351) der Haushalte gibt es mindestens ein Motorrad, bei 12 % (250) mindestens einen Motorroller oder ein Mofa und bei 32 % (656) steht mindestens ein E-Bike bereit. Beim Vergleich mit statistischen Daten der gesamten Schweiz erscheinen die Zahlen plausibel (vgl. BFS, 2017a): So verfügen gemäss BFS 78 % aller Haushalte über mindestens einen Personenwagen, 11 % über mindestens ein Motorrad und 65 % über mindestens ein Fahrrad. Die leicht höheren Zahlen im Sample erklären sich durch den Fokus auf die berufstätige Bevölkerung zwischen 15 und 65 Jahren. Das Sample scheint somit wie beabsichtigt repräsentativ für Deutschschweizer Personen in Arbeit oder Ausbildung von 15 bis 65 Jahren.

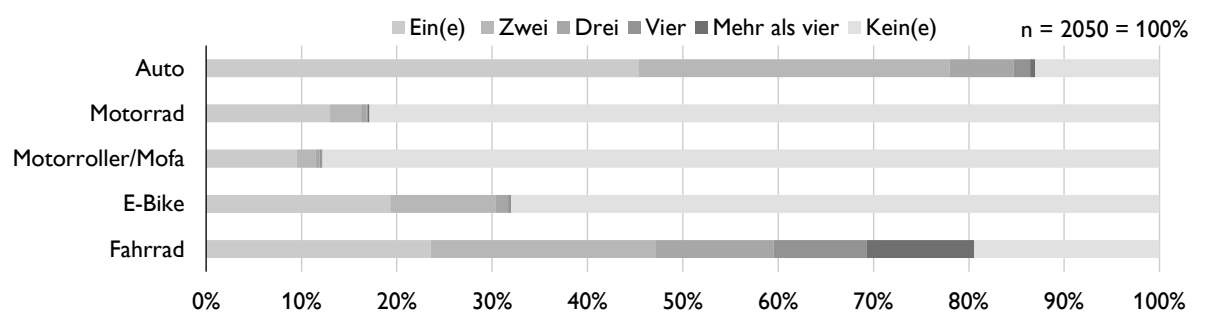


Abbildung 5-13: Anzahl Fahrzeuge im Haushalt der Befragten

Die Anzahl vorhandener Mobilitätsinstrumente ist auch von der Haushaltsgrösse abhängig. Das Befragungsinstrument erfasst daher die Anzahl Erwachsener [z\_perserwhh] und Minderjähriger [z\_perskindhh] im Haushalt der Panelisten (Abbildung 5-14). Dabei zeigt sich, dass genau 70 % (1434) der Befragten keine Minderjährige im Haushalt haben. Während 20 % der Befragten allein wohnen, leben 38 % (774) zu zweit und 42 % (870) in grösseren Haushalten mit (minderjährigen und/oder volljährigen) Kindern oder in Wohngemeinschaften. Die durchschnittliche Haushaltsgrösse des Samples liegt bei 2.64 Personen, was über dem Schweizer Durchschnitt von 2.2 Personen liegt (BFS, 2021). Dies ist darin begründet, dass wegen des Fokus auf Arbeits- und Schulwege alle Personen über 65 Jahren mit eher kleineren Haushalten vom Sample ausgeschlossen sind. Insgesamt lässt sich daher auch bei den Haushaltsgrössen festhalten, dass das Sample repräsentativ erscheint (vgl. BFS, 2021).

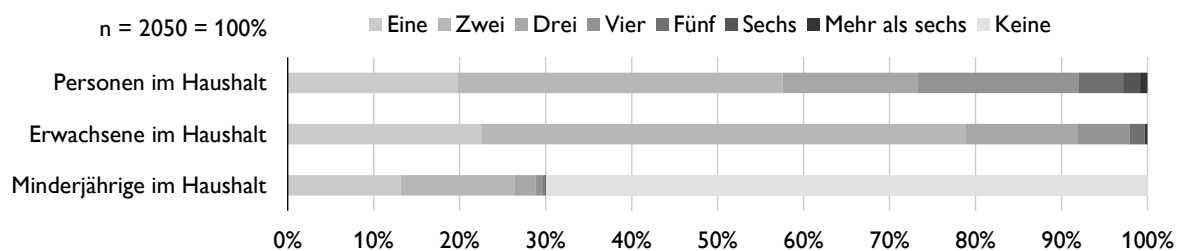


Abbildung 5-14: Anzahl Personen im Haushalt der Befragten (Total, Erwachsene, Minderjährige)

Zuletzt wird im Befragungsinstrument auch die Wohnsituation erfasst. Dabei wird zwischen Eigentum und Miete unterschieden [z\_wohnenhh], da dies Auswirkungen auf die Flexibilität bezüglich Wohnortswechsel haben könnte (vgl. 3.2). Mit einer Wohneigentumsquote von 45 % entspricht das Sample relativ genau dem Schweizer Durchschnitt: Knapp 40 % der Schweizer Haushalte bewohnen Eigentum, wobei die Eigentumsquote in den städtischen Regionen deutlich tiefer (z.B. Basel Stadt: 16 %) und in den ländlichen Kantonen deutlich höher (z.B. Appenzell Innerrhoden: 57 %) liegt (BFS, 2019c).

### 5.3.4 Charakteristika des primären Modus

Im Hauptteil des Befragungsinstruments werden die auf dem regelmässigen Weg benutzten Verkehrsmittel erhoben (Abbildung 5-15). Da sich wegen multimodalen Ketten Mehrfachnennungen ergeben können, wird das «Hauptverkehrsmittel» angenähert. Dabei wird zunächst die folgende Logik angewandt: MIV vor ÖV vor LV [a\_autoeigen, a\_motorrad, a\_motorroller, a\_bahn, a\_tram, a\_bus, a\_autoshared, a\_automitfahrt, a\_taxi, a\_ebike, a\_escooter, a\_fahrrad, a\_zufuss, a\_sonstig]. Diese Annäherung wird dann zusätzlich validiert mit der Fahrzeit pro Verkehrsmittel. Wenn z.B. eine Park-and-Rail-Pendlerin im Normalfall mit dem Auto zum Bahnhof fährt und anschliessend länger im Zug als im Auto sitzt, gilt die Bahn als ihr primäres Hauptverkehrsmittel [a\_hauptvm].

Mit der genannten Logik kommt die Zahl der Auto-Pendler im Sample (1003) mit 46 % relativ nah an den schweizweiten Wert von 51 % (BFS, 2020). Im Vergleich mit dem gesamtschweizerischen Wert von 17 % Bahnpendlern (BFS, 2020) ist im Sample mit 28 % (574) eine Übervertretung festzustellen. Mögliche Ursachen sind die Einschränkung der Studie auf die Deutschschweiz, der Einschluss von Ausbildungspendlern, eine leicht andere Bestimmungslogik des primären Verkehrsmittels seitens BFS und/oder eine Übervertretung von Bahnpendlern im Panel von Intervista. Ein gegenteiliges Phänomen zeigt sich bei den primären Fusspendlern, welche im Sample mit 2.2 % (45) im nationalen Vergleich (9 %) untervertreten sind (BFS, 2020). Feedback von Teilnehmenden und Untersuchungen der Abbruchquote zeigen, dass reine Innerortspendler die Befragung überdurchschnittlich häufig abgebrochen haben, weil sie den Sinn der Bewertung eines zu Fuss machbaren Wegs nicht erkennen.

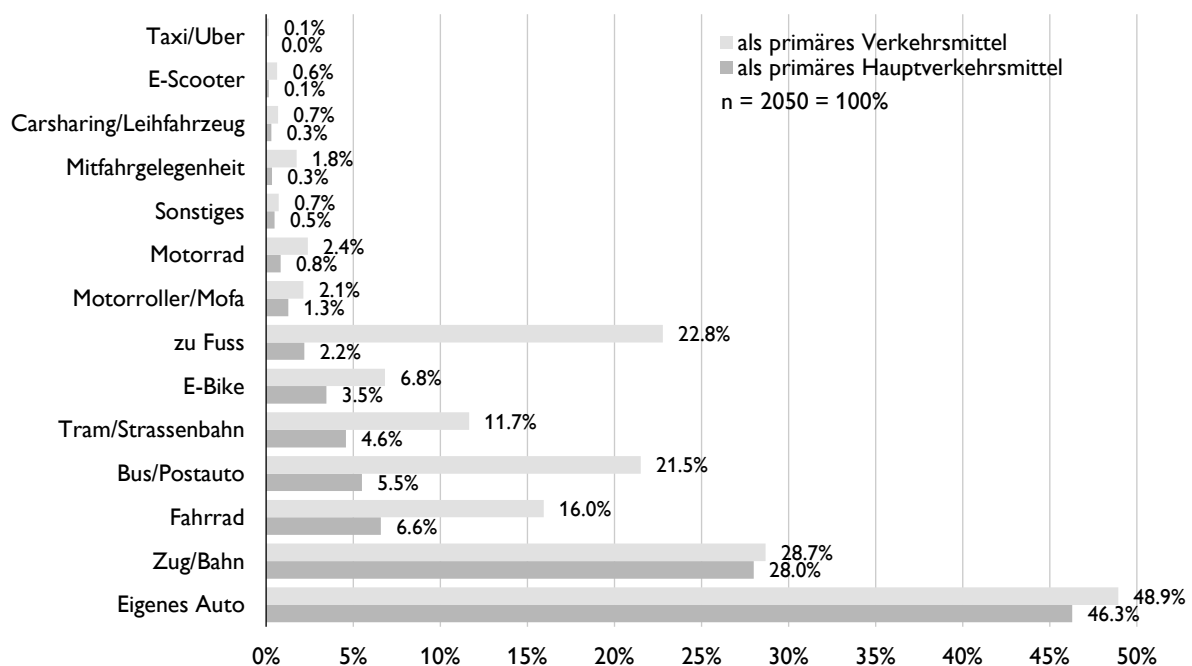


Abbildung 5-15: Primäre Hauptverkehrsmittel des Samples ( $n = 2050$ )  
und primäre Verkehrsmittel insgesamt (Mehrfachnennungen wegen Multimodalität möglich)

Während das eigene Auto oder die Bahn bei dreiviertel der Befragten das Hauptverkehrsmittel darstellt, ist das Bild bei der allgemeinen Nutzung weniger eindeutig. Viele Personen machen einen Abschnitt zu Fuss oder kombinieren verschiedene Verkehrsmittel. Die häufigsten Kombinationen ergeben sich bei ÖV-Nutzern mit Bus/Postauto und Bahn, zu Fuss und Bahn, oder auch Mehrfachkombinationen wie zu Fuss mit Bus/Postauto und Bahn (Abbildung 5-16).

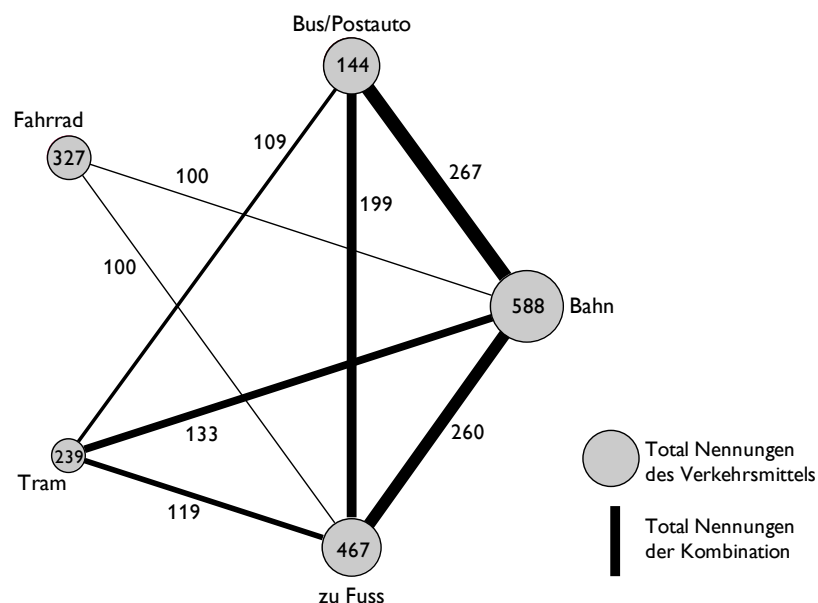


Abbildung 5-16: Wichtigste multimodale Kombinationen im primären Modus  
(Kombinationen mit  $<100$  Nennungen sind ausgeblendet; möglich sind auch Mehrfach-Kombinationen, z.B. zu Fuss – Tram – Bahn, weshalb sich die Kombinationen nicht zum Total pro Verkehrsmittel aufsummieren)

Die Reisezeiten pro Verkehrsmittel [a\_bahnt, a\_autoeigent, a\_autosharedt, a\_automitfahrtrt, a\_taxit, a\_bust, a\_tramt, a\_motorradt, a\_motorrollert, a\_escootert, a\_ebiket, a\_fahrradt, a\_zufusst, a\_leerzeit] zeigen, dass die Bahn und das Auto v.a. für längere Wege eingesetzt werden. Andere Modi wie Mitfahrgelegenheiten, öffentlicher Strassenverkehr, aber auch Zweiräder dienen eher kürzeren Reisen oder als Zubringer für andere Verkehrsmittel (Abbildung 5-17).

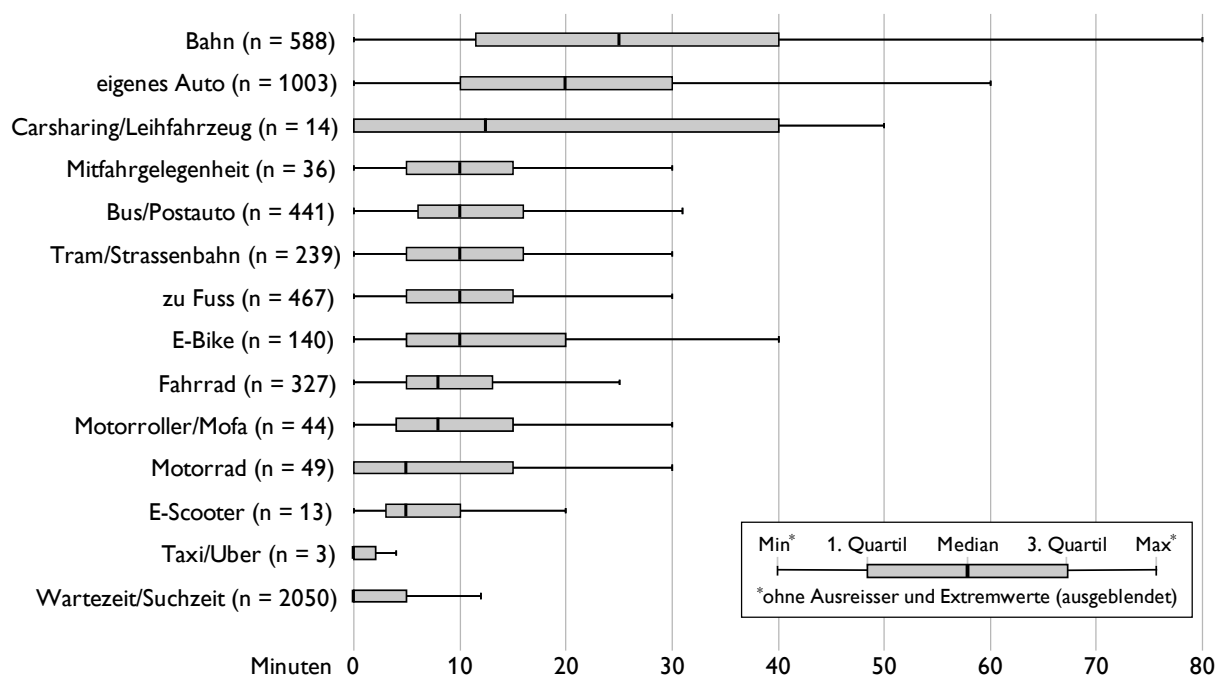


Abbildung 5-17: Reisezeiten pro Verkehrsmittel des primären Modus (multimodale Kombinationen möglich)

Insgesamt ergibt sich über das ganze Sample und bei Berücksichtigung multimodaler Ketten eine durchschnittliche Reisezeit [a\_reisezeit] von 31:30 Minuten (Mittelwert). Die grosse Standardabweichung von 25:04 erklärt sich durch die Bandbreite unterschiedlicher regelmässiger Reisen: So wird in einem Extrembeispiel ein Reiseweg von vier Stunden angegeben – was nicht unrealistisch ist, wenn diese Reise nur selten stattfindet. Am anderen Extrem hat eine Person mit Wohn- und Arbeitsplatz im selben Gebäude eine Reisezeit von 0 Minuten. Der Median der 2050 erfassten Wege liegt bei einer Reisezeit (Tür zu Tür) von 25:00 Minuten.

Sowohl beim ÖV als auch beim MIV wird die Reiseklasse bzw. Fahrzeugqualität erfasst. Von den Bahnreisenden sind 8.7% in der ersten 1. Klasse und 91.3% in der 2. Klasse unterwegs [a\_oevklasse]. Die im Sample benutzten Motorräder haben einen durchschnittlichen Neuwert [a\_motonp] von CHF 11 368 (Median: CHF 9000). Die Standardabweichung von CHF 9247 erklärt sich durch die Spannweite der Preise von bis zu CHF 45 000. Die durchschnittlichen Jahreskilometer [a\_motokm] betragen 5184 km (Median: 5000 km). Die grosse Standardabweichung von 4253 km erklärt sich auch hier durch Extremwerte von bis zu 15 000 km pro Jahr.

Die von den Befragten gefahrenen Autos haben einen Neupreis [a\_autonp] von durchschnittlich CHF 42372 (Median: CHF 35000). Wegen einiger Extremwerte beträgt die Standardabweichung CHF 40000, wobei 75 % der Autos weniger als CHF 52000 kosten. Die gefahrenen Jahreskilometer [a\_autokm] betragen im Durchschnitt 18000 km. Auch diese Zahl (sowie die Std. Abw. von 31041 km) ist stark von einigen Extremwerten beeinflusst. Der Median liegt bei 13000 km pro Jahr, mit 75 % aller Jahresdistanzen unter 20000 km. Rund 90 % der erfassten Autos sind mit Benzin oder Diesel unterwegs [a\_antriebsart] (Abbildung 5-18). Rund die Hälfte dieser Autos waren zum Kaufzeitpunkt Neuwagen bzw. Gebrauchtwagen [a\_zustand]. Bei der Frage nach der beabsichtigten Nutzungsdauer des Autos [a\_nutzung] zeigt sich, dass Neuwagen häufig für vier, Gebrauchtwagen für fünf Jahre gefahren werden. Meistgenannte Dauer ist jedoch bei Neuwagen und Occasionen 10 Jahre, wobei es eine beträchtliche Zahl Autos gibt, die quasi an ihr Lebensende (>15 Jahre) gefahren werden (Abbildung 5-19).

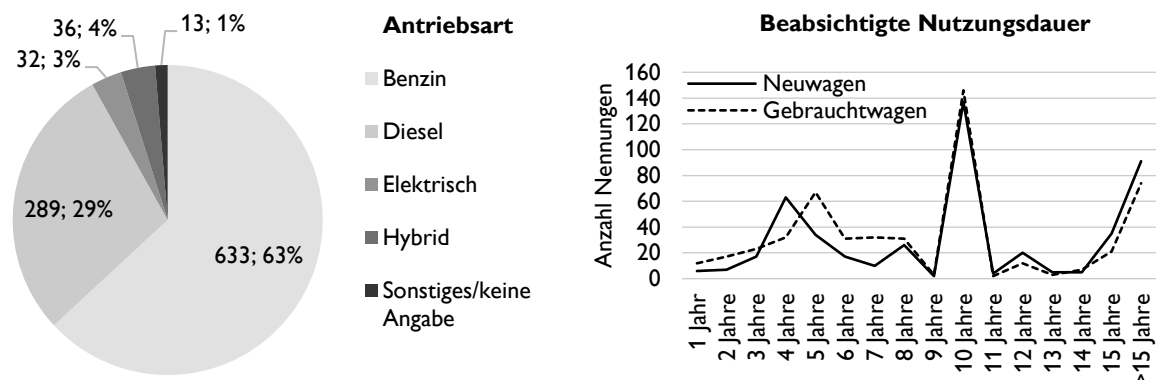


Abbildung 5-18: Antriebsarten der Autos (n = 1003)    Abbildung 5-19: Geplante Nutzungsdauer der Autos

In der Befragung wird auch die wahrgenommene Verlässlichkeit des primären Modus erhoben. Über die Abfrage der Häufigkeit von Verspätungen auf dem genannten Weg lässt sich die prozentuale Verspätungshäufigkeit berechnen [a\_spatprozent]. Zudem wird die durchschnittliche Dauer dieser Verspätungen erfasst [a\_spatschnitt]. Es zeigt sich, dass Verspätungen über alle Panelisten hinweg im Durchschnitt bei 16 % aller Wege auftreten, wobei der Median bei rund 5 % liegt. Die Hälfte der Befragten rapportiert ein durchschnittliches Risiko von Verspätungen auf 1 % bis 19 % aller Wege. Die Verspätungsdauer beträgt 8 Minuten im Mittel bzw. 5 Minuten im Median. Dreiviertel der genannten durchschnittlichen Verspätungen betragen weniger als 10 Minuten.

Die Aufbereitung nach Verkehrsmittel ergibt Aufschlüsse über deren Verlässlichkeit (Abbildung 5-20; Abbildung 5-21). Personen, deren Weg zur Hauptsache aus Bus oder Bahn besteht, nehmen am häufigsten Verspätungen wahr (Median von 14 % bzw. 10 %), wobei diese in der Regel nur kurz sind (Median von 4 bzw. 5 Minuten; 75 % der Verspätungen unter 10 Minuten).

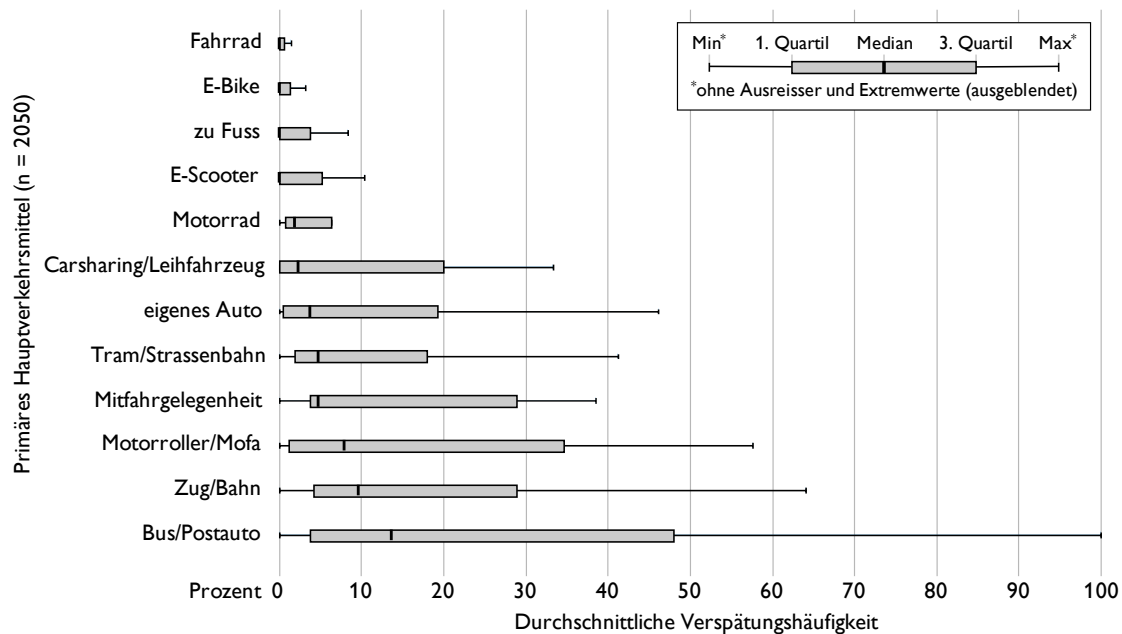


Abbildung 5-20: Genannte durchschnittliche Verspätungshäufigkeit; nach primärem Hauptverkehrsmittel

Gegenteilig ist die Situation bei den Automobilisten: Diese nennen seltener Verspätungen (Median von 5%), wobei deren Dauer oft deutlich länger ist (Median von 10 Minuten; 75% der Verspätungen unter 15 Minuten). Eine gewisse Validierung dieser erwartbaren Verspätungen ist (zumindest bei MIV) mittels Google Maps API möglich, welche neben der üblichen Fahrzeit [g\_mivt] auch einen «best guess» [g\_mivbest] sowie ein «optimistisches» [g\_mivopst] und ein «pessimistisches» [g\_mivpest] Szenario für die spezifische Abfahrtszeit ausgeben kann (vgl. 5.2.3). Die so ermittelbare Bandbreite bzw. Verlässlichkeit pro Weg wird in der Auswertung zur Teilstudie C beleuchtet.

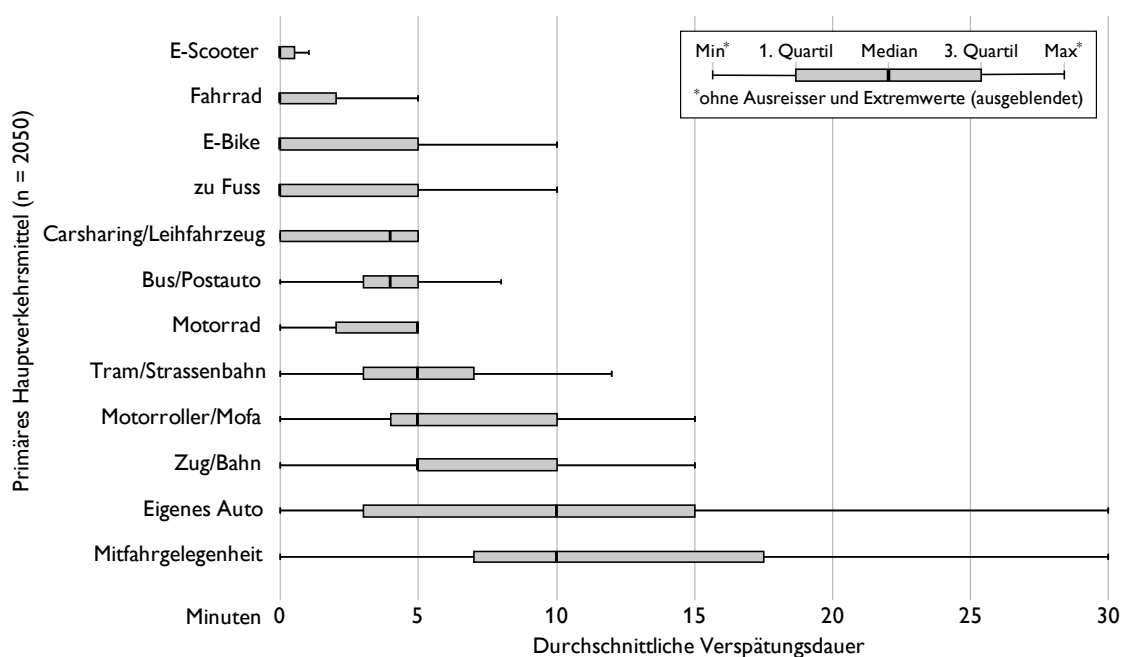


Abbildung 5-21: Genannte durchschnittliche Verspätungsdauer; nach primärem Hauptverkehrsmittel

Neben der Verspätungswahrscheinlichkeit wird auch die Wahrscheinlichkeit abgefragt, mit der auf dem genannten regelmässigen Weg (aus allen möglichen Gründen) auf einen anderen als den primären Modus zurückgegriffen wird [a\_wahrschnv]. Das befragte Sample nutzt im Schnitt in etwas mehr als 7% der Fälle eine Verkehrsmittelalternative anstelle des primären Modus. Über 40% der Befragten greifen jedoch für den genannten regelmässigen Weg nie auf einen Ersatzmodus zurück, sodass der Median bei 1% der Fälle liegt. Es ist augenfällig (vgl. Abbildung 5-22), dass die Befragten oft «gerade» Werte gewählt haben und ihre Wahrscheinlichkeit der Nichtnutzung des primären Modus gehäuft mit 0%, 5%, 10% oder 20% abgeschätzt haben. Diese individuellen Abschätzungen sind insofern unproblematisch als dass dieser Wert primär dazu dient, Personen gewisse Nutzungsintensitäten zuzuordnen. So ist bei Nennungen von 30% und mehr klar, dass diese Personen kein dominantes Nutzungsmuster bei einem spezifischen Modus haben, bei Nennungen von 5% bis 25% Prozent, dass diese Personen zumindest gelegentlich auf andere Verkehrsmittel zurückgreifen, während bei Personen mit Wahrscheinlichkeiten unter 4% der primäre Modus dominant ist und nur in Ausnahmefällen auf Anderes zurückgegriffen wird.

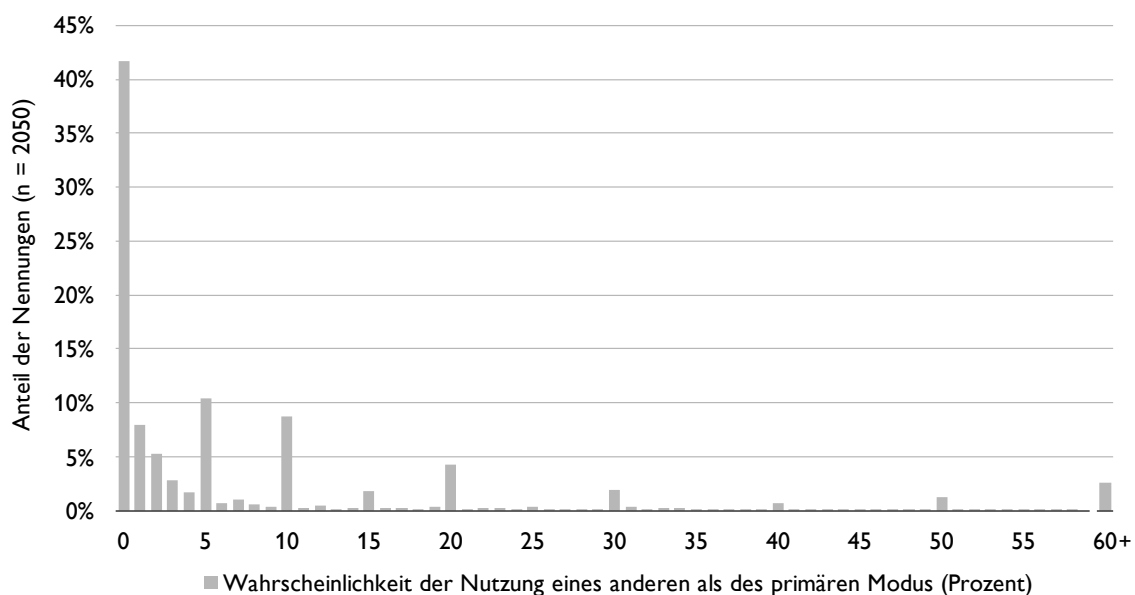


Abbildung 5-22: Genannte Wahrscheinlichkeiten der Ersatzmodus-Nutzung für den regelmässigen Weg (Personen mit Nennungen von 50% und mehr haben keinen klaren primären Modus)

An verschiedenen Stellen des Befragungsinstruments wird der Preis bzw. die Preisbereitschaft für den regelmässigen Weg mit dem primären Modus abgefragt. Weil einerseits der Preis eines Wegs schwanken kann (z.B. dynamische Preise, Treibstoffpreise, etc.) und andererseits der effektive Preis pro Weg nicht allen Befragten bewusst sein dürfte, wird ein Preisband abgefragt. Aus diesem abgefragten minimalen [a\_chfmin] und maximalen [a\_chfmax] Preis pro Weg kann so als grobe Annäherung ein Durchschnittspreis berechnet werden [a\_chfmean].



Personen mit Wegen, deren Preis genau bekannt ist und kaum schwankt, erfassen zweimal denselben Preis. Anhand von Sekundärdaten (z.B. von TCS oder SBB) lassen sich die genannten Preisangaben teils validieren. Detailliertere Angaben dazu finden sich in der Auswertung zur Teilstudie C (6.3). Ähnlich wie der bezahlte Preis wird auch die maximale Zahlungsbereitschaft pro regelmässigen Weg mit dem primären Modus erhoben. Dabei wird einerseits gefragt, welchen Preis die Befragten «noch bereit wären» zu bezahlen [a\_cs] und andererseits, welcher Preis «definitiv zu teuer» wäre [a\_csx]. Auch hier wird zum Vergleich ein Mittelwert errechnet [a\_csmean].

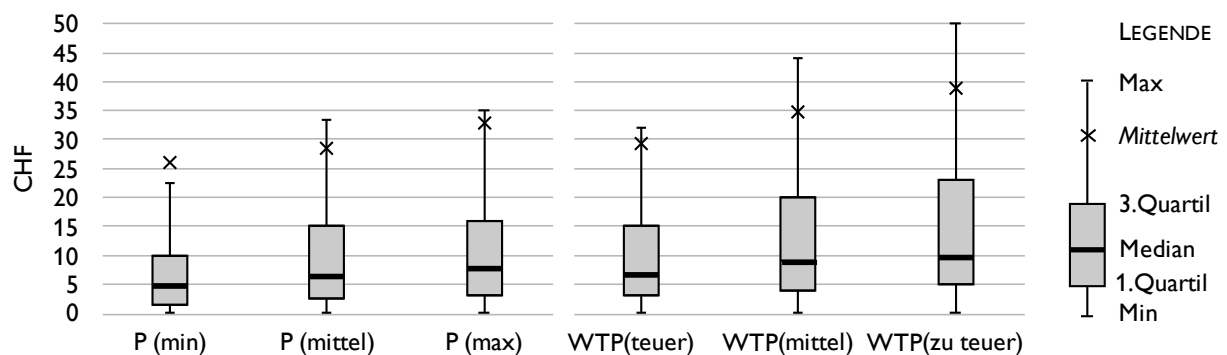


Abbildung 5-23: Genannte Preise (P) und Preisbereitschaften (WTP) für den primären Modus

Zuletzt wird in Bezug auf den primären Modus auch erhoben, wie stark sich eine Preiserhöhung auf die Anzahl der beabsichtigten Reisen auswirkt [a\_elasti]. Die Preiselastizität der Nachfrage kann anhand des Befragungsinstruments für all jene Probanden bestimmt werden, welche sich grundsätzlich bereit erklären, eine Zusatzgebühr im Sinn eines Optionspreises (bzw. einer Art von Versicherungsgebühr pro Weg) zu bezahlen. Als Aufpreis wird die von den Befragten individuell als «teuer» bezeichnete Gebühr [o\_pteuer] (hypothetisch) auf den Durchschnittspreis [a\_chfmean] geschlagen. Die Teilnehmenden werden gefragt, auf wie viele ihrer (hochgerechneten) jährlichen Wege [x\_tripsprojahr] sie bei Einführung dieser Gebühr verzichten würden [a\_elasti].

Zur Berechnung der individuellen Preiselastizität der Nachfrage [a\_elastidemand] wird die relative Mengenänderung [a\_elasti / x\_tripsprojahr] der relativen Preisänderung [o\_pteuer / a\_chfmean] gegenübergestellt.

$$(1) \text{ Prozentuale Änderung des Preises: } a_{elastichf} = \frac{o_{pteuer}}{a_{chfmean}}$$

$$(2) \text{ Prozentuale Änderung der Menge: } a_{elastiweg} = \frac{a_{elasti}}{x_{tripsprojahr}}$$

$$(3) \text{ Preiselastizität der Nachfrage: } \varepsilon = a_{elastidemand} = \left| \frac{a_{elastiweg}}{a_{elastichf}} \right|$$

Die Preiselastizität der Nachfrage nach regelmässigen Wegen mit dem Primärmodus liegt bei einer Mehrheit aller Befragten zwischen 0 und 1, womit sie als relativ unelastisch bezeichnet werden kann (Abbildung 5-24). Der Median der Preiselastizität der Nachfrage liegt bei 0.1624, ist also gar sehr unelastisch. Bei einer Preiserhöhung um 10 % sinkt die Nachfrage im Median lediglich um 1.6 %. Dies ist nicht überraschend, sondern deutet darauf hin, dass die abgefragten Arbeits- und Ausbildungswege wie beabsichtigt einen hohen Zwangscharakter haben. Dieses Ergebnis zeigt, dass der Transport (zum Arbeits- und Ausbildungsplatz) nur schwierig substituiert werden kann. Der Mittelwert der individuellen Preiselastizitäten liegt allerdings mit 2.2676 im sehr elastischen Bereich. Konkret führt eine Preiserhöhung von 1 % im Schnitt zu einem Nachfragerückgang von über 2.3 %. Bei Ausklammerung all jener Personen, die bei einer Preiserhöhung um 1 % die Anzahl der Reisen um 10 % und mehr reduzieren, verkleinert sich aber auch der Mittelwert auf 0.7747, also in den relativ unelastischen Bereich.

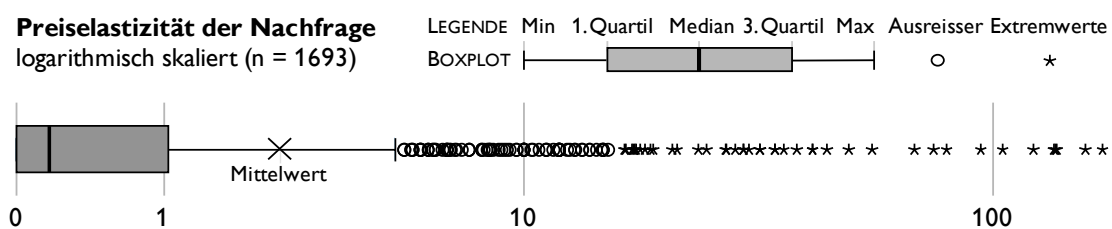


Abbildung 5-24: Individuelle Preiselastizitäten der Nachfrage der Befragten (mit Preisbereitschaft)

Die Diskrepanz zwischen Median und Mittelwert ist durch die grosse Streuung mit vielen hohen Extremwerten begründet: Einige Personen stehen der (hypothetischen) Einführung von Zusatzgebühren grundsätzlich kritisch gegenüber und legen «Protestvotes» ein, indem Sie die beabsichtigten Wege gegen null reduzieren – z.B. durch die Nutzung von Homeoffice. Um diese «Protestvotes» einordnen zu können, wird Personen ohne Zahlungsbereitschaft eine Zusatzfrage zur Reaktion auf eine allfällige Preiserhöhung gestellt, wobei diese mit Homeoffice [b\_bhome], Wechsel des Arbeitsplatzes [b\_bplatz], Wechsel des Wohnorts [b\_bwohn] oder mit sonstigen Reaktionen [b\_bsonst] antworten können (Abbildung 5-25).

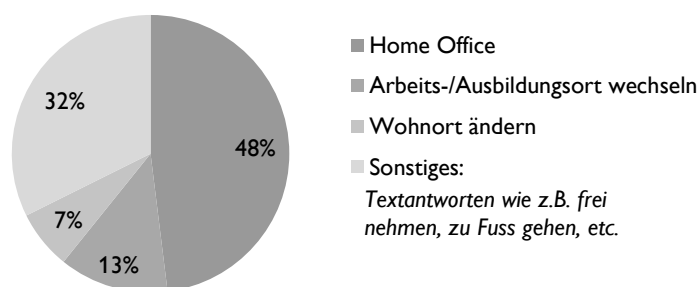


Abbildung 5-25: Reaktionen von «Protestvoters» (WTP 0) im Fall von Zusatzgebühren (n = 96)

### 5.3.5 Charakteristika des sekundären Modus

Analog zum primären Modus werden auch beim sekundären Modus (bevorzugtes Backup bzw. Ersatzmodus oder Verkehrsmittel-Alternative) umfassende Variablen erhoben. Zuerst wird die absolute Häufigkeit der Trips mit Ersatzmodus auf dem spezifischen Weg abgefragt. Wie bei der Angabe der Häufigkeit des regelmässigen Wegs [x\_tripzahl] werden auch bei der Abfrage der Wege mit Ersatzmodus [b\_tripzahl] zur präziseren bzw. leichteren Abschätzung verschiedene Zeiteinheiten angeboten: pro Monat, pro Quartal, pro Jahr [b\_prozeit].

|                     |               | <i>pro Monat</i> |            | <i>pro Quartal</i> |            | <i>pro Jahr</i> |            |
|---------------------|---------------|------------------|------------|--------------------|------------|-----------------|------------|
|                     |               | Anzahl           | in Prozent | Anzahl             | in Prozent | Anzahl          | in Prozent |
| <b>Häufigkeit</b>   | <b>&lt;1</b>  | 383              | 19.0 %     | 97                 | 4.8 %      | 513             | 25.4 %     |
| <b>des regel-</b>   | <b>1</b>      | 92               | 4.6 %      | 57                 | 2.8 %      | 80              | 4.0 %      |
| <b>mässigen</b>     | <b>2</b>      | 101              | 5.0 %      | 31                 | 1.5 %      | 98              | 4.9 %      |
| <b>Wegs mit</b>     | <b>3</b>      | 46               | 2.3 %      | 12                 | 0.6 %      | 48              | 2.4 %      |
| <b>der Ver-</b>     | <b>4</b>      | 61               | 3.0 %      | 12                 | 0.6 %      | 46              | 2.3 %      |
| <b>kehrsmittel-</b> | <b>5</b>      | 40               | 2.0 %      | 5                  | 0.2 %      | 39              | 1.9 %      |
| <b>Alternative</b>  | <b>6</b>      | 23               | 1.1 %      | 3                  | 0.1 %      | 14              | 0.7 %      |
|                     | <b>7</b>      | 1                | 0.0 %      | 1                  | 0.0 %      | 2               | 0.1 %      |
|                     | <b>8</b>      | 19               | 0.9 %      | 2                  | 0.1 %      | 5               | 0.2 %      |
|                     | <b>9</b>      | 2                | 0.1 %      |                    |            |                 |            |
|                     | <b>10</b>     | 22               | 1.1 %      | 7                  | 0.3 %      | 43              | 2.1 %      |
|                     | <b>&gt;10</b> | 67               | 3.3 %      | 3                  | 0.1 %      | 43              | 2.1 %      |
| <b>Total</b>        |               | 857              | 42.5 %     | 230                | 11.4 %     | 931             | 46.1 %     |

Tabelle 5-8: Anzahl Nennungen pro Wegzahl mit Ersatzmodus pro gewählte Zeiteinheit  
(Monat/Quartal/Jahr)

Durch Multiplikation lässt sich die Anzahl Wege (Tabelle 5-8) mit Ersatzmodus wiederum über das ganze Sample annualisieren [ $b\_tripzahl \cdot b\_prozeit = b\_tripsprojahr$ ]. Indem die jährliche Häufigkeit der Ersatzmodus-Nutzung mit der jährlichen Anzahl der Wege in Verhältnis gesetzt wird, kann die relative Häufigkeit der Nutzung des Ersatzmodus auf dem spezifischen Weg ermittelt werden [ $b\_wahrsch$ ]. Diese Zahl kann auch mit der geschätzten Häufigkeit der Nutzung eines anderen als des primären Modus abgeglichen werden [ $a\_wahrschnv$ ]. Wenn dieser abgefragte Schätzwert höher ist als die berechnete Nutzungswahrscheinlichkeit des sekundären Modus [ $a\_wahrschnv > b\_wahrsch$ ], benutzt die Person auf der gegebenen Strecke neben dem genannten Ersatzmodus noch weitere Verkehrsmittel-Alternativen.

Unter Ausschluss der Werte über 60 % (Abbildung 5-26) liegt der Mittelwert der Ersatzmodus-Nutzung bei 5.86 %; d.h. auf etwas mehr als jedem 17. Weg wird auf die Alternative zurückgegriffen. Der Median von 1.62 % macht deutlich, dass die Hälfte der Befragten weniger als jeden 62. Weg mit dem Backup zurücklegt.

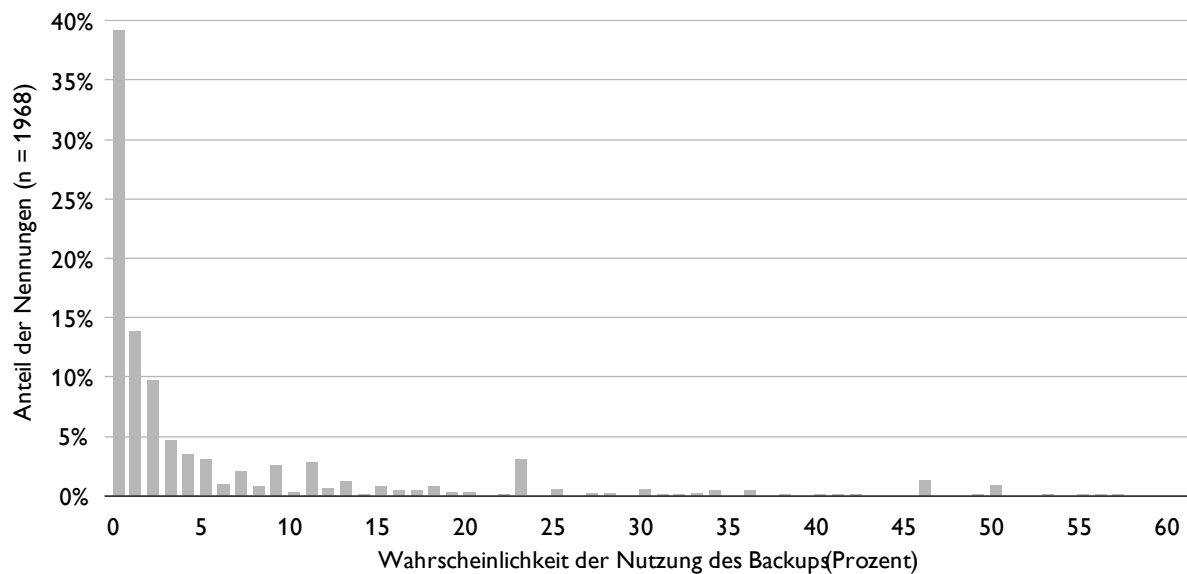


Abbildung 5-26: Berechnete Wahrscheinlichkeiten der Nutzung des sekundären Modus, basierend auf den genannten Häufigkeiten (vgl. auch Abbildung 5-22; Werte über 60 % ausgeschlossen)

Als sekundäres Hauptverkehrsmittel [b\_hauptvm] wird für 46 % der Wege ein öffentliches Verkehrsmittel benutzt. In 21 % der Fälle wird von einem eigenen (Zweit-)Auto und in 11 % von einer Mitfahrgelegenheit Gebrauch gemacht. Knapp 10 % der Wege werden mit einem Fahrrad oder E-Bike zurückgelegt. Insgesamt 9 % legen den Weg zu Fuss zurück oder nutzen ein Taxi. Motorräder oder Motorroller kommen nur in etwas mehr als 2 % der Fälle zur Anwendung (Abbildung 5-27). Unter Sonstiges werden v.a. «kreative» Alternativen wie Autostopp oder Rollschuhe genannt.

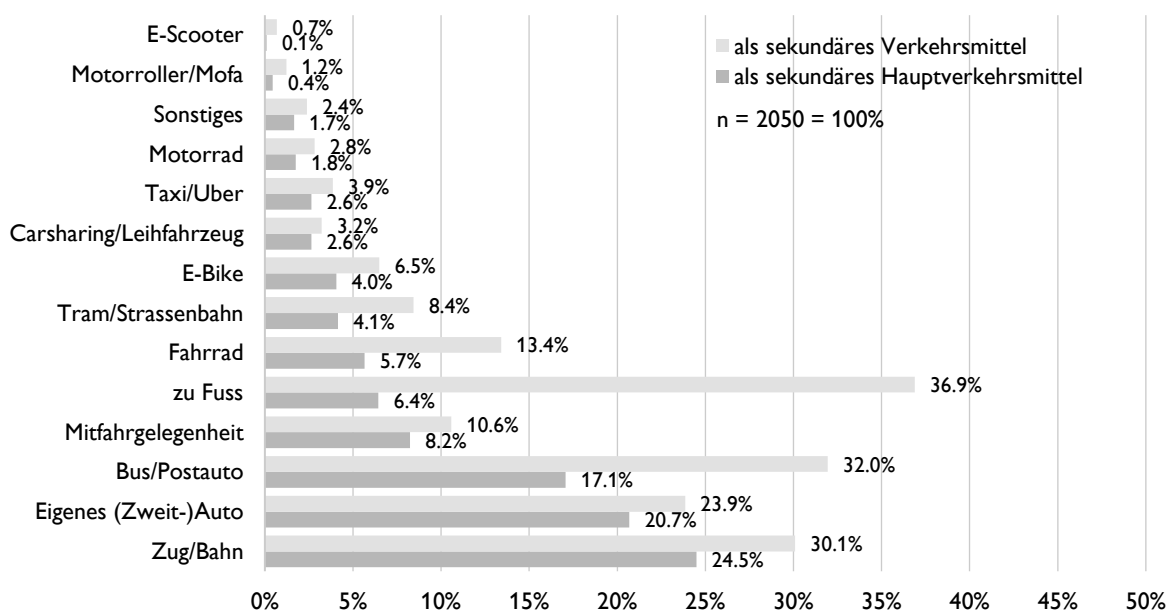


Abbildung 5-27: Sekundäre Hauptverkehrsmittel des Samples (n = 2050) und sekundäre Verkehrsmittel insgesamt (Mehrfachnennungen wegen Multimodalität möglich)

Bei der Betrachtung der sekundär genutzten Verkehrsmittel [b\_zufuss, b\_fahrrad, b\_ebike, b\_escooter, b\_motorroller, b\_motorrad, b\_autoeigen, b\_autoshared, b\_automitfahrt, b\_taxi, b\_bus, b\_tram, b\_bahn, b\_sonstig] zeigt sich, dass sehr viele Wege bzw. Teilstücke zu Fuss zurückgelegt werden (in 37% aller Fälle; vgl. auch Abbildung 5-28). Dies ist erklärbar, da der Ersatzmodus eben gerade nicht die naheliegendste (präferierte) Option darstellt und daher oft ein Zu- oder Abgangsweg zu Fuss bewältigt werden muss – häufig zum oder vom nächsten Haltepunkt des öffentlichen Verkehrs. Eine Aufbereitung der typischen Wechsel bzw. Kombinationen von primären und sekundären Modi folgt im Abschnitt 5.3.7.

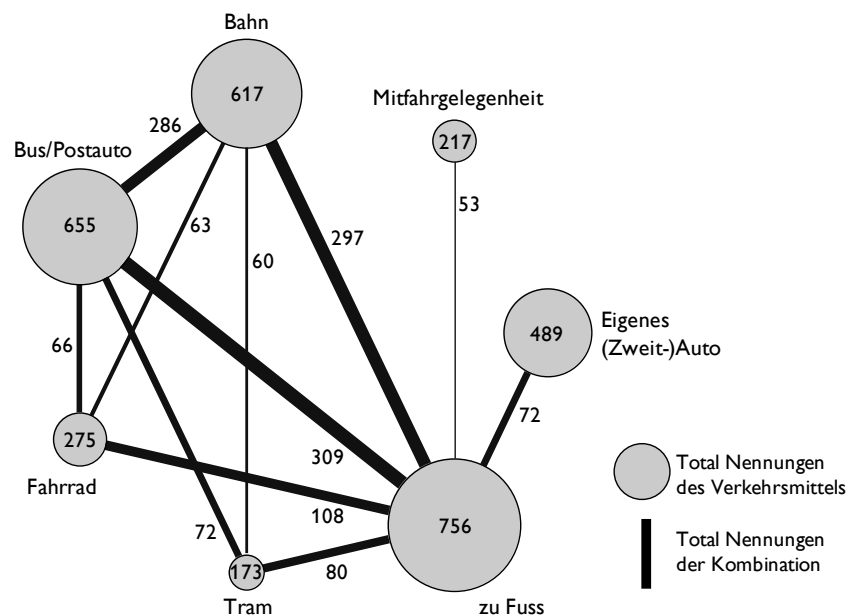


Abbildung 5-28: Wichtigste multimodale Kombinationen im sekundären Modus

(Kombinationen mit unter 50 Nennungen sind ausgeblendet; möglich sind auch Mehrfach-Kombinationen, z.B. zu Fuss – Tram – Bahn, weshalb sich die Kombinationen nicht zum Total pro Verkehrsmittel aufsummieren)

Bei der Betrachtung der Fahrzeiten [b\_leerzeit, b\_zufusst, b\_fahrradt, b\_ebiket, b\_escootert, b\_motorrollert, b\_motorradt, b\_autoeigent, b\_autosharedt, b\_automitfahrtrt, b\_taxit, b\_bust, b\_tramt, b\_bahnt, b\_sonstigt] wird ersichtlich, dass auch im Ersatzmodus längere Fahrten mit einer durchschnittlichen Dauer von 20 Minuten und mehr primär mit Bahn oder Auto zurückgelegt werden (Abbildung 5-29). Für kürzere Wege von unter 20 Minuten Dauer kommen sowohl der öffentliche Strassenverkehr als auch motorisierte Zweiräder oder Langsamverkehr zur Anwendung. Wie bereits diskutiert dienen diese Verkehrsmittel für kürzere Fahrten oft auch als Zubringer für andere Verkehrsmittel. Unter Berücksichtigung multimodaler Kombinationen ergibt sich eine durchschnittliche Reisezeit [b\_reisezeit] von 39:07 Minuten (Median: 30:00 Minuten). Im Vergleich zum primären Modus dauern die Reisen damit im Durchschnitt 8:00 Minuten (Median: 5:00 Minuten) länger (vgl. auch Abbildung 5-42).

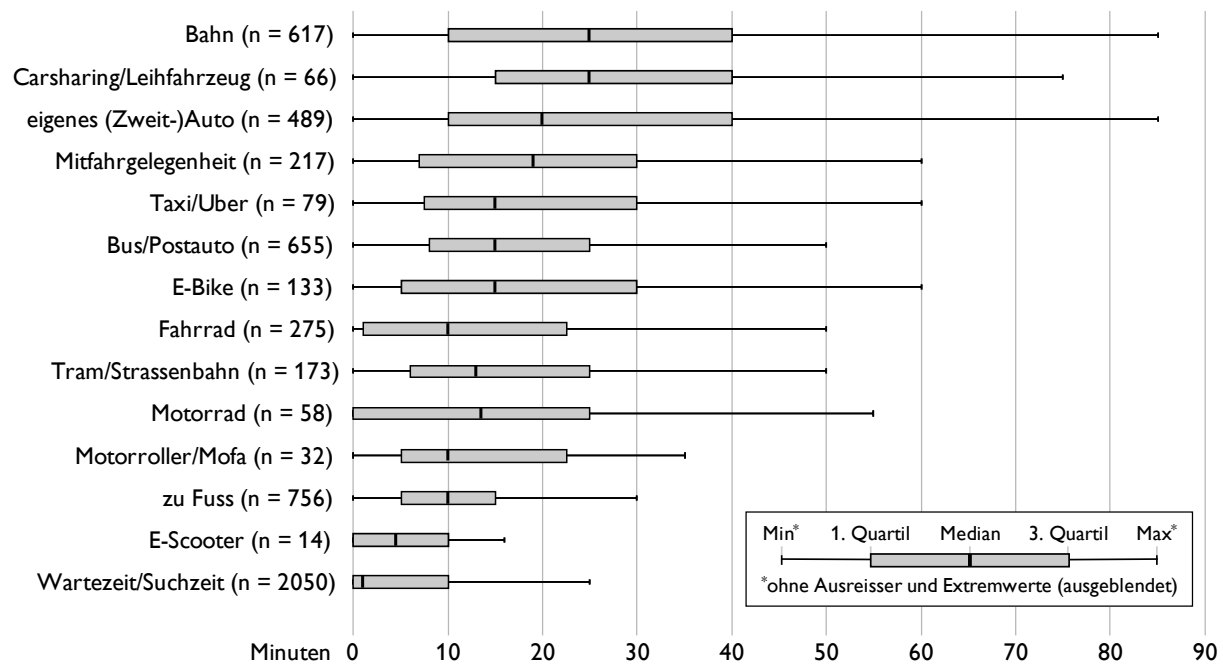


Abbildung 5-29: Reisezeiten pro Verkehrsmittel des sekundären Modus (multimodale Kombinationen möglich)

Die als Backup benutzte ÖV-Qualität [b\_oevklasse] liegt im Schnitt etwas tiefer als bei der primären Nutzung: 6% der Befragten reisen in der 1. Klasse, 94% in der 2. Klasse. Die geringe Quote von Erstklass-Nutzung ist insofern erklärbar, als dass es sich primär um einen Ersatzmodus handeln muss, um erfolgreich von A nach B zu gelangen, wobei der Komfort im ÖV eine untergeordnete Rolle spielt. Ähnlich ist die Situation bei den als Backup benutzten Motorfahrzeugen. Die Motorräder haben einen etwas tieferen durchschnittlichen Neuwert (b\_motonp) von CHF 10 747 (Median: CHF 8000), wobei die Standardabweichung auch hier sehr hoch ist. Die durchschnittlich gefahrenen Jahreskilometer [b\_motokm] betragen lediglich 2779 km (Median: 2000 km) mit einer Standardabweichung von 2850 km.

Die als Backup benutzten (Zweit-)Autos sind qualitativ vergleichbar mit den Fahrzeugen des primären Modus. Der durchschnittliche Neupreis [b\_autonp] beträgt CHF 42 297 (Median: CHF 35 000). Die «Flotte» der Backup-Autos ist somit nur wenig günstiger als jene im primären Modus, wobei 75% der Fahrzeuge weniger als CHF 50 000 kosten (Neuwert). Da es sich in vielen Fällen um Zweitautos handelt, ist die durchschnittliche Jahresnutzung [b\_autokm] mit einem Durchschnitt von 12 455 km (Median: 10 000 km) tiefer, wobei 50% der Fahrzeuge zwischen 5000 km und 15 000 km pro Jahr zurücklegen. Auch bei den Antriebsarten [b\_antrieb] sowie bei der beabsichtigten Nutzungsdauer [b\_nutzung] und beim Zustand [b\_zustand] ist die Situation praktisch identisch wie beim primären Modus (Abbildung 5-30; Abbildung 5-31). Rund 60% der als Ersatzmodus benutzten Autos sind Gebrauchtwagen, wobei diese meist für insgesamt fünf, zehn oder gar mehr als 15 Jahre gefahren werden.

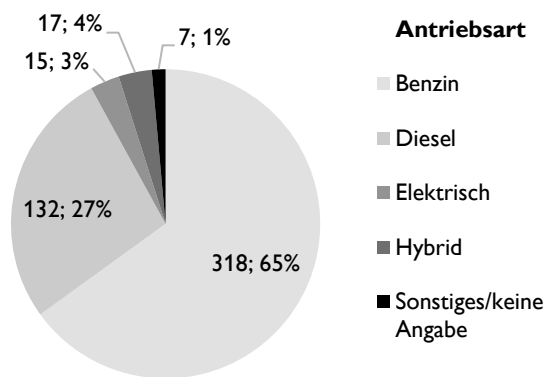


Abbildung 5-30: Antriebsarten der Autos (n = 489)  
(Ersatzmodus/Zweitwagen)

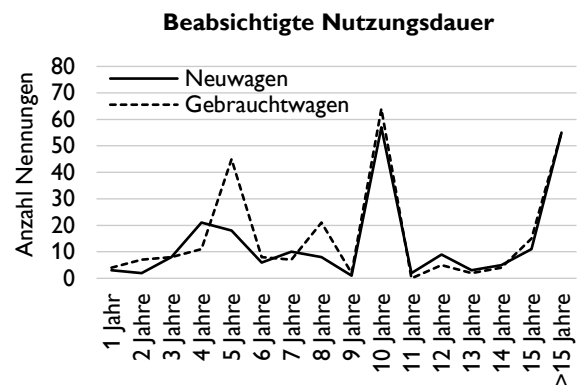


Abbildung 5-31: Geplante Nutzungsdauer der Autos  
(Ersatzmodus/Zweitwagen)

Da (insbesondere) der Ersatzmodus meist nicht nur für den abgefragten regelmässigen Weg dient, wird die weitere Nutzung des sekundären (Haupt-)Verkehrsmittels ebenfalls erfasst. Wie bei der Anzahl Wege mit dem primären Modus und der Anzahl Wege mit dem sekundären Modus erlaubt das Befragungsinstrument auch hier Angaben in Zeiträumen der Wahl (pro Woche/Monat/Quartal/Jahr; Tabelle 5-9). So kann die Zahl sonstiger Wege mit dem Ersatzmodus ebenfalls annualisiert werden [ $b_{\text{sonsttripzahl}} \cdot b_{\text{sonstprozeit}} = b_{\text{sonsttripsprojahr}}$ ].

|                   |               | pro Woche |            | pro Monat |            | pro Quartal |            | pro Jahr |            |
|-------------------|---------------|-----------|------------|-----------|------------|-------------|------------|----------|------------|
|                   |               | Anzahl    | in Prozent | Anzahl    | in Prozent | Anzahl      | in Prozent | Anzahl   | in Prozent |
| <b>Häufigkeit</b> | <b>&lt;1</b>  | 185       | 9.0%       | 81        | 4.0%       | 58          | 2.8%       | 299      | 14.6%      |
| <b>anderer</b>    | <b>1</b>      | 93        | 4.5%       | 68        | 3.3%       | 42          | 2.0%       | 33       | 1.6%       |
| <b>Wege</b>       | <b>2</b>      | 139       | 6.8%       | 92        | 4.5%       | 41          | 2.0%       | 56       | 2.7%       |
| <b>mit dem</b>    | <b>3</b>      | 75        | 3.7%       | 43        | 2.1%       | 19          | 0.9%       | 37       | 1.8%       |
| <b>Backup-</b>    | <b>4</b>      | 86        | 4.2%       | 55        | 2.7%       | 10          | 0.5%       | 30       | 1.5%       |
| <b>Modus</b>      | <b>5</b>      | 49        | 2.4%       | 38        | 1.9%       | 12          | 0.6%       | 23       | 1.1%       |
|                   | <b>6</b>      | 46        | 2.2%       | 29        | 1.4%       | 4           | 0.2%       | 14       | 0.7%       |
|                   | <b>7</b>      | 7         | 0.3%       | 2         | 0.1%       | 3           | 0.1%       | 4        | 0.2%       |
|                   | <b>8</b>      | 9         | 0.4%       | 11        | 0.5%       | 2           | 0.1%       | 10       | 0.5%       |
|                   | <b>9</b>      |           |            |           |            | 2           | 0.1%       | 2        | 0.1%       |
|                   | <b>10</b>     | 26        | 1.3%       | 40        | 2.0%       | 7           | 0.3%       | 40       | 2.0%       |
|                   | <b>&gt;10</b> | 17        | 0.8%       | 29        | 1.4%       | 7           | 0.3%       | 58       | 2.8%       |
| <b>Total</b>      |               | 732       | 35.7%      | 488       | 23.8%      | 207         | 10.1%      | 606      | 29.6%      |

Tabelle 5-9: Anzahl Nennungen pro Anzahl Wege und gewählte Zeiteinheit (Woche/Monat/Quartal/Jahr)

Beim Blick auf die annualisierte Zahl aller Reisen mit dem Backup (Abbildung 5-32) wird ersichtlich, dass die Verkehrsmittel-Alternative bei vielen Befragten in jeglicher Hinsicht nur ein Backup-Modus ist: Rund ein Drittel nutzt die Verkehrsmittel-Alternative auch in anderem Kontext weniger als einmal monatlich. Rund 43% der Befragten nutzen den Backup-Modus weniger als einmal monatlich, 15% gar weniger als einmal jährlich.

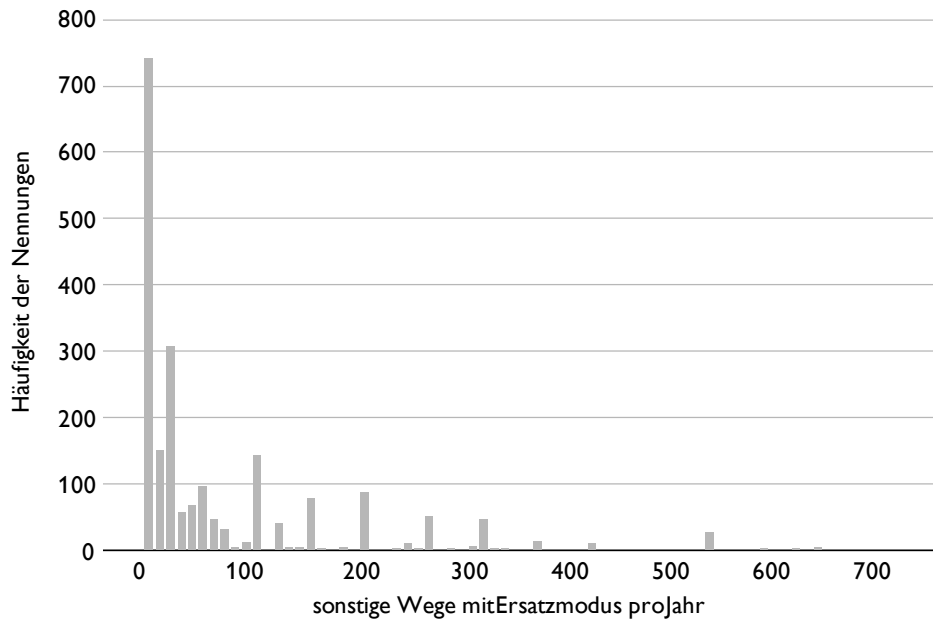


Abbildung 5-32: Anzahl sonstige Trips mit dem Backup-Modus pro Jahr

Diese sonstigen Reisen mit dem Ersatzmodus können zu unterschiedlichen Zwecken erfolgen [b\_arbeit, b\_ausbildung, b\_einkauf, b\_freizeit, b\_sonstnicht]. Rund 66 % nutzen diesen Modus für Freizeitreisen. Immerhin 35 % der Personen nutzen den Ersatzmodus ihres regelmässigen Arbeits- oder Ausbildungswegs mindestens gelegentlich für Einkäufe. Dies ist insofern plausibel, als dass regelmässige ÖV-Pendler für gewisse Einkäufe auf ein Auto zurückgreifen und regelmässige Auto-Pendlerinnen für bestimmte Ausflüge auch ÖV benutzen. Rund 13 % der Befragten nutzen die Verkehrsmittel-Alternative ihres regelmässigen Arbeits- oder Ausbildungswegs generell nicht (Abbildung 5-33).

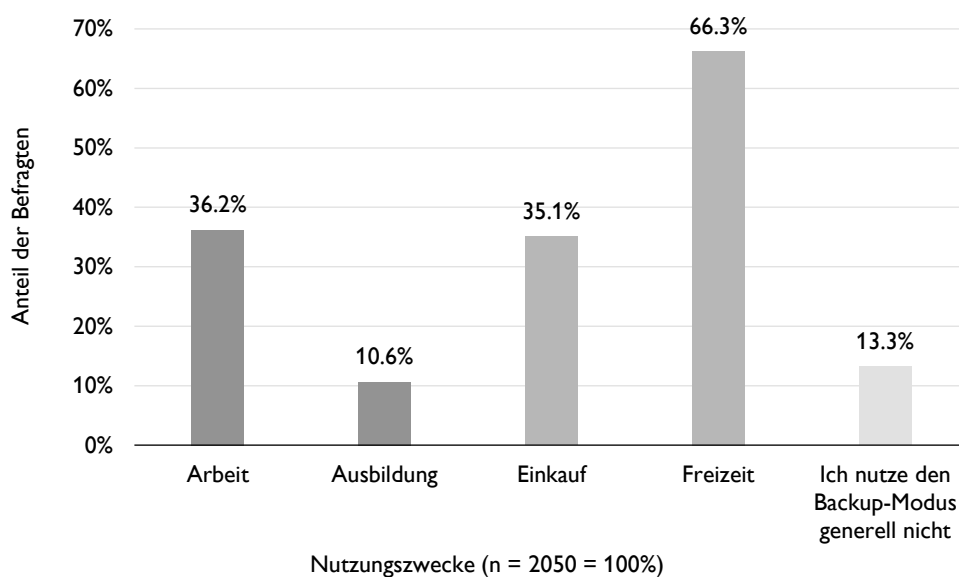


Abbildung 5-33: Reisezwecke sonstiger Trips mit dem Backup-Modus (Mehrfachnennungen möglich)



Schliesslich wird auch die individuelle Einstellung zum persönlichen Ersatzmodus abgefragt [b\_einstellung]. Aufgeschlüsselt nach den verschiedenen sekundären Hauptverkehrsmitteln zeigt sich, dass die Backup-Nutzer von E-Bikes eine fast durchwegs positive Einstellung haben, während Personen, die im Bedarfsfall auf ein Taxi angewiesen wären, eine eher negative Haltung zu ihrem Ersatzmodus haben. Aus der Aufbereitung der Antworten (Abbildung 5-34) wird deutlich, dass direkt zugängliche und jederzeit verfügbare Modi eher mit positiveren Einstellungen verbunden sind.

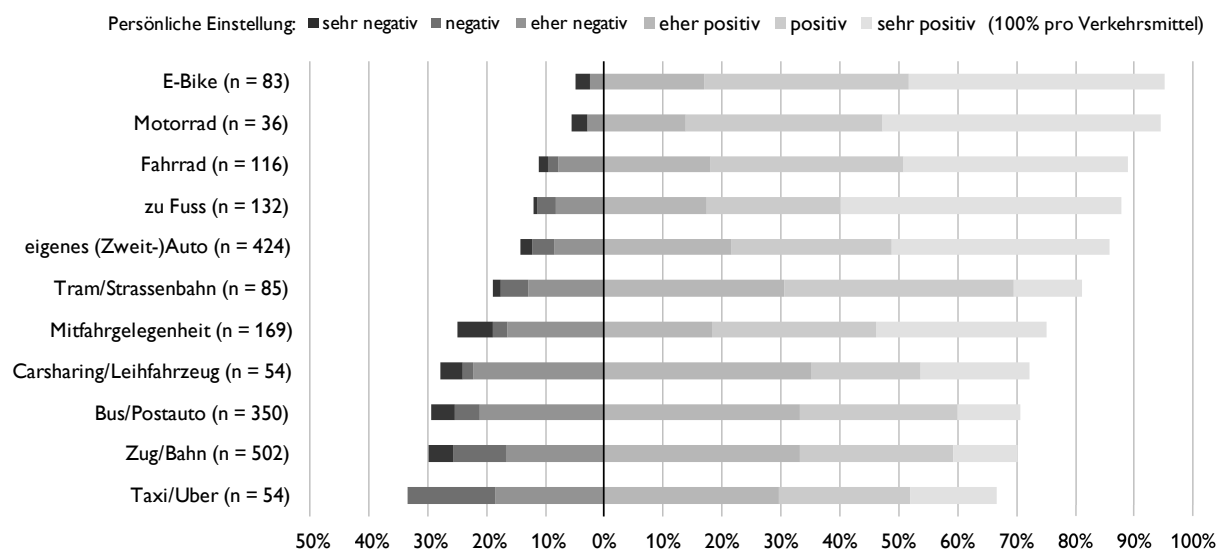


Abbildung 5-34: Individuelle Einstellungen zum sekundären Hauptverkehrsmittel (n < 35 ausgeblendet)

Zur Einschätzung der Verlässlichkeit des Ersatzmodus wird abgefragt, wie wahrscheinlich es ist, dass dieser gleichzeitig mit dem primären Modus ausfällt [b\_wahrschnv] (Abbildung 5-35).

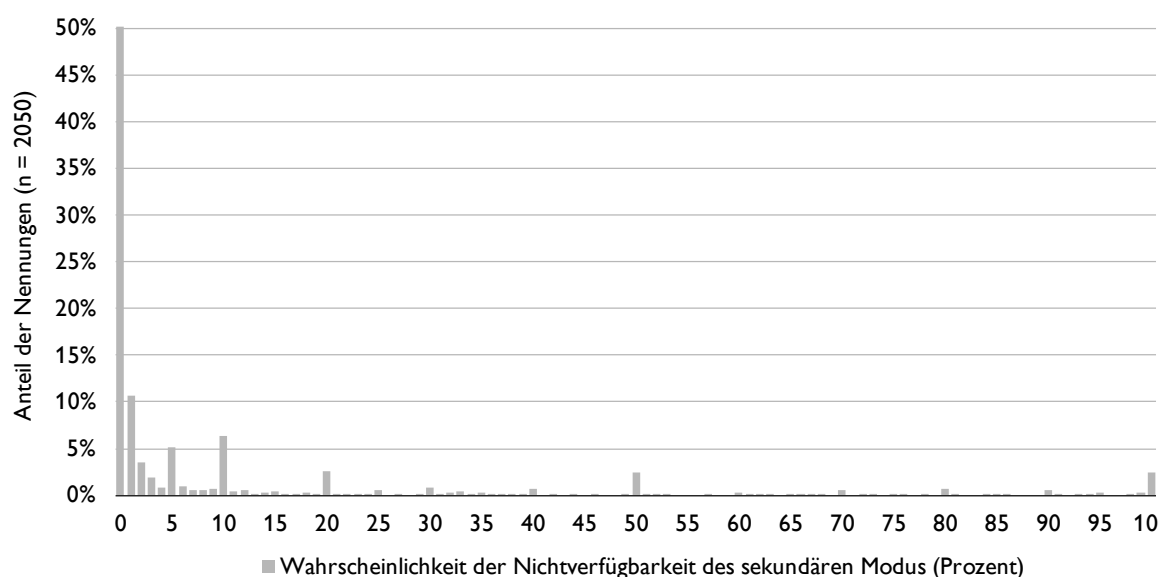


Abbildung 5-35: Genannte Wahrscheinlichkeiten der gleichzeitigen Nichtverfügbarkeit des sekundären Modus bei Ausfall des primären Modus

Die Auswertung zeigt, dass 50 % der Befragten für ihren regelmässigen Weg davon ausgehen, dass ihr Ersatzmodus in keinem ihrer denkbaren Szenarien ebenfalls wegfällt. Bei immerhin knapp 10 % der Befragten wäre dies jedoch in 50 % der Situationen der Fall. Ein beispielhaftes Szenario wäre, wenn das Motorrad (primärer Modus) wegen Schneefall nicht benutzt werden kann, gleichzeitig aber auch das Postauto (sekundärer Modus) nicht mehr zuverlässig verkehrt. Dreiviertel der Befragten schätzen den gleichzeitigen Ausfall des Ersatzmodus aber als äusserst gering ein (9 % oder weniger).

Zuletzt werden in der Abfrage des Ersatzmodus dessen Verfügbarkeiten erfasst. Neben der effektiv gegebenen Verfügbarkeit im Tagesverlauf [b\_verfuegvon, b\_verfuegbis] wird auch die notwendige minimale Verfügbarkeit abgefragt [b\_verfuegvonmin, b\_verfuegbismin]. Dabei zeigt sich sehr klar, dass rund 90 % der Befragten zu den typischen Zeiten eines Arbeitstags auf ein Transportmittel angewiesen sind (zwischen 8:00 Uhr und 16:00 Uhr). Abends und in der Nacht könnten jedoch 25 % bis 30 % der Befragten auf das bereitstehende Backup verzichten (Abbildung 5-36). In den Nachtstunden dürfte es sich hierbei primär um herumstehende (Zweit-)Autos handeln, da die öffentlichen Verkehrsmittel zu jenen Zeiten kaum Verbindungen anbieten. Lediglich rund 14 % der befragten Personen wollen oder können auch nachts, ausserhalb der typischen ÖV-Betriebszeiten, nicht auf einen bereitstehenden Backup-Modus verzichten. Die berechnete tatsächliche Verfügbarkeit [b\_verfuegh] beträgt im Durchschnitt 18:40 Stunden (Median: 18:30 Stunden), die minimal benötigte Verfügbarkeit [b\_verfueghmin] beläuft sich auf 14:37 Stunden (Median: 14:30 Stunden).

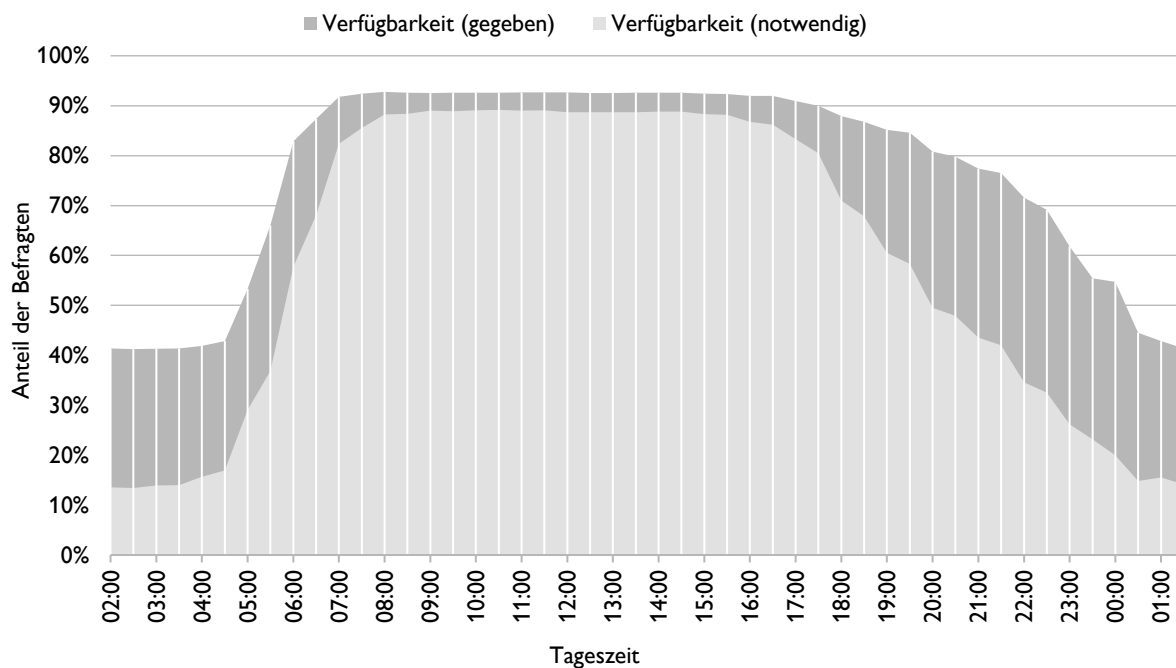


Abbildung 5-36: Tatsächliche und minimal notwendige Verfügbarkeit des Ersatzmodus im Tagesverlauf

Neben der Verfügbarkeit im Tagesverlauf ist auch die Zeit bis zur effektiven Verfügbarkeit bzw. die Taktung des Ersatzmodus bedeutsam: Ein Bus hat beispielsweise eine Taktung von 30 Minuten, ein eigenes Fahrrad oder ein Auto in der eigenen Garage haben eine «Taktung» von 0 Minuten, da sie jederzeit unmittelbar verfügbar sind. Daher wird abgefragt, nach wie vielen Minuten oder alle wie viele Minuten der Backup-Modus verfügbar ist [b\_verfuegtakt]. Zudem wird erhoben, wie schnell bzw. oft der Ersatzmodus mindestens verfügbar sein sollte [b\_verfuegtaktok] und ab welcher Verfügbarkeit das Backup für die befragte Person wertlos wäre [b\_verfuegtaktnok].

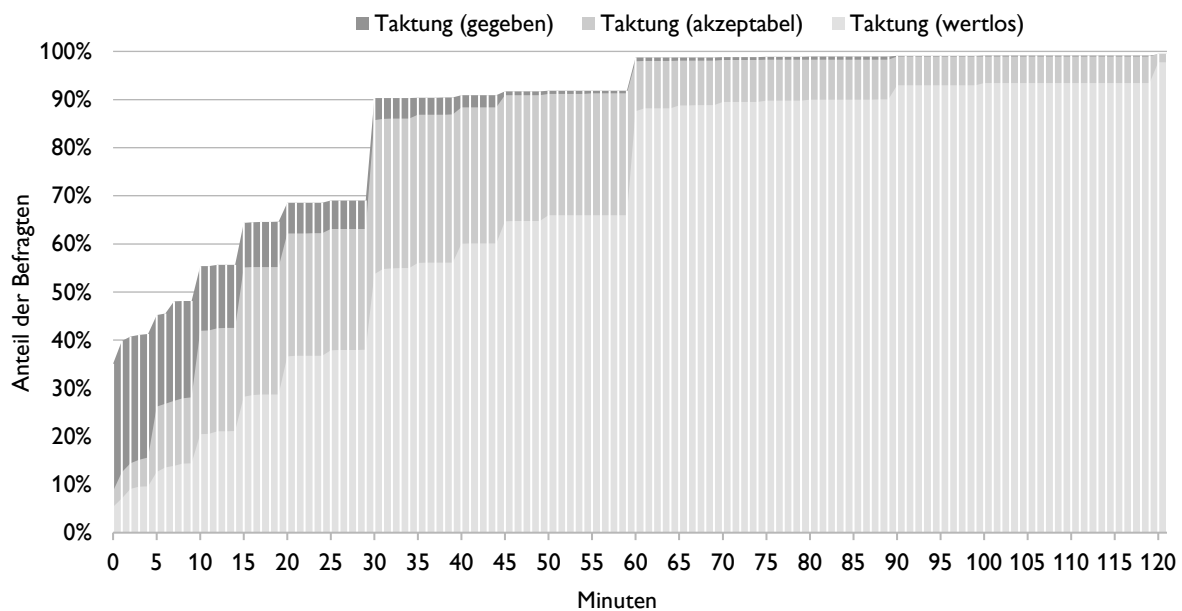


Abbildung 5-37: Tatsächliche, noch akzeptable und wertlose Taktung des Ersatzmodus im Tagesverlauf (ein eigenes Fahrzeug hat in der Regel einen «Takt» von 0 Minuten, da es verzögerungsfrei verfügbar ist)

Es zeigt sich, dass der Ersatzmodus von rund einem Drittel der Befragten jederzeit unmittelbar (nach 0 Minuten) verfügbar ist. Bei 55 % der Befragten ist die Verkehrsmittel-Alternative nach spätestens 10 Minuten verfügbar; bei 90 % ist dies nach spätestens 30 Minuten der Fall. Nahezu alle Befragten (98 %) hätten ein Backup innert 60 Minuten verfügbar.

Es wird ersichtlich (Abbildung 5-37), dass für viele Personen eine Halbierung der Frequenz gerade noch akzeptabel wäre: Rund 55 % der Befragten fänden es annehmbar, wenn der Ersatzmodus nach maximal 20 Minuten (statt wie momentan 10 Minuten) verfügbar wäre. Gleichzeitig wird auch klar, dass für 54 % der Befragten Verfügbarkeiten nach über 30 Minuten als Backup wertlos wären. Rund 88 % sieht keinen Wert mehr in Backups, die seltener als jede Stunde bzw. später als nach 60 Minuten verfügbar sind. Dies scheint plausibel, da nach 60 Minuten in den allermeisten Fällen auch ein alternatives Backup verfügbar sein dürfte – oder sogar das primäre Verkehrsmittel wieder verfügbar ist (vgl. auch TCS, 2020).

Analog zum primären Modus (vgl. Abbildung 5-23) werden auch beim sekundären Modus Preispunkte [b\_chfmin, b\_chfmax] und Preisbereitschaften [b\_cs, b\_csx] abgefragt und die resultierenden Mittelwerte berechnet [b\_chfmean, b\_csmean]. Interessanterweise ist die Konsumentenrente für Fahrten mit dem Backup-Modus sehr tief: Der bezahlte Medianpreis liegt bei CHF 6.80 pro Weg, während die angenäherte maximale Zahlungsbereitschaft bei CHF 7.50 liegt. Im Durchschnitt (Mittelwert) über alle Antworten ist die maximale Zahlungsbereitschaft mit CHF 15.35 sogar tiefer als das mittlere Preisniveau von CHF 25.90 (Abbildung 5-38). Wenn die individuelle Zahlungsbereitschaft nicht über dem Preisniveau liegt, ist keine Konsumentenrente vorhanden (s. auch Teilstudie B).

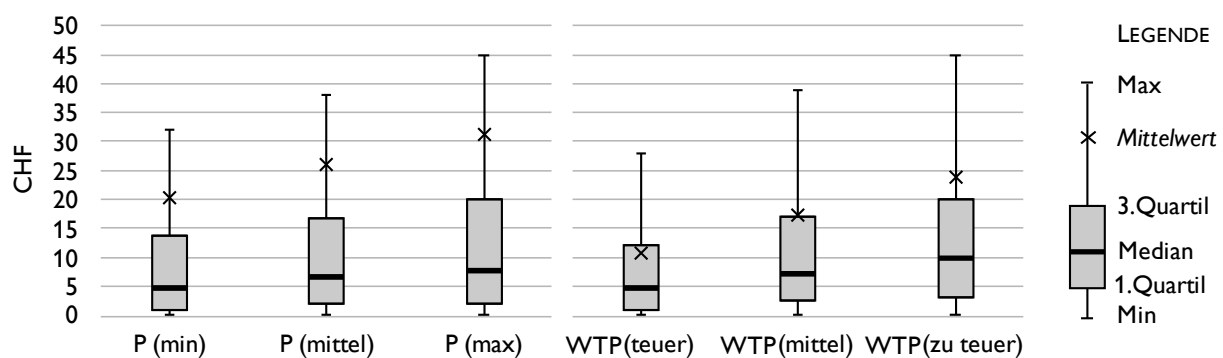


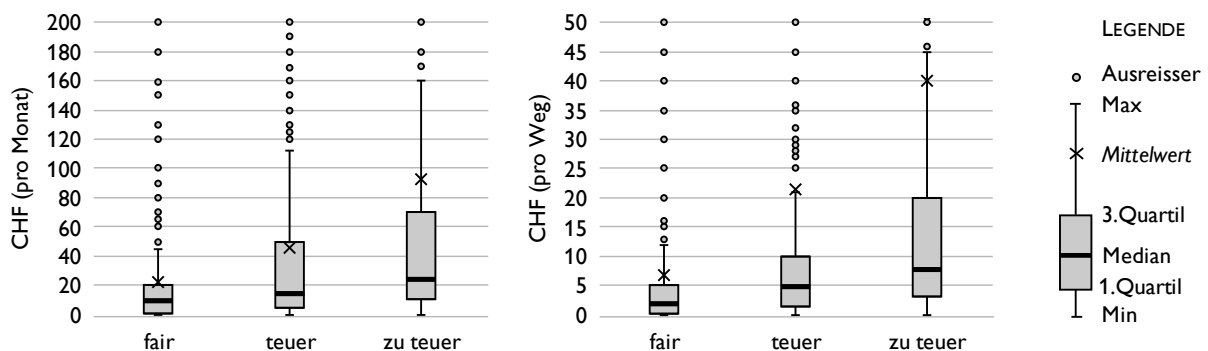
Abbildung 5-38: Genannte Preise (P) und Preisbereitschaften (WTP) für den sekundären Modus

Möglicherweise ist die Konsumentenrente so tief, weil es sich um den sekundären und damit «nicht präferierten Modus» handelt. Das heisst, es besteht eine geringe (freiwillige) Zahlungsbereitschaft für den Modus; der entsprechende Preis würde dann aber (im Bedarfsfall) doch bezahlt. Diese Vermutung wird gestützt durch die Tatsache, dass für den primären Modus deutlich höhere Zahlungsbereitschaften bzw. Konsumentenrenten angegeben werden. Eine aufbereitete Gegenüberstellung der Preise und Zahlungsbereitschaften von primären und sekundären Modi findet sich in Abschnitt 5.3.7 (vgl. Abbildung 5-43).

### 5.3.6 Variablen der Bewertung

Auch die im Hauptteil der Umfrage erfassten kontingenten Bewertungen werden hier kurz deskriptiv aufbereitet. Das Befragungsinstrument hält die Panelisten dazu an, sich über den Wert des Ersatzmodus Gedanken zu machen (vgl. 4.2.3). Dabei werden zweimal drei Preisstufen abgefragt: fair («ich würde dies definitiv bezahlen»), teuer («ich würde dies mit hoher Wahrscheinlichkeit bezahlen»), zu teuer («ich würde dies nicht bezahlen bzw. eine andere Lösung suchen»). Die Monatsgebühr hat den Charakter eines Abonnements, das zur Benutzung der Verkehrsmittel-Alternative berechtigt. Die Weggebühr hat den Charakter einer Versicherungsprämie, die sicherstellt, dass im Bedarfsfall eine Alternative bereitsteht.

Es zeigt sich, dass die Befragten eine monatliche Optionsgebühr von CHF 22.24 im Mittel als fair empfinden, wobei der Median bei CHF 10.00 und 50 % der Antworten zwischen CHF 1.00 und CHF 20.00 pro Monat liegen (Abbildung 5-39). Mögliche Gründe für die Bandbreite der Antworten (Standardabweichung von CHF 47.90) werden in Teilstudie A (6.1) detailliert untersucht. Eine Monatsgebühr von CHF 45.76 wird im Durchschnitt gerade noch akzeptiert, wobei der Median bei CHF 15 liegt. Definitiv zu teuer empfinden die Befragten durchschnittliche Monatsgebühren von CHF 92.93, was einem Jahresbetrag rund CHF 1100 entspricht, wobei hier der Median mit CHF 25.00 wesentlich tiefer liegt (annualisiert: CHF 300).



Bei der Optionsgebühr pro Weg sind die Bewertungen erwartungsgemäss etwas tiefer, da die meisten Befragten mehrere Wege pro Monat absolvieren (Abbildung 5-40). Als fair wird im Mittel eine Gebühr von CHF 6.85 (Median von CHF 2.00) pro Weg erachtet, wobei 50 % der Panelisten einen Preis zwischen CHF 0.20 und CHF 5.00 pro Weg nennen. Ein Viertel der Befragten wäre allenfalls bereit, mehr als CHF 10.00 pro Weg zu bezahlen. Eine Weggebühr von CHF 40.05 wird im Schnitt als definitiv zu teuer erachtet (Median von CHF 8.00). Detailliertere Analysen der kontingenten Bewertungen erfolgen in den verschiedenen Teilauswertungen (Kapitel 6, v.a. Teilstudie A und Teilstudie B).

### 5.3.7 Gegenüberstellung primärer und sekundärer Modi

Zum Schluss dieser deskriptiven Aufbereitung des Datensatzes erfolgen einige für die weitere Arbeit relevanten Gegenüberstellungen von primären und sekundären Modi. Dazu werden einerseits Vergleiche auf aggregierter Ebene, andererseits aber vor allem auch auf disaggregierter Ebene angestellt. So wird nachfolgend gezeigt, welche beiden Hauptverkehrsmittel (primär versus sekundär) von den befragten Individuen kombiniert werden (Abbildung 5-41).

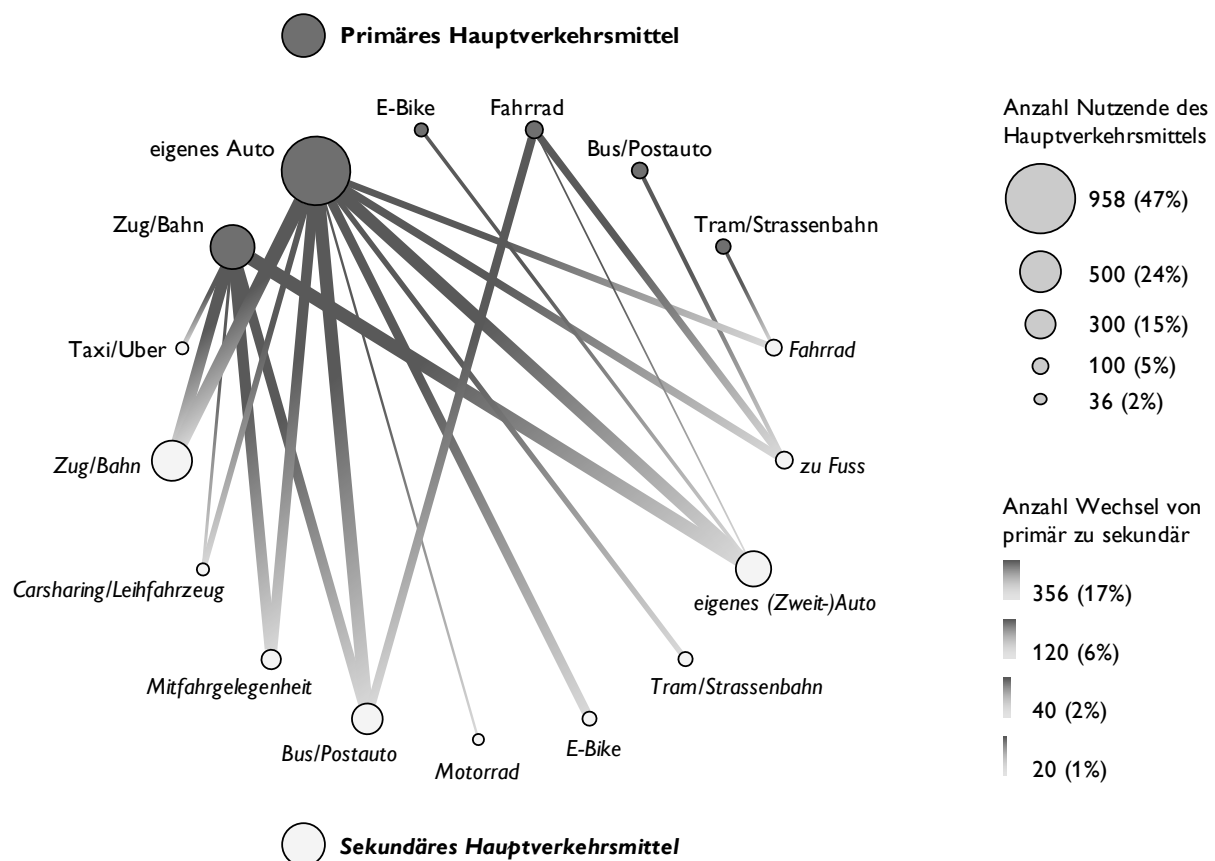


Abbildung 5-41: Kombinationen primärer und sekundärer Hauptverkehrsmittel (Paare < 20 sind ausgeblendet)

Die Aufbereitung der Kombinationen von Hauptverkehrsmitteln des primären [a\_hauptvm] und sekundären [b\_hauptvm] Modus zeigt wenig überraschend eine dominante Paarung von MIV und ÖV. Rund 59 % der primären Autofahrer wechseln im Bedarfsfall auf Zug (37.2 %), Bus (19.4 %) oder Tram (2.7 %). Ca. 22 % der primären Autofahrer greifen auf ein eigenes Zweitauto (12.5 %), eine Mitfahrgelegenheit (6.8 %) oder ein Leihfahrzeug (3 %) zurück. Rund 10 % wechseln auf ein Zweirad, wobei das E-Bike (5.4 %) vor dem Fahrrad (3.1 %), dem Motorrad (2.2 %), dem Motorroller (0.2 %) und dem E-Scooter (0.1 %) die häufigste Wahl ist. Nur eine kleine Minderheit der Autofahrer würde den Weg alternativ zu Fuss (3.4 %), per Taxi (2.0 %) oder unter Nutzung anderer Möglichkeiten (1.9 %) zurücklegen.

Genau 39 % der primären Bahnfahrer weichen im Bedarfsfall auf ein eigenes Auto aus. Rund 16 % der Bahnfahrer würden eine Mitfahrgelegenheit (12.2 %) oder ein Leihfahrzeug (3.9 %) nutzen. Interessanterweise hätten rund 15 % der Bahnreisenden beim Wegfall ihrer präferierten Verbindung eine alternative Bahnanbindung zur Verfügung. Weitere 14 % würden einen alternativen ÖV-Service nutzen (Bus oder Tram). Nur rund 7 % würden auf ein Zweirad wie Velo (3.0 %), E-Bike (2.1 %), Motorrad (1.2 %) oder Motorroller (0.7 %) zurückgreifen. Rund 8 % würden per Taxi (4.4 %), mit sonstiger Alternative (2.3 %) oder zu Fuss gehen (1.2 %).

Der Wechsel vom präferierten, primären Modus, zum nächstbesten, sekundären Modus hat auch Auswirkungen auf die Reisezeit auf dem genannten regelmässigen Weg. Die Gegenüberstellung von primärer und sekundärer Reisezeit auf Ebene der Individuen offenbart, dass insbesondere kürzere Reisen mit dem Backup im Schnitt wesentlich länger dauern (vgl. lineare Anpassungslinie in Abbildung 5-42). Ab einer Wegzeit von ca. 60 Minuten ist die Differenz im Schnitt vernachlässigbar bzw. ändert sogar leicht zugunsten des sekundären Modus. Dieses Phänomen ist insofern erklärbar, als dass gerade bei kürzeren Reisen Verlängerungen um wenige Minuten die Reisedauer relativ stark verlängern: Wer im Normalfall z.B. 5 Minuten mit dem Fahrrad fährt, braucht zu Fuss oder via Ortsbus beispielsweise doppelt oder dreimal so lange. Wer im Normalfall 60 Minuten mit dem Auto fährt, benötigt im Bedarfsfall per Bahn höchstens ein paar Minuten länger (oder ist vielleicht sogar etwas schneller).

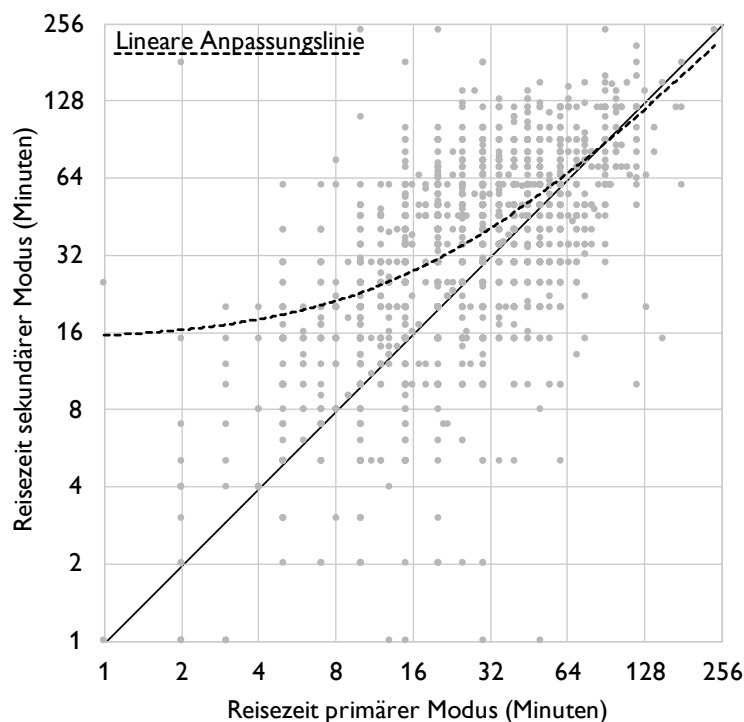


Abbildung 5-42: Reisezeiten im primären versus sekundären Modus mit Anpassungslinie  
(Krümmung der linearen Anpassungslinie wegen logarithmischen Achsenskalierungen)

Auch beim Zeitvergleich auf aggregierter Ebene der mit Google Maps API berechneten Modi [g\_zufusst, g\_fahrradt, g\_oevt, g\_mivt] zeigt sich, dass die Differenz zwischen MIV und ÖV bei kürzeren Reisen tendenziell grösser ist als bei längeren Reisen (Tabelle 5-10). Wenn alle genannten Wege im Sample mit ÖV statt MIV zurückgelegt werden, würde dies eine Verdoppelung der Wegzeiten bedeuten. Interessanterweise wäre etwa ein Drittel aller erfassten Reisen schneller per Fahrrad als per ÖV zurückzulegen. Bei den längeren Reisen wird der ÖV aber deutlich schneller. Fusswege sind nur bei sehr kurzen Reisen eine valable Alternative.

Die simulierten Wegzeiten aus der Google Maps API sind mit Vorsicht zu interpretieren, da z.B. keine Suchzeiten oder Zu- und Abgangszeiten vom und zum Parkplatz berücksichtigt sind. Zudem wird (auch für MIV) nicht die Start- und Zieladresse, sondern die Reise vom nächstgelegenen ÖV-Haltepunkt berechnet. Relevante Analysen basierend auf diesen Daten erfolgen in der Auswertung von Teilstudie C (6.3).

| <b>Wegzeiten (Minuten)</b>     |                | <b>Fussweg</b> | <b>Fahrrad</b> | <b>ÖV</b> | <b>MIV</b> |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------|------------|
| <i>n</i> (Google API Abfragen) | <i>Gültig</i>  | 2050           | 1984           | 1918      | 1937       |
|                                | <i>Fehlend</i> | 0              | 66             | 132       | 113        |
| Mittelwert                     |                | 233.6          | 68.7           | 42.3      | 21.6       |
| Standardabweichung             |                | 300.9          | 86.0           | 31.0      | 19.2       |
| Maximum                        |                | 2863.7         | 832.5          | 300.0     | 170.3      |
| 3. Quartil                     |                | 296.6          | 88.2           | 56.6      | 28.0       |
| 2. Quartil (Median)            |                | 136.4          | 40.7           | 36.4      | 16.6       |
| 1. Quartil                     |                | 55.0           | 16.1           | 19.8      | 9.1        |
| Minimum                        |                | 0.0            | 0.0            | 0.0       | 0.0        |

Tabelle 5-10: Simulierte Wegzeiten (alle Wege zu Fuss, per Fahrrad, ÖV und MIV; via API)

Längere Reisezeiten, geringere Verfügbarkeiten und viele weitere Faktoren (vgl. 3.2) erklären, warum sich Individuen im Normalfall für ihren primären und nur im Ausnahmefall für den sekundären Modus entscheiden. Der Vergleich der Preisbereitschaften (WTP) zeigt, dass die Individuen bereit sind, mehr für den primären als den sekundären Modus zu zahlen. Neben der WTP sind auch die wahrgenommenen Preise bei den primären Modi im Mittel etwas höher als bei den sekundären Modi (Abbildung 5-43). Dies ist überraschend, da bei Annahme einer rationalen Entscheidungsfindung der günstigere Modus gewählt werden müsste. Letztlich ist aber eben nicht nur der Preis, sondern sind auch Verfügbarkeit, Geschwindigkeit, Verlässlichkeit und viele weitere – möglicherweise auch nicht rein rationale – Faktoren ausschlaggebend für die Verkehrsmittelwahl.

Die Gegenüberstellung von Preisspannen und Zahlungsbereitschaften des gesamten Samples (jeweils unteres Quartil, Median, oberes Quartil, Mittelwert) zeigt, dass diese trotz gewissen Unterschieden beim primären und sekundären Modus grundsätzlich ähnlich verlaufen und insbesondere beim Median (Q2) sehr nahe beieinander liegen (Abbildung 5-43). Auf aggregierter Ebene kann festgehalten werden, dass ein Ersatzmodus im Mittel zu einem leicht günstigeren Preis bereitsteht und die Zahlungsbereitschaft eher tiefer liegt. Da in diesen aggregierten Werten viele verschiedene Wege und Verkehrsmittel(-Kombinationen) «gemischt» werden, ist diese Aufbereitung allerdings von beschränkter Aussagekraft. Relevanter werden die entsprechenden Beträge auf Ebene der einzelnen Individuen bzw. Wege, wie dies in den nachfolgenden Teilauswertungen analysiert wird (Kapitel 6).



Wie bereits diskutiert dürften die effektiven Kosten pro Weg nicht allen Befragten bekannt sein, weshalb eine mögliche Bandbreite (Minimum und Maximum) abgefragt wird. Die genannten Preise (Minimum- und Maximum-Kosten) und Preisbereitschaften (Minimum- und Maximum-WTP) pro Weg erscheinen von ihrer Grössenordnung her plausibel, obschon es sich v.a. um wahrgenommene Werte handelt. Die effektiven Kosten dürften also irgendwo in der Mitte liegen [a\_chfmean, b\_chfmean]. Ähnlich verhält es sich bei der Zahlungsbereitschaft (zur Ermittlung der Konsumentenrente): Der Minimum-Wert wäre für die Befragten noch akzeptabel, der Maximum-Wert wäre ihnen mit Sicherheit zu teuer, sodass sie auf das Verkehrsmittel oder den Weg verzichten würden. Auch hier dürfte die maximale Zahlungsbereitschaft irgendwo in der Mitte liegen [a\_csmean, b\_csmean].

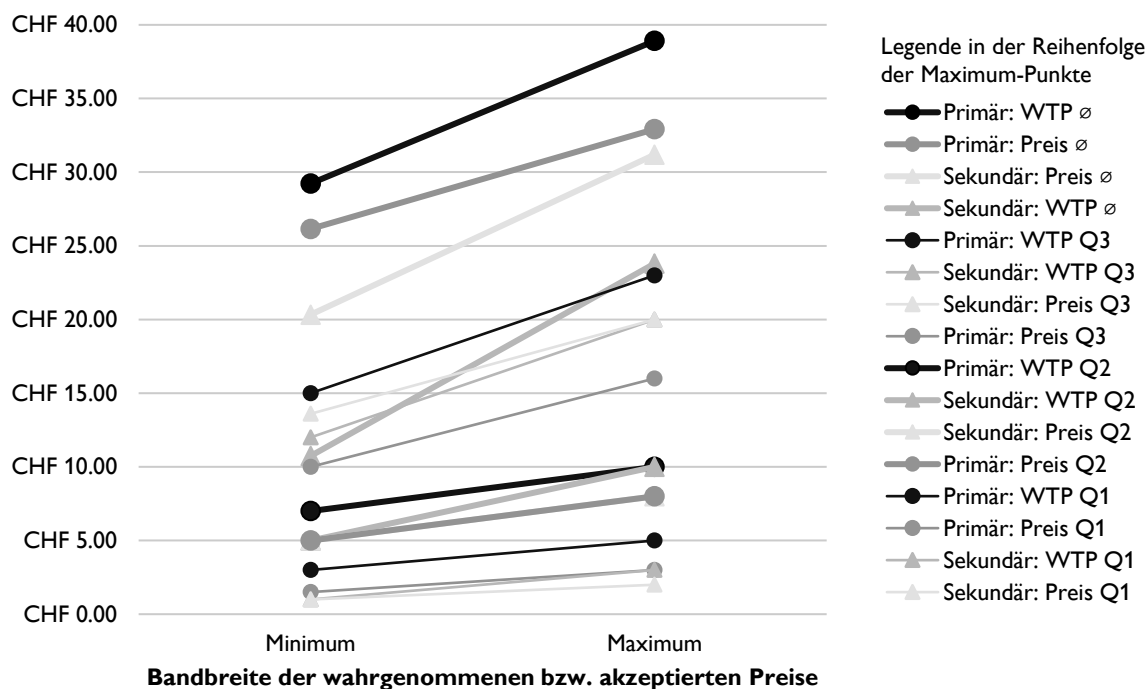


Abbildung 5-43: Preise und Preisbereitschaften (WTP) für primäre und sekundäre Modi mit je 2 Preispunkten (Minimum und Maximum CHF pro Weg wird abgefragt, vgl. auch Abbildung 5-23 und Abbildung 5-38; Q1 = 0.25-Quantil, Q2 = 0.5-Quantil = Median, Q3 = 0.75-Quantil; Ø = Mittelwert aller Antworten)

Die Gegenüberstellung der Preispunkte ist auch für die Plausibilisierung der abgefragten Optionsbewertungen relevant. Beim Optionswert handelt es sich in erster Linie um ein Wahrnehmungskonstrukt, das hier ebenfalls über die WTP (in CHF) abgefragt wird. Die genannten Optionszuschläge («Optionsprämien» OP) pro Weg (Abbildung 5-39) liegen mit einem Median von CHF 2 (Minimum) bis CHF 5 (Maximum) bzw. einem Mittelwert von CHF 6.85 bis CHF 21.50 durchwegs im Rahmen des plausiblen Wertebereichs. Eine detailliertere Analyse des Optionswerts, insbesondere auch auf disaggregierter Ebene und in Relation zu den individuellen Preisen, wird nachfolgend in den verschiedenen Teilstudien ausgeführt.

## 6 Auswertung

Anhand der ausführlichen Deskription (Kapitel 5) wurde einerseits sichergestellt, dass das befragte Sample repräsentativ ist für die (deutschsprachige) Schweiz. Andererseits konnte die grundsätzliche Funktionsfähigkeit des entwickelten Befragungsinstruments geprüft werden. Um die Verlässlichkeit der ermittelten Optionsbewertungen zu untersuchen und die methodischen sowie die inhaltlichen Hypothesen (vgl. Tabelle 3-3) zu testen, folgen nun detaillierte und vielfältige Analysen der gewonnenen Daten.

Diese Auswertungen sind entlang der vier methodischen Hypothesen ( $H_{5-1}$ ,  $H_{5-2}$ ,  $H_{5-3}$ ,  $H_{5-4}$ ) in vier Teilstudien gegliedert. Diese bilden jeweils eine eigenständige Teilauswertung der gesammelten Daten, wobei bereits in der Konzeption des Erhebungsinstruments die unterschiedlichen «Bedürfnisse» der vier Herangehensweisen berücksichtigt wurden (vgl. Varianten A, B, C, D in Tabelle 4-2). Ziel dieses Methodenpluralismus ist einerseits die mehrfache Validierung der resultierenden Optionswerte, andererseits aber auch der methodische Erkenntnisgewinn. Weil Optionswerte ein schwer fassbares Wahrnehmungskonstrukt darstellen (vgl. 2.1.1), ist ein solch vielseitiger Ansatz notwendig.

| <b>6 Auswertung</b>     | <b>Herangehensweise</b>        | <b>Hypothesenprüfung</b>                  |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>6.1 Teilstudie A</b> | Direkt, hypothetischer Markt   | $H_{5-1}$ , $H_1$ , $H_2$ , $H_3$ , $H_4$ |
| <b>6.2 Teilstudie B</b> | Indirekt, hypothetischer Markt | $H_{5-2}$ , $H_1$ , $H_2$ , $H_3$ , $H_4$ |
| <b>6.3 Teilstudie C</b> | Indirekt, realer Markt         | $H_{5-3}$                                 |
| <b>6.4 Teilstudie D</b> | Direkt, realer Markt           | $H_{5-4}$                                 |

Tabelle 6-1: Vier Teilauswertungen (kursiv: Validierung)

Die vier Herangehensweisen basieren auf dem methodischen Konzept, das anhand theoretischer, methodischer und empirischer Literatur entwickelt wurde (vgl. 4.2.2 und Tabelle 4-1). In jeder der vier Teilstudien (A, B, C, D) wird zu Beginn eine methodische Einordnung und Ausdetaillierung der *Vorgehensweise* (1) geboten. Dann erfolgt mittels der gebotenen statistischen Methoden die eigentliche *Hypothesenprüfung* (2). Anschliessend werden die Resultate im Rahmen einer *Ergebnisdiskussion* (3) erörtert, bevor die Teilstudie mit einem *Zwischenfazit* (4) abgeschlossen wird. Die Ergebnisse der vier Teilauswertungen werden miteinander verglichen, wobei die Resultate von Teilstudie A anhand von Teilstudie B validiert werden und als primäre Referenzwerte für die eher explorativen Teilstudien C und D betrachtet werden.

Im Schlussteil dieser Arbeit (Kapitel 7) folgt schliesslich ein Vergleich über alle Teilstudien hinweg, wodurch ein empirisches und methodisches Gesamtfazit möglich wird. Ziel ist es, eine verlässliche Bandbreite an realistischen Optionswerten für den untersuchten Kontext im Personenverkehr der Schweiz aufzuzeigen.

## 6.1 Teilstudie A

Die Teilauswertung A bildet das Kernstück der empirischen Analyse der Optionsbewertung. Nach einer kurzen Rekapitulation der Vorgehensweise (6.1.1) erfolgen anhand der aufbereiteten Daten die Hypothesentests (6.1.2). Nach der Diskussion der Ergebnisse (6.1.3) wird ein erstes Zwischenfazit zur Bewertung von Transportoptionen in der Schweiz gezogen (6.1.4).

### 6.1.1 Vorgehensweise

Die erste Teilstudie dient der hauptsächlichen Auswertung der kontingenten Bewertungen. Wie unter 4.2.2 beschrieben und unter 4.2.3 konzipiert, bewerten die Befragten die Verfügbarkeit eines Ersatzmodus auf ihrem regelmässigen Weg zur Arbeit oder Ausbildung. In der einfachsten Form wird die «Wertschätzung» für den Zugang zum individuellen Ersatzmodus über eine monatliche Gebühr erfasst. Ähnlich einer Art von Abo oder einer Mitgliedschaft berechtigt diese Grundgebühr zur Nutzung, ohne aber Kosten des einzelnen Wegs zu inkludieren. Das Erhebungsinstrument (Anhang I) leitet zu individueller Reflexion über die Zahlungsbereitschaft an, wobei drei Preisstufen abgefragt werden: fair, teuer, zu teuer.

|                                                       | <b>Direkte Bewertung der Option</b>                                 | <b>Indirekte Bewertung der Option</b>                                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Eingeholte Antworten zu hypothetischen Märkten</b> | <b>Variante A</b><br>Erkundung mit offener CVM (WTP)                | <b>Variante B</b><br>Berechnung über E(CS) und OP (WTP)                |
| <b>Beobachtetes Verhalten auf realen Märkten</b>      | <b>Variante D</b> (upper bound)<br>Kosten von Backup-Mobility-Tools | <b>Variante C</b> (lower bound)<br>Simulation mit Black-Scholes-Formel |

Tabelle 6-2: Einordnung der Teilauswertung A (s. auch Tabelle 4-1 mit Diskussion der vier Varianten in 4.2.2)

Die Untersuchung des Optionswerts geschieht entlang der konzeptionellen Modellierung (3.1) und der literaturbasierten Hypothesen (3.2). Wie im Forschungsziel festgehalten (1.4) soll die vorliegende Erkundung der direkten Optionsbewertungen basierend auf einem hypothetischen Markt (Gebühr für Zugang bzw. Verfügbarkeit) auch methodische Schlüsse zulassen. So muss anhand der Ergebnisse geklärt werden, ob das entwickelte Erhebungsdesign (4.3) in der Lage ist, die aus der empirischen Literatur (2.3) bekannten Herausforderungen zu überwinden. Die Analyse der Bewertungsergebnisse wird auf Ebene des Individuums durchgeführt. In den nachfolgenden Teilstudien und im Schlussteil dieser Arbeit werden auch aggregierte Ergebnisse diskutiert. Basierend auf den Resultaten des repräsentativen Samples sind schliesslich auch Aussagen auf Ebene des gesamten Transportsystems möglich.

Als zentrales Instrument zur Prüfung der literaturbasierten Hypothesen dient die Regressionsanalyse. Anhand von linearen Regressionen lässt sich der Einfluss von unabhängigen Variablen auf die Optionsbewertung analysieren. Mittels einer multiplen linearen Regression kann geprüft werden, ob und wie sich die anhand des Befragungsinstruments erfassten unabhängigen Variablen zur Modellierung von Optionswerten eignen. Im Rahmen der Befragung wurden als abhängige Variablen drei Preispunkte erfasst (vgl. auch 4.2.2.1):

- [o\_vfair]: ich würde diese (monatliche) Grundgebühr mit Sicherheit bezahlen
- [o\_vteuer]: ich würde diese Grundgebühr mit hoher Wahrscheinlichkeit bezahlen
- [o\_vzuteuer]: ich würde diese Grundgebühr nicht bezahlen/auf das Backup verzichten

Die drei Preispunkte ergeben eine Indikation der individuellen Nachfragekurven bzw. Preiselastizitäten [b\_elastidemand] und dienen als Vergleichsgrößen bei der Analyse. Als zentrale Bewertungsvariable bzw. abhängige Regressionsvariable wird der mittlere Preispunkt der maximalen «wahrscheinlich noch bezahlten monatlichen Zugangsgebühr» [o\_vteuer] betrachtet. Die monatlichen Zahlungsbereitschaften wurden für die weitere Analyse (und den Vergleich mit den übrigen Optionsbewertungen, vgl. Teilstudien B, C, D) annualisiert.

Lineare Regressionen bilden (nach der Methode der kleinsten Quadrate, OLS) typischerweise folgende Funktion (für das Individuum  $i$ ):

$$(1) \quad Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_i + \varepsilon_i$$

Die abhängige bzw. vorhergesagte Variable  $Y$  wird dabei durch die Regressionskoeffizienten  $\beta$  und die unabhängige Variable  $X$  definiert, wobei  $\beta_0$  für den y-Achsenabschnitt und  $\beta_1$  für die Steigung ( $\Delta Y / \Delta X$ ) der Regressionsgeraden steht (Wooldridge, 2009, S. 23). Die Koeffizienten können anhand der bekannten Werte ( $X$ ,  $Y$ ) eines Samples geschätzt werden (via OLS). Der individuelle Fehlerterm  $\varepsilon_i$  enthält alle weiteren Faktoren, welche  $Y_i$  ausmachen, aber unbekannt sind. In der vorliegenden Untersuchung sind allerdings diverse Faktoren bekannt, welche (möglicherweise) Auswirkungen auf die Optionsbewertung haben. Daher sind nicht nur bivariate, sondern auch multiple lineare Regressionen möglich:

$$(2) \quad Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_n \cdot X_n + \varepsilon_i$$

Anstelle von  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_n$  können für das Gesamtmodell alle (hypothetisch) relevanten Faktoren eingesetzt und überprüft werden. Gemäss konzeptionellem Modell (vgl. 3.1) handelt es sich dabei um Variablen des Primärmodus [ $a_{\_}$ ], des Sekundärmodus [ $b_{\_}$ ], des Wegs [ $x_{\_}$ ] sowie des Individuums [ $y_{\_}$ ] und dessen Haushalts [ $z_{\_}$ ] (vgl. Tabelle 5-2 und Anhang II).

Unter Einsetzen der relevanten Variablen stellt sich das multiple lineare Regressionsmodell folgendermassen dar, wobei der Term in der Realität deutlich länger ausfällt, da jeweils pro Gruppe  $[a\_ b\_ x\_ y\_ z\_]$  mehrere Variablen mit eigenen Beta-Koeffizienten hinzuaddiert werden können [z.B.  $a\_chfmean$ ,  $a\_wahrschnv$ ,  $a\_elastidemand$ ]:

$$(3) \quad ov_{teuer} = \beta_0 + \beta_a \cdot X_a + \beta_b \cdot X_b + \beta_x \cdot X_x + \beta_y \cdot X_y + \beta_z \cdot X_z + \varepsilon$$

Per Definition müssen die in der linearen Regression berücksichtigten Variablen ( $X_n$ ) in einem linearen Verhältnis ( $\beta_n$ ) zur abhängigen Variablen ( $ov_{teuer}$ ) stehen (Wooldridge, 2009, S. 43). Die Linearitätsbedingung bezieht sich jedoch bloss auf die Regressionskoeffizienten ( $\beta$ ), nicht aber auf die eigentlichen Variablen. Bei der Analyse der Verteilung der Optionswerte (vgl. Abbildung 5-39) und vieler weiterer gesammelter metrischer bzw. intervallskalierter Daten (vgl. 5.3, z.B. Abbildung 5-5) zeigt sich, dass diese stark rechtsschief sind. Bei solchen Verteilungen mit einer Vielzahl sehr tiefer Werte und einer kleinen Zahl sehr hoher Werte erscheint eine Transformation durch Logarithmieren sinnvoll (sofern  $> 0$ ; vgl. auch Backhaus et al., 2021, S. 104). Bei den nachfolgend umgesetzten linearen Regressionen handelt es sich daher um Log-Level bzw. Log-Log-Modelle (Wooldridge, 2009, S. 46) bzw. im Fall der multiplen Regression um ein gemischtes Log-Level-/Log-Log-Modell, da die abhängige Variable in jedem Fall logarithmiert, die unabhängigen Variablen aber entweder logarithmiert oder in der «originalen» Form Eingang finden:

$$(4) \quad \ln(ov_{teuer}) = \beta_0 + \beta_a \cdot \ln(X_a) + \beta_b \cdot \ln(X_b) + \beta_x \cdot \ln(X_x) + \beta_y \cdot X_y + \beta_z \cdot X_z + \varepsilon$$

Bei der Interpretation dieser Nichtlinearitäten ist Vorsicht geboten, da die Koeffizienten nicht mehr direkt als Steigung gelesen werden können. Die bei den vorliegenden Variablen für geeignet befundenen Transformationen mittels natürlichem Logarithmus ( $\ln$ ) sind jedoch (im Vergleich zu alternativen, hier aber weniger passenden Transformationen wie z.B. Wurzeln) relativ einfach, da sie als prozentuale Veränderung interpretierbar sind (Yang, 2020). Folgende zwei Szenarien bzw. Interpretationen sind möglich:

- a) Die abhängige Variable  $\ln(Y)$  ist transformiert, die unabhängige Variable  $X_1$  nicht:  
 $\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \varepsilon_i \rightarrow$  Wenn sich  $X_1$  um *eine Einheit* erhöht, steigt  $Y$  um  $\beta_1\%$ .
- b) Die abhängige Variable  $\ln(Y)$  und die unabhängige Variable  $\ln(X_1)$  sind transformiert:  
 $\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(X_1) + \varepsilon_i \rightarrow$  Wenn sich  $X_1$  um *ein Prozent* erhöht, steigt  $Y$  um  $\beta_1\%$ .

Im Log-Log-Modell (b) entspricht  $\beta_1\%$  also der *Elastizität von  $Y$  in Bezug auf  $X$*  (Wooldridge, 2009, S. 46). Während die logarithmierten Achsen weniger intuitiv sind, werden die transformierten Werte dank der Transformation besser lesbar. Die Abbildung 6-1 zeigt dieses Phänomen exemplarisch anhand der Variablen des Optionswerts (mit  $ov$  als  $ov_{teuer}$  [ $o\_vteuer$ ]).

Bei der logarithmischen Transformation muss berücksichtigt werden, dass nur Werte grösser als null logarithmiert werden können. Das Logarithmieren von Werten zwischen null und eins ergibt negative Werte; der Logarithmus von eins beträgt null. Daher werden die vorliegenden Variablen mit stark rechtsschiefen Verteilungen (vgl. 5.3) in neue Variablen «überführt»:

$$(5) \quad ov \rightarrow ovln = \ln(ov+1)$$

Dies ergibt bei den vorliegenden Daten meist schöne Normalverteilungen – mit der Ausnahme von gehäuften Nullwerten bei gewissen Variablen (vgl. Abbildung 6-1). Diese Nuller sind jedoch inhaltlich erklärbar (z.B. Bewertung von Fuss- oder Fahrradwegen mit CHF 0).

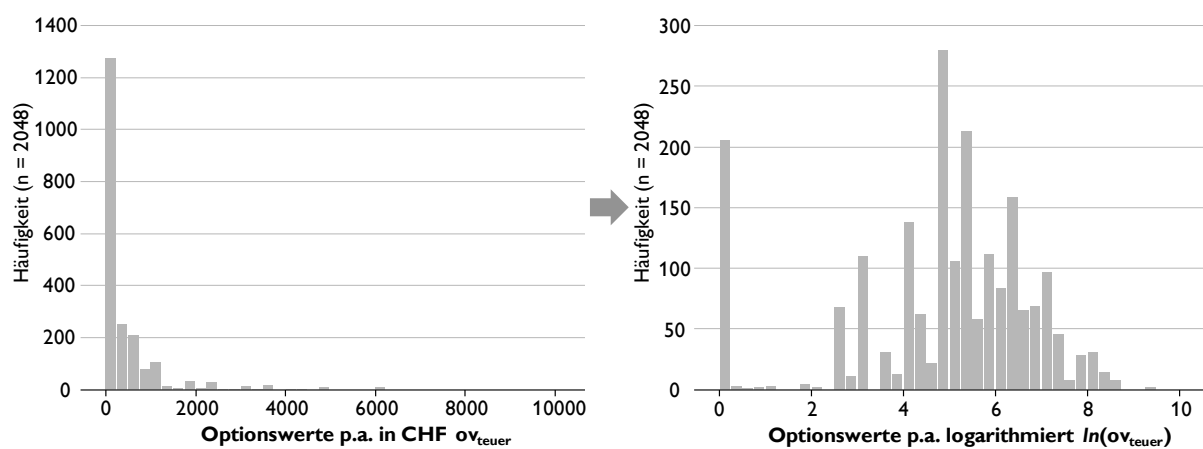


Abbildung 6-1: Exemplarische Transformation der Optionswerte ( $ov_{teuer}$ ) mit dem natürlichen Logarithmus ( $\ln$ )

Regressionsanalysen sind ein vielseitiges Instrument zur Prüfung und Modellierung von (theoretisch begründeten) Wirkungsbeziehungen zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen (vgl. Backhaus et al., 2021, S. 14). Dies zeigt sich auch in der Vielfalt der zulässigen Variablen: Während die abhängige Variable einer linearen Regression metrisch skaliert sein sollte (Ratio- oder Intervallskala), können unabhängige Variablen mit unterschiedlichen Skalenniveaus berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 3-2). Neben ordinalen Variablen sind sogar nominale Variablen möglich – sofern diese als Dummies bzw. Binärvariablen codiert werden (typischerweise  $0=nein$  bzw. Ausprägung nicht vorhanden,  $1=ja$  bzw. Ausprägung vorhanden). In den folgenden Tabellen sind alle zur Hypothesenprüfung verfügbaren *unabhängigen Variablen* mit Skalenniveau und allfälligen Transformationen sowie Recodierungen angeführt. Dabei sind sie zwecks Übersicht thematisch gruppiert entlang dem konzeptionellen Modell dieser Untersuchung (vgl. auch Tabelle 5-2 sowie Anhang II):

- $H_1$  sind Variablen, die den gewählten Ersatzmodus (im «Bedarfsfall») beschreiben.
- $H_2$  bezeichnet Variablen, die den regelmässigen Weg (im «Normalfall») definieren.
- $H_3$  steht für Variablen, deren Ausprägungen vom (befragten) Individuum abhängen.
- $H_4$  umfasst all jene Variablen, die die Mobilitätssituation des Individuums beschreiben.

Die gesammelten Variablen, welche den Ersatzmodus beschreiben, basieren auf Ratioskalen. Einzig die Qualitätsklasse des Backup-Modus ist ordinalskaliert, wobei eine Zuteilung zu drei «Komfortklassen» vorgenommen wird (vgl. Tabelle 6-3). Weil bis auf die Betriebszeit (Verfügbarkeit im Tagesverlauf in Stunden) alle metrischen Variablen stark rechtsschief sind, werden diese logarithmiert ( $\ln$ ). Distanz und Reisezeit sind als «Subvariablen» der Geschwindigkeit gelistet, da diese sich aus Distanz pro Reisezeit ergibt.

| H <sub>1</sub>    | Variable                | Codierung         | Skala   | Definition / Einheit / Transformation                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|-------------------------|-------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| H <sub>1-1</sub>  | Qualitätsklasse         | b_quality         | Ordinal | ÖV: 2. Klasse; Ausnahme: Bahn: 1. oder 2. Klasse<br>MIV: 1. Klasse bei Neupreis > CHF 60 000 (top 15 %);<br>Taxi: 1. Klasse; übrige Motorfahrzeuge: 2. Klasse<br>LV: 3. Klasse (nicht motorisiert: zu Fuss/mit Fahrrad) |
| H <sub>1-2a</sub> | Verfügbarkeit (Taktung) | b_verfuegtaktln   | Ratio   | Nach X Minuten Verfügbar / alle X Minuten verfügbar;<br>ergibt Taktung in Minuten; logarithmiert ( $\ln$ )                                                                                                              |
| H <sub>1-2b</sub> | Betriebszeit (Stunden)  | b_verfuegh        | Ratio   | Ende (Uhrzeit) minus Start (Uhrzeit) der Verfügbarkeit<br>am Tag; ergibt Betriebszeit in Stunden                                                                                                                        |
| H <sub>1-3a</sub> | Geschwindigkeit         | b_tempo $\ln$     | Ratio   | Distanz (via Google API) durch Reisezeit (Backup);<br>ergibt mittlere Kilometer pro Stunde; logarithmiert ( $\ln$ )                                                                                                     |
| H <sub>1-3b</sub> | Distanz                 | b_distanz $\ln$   | Ratio   | Weg zwischen Start- und Zielpunkt (via Google API) in<br>Kilometern; logarithmiert ( $\ln$ )                                                                                                                            |
| H <sub>1-3c</sub> | Reisezeit               | b_reisezeit $\ln$ | Ratio   | Reisezeit mit Backup für Weg zwischen Start- und Ziel-<br>punkt in Minuten; logarithmiert ( $\ln$ )                                                                                                                     |
| H <sub>1-4</sub>  | Preis (Ersatzmodus)     | b_chfmean $\ln$   | Ratio   | Mittlerer Wegpreis mit Ersatzmodus (Mittelwert der<br>genannten Preisspanne) in CHF; logarithmiert ( $\ln$ )                                                                                                            |
| H <sub>1-5</sub>  | Unsicherheit (Angebot)  | b_wahrschnvln     | Ratio   | Wahrscheinlichkeit der (gleichzeitigen) Nichtverfügbar-<br>keit des Backups in Prozent; logarithmiert ( $\ln$ )                                                                                                         |

Tabelle 6-3: Variablen des Ersatzmodus zur Hypothesenprüfung (vgl. auch Tabelle 3-3)

Die relevanten Variablen, welche den regelmässigen Weg mit dem primären Modus beschreiben, sind ratio- oder nominalskaliert bzw. dummycodiert (vgl. Tabelle 6-4). Die beiden ratio-skalierten Variablen sind stark rechtsschief verteilt und daher logarithmiert.

| H <sub>2</sub>   | Variable                 | Codierung       | Skala   | Definition / Einheit / Transformation                                                                        |
|------------------|--------------------------|-----------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| H <sub>2-1</sub> | Preis (Normalmodus)      | a_chfmean $\ln$ | Ratio   | Mittlerer Wegpreis mit Normalmodus (Mittelwert der<br>genannten Preisspanne) in CHF; logarithmiert ( $\ln$ ) |
| H <sub>2-2</sub> | Unsicherheit (Nachfrage) | a_wahrschnvln   | Ratio   | Wahrscheinlichkeit der Nichtverfügbarkeit/-nutzung des<br>Normalmodus in Prozent; logarithmiert ( $\ln$ )    |
| H <sub>2-3</sub> | Substituierbarkeit       | x_substja       | Nominal | Substituierbarkeit des primären Modus; gegeben, falls<br>mind. 2 Modi verfügbar sind; dummycodiert (1 = ja)  |
| H <sub>2-4</sub> | Raumtypologie            | x_typus         | Nominal | Städtische Gemeinde am Startpunkt der Reise (gemäss<br>Klassifizierung des BFS); dummycodiert (1 = ja)       |
| H <sub>2-5</sub> | Reisezweck               | x_tripzweck     | Nominal | Studie fokussiert auf Arbeits- und Ausbildungswege<br>(ohne Freizeit/Einkäufe); dummycodiert (1 = Arbeit)    |

Tabelle 6-4: Variablen des Normalwegs zur Hypothesenprüfung (vgl. auch Tabelle 3-3)

Die soziodemografischen Variablen, welche das Individuum und dessen Haushalt definieren, basieren auf nominalen, ordinalen oder metrischen Skalen (vgl. Tabelle 6-5). Einkommens-, Bildungs- und Berufsstand sind drei «verwandte» Statusvariablen. Zudem kann die Variable Kinderhaushalt als möglicher «Confounder» zur Haushaltsgrösse gesehen werden.

| H <sub>3</sub>    | Variable        | Codierung     | Skala   | Definition / Einheit / Transformation                                                                                                                   |
|-------------------|-----------------|---------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| H <sub>3-1</sub>  | Geschlecht      | y_geschlecht  | Nominal | Geschlecht der befragten Person (männlich/weiblich); dummycodiert (1 = männlich)                                                                        |
| H <sub>3-2</sub>  | Alter           | y_alter       | Ratio   | Alter der befragten Person (in Jahren)                                                                                                                  |
| H <sub>3-3a</sub> | Einkommen       | y_einkommen   | Ratio   | Mittelwert pro genanntes Einkommensband in CHF; Missings falls «keine Angabe» gewählt wurde                                                             |
| H <sub>3-3b</sub> | Bildungsstand   | y_bildungen   | Ordinal | Zuweisung zu vier Niveaus anhand der Quotierung: 1 falls nur Schule/Anlehre, 2 falls Lehre/Berufsschule, 3 falls Mittelschule, 4 bei Hochschulabschluss |
| H <sub>3-3c</sub> | Berufsstand     | y_berufe      | Ordinal | Zuweisung zu drei Niveaus anhand der Quotierung: 1 falls Schüler/Lernende/Studierende, 2 falls Angestellte, 3 falls Freiberufler/Selbständige/Landwirte |
| H <sub>3-4a</sub> | Haushaltsgrösse | z_perstotalhh | Ratio   | Anzahl Personen im Haushalt                                                                                                                             |
| H <sub>3-4b</sub> | Kinderhaushalt  | z_persmitkind | Nominal | Haushalt mit Kindern; dummycodiert (1 = ja)                                                                                                             |
| H <sub>3-5</sub>  | Wohnsituation   | z_wohnenhh    | Nominal | Eigentum oder Miete; dummycodiert (1 = Eigentum)                                                                                                        |

Tabelle 6-5: Variablen der Soziodemografie zur Hypothesenprüfung (vgl. auch Tabelle 3-3)

Die Variablen, welche die Mobilitätssituation des Individuums beschreiben, sind nominal (dummycodiert), ordinal oder metrisch skaliert (vgl. Tabelle 6-6). Die metrisch- bzw. ratio-skalierten Variablen sind rechtsschief verteilt und daher logarithmisch transformiert.

| H <sub>4</sub>    | Variable                  | Codierung        | Skala   | Definition / Einheit / Transformation                                                                                                                        |
|-------------------|---------------------------|------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| H <sub>4-1a</sub> | Kaptivität (Fahrzeug)     | y_fzbackup       | Nominal | Besitz eines eigenen Fahrzeugs, welches als Ersatzmodus genutzt wird (Auto, Motorrad, Mofa, E-Bike, Fahrrad); dummycodiert (1 = ja)                          |
| H <sub>4-1b</sub> | Kaptivität (Abo)          | y_abobackup      | Nominal | Besitz eines Abos, das beim Ersatzmodus zum Einsatz kommt (Halbtax-, General-, Zonen-, Strecken-, Seven 25-Abo; Car-, Bikesharing-Abo; dummycodiert (1 = ja) |
| H <sub>4-2</sub>  | Risikoneigung             | y_risikoaversion | Ordinal | Vier Niveaus: 1 als klar risikofreudig, 2 als eher risikofreudig, 3 als eher risikoscheu, 4 als klar risikoscheu                                             |
| H <sub>4-3a</sub> | Preiselastizität (normal) | a_elastidema/n   | Ratio   | Preiselastizität der Nachfrage auf dem Normalweg ( $\Delta\%$ Nachfrage/ $\Delta\%$ Preis); logarithmiert (ln)                                               |
| H <sub>4-3b</sub> | Preiselastizität (Backup) | b_elastidema/n   | Ratio   | Preiselastizität der Nachfrage nach dem Ersatzmodus ( $\Delta\%$ Nachfrage/ $\Delta\%$ Preis); logarithmiert (ln)                                            |
| H <sub>4-4a</sub> | Einstellung               | b_einstpro       | Nominal | Positive oder negative Einstellung zum Ersatzmodus (gefragt mit Likert-Skala); dummycodiert (1 = positiv)                                                    |
| H <sub>4-4b</sub> | Erfahrung                 | b_sonsterf       | Nominal | Erfahren mit dem genannten Ersatzmodus (definiert als: >1 Hin-/Rückreise pro Monat); dummycodiert (1 = ja)                                                   |
| H <sub>4-5</sub>  | Nutzungserwartung         | b_tripsprojahr/n | Ratio   | Erwartete jährliche Nutzung des Backupmodus auf dem genannten Weg (Wegzahl); logarithmiert (ln)                                                              |

Tabelle 6-6: Variablen der individuellen Mobilitätssituation zur Hypothesenprüfung (vgl. auch Tabelle 3-3)



### 6.1.2 Hypothesenprüfung

Nach der Einführung und Aufbereitung aller Variablen können diese nun entlang der aufgestellten Hypothesen überprüft werden. Neben einem vertiefteren Verständnis der Einflussfaktoren von Optionswerten im Personentransport verfolgt die vorliegende Arbeit auch ein methodisches Ziel. So besagt die Hypothese  $H_{5-1}$ , dass Transportoptionen über die Abfrage von monatlichen Zahlungsbereitschaften für den gesicherten Zugang zum Ersatzmodus direkt bewertet werden können. Das zu diesem Zweck entwickelte Erhebungsinstrument (Tabelle 4-2 und Anhang I) fragt den Optionswert des individuellen Wegs im Detail ab.

Der Vergleich der Optionswerte auf Ebene des Gesamtsamples zeigt, dass die Bewertungsschwellen (fair, teuer, zu teuer) exponentiell wachsen: So steigen der Mittelwert und der Median von Bewertung I zu II sowie von II zu III um jeweils rund 60 % (vgl. Tabelle 6-7). Grundsätzlich sind die aggregierten Resultate der Bewertungsfragen im plausiblen Bereich von CHF 180 (Median) bzw. CHF 462 (Mittelwert) pro Jahr. Die Streuung der genannten Optionswerte ist jedoch eher gross: Das dritte Quartil ist bei allen Bewertungen rund zehnmal höher als das erste. Dies lässt sich auf eine Vielzahl von Faktoren zurückführen, wie dies anhand der nachfolgenden (1) *Korrelations-*, (2) *Faktor-* und (3) *Regressionsanalyse* herausgearbeitet wird. Wie erläutert wird als abhängige Variable in dieser Analyse primär die mittlere Antwort der dreistufigen Optionswert-Abfrage benutzt, da diese die maximale Zahlungsbereitschaft widerspiegelt (vgl. Tabelle 6-7).

| Statistik                  | Bewertung A <sub>I</sub>                                                                                          | Bewertung A <sub>II</sub>                                                                         | Bewertung A <sub>III</sub>                                                                             |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Beschrieb</b>           | «fair»<br>Ich würde diese Grundgebühr mit Sicherheit bezahlen. (CHF pro Monat; hier annualisiert; ohne Wegkosten) | «teuer»<br>Ich würde diese Grundgebühr mit hoher Wahrscheinlichkeit bezahlen. (hier annualisiert) | «zu teuer»<br>Ich würde diese Grundgebühr nicht bezahlen und auf das Backup verzichten. (annualisiert) |
| <b>Mittelwert</b>          | <b>CHF 261</b>                                                                                                    | <b>CHF 462</b>                                                                                    | <b>CHF 765</b>                                                                                         |
| <b>Standardabweichung</b>  | CHF 513                                                                                                           | CHF 847                                                                                           | CHF 1460                                                                                               |
| <b>Maximum</b>             | CHF 6000                                                                                                          | CHF 12 000                                                                                        | CHF 24 000                                                                                             |
| <b>3. Quartil</b>          | CHF 240                                                                                                           | CHF 600                                                                                           | CHF 840                                                                                                |
| <b>2. Quartil (Median)</b> | <b>CHF 120</b>                                                                                                    | <b>CHF 180</b>                                                                                    | <b>CHF 300</b>                                                                                         |
| <b>1. Quartil</b>          | CHF 25                                                                                                            | CHF 60                                                                                            | CHF 120                                                                                                |
| <b>Minimum</b>             | CHF 0                                                                                                             | CHF 0                                                                                             | CHF 0                                                                                                  |
| <b>N (Missing Values)</b>  | 2049 (1)                                                                                                          | 2048 (2)                                                                                          | 2048 (2)                                                                                               |

Tabelle 6-7: Statistiken der Bewertungen des jährlichen Optionswerts über die Gesamtpopulation (n = 2050)

### 6.1.2.1 Korrelationsanalyse

Nach einer ersten Plausibilisierung der abhängigen Variablen (Optionswerte, vgl. Tabelle 6-7) werden auch die unabhängigen Variablen «vorgeprüft». Anhand des entwickelten Befragungsinstruments (vgl. Tabelle 4-2) wurden alle aus der Literatur abgeleiteten Variablen erfasst. Für die nachfolgenden Regressionsanalysen dürfen diese unabhängigen Variablen nicht zu stark korrelieren. Dies wird zunächst anhand einer Korrelationsanalyse begutachtet. Wenn eine hohe Multikollinearität vorliegt, verschlechtert dies das Modell; die Effekte der einen Variablen können in diesem Fall nicht von den Effekten der anderen Variablen unterschieden werden (Backhaus et al., 2021, S. 121–124).

|                  | b_quali-<br>ty | b_ver-<br>fuegtln | b_ver-<br>fuegh | b_tem-<br>poln | b_dis-<br>tanzln | b_rei-<br>sezeitln | b_chf-<br>meanln | b_wahr<br>schnvln | a_chf-<br>meanln | a_wahr<br>schnvln | x_sub-<br>stja | x_ty-<br>pus | x_trip-<br>zweck | y_gesc-<br>hlecht |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|----------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------|--------------|------------------|-------------------|
| b_quality        | 1              |                   |                 |                |                  |                    |                  |                   |                  |                   |                |              |                  |                   |
| b_verfuegtaktln  | .234**         | 1                 |                 |                |                  |                    |                  |                   |                  |                   |                |              |                  |                   |
| b_verfuegh       | -.082**        | -.445**           | 1               |                |                  |                    |                  |                   |                  |                   |                |              |                  |                   |
| b_tempoln        | .347**         | .030              | -.031           | 1              |                  |                    |                  |                   |                  |                   |                |              |                  |                   |
| b_distanzln      | .361**         | .178**            | -.059**         | .706**         | 1                |                    |                  |                   |                  |                   |                |              |                  |                   |
| b_reisezeitln    | .136**         | .344**            | -.055*          | .354**         | .555**           | 1                  |                  |                   |                  |                   |                |              |                  |                   |
| b_chfmeanln      | .462**         | .316**            | -.035           | .365**         | .510**           | .428**             | 1                |                   |                  |                   |                |              |                  |                   |
| b_wahrschnvln    | .058**         | .082**            | -.172**         | .115**         | .093**           | .019               | .054*            | 1                 |                  |                   |                |              |                  |                   |
| a_chfmeanln      | .225**         | .128**            | -.049*          | .291**         | .519**           | .353**             | .503**           | .098**            | 1                |                   |                |              |                  |                   |
| a_wahrschnvln    | -.013          | -.075**           | .023            | -.004          | -.107**          | -.095**            | -.073**          | .238**            | -.024            | 1                 |                |              |                  |                   |
| x_substja        | -.098**        | -.068**           | .066**          | -.052*         | -.182**          | -.095**            | -.152**          | -.015             | -.160**          | .165**            | 1              |              |                  |                   |
| x_typus          | -.047*         | -.031             | .048*           | -.093**        | -.111**          | .006               | -.043            | .013              | -.055*           | .099**            | .079**         | 1            |                  |                   |
| x_tripzweck      | .036           | .052*             | .083**          | -.045*         | .008             | .013               | .120**           | -.145**           | .056*            | -.113**           | -.036          | -.015        | 1                |                   |
| y_geschlecht     | -.013          | .027              | -.032           | -.061**        | -.033            | .030               | -.047*           | .074**            | .013             | .041              | -.056*         | .021         | -.005            | 1                 |
| y_alter          | .071**         | .077**            | .079**          | -.034          | .058**           | .073**             | .157**           | -.174**           | .092**           | -.153**           | -.057*         | .008         | .516**           | .000              |
| y_einkommen      | .130**         | -.008             | .090**          | .010           | .066**           | .055*              | .120**           | -.095**           | .054*            | -.052*            | .019           | .005         | .292**           | -.191**           |
| y_bildungen      | .041           | -.002             | .124**          | .039           | .116**           | .102**             | .113**           | -.030             | .050*            | -.027             | .022           | .044         | .251**           | -.041             |
| y_berufe         | .056*          | .069**            | .075**          | -.052*         | .035             | .038               | .174**           | -.126**           | .122**           | -.103**           | -.073**        | -.025        | .662**           | -.021             |
| z_perstotalhh    | -.027          | -.044*            | -.029           | .025           | -.013            | -.037              | -.067**          | .051*             | -.030            | .112**            | .042           | -.094**      | -.239**          | -.082**           |
| z_persmitkind    | -.019          | -.048*            | -.030           | -.004          | -.070**          | -.072**            | -.107**          | .037              | -.101**          | .096**            | .057*          | -.070**      | -.211**          | -.067**           |
| z_wohnenhh       | .028           | -.049*            | .023            | .035           | .032             | .009               | -.008            | -.017             | -.008            | -.027             | .032           | -.209**      | -.137**          | -.019             |
| y_fzbackup       | -.027          | -.625**           | .424**          | .189**         | .020             | -.125**            | -.053*           | -.005             | -.006            | .092**            | .035           | -.048*       | -.035            | -.060**           |
| y_abobackup      | .093**         | .406**            | -.154**         | -.035          | .031             | .155**             | .072**           | -.003             | -.021            | .093**            | .038           | .124**       | -.011            | .078**            |
| y_risikoaversion | -.035          | .005              | -.030           | -.030          | -.054*           | -.030              | -.057*           | -.012             | -.070**          | -.041             | -.043          | -.007        | .031             | .152**            |
| a_elastidemaln   | .060*          | .056*             | -.015           | .021           | .103**           | .088**             | .101**           | .017              | .253**           | .053*             | -.017          | .057*        | .039             | .040              |
| b_elastidemaln   | .021           | .061*             | -.080**         | .051*          | .060*            | .049*              | .060*            | .056*             | .055*            | .023              | .011           | -.028        | -.006            | -.068**           |
| b_einstpro       | -.077**        | -.223**           | .126**          | .008           | -.104**          | -.096**            | -.183**          | -.004             | -.095**          | .147**            | .080**         | .031         | -.079**          | .021              |
| b_sonsterf       | -.081**        | -.284**           | .114**          | -.003          | -.141**          | -.165**            | -.175**          | .086**            | -.088**          | .242**            | .091**         | .038         | -.092**          | .039              |
| b_tripsprojahrln | -.098**        | -.163**           | .047*           | -.034          | -.208**          | -.178**            | -.169**          | .129**            | -.102**          | .463**            | .177**         | .061**       | -.041            | .011              |

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 6-8: Pearson-Korrelationen der unabhängigen Variablen (Teil I); Fortsetzung ab y\_alter in Tabelle 6-9

| ... Fortsetzung  | y_alter | y_einkom. | y_bildungen | y_berufe | z_perstotalh. | z_persmitkind | z_wohnenhh | y_fzbackup | y_abobackup | y_risikoavers | a_elastidemln | b_elastidemln | b_einstpro | b_sonsterf |
|------------------|---------|-----------|-------------|----------|---------------|---------------|------------|------------|-------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| y_alter          | 1       |           |             |          |               |               |            |            |             |               |               |               |            |            |
| y_einkommen      | .309**  | 1         |             |          |               |               |            |            |             |               |               |               |            |            |
| y_bildungen      | .164**  | .314**    | 1           |          |               |               |            |            |             |               |               |               |            |            |
| y_berufe         | .587**  | .326**    | .270**      | 1        |               |               |            |            |             |               |               |               |            |            |
| z_perstotalhh    | -.245** | -.009     | -.098**     | -.254**  | 1             |               |            |            |             |               |               |               |            |            |
| z_persmitkind    | -.298** | -.012     | -.157**     | -.234**  | .544**        | 1             |            |            |             |               |               |               |            |            |
| z_wohnenhh       | .088**  | .117**    | -.025       | -.064**  | .301**        | .139**        | 1          |            |             |               |               |               |            |            |
| y_fzbackup       | -.026   | .042      | .035        | -.024    | .052*         | .016          | .082**     | 1          |             |               |               |               |            |            |
| y_abobackup      | -.043   | -.017     | .015        | -.063**  | .004          | -.030         | -.080**    | -.409**    | 1           |               |               |               |            |            |
| y_risikoaversion | .028    | -.128**   | -.004       | -.035    | -.025         | -.034         | -.037      | -.041      | .026        | 1             |               |               |            |            |
| a_elastidemln    | .050*   | .030      | .034        | .051*    | -.011         | -.052*        | -.024      | -.017      | .022        | -.042         | 1             |               |            |            |
| b_elastidemln    | .008    | .018      | .041        | -.003    | .003          | .035          | -.031      | -.067**    | .044        | -.049*        | -.051*        | 1             |            |            |
| b_einstpro       | -.049*  | -.016     | -.018       | -.094**  | .020          | .044          | .050*      | .169**     | .054*       | -.077**       | -.031         | .003          | 1          |            |
| b_sonst          | -.097** | -.028     | -.014       | -.106**  | .094**        | .097**        | .017       | .262**     | -.004       | -.059**       | -.001         | .042          | .261**     | 1          |
| b_tripsprojahrln | -.099** | -.004     | -.047*      | -.070**  | .077**        | .076**        | -.024      | .144**     | .032        | -.076**       | .040          | .046          | .187**     | .492**     |

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 6-9: Pearson-Korrelationen der unabhängigen Variablen (Teil II); Fortsetzung von Tabelle 6-8 ab y\_alter

Der von SPSS berechnete Korrelationskoeffizient nach Pearson liegt zwischen 0 (keine Korrelation) und  $\pm 1$  (perfekt lineare Beziehung). Die Analyse zeigt (vgl. Tabelle 6-8 und Tabelle 6-9), dass die allermeisten unabhängigen Variablen nur schwach korrelieren (da  $|r| \leq 0.3$ ; vgl. Backhaus et al., 2021, S. 29). Gleichzeitig ist eine Mehrheit der Korrelationen signifikant auf dem 5%- oder gar dem 1 %-Niveau. Weil kein Variablenpaar eine starke Korrelation aufweist (d.h.  $|r| \leq 0.7$ ), können grundsätzlich alle unabhängigen Variablen für die Regressionsanalyse in Betracht gezogen werden (Backhaus et al., 2021, S. 29). Um Zusammenhänge unter der Vielzahl von erfassten Fragebogenvariablen zu identifizieren, kann (zusätzlich) eine explorative Faktoranalyse durchgeführt werden (Diekmann, 2017, S. 485).

### 6.1.2.2 Faktoranalyse

Eine explorative Faktoranalyse macht nicht nur Zusammenhänge zwischen Variablen sichtbar, sondern kann auch mehrere korrelierende Variablen (Komponenten) auf wenige Faktoren reduzieren (Backhaus et al., 2021, S. 414). Diese Faktorreduktion ist in der vorliegenden Studie nicht nötig, dient aber der Überprüfung des Befragungsinstruments. Insgesamt liegen 29 Variablen vor, wovon aber nur 14 metrisch skaliert und damit problemlos geeignet für Faktoranalysen sind. Obwohl die meisten Korrelationen relativ schwach sind, ergibt sich (dank des grossen Samples) nach Kaiser-Meyer-Olkin eine Stichprobeneignung von 0.701, was als «ziemlich gut» bezeichnet werden kann (Backhaus et al., 2021, S. 423). Zudem beträgt die Signifikanz nach Bartlett 0.000, sodass eine sinnvolle Faktoranalyse möglich ist.

Zur Bestimmung der Anzahl resultierender Faktoren wird von SPSS standardmässig das Kaiser-Kriterium verwendet, wonach der Eigenwert der Faktoren *grösser als eins* sein soll (Backhaus et al., 2021, S. 468). Dies wird hier bei der Analyse der 14 metrischen Variablen angewandt (vgl. Abbildung 6-2). Alternativ kann mittels SPSS auch ein sogenannter Scree-Plot erstellt werden, wobei die Eigenwerte der Faktoren visualisiert werden: Sobald die Linie knickt (sog. «Ellbogen»), leisten die (zusätzlichen) Faktoren mit ihren relativ kleinen Eigenwerten nur noch einen geringen Beitrag, weshalb nur die Faktoren *oberhalb des «Ellbogens»* berücksichtigt werden sollen (Backhaus et al., 2021, S. 448). Dieses Kriterium wird bei der vorliegenden Analyse aller 29 unabhängigen Variablen angewandt (Abbildung 6-3).

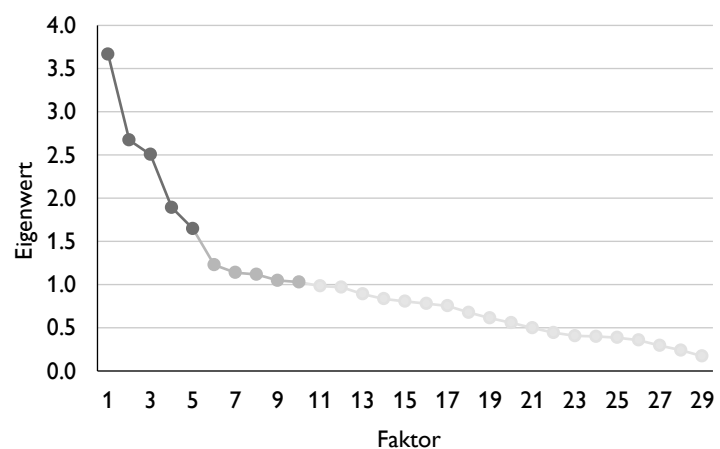
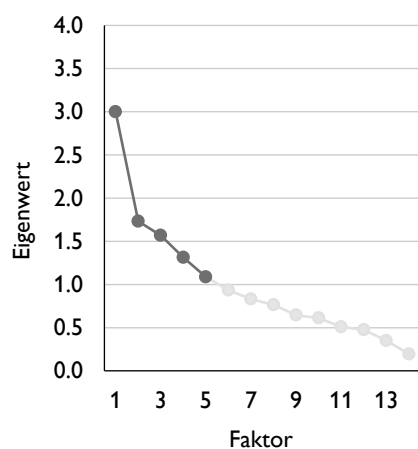


Abbildung 6-2: Scree-Plot (14 Variablen)    Abbildung 6-3: Scree-Plot (mit allen 29 unabhängigen Variablen)

Gemäss Hauptkomponentenanalyse von SPSS können die fünf Faktoren mit Eigenwert  $> 1$  insgesamt 62% der Gesamtvarianz der 14 metrischen Variablen erklären. Beim Modell mit den insgesamt 29 Variablen machen die zehn Faktoren mit Eigenwert über 1 ebenfalls 62% der Varianz aus, während die fünf Faktoren oberhalb des «Ellbogens» zusammen 43% der Gesamtvarianz erklären. Die Analyse zeigt (vgl. auch Abbildung 6-2 und Abbildung 6-3), dass die Hinzunahme von mehr als fünf Faktoren nur zu marginalen Verbesserungen führt.

Um die Zuordnung der 14 bzw. 29 Variablen zu den je fünf Faktoren zu optimieren, führt SPSS standardmässig eine orthogonale Rotation anhand der Varimax-Methode (mit Kaiser-Normalisierung) durch. Die resultierenden rotierten Komponentenmatrizen zeigen die (rotierten) Faktorladungen, welche nach absteigender Grösse den jeweiligen Faktoren zugeordnet werden (vgl. Backhaus et al., 2021, S. 452). Ein Regressionsmodell mit den fünf ermittelten Faktoren (statt der 14 bzw. 29 unabhängigen Variablen) könnte gemäss SPSS 62% bzw. 42% der Varianz erklären. Eine Erklärungskraft von um 50% ist nicht sehr hoch (vgl. Backhaus et al., 2021, S. 447). Für die vorliegende explorative Analyse ist dies jedoch nicht bedeutsam, da es lediglich um die Entdeckung von Zusammenhängen in den erhobenen Variablen geht.

Die resultierenden fünf Faktoren der beiden Analysen können mit sinnvollen Interpretationen bzw. Bezeichnungen versehen werden (vgl. Tabelle 6-10). So zeigt sich, dass der erste Faktor (1a bzw. 1b) Variablen des abgefragten *Pendelwegs* zusammenfasst (Eigenschaften der Strecke und der benutzten Modi). Beim Modell mit nur 14 Variablen bilden die Elastizitäten der *Nachfrage* einen separaten Faktor (5b). Variablen zur *Verfügbarkeit* von Mobilitätsinstrumenten stellen einen eigenen Faktor dar (3a bzw. 2b). Ein weiterer Faktor konstituiert sich aus den individuellen *Erwartungen* und Einschätzungen der konkreten Mobilitätssituation (4a bzw. 3b). Schliesslich ergeben sich auch aus den soziodemografischen Variablen des *Individuums* (2a bzw. 4b) sowie dessen *Haushalts* (5a) eigenständige Faktoren.

| FAKTOREN <sub>a</sub> | 1a           | 2a            | 3a            | 4a            | 5a            | VARIABLEN        | 1b           | 2b            | 3b           | 4b           | 5b            | FAKTOREN <sub>b</sub> |
|-----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-----------------------|
| <b>Pendelweg</b>      | <b>0.866</b> | -0.041        | -0.071        | -0.141        | 0.046         | b_distanzln      | <b>0.899</b> | -0.066        | -0.094       | -0.067       | -0.077        | <b>Pendelweg</b>      |
|                       | <b>0.701</b> | 0.078         | 0.006         | -0.073        | -0.034        | a_chfmeanln      | <b>0.684</b> | 0.117         | 0.051        | 0.132        | 0.301         |                       |
|                       | <b>0.695</b> | 0.016         | 0.231         | -0.089        | 0.030         | b_reisezeitln    | <b>0.710</b> | 0.261         | -0.063       | 0.069        | -0.012        |                       |
|                       | <b>0.684</b> | -0.114        | -0.249        | 0.030         | 0.048         | b_tempoln        | <b>0.724</b> | -0.278        | 0.036        | -0.196       | -0.222        |                       |
|                       | <b>0.670</b> | 0.245         | 0.124         | -0.108        | -0.025        | b_chfmeanln      | <b>0.651</b> | 0.152         | -0.050       | 0.285        | 0.111         |                       |
|                       | <b>0.290</b> | 0.224         | 0.102         | -0.055        | 0.082         | b_quality        |              |               |              |              |               |                       |
|                       | <b>0.228</b> | 0.044         | 0.050         | 0.084         | -0.105        | a_elastidemandln | 0.175        | 0.074         | 0.136        | 0.062        | <b>0.792</b>  | <b>Nachfrage</b>      |
|                       | <b>0.161</b> | 0.040         | 0.136         | 0.127         | 0.067         | b_elastidemandln | 0.145        | 0.185         | 0.185        | 0.155        | <b>-0.542</b> |                       |
| <b>Verfügbarkeit</b>  | -0.047       | 0.001         | <b>-0.863</b> | 0.212         | 0.056         | b_fbzbackup      |              |               |              |              |               | <b>Verfügbarkeit</b>  |
|                       | 0.148        | 0.093         | <b>0.843</b>  | -0.173        | -0.012        | b_verfuegtaktln  | 0.120        | <b>0.837</b>  | -0.087       | 0.108        | 0.035         |                       |
|                       | -0.023       | 0.002         | <b>0.640</b>  | 0.231         | -0.072        | b_abobackup      |              |               |              |              |               |                       |
|                       | -0.036       | 0.171         | <b>-0.612</b> | 0.154         | 0.000         | b_verfuegh       | 0.002        | <b>-0.779</b> | 0.022        | 0.170        | 0.100         |                       |
| <b>Erwartungen</b>    | -0.101       | 0.010         | -0.076        | <b>0.772</b>  | -0.007        | b_tripsprojahrln | -0.163       | -0.177        | <b>0.767</b> | 0.073        | -0.015        | <b>Erwartungen</b>    |
|                       | 0.011        | -0.098        | 0.041         | <b>0.688</b>  | -0.012        | a_wahrschnvln    | -0.051       | -0.070        | <b>0.812</b> | -0.064       | 0.051         |                       |
|                       | -0.038       | -0.052        | -0.231        | <b>0.646</b>  | 0.017         | b_sonst          |              |               |              |              |               |                       |
|                       | -0.012       | -0.041        | -0.165        | <b>0.432</b>  | -0.016        | b_einstpro       |              |               |              |              |               |                       |
|                       | -0.206       | 0.030         | 0.075         | <b>0.377</b>  | 0.083         | b_substja        |              |               |              |              |               |                       |
|                       | 0.214        | -0.239        | 0.098         | <b>0.286</b>  | -0.101        | b_wahrschnvln    | 0.159        | 0.244         | <b>0.506</b> | -0.271       | -0.095        |                       |
|                       | -0.107       | -0.143        | -0.006        | <b>-0.216</b> | -0.150        | y_risikoavers    |              |               |              |              |               |                       |
| <b>Individuum</b>     | 0.063        | <b>0.794</b>  | -0.002        | -0.099        | -0.138        | y_berufe         |              |               |              |              |               | <b>Individuum</b>     |
|                       | -0.042       | <b>0.753</b>  | -0.005        | -0.077        | -0.176        | x_tripzweck      |              |               |              |              |               |                       |
|                       | 0.046        | <b>0.728</b>  | -0.020        | -0.159        | -0.071        | y_alter          | 0.062        | 0.014         | -0.164       | <b>0.770</b> | 0.001         |                       |
|                       | 0.072        | <b>0.678</b>  | -0.014        | 0.069         | 0.251         | y_einkommenchf   | 0.057        | -0.065        | 0.046        | <b>0.771</b> | -0.063        |                       |
|                       | 0.139        | <b>0.394</b>  | -0.021        | 0.120         | -0.054        | y_bildungen      |              |               |              |              |               |                       |
|                       | 0.007        | <b>-0.228</b> | 0.000         | -0.049        | -0.351        | y_geschlecht     |              |               |              |              |               |                       |
| <b>Haushalt</b>       | -0.005       | -0.224        | 0.039         | 0.128         | <b>0.735</b>  | z_perstotalhh    |              |               |              |              |               |                       |
|                       | -0.081       | -0.205        | 0.046         | 0.135         | <b>0.668</b>  | z_persmitkind    |              |               |              |              |               |                       |
|                       | -0.010       | 0.019         | -0.077        | -0.075        | <b>0.578</b>  | z_wohnenhh       |              |               |              |              |               |                       |
|                       | -0.081       | 0.011         | 0.100         | 0.268         | <b>-0.358</b> | z_typus          |              |               |              |              |               |                       |

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse; Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung  
a: die Rotation ist in 5 Iterationen konvergiert; b: die Rotation ist in 6 Iterationen konvergiert

Tabelle 6-10: Faktoren und Faktorladungen der explorativen Faktoranalyse  
(a: mit allen 29 unabhängigen Variablen; b: mit 14 metrischen unabhängigen Variablen)

Die explorative Faktoranalyse zeigt, dass das entwickelte Befragungsinstrument (vgl. Tabelle 4-2) keine unbeabsichtigten oder unerklärbaren Korrelationen unter den gesammelten Variablen hervorbringt. Zwar weisen einige der (rotierten) Faktorladungen des umfangreichen Modells (a, mit allen 29, auch nicht-metrischen Variablen, vgl. Tabelle 6-10) tiefe Werte auf ( $|f| \leq 0.5$ ) und sind somit wenig relevant (Backhaus et al., 2021, S. 451). Alle fünf identifizierten Faktoren beider Modelle (a und b) sind jedoch sinnvoll interpretier- und erklärbar. Damit fördert diese explorative Betrachtung nichts zutage, was die Funktionalität des Befragungsinstruments mit Blick auf die erhobenen Variablen grundsätzlich in Frage stellen würde.

Eine weitere Prüfung auf unerwünschte Kollinearität kann im Rahmen der Regressionsanalyse anhand des sogenannten Variance Inflation Factors (VIF) vorgenommen werden. Dabei werden die unabhängigen Variablen auf die anderen unabhängigen Variablen regressiert, um zu ermitteln, ob diese durch Linearkombinationen voneinander ausgedrückt werden könnten (Backhaus et al., 2021, S. 123). Auch SPSS gibt standardmässig den VIF sowie den Toleranzwert als dessen Kehrwert aus. Gemäss methodischer Literatur gilt, dass VIF über 5 oder gar über 10 (Toleranzwerte von 0.2 oder 0.1) problematisch sind (Backhaus et al., 2021, S. 123). Die vorliegende Analyse zeigt, dass selbst bei Einschluss aller denkbaren unabhängigen Variablen keine derart hohe Werte vorhanden sind und der Datensatz in dieser Hinsicht unproblematisch ist. Einzig die Variable zur Distanz des Pendelwegs [b\_distanzln] weist einen leicht erhöhten Wert ( $VIF > 3$ ) auf, was aber keine Überraschung ist, da die Strecke durch die Geschwindigkeit und die Reisezeit ausgedrückt werden kann.

| VARIABLEN        | Toleranz | VIF   | VARIABLEN        | Toleranz | VIF   |
|------------------|----------|-------|------------------|----------|-------|
| b_distanzln      | 0.301    | 3.324 | ... Fortsetzung  |          |       |
| b_verfuegtaktln  | 0.412    | 2.424 | b_verfuegh       | 0.699    | 1.430 |
| b_tempoln        | 0.423    | 2.362 | b_abobackup      | 0.708    | 1.412 |
| b_berufe         | 0.447    | 2.238 | a_wahrschnvln    | 0.713    | 1.402 |
| b_fzbackup       | 0.483    | 2.072 | y_einkommenchf   | 0.733    | 1.365 |
| x_tripzweck      | 0.503    | 1.988 | z_wohnenhh       | 0.794    | 1.259 |
| b_chfmeanln      | 0.504    | 1.984 | y_bildungen      | 0.816    | 1.226 |
| y_alter          | 0.541    | 1.849 | y_einstpro       | 0.855    | 1.170 |
| b_reisezeitln    | 0.571    | 1.752 | b_wahrschnvln    | 0.855    | 1.170 |
| a_chfmeanln      | 0.587    | 1.703 | x_typus          | 0.892    | 1.121 |
| b_tripsprojahrln | 0.600    | 1.667 | x_substja        | 0.903    | 1.108 |
| z_perstotalhh    | 0.620    | 1.612 | y_geschlecht     | 0.905    | 1.105 |
| z_persmitkind    | 0.650    | 1.540 | a_elastidemandln | 0.912    | 1.096 |
| b_sonsterf       | 0.673    | 1.487 | y_risikoavers    | 0.930    | 1.075 |
| b_quality        | 0.687    | 1.456 | b_elastidemandln | 0.960    | 1.041 |

Tabelle 6-11: Toleranzwerte und Variation Inflation Factors (VIF) der unabhängigen Variablen der Regression

### 6.1.2.3 Regressionsanalyse

Nach der Plausibilisierung der abhängigen und unabhängigen Variablen, welche anhand des Befragungsinstruments erhoben wurden, können die inhaltlichen Hypothesen (vgl. Tabelle 3-3) mittels Regressionen überprüft werden. Die Regressionsanalysen werden zunächst pro unabhängige Variable einzeln durchgeführt, wobei die Verteilung und die Linearität anhand von Scatterplots visuell überprüft werden (vgl. Anhang III). Zur Übersicht werden die einfachen linearen Regressionen in einer Tabelle zusammengefasst (Tabelle 6-12). Anschliessend werden alle Variablen in ein Gesamtmodell überführt und in einer ersten Regression komplett eingeschlossen. In einer zweiten Analyse erfolgt der Einschluss schrittweise, sodass nur die signifikanten Variablen im Gesamtmodell der multiplen Regression verbleiben.

| H     | Unabhängige Variable    | B        | $\beta$ | T      | Sig.   | Konst. | T       | Sig.   | N    | R <sup>2</sup> |
|-------|-------------------------|----------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|------|----------------|
| H1-1  | <b>b_quality</b>        | 1.993**  | 0.415   | 20.363 | <0.001 | 0.936  | 4.760   | <0.001 | 2000 | 0.172          |
| H1-2a | <b>b_verfuegtaktln</b>  | 0.164**  | 0.125   | 5.628  | <0.001 | 4.540  | 63.520  | <0.001 | 1999 | 0.016          |
| H1-2b | <b>b_verfuegh</b>       | -0.048** | -0.137  | -6.157 | <0.001 | 5.752  | 37.658  | <0.001 | 1993 | 0.019          |
| H1-3a | <b>b_tempoln</b>        | 0.662**  | 0.314   | 14.671 | <0.001 | 2.815  | 19.455  | <0.001 | 1964 | 0.099          |
| H1-3b | <b>b_distanzln</b>      | 0.529**  | 0.283   | 13.171 | <0.001 | 3.484  | 30.923  | <0.001 | 1999 | 0.080          |
| H1-3c | <b>b_reisezeitln</b>    | 0.214**  | 0.091   | 4.061  | <0.001 | 4.126  | 22.359  | <0.001 | 1998 | 0.008          |
| H1-4  | <b>b_chfmeanln</b>      | 0.454**  | 0.286   | 13.295 | <0.001 | 3.959  | 49.395  | 0.000  | 1991 | 0.082          |
| H1-5  | <b>b_wahrschnvln</b>    | 0.209**  | 0.147   | 6.647  | <0.001 | 4.610  | 79.202  | 0.000  | 2000 | 0.022          |
| H2-1  | <b>a_chfmeanln</b>      | 0.393**  | 0.219   | 9.976  | <0.001 | 4.059  | 44.760  | <0.001 | 1986 | 0.048          |
| H2-2  | <b>a_wahrschnvln</b>    | 0.125**  | 0.077   | 3.428  | <0.001 | 4.703  | 73.029  | <0.001 | 1961 | 0.006          |
| H2-3  | <b>x_substja</b>        | -0.490** | -0.108  | -4.850 | <0.001 | 4.994  | 90.566  | 0.000  | 2000 | 0.012          |
| H2-4  | <b>x_typus</b>          | -0.320** | -0.077  | -3.451 | <0.001 | 5.012  | 75.586  | 0.000  | 2000 | 0.006          |
| H2-5  | <b>x_tripzweck</b>      | -0.318*  | -0.053  | -2.368 | 0.018  | 5.122  | 41.089  | <0.001 | 2000 | 0.003          |
| H3-1  | <b>y_geschlecht</b>     | -0.318** | -0.076  | -3.428 | <0.001 | 5.322  | 36.513  | <0.001 | 2000 | 0.006          |
| H3-2  | <b>y_alter</b>          | -0.013** | -0.089  | -3.985 | <0.001 | 5.376  | 38.320  | <0.001 | 2000 | 0.008          |
| H3-3a | <b>y_einkommenchf</b>   | 0.00002  | 0.030   | 1.212  | 0.226  | 4.759  | 52.032  | 0.000  | 1684 | 0.001          |
| H3-3b | <b>y_bildungen</b>      | -0.037*  | -0.109  | -2.355 | 0.019  | 5.142  | 38.552  | <0.001 | 2000 | 0.003          |
| H3-3c | <b>y_berufe</b>         | -0.278*  | -0.062  | -2.767 | 0.006  | 5.383  | 27.062  | <0.001 | 2000 | 0.004          |
| H3-4a | <b>z_perstotalhh</b>    | 0.064*   | 0.050   | 2.259  | 0.024  | 4.678  | 53.000  | 0.000  | 2000 | 0.003          |
| H3-4b | <b>z_persmitkind</b>    | 0.266**  | 0.059   | 2.641  | 0.008  | 4.767  | 85.821  | 0.000  | 2000 | 0.003          |
| H3-5  | <b>z_wohnenhh</b>       | -0.062   | -0.015  | -0.663 | 0.507  | 4.876  | 77.985  | 0.000  | 1997 | 0.000          |
| H4-1a | <b>y_fzbackup</b>       | 0.579**  | 0.130   | 5.879  | <0.001 | 4.661  | 83.227  | 0.000  | 2000 | 0.005          |
| H4-1b | <b>y_abobackup</b>      | 0.323**  | 0.069   | 3.081  | 0.002  | 4.762  | 88.028  | 0.000  | 2000 | 0.005          |
| H4-2  | <b>y_risikoaversion</b> | -0.228** | -0.097  | -4.377 | <0.001 | 5.400  | 40.176  | <0.001 | 2000 | 0.010          |
| H4-3a | <b>a_elastidemandln</b> | -0.396** | -0.150  | -6.025 | <0.001 | 5.587  | 128.215 | 0.000  | 1580 | 0.022          |
| H4-3b | <b>b_elastidemandln</b> | 0.629**  | 0.225   | 9.636  | <0.001 | 4.692  | 61.642  | 0.000  | 1742 | 0.051          |
| H4-4a | <b>b_einstpro</b>       | 0.008    | 0.002   | 0.068  | 0.946  | 4.842  | 49.714  | 0.000  | 2000 | 0.000          |
| H4-4b | <b>b_sonsterf</b>       | 0.119    | 0.028   | 1.260  | 0.208  | 4.778  | 66.043  | 0.000  | 2000 | 0.001          |
| H4-5  | <b>b_tripsprojahrln</b> | 0.016    | 0.013   | 0.575  | 0.565  | 4.798  | 44.892  | <0.001 | 1993 | 0.000          |

Sig. = Signifikanz: \*p < 0.05 \*\*p < 0.01; Konst. = Konstante; B = Regressionskoeffizient;  $\beta$  = standardisierter Koeffizient; T = t-Test

Tabelle 6-12: Resultate der einfachen Regressionen mit den 29 Unabhängigen und der Abhängigen OV<sub>teuer</sub> (ln)

Die insgesamt 29 einfachen Regressionen zeigen, dass bei der Mehrheit eine signifikante lineare Modellierung möglich ist (vgl. Tabelle 6-12). Im Rahmen der Analyse mit SPSS wurde jeder bivariate Zusammenhang zwischen der unabhängigen Variablen und dem abhängigen Optionswert (logarithmierter Wert von  $OV_{\text{teuer}}$ ) visuell überprüft. Anhand von Scatterplots wurde einerseits die (normalisierte) Verteilung, andererseits auch die Linearität der Zusammenhänge begutachtet. Durch das Hinzufügen sogenannter Anpassungslinien in SPSS wurde geprüft, ob statt der linearen Modellierung ein quadratisches oder kubisches Modell nötig wäre. Tatsächlich konnte bei keiner der unabhängigen Variablen ein alternatives (komplizierteres) Modell gefunden werden, das die Erklärungskraft ( $R^2$ ) wesentlich erhöht hätte. Exemplarisch ist diese visuelle Inspektion in Abbildung 6-4 anhand von [b\_wahrschnvln] dargestellt.

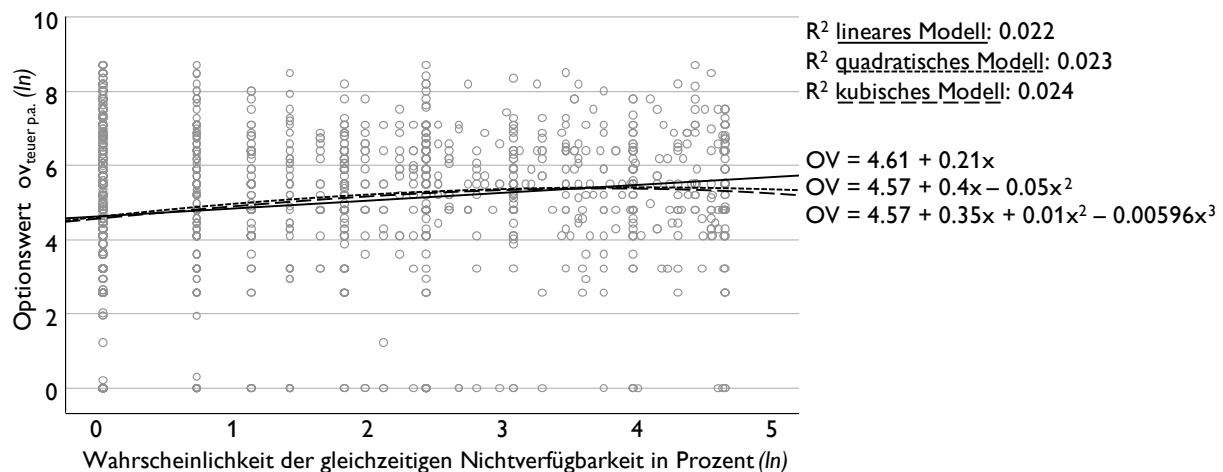


Abbildung 6-4: Beispielhafter Scatterplot zur visuellen Prüfung des Zusammenhangs zwischen abhängiger (y) und unabhängiger (x) Variablen; inkl. linearer, quadratischer und kubischer Anpassungslinie aus SPSS; die x-Achse Variable zeigt die «Angebotsunsicherheit» bzw. die Wahrscheinlichkeit, dass bei Wegfall des primären Modus zugleich auch der sekundäre Modus nicht verfügbar ist; die y-Achse zeigt den OV ( $\ln$ )

Einzig bei den Variablen zum Einkommen (CHF), zur Wohnsituation (Eigentum versus Miete), zur Einstellung (positive Haltung zum Ersatzmodus), zur Erfahrung (mindestens gelegentliche Reisen mit dem Ersatzmodus) sowie zur Anzahl Wege mit Ersatzmodus (p.a.) konnte kein signifikanter Zusammenhang mit dem Optionswert festgestellt werden. Bei den Variablen zu Reisezweck, Bildungsstand, Berufsstand und Anzahl Personen im Haushalt konnte immerhin eine auf dem Niveau von  $p < 0.05$  signifikante Relation ausgemacht werden. Bei allen übrigen geprüften Variablen ist der lineare Zusammenhang mit dem Optionswert gar auf dem Niveau von  $p < 0.01$  signifikant. Trotz teils hochsignifikanter Zusammenhänge ( $p < 0.001$ ) sind manche davon unbedeutend. Am standardisierten Koeffizienten ( $\beta$ ) ist ersichtlich, dass viele der geprüften Variablen nur einen kleinen Einfluss auf die Höhe des Optionswerts haben ( $|\beta| < 0.1$ ). Bei solchen Variablen haben sich teils unplausible Vorzeichen ergeben, was aber angesichts der geringen Effektstärke kaum relevant ist (vgl. dazu auch Tabelle 6-18).



Variablen ohne bedeutenden Effekt auf den Optionswert sind weitgehend unabhängig von diesem – oder stehen in indirektem Zusammenhang, der durch eine dritte Variable moderiert oder mediiert wird (vgl. auch Diekmann, 2017, S. 723). Dabei kann eine Drittvariable die Effekte der unabhängigen Variablen «aufheben», sodass in der direkten Gegenüberstellung von unabhängiger und abhängiger Variablen nur ein uneindeutiger bzw. unbedeutender Effekt sichtbar ist. Die einzelnen Variablen wurden hinsichtlich derartiger Interaktionen geprüft, wobei im Fall von Risikoneigung und Geschlecht ein Moderationseffekt identifiziert werden konnte. Bereits in der deskriptiven Analyse des Datensatzes ist ersichtlich, dass die selbstdeklarierte Risikoneigung geschlechterabhängig ist (vgl. Abbildung 5-8). SPSS bietet zur Betrachtung von Interaktionseffekten sogenannte Profilplots, wobei die eine unabhängige Variable mit ihren Kategorien auf der x-Achse abgetragen wird und die andere unabhängige Variable in ihren kategorialen Ausprägungen mit Linien geplottet wird. Auf der y-Achse werden als sogenannte Randmittel die Mittelwerte pro Kategorienkombination der zwei interagierenden Variablen abgetragen (vgl. Abbildung 6-5).

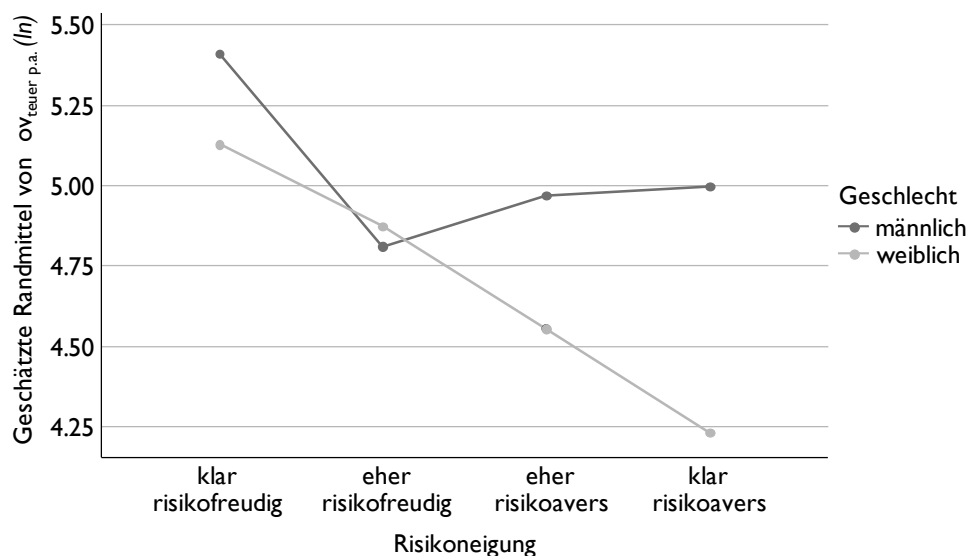


Abbildung 6-5: Profilplot mit Interaktionseffekt von Risikoneigung und Geschlecht (aus SPSS)

Der Profilplot (Abbildung 6-5) zeigt, dass weibliche Personen im Mittel mit abnehmender Risikoneigung auch abnehmende Optionsbewertungen abgeben. Bei männlichen Teilnehmern ist die Tendenz weniger eindeutig: Abgesehen vom sehr hohen (durchschnittlichen) Optionswert von klar risikofreudigen Personen steigt der Optionswert mit zunehmender Risikoaversion leicht an. Im Mittel fallen die Optionswerte von Männern tendenziell höher aus. Der Kurvenverlauf ist insbesondere bei den weiblichen Teilnehmerinnen überraschend, da eher eine gegensätzliche Steigung erwartet wurde (vgl. auch 6.1.3). Der Interaktionseffekt bzw. Moderator wird zur weiteren Analyse als dreissigste Variable [`m_risikoaversion_geschlecht`] in das multiple Regressionsmodell aufgenommen.

Nach den 29 einfachen Regressionen (Tabelle 6-12) werden zunächst alle unabhängigen Variablen gleichzeitig in ein Gesamtmodell überführt – auch wenn Erkenntnisse aus den einfachen Regressionen darauf hindeuten, dass manche keinen wesentlichen Erklärungsbeitrag zur Optionsbewertung liefern. Um das verfügbare Sample in der multiplen Regressionsanalyse nicht zu stark zu verkleinern, werden fehlende Werte einzelner Variablen (vgl. Tabelle 6-12, z.B. «keine Angabe» bei Einkommen) mit SPSS in der Analyse paarweise ausgeschlossen (statt Fälle mit einem oder mehreren fehlenden/unrealistischen Werten ganz auszuschliessen).

| Hypo. | Variable                    | B        | $\beta$ | T      | Sig.  | 95%-Konfidenzintervall für B |        |
|-------|-----------------------------|----------|---------|--------|-------|------------------------------|--------|
|       | (Konstante)                 | 1.684**  |         | 2.718  | 0.007 | 0.469                        | 2.900  |
| H1-1  | b_quality                   | 1.426**  | 0.297   | 11.323 | 0.000 | 1.179                        | 1.673  |
| H1-2a | b_verfuegtaktln             | 0.186**  | 0.142   | 4.190  | 0.000 | 0.099                        | 0.273  |
| H1-2b | b_verfuegh                  | -0.042** | -0.120  | -4.626 | 0.000 | -0.060                       | -0.024 |
| H1-3a | b_tempoln                   | 0.144*   | 0.069   | 2.055  | 0.040 | 0.007                        | 0.282  |
| H1-3b | b_distanzln                 | 0.101    | 0.054   | 1.362  | 0.173 | -0.044                       | 0.246  |
| H1-3c | b_reisezeitln               | -0.178** | -0.075  | -2.614 | 0.009 | -0.312                       | -0.044 |
| H1-4  | b_chfmeanln                 | 0.079    | 0.049   | 1.618  | 0.106 | -0.017                       | 0.174  |
| H1-5  | b_wahrschnvln               | 0.055    | 0.039   | 1.650  | 0.099 | -0.010                       | 0.120  |
| H2-1  | a_chfmeanln                 | 0.231**  | 0.128   | 4.532  | 0.000 | 0.131                        | 0.331  |
| H2-2  | a_wahrschnvln               | 0.040    | 0.025   | 0.968  | 0.333 | -0.041                       | 0.122  |
| H2-3  | x_substja                   | -0.323** | -0.071  | -3.114 | 0.002 | -0.526                       | -0.119 |
| H2-4  | x_typus                     | -0.061   | -0.015  | -0.638 | 0.524 | -0.248                       | 0.126  |
| H2-5  | x_tripzweck                 | 0.188    | 0.031   | 1.020  | 0.308 | -0.173                       | 0.549  |
| H3-1  | y_geschlecht                | 0.003    | 0.001   | 0.010  | 0.992 | -0.530                       | 0.535  |
| H3-2  | y_alter                     | -0.010*  | -0.072  | -2.442 | 0.015 | -0.019                       | -0.002 |
| H3-3a | y_einkommenchf              | 0.00001  | 0.022   | 0.886  | 0.376 | 0.000                        | 0.000  |
| H3-3b | y_bildungen                 | -0.120*  | -0.058  | -2.426 | 0.015 | -0.218                       | -0.023 |
| H3-3c | y_berufe                    | -0.160   | -0.036  | -1.096 | 0.273 | -0.447                       | 0.127  |
| H3-4a | z_perstotalhh               | 0.008    | 0.006   | 0.217  | 0.828 | -0.061                       | 0.076  |
| H3-4b | z_persmitkind               | 0.114    | 0.025   | 0.933  | 0.351 | -0.125                       | 0.352  |
| H3-5  | z_wohnenhh                  | -0.140   | -0.034  | -1.376 | 0.169 | -0.339                       | 0.060  |
| H4-1a | y_fzbackup                  | 1.297**  | 0.292   | 9.347  | 0.000 | 1.024                        | 1.569  |
| H4-1b | y_abobackup                 | 0.424**  | 0.090   | 3.494  | 0.000 | 0.186                        | 0.662  |
| H4-2  | y_risikoaversion            | -0.033   | -0.014  | -0.207 | 0.836 | -0.349                       | 0.283  |
| H4-3a | a_elastidemandln            | -0.788** | -0.203  | -8.913 | 0.000 | -0.961                       | -0.615 |
| H4-3b | b_elastidemandln            | 0.771**  | 0.183   | 8.240  | 0.000 | 0.587                        | 0.954  |
| H4-4a | b_einstpro                  | 0.070    | 0.014   | 0.605  | 0.545 | -0.158                       | 0.299  |
| H4-4b | b_sonsterf                  | -0.081   | -0.019  | -0.723 | 0.470 | -0.300                       | 0.138  |
| H4-5  | b_tripsprojahrln            | 0.118**  | 0.078   | 2.780  | 0.006 | 0.035                        | 0.201  |
| Mod.  | y_risikoaversion_geschlecht | -0.065   | -0.061  | -0.624 | 0.533 | -0.269                       | 0.139  |

Sig. = Signifikanz: \*p < 0.05 \*\*p < 0.01; B = Regressionskoeffizient;  $\beta$  = standardisierter Koeffizient; T = t-Test; Mod. = Moderator

Tabelle 6-13: Gesamtmodell mit allen verfügbaren hypothesenbasierten Prädiktoren (plus Moderator)

Im multiplen Regressionsmodell sind manche Faktoren nicht (mehr) signifikant und – wie in den einfachen Regressionsmodellen – von teils unklarer Wirkung: So erstreckt sich bei einigen Variablen das 95 %-Konfidenzintervall für den Regressionskoeffizienten (B) vom negativen bis in den positiven Bereich, was auf einen uneindeutigen Zusammenhang hindeutet.

Im Gesamtmodell (vgl. Tabelle 6-13) sind die Variablen zur Qualität, zur Taktung, zur Verfügbarkeit im Tagesverlauf, zur Geschwindigkeit sowie zur Reisezeit des Backup-Modus weiterhin von hoher Signifikanz. Ebenfalls signifikant sind die Variablen zum Preis des Primärmodus, zur Verfügbarkeit von Substituten für den betrachteten Weg sowie zum Alter und dem Bildungsstand der befragten Person. Klar signifikant sind auch die Variablen zur persönlichen Verfügbarkeit von Backup-Fahrzeugen und Backup-Abonnements sowie zu den Nachfrageelastizitäten und der Anzahl Backup-Wege pro Jahr.

Bei gewissen Variablen des Gesamtmodells sind die Zusammenhänge zwar signifikant, weisen aber (wie in den einfachen Modellen) in eine unerwartete Richtung. Die betreffenden Vorzeichen der Koeffizienten werden im Rahmen der folgenden Ergebnisdiskussion besprochen (Tabelle 6-18). Das resultierende Gesamtmodell (Tabelle 6-13) vermag gemäss SPSS-Output mit einem R-Quadrat von 0.387 knapp 40 % der Variation in den Daten der rund 2000 Fälle (davon 1330 ohne fehlende Werte) im repräsentativen Sample zu erklären. Das Regressionsmodell mit seinen 30 unabhängigen Variablen ist insgesamt hochsignifikant ( $p < 1\%$ ).

|                     | R     | R <sup>2</sup> | Adj. R <sup>2</sup> | Quadratsumme | df   | Mittel der Quadrate | F      | Sig.   |
|---------------------|-------|----------------|---------------------|--------------|------|---------------------|--------|--------|
| <b>Gesamtmodell</b> | 0.622 | 0.387          | 0.373               | 5737.775     | 1330 |                     |        |        |
| <b>Regression</b>   |       |                |                     | 2221.732     | 30   | 74.058              | 27.382 | <0.001 |
| <b>Residuen*</b>    |       |                |                     | 3516.042     | 1300 | 2.705               |        |        |

\*nicht-standardisierte Residuen; Adj. R<sup>2</sup> = korrigiertes R-Quadrat; F = F-Test; Sig. = Signifikanz des Regressionsmodells; df = Freiheitsgrade

Tabelle 6-14: Zusammenfassung des Gesamtmodells mit allen 30 denkbaren Prädiktoren

SPSS bietet Algorithmen zur statistischen Optimierung des Regressionsmodells. So lässt sich in einem iterativen Prozess das aussagekräftigste Modell mit den bedeutendsten Einflussvariablen identifizieren (vgl. Backhaus et al., 2021, S. 146). Nachfolgend wird (von oben nach unten) ein Ausschlussprozedere angewandt, wobei nicht-signifikante Variablen ( $p > 5\%$ ) schrittweise eliminiert werden (Tabelle 6-16). Übrig bleiben 15 der ursprünglich 30 Variablen, welche mit einem R<sup>2</sup> von 0.380 eine vergleichbare Erklärungskraft haben wie das «Maximalmodell» (Tabelle 6-15). Zum identischen Ergebnis kommt die gegensätzliche SPSS-Prozedur (von unten nach oben), welche die unabhängigen Variablen schrittweise in das multiple Regressionsmodell einschliesst, beginnend mit der aussagekräftigsten Variablen. Dabei werden so lange neue Variablen hinzugefügt, bis das Modell keine Verbesserung mehr erfährt.

|                          | R     | R <sup>2</sup> | Adj. R <sup>2</sup> | Quadratsumme | df   | Mittel der Quadrate | F      | Sig.   |
|--------------------------|-------|----------------|---------------------|--------------|------|---------------------|--------|--------|
| <b>Gesamtmodell (15)</b> | 0.616 | 0.380          | 0.374               | 6518.630     | 1511 |                     |        |        |
| <b>Regression</b>        |       |                |                     | 2476.747     | 15   | 165.116             | 61.114 | <0.001 |
| <b>Residuen*</b>         |       |                |                     | 4041.883     | 1496 | 2.702               |        |        |

\*nicht-standardisierte Residuen; Adj. R<sup>2</sup> = korrigiertes R-Quadrat; F = F-Test; Sig. = Signifikanz des Regressionsmodells; df = Freiheitsgrade

Tabelle 6-15: Zusammenfassung des optimierten Modells mit 15 signifikanten Prädiktoren

Die beiden Prozesse mit ihren jeweils 15 iterativen Modellierungen sind in Tabelle 6-16 abgebildet: Von oben nach unten liest sich diese als Rückwärts-Exklusion, von unten nach oben als Vorwärts-Integration, wobei beide Prozesse zum optimalen Modell 15 konvergieren. Diese Konvergenz zur Mitte bzw. zur 15. Iteration hin ist gewissermassen Zufall, weil in der vorliegenden Studie genau die Hälfte der 30 Prädiktoren Eingang in das optimierte Modell finden. Durch das Einschliessen bzw. Belassen von mehr als 15 unabhängigen Variablen liesse sich die Erklärungskraft des Modells zwar noch leicht verbessern (vgl.  $R^2$  und Adj.  $R^2$ ), doch ist diese Verbesserung nicht mehr signifikant (Sig.  $\Delta$  in  $F < 0.05$ ).

|                                                             | Modell | Aus-/Eingeschlossen           | R     | $R^2$ | Adj. $R^2$ | $\Delta$ in $R^2$ | $\Delta$ in F | df1 | df2  | Sig. $\Delta$ in F |
|-------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------|-------|-------|------------|-------------------|---------------|-----|------|--------------------|
|                                                             | 0      | Maximalmodell                 | 0.622 | 0.387 | 0.373      | 0.387             | 27.382        | 30  | 1300 | 0.000              |
| Schrittweise Rückwärtsmodellierung (Variablen-Ausschluss) → | 1      | - y_geschlecht                | 0.622 | 0.387 | 0.374      | 0.000             | 0.000         | 1   | 1300 | 0.992              |
|                                                             | 2      | - z_perstotalhh               | 0.622 | 0.387 | 0.374      | 0.000             | 0.047         | 1   | 1301 | 0.828              |
|                                                             | 3      | - y_risikoaversion            | 0.622 | 0.387 | 0.374      | 0.000             | 0.184         | 1   | 1302 | 0.668              |
|                                                             | 4      | - b_einstpro                  | 0.622 | 0.387 | 0.375      | 0.000             | 0.391         | 1   | 1303 | 0.532              |
|                                                             | 5      | - b_sonst                     | 0.622 | 0.387 | 0.375      | 0.000             | 0.389         | 1   | 1304 | 0.533              |
|                                                             | 6      | - x_typus                     | 0.622 | 0.387 | 0.375      | 0.000             | 0.409         | 1   | 1305 | 0.523              |
|                                                             | 7      | - y_einkommenhf               | 0.621 | 0.386 | 0.375      | 0.000             | 0.769         | 1   | 1306 | 0.381              |
|                                                             | 8      | - a_wahrschnvln               | 0.621 | 0.386 | 0.375      | 0.000             | 0.945         | 1   | 1307 | 0.331              |
|                                                             | 9      | - y_berufe                    | 0.621 | 0.385 | 0.375      | 0.000             | 0.953         | 1   | 1308 | 0.329              |
|                                                             | 10     | - x_tripzweck                 | 0.621 | 0.385 | 0.376      | 0.000             | 0.495         | 1   | 1309 | 0.482              |
|                                                             | 11     | - z_wohnenhh                  | 0.620 | 0.384 | 0.375      | -0.001            | 1.669         | 1   | 1310 | 0.197              |
|                                                             | 12     | - z_persmitkind               | 0.619 | 0.384 | 0.375      | -0.001            | 1.276         | 1   | 1311 | 0.259              |
|                                                             | 13     | - b_distanzln                 | 0.619 | 0.383 | 0.375      | -0.001            | 1.812         | 1   | 1312 | 0.178              |
|                                                             | 14     | - b_chfmeanln                 | 0.618 | 0.382 | 0.374      | -0.001            | 2.788         | 1   | 1313 | 0.095              |
|                                                             | 15     | - b_wahrschnvln               | 0.616 | 0.380 | 0.373      | -0.002            | 3.324         | 1   | 1314 | 0.069              |
| Schrittweise Vorwärtsmodellierung (Variablen-Einschluss) →  | 15     | + b_reisezeitln               | 0.616 | 0.380 | 0.373      | 0.002             | 4.543         | 1   | 1315 | 0.033              |
|                                                             | 14     | + y_bildungen                 | 0.615 | 0.378 | 0.371      | 0.003             | 5.882         | 1   | 1316 | 0.015              |
|                                                             | 13     | + x_substja                   | 0.612 | 0.375 | 0.369      | 0.005             | 11.267        | 1   | 1317 | 0.001              |
|                                                             | 12     | + y_risikoaversion_geschlecht | 0.608 | 0.370 | 0.364      | 0.005             | 10.540        | 1   | 1318 | 0.001              |
|                                                             | 11     | + b_tripsprojahrln            | 0.604 | 0.365 | 0.359      | 0.007             | 13.514        | 1   | 1319 | 0.000              |
|                                                             | 10     | + b_verfuegtaktln             | 0.598 | 0.358 | 0.353      | 0.008             | 16.652        | 1   | 1320 | 0.000              |
|                                                             | 9      | + y_alter                     | 0.592 | 0.350 | 0.346      | 0.008             | 16.674        | 1   | 1321 | 0.000              |
|                                                             | 8      | + y_abobackup                 | 0.585 | 0.342 | 0.338      | 0.011             | 22.350        | 1   | 1322 | 0.000              |
|                                                             | 7      | + b_verfuegh                  | 0.575 | 0.331 | 0.327      | 0.024             | 47.084        | 1   | 1323 | 0.000              |
|                                                             | 6      | + y_fzbackup                  | 0.554 | 0.307 | 0.304      | 0.016             | 29.860        | 1   | 1324 | 0.000              |
|                                                             | 5      | + a_chfmeanln                 | 0.540 | 0.291 | 0.289      | 0.016             | 29.771        | 1   | 1325 | 0.000              |
|                                                             | 4      | + a_elastidemandln            | 0.525 | 0.275 | 0.273      | 0.027             | 49.494        | 1   | 1326 | 0.000              |
|                                                             | 3      | + b_tempoln                   | 0.498 | 0.248 | 0.247      | 0.030             | 52.216        | 1   | 1327 | 0.000              |
|                                                             | 2      | + b_elastidemandln            | 0.468 | 0.219 | 0.218      | 0.047             | 79.595        | 1   | 1328 | 0.000              |
|                                                             | 1      | + b_quality                   | 0.415 | 0.172 | 0.171      | 0.172             | 275.817       | 1   | 1329 | 0.000              |

Legende: +/- ein-/ausgeschlossen; Adj.  $R^2$  = korrigiertes R-Quadrat;  $\Delta$  = Änderung; F = F-Test; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz ( $p < 5\%$ )

*Tabelle 6-16: Schrittweise Modellierung des multiplen Regressionsmodells mit SPSS;  
von oben nach unten: Rückwärts-Exklusion der nicht-signifikanten unabhängigen Variablen;  
von unten nach oben: Vorwärts-Integration der signifikanten unabhängigen Variablen*

Das optimierte Modell 15 enthält insgesamt 14 unabhängige Variablen sowie den Moderator (vgl. Abbildung 6-5). In der Koeffizienten-Tabelle des Modells wird die Bedeutung der verschiedenen (verbleibenden) Variablen ersichtlich (Tabelle 6-17). Den bedeutendsten Einfluss haben Variablen des Ersatzmodus ( $H_1$ ): Komfortklasse, Taktung bzw. Verfügbarkeit, Verfügbarkeitsdauer im Tagesverlauf, mittlere Geschwindigkeit sowie Reisezeit mit Ersatzmodus. Ähnlich aussagekräftig sind die Variablen zur persönlichen Mobilitätssituation ( $H_4$ ): die Verfügbarkeit von eigenen Backup-Fahrzeugen oder -Abos, die Elastizität der Nachfrage nach dem primären und nach dem sekundären Modus sowie die erwartete Anzahl Backup-Wege pro Jahr. Bei den Variablen des individuellen Pendelwegs ( $H_2$ ) sind lediglich die mittleren Kosten mit dem Primärmodus und die Substituierbarkeit relevante Prädiktoren für den Optionswert. Die soziodemografischen Variablen sind eher unwichtig ( $H_3$ ): Einzig das Alter und das Bildungsniveau sind knapp bedeutsam für die Optionsbewertung.

| H                 | Variable                    | B      | $\beta$ | T      | Sig.  | 95%-Konfidenzintervall für B |        |
|-------------------|-----------------------------|--------|---------|--------|-------|------------------------------|--------|
|                   | (Konstante)                 | 1.369  |         | 3.611  | 0.000 | 0.626                        | 2.113  |
| H <sub>1-1</sub>  | b_quality                   | 1.527  | 0.318   | 13.020 | 0.000 | 1.297                        | 1.757  |
| H <sub>1-2a</sub> | b_verfuegtaktln             | 0.204  | 0.156   | 4.795  | 0.000 | 0.121                        | 0.287  |
| H <sub>1-2b</sub> | b_verfuegh                  | -0.042 | -0.120  | -4.700 | 0.000 | -0.060                       | -0.025 |
| H <sub>1-3a</sub> | b_tempoln                   | 0.221  | 0.105   | 4.030  | 0.000 | 0.113                        | 0.328  |
| H <sub>1-3c</sub> | b_reisezeitln               | -0.134 | -0.056  | -2.131 | 0.033 | -0.257                       | -0.011 |
| H <sub>2-1</sub>  | a_chfmeanln                 | 0.287  | 0.159   | 6.380  | 0.000 | 0.198                        | 0.375  |
| H <sub>2-3</sub>  | x_substja                   | -0.340 | -0.075  | -3.339 | 0.001 | -0.540                       | -0.140 |
| H <sub>3-2</sub>  | y_alter                     | -0.013 | -0.087  | -3.862 | 0.000 | -0.019                       | -0.006 |
| H <sub>3-3b</sub> | y_bildungen                 | -0.105 | -0.051  | -2.272 | 0.023 | -0.195                       | -0.014 |
| H <sub>4-1a</sub> | y_fzbackup                  | 1.304  | 0.294   | 9.570  | 0.000 | 1.036                        | 1.571  |
| H <sub>4-1b</sub> | y_abobackup                 | 0.432  | 0.092   | 3.685  | 0.000 | 0.202                        | 0.662  |
| H <sub>4-3a</sub> | a_elastidemandln            | -0.790 | -0.203  | -8.973 | 0.000 | -0.962                       | -0.617 |
| H <sub>4-3b</sub> | b_elastidemandln            | 0.788  | 0.187   | 8.463  | 0.000 | 0.605                        | 0.971  |
| H <sub>4-5</sub>  | b_tripsprojahrln            | 0.126  | 0.083   | 3.621  | 0.000 | 0.058                        | 0.194  |
| Mod.              | y_risikoaversion_geschlecht | -0.081 | -0.076  | -3.474 | 0.001 | -0.127                       | -0.035 |

Sig. = Signifikanz;  $p < 0.05$ ; B = Regressionskoeffizient;  $\beta$  = standardisierter Koeffizient; T = t-Test; Mod. = Moderator

Tabelle 6-17: Koeffizienten des optimierten multiplen Regressionsmodells (vgl. Tabelle 6-16)

Manche Variablen zeigen im optimierten Modell weiterhin unerwartete Zusammenhänge: So besteht zwischen der Taktung und dem Optionswert ein konverser, zwischen der Verfügbarkeit im Tagesverlauf und dem Optionswert ein inverser Zusammenhang: Wenn sich die Zeit bis zur Verfügbarkeit um 1 % verlängert, steigt der Optionswert (*ceteris-paribus*) um 20 % an; wenn die tägliche Verfügbarkeit um 1 h kürzer wird, steigt der Optionswert (*ceteris-paribus*) um 4 % an (vgl. 6.1.1 zur Interpretation des Log-Log-/Log-Level-Modells). Die Höhe des Alters sowie des Bildungsabschlusses stehen interessanterweise in inverser Relation zur Höhe des Optionswerts. Zudem steht auch die Elastizität der Nachfrage nach regulären Trips mit dem Normalmodus in inverser Beziehung zur Optionsbewertung.

Grundsätzlich erscheint das resultierende Regressionsmodell inhaltlich plausibel und formal gültig. So zeigt auch der Blick auf die Verteilung der (standardisierten) Residuen, dass diese eine fast ideale Normalverteilung aufweisen (Abbildung 6-6). Zudem wird anhand der (standardisierten) Schätzwerte ersichtlich, dass diese eine einheitliche Varianz (was auf Homoskedastizität hindeutet) und eine lineare Struktur aufweisen (vgl. Abbildung 6-7).

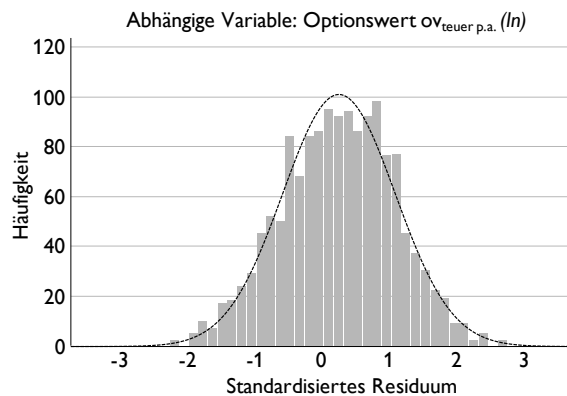


Abbildung 6-6: Histogramm der standardisierten Residuen (mit Normalverteilungskurve)

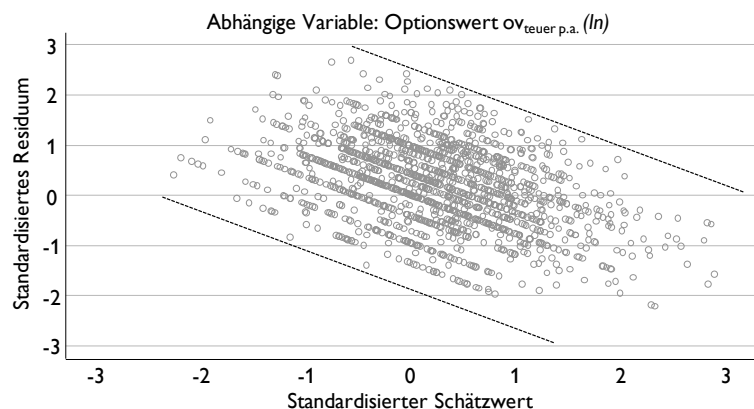


Abbildung 6-7: Scatterplot der standardisierten Schätzwerte (parallele Geraden manuell ergänzt)

Nach Gauss-Markov gelten bei Regressionen die folgenden fünf Grundsätze (Wooldridge, 2009, S. 104–105), welche im vorliegenden Modell nachweislich eingehalten sind:

- I. *Linearität der Parameter:* Die Regressionskoeffizienten ( $\beta$ ) sind linear (nicht aber die unabhängigen Variablen; vgl. Logarithmierungen in 6.1.1).
- II. *Zufallsstichprobe:* Das Sample besteht aus einer Zufallsstichprobe (vgl. 4.3.3 zur Erhebung des repräsentativen Samples).
- III. *Keine Kollinearität:* Im Sample (und damit in der Population) sind keine unabhängigen Variablen untereinander perfekt linear oder konstant (vgl. auch Tabelle 6-11).
- IV. *Erwartungswert von Null:* Der Fehlerterm ( $\varepsilon$ ) hat für jeden Wert der unabhängigen Variablen einen Erwartungswert von 0 (vgl. auch Abbildung 6-6).
- V. *Homoskedastizität:* Der Fehlerterm ( $\varepsilon$ ) hat für jeden Wert der unabhängigen Variablen die gleiche Varianz (vgl. Parallelität der Linien in Abbildung 6-7).

### 6.1.3 Ergebnisdiskussion

Ziel der vorliegenden Teilstudie A ist einerseits die Überprüfung der Funktionalität des entwickelten Instruments zur direkten Abfrage von Optionswerten im Personentransport ( $H_{5-1}$ ). Andererseits werden hiermit auch die Vermutungen zur Entstehung des wahrgenommenen Optionswerts überprüft, die auf Variablen des Ersatzmodus ( $H_1$ ), des betrachteten Wegs ( $H_2$ ), der Soziodemografie ( $H_3$ ) und der individuellen Mobilitätssituation ( $H_4$ ) beruhen.

Während explorative Optionswertstudien im Ausland (vgl. Tabelle 2-9) auf einzelne Services fokussieren, versucht die vorliegende Arbeit alle denkbaren Transportoptionen im Schweizer Personenverkehr zu berücksichtigen. So kann ein repräsentatives Sample basierend auf dem tatsächlichen Reiseverhalten befragt werden. Als Konsequenz dieses Anspruchs fragt das Erhebungsinstrument eine Vielzahl an Parametern ab. Obwohl die Variablen literaturbasiert hergeleitet wurden (3.2), müssen diese hinsichtlich Validität überprüft werden. Bereits die deskriptive Analyse der erhobenen Daten bestätigt (5.3), dass diese ein sehr präzises und detailreiches Abbild des realen Mobilitätsverhaltens in der Schweiz zeigen.

Eine weitere Validierung des Befragungsinstruments und der damit erhobenen unabhängigen Variablen wurde in der vorliegenden Teilstudie anhand einer Korrelationsanalyse und einer explorativen Faktoranalyse durchgeführt. Die Korrelationsanalyse zeigt, dass die 29 vermuteten erklärenden Variablen weder zu stark miteinander korrelieren noch völlig unkorreliert sind (6.1.2.1). Gleichzeitig zeigt die Faktoranalyse, dass die vorhandenen (moderaten) Korrelationen zwischen den 29 erklärenden Variablen durchaus sinnvoll sind. Aus der Analyse ergeben sich Faktoren zu folgenden «Themenfeldern»: Pendelweg, Verfügbarkeit, Erwartungen, Individuum und Haushalt (6.1.2.2). Diese stimmen weitgehend mit den vier Kategorien des konzeptionellen Modells überein (3.1.1): Wegcharakteristik, Mobilitätssituation, Ersatzmodus, Soziodemografie.

Neben den unabhängigen Variablen muss zur Prüfung der methodischen Hypothese ( $H_{5-1}$ ) insbesondere auch die Optionsbewertung als abhängige Variable validiert werden. Auch dies geschieht zunächst anhand einer deskriptiven Analyse (Abbildung 5-39 und Tabelle 6-7), wobei die drei abgefragten Preisstufen (fair, teuer, zu teuer) verglichen werden. Der resultierende (annualisierte) Mittelwert des Samples von CHF 462 erscheint dabei durchaus plausibel. Bei rund 230 Arbeitstagen pro Jahr (100 %-Pensum ohne Homeoffice) errechnet sich so ein durchschnittlicher Optionswert von CHF 2 pro Arbeitstag. Der Median von CHF 180 ergibt einen Optionswert von CHF 0.50 pro Tag im Jahr. Zur weiteren Validierung der Optionsbewertung dienen auch die nachfolgenden Teilstudien B, C und D.

Die wahrgenommenen Optionswerte weisen über das Sample hinweg eine grosse Varianz auf, was (teils) mit den grossen individuellen Unterschieden bezüglich Wegcharakteristik, Mobilitätssituation, Ersatzmodus und Soziodemografie erklärbar ist. Zur Prüfung der Zusammenhänge zwischen diesen unabhängigen Variablen und der abhängigen Optionsbewertung kommen Regressionsanalysen zum Einsatz (6.1.2.3), wobei jeweils die Nullhypothesen auf Ebene der unabhängigen Variablen (*T-Test*) und auf Ebene des Regressionsmodells (*F-Test*) geprüft werden.

Die Nullhypothesen der *F-Tests* aller durchgeführten Regressionen können (auf dem Niveau von  $p < 0.001$ ) verworfen werden. Sowohl bei den einfachen Regressionsmodellen (Tabelle 6-12) als auch bei der multiplen Regression des Gesamtmodells (Tabelle 6-14) und beim optimierten multiplen Regressionsmodell (Tabelle 6-15) sind folglich mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nicht alle Koeffizienten null. Obwohl gemäss F-Statistik die Gesamtsignifikanz der geprüften Regressionsmodelle gegeben ist, fällt der Erklärungsgehalt von einigen einfachen Regressionen sehr gering aus ( $R^2 < 0.01$ ; vgl. Tabelle 6-12). Die relative Bedeutung bzw. der Erklärungsbeitrag der einzelnen unabhängigen Variablen kann der Tabelle 6-16 entnommen werden (vgl.  $\Delta$  in  $R^2$ ). Das optimierte multiple Regressionsmodell erreicht mit einem  $R^2$  von 0.38 insgesamt eine beachtliche Güte, da mit den 15 inkludierten unabhängigen Variablen immerhin knapp 40 % der Varianz in den Optionswerten erklärt werden kann.

Wenn die Nullhypothese des einzelnen *T-Tests* (auf dem Niveau von  $p < 0.05$  oder gar  $p < 0.01$ ) verworfen werden kann, besteht mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Zusammenhang zwischen der unabhängigen und der abhängigen Variablen. In diesem Fall wird die genauere Betrachtung der Koeffizienten relevant. Die Bedeutsamkeit und Wirkrichtung der unabhängigen Variablen kann an der Grösse und am Vorzeichen von deren B-Koeffizienten abgelesen werden (vgl. Tabelle 6-12). Damit die Koeffizienten der multiplen Regressionen in Anbetracht der verschiedenen Skalen vergleichbar sind, werden auch standardisierte  $\beta$ -Koeffizienten ermittelt (vgl. Tabelle 6-13 und Tabelle 6-17). Da die Variablen bzw. deren Parameter je nach Modell anders ausfallen können, bietet sich zur detaillierteren Diskussion eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Regressionsmodelle an.

Die Tabelle 6-18 bietet eine aggregierte Übersicht über die Ergebnisse der einfachen Regressionsanalysen (je ein Einzelmodell pro unabhängige Variable, vgl. Tabelle 6-12), der multiplen Regressionsanalyse (Gesamtmodell mit Aufnahme aller 30 unabhängigen Variablen inkl. des Moderationseffekts, vgl. Tabelle 6-13) und des optimierten multiplen Regressionsmodells (mit den 15 bedeutsamsten unabhängigen Variablen, vgl. Tabelle 6-17).



Nachfolgend werden die Erkenntnisse der Regressionsanalysen mit Blick auf die Signifikanz und Wirkung der einzelnen unabhängigen Variablen diskutiert, wobei der Fokus auf den unerwarteten Zusammenhängen liegt (vgl. Spalte «erwartet» versus Modellierungen).

| Nr.   | Hypothese: Unabhängige → Abhängige<br>Unabhängige Variable ... abhängige Variable. | Nullhypothese<br>verworfen ✓ |         |         | Zusammenhang<br>konvers + / invers - |                   |         |         |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|---------|--------------------------------------|-------------------|---------|---------|
|       |                                                                                    | Regressionsmodell            |         |         | erwartet                             | Regressionsmodell |         |         |
|       | ... ergeben / haben / sehen höhere Optionswerte.                                   | einfach                      | multipl | optimal |                                      | einfach           | multipl | optimal |
| H1-1  | Höhere Komfortklassen (Qualität) ...                                               | ✓                            | ✓       | ✓       | +                                    | +                 | +       | +       |
| H1-2a | Kürzere Taktungen (raschere Verfügbarkeit) ...                                     | ✓                            | ✓       | ✓       | -                                    | +                 | +       | +       |
| H1-2b | Längere Betriebszeiten (im Tagesverlauf) ...                                       | ✓                            | ✓       | ✓       | +                                    | -                 | -       | -       |
| H1-3a | Höhere Geschwindigkeiten (Distanz/Reisezeit) ...                                   | ✓                            | ✓       | ✓       | +                                    | +                 | +       | +       |
| H1-3b | Grössere Distanzen ...                                                             | ✓                            |         |         | +                                    | +                 | +       |         |
| H1-3c | Kürzere Reisezeiten ...                                                            | ✓                            | ✓       | ✓       | -                                    | +                 | -       | -       |
| H1-4  | Tiefere Wegkosten (Ersatzmodus) ...                                                | ✓                            |         |         | -                                    | +                 | +       |         |
| H1-5  | Tiefere Angebotsunsicherheit (Ersatzmodus) ...                                     | ✓                            |         |         | -                                    | +                 | +       |         |
| H2-1  | Höhere Wegkosten (Normalmodus) ...                                                 | ✓                            | ✓       | ✓       | +                                    | +                 | +       | +       |
| H2-2  | Höhere Nachfrageunsicherheit (Ersatzmodus) ...                                     | ✓                            |         |         | +                                    | +                 | +       |         |
| H2-3  | Niedrigere Substituierbarkeit ...                                                  | ✓                            | ✓       | ✓       | -                                    | -                 | -       | -       |
| H2-4  | Weniger urbane Reisekontexte ...                                                   | ✓                            |         |         | -                                    | -                 | -       |         |
| H2-5  | Zwingendere Reisezwecke ...                                                        | ✓                            |         |         | +                                    | -                 | +       |         |
| H3-1  | Männer ...                                                                         | ✓                            |         |         | +                                    | -                 | +       |         |
| H3-2  | Menschen in höherem Alter ...                                                      | ✓                            | ✓       | ✓       | +                                    | -                 | -       | -       |
| H3-3a | Menschen mit höherem Einkommen ...                                                 |                              |         |         | +                                    | +                 | +       |         |
| H3-3b | Menschen mit höherem Bildungsstand ...                                             | ✓                            | ✓       | ✓       | +                                    | -                 | -       | -       |
| H3-3c | Menschen mit höherem Berufsstand ...                                               | ✓                            |         |         | +                                    | -                 | -       |         |
| H3-4a | Menschen aus grösseren Haushalten ...                                              | ✓                            |         |         | +                                    | +                 | +       |         |
| H3-4b | Menschen mit Kindern ...                                                           | ✓                            |         |         | +                                    | +                 | +       |         |
| H3-5  | Menschen mit Wohneigentum ...                                                      |                              |         |         | +                                    | -                 | -       |         |
| H4-1a | Menschen in Besitz von Ersatzfahrzeugen ...                                        | ✓                            | ✓       | ✓       | +                                    | +                 | +       | +       |
| H4-1b | Menschen in Besitz von Backup-Abos ...                                             | ✓                            | ✓       | ✓       | +                                    | +                 | +       | +       |
| H4-2  | Menschen mit stärkerer Risikoaversion ...                                          | ✓                            |         |         | +                                    | -                 | -       |         |
| H4-3a | Menschen mit geringerer Preiselastizität (normal) ...                              | ✓                            | ✓       | ✓       | -                                    | -                 | -       | -       |
| H4-3b | Menschen mit geringerer Preiselastizität (Backup) ...                              | ✓                            | ✓       | ✓       | -                                    | +                 | +       | +       |
| H4-4a | Menschen mit positiverer Einstellung zum Backup ...                                |                              |         |         | +                                    | +                 | +       |         |
| H4-4b | Menschen mit Erfahrung mit dem Ersatzmodus ...                                     |                              |         |         | +                                    | +                 | -       |         |
| H4-5  | Menschen mit seltenerer Nutzung des Ersatzmodus ...                                |                              | ✓       | ✓       | -                                    | +                 | +       | +       |
| Mod.  | Risikoaverse Frauen ... / Risikofreudige Männer ...                                |                              |         | ✓       |                                      |                   | -       | -       |

Tabelle 6-18: Resultate der Hypothesenprüfung (Sig. T-Statistik und +/- Zusammenhang gem.  $\beta$ -Koeffizienten); Aggregation der einfachen Regressionen sowie des multiplen und des optimierten multiplen Regressionsmodells; Abgleich mit gemäss Literatur erwartetem Zusammenhang zwischen unabhängiger und abhängiger Variablen

Die Tabelle 6-18 zeigt, dass bei lediglich **vier** der 29 vermuteten Prädiktoren des Optionswerts weder im einfachen noch im multiplen Regressionsmodell ein signifikanter Effekt vorliegt. Diesen vier Variablen ist gemein, dass sie individuelle Charakteristika der befragten Person beschreiben (Soziodemografie, persönliche Mobilitätssituation), was darauf hindeutet, dass (unerwünschte) subjektive Einflüsse auf die Optionsbewertung eher gering sind.

Als erste unbedeutende Variable kann das Einkommen angeführt werden: Erstaunlicherweise besteht zwischen der Höhe des *Einkommens* ( $H_{3-3a}$ ) und den Optionsbewertungen keinerlei Zusammenhang. Der (nicht-signifikante) B-Koeffizient liegt sehr nah bei null (vgl. auch 95 %-Konfidenzintervall für B in Tabelle 6-13). Dies widerspricht der Vermutung, dass Menschen mit höherem Einkommen – gerade bei CVM – eher höhere WTP zeigen (vgl. 3.2.3). Dass Personen mit einem Bruttoeinkommen von CHF 1000 (Lernende, Teilzeitarbeitende) eine ähnliche Verteilung von Optionswerten aufweisen wie Personen mit CHF 5000 oder CHF 10000 Einkommen pro Monat, kann als Indiz für die Objektivität der Optionsbewertungen gesehen werden. Dies deutet darauf hin, dass der Optionswert als Konstrukt der individuellen Wahrnehmung gewissermassen einen objektiven Kerngehalt hat, der nicht von der individuellen Kaufkraft getrieben ist.

Als zweite Variable, die gänzlich unbedeutend für die Optionsbewertung erscheint, zeigt sich die *Wohnsituation* ( $H_{3-5}$ ) des Haushalts. Bei Personen mit Wohneigentum kann kein signifikant höherer oder tieferer Optionswert festgestellt werden als bei Personen in Miete. Anders als erwartet ist der (nicht-signifikante) Zusammenhang sogar invers: Personen mit Wohneigentum haben tendenziell tiefere Optionswerte als Mieter. Dies kann allenfalls dadurch erklärt werden, dass Eigentümer mehr (Platz für) eigene Ersatzfahrzeuge haben und daher weniger stark von einzelnen Ersatzmodi abhängig sind (vgl. auch Substituierbarkeit).

Als dritte Variable, deren Nullhypothese nicht verworfen werden kann, zeigt sich die individuelle *Einstellung* ( $H_{4-4a}$ ) zum Ersatzmodus. Menschen mit positiver Einstellung zu ihrem Backup nennen keine systematisch höheren Optionswerte als Individuen mit einer negativen Einstellung. Auch dies kann als Hinweis auf die Objektivität der erhobenen Optionswerte gesehen werden. Offenbar fällt die Bewertung weitgehend unabhängig von individuellen Emotionalitäten gegenüber dem spezifischen Ersatzmodus aus. In der Tendenz ist der (nicht-signifikante) Effekt leicht positiv und entspricht damit grundsätzlich der Erwartung.

Bei der vierten Variablen ohne eindeutigen Zusammenhang mit dem Optionswert handelt es sich um die *Erfahrung* mit dem Modus ( $H_{4-4b}$ ). Die Optionswerte sind weitgehend unabhängig von der Erfahrung einer Person im Umgang mit dem Ersatzmodus (auch aus anderen als den abgefragten Reisezwecken).

Bei **zwei** der 29 Variablen zeigt das einfache Modell einen Effekt, der anders gerichtet ist als im multiplen Regressionsmodell (und in der literaturbasierten Vorhersage). Dieses Phänomen lässt sich durch Interaktionseffekte zwischen unabhängigen Variablen erklären, welche nur in der multiplen Regression berücksichtigt bzw. abgebildet werden können.

Die Variable *Reisezeit* (H<sub>1-3c</sub>) «interagiert» mit *Distanz* (H<sub>1-3b</sub>) und *Geschwindigkeit* (H<sub>1-3a</sub>), denn die mittlere Geschwindigkeit ergibt sich per Definition aus der Distanz pro Reisezeit (km/h). In der Einzelbetrachtung erscheint sinnvoll, dass grössere Distanzen mit längeren Reisezeiten und höheren Optionswerten einhergehen (vgl. Vorzeichen in einfachen Regressionsmodellen). Es ist nachvollziehbar, dass Personen mit längeren Wegen die Verfügbarkeit eines Backups höher bewerten als Personen, deren Weg im Bedarfsfall auch zu Fuss oder per Fahrrad zurückgelegt werden könnte. Wenn jedoch die Variable Geschwindigkeit berücksichtigt wird, verändert sich diese Logik. Höhere Geschwindigkeiten eines Ersatzmodus führen bei gleich grossen Distanzen zu kürzeren Reisezeiten, was wenig überraschend zu höheren Optionswerten führt: je kürzer die Reisezeit, desto höher der Optionswert. Aus diesem Grund stehen im multiplen Regressionsmodell Geschwindigkeit und Distanz in positivem, Reisezeit hingegen in negativem Zusammenhang mit dem Optionswert.

Die Variable *Geschlecht* (H<sub>3-1</sub>) interagiert mit der Variablen *Risikoneigung* (H<sub>4-2</sub>), was bereits bei der deskriptiven Analyse ersichtlich wurde (Abbildung 5-8): Männer deklarieren sich tendenziell als risikofreudiger, während Frauen sich öfter risikoavers einschätzen. Ob diese Selbsteinschätzungen der Realität entsprechen, müsste vertieft untersucht werden («stated» versus «revealed»). Höhere Versicherungsprämien für männliche Fahrzeuglenker in der Schweiz deuten jedenfalls daraufhin, dass das Geschlecht tatsächlich Einfluss auf das Risikoverhalten hat (vgl. Surber, 2022). Die Visualisierung mittels Profilplot zeigt, dass der Zusammenhang zwischen Risikoneigung und Optionsbewertung je nach Geschlecht eine sehr unterschiedliche Gestalt annimmt (Abbildung 6-5). So steigen bei (nicht sehr risikofreudigen) Männern die Optionswerte mit zunehmender Risikoaversion wie erwartet leicht an. Im Gegensatz dazu nehmen die Optionswerte der Frauen mit zunehmender Risikofreude zu. Die hohen Optionswerte bei risikofreudigen Männern und Frauen könnten möglicherweise mit dem Erhebungsinstrument zu tun haben, welches im Online-Format keine Möglichkeit für Rückfragen bietet: Die Befragten wissen nicht mit Sicherheit, worauf sie sich einlassen bzw. was die Auswirkungen ihrer angegebenen Zahlungsbereitschaften (Optionswerte) sind. So könnten risikoscheue Individuen «vorsichtiger» Optionswerte nennen als risikofreudige Personen. Für eine schlüssige Erklärung müsste dieses Phänomen genauer untersucht werden. Da die Effekte der Variablen und deren Interaktion insgesamt sehr klein und nur knapp signifikant sind, ist es nicht angezeigt, deswegen die Validität der Erhebung grundsätzlich in Frage zu stellen.

Bei **vier** der 29 Variablen zeigt die einfache Regression zwar einen signifikanten Zusammenhang mit dem Optionswert; dieser nimmt jedoch eine unerwartete Richtung an.

So stehen zunächst die *Wegkosten* ( $H_{1-4}$ ) des Wegs mit Ersatzmodus in positivem Zusammenhang mit der Optionsbewertung, obwohl erwartet werden könnte, dass ein günstigeres Backup als wertvoller erachtet wird (vgl. hierzu auch Teilstudie C, 6.3). Da in der einfachen Regression längere Reisezeiten mit höheren Optionswerten einhergehen, ist dieses Resultat jedoch nachvollziehbar. Da der Preis eines Backup-Wegs mit vielen Faktoren wie der Geschwindigkeit, der Distanz oder dem Komfort korreliert (vgl. auch Faktor «Pendelweg» in der Faktoranalyse; Tabelle 6-10), ist dessen Effekt schwierig isolierbar. Dies erklärt auch, warum die Kosten des Backup-Wegs im multiplen Regressionsmodell nicht signifikant sind.

Als zweite Variable wirkt die *Angebotsunsicherheit* ( $H_{1-5}$ ) anders als erwartet. Wenn die Wahrscheinlichkeit hoch ist, dass der Ersatzmodus im Bedarfsfall (ebenfalls) nicht verfügbar ist, müsste der Wert dieses Backups tiefer liegen. Tatsächlich wird im Datensatz ein signifikanter, leicht positiver Zusammenhang identifiziert. Da der Regressionskoeffizient jedoch sehr klein ausfällt und im multiplen Regressionsmodell nicht-signifikant ist, kann die Bedeutsamkeit dieses Prädiktors allgemein als gering eingestuft werden. Dies bestätigt auch ein Blick auf die Verteilung der Wahrscheinlichkeiten, wonach die Hälfte aller Befragten davon ausgeht, dass der Ersatzmodus nie gleichzeitig ausfällt und weitere 25 % davon ausgehen, dass dies in weniger als 10 % aller individuell denkbaren Fälle geschieht (vgl. Abbildung 5-35).

Als dritte Variable nimmt der *Reisezweck* ( $H_{2-5}$ ) eine abweichende bzw. uneindeutige Richtung an. In der einfachen Regression weisen Ausbildungswege tendenziell (leicht) höhere Optionswerte als Arbeitswege auf, wohingegen die Variable in der multiplen Regressionsanalyse nicht signifikant ist. Dies ist insofern erklärbar, als dass in der vorliegenden Untersuchung eine Beschränkung auf Wege zur Arbeit oder Ausbildung gewählt wurde: Diese beiden Reisezwecke weisen (im Gegensatz zu Einkaufs- oder Freizeitreisen) einen ähnlichen «Zwangscharakter» auf, sodass die Berücksichtigung dieser Variablen kaum Mehrwert bringt.

Die vierte abweichende Variable mit signifikantem Effekt (nur) in der einfachen Regression ist der *Berufsstand* ( $H_{3-3c}$ ). Ähnlich wie beim Einkommen wurde vermutet, dass höhere Berufsstände mit höheren Optionswerten einhergehen. Tatsächlich scheint dies aber nicht der Fall. Mögliche Erklärungen sind die grössere Flexibilität und Unabhängigkeit in der Gestaltung des Tagesablaufs und Arbeitsorts von höhergestellten Arbeitnehmenden – oder auch die Verfügbarkeit von mehreren Substituten, was den Optionswert eines einzelnen Ersatzmodus schmälern könnte. Vergleichbar stellt sich auch die Variable *Bildungsstand* ( $H_{3-3b}$ ) dar, wobei diese auch im multiplen Regressionsmodell signifikant bleibt.

Neben dem Bildungsstand gibt es **vier** weitere Variablen aus den insgesamt 29 unabhängigen, die zwar hochsignifikant sind, aber sowohl in der einfachen als auch in der multiplen Regression einen Effekt mit unerwarteter Richtung aufweisen.

So steht die *Taktung* ( $H_{1-2a}$ ) bzw. Verfügbarkeit oder «Wartezeit» in einem konversen Zusammenhang mit der Optionsbewertung, was bedeutet, dass seltenere oder langsamere Verfügbarkeit eines Ersatzmodus mit höheren Optionswerten einhergeht. Dies widerspricht der literaturbasierten Hypothese, welche bei häufigerer oder rascherer Verfügbarkeit eher höhere Bewertungen vermuten lässt. Eine mögliche Erklärung des umgekehrten Zusammenhangs besteht darin, dass weniger rasch verfügbare Ersatzmodi aufgrund ihrer «Seltenheit» wertvoller sind. Diese Begründung ist verwandt mit der Substituierbarkeit: Wo z.B. alle zehn Minuten ein Ersatz verfügbar ist (ev. sogar auf verschiedenen Verkehrsträgern wie bei Bus und Tram), fällt die Optionsbewertung des einzelnen Service verständlicherweise tiefer aus als in einer Randregion mit einem Backup, das nach frühestens 60 Minuten verfügbar wäre.

Eine zweite derartige Variable stellt die *Betriebszeit* ( $H_{1-2b}$ ) dar. Überraschenderweise gehen kürzere Betriebszeiten mit höheren Optionswerten einher. Ähnlich wie bei der Verfügbarkeit kann hier möglicherweise mit «Knappheit» argumentiert werden: Ersatzmodi, die nur in kürzeren Zeitfenstern verfügbar sind, dürften innerhalb dieser Fenster besonders wertvoll sein, da die Nutzerinnen und Nutzer in genau jener Zeitspanne stark auf diese angewiesen sind. Dies kann teils auf die Beschränkung der Studie auf Arbeits- und Schulwege zurückgeführt werden, da bei diesen Reisezwecken aufgrund des Tagesablaufs vielfach enge (Spitzen-)Zeiten (Rush Hours am Morgen und Abend) mit hohem Bedarf vorhanden sind.

Eine dritte signifikante Variable, die im einfachen und im multiplen Regressionsmodell einen anderen Effekt aufweist als von der Literatur vermutet ist das *Alter* ( $H_{3-2}$ ). Im vorliegenden Sample nehmen die Optionsbewertungen mit zunehmendem Alter tendenziell ab. Mögliche Gründe könnten die zunehmende Flexibilität (höherer Status im fortgeschrittenen Berufsleben) oder auch die leichtere Verfügbarkeit von Ersatzmodi (mehr Fahrzeugbesitz bzw. Ersatzfahrzeuge in der Garage) sein.

Als dritte signifikante Variable mit unerwarteter Wirkrichtung kann die *Preiselastizität* ( $H_{4-3b}$ ) der Nachfrage nach einem Backup-Zugang erwähnt werden. Diese Variable steht nicht wie erwartet in inversem Zusammenhang mit der Optionsbewertung. Stattdessen geht eine hohe Preiselastizität der Nachfrage mit einem hohen Optionswert einher. Das heisst, dass Menschen, die eher hohe Optionsbewertungen nennen, bei (hypothetischer) Erhöhung dieser Optionspreise ihre Nachfrage nach dem Ersatzmodus stärker reduzieren würden.

Zuletzt sind noch **zwei** Variablen separat zu nennen, da diese erst im (optimierten) multiplen Regressionsmodell signifikante Effekte zeigen bzw. berücksichtigt werden können.

Dabei handelt es sich einerseits um den *Moderator* (Mod.) von Geschlecht und Risikoneigung, welcher erst im optimierten multiplen Regressionsmodell signifikant wird. Die isolierte Interpretation des Moderators ist nicht sehr intuitiv. Grundsätzlich zeigt dieser auf, dass ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen Geschlecht und Risikoneigung vorhanden ist, wie dies bereits diskutiert wurde: Frauen nennen bei zunehmender Risikoaversion tiefere Optionswerte, während die Tendenz bei Männern weniger eindeutig bzw. eher umgekehrt ist.

Andererseits handelt es sich um die *Nutzungsintensität* (H<sub>4-5</sub>) des Ersatzmodus, welche (anders als in manchen Literaturquellen vermutet) mit höheren Optionswerten einhergeht. Die Hypothese geht davon aus, dass seltenere Nutzung zu höheren Werten führt. Tatsächlich scheint hier das Argument der «Seltenheit» nicht zu verfangen. Stattdessen sind Transportoptionen für jene Menschen tendenziell mehr wert, die häufiger auf diese angewiesen sind. Dieser Zusammenhang erscheint keinesfalls kontraintuitiv. Allerdings ist bei der Interpretation Vorsicht geboten bezüglich Unterscheidung zwischen dem Optionswert und dem Use Value bzw. dem Wert der eigentlichen Nutzung (vgl. hierzu auch Teilstudie D).

Die übrigen **zwölf** unabhängigen Variablen, die hier nicht im Detail besprochen werden, weisen gemäss Regressionsanalysen Zusammenhänge mit der abhängigen Optionsbewertung in der erwarteten Wirkrichtung auf. Die Diskussion der entsprechenden Effekte ist in der literaturbasierten Hypothesenbildung (3.2) dargelegt.

In den einfachen und multiplen Regressionsmodellen sind insgesamt sieben Variablen ermittelt worden, welche signifikante Effekte auf die Optionsbewertung zeigen. Folgende Ausprägungen von Variablen erhöhen den Optionswert: höhere *Qualität* (H<sub>1-1</sub>) des Ersatzmodus, höhere *Geschwindigkeit* (H<sub>1-3a</sub>) des Ersatzmodus, höhere *Wegkosten* (H<sub>2-1</sub>) mit Normalmodus, schwierigere *Substituierbarkeit* (H<sub>2-3</sub>) des Wegs, persönlicher *Ersatzfahrzeugbesitz* (H<sub>4-1a</sub>), persönlicher *Backup-Abobesitz* (H<sub>4-1b</sub>) und grössere individuelle *Preiselastizität* (H<sub>4-3a</sub>) der Nachfrage nach dem Normalmodus.

Dazu kommen nochmals fünf Variablen, die zumindest in einfachen Regressionen einen signifikanten Effekt aufweisen und mit folgenden Ausprägungen den Optionswert erhöhen: längere *Distanz* (H<sub>1-3b</sub>) des regelmässigen Wegs, grössere *Nachfrageunsicherheit* (H<sub>2-2</sub>) nach dem Ersatzmodus, ländlichere *Raumtypologie* (H<sub>2-5</sub>) des Wohnorts, grössere *Haushaltsgrösse* (H<sub>3-4a</sub>) sowie *Haushalt mit Kindern* (H<sub>3-4b</sub>).

#### 6.1.4 Zwischenfazit

Der Wert von Transportoptionen lässt sich direkt über die individuelle Zahlungsbereitschaft für den Zugang bzw. die Bereithaltung eines Ersatzmodus abfragen. Ähnlich einer Mitgliedschaft oder Subskription wird im hypothetischen Marktszenario eine monatliche Zahlung fällig. Die deskriptive Analyse auf Ebene des repräsentativen Samples zeigt, dass die Resultate der kontingenten Bewertung plausibel sind. Die kausale Prüfung mittels Regressionsanalysen bringt einzelne unerwartete, aber nachvollziehbare Zusammenhänge zwischen den 30 vermuteten erklärenden Variablen und der Bewertung hervor. Insgesamt ist das optimierte Regressionsmodell mit 15 unabhängigen Variablen in der Lage, knapp 40 % der Varianz in den Bewertungen zu erklären. Die Güte des Modells ist damit als sehr respektabel einzustufen, zumal es sich bei der abhängigen Variablen (Optionswert) um ein abstraktes Wertkonzept handelt, das von den Befragten einen hohen Grad an Reflexion verlangt.

Der erforderliche Reflexionsprozess seitens Probanden wurde mit einem hoch-individualisierten und responsiven digitalen Befragungsinstrument und einer mehrstufigen kontingenten Bewertung sichergestellt (vgl. Anhang I). Die Funktionstüchtigkeit des Online-Befragungsinstruments konnte anhand einer explorativen Faktoranalyse aller 29 erhobenen Variablen zusätzlich validiert werden. Dabei sind keinerlei unerwartete Korrelationen, sondern durchwegs sinnvolle «Faktoren» zu Pendelweg und Nachfrage, Verfügbarkeit, Erwartungen, Individuum und Haushalt zutage getreten. Insgesamt kann daher festgehalten werden, dass keine Hinweise vorliegen, wonach die methodische Hypothese (H<sub>5-1</sub>) zur direkten Abfrage von Optionswerten mittels Online-Erhebung verworfen werden müsste.

Die Repräsentativität des Online-Samples erlaubt Hochrechnungen auf die Schweiz, wobei die vorliegende Studie auf Daten des deutschsprachigen Landesteils basiert und auf Arbeits- oder Schulwege fokussiert. Unter Berücksichtigung der Geografie der übrigen Landesteile und der Erkenntnis, dass in ländlichen Gebieten mit weniger (guten) Transportsubstituten die Optionsbewertungen tendenziell sogar höher ausfallen, kann für die französisch-, italienisch- und rätoromanische Schweiz von ähnlichen Werten ausgegangen werden. Zusätzlich dürften bei Einkaufs- und Freizeitwegen der berufstätigen, aber gerade auch der nicht-berufstätigen Bevölkerung gewisse Optionswerte bestehen. Daher handelt es sich bei dieser Hochrechnung um eine konservative Abschätzung: Bei rund 5.8 Millionen Menschen in Arbeit (5.1 Mio. Personen; BFS, 2022c) oder Ausbildung (0.7 Mio. Personen; BFS, 2022b) ergibt sich ein Optionswert von mindestens CHF 2.68 Milliarden pro Jahr. Dieser Betrag entspricht ungefähr der Summe von CHF 2.7 Milliarden, welche die SBB (in den drei Jahren vor der Pandemie) jährlich an «Leistungen der öffentlichen Hand» (Subventionen) erhält (SBB, 2020b, S. 66).

## 6.2 Teilstudie B

Die Teilauswertung B bietet eine alternative Herangehensweise an den Optionswert im Personentransport, welche eng an dessen theoretische Konzeptualisierung anknüpft. Nach der kurzen Illustration der Vorgehensweise (6.2.1) werden die Hypothesen getestet und bereits gewonnene Erkenntnisse nach Möglichkeit validiert (6.2.2). Anschliessend werden die Ergebnisse diskutiert (6.2.3) und in einem Zwischenfazit bilanziert (6.2.4).

### 6.2.1 Vorgehensweise

Die zweite Teilstudie stellt den Versuch einer indirekten Ermittlung von Optionswerten dar, wobei die Resultate der kontingenten Bewertung einzelner Wege im Zentrum stehen. Wie unter 4.2.2 erläutert und unter 4.2.3 umgesetzt, beurteilen die Befragten dazu den Wert der Verfügbarkeit eines Transportbackups pro Weg. Diese Bewertung geschieht anhand eines hypothetischen Markts für eine «Mobilitätsversicherung» in der Form des bereitstehenden Ersatzmodus. Über die Zahlungsbereitschaft für eine solche «Optionsprämie» zur Optionsbereithaltung lässt sich der Optionspreis ermitteln. Basierend auf der abgefragten Konsumentenrente und der erwarteten Nutzung des Ersatzmodus kann damit der individuelle Optionswert indirekt bestimmt werden.

|                                                       | Direkte Bewertung der Option                                        | Indirekte Bewertung der Option                                         |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Eingeholte Antworten zu hypothetischen Märkten</b> | <b>Variante A</b><br>Erkundung mit offener CVM (WTP)                | <b>Variante B</b><br>Berechnung über E(CS) und OP (WTP)                |
| <b>Beobachtetes Verhalten auf realen Märkten</b>      | <b>Variante D</b> (upper bound)<br>Kosten von Backup-Mobility-Tools | <b>Variante C</b> (lower bound)<br>Simulation mit Black-Scholes-Formel |

Tabelle 6-19: Einordnung der Teilauswertung B (s. auch Tabelle 4-1 mit Diskussion der vier Varianten in 4.2.2)

Die Variante B stellt eine direkte Umsetzung basierend auf der theoretischen Definition des Optionswerts dar:  $OV = OP - E(CS)$ . Wie erläutert (2.1.3) kann der Optionswert als kognitiver Bias von risikoaversen Individuen betrachtet werden. Beim Optionswert handelt es sich um die Differenz zwischen dem Optionspreis (OP) als *ex ante* Wohlfahrtsmass und der (erwarteten) Konsumentenrente (CS) als *ex post* Wohlfahrtsmass. Der Optionspreis konstituiert sich gemäss Theorie aus dem Preis für die Nutzung und der Optionskomponente (vgl. 2.1.4), während die Konsumentenrente über die maximale Zahlungsbereitschaft ermittelt werden kann (vgl. 4.2.2.2). Das konzipierte Befragungsinstrument ist in der Lage, sowohl den Optionspreis als auch die Konsumentenrente zu erfassen (vgl. Anhang I).



Obwohl die Konsumentenrente den Nutzen bemisst, welcher erst nach bzw. mit dem Konsum zufließt, wird diese im Rahmen dieser Studie gleichzeitig mit dem Optionswert erfasst. Dies ist aus zwei Gründen unproblematisch. Einerseits handelt es sich bei den untersuchten Wegen um regelmässige Pendlerstrecken, sodass den allermeisten Befragten bewusst sein dürfte, welcher Nutzen ihnen – mit Primär- und Sekundärmodus – auf dem gewohnten Weg entsteht. Andererseits wird hier auch die Konsumentenrente «prospektiv» quantifiziert, da deren Erwartungswert (E) in die Optionsbewertung einfließt. Erwartete Konsumentenrente und Optionsprämie werden über die Abfrage von WTP erfasst und anhand der folgenden Komponenten (bzw. *Variablen aus der Befragung [kursiv]*, vgl. 3.1.2 und Anhang III) ermittelt:

$$\begin{aligned} - \quad OP &= n \cdot WTP_{op} \\ &= x_{tripsprojahr} \cdot o_p \end{aligned}$$

Optionspreis als Anzahl Trips pro Jahr auf dem genannten Weg, multipliziert mit der Zahlungsbereitschaft für eine «Optionsprämie» zur Sicherstellung eines Ersatzmodus.

$$\begin{aligned} - \quad E(CS) &= n \cdot p \cdot (WTP_{maxb} - P_b) \\ &= x_{tripsprojahr} \cdot b_{wahrsch} \cdot (b_{cs} - b_{chf}) \approx b_{tripsprojahr} \cdot (b_{cs} - b_{chfmean}) \end{aligned}$$

Erwartungswert der Konsumentenrente als Anzahl Trips pro Jahr auf dem genannten Weg mal Wahrscheinlichkeit der Ersatzmodus-Nutzung, multipliziert mit der Differenz zwischen der maximalen Zahlungsbereitschaft für die Nutzung des Ersatzmodus und dem (mittleren) Preis pro Weg mit dem Ersatzmodus.

Im Rahmen der Teilauswertung B gilt es zu prüfen, ob die beiden Wohlfahrtsmasse auf diese Weise direkt erfragt und der Optionswert indirekt präzise ermittelt werden kann. Sofern ein Individuum risikoavers ist [*y\_risikoneigung*], sollte OP grösser sein als E(CS) und somit gemäss Hypothese ein positiver OV resultieren (3.2). Die notwendigen Variablen [*x\_tripsprojahr*, *b\_wahrsch*, *b\_cs*, *b\_chf*, *o\_p*] liegen aus der Befragung vor, wobei die «Optionsprämie» mehrstufig abgefragt wurde, sodass mehrere Preispunkte für die Zusatzgebühr (zur Sicherstellung eines Ersatzmodus) pro Weg (in CHF) vorliegen (vgl. auch Teilstudie A).

- [*o\_pfair*]: ich würde dies mit Sicherheit bezahlen (Zusatzgebühr pro Weg)
- [*o\_pteuer*]: ich würde dies sehr wahrscheinlich bezahlen (Zusatzgebühr pro Weg)
- [*o\_pzuteuer*]: ich würde dies nicht bezahlen/auf die Alternative verzichten (pro Weg)

Der Preis pro Weg mit Ersatzmodus [*b\_chf*] wird in der Befragung als Spannweite [*a\_chfmin*, *a\_chfmax*] abgefragt, weil dieser schwanken kann oder nur näherungsweise bekannt bzw. bewusst ist, wobei nachfolgend als Näherung mit dem Mittelwert [*a\_chfmean*] operiert wird.

### 6.2.2 Hypothesenprüfung

Gemäss der zweiten methodischen Hypothese (H<sub>5-2</sub>) können Transportoptionen indirekt via Zahlungsbereitschaft für eine Optionsprämie pro Normalweg und Konsumentenrente pro Backupweg ermittelt werden. Nach dem Szenario im Befragungsinstrument (vgl. Anhang I) steht der Ersatzmodus im Bedarfsfall nur bei vorgängiger Bezahlung der Optionsprämie (Quasi-Versicherungsprämie) zur Verfügung. Zur präzisen Ermittlung des Optionswerts müssen die Optionsprämien bzw. der Optionspreis um die erwartete Konsumentenrente der Backup-Wege vermindert werden:  $OV = OP - E(CS)$ . Wenn der ex ante zu bezahlende OP gleich hoch ist wie die ex post zu erwartende CS der Optionsnutzung, resultiert ein OV von null.

Wie erläutert werden die Optionswerte indirekt anhand von Variablen aus der repräsentativen Befragung ermittelt. Zur Berechnung und Vergleichbarkeit der Werte werden diese annualisiert. Dank den drei abgefragten Preisschwellen, welche die Preissensitivität zum Ausdruck bringen, ist eine schrittweise Annäherung möglich. Annäherung III zeigt die Jahresgebühr, welche den Befragten zu teuer wäre: Statt diesen Preis zu bezahlen, würden die Befragten lieber auf das Backup verzichten. Annäherung II zeigt die preisliche Obergrenze, welche die meisten Befragten wahrscheinlich bezahlen würden, um die Bereithaltung ihres Backups sicherzustellen. Mit Gewissheit würden allerdings nur die Werte der Annäherung I bezahlt, welche rund 50 % tiefer liegen als Annäherung II (Tabelle 6-20). Die genauen Ausprägungen dieser indirekt ermittelten Optionswerte werden nachfolgend zunächst (1) *deskriptiv analysiert*, dann mittels (2) *Korrelationsanalyse* sowie anhand einer (3) *Regression* überprüft.

| Statistik                  | Annäherung B <sub>I</sub>                                                                                  | Annäherung B <sub>II</sub>                                                                             | Annäherung B <sub>III</sub>                                                              |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Beschrieb</b>           | «fair»<br>Diese Zusatzgebühr zur Sicherstellung eines Transport-Backups würde ich mit Sicherheit bezahlen. | «teuer»<br>Diese Zusatzgebühr zur Sicherstellung eines Backups würde ich sehr wahrscheinlich bezahlen. | «zu teuer»<br>Zu diesem Preis (Zusatzgebühr) würde ich auf die Backup-Option verzichten. |
| <b>Mittelwert</b>          | <b>CHF 991</b>                                                                                             | <b>CHF 2024</b>                                                                                        | <b>CHF 3757</b>                                                                          |
| <b>Standardabweichung</b>  | CHF 2660                                                                                                   | CHF 4144                                                                                               | CHF 7512                                                                                 |
| <b>Maximum</b>             | CHF 50 740                                                                                                 | CHF 49 308                                                                                             | CHF 95 940                                                                               |
| <b>3. Quartil</b>          | CHF 1008                                                                                                   | CHF 2078                                                                                               | CHF 3898                                                                                 |
| <b>2. Quartil (Median)</b> | <b>CHF 260</b>                                                                                             | <b>CHF 774</b>                                                                                         | <b>CHF 1498</b>                                                                          |
| <b>1. Quartil</b>          | CHF 0                                                                                                      | CHF 167                                                                                                | CHF 468                                                                                  |
| <b>Minimum</b>             | CHF -2800                                                                                                  | CHF -1368                                                                                              | CHF -1212                                                                                |
| <b>N (Missing)</b>         | 1682 (268)                                                                                                 | 1682 (268)                                                                                             | 1682 (268)                                                                               |

Tabelle 6-20: Statistiken der Annäherungen des jährlichen Optionswerts über die Gesamtpopulation (n = 2050)

### 6.2.2.1 Deskriptive Analyse

Die Annäherungen der vorliegenden Teilstudie ergeben einen durchschnittlichen jährlichen Optionswert von mindestens CHF 991 pro Person und Pendelweg im repräsentativen Sample, wobei der Median bei CHF 260 liegt (Annäherung I). Es muss angemerkt werden, dass die hier auf Ebene des Gesamtsamples ausgewerteten Mittelwert-Annäherungen auf sehr unterschiedlichem individuellem Reiseverhalten basieren. Den zusammengefassten Wegen liegen verschiedene Distanzen, Häufigkeiten, Modi, etc. zugrunde. Trotzdem lässt sich auf dieser aggregierten Ebene sagen, dass die resultierenden Werte eher hoch, aber nicht unplausibel erscheinen. So zeigt der Vergleich mit den Bewertungen aus Teilstudie A, dass sich die mittleren Ergebnisse der Teilstudie B am oberen Ende einreihen (Tabelle 6-21).

| <b>GESAMTSAMPLE</b>        | <b>Bewertung A<sub>I</sub></b> | <b>Bewertung A<sub>II</sub></b> | <b>Annäherung B<sub>I</sub></b> | <b>Annäherung B<sub>II</sub></b> |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <b>Mittelwert (Median)</b> | <b>CHF 267 (120)</b>           | <b>CHF 549 (180)</b>            | <b>CHF 991 (260)</b>            | <b>CHF 2024 (774)</b>            |

*Tabelle 6-21: Vergleich der mittleren Ergebnisse von Teilstudie A und B auf Ebene des Gesamtsamples*

Um die Tauglichkeit der indirekten Herangehensweise entlang der theoretischen Optionswertdefinition genauer zu prüfen, werden die einzelnen Formelelemente beleuchtet. Da die benötigten Werte mittels Fragen zu Zahlungsbereitschaften und bezahlten Preisen ermittelt wurden (vgl. Anhang I), werden diese zunächst separat plausibilisiert.

OP: Der Optionspreis wird anhand der Zahlungsbereitschaft für eine «Optionsprämie» als Zuschlag auf den gewohnten Preis des regelmässigen Wegs erhoben. Dabei dürfte es sich in den meisten Fällen um einen (im Vergleich zu den eigentlichen Wegkosten) kleinen Aufschlag handeln – ähnlich wie z.B. bei Zustellversicherungen, welche bei manchen Versandanbietern als Option dazugebucht werden können. Rund 15% der Befragten sind höchstens bereit, CHF 1 oder weniger pro Weg als «Backup-Versicherungsprämie» zu bezahlen (Abbildung 6-8). Weniger als die Hälfte der Befragten würde «wahrscheinlich» CHF 5 oder mehr bezahlen (vgl. auch Abbildung 5-40). Diese kleinen Zuschläge pro Weg erscheinen plausibel, zumal es sich um regelmässige Wege handelt, welche von rund 90 % der Befragten mehrmals pro Woche zurückgelegt werden (vgl. Tabelle 5-6). Relativ betrachtet machen die genannten «Optionsprämien» meist einen kleinen Prozentsatz aus: Bei über 10% der Befragten beträgt der Zuschlag weniger als 2%; bei ca. 40 % liegt der Zuschlag unter 50 % des Wegpreises (Abbildung 6-9). Dies erscheint nachvollziehbar, wobei die Plausibilität der resultierenden Prozentwerte auch vom Referenzpreis des primären Modus abhängig ist. Bei einem sehr günstigen Normalweg (z.B. E-Bike) kann die Zahlungsbereitschaft für eine solche «Versicherung» durchaus höher liegen.

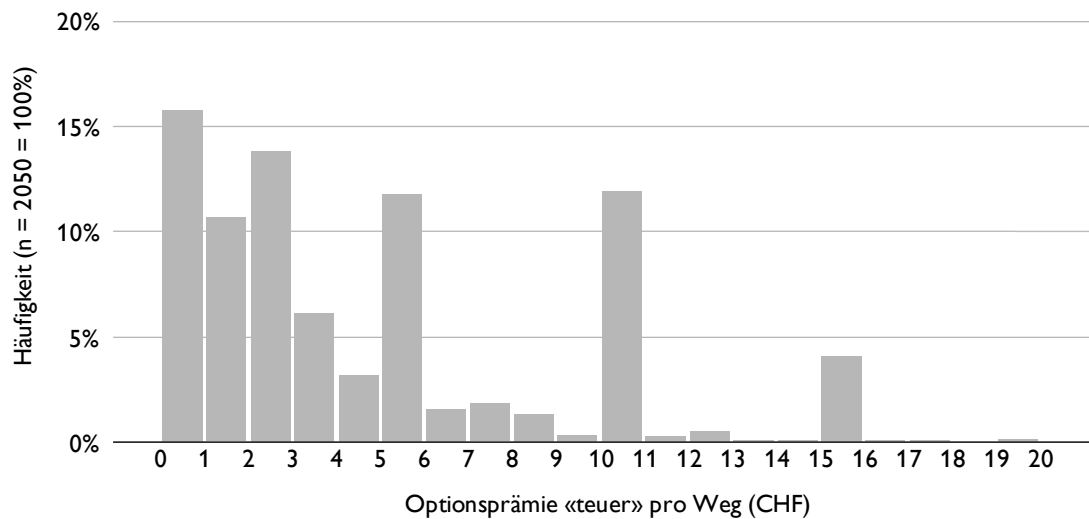


Abbildung 6-8: Verteilung der maximalen Zahlungsbereitschaften für eine Optionsprämie pro Weg

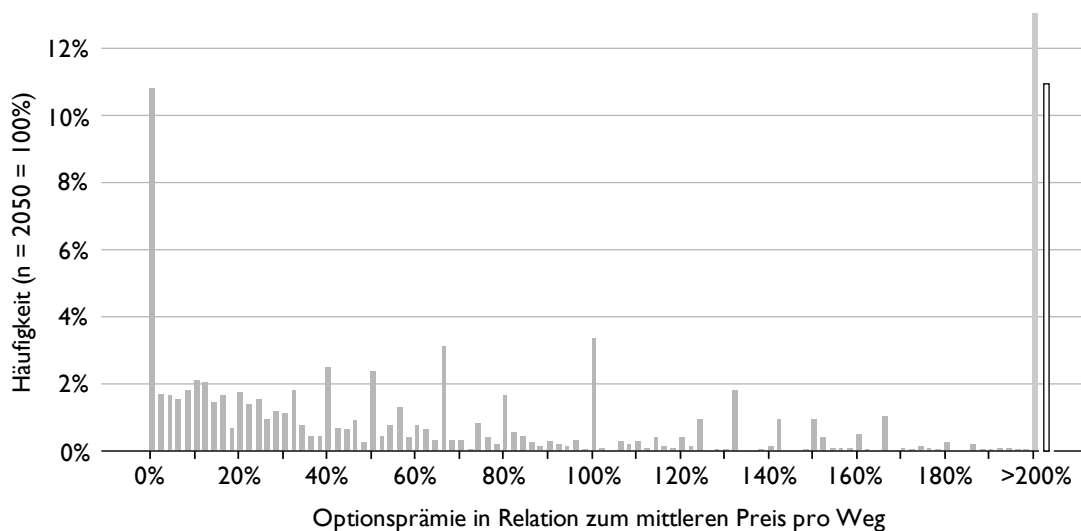


Abbildung 6-9: Verteilung der Optionsprämien als Aufschlag (»teuer«, %) auf den Preis pro Weg;  
leere Säule: keine Berechnung möglich (11%)

Während bei 11% des Samples kein relativer Preis berechnet werden kann, da die genannten Wegkosten CHF 0 betragen (z.B. bei Fussgängern), nennen 13% eine Zahlungsbereitschaft für Optionsprämien, die mehr als das Doppelte der eigentlichen Wegkosten ausmachen. Eine detaillierte Inspektion dieser Fälle zeigt, dass die Werte unplausibel hoch sind, weshalb diese Antworten von der weiteren Analyse ausgeschlossen werden. Es muss angenommen werden, dass einige der Befragten die Prämie pro effektiven Ersatzweg verstanden haben. Dies würde jedoch der Idee einer »Versicherungsprämie« widersprechen und eher die individuelle Konsumentenrente pro Ersatzweg quantifizieren. Abgesehen von diesen »Ausreissern« und einigen relativ hohen Prämien (>50%) scheint die grosse Mehrheit der genannten Zahlungsbereitschaften jedoch nachvollziehbar und verwertbar.

CS: Die Konsumentenrente wird aus der Differenz zwischen der maximalen Zahlungsbereitschaft für eine Fahrt mit dem sekundären Modus und dem effektiven Preis des Backup-Wegs ermittelt (Abbildung 6-10). Da der Preis einerseits Schwankungen unterliegen kann und andererseits nicht allen Befragten genau bekannt sein dürfte, wird eine Bandbreite, der Minimalpreis und der Maximalpreis pro Weg, abgefragt (vgl. Abbildung 5-43 und Anhang I; in Teilstudie C werden die genannten Preise zusätzlich validiert). Zur Bestimmung der Konsumentenrente wird hier mit dem mittleren Preis zwischen Minimum und Maximum gerechnet:  $CS = WTP_{\max} - P_{\text{mean}}$ . Wenn die angegebene Zahlungsbereitschaft kleiner ist als der genannte Preis, wird eine Konsumentenrente von null angenommen.

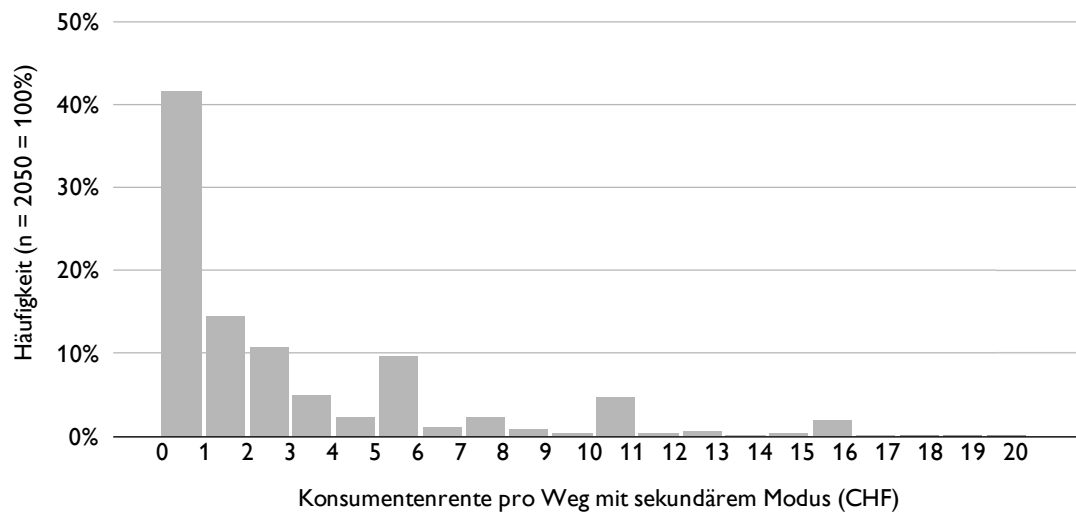


Abbildung 6-10: Verteilung der Konsumentenrenten (CS) pro Weg mit sekundärem Modus (CHF)

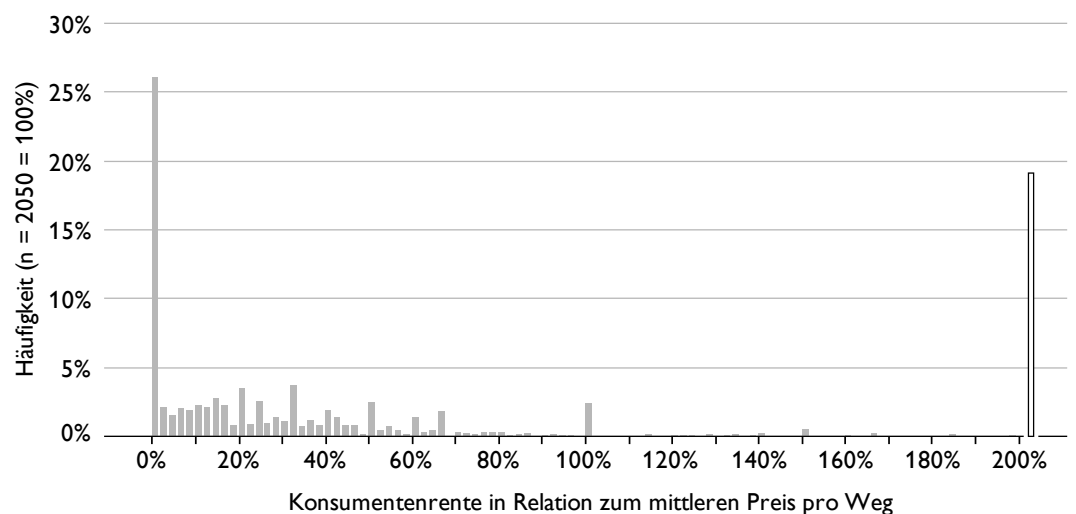


Abbildung 6-11: Verteilung der Konsumentenrenten (CS) als Aufschlag (%) auf den Preis pro Weg;  
leere Säule: keine Berechnung möglich (20%)

Da die dahinterliegenden Wege von unterschiedlicher Qualität und Quantität sind, kann die Konsumentenrente (wie die Wegkosten) einer Reise mit dem sekundären Modus stark unterschiedlich ausfallen. Daher werden auch die Konsumentenrenten relativ zum Preis pro Weg mit Ersatzmodus ausgewertet. Bei knapp 20 % des Samples ist keine entsprechende Auswertung möglich, da die genannten Kosten des Backups CHF 0 pro Weg betragen (weil diese Personen den Weg bei Ausfall des primären Modus zu Fuss oder per Fahrrad zurücklegen). Insgesamt fällt auf, dass die Konsumentenrente bei über einem Viertel des Samples weniger als 2 % des mittleren Preises des Backup-Modus beträgt (Abbildung 6-11; vgl. auch Abbildung 5-38). Bei über 60 % der Befragten ist die Konsumentenrente weniger als halb so hoch wie der mittlere Preis pro Weg. Entweder sind die CS tatsächlich relativ klein – oder dem Survey gelingt es im hypothetischen Szenario nicht, den Befragten die maximale WTP für einen Transport zu entlocken. Eine Erklärung für die mögliche Richtigkeit dieser eher tiefen CS ist, dass Individuen den sekundären Modus als nicht präferierte Fortbewegungsart wenig schätzen bzw. nur in Ausnahmefällen nutzen. Entsprechend ist auch die WTP (bzw. die resultierende Konsumentenrente) eher tief. Es ist denkbar, dass die WTP in speziellen Bedarfsfällen durchaus höher ausfällt. Um dies zu ermitteln, müsste die Befragung allenfalls auf spezifische Szenarien (z.B. konkrete Notfälle anstelle allgemeiner Bedarfsfälle) zugeschnitten werden.

Neben der gesonderten Analyse von OP mit dem hohen Anteil relativ hoher Werte und CS mit dem hohen Anteil relativ tiefer Werte müssen OP und CS pro Individuum auch in Relation zueinander betrachtet werden. OP muss grösser sein als  $E(CS)$ , damit ein positiver Optionswert besteht. Negative Optionswerte sind denkbar, wenn Individuen sehr risikofreudig sind (vgl. 2.1.3). Die aggregierte Auswertung zeigt (vgl. Tabelle 6-20), dass bei der indirekten Herangehensweise via OP und  $E(CS)$  wie theoretisch vermutet (2.1.1) durchaus negative Optionswerte resultieren. Um deren Plausibilität zu prüfen, werden diese genauer analysiert.

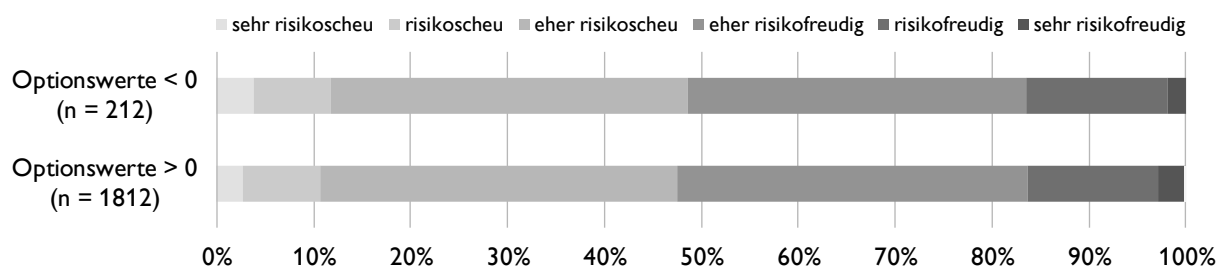


Abbildung 6-12: Risikoneigung der Individuen mit negativen und positiven Optionswerten;  
hier exemplarisch visualisiert für die berechneten Optionswerte der Annäherung I («faire» Optionsprämie)

Die vergleichende Analyse der beiden Subsamples mit positiven bzw. negativen Optionswerten zeigt (Abbildung 6-12), dass die negativen Werte wenig plausibel sind. Da sich knapp die Hälfte der Personen mit negativen OV als risikoscheu bezeichnet, dürften deren infolge der indirekten Berechnung resultierenden negativen Werte wohl unbeabsichtigt sein. Es ist zwar möglich, dass diese Personen bewusst (im Sinn von «Protest Votes») minimale Optionswerte nennen, weil sie (trotz Risikoaversion) nicht einverstanden sind mit der Idee der Befragung (Zusatzgebühr zur Absicherung der Verfügbarkeit des Ersatzmodus). Wahrscheinlicher erscheint jedoch, dass diese rund 10 % ( $n = 212$ ) des Samples im Befragungsinstrument unbeabsichtigt hohe erwartete Konsumentenrenten «produzieren». Aufgrund der Berechnungsweise von  $E(CS)$  als Anzahl der jährlich zu erwartenden Trips mit Ersatzmodus können sich hohe Werte multiplizieren, was gewisse Ausreisser nach oben erklären kann.

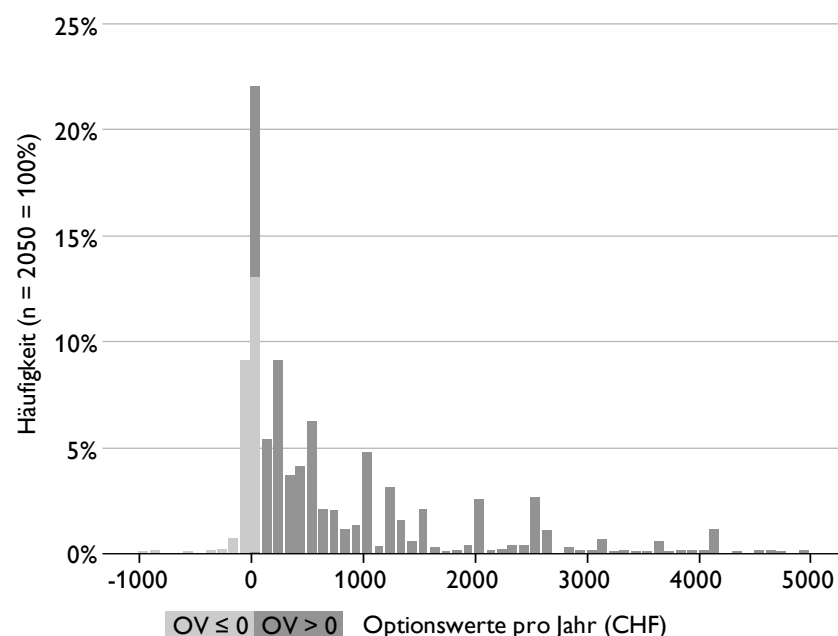


Abbildung 6-13: Verteilung der resultierenden Optionswerte aus Annäherung III  
(basierend auf «Optionsprämien» die von Befragten im Sample «mit Sicherheit» bezahlt würden)

Grundsätzlich zeigt der Blick auf die Verteilung (Abbildung 6-13), dass die indirekte Ermittlung von Optionswerten via  $OV = OP - E(CS)$  durchaus plausible Werte generiert, wobei gewisse Vorbehalte bei den sehr tiefen (negativen) und sehr hohen Werten angezeigt sind. Die Analyse bestätigt, dass (wie theoretisch hergeleitet, vgl. 2.1.4)  $OP$  und  $E(CS)$  meist nicht deckungsgleich sind. Wenn als konservative Schätzung die Werte von Annäherung I beigezogen werden, resultiert pro Werktag (bei rund 230 Arbeitstagen pro Jahr) ein Optionswert von CHF 4.31 (Median von CHF 1.13), wobei die Werte je nach Reise bzw. Individuum sehr unterschiedlich ausfallen können. Bezüglich der methodischen Hypothese  $H_{5-2}$  liegen keine Indizien vor, wonach diese grundsätzlich verworfen werden müsste.

### 6.2.2.2 Korrelationsanalyse

Zur weiteren Plausibilisierung wird anhand einer Korrelationsanalyse überprüft, wie stark der Zusammenhang zwischen den indirekt ermittelten Optionswerten (OP–E[CS]) und den in Teilstudie A direkt abgefragten Optionswerten (OV) ist. Dazu werden die annualisierten und logarithmierten Optionswerte beider Teilstudien gegenübergestellt.

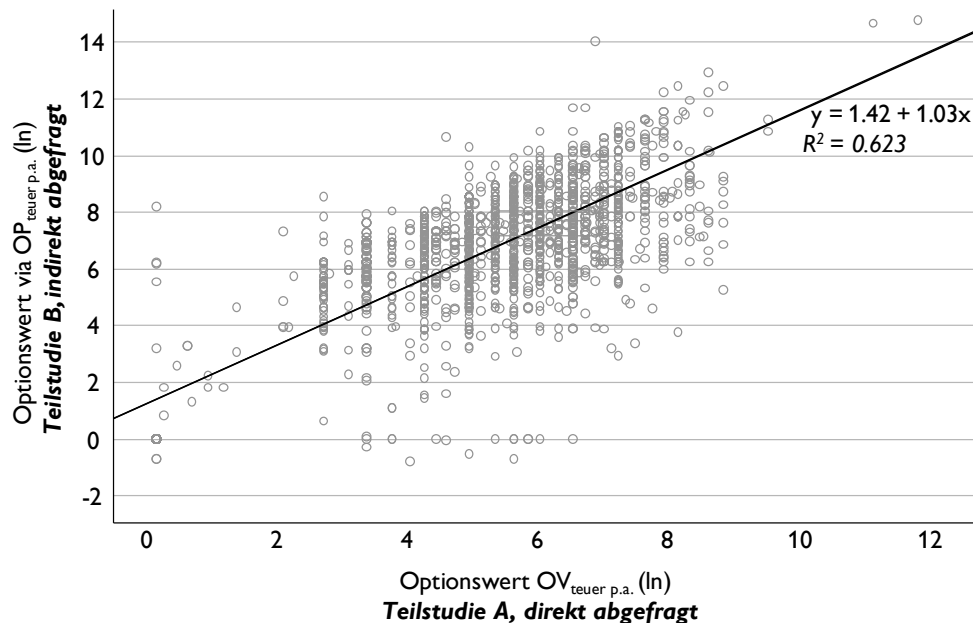


Abbildung 6-14: Korrelationsanalyse der Optionswerte aus Teilstudie A und Teilstudie B (CHF, log., p.a.)

Die mit SPSS generierte Abbildung 6-14 zeigt einen sehr deutlichen, linearen Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der beiden Teilstudien A und B. Gemäss dem errechneten  $R^2$  von 0.623 beträgt die gemeinsame Varianz über 62 %, was nach Cohen einem starken Effekt entspricht. Aus der Visualisierung und der von SPSS generierten «Anpassungslinie» (Funktion:  $y = 1.42 + 1.03x$ ) wird ersichtlich, dass die indirekt ermittelten Optionswerte (via Optionsprämie pro Weg) im Mittel etwas höher ausfallen als die direkt abgefragten Werte (als Optionswert pro Monat). Zudem weisen die Resultate der Teilstudie B eine etwas grössere Streuung auf – aufgrund der Möglichkeit von negativen Werten und einigen Extremwerten.

Die Korrelationsanalyse zeigt, dass die alternative Erhebung von Optionswerten analog zu einer «Versicherungsprämie» pro Weg (Teilstudie B) vergleichbare Werte produziert wie die Abfrage einer «Mitgliedschaft» pro Periode (Teilstudie A). Die Bestätigung der Werte deutet auf deren Reliabilität hin. Die moderate Abweichung zwischen den direkt abgefragten und den indirekten (um die Konsumentenrente korrigierten) Optionswerte sprechen dafür, dass die identifizierten Werte valide sind. Die starke Korrelation lässt vermuten, dass auch die kausalen Zusammenhänge ( $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ,  $H_4$ ) stabil sind bzw. gleich ausfallen wie in Teilstudie A. Nachfolgend wird diese Vermutung mittels Regressionsanalyse geprüft.



### 6.2.2.3 Regressionsanalyse

Analog zur Teilstudie A können auch die indirekt ermittelten Optionswerte auf vermutete Zusammenhänge mit diversen Prädiktoren untersucht werden. Zwecks Vergleichbarkeit der Ergebnisse wird hier ebenfalls mit den «sehr wahrscheinlich noch bezahlten» Optionswerten gerechnet (also mit *o\_pteuer* in Teilstudie B und mit *o\_vteuer* aus Teilstudie A; annualisiert). Die ermittelten Optionswerte der vorliegenden Teilstudie werden dazu (wie in 6.1.1 beschrieben) ebenfalls logarithmisch transformiert. Da negative Werte (*o\_pteuer* *p.a.*  $\leq -1$ ) nicht berücksichtigt werden, verkleinert sich das Sample etwas. Trotzdem ergibt sich – unter vergleichbaren Bedingungen wie in Teilstudie A – sogar ein leicht besseres Regressionsmodell, das mit 18 Prädiktoren insgesamt mehr als 40 % der vorhandenen Varianz in den indirekten Optionsbewertungen erklären kann ( $R^2$  von 0.42, Adj.  $R^2$  von 0.41; vgl. Tabelle 6-22).

|                          | R     | R <sup>2</sup> | Adj. R <sup>2</sup> | Quadratsumme | df   | Mittel der Quadrate | F      | Sig.   |
|--------------------------|-------|----------------|---------------------|--------------|------|---------------------|--------|--------|
| <b>Gesamtmodell (15)</b> | 0.647 | 0.419          | 0.410               | 7997.903     | 1218 |                     |        |        |
| <b>Regression</b>        |       |                |                     | 3352.298     | 18   | 186.239             | 48.107 | <0.001 |
| <b>Residuen*</b>         |       |                |                     | 4645.605     | 1200 | 3.871               |        |        |

\*nicht-standardisierte Residuen; Adj.  $R^2$  = korrigiertes R-Quadrat; F = F-Test; Sig. = Signifikanz des Regressionsmodells; df = Freiheitsgrade

Tabelle 6-22: Zusammenfassung des optimierten Modells mit 18 signifikanten Prädiktoren

Da das Vorgehen und die Ergebnisse der Regressionsanalyse weitgehend mit Teilstudie A übereinstimmen (vgl. 6.1.2.3), wird hier auf eine ausführliche Herleitung und Darstellung verzichtet. Stattdessen wird direkt das mittels SPSS-Algorithmus ermittelte, optimale multiple Regressionsmodell präsentiert. Dazu werden über schrittweise Vorwärtsmodellierung all jene unabhängigen Variablen eingeschlossen, die zur Verbesserung des Modells beitragen. Dabei zeigt sich, dass dieselben signifikanten Variablen inkludiert werden können, die bereits in Teilstudie A als bedeutsam erscheinen (Tabelle 6-17). Einzig der Moderationseffekt von Geschlecht und Risikoneigung ist in der vorliegenden Analyse nicht mehr signifikant.

Wenn alle 14 Variablen des optimierten Modells von Teilstudie A (Tabelle 6-17) inkludiert werden, ergibt sich in der Analyse der indirekt ermittelten Optionswerte ein  $R^2$  von 0.404 und ein korrigiertes  $R^2$  von 0.397. In der vorliegenden Regression kann jedoch in jeder «Kategorie» des konzipierten Modells eine weitere signifikante Variable aufgenommen werden (wodurch sich  $R^2$  nochmals leicht erhöht, vgl. Tabelle 6-22): *Distanz* ( $H_{1-3b}$ ) als Präzisierung der Reise mit Ersatzmodus, *Zweck* ( $H_{2-5}$ ) als zusätzliche Wegcharakteristik, *Berufsstand* ( $H_{3-3c}$ ) als weiteres Merkmal der Soziodemografie und die *Einstellung zum Ersatzmodus* ( $H_{4-4a}$ ) als Variable der persönlichen Mobilitätssituation. Diese vier zusätzlichen Variablen werden in der SPSS-Prozedur jedoch erst gegen Schluss hinzugefügt und leisten daher nur einen minimalen Erklärungsbeitrag (s. Fussnote von Tabelle 6-23 für Reihenfolge des Variablen-Einschlusses).

Wie unter 6.1.3 diskutiert, nimmt der Optionswert einer Reise mit der *Distanz* [b\_distanzln] zu, wobei die Distanz mit der Geschwindigkeit und der Reisezeit «interagiert». Die Variable *Reisezweck* [x\_tripzweck] ist in der vorliegenden Untersuchung aufgrund der Beschränkung auf Arbeit und Ausbildung bedingt interessant, zeigt aber, dass Arbeitswege in der indirekten Bewertung leicht höhere Optionswerte erzielen. Auch die Variable zum *Berufsstand* [y\_berufe] wird unter 6.1.3 schon diskutiert, wobei die Erkenntnisse hier (freiere Berufe gehen mit tendenziell tieferen Optionswerten einher) bestätigt werden. Unerwartet ist der negative Zusammenhang zwischen einer positiven *Einstellung* [b\_einstpro] zum Optionsmodus und der Optionsbewertung. Da diese Variable jedoch nur knapp signifikant ist und der Zusammenhang sehr schwach ausgeprägt ist (vgl. B bzw.  $\beta$  als standardisierter Koeffizient), muss diesem Phänomen nicht zu viel Bedeutung beigemessen werden.

| Hypo. | Variable           | B      | $\beta$ | T      | Sig.         | 95%-Konfidenzintervall für B |        |
|-------|--------------------|--------|---------|--------|--------------|------------------------------|--------|
|       | (Konstante)        | 3.338  |         | 6.736  | 0.000        | 2.366                        | 4.311  |
| H1-1  | b_quality          | 1.925  | 0.338   | 13.246 | 0.000        | 1.640                        | 2.210  |
| H1-2a | b_verfuegtaktln    | 0.356  | 0.222   | 6.587  | 0.000        | 0.250                        | 0.462  |
| H1-2b | b_verfuegh         | -0.039 | -0.090  | -3.420 | 0.001        | -0.062                       | -0.017 |
| H1-3a | b_tempoln          | 0.185  | 0.071   | 2.142  | 0.032        | 0.016                        | 0.354  |
| H1-3b | <b>b_distanzln</b> | 0.258  | 0.112   | 2.837  | <b>0.005</b> | 0.080                        | 0.437  |
| H1-3c | b_reisezeitln      | -0.364 | -0.126  | -4.397 | 0.000        | -0.526                       | -0.201 |
| H2-1  | a_chfmeanln        | 0.318  | 0.141   | 5.087  | 0.000        | 0.195                        | 0.441  |
| H2-3  | x_substja          | -0.575 | -0.102  | -4.453 | 0.000        | -0.828                       | -0.322 |
| H2-5  | <b>x_tripzweck</b> | 0.742  | 0.100   | 3.274  | <b>0.001</b> | 0.298                        | 1.187  |
| H3-2  | y_alter            | -0.020 | -0.113  | -4.008 | 0.000        | -0.030                       | -0.010 |
| H3-3b | y_bildungen        | -0.244 | -0.096  | -4.087 | 0.000        | -0.362                       | -0.127 |
| H3-3c | <b>y_berufe</b>    | -0.634 | -0.113  | -3.440 | <b>0.001</b> | -0.995                       | -0.272 |
| H4-1a | y_fzbackup         | 1.687  | 0.302   | 9.741  | 0.000        | 1.347                        | 2.026  |
| H4-1b | y_abobackup        | 0.510  | 0.087   | 3.413  | 0.001        | 0.217                        | 0.804  |
| H4-3a | a_elastidemandln   | -0.961 | -0.211  | -9.110 | 0.000        | -1.168                       | -0.754 |
| H4-3b | b_elastidemandln   | 0.424  | 0.080   | 3.609  | 0.000        | 0.193                        | 0.654  |
| H4-4a | <b>b_einstpro</b>  | -0.397 | -0.065  | -2.771 | <b>0.006</b> | -0.678                       | -0.116 |
| H4-5  | b_tripsprojahrln   | 0.175  | 0.091   | 3.830  | 0.000        | 0.085                        | 0.264  |

Sig. = Signifikanz;  $p < 0.05$ ; B = Regressionskoeffizient;  $\beta$  = standardisierter Koeffizient; T = t-Test; fett: nicht signifikant in Teilstudie A

Reihenfolge des Variablen-Einschlusses: b\_quality, b\_tempoln, a\_elastidemandln, y\_alter, a\_chfmeanln, y\_bildungen, y\_fzbackup, b\_verfuegtaktln, x\_substja, b\_reisezeitln, b\_elastidemandln, b\_tripsprojahrln, **b\_distanzln**, b\_verfuegh, y\_abobackup, **b\_einstpro**, **y\_berufe**, **x\_tripzweck**

Reihenfolge des Variablen-Ausschlusses: b\_sonsterf, y\_geschlecht, y\_risikoaversion\_geschlecht, z\_perstotalhh, b\_chfmeanln, z\_persmitkind, z\_wohnenhh, x\_typus, y\_einkommenchf, y\_risikoaversion (der Moderationseffekt aus Teilstudie A ist hier nicht signifikant)

Tabelle 6-23: Koeffizienten des optimierten multiplen Regressionsmodells (18 Prädiktoren)

Insgesamt sind die Koeffizienten des vorliegenden Regressionsmodells sehr ähnlich wie jene der Teilstudie A (Tabelle 6-17): Alle Vorzeichen stimmen überein und auch die Größenordnung der Koeffizienten ist vergleichbar: Bei ca. der Hälfte aller unabhängigen Variablen des vorliegenden Modells (H1-2b, H1-3a, H2-1, H3-2, H4-1b, H4-3a, H4-5; Tabelle 6-23) liegen die Koeffizienten sogar im 95%-Konfidenzintervall des Modells aus Teilstudie A (Tabelle 6-17).

### 6.2.3 Ergebnisdiskussion

Die Herangehensweise der Teilauswertung B basiert auf einer alternativen kontingenten Bewertung, wobei der Optionswert des Backup-Modus nicht direkt abgefragt wird. Stattdessen wird die Zahlungsbereitschaft für den Optionspreis analog zu einer (vorgängig fälligen) Versicherungsprämie als Zuschlag pro Weg erhoben. Durch die Erfassung der erwarteten Konsumentenrente aus der Ersatzmodus-Nutzung kann schliesslich der Optionswert indirekt ermittelt werden:  $OV = OP - E(CS)$ . Charakteristisch ist an dieser Herangehensweise, dass die theoretische Optionswert-Definition direkt auf den Transportkontext übersetzt wird. Dadurch wird der theoretisch notwendige «Abgleich» von Optionspreis und Konsumentenrente erfüllt und es sind auch (theoretisch denkbare) negative Optionswerte möglich.

Aus dem Vergleich dieser indirekten Ermittlung mit der direkten Optionswertabfrage wird klar, dass die Herangehensweise zur Validierung taugt. Die Mittelwerte des Gesamtsamples reihen sich oben in die Optionsbewertungen aus Teilstudie A ein (Tabelle 6-21). Dabei stellt sich allerdings die Frage, ob diese tendenziell höhere Bewertung verlässlich ist. Tatsächlich müsste die Subtraktion der erwarteten Konsumentenrente eher zu tieferen Bewertungen führen. Die insgesamt tiefen Konsumentenrenten der Backup-Modi (vgl. Abbildung 6-10) limitieren diesen Effekt jedoch. Sowohl die eher tiefen Konsumentenrenten als auch die hohen Optionsprämien sind möglicherweise durch das Erhebungsdesign bedingt.

Bei der Abfrage von Konsumentenrenten ist denkbar, dass Individuen eher «zu tiefe» Zahlungsbereitschaften nennen – dass sie also in der Realität im konkreten Bedarfsfall durchaus bereit wären, höhere Wegpreise zu bezahlen. Dieses Antwortverhalten könnte einerseits darin begründet sein, dass das abgefragte Szenario nicht konkret vorgegeben wird («Bedarfsfall» wird nicht näher definiert). Andererseits ist es eine Tatsache, dass der bereitstehende Ersatzmodus eben gerade nicht dem präferierten Verkehrsmittel entspricht und die maximale Zahlungsbereitschaft daher etwas tiefer ausfallen dürfte.

Bei den Optionsprämien kann angenommen werden, dass die Auswirkungen eines kleinen Aufpreises pro regelmässigen Weg tendenziell unterschätzt werden – dass in der Realität also eher tiefere Zahlungsbereitschaften vorhanden wären. Diese Vermutung beruht einerseits auf der Beobachtung, dass häufig «runde» Beträge genannt werden. Über das Jahr gesehen resultieren sehr viel höhere Werte, wenn der Einfachheit halber Optionsprämien von z.B. CHF 1 genannt werden statt CHF 0.85. Andererseits ist die Häufigkeit der Normalwege und der Ersatzwege nur bedingt vorhersehbar und muss für eine realistische Abschätzung der Kostenfolge von den Befragten selbst hochgerechnet werden. Hier könnte ein (noch) dynamischeres Befragungsinstrument (z.B. mit automatischen Hochrechnungen) Abhilfe schaffen.

Trotz tendenziell höherer Werte und einiger (vermutlich unbeabsichtigter) Extremwerte erscheinen die Resultate der indirekten Optionsbewertung insgesamt plausibel. Die Vergleichsanalyse auf Ebene der einzelnen Fälle zeigt, dass die Korrelationen der Resultate von Teilstudie A und B hochsignifikant sind (Tabelle 6-24, vgl. auch Abbildung 6-14). Einschränkend muss angemerkt werden, dass für die indirekte Annäherung nicht das gesamte Sample ( $n = 2050$ ) verwendet werden konnte, sondern 13 % der Fälle ( $n = 268$ ) wegen gänzlich unrealistischen oder fehlenden Antworten eliminiert werden mussten. Dies ist jedoch v.a. auf das Erhebungsdesign und die Subtraktions- ( $WTP_{\max b} - P_b$ ) und Multiplikationseffekte ( $n \cdot WTP_{op}$ ) bei vermutlich unsorgfältigen Antworten ( $WTP$ ) zurückführbar.

Da die (nicht-transformierten) Optionswerte keiner Normalverteilung entsprechen, wurde neben der parametrischen Korrelationsanalyse nach Pearson (Abbildung 6-14) mittels SPSS auch die Rangkorrelation nach Spearman ermittelt (Tabelle 6-24). Die stark signifikante ( $p < 0.001$ ) positive Korrelation entspricht nach Cohen einem starken Effekt ( $r > 0.6$ ) und besteht zwischen allen drei Bewertungsstufen von Teilstudie A und Teilstudie B (I «fair», II «teuer», III «zu teuer»).

| <b>KORRELATION:</b>                         |            |                                  | <b>N</b>              | <b>Spearman-</b>   | <b>Sig.</b>       |
|---------------------------------------------|------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| <b>ANNÄHERUNG B UND DIREKTE BEWERTUNG A</b> |            |                                  | <b>(268 Missings)</b> | <b>Korrelation</b> | <b>(2-seitig)</b> |
| <b>Annäherung B<sub>III</sub></b>           | «zu teuer» | <b>Bewertung A<sub>III</sub></b> | 1682                  | 0.605**            | <.001             |
| <b>Annäherung B<sub>II</sub></b>            | «teuer»    | <b>Bewertung A<sub>II</sub></b>  | 1682                  | 0.601**            | <.001             |
| <b>Annäherung B<sub>I</sub></b>             | «fair»     | <b>Bewertung A<sub>I</sub></b>   | 1682                  | 0.632**            | <.001             |

Tabelle 6-24: Korrelationsanalyse (Annäherung via OP-E[CS] versus OV via CVM)

Aufgrund der hohen Korrelation zwischen den indirekt angenäherten Optionswerten von Teilstudie B und den direkt abgefragten Optionswerten von Teilstudie A überrascht es nicht, dass auch die Hypothesenprüfung zu den (möglichen) Prädiktoren des Optionswerts vergleichbar ausfällt. Das Regressionsmodell für die Annäherung II (basierend auf  $OP_{teuer p.a.}$ ) ist mit einem  $R^2$  von 0.42 sogar leicht aussagekräftiger als das optimierte Modell der Teilstudie A ( $OV_{teuer p.a.}$ ). Die in Teilstudie B zusätzlich aufgenommenen, signifikanten ( $p < 0.05$ ) unabhängigen Variablen (Distanz, Zweck, Berufsstand, Einstellung) leisten jedoch nur einen geringen Mehrwert für die inhaltliche Erklärung des Optionswerts.

Alle in Teilstudie A ermittelten unabhängigen Variablen konnten bezüglich deren Signifikanz ( $p < 0.05$ ), Wirkrichtung (Vorzeichen) und Bedeutung (Koeffizienten) bestätigt werden. Aufgrund dieser weitgehend vergleichbaren Resultate (vgl. Tabelle 6-17 mit Tabelle 6-23) wird hier auf eine (erneute) Diskussions der inhaltlichen Hypothesen ( $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ,  $H_4$ ) zum Optionswert verzichtet (s. dazu 6.1.3 mit Tabelle 6-18).

#### 6.2.4 Zwischenfazit

Der Wert von Transportoptionen kann indirekt angenähert werden über die Abfrage der Zahlungsbereitschaft für einen Backup-Zuschlag pro Weg – analog zu einer Versicherungsprämie zur Absicherung eines bereitstehenden Ersatzmodus. Die explorierte Methodik orientiert sich unmittelbar an der theoretischen Definition des Optionswerts. Die Bewertung geschieht indirekt und kann Nutzenkomponenten ex ante (OP) und ex post (CS) annähern bzw. berücksichtigen. Die so ermittelten Optionswerte (Annäherungen I, II, III) stützen die Resultate der direkten Abfrage aus Teilstudie A. Obwohl keine Hinweise vorliegen, dass die methodische Hypothese (H<sub>5-2</sub>) grundsätzlich verworfen werden müsste, sind drei Vorbehalte angebracht:

- Die Methode ist für alle Beteiligten komplizierter als eine direkte kontingente Bewertung des Optionswerts. Um valide und verlässliche Werte für die Optionsprämie pro Weg und die Konsumentenrente des Ersatzmodus zu erhalten, sind mehrere Bewertungen nötig, welche sehr sorgfältig durchgeführt werden müssen. Dies erhöht den Mental Load für die Befragten und die Anzahl potenzieller Missverständnisse. Wenn die notwendige Reflexion seitens Probanden nicht sichergestellt werden kann, fallen die Resultate trotz definitionsgetreuer (und daher komplizierterer) Auslegung insgesamt weniger präzise aus (z.B. unrealistisch hohe und tiefe Werte bei Hochrechnung auf die Jahresfrist; ohne Zusammenhang mit Risikoaversion).
- Die Resultate legen die Vermutung nahe, dass die Zahlungsbereitschaft mit einem Instrument aus vielen kleinen Zuschlägen pro Transaktion (hier: pro Weg) insgesamt höher ausfällt als mit Gebühren pro Periode (z.B. pro Monat). Ob dies dem tatsächlichen Kaufverhalten entspricht («revealed») oder ob es sich dabei um einen Wahrnehmungsbias handelt, müsste separat untersucht werden (vgl. auch Heer, 2018).
- Die Bewertungen zeigen, dass Ersatzmodi kaum Konsumentenrenten generieren. Dies ist insofern nachvollziehbar, als dass es sich bei sekundären Modi um nicht-präferierte Verkehrsmittel handelt und folglich die Zahlungsbereitschaft im Bedarfsfall bei vielen Personen nur gerade dem eigentlichen Preis entspricht. Dieses Erkenntnis kann auch als Argument für die direkte Abfrage von Optionswerten verstanden werden (ohne Berücksichtigung bzw. «Korrektur» der Konsumentenrente).

Als Zwischenfazit lässt sich festhalten, dass die indirekte Ermittlung von Optionswerten über die Abfrage von OP und CS möglich ist und die Ergebnisse der direkten kontingenten Bewertung damit validiert werden, wobei die Werte tendenziell höher ausfallen. So resultiert bei einer Hochrechnung des Samples (mit einem «sicher bezahlten» Mittelwert von CHF 991) ein jährlicher Optionswert von CHF 5.75 Milliarden für die Schweizer Bevölkerung in Arbeit oder Ausbildung (5.8 Mio. Personen; BFS, 2022b, 2022c).

### 6.3 Teilstudie C

Die Teilauswertung C dient als Validierung der Optionsbewertung im Sinn einer Untergrenze. Nach einer kurzen Erläuterung der Vorgehensweise (6.3.1) wird die relevante Hypothese (6.3.2) anhand eines finanzmarktbasierten Frameworks geprüft. Nach der Diskussion der Resultate (6.3.3) wird ein Zwischenfazit zum «lower bound» möglicher Optionsbewertungen im Personentransport in der Schweiz gezogen (6.3.4).

#### 6.3.1 Vorgehensweise

Wie vorgeschlagen (2.2.3) und konzeptualisiert (4.2.2) lassen sich Transportoptionen unter gewissen Annahmen als Finanzoptionen interpretieren. Dabei werden Elemente von Transportmöglichkeiten derart übersetzt (und in die Black-Scholes-Formel eingesetzt), dass eine indirekte Bewertung analog zur Finanzoption möglich ist (vgl. Tabelle 2-3 für Interpretation). Das Modell nach Black-Scholes (1973) erlaubt die finanzmathematische Berechnung von Optionspreisen, wie sie auf realen Märkten typischerweise bezahlt werden. Black und Scholes haben ihre Bewertungsformel anhand grosser Datensätze von Call-Optionen validiert (Black & Scholes, 1973, S. 653), sodass davon ausgegangen werden kann, dass die berechneten Preise den beobachteten Preisen an den Finanzmärkten entsprechen.

|                                                       | <b>Direkte Bewertung der Option</b>                                 | <b>Indirekte Bewertung der Option</b>                                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Eingeholte Antworten zu hypothetischen Märkten</b> | <b>Variante A</b><br>Erkundung mit offener CVM (WTP)                | <b>Variante B</b><br>Berechnung über E(CS) und OP (WTP)                |
| <b>Beobachtetes Verhalten auf realen Märkten</b>      | <b>Variante D (upper bound)</b><br>Kosten von Backup-Mobility-Tools | <b>Variante C (lower bound)</b><br>Simulation mit Black-Scholes-Formel |

Tabelle 6-25: Einordnung der Teilauswertung C (s. auch Tabelle 4-1 mit Diskussion der vier Varianten in 4.2.2)

Diese als Finanzoption simulierte Transportoption wird hier aus mehreren Gründen als absolute Untergrenze möglicher Bewertungen angeführt. Einerseits handelt es sich dabei um eine möglichst rationale Kalkulation der Optionsbewertung, wohingegen es sich beim umweltökonomischen Optionswert per Definition um einen von reiner Rationalität abweichenden Bias der Wahrnehmung handelt (vgl. 2.1.3). Der Optionswert müsste daher – zumindest bei risikoaversen Individuen – tendenziell höher ausfallen. Andererseits kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei der Bewertung einer Transportoption um keine rein finanzielle Risikoabsicherung handelt, sondern dass weitere Motive mitschwingen (vgl. auch Abbildung 1-4). Trotz dieser Vorbehalte soll die finanzökonomische Optionsbewertung hier möglichst präzise simuliert werden. Dazu stehen aus der Erhebung (vgl. Tabelle 4-2) und via Google Maps API (vgl. 5.2.3) detaillierte Informationen zu den individuellen Wegen bereit.

Wie beschrieben (vgl. Tabelle 2-3 sowie 4.2.2.3) müssen zur Übertragung des Black-Scholes-Modells auf den Transportkontext folgende Variablen bzw. Ausprägungen des individuellen, regelmässig zurückgelegten Wegs bekannt sein:

- Spot Price [S]: (Durchschnitts-)Preis des Primärmodus
- Exercise Price [X]: (Normal-)Preis des Sekundärmodus (Backup)
- Volatility [ $\sigma$ ]: Standardabweichung vom Durchschnittspreis (S)
- Time to Expiration [T]: Häufigkeit der Backupnutzung (pro Jahr)

Das Befragungsinstrument erfasst die relevanten Variablen der individuellen Wege zur Arbeit oder Ausbildung (vgl. Tabelle 5-2). Diese können weiter angereichert werden um spezifische Routeninformationen via Google Maps API, welche Distanzen sowie – im Fall von MIV je nach Verkehrslage unterschiedliche – Wegzeiten berechnet (vgl. 5.2.3). Durch das Hinzufügen von Sekundärdaten (BFS, 2017c; TCS, 2021) lassen sich für die verschiedenen (primären und sekundären) Hauptverkehrsmittel Kilometerkostenansätze annähern und damit neben den wahrgenommenen auch effektive Kosten nachberechnen. Zudem kann die Schwankung der Reisezeit wegen unterschiedlichen Verkehrslagen und Verspätungen mittels bekannter Zeitkostenansätze (Weis et al., 2021) monetär quantifiziert werden.

Die verfügbaren Primärdaten und die erwähnten Sekundärdaten erlauben (mindestens) drei Annäherungen (vgl. Tabelle 6-26), welche in ihrer Komplexität und Präzision ansteigend sind:

- I. Berücksichtigung des *genannten Durchschnittspreises* des Primärmodus [S] und des genannten Durchschnittspreises des Sekundärmodus [X]; Interpretation der Preisspanne und der (Zeitkosten der) *genannten Verspätungen* sowie der (erwarteten) Ausfälle als Volatilität [ $\sigma$ ] des Primärmodus (*«stated model»*).
- II. Berücksichtigung des individuell *nachberechneten Preises* des Primärmodus [S] und des individuell nachberechneten Preises des Sekundärmodus [X]; Interpretation der (Zeitkosten der) je nach *Verkehrsszenario* schwankenden Reisezeit (MIV) und der durchschnittlichen Verspätungen sowie (erwarteten) Ausfälle als Volatilität [ $\sigma$ ] des Primärmodus (*«calculated model»*).
- III. Neben den (distanzabhängigen) Wegkosten zusätzlicher Einbezug der (vom Reisezweck und den gewählten Verkehrsmitteln abhängigen) *approximierten Zeitkosten* für die Ermittlung der individuellen Wegkosten mit Primärmodus [S] und Sekundärmodus [X]; Interpretation *aller denkbaren preislichen und zeitlichen Schwankungen* aufgrund verschiedener Verkehrsszenarien als zusätzliche Volatilität [ $\sigma$ ] des Primärmodus (*«weighted model»*).

| Variable                                | Annäherung I «stated»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Annäherung II «calculated»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Annäherung III «weighted»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C</b><br>Option<br>Value             | $C = S \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-rT} \cdot N(d_2),$ <p>mit <math>d_1 = (\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)T) / \sigma\sqrt{T}</math> und <math>d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}</math>,<br/>annualisiert über die Anzahl bzw. Häufigkeit erwarteter Backupnutzungen pro Jahr (C/T)</p>                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>S</b><br>Spot<br>Price               | <p>Durchschnitt des wahrgenommenen bzw. in der Befragung genannten Minimum- und Maximumpreises pro Weg mit dem Primärmodus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a_chfmin</li> <li>▪ a_chfmax</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Nachberechnete Wegkosten mit primärem Hauptverkehrsmittel basierend auf Angaben zu Fahrzeug- und Abobesitz und der berechneten Distanz (Google)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a_hauptvm</li> <li>▪ a_oevklasse</li> <li>▪ a_autonp   a_motonp</li> <li>▪ a_autokm   a_motokm</li> <li>▪ y_halbtax   y_ga   y_zonen   y_strecke</li> <li>▪ g_oevkm   g_fahrradkm   g_mivkm   g_zufusskm</li> </ul> <p>⇒ Kilometerkostensätze</p> | <p>Zusätzliche Einberechnung der Zeitkosten nach Reisezweck und Hauptverkehrsmittel (primär)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a_reisezeit</li> <li>▪ x_tripzweck</li> <li>▪ a_hauptvm</li> <li>▪ a_oevklasse</li> <li>▪ a_autonp   a_motonp</li> <li>▪ a_autokm   a_motokm</li> <li>▪ y_halbtax   y_ga   y_zonen   y_strecke</li> <li>▪ g_oevkm   g_fahrradkm   g_mivkm   g_zufusskm</li> </ul> <p>⇒ Kilometer-/Zeitkostensätze</p>   |
| <b>X</b><br>Exercise<br>Price           | <p>Durchschnitt des wahrgenommenen bzw. in der Befragung genannten Minimum- und Maximumpreises pro Weg mit dem Sekundärmodus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ b_chfmin</li> <li>▪ b_chfmax</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Nachberechnete Wegkosten mit Backup-Hauptverkehrsmittel basierend auf Angaben zu Fahrzeug- und Abobesitz und der berechneten Distanz (Google)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ b_hauptvm</li> <li>▪ b_oevklasse</li> <li>▪ b_autonp   b_motonp</li> <li>▪ b_autokm   b_motokm</li> <li>▪ y_halbtax   y_ga   y_zonen   y_strecke</li> <li>▪ g_oevkm   g_fahrradkm   g_mivkm   g_zufusskm</li> </ul> <p>⇒ Kilometerkostensätze</p>   | <p>Zusätzliche Einberechnung der Zeitkosten nach Reisezweck und Hauptverkehrsmittel (sekundär)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ b_reisezeit</li> <li>▪ x_tripzweck</li> <li>▪ b_hauptvm</li> <li>▪ b_oevklasse</li> <li>▪ b_autonp   b_motonp</li> <li>▪ b_autokm   b_motokm</li> <li>▪ y_halbtax   y_ga   y_zonen   y_strecke</li> <li>▪ g_oevkm   g_fahrradkm   g_mivkm   g_zufusskm</li> </ul> <p>⇒ Kilometer-/Zeitkostensätze</p> |
| <b>v</b><br>Volatility of<br>S (σ) p.a. | <p>Volatilität der Wegkosten mit Primärmodus, basierend auf der wahrgenommenen Preisspanne und den vom Reisezweck abhängigen Zeitkosten der Verspätungen bzw. Ausfälle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a_chfmin</li> <li>▪ a_chfmax</li> <li>▪ x_tripzweck</li> <li>▪ a_hauptvm</li> <li>▪ a_spatschnitt</li> <li>▪ a_spatprozent</li> <li>▪ b_wahrsch</li> <li>▪ a_csx</li> <li>▪ b_verfuegtaktнок</li> </ul> <p>⇒ Zeitkostensätze</p> | <p>Zusätzliche Volatilität von MIV durch Berücksichtigung der vom «Best Guess» abweichenden, simulierten Verkehrsszenarien (Google Maps API)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ g_mivspst</li> <li>▪ g_mivsopt</li> <li>▪ g_mivbest</li> <li>▪ x_tripzweck</li> <li>▪ a_hauptvm</li> <li>▪ a_spatschnitt</li> <li>▪ a_spatprozent</li> <li>▪ b_wahrsch</li> <li>▪ a_csx</li> <li>▪ b_verfuegtaktнок</li> </ul> <p>⇒ Zeitkostensätze</p> | <p>Berücksichtigung aller denkbaren preislichen und zeitlichen Schwankungen als Volatilität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a_chfmin</li> <li>▪ a_chfmax</li> <li>▪ g_mivspst</li> <li>▪ g_mivsopt</li> <li>▪ g_mivbest</li> <li>▪ x_tripzweck</li> <li>▪ a_hauptvm</li> <li>▪ a_spatschnitt</li> <li>▪ a_spatprozent</li> <li>▪ b_wahrsch</li> <li>▪ a_csx</li> <li>▪ b_verfuegtaktнок</li> </ul> <p>⇒ Zeitkostensätze</p>          |
| <b>r</b><br>Risk-free<br>Interst        | <p><b>Risikofreier Zinssatz,</b><br/>für die Schweiz typischerweise Kassazinssatz zehnjähriger Bundesobligationen (vgl. data.snb.ch), hier berechnet als Mittelwert der Rendite per Dezember über die letzten 10 Jahre [r = 0.0654%]</p>                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>T</b><br>Time to<br>Expiration       | <p><b>Zeit zur Ausübung,</b><br/>Dauer in Jahren bis zum Ablauf der Option (hier zwischen 0 und 2 Jahren), hier angenähert via Anzahl Backuptrips pro Gesamttrips p.a. [C_T = b_tripsprojahr/x_tripsprojahr]</p>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Tabelle 6-26: Drei Annäherungen an finanzmathematische Optionsbewertung (vgl. Tabelle 2-3 für Analogie);

Legende: ▪ Inputs aus Primärdatensatz (vgl. Tabelle 5-2) ⇒ Inputs von Sekundärquellen (BFS, 2017c; TCS, 2021; Weis et al., 2021); für detaillierte Berechnung mit SPSS-Syntax: s. Anhang III zu Teilstudie C



Die Tabelle 6-26 detailliert die finanzmathematische Optionsbewertung anhand der drei vorgeschlagenen Annäherungen aus. Nachfolgend werden die einzelnen Formel-Elemente und die Herangehensweisen kurz besprochen (vgl. auch 2.2.3.2 und 4.2.2.3).

- T: Die resultierenden Optionswerte (OV) pro Person werden zwecks Vergleichbarkeit und Aggregation annualisiert. Wenn ein Individuum beispielsweise erwartet, vom Backup-Modus viermal jährlich Gebrauch zu machen, wird der Optionswert mit vier multipliziert. T (Zeit zur Ausübung) beträgt bei dieser Person 0.25 (Jahre). Die Zeit zur Ausübung wird über den Anteil der erwarteten Trips mit Ersatzmodus an der Gesamtzahl der jährlichen Trips auf der individuellen Strecke angenähert. Im genannten Beispiel bedeutet dies, dass diese Person vier Optionsscheine (bzw. «Fahrscheine») benötigt, um ihren jährlichen Backup-Bedarf abdecken zu können.
- r: Da der Wert einer Finanzoption auch vom Zinsniveau abhängig ist, setzt das Black-Scholes-Modell die Kenntnis des risikolosen Zinssatzes voraus. Für die Schweiz dient hier typischerweise der Kassazinssatz von zehnjährigen Bundesanleihen als Orientierungsgrösse (SNB, 2022). Aufgrund des Niedrigzinsumfelds bewegen sich auch langfristige eidgenössische Obligationen wegen deren minimalem Risiko seit vielen Jahren um 0 % oder sogar im negativen Bereich (SNB, 2022). Diese ausserordentliche Situation vermindert den möglichen Wert von Optionen. Für die vorliegende Untersuchung wird mit einem risikolosen Zinssatz von 0.0654 % gerechnet, da dies dem durchschnittlichen Kassazinssatz zehnjähriger eidgenössischer Obligationen über die letzten zehn Jahre entspricht (2012 bis 2021, Mittelwert der Zinssätze vom Dezember des jeweiligen Jahres; vgl. data.snb.ch).
- $\sigma$ : Neben dem Preis des Backupmodus (Ausübungspreis der Option) beeinflussen auch der Preis des Primärmodus und dessen Volatilität die Optionsbewertung. Ein Weg kostet Geld und Zeit, wobei auch Zeit in Geldwert ausgedrückt werden kann. Neben dem eigentlichen Preis des Transports kann auch die nötige Zeit einkalkuliert werden. Dies ist besonders relevant für die Berücksichtigung der Volatilität des Primärmodus. Auch wenn eine Reise (z.B. per Bus) immer gleichviel kostet (z.B. Fahrkarte mit Fixpreis), kann diese aufgrund von Verspätungen im Einzelfall aufwändiger sein als erwartet. Derartige Schwankungen kommen in der Volatilität ( $\sigma$  bzw.  $v$  in der SPSS-Syntax) zum Ausdruck. Die Volatilität steht für die Standardabweichung vom Erwartungswert ( $\mu$ ) und berechnet sich als Wurzel der Varianz. Als Erwartungswert werden die erwarteten Kosten bzw. Zeiten pro Weg unter «normalen Umständen» beigezogen.

Zur Bemessung der Volatilität des Primärmodus können diverse Schwankungsparameter berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 6-26). Basierend auf Informationen aus Befragung und Google Maps API lassen sich die Abweichungen (Delta) vom Erwartungswert ( $x_n - \mu$ ) und deren Häufigkeit ( $n\%$ ) annähern.

$$\sigma = v = \sqrt{\frac{(x_a - \mu)^2 \cdot a\% + (x_b - \mu)^2 \cdot b\% + (x_c - \mu)^2 \cdot c\%}{a\% + b\% + c\%}}$$

Für die vorliegenden Annäherungen wird pro Weg mit drei Szenarien ( $a, b, c$ ) gearbeitet, die bei individuell verschiedener Häufigkeit ( $a + b + c = 100\%$  aller Wege) mit wegspezifischen Abweichungen vom Erwartungswert einhergehen. Die exakte Berechnungslogik wird in der SPSS-Syntax im Anhang III zu Teilstudie C ausgewiesen.

- a % Häufigkeit [a\_spatprozent] von Verspätungen auf dem genannten Weg mit dem Primärmodus und durchschnittliche Dauer bzw. Zeitkosten in Abhängigkeit von Reisezweck und Hauptverkehrsmittel ( $x_a - \mu$ ) → Delta berechnet anhand der Variablen *a\_spatschnitt* («durchschnittliche Dauer der Verspätungen») aus der Befragung.
- b % Häufigkeit [b\_wahrsch] der Nutzung des Sekundärmodus (Backup) und finanzielle sowie zeitliche Kostensteigerung des Primärmodus bei Ausfall bzw. im Verzichtsfall ( $x_b - \mu$ ) → Delta ( $C\_Znicht + C\_Znichtok$ ) berechnet mit der Variablen *a\_csx* («Preis, zu dem auf den Primärmodus verzichtet würde») plus *b\_verfuegtakt nok* («Wartezeit/Taktung, die nicht akzeptabel wäre»); Annahme, dass die Kosten des Primärmodus bei Rückgriff auf den Sekundärmodus die genannte prohibitive Kostenzunahme- und Zeitverzögerungsschwelle mindestens knapp überschreiten.
- c % Häufigkeit [c\_normprozent] der normalen Wege, wobei auch «normale» Reisen gewissen preislichen und zeitlichen Schwankungen unterliegen ( $x_c - \mu$ ) → Delta ( $C\_Zchf + C\_Zpest$ ,  $C\_Zchf + C\_Zopst$ ) berechnet anhand der Spannweite der genannten Preise *a\_chfmin* und *a\_chfmax* bzw. deren Abweichungen vom Mittelwert sowie anhand der Bandbreite der Wegzeiten bzw. der Abweichungen des optimistischen (*g\_mivopst*) und pessimistischen (*g\_mivpest*) Verkehrsszenarios vom «best guess» (*g\_mivbest*) gemäss Simulation via Google Maps API (für MIV).

SIX: Die Wegkosten von Primär- (S) und Sekundärmodus (X) sind in erster Linie abhängig von den Kilometerkosten der jeweiligen Fahrzeuge. Da der Ersatzmodus oft eine langsamere Option darstellt und somit aufwändiger ist, sollte auch die Wegzeit berücksichtigt werden (vgl. Annäherung III, Tabelle 6-26). Nachfolgend werden die Zeit- und Wegkosten für die Ermittlung der drei Annäherungen hergeleitet.

Die *Reisezeitkosten* können quasi als «Opportunitätskosten» der Zeit verstanden werden und sind von verschiedenen Faktoren abhängig – z.B. von Einkommen, Reisezweck, Distanz, Verkehrsmittel, Umweltbedingungen wie Wetter oder Verkehrslage, persönlichen Präferenzen, etc. (Litman, 2018, S. 57). So sind Zeitkosten von MIV in der Regel höher als von ÖV, weil die Zeit im ÖV teils anderweitig genutzt werden kann. Oft werden Reisezeitkosten in Prozent des (Stunden-)Lohns quantifiziert (Litman, 2018, S. 57). Bei der Bewertung von Infrastruktur- oder Service-Verbesserungen spielt der Wert der (gesparten) Reisezeit eine besondere Rolle, weshalb die Einsparungen (Value of Travel Time Savings, VTTS) monetär berechnet werden. Schweizer Zeitkosten können anhand der Stated-Preference-Bewertungen aus dem regelmäßig durchgeführten Mikrozensus Mobilität ermittelt werden, wobei neben der eigentlichen Reisezeit auch Verspätungen, Zu- und Abgangszeiten, Parksuchzeit, Wartezeit, Frequenzen und Umsteigevorgänge spezifisch bewertbar sind (Weis et al., 2021, S. 16–17). Die Tabelle 6-27 weist die aktuell verfügbaren Zeitkosten für die Schweizer Durchschnittsbevölkerung aus (WTP; VTTS in h), welche für die nachfolgende Berechnung der Reisezeit- bzw. Reisekosten-Volatilität zur Anwendung gelangen.

| <b>Modus</b>   | <b>Zweck</b>   | <b>Arbeit</b> | <b>Std. Abw.</b> | <b>Ausbildung</b> | <b>Std. Abw.</b> |
|----------------|----------------|---------------|------------------|-------------------|------------------|
| <b>zu Fuss</b> | Reisedauer (h) | CHF 6.70      | CHF 3.50         | CHF 11.60         | CHF 10.20        |
| <b>Fahrrad</b> | Reisedauer (h) | CHF 7.90      | CHF 3.70         | CHF 8.20          | CHF 4.40         |
| <b>MIV</b>     | Reisedauer (h) | CHF 14.60     | CHF 6.60         | CHF 15.80         | CHF 7.80         |
|                | Verspätung (h) | CHF 23.60     | CHF 11.60        | CHF 22.80         | CHF 12.10        |
| <b>ÖV</b>      | Reisedauer (h) | CHF 12.40     | CHF 3.30         | CHF 13.00         | CHF 3.50         |
|                | Verspätung (h) | CHF 28.50     | CHF 8.20         | CHF 26.80         | CHF 7.90         |

*Tabelle 6-27: Durchschnittliche Schweizer Zeitkostenansätze (2015) nach Reisezweck und Modus, gemessen als Zahlungsbereitschaft zur Reduktion der Reisezeit in Stunden (Weis et al., 2021, S. 17)*

Die *Wegkosten* des primären und sekundären Modus werden im Befragungsinstrument direkt abgefragt. Statt einer spezifischen Zahl wird ein Minimal- und ein Maximalpreis pro Weg erfasst, wobei Schätzungen explizit zulässig sind (vgl. Anhang I). Einerseits dürfte der Preis pro Weg bei manchen Personen tatsächlich schwanken (z.B. je nach Verfügbarkeit von Spartickets im Bahnverkehr), andererseits dürften die präzisen Kosten des Wegs manchen Probanden unbekannt sein (z.B. bei Nutzung eines im Haushalt verfügbaren Zweitautos). In der Diskussion von Optionswerten als «Konstrukt der Wahrnehmung» (vgl. 2.1.3) kann argumentiert werden, dass die Betrachtung «wahrgenommener Preise» ausreichend ist. Da in der vorliegenden Teilstudie allerdings eine möglichst rationale bzw. objektive Bewertung angestrebt wird, werden die effektiven Kosten des Wegs teils nachberechnet (Annäherung II und III, Tabelle 6-26).

Für die Nachkalkulation der Wegkosten werden die in Tabelle 6-28 hergeleiteten Kilometerkostenansätze und die von der Google Maps API für die individuellen Wege und Modi berechneten Distanzen beigezogen.

| Verkehrsmittel             | Pers.km  | Annahmen und Quellen                                                                                                                                       |
|----------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>zu Fuss</b>             | CHF 0.05 | Konservative Berechnung, da Schuhe auch bei Nutzung anderer Modi abgenutzt werden: Schuh à CHF 100 hält für max. 2000 km (vorsichtige Schätzung)           |
| <b>Fahrrad</b>             | CHF 0.08 | Abschreibung, Unterhalt, Zubehör, Versicherung von rund CHF 200 pro Jahr bei einer geschätzten Jahreslaufleistung von 2500 km (Mobxpert, 2018)             |
| <b>E-Bike</b>              | CHF 0.25 | Fixkosten von rund CHF 400 pro Jahr bei einer Jahreslaufleistung von 5000 km; geschätzt rund dreimal höhere variable Kosten als Fahrräder (Mobxpert, 2018) |
| <b>E-Scooter (Sharing)</b> | CHF 1.40 | Basierend auf der typischen Preisstruktur von CHF 1 pro Start und CHF 0.40 pro Minute bei einer Geschwindigkeit von bis zu 20 km/h (vgl. z.B. Tier App)    |
| <b>Motorroller/Mofa</b>    | CHF 0.39 | Hochrechnung basierend auf Kostensätzen eines Mustermofas ohne Berücksichtigung von Steuern, Abgaben und Versicherungen (BFS, 2017c, S. 8)                 |
| <b>Motorrad</b>            | CHF 1.00 | Kilometerkosten des Schweizer Durchschnittsmotorrads (CHF 12 000 Neupreis und 10 000 km pro Jahr); ohne Unfallkosten (BFS, 2017b)                          |
| <b>Auto (Besitz)</b>       | CHF 0.72 | Kilometerkosten des Schweizer Durchschnittsautos (CHF 35 000 Neupreis und 15 000 km pro Jahr); Annahme hier: eine Person im Auto (TCS, 2021)               |
| <b>Auto (Sharing)</b>      | CHF 0.75 | Basierend auf der typischen Preisstruktur von CHF 0.55 bis CHF 0.95 pro km und CHF 2 bis CHF 4 pro Stunde; hier Durchschnittsauto (vgl. z.B. mobility.ch)  |
| <b>Mitfahrgelegenheit</b>  | CHF 0.35 | Kilometerkosten des Schweizer Durchschnittsautos (CHF 35 000 Neupreis und 15 000 km pro Jahr); Annahme hier: zwei Personen im Auto (TCS, 2021)             |
| <b>Taxi/Uber</b>           | CHF 5.00 | Mittlere Kilometerkosten von Schweizer Taxis mit Grundgebühren von CHF 6.50 plus CHF 3 bis CHF 5 pro km (Taxirechner, 2022)                                |
| <b>Bus/Postauto</b>        | CHF 0.34 | Leistung der Verkehrsnutzenden pro Personenkilometer per Autobus gemäss nationaler Statistik der Kosten und Finanzierung des Verkehrs (BFS, 2015a)         |
| <b>Tram/Strassenbahn</b>   | CHF 0.44 | Leistung der Verkehrsnutzenden pro Personenkilometer per Tram gemäss nationaler Statistik der Kosten und Finanzierung des Verkehrs (BFS, 2015a)            |
| <b>Zug/Bahn</b>            | CHF 0.40 | Ungefähre Kilometerkosten zum Normalpreis (vgl. sbb.ch); nationale Statistik: CHF 0.20 pro km, da viele km mit Rabatt-Abos gefahren werden (BFS, 2017b)    |

Tabelle 6-28: Durchschnittliche Schweizer Personenkilometerkostensätze pro Verkehrsmittel

Da bei MIV (v.a. Autos und Motorräder) die Fahrzeugwerte und die daraus resultierenden Kilometerkosten stark variieren, müssen diese sinnvollerweise auf Einzelfallebene kalkuliert werden. Aufgrund von Abschreibungen und Wertminderungen von ca. 10% des Neupreises pro Jahr (bei linearer Abschreibung in den ersten vier Jahren eher zu tief, ab dem sechsten Jahr eher zu hoch) sind der Neupreis und die Jahresfahrleistung zentrale Variablen der Kostenrechnung (TCS, 2021). Als Berechnungsgrundlage kann der jährlich aktualisierte Kostenrechner des TCS beigezogen werden, welcher sowohl für Autos als auch Motorräder präzise Berechnungen erlaubt (TCS, 2021). Auch dieser Aspekt der Berechnungslogik wird in der SPSS-Syntax im Anhang III zu Teilstudie C abgebildet.

Die Tabelle 6-29 zeigt die Berechnungslogik (nach TCS, 2021) und die fixen bzw. durchschnittlichen Kosten, welche in die Ermittlung der einzelfallbasierten Kilometerkosten von Autos und Motorrädern einfließen.

| Verkehrsmittel             |          | Auto                                                | Motorrad                                            | Erläuterung                                                                                                                                 |
|----------------------------|----------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Katalogpreis</b>        | CHF      | ▪ a_autonp<br>▪ b_autonp                            | ▪ a_motonp<br>▪ b_motonp                            | Durchschnittsauto im Jahr 2021: CHF 35 000;<br>Durchschnittsmotorrad im 2021: CHF 12 000                                                    |
| <b>Jahreskilometer</b>     | km       | ▪ a_autokm<br>▪ b_autokm                            | ▪ a_motokm<br>▪ b_motokm                            | Durchschnittsfahrleistung Auto p.a.: 15 000 km<br>Durchschnittsfahrleistung Moto p.a.: 10 000 km                                            |
| <b>Treibstoffpreis</b>     | CHF/l    | 1.70                                                | 1.70                                                | Durchschnittspreis für 2021 (BFS, 2022a)                                                                                                    |
| <b>Treibstoffverbrauch</b> | l/100 km | 7.3                                                 | 5.5                                                 | Durchschnittsverbrauch 2021 (TCS, 2021)                                                                                                     |
| <b>Absolute Fixkosten</b>  | CHF p.a. | 3400                                                | 2300                                                | Garage für CHF 1560 (Auto) bzw. 300 (Moto);<br>Steuern und Versicherungen (CHF im Mittel)                                                   |
| <b>Relative Fixkosten</b>  | CHF p.a. | autonp • 9 %                                        | motonp • 10 %                                       | Abschreibung von 9 % (Auto) bzw. 10 % (Moto),<br>Kapitalverzinsung gegenwärtig vernachlässigbar                                             |
| <b>Variable Kosten</b>     | CHF/km   | autonp • auto-<br>km • 0.0002 % +<br>autokm • 0.212 | motonp • moto-<br>km • 0.0002 % +<br>motokm • 0.631 | Wertverminderung von 2 % pro 10 000 km<br>(linear: zunächst eher zu klein, dann zu gross);<br>+ Treibstoff, Reifen, Reparaturen (im Mittel) |
| <b>Gesamtkosten</b>        | CHF p.a. | 10 768                                              | 10 041                                              | Durchschnittsfahrzeug in der Schweiz (2021)                                                                                                 |
| <b>Kilometerkosten</b>     | CHF/km   | 0.72                                                | 1.00                                                | Durchschnittsfahrzeug in der Schweiz (2021)                                                                                                 |

Tabelle 6-29: Logik der Kostenberechnung mit individuellen Autos und Motorrädern, basierend auf TCS (2021);  
Legende: ▪ Inputs aus Primärdatensatz für fallbasierte Berechnung (a\_ als primärer, b\_ als sekundärer Modus)

Die nachkalkulierten Zeit- und Kilometerkosten der Wege könnten fast beliebig präzisiert werden. Mit Blick auf die individuellen Pendelwege liessen sich die einzelnen Etappen von (multimodalen) Reisen mit Zugangszeiten, Wartezeiten und Umsteigevorgängen speziell berücksichtigen. Zudem könnten Höhendifferenzen zwischen Start- und Endpunkt und weitere Parameter der Wegstrecke einbezogen werden. Auch gewisse Umweltbedingungen wie Saisonalitäten und Wetterverhältnisse liessen sich berücksichtigen. Mit Blick auf die benutzten Fahrzeuge wären ebenfalls Präzisierungen möglich. Autokosten könnten detaillierter nach Fahrzeugzustand, Antriebsart und Verbrauch berechnet werden. Öffentliche Verkehrsmittel liessen sich anhand qualitativer Charakteristika wie Fahrzeugausstattungen oder auch Auslastungszahlen noch differenzierter bewerten. Der Fokus der vorliegenden Teilstudie liegt jedoch nicht auf Einzelfallebene, sondern auf Ebene der (arbeitstätigen) Gesamtbevölkerung der (Deutsch-)Schweiz. Da das nachfolgend ausgewertete Sample repräsentativ ist (vgl. 5.3), sind die einberechneten Durchschnittswerte (Tabelle 6-27, Tabelle 6-28, Tabelle 6-29) hinreichend für verlässliche Aussagen auf Ebene der Gesamtpopulation und relevanter Subgruppen.

### 6.3.2 Hypothesenprüfung

Die dritte methodische Hypothese besagt, dass der Wert von Transportoptionen indirekt angenähert werden kann, indem diese analog zu einer Finanzoption (mittels Black-Scholes-Formel) modelliert werden. So ist eine «rationale» Annäherung an die Untergrenze möglicher Optionsbewertungen möglich, die auf der Bewertung von Transaktionen beruht, wie sie auf realen (Finanz-)Märkten geschehen. Anhand des repräsentativen Samples wird die Herangehensweise nachfolgend geprüft (vgl. auch SPSS-Syntax im Anhang III).

Wie dargelegt (6.3.1) werden zur Prüfung der Hypothese drei mögliche Annäherungen berechnet (vgl. Tabelle 6-26). Diese unterliegen unterschiedlichen Komplexitätsgraden und Annahmen bezüglich der Konstitution von Preisniveaus ( $S$  und  $X$ ) und Volatilitäten ( $\sigma$  bzw.  $v$ ). Zunächst werden nur die genannten Preise und Verspätungen einbezogen (Annäherung I). Anschliessend werden die Kosten von Primär- und Sekundärmodus sowie die zeitlichen Schwankungen auf der jeweiligen Strecke nachkalkuliert (Annäherung II). Zuletzt werden bei den Wegkosten auch die Zeitkosten gemäss Reisezweck und Verkehrsmittel einbezogen sowie alle denkbaren preislichen und zeitlichen Schwankungen auf den genannten Wegen berücksichtigt (Annäherung III). Deskriptive Statistiken dieser drei Annäherungen finden sich in Tabelle 6-30. Nachfolgend werden die drei Näherungsrechnungen einzeln präsentiert, bevor die Ergebnisse diskutiert werden (6.3.3).

| Statistik                  | Annäherung C <sub>I</sub>                                                                                                             | Annäherung C <sub>II</sub>                                                                                         | Annäherung C <sub>III</sub>                                                            |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Beschrieb</b>           | « <i>stated</i> »<br>Wahrgenommene Preise von Primär- und Sekundärmodus und Volatilität des Primärmodus (Zeitkosten der Verspätungen) | « <i>calculated</i> »<br>Nachkalkulierte Preise von Primär- und Sekundärmodus und Volatilität (inkl. Verkehrslage) | « <i>weighted</i> »<br>Primär- und Sekundärmodus inkl. Zeitkosten und max. Volatilität |
| <b>Mittelwert</b>          | <b>CHF 35.00</b>                                                                                                                      | <b>CHF 50.30</b>                                                                                                   | <b>CHF 64.60</b>                                                                       |
| <b>Standardabweichung</b>  | CHF 179.91                                                                                                                            | CHF 201.61                                                                                                         | CHF 256.89                                                                             |
| <b>Maximum</b>             | CHF 3180.02                                                                                                                           | CHF 2791.26                                                                                                        | CHF 3465.89                                                                            |
| <b>3. Quartil</b>          | CHF 6.64                                                                                                                              | CHF 17.91                                                                                                          | CHF 14.12                                                                              |
| <b>2. Quartil (Median)</b> | <b>CHF 0.50</b>                                                                                                                       | <b>CHF 3.08</b>                                                                                                    | <b>CHF 0.74</b>                                                                        |
| <b>1. Quartil</b>          | CHF 0.00                                                                                                                              | CHF 0.21                                                                                                           | CHF 0.00                                                                               |
| <b>Minimum</b>             | CHF 0.00                                                                                                                              | CHF 0.00                                                                                                           | CHF 0.00                                                                               |
| <b>N (Missing)</b>         | 1886 (164)                                                                                                                            | 1819 (231)                                                                                                         | 1773 (277)                                                                             |

Tabelle 6-30: Statistiken der Annäherungen des jährlichen Optionswerts über die Gesamtpopulation ( $n = 2050$ )

Aus der vorliegenden (quasi finanzmathematischen) Auswertung wird ersichtlich, dass die bereitstehenden Ersatzmodi im Durchschnitt einen rein rechnerischen Optionswert von bis zu CHF 65 haben (Annäherung III). Wenn die unterschiedlichen Zeitwerte der verschiedenen Verkehrsmittel unberücksichtigt bleiben, liegt der Mittelwert etwas tiefer (CHF 50), wobei die Verteilung über das Sample hinweg etwas weniger extrem ausfällt (Annäherung II). Während sich die berechneten Mittelwerte an das untere Ende der Resultate aus der kontingenten Bewertung anschliessen, fallen die Medianwerte klar ab (CHF 3.05 bzw. CHF 0.73; Tabelle 6-31).

| <b>GESAMTSAMPLE</b>        | <b>Annäherung C<sub>II</sub></b> | <b>Annäherung C<sub>III</sub></b> | <b>Bewertung A<sub>I</sub></b> | <b>Bewertung A<sub>II</sub></b> |
|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>Mittelwert (Median)</b> | <b>CHF 50 (3.08)</b>             | <b>CHF 65 (0.74)</b>              | <b>CHF 267 (120)</b>           | <b>CHF 549 (180)</b>            |

Tabelle 6-31: Ergebnis-Vergleich von kontingenter Bewertung und Annäherungen auf Ebene «Gesamtsample»

Ein detaillierterer Blick auf die Verteilung der mit Black-Scholes-Modell generierten Optionswerte zeigt, dass eine Vielzahl der Werte nah bei null liegt (vgl. Abbildung 6-15). Wenn alle Individuen mit einem Optionswert von CHF 0 (bzw. Optionswert < CHF 0.01 p.a.) exkludiert werden (Annäherung I: 677 Ausschlüsse; Annäherung II: 307 Ausschlüsse; Annäherung III: 573 Ausschlüsse) erhöhen sich die Medianwerte deutlich auf CHF 3.41 (Annäherung I) bzw. CHF 5.38 (Annäherung II) und CHF 4.92 (Annäherung III). Ein Viertel der verbleibenden Individuen hat dann einen jährlichen Optionswert von mind. CHF 19.89 (Annäherung I) bzw. mind. CHF 25.48 (Annäherung II) und CHF 39.98 (Annäherung III). Die «Nullwerte» (Optionswerte < CHF 0.01 p.a.) dürfen allerdings nicht als «Missing» interpretiert werden. Die erhöhte Zahl echter «Missing Values» (vgl. Tabelle 6-30) erklärt sich durch die (ansteigende) Komplexität der Berechnung mit vielen Inputvariablen (Tabelle 6-26), wovon nur eine fehlend oder fehlerhaft sein muss, um die Annäherungsrechnung zu verunmöglichen.

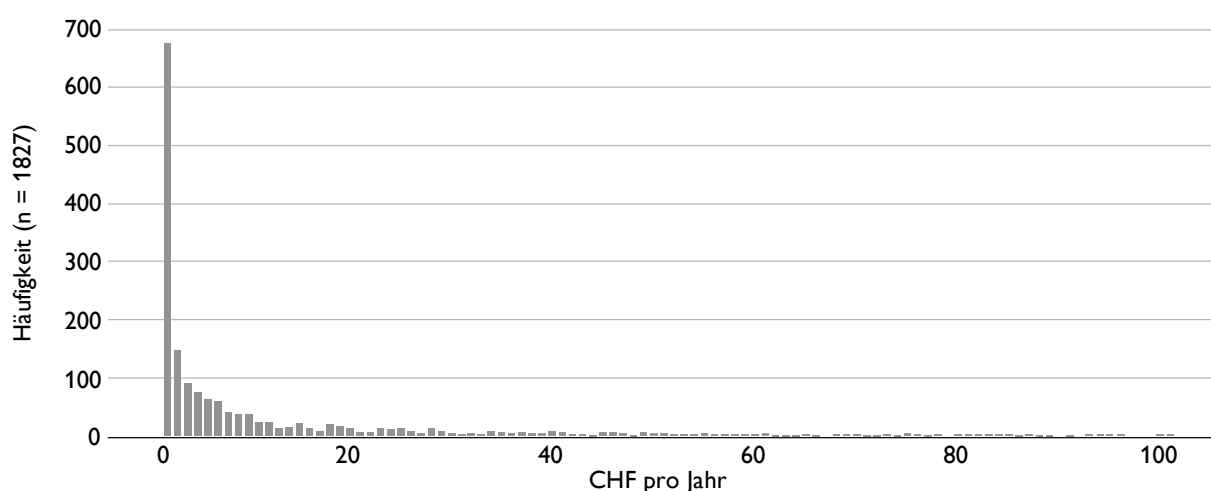


Abbildung 6-15: Verteilung der anhand Black-Scholes modellierten Optionswerte pro Person und Route p.a. (Daten der Annäherung II mit Median von CHF 3.05; Annäherung I und Annäherung III sind noch extremer)

Für das vorliegende Sample generiert das Black-Scholes-Modell in 56 % (Annäherung I) bzw. 20 % (Annäherung II) und 47 % (Annäherung III) aller gültigen Fälle einen Optionswert von weniger als CHF 0.01 pro Jahr. Dass eine Mehrheit der Personen keinen bzw. einen minimalen Optionswert hat, ist jedoch kein Fehler, sondern entspringt der Logik des Modells. Der resultierende Wert einer Option ist dabei von fünf Variablen abhängig:

- T: Einerseits ist eine Option weniger wertvoll, wenn die Laufzeit kürzer ist. Andererseits sind viele solcher Optionsscheine nötig, wenn eine Person mehrmals jährlich auf ein Backup zurückgreift. Eine Option mit minimalem Wert kumuliert sich jedoch auch bei regelmässiger Nutzung nicht zu einem hohen Jahreswert. Da die Häufigkeit der Optionsnutzung über das Sample hinweg sehr unterschiedlich ist, leistet dieses Element keinen eindeutigen Beitrag zur Erklärung der allgemein tiefen Optionswerte.
- r: Das Niedrigzinsumfeld führt dazu, dass die Optionsbewertung kaum positiv beeinflusst wird vom Zinsniveau. Der tiefe risikolose Zinssatz bietet damit einen kleinen Beitrag zur Erklärung der tiefen Optionswerte (vgl. Black-Scholes-Formel).
- $\sigma$ : Die Volatilität ist abhängig von verschiedenen Faktoren (vgl. Tabelle 6-26) und fällt sehr unterschiedlich aus. Es gibt Individuen mit verlässlichen Pendelwegen und minimaler Volatilität des primären Modus und andere mit sehr starken Schwankungen. Die Volatilitäten sind bei Annäherung I und II recht gleichmässig zwischen 1 % und 100 % verteilt, wodurch sich ein hoher Median von 52 % (Annäherung I) bzw. 60 % (Annäherung II) ergibt. Da bei Annäherung III auch die Zeitkosten berücksichtigt werden, ergibt sich ein höherer Erwartungswert, wodurch die relative Volatilität etwas geringer ausfällt (22 % im Median). Insgesamt liegen die simulierten Volatilitäten mehrheitlich im plausiblen Bereich (vgl. Abbildung 6-16). Die Verteilung stellt sich leicht rechtsschief dar, wobei rund 6 % des Samples keine Volatilität (0 %) und rund 12 % sehr hohe Volatilitäten aufweisen (>100 %). Es deutet folglich wenig darauf hin, dass die vielen tiefen Optionswerte auf fehlende Volatilität zurückzuführen sind.

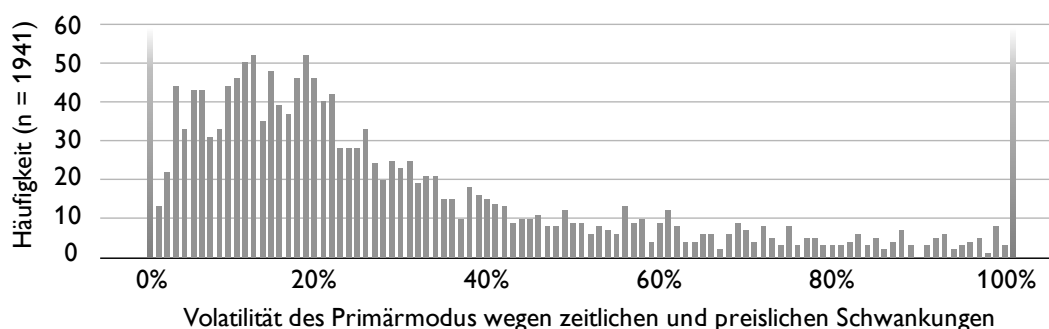


Abbildung 6-16: Verteilung der Volatilitäten (zwischen 1 % und 100 %) gemäss der Annäherung III (6 % des Samples haben eine Volatilität von 0 %, 12 % des Samples haben gar über 100 % Volatilität)



SIX: Basierend auf der Evaluation der übrigen Modell-Elemente müssen sich die tiefen Optionswerte hauptsächlich über die Kosten des primären (S) und sekundären (X) Modus bzw. über deren Verhältnis erklären lassen. Tatsächlich ist der Optionswert nach Black-Scholes (bei moderater Volatilität) minimal oder null, sobald der Preis des Backups höher liegt als der Preis des Primärmodus. Dass genau dies bei rund der Hälfte aller ausgewerteten Wege der Fall ist, überrascht keineswegs, sondern deutet vielmehr auf die Validität der Bewertungen hin: Wenn ein Individuum längerfristig die (finanziell und zeitlich) aufwändigere Transportmöglichkeit nutzen würde, wäre dies ökonomisch unvernünftig. Der Kostenvergleich von primärem und sekundärem Modus zeigt, dass diese bei allen drei Annäherungen jeweils nahe beieinander liegen und die Wege mit Backup-Modus (X) im Durchschnitt teurer sind (Tabelle 6-32).

| Statistik        | Annäherung I<br>«stated»                                                |                | Annäherung II<br>«calculated»                                    |                | Annäherung III<br>«weighted»                                    |                |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------|----------------|
|                  | Basierend auf genannten<br>bzw. geschätzten Kosten<br>des Wegs (Survey) |                | Basierend auf nachbe-<br>rechneten Wegkosten<br>(via Google API) |                | Basierend auf nachbe-<br>rechneten Wegkosten<br>plus Zeitkosten |                |
| Kosten (CHF)     | S <sub>1</sub>                                                          | X <sub>1</sub> | S <sub>2</sub>                                                   | X <sub>2</sub> | S <sub>3</sub>                                                  | X <sub>3</sub> |
| Mittelwert       | 11.54                                                                   | 12.64          | 12.99                                                            | 19.35          | 26.11                                                           | 35.16          |
| Standardabw.     | 15.60                                                                   | 17.32          | 33.78                                                            | 61.72          | 37.82                                                           | 61.60          |
| Maximum          | 122.00                                                                  | 122.00         | 802.17                                                           | 990.73         | 825.77                                                          | 847.41         |
| 3. Quartil       | 14.00                                                                   | 15.00          | 14.69                                                            | 14.69          | 32.30                                                           | 39.66          |
| 2. Q. (Median)   | 6.50                                                                    | 6.50           | 6.05                                                             | 4.56           | 18.64                                                           | 21.36          |
| 1. Quartil       | 2.50                                                                    | 2.00           | 1.64                                                             | 1.28           | 9.07                                                            | 9.28           |
| Minimum          | 0.00                                                                    | 0.00           | 0.00                                                             | 0.00           | 0.12                                                            | 0.12           |
| N (2050 = 100 %) | 2010                                                                    | 2012           | 1945                                                             | 1943           | 1944                                                            | 1909           |

Tabelle 6-32: Kosten der Wege mit Primärmodus (S) und Sekundärmodus (X); ohne Extreme (Maxima)

Annäherung I basiert auf den von den Individuen geschätzten Kosten ihrer regelmässigen Wege mit Primär- und Sekundärmodus. Nach einer Inspektion aller Extremwerte und der Betrachtung der zugehörigen Start- und Endpunkte wurden Antworten von über CHF 150 pro Weg aus Qualitätsgründen ausgeschlossen. Die Bandbreite der Kosten zwischen CHF 0 und CHF 122 erklärt sich mit den unterschiedlichen Distanzen und den verschiedenen Fortbewegungsarten. Die Annäherungen II und III haben eine etwas grössere Preisspanne, wobei auch dort Extremwerte (jenseits von CHF 1000) aus dem Sample eliminiert wurden. Derartige Summen sind unrealistisch, da teurer als jede denkbare Fortbewegungsart innerhalb des untersuchten Raums (Schweiz bzw. Deutschschweiz; vgl. auch Abbildung 5-4).

*Annäherung II* beruht auf den nachkalkulierten Wegkosten basierend auf den Informationen aus der Befragung (Start- und Zielpunkt, Verkehrsmittel), aus der Google API (Distanzberechnung pro Modus) und aus Sekundärdaten (Kilometerkosten pro Verkehrsmittel). Der Vergleich mit *Annäherung I* zeigt, dass die nachberechneten Kosten den genannten Kosten sehr nahekommen. Dies deutet einerseits darauf hin, dass die Nachkalkulation in der vorgeschlagenen Granularität verlässliche Resultate auf aggregierter Ebene produziert. Andererseits ist dies auch ein Indiz dafür, dass die meisten Individuen – insbesondere beim Primärmodus – ein gutes Bewusstsein bezüglich der tatsächlichen Mobilitätskosten haben (vgl.  $S_1$  mit  $S_2$  in Tabelle 6-32). Dass die Quartil-Werte der nachberechneten Kosten der Sekundärmodi etwas tiefer liegen als die genannten Kosten (vgl.  $X_1$  mit  $X_2$ ), ist möglicherweise dadurch erklärbar, dass die Kosten des Sekundärmodus weniger bekannt sind und eher zu hoch eingeschätzt werden. Dass die Wahl des Primärmodus trotz teils günstigerem Sekundärmodus nicht irrational ist, zeigt sich in *Annäherung III*.

*Annäherung III* berücksichtigt zusätzlich zu den Wegkosten von *Annäherung II* auch die Zeitkosten nach Reisezweck und Verkehrsmittel (Zeitwert). Dabei zeigt sich deutlicher als bei *Annäherung I* und *Annäherung II*, dass der Backupmodus aufwändiger ist (vgl.  $S_3$  mit  $X_3$  in Tabelle 6-32). Unter Berücksichtigung der Zeitwerte und der oft langsameren bzw. längeren Backup-Reisen wird ersichtlich, dass der Primärmodus trotz teils höherer Preise die optimale bzw. günstigste Wahl darstellt. Als Folge dessen, dass der Ersatzmodus (X) meist gleich teuer oder teurer ist, fallen bei diesen Fällen nur geringe Optionswerte an. Die Auswertung der Optionswerte nach Verhältnis von X zu S bestätigt dies (Tabelle 6-33). Eine Analyse nach Modus-Kombination (primär zu sekundär) stützt diese Erkenntnis zusätzlich (Tabelle 6-34).

| Relation:               | <b>X &gt; S</b><br>(X über 10 % grösser) | <b>X ≈ S</b><br>(bis ± 10 %) | <b>X &lt; S</b><br>(X über 10 % kleiner) |
|-------------------------|------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Mittelwert</b>       | <b>CHF 1.35</b>                          | <b>CHF 14.28</b>             | <b>CHF 201.38</b>                        |
| <b>Standardabw.</b>     | CHF 7.17                                 | CHF 34.14                    | CHF 432.71                               |
| <b>Maximum</b>          | CHF 132.61                               | CHF 318.26                   | CHF 3465.89                              |
| <b>3. Quartil</b>       | CHF 0.22                                 | CHF 12.04                    | CHF 166.47                               |
| <b>2. Q. (Median)</b>   | <b>CHF 0.00</b>                          | <b>CHF 2.86</b>              | <b>CHF 39.39</b>                         |
| <b>1. Quartil</b>       | CHF 0.09                                 | CHF 0.96                     | CHF 9.62                                 |
| <b>Minimum</b>          | CHF 0.00                                 | CHF 0.00                     | CHF 0.08                                 |
| <b>N (2050 = 100 %)</b> | <b>1035</b>                              | <b>256</b>                   | <b>589</b>                               |

Tabelle 6-33: Gruppierte Auswertung der Optionswerte von *Annäherung III*; Gruppierung basierend auf Relation der Kosten (Zeit und Geld) von Primärmodus (S) zu Sekundärmodus (X)

Aus der Analyse einzelner Modell-Komponenten wird klar, dass hohe Optionswerte insbesondere dann zustande kommen, wenn der Backup-Modus günstiger erhältlich ist als der Primärmodus (Tabelle 6-33). Wenn der Sekundärmodus (leicht) teurer oder gleich teuer ist, resultieren nur sehr geringe Optionswerte. Da die Kosten neben zeitlichen Faktoren primär vom Kilometerpreis des jeweiligen Hauptverkehrsmittels abhängig sind (vgl. Tabelle 6-28), ist die Auswertung nach Modus-Kombination aufschlussreich (Tabelle 6-34; vgl. Abbildung 5-41). Um die grundsätzliche Eignung der Black-Scholes-Methodik für den Transportkontext genauer zu prüfen, werden deren Resultate mit den annualisierten Ergebnissen der kontingenten Bewertung verglichen. Aus der Bewertung der Teilstudie A werden jene Werte einbezogen, die «mit Sicherheit bezahlt würden» (Bewertung  $A_I$  «fair»). Aus der Black-Scholes-Modellierung werden die Resultate von Annäherung III benutzt, da diese am detailreichsten ist und neben den preislichen auch die zeitlichen Komponenten berücksichtigt.

| Gruppe: | Mittelwerte (sortiert nach Delta)            |                          | Anzahl       | Annäherung | Faktor | Bewertung    |
|---------|----------------------------------------------|--------------------------|--------------|------------|--------|--------------|
|         | Hauptverkehrsmittel-Kombination              |                          | n            | $C_{III}$  | →      | $A_I$ «fair» |
|         | Primärmodus – Sekundärmodus                  |                          | 2050 (100 %) | Ø CHF p.a. | ×      | Ø CHF p.a.   |
| 1)      | Fahrrad                                      | Bus/Postauto             | 39 (2 %)     | 0.16       | × 1448 | 232.62       |
|         | Bahn                                         | Taxi                     | 25 (1 %)     | 0.15       | × 1337 | 197.76       |
|         | Auto                                         | Motorrad                 | 21 (1 %)     | 0.15       | × 1179 | 175.49       |
|         | E-Bike                                       | Auto                     | 23 (1 %)     | 1.41       | × 328  | 462.26       |
|         | Fahrrad                                      | Auto                     | 20 (1 %)     | 11.39      | × 61   | 691.83       |
| 2)      | Bahn                                         | Auto                     | 220 (11 %)   | 14.81      | × 28   | 411.93       |
|         | Auto                                         | Carsharing/Leihfahrzeug  | 29 (1 %)     | 19.41      | × 21   | 417.10       |
|         | Bahn                                         | Carsharing/Leihfahrzeug  | 22 (1 %)     | 15.58      | × 12   | 192.00       |
|         | Auto                                         | Bus/Postauto             | 186 (9 %)    | 31.79      | × 9    | 301.11       |
|         | Auto                                         | Zweitauto                | 120 (6 %)    | 39.12      | × 9    | 332.56       |
|         | Bahn                                         | Bahn (alternative Linie) | 87 (4 %)     | 38.55      | × 8    | 304.65       |
|         | Bahn                                         | Bus/Postauto             | 62 (3 %)     | 37.33      | × 6    | 239.63       |
|         | Auto                                         | Bahn                     | 356 (17 %)   | 40.04      | × 6    | 254.33       |
|         | Auto                                         | Tram/Strassenbahn        | 26 (1 %)     | 70.78      | × 6    | 392.08       |
|         | Auto                                         | Automitfahrt             | 65 (3 %)     | 92.81      | × 5    | 440.86       |
|         | Bahn                                         | Automitfahrt             | 69 (3 %)     | 70.16      | × 4    | 297.39       |
| 3)      | Tram                                         | Fahrrad                  | 23 (1 %)     | 88.33      | × 2    | 138.27       |
|         | Auto                                         | E-Bike                   | 52 (3 %)     | 456.98     | × 0.4  | 172.62       |
|         | Auto                                         | Fahrrad                  | 30 (1 %)     | 738.59     | × 0.1  | 91.80        |
|         | Auto                                         | zu Fuss                  | 33 (2 %)     | 193.16     | ×      | 0.00         |
|         | Bus/Postauto                                 | zu Fuss                  | 24 (1 %)     | 65.86      | ×      | 0.00         |
|         | Fahrrad                                      | zu Fuss                  | 32 (2 %)     | 1.33       | ×      | 0.00         |
| 4)      | Sonstige Kombinationen (< 1 % der Nennungen) |                          | 486 (24 %)   | 58.67      | × 3    | 197.36       |

Tabelle 6-34: Resultat-Vergleich von Annäherung und kontingenter Bewertung nach «Modus-Kombination»; sortiert nach relativer Abweichung zw. Mittelwerten der kontingenten Bewertung und der Annäherung  $C_{III}$

Wie erwartet zeigt der Vergleich der Mittelwerte aller errechneten Optionswerte pro Modus-Kombination (Tabelle 6-34, hervorgehobene Spalte), dass diese tendenziell hoch ausfallen, wenn der Backupmodus aus einem eher günstigen Fortbewegungsmittel besteht (Gruppe 3: E-Bike, Fahrrad, zu Fuss). Wenn Primär- und Sekundärmodus ähnlich teuer sind (Gruppe 2: z.B. Zweitauto oder Bus statt Auto), nehmen die approximierten Optionswerte eine mittlere Höhe an. Wenn der Weg mit Backup klar teurer ausfällt (Gruppe 1: z.B. Wechsel von Fahrrad auf Bus oder von Bahn auf Taxi), hat diese Option nur einen sehr geringen Wert.

Interessanterweise widerspiegelt sich dies auch im Abgleich von kontingenter Bewertung aus Teilstudie A und Annäherung. Der «Diskrepanz-Faktor» zwischen dem durchschnittlichen Optionswert der Annäherung mit Black-Scholes-Modell und dem durchschnittlichen Optionswert aus CVM hängt mit der Modus-Kombination zusammen (vgl. Faktor in Tabelle 6-34). Die identifizierbaren Gruppen auf Ebene der Modus-Kombinationen lassen sich folgendermassen beschreiben (vgl. Nummerierung der Gruppen in Tabelle 6-34):

- 1) Der mit Black-Scholes-Formel errechnete Mittelwert weicht bei Modus-Kombinationen von 6 % des Samples ( $n = 128$ ) sehr stark vom Mittelwert der kontingenten Bewertung ab. Die Annäherung beträgt nur einen Bruchteil und ist im Mittel 61- bis mehrere 100-mal kleiner. Dies erklärt sich dadurch, dass der Sekundärmodus im Vergleich zum Primärmodus deutlich teurer ist und folglich nur sehr geringe Optionswerte resultieren (z.B. Auto statt Fahrrad oder Taxi statt Bahn).
- 2) Bei Modus-Kombinationen von rund 60 % des Samples ( $n = 1242$ ) fällt die Annäherung um Faktor 4 bis Faktor 28 kleiner aus als die kontingente Bewertung. Es fällt auf, dass dies insbesondere bei der Kombination von zwei «ebenbürtigen» Modi, also von Hauptverkehrsmitteln mit ähnlichen Kilometerkosten und Geschwindigkeiten der Fall ist (z.B. Auto und Bus oder Auto und Zweitauto).
- 3) Bei der Modus-Kombination von rund 10 % des Samples ( $n = 194$ ) liegt der errechnete Mittelwert ähnlich hoch oder sogar höher als der Mittelwert der kontingenten Bewertung. Dieser Unterschied zwischen den Mittelwerten gemäss kontingenter Bewertung und Annäherung entsteht, da Langsamverkehr (Fahrrad, zu Fuss) meist als «gratis» betrachtet wird (weshalb auch keine Zahlungsbereitschaft im Sinn einer Optionsbewertung resultiert), während gemäss Annäherung III basierend auf dem Black-Scholes-Modell durchaus Bewertungen möglich sind.
- 4) Rund ein Viertel des Samples (24 %,  $n = 486$ ) nennt eine seltene Modus-Kombination (weniger als 1 % bzw. weniger als 20 Nennungen pro Kombination von Primär- und Sekundärhauptverkehrsmittel), welche hier aufgrund der zu kleinen Stichprobe pro Kombination nicht einzeln analysiert werden (vgl. auch Abbildung 5-41).

### 6.3.3 Ergebnisdiskussion

Die Teilauswertung C mit der Modellierung von Transportoptionen als rein finanzielle Werte analog zu handelbaren Finanzmarktoptionen ergibt Bewertungen, die – anders als kontingente Bewertungen – rein rational und objektiv zustande kommen. Zwar besteht bei der Übertragung aus dem Transportkontext bzw. bei der Definition der Variablen ein gewisser Ermessensspielraum (vgl. drei Varianten der Annäherung). Die errechneten Optionswerte sind jedoch in jedem Fall frei von individuellen Wertungen. Dies hat den Vorteil, dass eine «nüchterne» Untergrenze möglicher Optionsbewertungen ermittelt werden kann, welche eine hohe Reliabilität hat. Wiederholte Abfragen bzw. Simulationen führen zu denselben Resultaten. Gleichzeitig kann mit dieser Herangehensweise dem «wahrgenommenen» Optionswert (vgl. 2.1.3) nicht im vollen Umfang gerecht werden, da dieser per Definition einem (gegen die reine Rationalität verstossenden) Bias der Wahrnehmung entspricht.

Zur Prüfung der Validität der Ergebnisse werden die Annäherungen mit den Resultaten der kontingenten Bewertung verglichen. In der Prüfung der Hypothese konnte gezeigt werden, dass auf Ebene einzelner Modus-Kombinationen (Tabelle 6-34) bzw. -Gruppen (Tabelle 6-33) durchaus nachvollziehbare, aber deutlich geringere Mittelwerte als bei der kontingenten Bewertung resultieren. Zugleich zeigt die Verteilung der modellierten Optionswerte (vgl. Abbildung 6-15), dass deren Streuung deutlich extremer ausfällt. Während bei der kontingenten Bewertung von günstigen Langsamverkehr-Backups minimale Optionswerte genannt werden, ist dies bei den vorliegenden Annäherungen umgekehrt: Günstige Backup-Verkehrsmittel bieten eher höhere Optionswerte, während (im Vergleich zum Primärmodus) teurere Backups eher tiefere Optionswerte liefern. Modellerte Werte auf der Ebene einzelner Individuen und Wege sind daher vorsichtig zu interpretieren. Die Modellierung mit Black-Scholes-Formel korreliert besonders dann mit den Ergebnissen der kontingenten Bewertung, wenn das primäre und sekundäre Hauptverkehrsmittel ähnlich teuer sind.

| <b>KORRELATION:<br/>ANNÄHERUNG C<sub>III</sub> VERSUS A<sub>II</sub> «TEUER»</b> | <b>N<br/>(2050 = 100 %)</b> | <b>Spearman-<br/>Korrelation</b> | <b>Sig.<br/>(2-seitig)</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| <b>Gesamtsample</b>                                                              | 1773                        | .051*                            | 0.033                      |
| <b>Relation: X &gt; S (&gt; 110 %)</b>                                           | 986                         | .051                             | 0.110                      |
| <b>Relation: X ≈ S (± 10 %)</b>                                                  | 242                         | .253**                           | <.001                      |
| <b>Relation: X &lt; S (&lt; 90 %)</b>                                            | 545                         | .110*                            | 0.010                      |
| <b>Modi: Auto – Bahn</b>                                                         | 315                         | .219**                           | <.001                      |
| <b>Modi: Auto – Tram</b>                                                         | 21                          | .486*                            | 0.026                      |
| <b>Modi: Bahn – Bus</b>                                                          | 49                          | .286*                            | 0.286                      |

\*Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05 (2-seitig) signifikant. \*\*Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 6-35: Korrelationsanalyse, Finanzoption versus CVM (hier nur sig. korrelierende Moduskombinationen)

Da die berechneten Optionswerte nicht normalverteilt sind (vgl. Abbildung 6-15), muss die Zusammenhangsanalyse zwischen den Resultaten der Black-Scholes-Modellierung und den kontingenten Bewertungen anhand einer Rangkorrelation nach Spearman durchgeführt werden. Die Korrelationsanalyse (Tabelle 6-35) zeigt einen positiven Zusammenhang auf Ebene des Gesamtsamples ( $n = 1774$ ), wobei dieser schwach ausgeprägt ( $r = 0.052$ ,  $r^2 = 0.003$ ), aber signifikant ist ( $p = 0.028$ ). Die Analyse der drei Relations-Typen (Kosten Primärmodus versus Kosten Sekundärmodus) zeigt, dass signifikante Zusammenhänge bei Wegen mit ähnlich teuren primären und sekundären Modi ( $X \approx S$ ;  $r = 0.129$ ,  $r^2 = 0.017$ ,  $p < 0.001$ ) und bei Wegen mit günstigeren Backups ( $X < S$ ;  $r = 0.099$ ,  $r^2 = 0.010$ ,  $p = 0.010$ ) ausgemacht werden können. Auf Ebene einzelner Modus-Kombinationen sind nur Signifikanzen bei «Bahn statt Auto», «Tram statt Auto» sowie «Bus statt Bahn» vorhanden. Alle übrigen Kombinationen (vgl. Tabelle 6-34), welche nicht in Tabelle 6-44 aufgenommen wurden, sind nicht signifikant.

#### 6.3.4 Zwischenfazit

Basierend auf den Resultaten der Teilauswertung C muss die Hypothese  $H_{4.3}$  nicht verworfen werden. Transportoptionen lassen sich – unter gewissen Bedingungen – indirekt über finanzmarktbasierte Modellierungen annähern. Durch die Überführung von Charakteristiken des Wegs und der benutzten bzw. bevorzugten Verkehrsmittel in die Formel zur Bewertung von Call-Optionen (nach Black-Scholes) ist eine relativ detaillierte Annäherung (III) möglich. Folgende Einschränkungen sind angezeigt:

- Die Annäherung kann im Einzelfall unrealistische Werte ausgeben, welche deutlich zu hoch, häufiger aber deutlich zu tief ausfallen. Dies ist auf die Logik der finanzmathematischen Modellierung zurückzuführen, welche nicht deckungsgleich ist mit der theoretischen Definition des umweltökonomischen Optionswerts (als «Bias» der Wahrnehmung). Dennoch besteht über das gesamte Sample hinweg eine schwache, aber signifikante Korrelation ( $p < 0.05$ ) zwischen den angenäherten Optionswerten (Annäherung III) und den (annualisierten) kontingenten Bewertungen.
- Die finanzmathematische Herangehensweise ergibt vor allem bei Verfügbarkeit von hochwertigen und gleichwertigen Verkehrsmittelalternativen (primäre und sekundäre Hauptverkehrsmittel) plausible Werte. Die errechneten Mittelwerte typischer Hauptverkehrsmittelkombinationen (z.B. primär Auto, sekundär ÖV; primär Bahn, sekundär Auto) sind als Untergrenze der möglichen Bewertungen durchaus plausibel und könnten folglich auf aggregierter Ebene eines repräsentativen Samples als valabler Ansatz dienen. So erscheint die Methode beispielsweise interessant, um den minimalen Optionswert eines neuen, ebenbürtigen Service zu prognostizieren.

- Wie erwartet handelt es sich bei der vorliegenden Berechnung im Mittel um eine untere Annäherung («lower bound») an eine mögliche Optionsbewertung, da diese rein rationale Herangehensweise in vielen Fällen nur geringe Optionswerte produziert. Gleichzeitig zeigt diese Auswertung aber auch, dass Wege mit redundanten und preislich äquivalenten Mobilitätsoptionen bedeutende «rationale» Optionswerte generieren. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn neben MIV ein hinsichtlich des Preises und der Geschwindigkeit bzw. der Servicequalität möglichst ebenbürtiges ÖV- oder Sharing-System bereitsteht. Interessant ist auch, dass in dieser rein finanziellen Perspektive die Verfügbarkeit von kostengünstigen Backups (Fahrräder, E-Bikes) sehr hohe Optionswerte schafft, was als Argument für die Bereithaltung entsprechender Infrastrukturen (Velowege, etc.) spricht. Backup-Modi mit einem im Bedarfsfall sehr hohen Kilometerpreis sind nach dieser Betrachtungsweise fast wertlos. Dies könnte als Argument für die Einführung bzw. Beibehaltung von Optionsinstrumenten (wie dem Halbtax in der Schweiz) gelesen werden, welche Möglichkeiten zu günstigen (Backup-)Fahrten verschaffen (vgl. dazu auch 6.4 und Tabelle 6-38).

Als Zwischenfazit kann festgehalten werden, dass die Analogie zur Finanzmarktoption als näherungsweise Bewertung von Transportoptionen dienen kann. Die Berechnung bringt zwar relativ tiefe Optionswerte hervor, doch bei Berücksichtigung der Backup-Option(en) aller relevanten Reisen, dürfte sich durchaus ein realistischer Vergleichswert im Sinn einer sehr konservativen Schätzung ergeben. Der anhand des repräsentativen Samples in der detailliertesten Simulation (Annäherung III) berechnete Optionswert beträgt im Durchschnitt CHF 65 pro Jahr. Dieser Wert kann als Untergrenze der Optionsbewertung betrachtet werden, wobei im Einzelfall auch deutlich tiefere Optionswerte resultieren können. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn kein valables Backup mit vergleichbarer Preis-Leistung verfügbar ist.

Da in der Schweiz die meisten Orte (mindestens) mit MIV und ÖV relativ gut erreichbar sind, kann der Durchschnittswert auf die arbeitstätige Gesamtbevölkerung hochgerechnet werden. Bei 5.8 Millionen Menschen in Arbeit oder Ausbildung (BFS, 2022b, 2022c, 2020) ergibt die vorliegende «lower bound»-Annäherung einen Optionswert von rund CHF 377 Millionen pro Jahr. Interessanterweise entspricht der jährliche Optionswert von CHF 65 pro Person und Weg ziemlich genau dem Preis der verbreitetsten «Mobilitätsversicherung» in der Schweiz: Eine Familienmitgliedschaft des TCS, welche die Mobilität bei Zwischenfällen im MIV, ÖV oder LV sicherstellt (vgl. dazu auch 6.4 und Tabelle 6-38; s. auch Teilstudie D) kostet CHF 139 pro Jahr (TCS, 2020). Bei einer durchschnittlichen Haushaltsgrösse von 2.2 Personen (BFS, 2021) ergibt dies einen mittleren Preis von CHF 63.20 pro Jahr und Person.

## 6.4 Teilstudie D

Die Teilauswertung D dient als Validierung der Optionsbewertung im Sinn einer Obergrenze. Nach einer kurzen Rekapitulation der Herangehensweise (6.4.1) wird die methodische Hypothese überprüft (6.4.2). Nach der Ergebnisdiskussion (6.4.3) wird ein Zwischenfazit (6.4.4) zur marktbasierten Obergrenze von Transportoptionen in der Schweiz gezogen.

### 6.4.1 Vorgehensweise

Wie beschrieben (4.2.2) kann der Wert von Transportoptionen unter gewissen Vorbehalten anhand effektiver Markttransaktionen bestimmt werden. Indem Kaufverhalten auf realen Märkten beobachtet wird, lässt sich der Optionswert annähern. In der vorliegenden Teilstudie werden dazu Transaktionen bzw. tatsächliche Ausgaben und Aufwände für die Bereithaltung von Mobilitätsinstrumenten im repräsentativen Sample ausgewertet.

|                                                       | <b>Direkte Bewertung der Option</b>                                 | <b>Indirekte Bewertung der Option</b>                                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Eingeholte Antworten zu hypothetischen Märkten</b> | <b>Variante A</b><br>Erkundung mit offener CVM (WTP)                | <b>Variante B</b><br>Berechnung über E(CS) und OP (WTP)                |
| <b>Beobachtetes Verhalten auf realen Märkten</b>      | <b>Variante D (upper bound)</b><br>Kosten von Backup-Mobility-Tools | <b>Variante C (lower bound)</b><br>Simulation mit Black-Scholes-Formel |

Tabelle 6-36: Einordnung der Teilauswertung D (s. Tabelle 4-1 mit Diskussion der vier Varianten in 4.2.2)

Die direkte Optionsbewertung anhand von Markttransaktionen wird hier als «upper bound»-Annäherung bezeichnet, weil bei den betrachteten Kaufhandlungen auch andere Motive oder Werte mitschwingen, die nicht restlos ausschliessbar sind (vgl. Abbildung 1-4, Abbildung 1-5). Trotzdem soll auch hier eine möglichst präzise Optionsbewertung angestrebt werden, wozu die «Obergrenze» über drei Annäherungen schrittweise eingegrenzt bzw. reduziert wird. Das konzipierte Erhebungsinstrument (Tabelle 4-2) erfasst zu diesem Zweck einerseits Variablen zur allgemeinen Nutzung des Ersatzmodus [ $b_{\text{E}}$ ], andererseits aber v.a. auch alle potenziellen Mobilitätsinstrumente einer Person [ $y_{\text{P}}$ ] bzw. ihres Haushalts [ $z_{\text{H}}$ ]. Die abgefragten Instrumente mit Optionskomponente können als primärer [ $a_{\text{P}}$ ] oder sekundärer [ $b_{\text{S}}$ ] Modus zum Einsatz kommen und lassen sich grob in vier Arten kategorisieren:

- f: Fahrzeuge (in Besitz) im Individualverkehr mit und ohne Motor, z.B. (E-)Bike
- g: Geteilte Fahrzeuge im Sharing-Verkehr über Angebote wie z.B. Mobility-Abos
- h: Halbtax und andere Abos des öffentlichen Personenverkehrs (ÖV) wie z.B. GA
- i: Insurance (Mobilitäts-Versicherung) wie z.B. mittels TCS-Jahresmitgliedschaft



Im Fokus der Analyse liegt nicht die ganze Breite der individuell verfügbaren Verkehrsinstrumente (f, g, h, i), sondern das für den abgefragten Arbeitsweg bevorzugte Backup (F/G/H/I). Das Befragungsinstrument erfasst diverse Variablen zum spezifischen Backup, wobei für die vorliegende Teilauswertung primär die Qualität ( $F_1/G_1/H_1$ ) und die Quantität ( $F_2/G_2/H_2$ ) der Nutzung des Backup-Modus relevant sind (vgl. Tabelle 4-2 für Variablen bzw. Kürzel). Ferner kann auch der Preis der verschiedenen Instrumente ( $F_p/G_p/H_p$ ) bedeutsam sein, wobei hier wie nachfolgend erläutert besonders die Fixkosten von Interesse sind. Um die tatsächlichen (jährlichen) Ausgaben für Produkte mit Optionskomponente annähern zu können, müssen zunächst die Kosten der relevanten Instrumente im Markt zusammengetragen werden.

Im *Individualverkehr* (f) stellen alle Arten von im eigenen Besitz befindlichen Fahrzeugen eine hochwertige Option dar, da diese in der Regel rasch und rund um die Uhr verfügbar sind. Gleichzeitig verursacht deren Bereithaltung auch hohe Fixkosten. Die Tabelle 6-37 bietet einen Überblick über die Bereithaltungskosten der abgefragten sekundären (Haupt-)Verkehrsmittel. Diese Kosten fallen jährlich unabhängig von der effektiven Nutzung des Verkehrsmittels an und entstehen aufgrund von Abschreibungen, Steuern, Versicherungen und Garagierung. Kosten wie Wertverminderung, Treibstoffverbrauch, Reifenabnutzung, Reparaturen und Service werden nicht berücksichtigt, da es sich um variable Kosten handelt, die von der gefahrenen Kilometerzahl abhängig sind (TCS, 2021).

| <b>f: Individualverkehr</b> Fixkosten p.a. Herleitung der Annäherung (mit Verweisen und Quellen) |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Auto</b>                                                                                      | CHF 5500 | Basierend auf den Resultaten des Befragungsinstruments (vgl. 5.3.5) und historischen Marktdaten zu Neuwagen- und Occasionspreisen sowie anhand des TCS-Kostenrechners ergeben sich im Mittel Fixkosten von CHF 5500 p.a. für die Fahrzeuge in der «Flotte» der Backup-Autos des befragten Samples (Autoscout24, 2022b, 2022a; TCS, 2021). |
| <b>Motorrad</b>                                                                                  | CHF 1800 | Unter Annahme ähnlicher Eigenschaften wie bei der Autoflotte (Fahrzeugzustand, Nutzungsdauer, Abschreibungen) ergeben sich basierend auf den Angaben der Stichprobe (vgl. 5.3.5) und des TCS-Kostenrechners Fixkosten von CHF 1800 p.a. für die Backup-Motorräder (TCS, 2021)                                                             |
| <b>Motorroller/<br/>Mofa</b>                                                                     | CHF 1000 | Da Motorroller in der Schweiz im Mittel etwa CHF 4000 kosten (Mobxpert, 2018) und für diese allgemein etwas tiefere Kosten für Garagierung, Versicherung, etc. anfallen, werden basierend auf dem TCS-Rechner für Motorroller Fixkosten von ca. CHF 1100 angenommen.                                                                      |
| <b>E-Bike</b>                                                                                    | CHF 400  | Da mittelklassige E-Bikes in der Schweiz um CHF 2000 kosten (K-Tipp, 2021) und im Unterhalt aufwändiger sind, werden rund doppelt so hohe Fixkosten wie bei normalen Fahrrädern angenommen.                                                                                                                                               |
| <b>Fahrrad</b>                                                                                   | CHF 200  | Fahrräder kosten unter Berücksichtigung von Abschreibung, Versicherung und Unterhalt rund CHF 200 pro Jahr (Mobxpert, 2018).                                                                                                                                                                                                              |
| <b>zu Fuss</b>                                                                                   | CHF 0    | Zu Fuss fallen nur variable Kosten an (z.B. Abnutzung der Schuhe).                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Tabelle 6-37: Durchschnittliche jährliche Bereithaltungskosten (für präzise Berechnungslogik s. Anhang III)

Wie erwähnt handelt es sich bei den in Tabelle 6-37 genannten Werten um Näherungen, welche im Einzelfall zu hoch oder zu tief ausfallen können. Anhand des Samples sollte sich jedoch ein repräsentatives Bild ergeben. Der resultierende Wert muss aus zwei Gründen klar als Obergrenze betrachtet werden: Einerseits werden die genannten Backups nicht zwingend nur für die genannte Reise bereitgehalten. Um die anderweitige Benutzung einzuordnen, kann die Anzahl anderer Wege mit dem Backup-Modus berücksichtigt werden [b\_sonstrips]. Andererseits werden die genannten Backups nicht zwingend nur von der befragten Person benutzt. Im Survey wird daher erfasst, welche Fahrzeuge mehrheitlich zur persönlichen Verfügung stehen. Um die mögliche Mitbenutzung durch andere Haushaltsmitglieder einzuschätzen, kann die Zahl der Erwachsenen betrachtet werden [z\_perserwhh].

Auch *geteilte Verkehrsmittel* (g) können eine wertvolle Option darstellen. Sharing-Schemes bieten heute insbesondere in dicht besiedelten Gebieten schnell und meist rund um die Uhr verfügbare Ersatzmodi. Bei der Mobility Genossenschaft, dem grössten Anbieter der Schweiz, stehen landesweit über 3000 Fahrzeuge bereit (Mobility, 2021). Um vom vorteilhaften Tarif profitieren zu können (Rabatt von CHF 1.00/h und CHF 0.10/km gegenüber dem Spontantarif «Click & Drive») ist entweder eine langfristige Mitgliedschaft in der Genossenschaft oder ein Jahresabo für CHF 129 nötig (Mobility, 2021). Ähnliche Rabatt-Abos existieren auch bei anderen Sharing-Modes. So reduziert sich bei den in mehreren Schweizer Städten verfügbaren PubliBikes mit «B-Fit-Abo» für CHF 99 pro Jahr der Minutenpreis um CHF 2.90 auf CHF 0 bei Fahrrädern bzw. um CHF 1.40 auf CHF 3.50 bei E-Bikes (Publibike, 2022). Bei den schweizweit in grösseren Ortschaften verfügbaren E-Cargo-Bikes von Carvelo2go reduzieren sich die Tarife bei Abschluss eines Jahresabos für CHF 90 um 50 % (Carvelo2go, 2022).

Im *öffentlichen Verkehr* (h) der Schweiz existiert ein ähnliches Instrument: Wer jährlich ein Halbtax für CHF 165 (Erstkauf: CHF 185) bezieht, bezahlt den halben Preis auf fast allen Reisen im nationalen ÖV-System (SBB, 2021). Ein noch «kräftigeres» Instrument ist das Generalabo (GA), welches zu unbeschränkten Reisen auf fast allen Routen im ÖV-Netz berechtigt (SBB, 2021). Diese «Flatrate» wird aufgrund des normalen Jahrespreises von CHF 3860 (2. Klasse) bzw. CHF 6300 (1. Klasse) meist für einen regelmässigen ÖV-Weg eingesetzt und dient daher eher als primäres und nicht als sekundäres Mobilitätsinstrument. Die erhobenen Daten zeigen, dass nur knapp 5 % (10 Personen) der GA-Besitzer im Sample dieses als Backup auf dem Arbeits- oder Schulweg einsetzen. Räumlich begrenzte Varianten eines GA sind Zonen- oder Streckenabonnemente mit unlimitierten Fahrten im definierten ÖV-Gebiet während der Gültigkeitsdauer von z.B. einem Jahr. Die mittlere Pendeldistanz von 14 km (BFS, 2020) erstreckt sich typischerweise auf etwa drei solche «ÖV-Zonen», was im Mittel rund CHF 1100 (2. Klasse) bzw. CHF 1900 (1. Klasse) pro Jahr kostet (vgl. z.B. Tarifverbund Nordwestschweiz, 2022; Tarifverbund Ostwind, 2022; Zürcher Verkehrsverbund, 2022).

Für bestimmte Szenarien mit Optionsbedarf bietet sich statt eines eigenen (f), geteilten (g) oder öffentlichen (h) Backups auch eine *Mobilitätsversicherung* (i) an. Als bekanntester Anbieter leistet der Touring Club Schweiz (TCS) seinen 1.5 Millionen Mitgliedern eine solche «Mobilitäts-garantie» (vgl. auch Abbildung 1-2). Die dafür nötige TCS-Mitgliedschaft ist ab CHF 93 pro Jahr (bzw. ab CHF 139 pro Familie, s. TCS, 2020) erhältlich. Dank einem Netz von schweizweit 620 Assistance-Partnern sind die meisten Personen bei einem Zwischenfall innert unter einer Stunde wieder mobil, wobei das Angebot nicht auf Zwischenfälle mit einem eigenen Fahrzeug beschränkt ist, sondern seit einiger Zeit auch bei ÖV-Ausfällen und Problemen mit dem eigenen (E-)Bike beansprucht werden kann (TCS, 2020).

Die Tabelle 6-38 bietet eine Übersicht über die drei bedeutendsten Mobilitätsinstrumente mit Optionskomponente im Schweizer Markt (g: geteilte Fahrzeuge von Mobility, h: Halbtax der SBB, i: Insurance des TCS). Ausgestaltet sind diese als Abonnement oder Mitgliedschaft bzw. Versicherung mit einjähriger Laufzeit und landesweiter Gültigkeit. Ähnlich wie bei den Fixkosten eines eigenen Fahrzeugs (f; Tabelle 6-37) fallen die Jahresgebühren dieser schweizweit verfügbaren Mobilitätsangebote mit Optionskomponente unabhängig von der tatsächlichen Nutzung an.

|                                                             | <b>g: Sharing-Verkehr</b>                                                                                                                   | <b>h: Öffentlicher Verkehr</b>                                                                                                                    | <b>i: Versicherungslösung</b>                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Optionsinstrument</b>                                    | <b>Sharing-Subskription</b>                                                                                                                 | <b>Rabatt-Abonnement</b>                                                                                                                          | <b>Mobilitäts-Versicherung</b>                                                                                                                 |
| <b>Organisation</b>                                         | Mobility Genossenschaft                                                                                                                     | SBB                                                                                                                                               | TCS                                                                                                                                            |
| <b>Bezeichnung</b>                                          | Jahresabo Nichtmitglieder                                                                                                                   | Halbtax-Abonnement                                                                                                                                | Jahresmitgliedschaft                                                                                                                           |
| <b>Fixkosten p.a.</b>                                       | <b>CHF 129 pro Person</b>                                                                                                                   | <b>CHF 165 pro Person</b><br>(CHF 185 bei Neukauf)                                                                                                | <b>CHF 93 pro Person</b><br>(CHF 139 pro Familie)                                                                                              |
| <b>Distanzpreis (pro km)</b><br><b>+ Zeitkosten (pro h)</b> | CHF 0.55–0.95 / km<br>+ CHF 2.00–4.00 / h                                                                                                   | CHF 0.10–0.22 / km<br>(ÖV in der Schweiz)                                                                                                         | CHF 0.50–0.90 / km<br>(Personenwagen)                                                                                                          |
| <b>Anmerkung</b>                                            | Kosten der Fahrt sind von Abo, Fahrzeugtyp, Distanz und Dauer abhängig                                                                      | Kosten der Fahrt sind von Abo, Klasse, Distanz und Tarifzonen abhängig                                                                            | Kosten der Fahrt sind von Fahrzeugtyp und Distanz abhängig                                                                                     |
| <b>Wertversprechen</b>                                      | Zugang zu 3120 Autos in der ganzen Schweiz; verschiedene Miet- und Service-Modelle buchbar (retour, Einweg, spontan); inkl. CHF 30 Guthaben | 50 % auf Standardtarife auf allen SBB-Routen und den meisten anderen öffentlichen Verkehrsmitteln in der Schweiz; inkl. weiterer Vorteile/Rabatte | 365d/24h Pannenhilfe in der Schweiz, 620 Patrouilleure/Garagen, Wartezeit Ø 35 min, Weiterfahrt/-transport garantiert; inkl. weiterer Vorteile |

Tabelle 6-38: Schweizweite Mobilitätsangebote mit Optionskomponente (mobility.ch, sbb.ch, tcs.ch, 2021)

Wie die Fixkosten der Fahrzeuge (f; Tabelle 6-37) sind auch die Preispunkte der dargestellten Angebote von Mobility (g), SBB (h) und TCS (i) als «upper bound» der Optionsbewertung zu verstehen:

- Mobility- und Halbtax-Abonnenten bezahlen zwar weiterhin für jede Fahrt, doch erhalten sie diese zum reduzierten Tarif. Dies hat zur Folge, dass die Jahresgebühr «herausgefahren» werden kann. Bei den SBB und bei Mobility ist dies im Mittel nach rund 1000 Jahreskilometern der Fall (Annahme: durchschnittlicher Rabatt von CHF 0.16 pro Kilometer bei den SBB; Rabatt von CHF 0.10 pro Kilometer sowie CHF 1.00 pro Stunde bei Mobility, bei Annahme von durchschnittlich 35 Kilometern pro Stunde über die Dauer der Fahrzeugleihe). Eine Mehrheit der Abonnenten wird mindestens einen Teil der Abogebühr bzw. Optionsbezahlung «amortisieren». Dieses «Herausfahren» des Abos kann allenfalls angenähert werden über die Betrachtung der Anzahl Backup-Wege und anderer Reisen mit dem genannten Ersatzmodus [b\_sonsttrips].
- TCS-Mitglieder, welche von den Versicherungsleistungen profitieren, holen weit mehr als die bezahlte Jahresgebühr heraus und «amortisieren» damit ihre Optionsbezahlung um ein Vielfaches. Dies kann aber jährlich nur auf einen kleinen Teil der Mitglieder zutreffen, da das Versicherungsprinzip ansonsten nicht funktioniert. Die für die Näherung berücksichtigten Jahresbeiträge müssten wegen der Wahrscheinlichkeit einer teilweisen Ausschöpfung bzw. Realisation der Option allenfalls etwas reduziert werden. Zudem kann eine Familienmitgliedschaft vielen Personen zugutekommen. Um die Mitbenutzung durch andere Haushaltsmitglieder einzuschätzen, kann die Anzahl Personen betrachtet werden [z\_perstotalhh].

Bei der weiteren Analyse muss berücksichtigt werden, dass manche Personen über mehrere der genannten Backup-Instrumente verfügen (f, g, h, i). So ist wahrscheinlich, dass eine Autofahrerin zwar TCS-Mitglied ist, aber in der abgefragten Situation nicht auf diese «Mobilitätsversicherung» angewiesen ist, sondern beispielsweise direkt auf ÖV umsteigt. Als weiteres Beispiel könnte ein Autofahrer angeführt werden, der über ein Halbtax-Abonnement verfügt, aber sein E-Bike als Backup-Verkehrsmittel der Wahl nennt. Für die vorliegende Untersuchung sind in erster Linie alle einer Person zur Verfügung stehenden Mobilitätsoptionen relevant (nachfolgend: Annäherung I). In zweiter Linie soll der Fokus der Analyse aber auf den Modus fokussiert werden, welcher vom Individuum für den abgefragten Arbeits- oder Schulweg bevorzugt wird (nachfolgend: Annäherung II und Annäherung III). Allfällige «nachrangige» Backup-Instrumente wie die TCS-Mitgliedschaft oder das Halbtax-Abo in den Beispielen müssen in einer engeren Betrachtung ausgeklammert werden.

| <b>Fixkosten</b> | <b>f: Individual-Verkehr</b>  | <b>g: Sharing-Verkehr</b>    | <b>h: Öffentlicher Verkehr</b>             | <b>i: Versicherung</b> |
|------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|
| CHF 6300         |                               |                              | GA 1. Kl. <sup>°</sup>                     |                        |
| CHF 5500         | Auto <sup>°</sup>             |                              |                                            |                        |
| CHF 3860         |                               |                              | GA 2. Kl. <sup>°</sup>                     |                        |
| CHF 1900         |                               |                              | Zonen-Abo <sup>°</sup> 1. Kl. <sup>°</sup> |                        |
| CHF 1800         | Motorrad <sup>°</sup>         |                              |                                            |                        |
| CHF 1100         |                               |                              | Zonen-Abo <sup>°</sup> 2. Kl. <sup>°</sup> |                        |
| CHF 1000         | Motorroller/Mofa <sup>°</sup> |                              |                                            |                        |
| CHF 400          | E-Bike                        |                              |                                            |                        |
| CHF 200          | Fahrrad                       |                              |                                            |                        |
| CHF 165          |                               |                              | Halbtax-Abo                                |                        |
| CHF 129          |                               | Mobility-Abo                 |                                            |                        |
| CHF 99           |                               | Publibike B-Fit <sup>°</sup> |                                            |                        |
| CHF 93           |                               |                              |                                            | TCS-Member*            |
| CHF 0            | zu Fuss                       |                              |                                            |                        |

Tabelle 6-39: Jährliche Fixkosten verbreiteter Mobilitätsinstrumente mit Optionskomponente in der Schweiz  
<sup>°</sup>exemplarische Mittelwerte des Samples; <sup>°</sup>Flatrate (inkl. Fahrten); \*für Zwischenfälle bei f, g, und h nutzbar

Die Liste der bedeutendsten Optionsinstrumente nach Mobilitätsmodus im Schweizer Markt (Tabelle 6-39) offenbart eine augenfällige preisliche Staffelung (Fixkosten). Rein intuitiv erscheint diese stimmig: Ein eigenes (Zweit-)Auto bietet in der Regel die vielfältigsten Optionen, da es jederzeit und für viele Zwecke nutzbar ist. Abhängig vom Standort kann aber ein GA (der 1. oder auch 2. Klasse) ein ebenbürtiges Instrument sein (wobei bei diesem dank «Flatrate» keine variablen Kosten anfallen). Auch ein Motorrad stellt je nach Wetterlage ein hochwertiges Optionsinstrument dar, wohingegen Motorroller und Mofas aufgrund der limitierten Geschwindigkeit einen reduzierten Radius und somit auch geringeren Optionswert bieten. Auch ein Zonen- oder Strecken-Abonnement (1. oder 2. Klasse) verschafft nur einen limitierten Bewegungsradius, ist aber in diesem Bereich eine wertvolle Option.

E-Bikes und Fahrräder sind schnell verfügbar und können auch mittlere Distanzen problemlos abdecken, wobei die Witterungsabhängigkeit sehr gross und der Optionswert daher beschränkt ist. Ein Halbtax-Abo verschafft vergünstigten Zugang zum ÖV-System und reduziert die maximalen Ausgaben um 50 %, weshalb es eine gewisse Optionskomponente enthält (vgl. auch Abbildung 2-5 mit Rechnungsbeispiel). Ähnlich stellt sich die Situation bei Sharing-Abos dar, welche einen reduzierten Tarif bei der Nutzung der jeweiligen Flotte garantieren, wobei die rasche Verfügbarkeit nicht garantiert ist. Eine sehr günstige Option stellt schliesslich die «Mobilitäts-Versicherung» dar (TCS), wobei diese auf seltene Zwischenfälle beschränkt ist und mit einiger Wartezeit einhergehen kann.

Zur Annäherung der am Markt beschafften Optionswerte sind basierend auf dem Erhebungsinstrument drei Herangehensweisen denkbar. Die drei Näherungen sind in der Komplexität und Präzision ansteigend, wobei bei Annäherung I die grössten («upper bound») und bei Annäherung III die kleinsten Werte resultieren:

- I. Betrachtung der Fixkosten *aller der Person bereitstehenden Instrumente*, d.h. Fahrzeuge im Haushalt, die mehrheitlich der befragten Person zur Verfügung stehen, persönliche Abos oder Mitgliedschaften sowie gegebenenfalls eine TCS-Mitgliedschaft (f, g, h, i).
- II. Betrachtung der Fixkosten *des genannten sekundären Hauptverkehrsmittels* für den spezifischen Arbeits- oder Schulweg, d.h. entweder ein Fahrzeug (MIV, LV) oder ein Abo (ÖV, Sharing) oder allenfalls eine TCS-Mitgliedschaft (F/G/H/I).
- III. Betrachtung der Fixkosten *des von der Person genannten sekundären Hauptverkehrsmittels für den spezifischen Arbeits- oder Schulweg*, wobei diese Fixkosten anteilig reduziert werden um die Anzahl anderer Reisen pro Jahr mit diesem Verkehrsmittel (F) bzw. um den «herausgefahrenen» Anteil dieses Abos (G, H). Die anteilige Reduktion muss daher bei f, g und h unterschiedlich umgesetzt werden:

$$f: \quad \text{OV-Anteil: } \text{Fixkosten} \times \left( \frac{b_{\text{tripsprojahr}}}{b_{\text{tripsprojahr}} + b_{\text{sonsttripsprojahr}}} \right)$$

Hierbei wird vereinfacht davon ausgegangen, dass die Fixkosten gleichmässig auf die einzelnen Trips aufgeteilt werden – unabhängig von der Art und Distanz der sonstigen Trips mit dem Modus [b\_sonsttripsprojahr]. Je grösser der Anteil an Backup-Trips [b\_tripsprojahr] an der Gesamtzahl aller jährlichen Wege mit dem Modus, desto höher der Optionswert des jeweiligen Fahrzeugs für den untersuchten regelmässigen Weg.

$$g|h: \quad \text{OV-Anteil: } \text{Fixkosten} - \left( \text{Fixkosten} \times g_{km} \times \frac{b_{\text{tripsprojahr}} + b_{\text{sonsttripsprojahr}}}{1000 \text{ km}} \right)$$

Hierbei wird vereinfacht davon ausgegangen, dass die sonstigen Trips mit dem Modus [b\_sonsttripsprojahr] im Mittel eine ähnliche Distanz aufweisen wie der regelmässige Weg [b\_tripsprojahr]. Die Kilometerzahl des regelmässigen Trips [g\_oevkm, g\_mivkm] wurde mittels Google API ermittelt. Die notwendigen Kilometer für das «Herausfahren» eines Halbtax- bzw. Mobility-Abos wurde zuvor mit 1000 km angenähert; bei einem GA wäre dies nach etwa 25000 km der Fall, bei einem Zonen- oder Streckenabo im Schnitt nach ca. 7000 km. Bei negativen Werten wird das Abo mehr als «rausgeholt», so dass ein Optionswert von CHF 0 angenommen werden kann.

### 6.4.2 Hypothesenprüfung

Die vierte methodische Hypothese besagt, dass Transportoptionen über die Abfrage von effektiven Ausgaben für Mobilitätsinstrumente (d.h. (Zweit-)Fahrzeuge, Abonnemente, Mitgliedschaften, Versicherungen) direkt angenähert werden können. Diese «upper bound»-Annäherung, die auf der direkten Bewertung von beobachteten Transaktionen auf realen Märkten basiert, wird in diesem Abschnitt anhand des repräsentativen Samples geprüft. Die genaue Berechnung der Annäherungen (SPSS Syntax) findet sich in Anhang III zu Teilstudie D.

Wie beschrieben (6.4.1) werden zur Prüfung der Hypothese drei Annäherungen berechnet. Diese können als iterative Herangehensweise verstanden werden, wobei die Näherung mit jeder Iteration präziser wird. Zunächst werden alle Optionsinstrumente bewertet, die einer befragten Person mehrheitlich zur persönlichen Verfügung stehen (Annäherung I, generelle Optionen: f, g, h, i). Anschliessend wird die Bewertung auf das Backup eingegrenzt, welches von der befragten Person für den untersuchten Arbeits- oder Schulweg bevorzugt wird (Annäherung II, präferierte Option: F/G/H/I). Da ein Backup-Abo durch häufige Nutzung «herausgefahren» werden kann und ein Backup-Fahrzeug oft auch für andere Reisen benutzt wird, können die Bereithaltungskosten (bzw. Fixkosten) für den spezifischen Weg anteilig reduziert werden (Annäherung III, spezifische Option:  $\frac{F}{x} / \frac{G}{x} / \frac{H}{x} / \frac{I}{z}$ ). Die deskriptiven Statistiken dieser Approximationen des Optionswerts finden sich in Tabelle 6-40.

| Statistik                  | Annäherung D <sub>I</sub>                                                                                                                                                                     | Annäherung D <sub>II</sub>                                                                                          | Annäherung D <sub>III</sub>                                                                                                                   |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Beschrieb</b>           | <b>«generelle Optionen»</b><br>jährliche Fixkosten aller persönlich verfügbaren Mobilitätsinstrumente<br> | <b>«präferierte Option»</b><br>jährliche Fixkosten des genannten Hauptbackups für den abgefragten regelmässigen Weg | <b>«spezifische Option»</b><br>jährliche Fixkosten des Hauptbackups für abgefragten regelmässigen Weg, anteilig reduziert um (andere) Nutzung |
| <b>Mittelwert</b>          | <b>CHF 6419</b>                                                                                                                                                                               | <b>CHF 1265</b>                                                                                                     | <b>CHF 368</b>                                                                                                                                |
| <b>Standardabweichung</b>  | CHF 3809                                                                                                                                                                                      | CHF 2112                                                                                                            | CHF 849                                                                                                                                       |
| <b>Maximum</b>             | CHF 20 393                                                                                                                                                                                    | CHF 6300                                                                                                            | CHF 6172                                                                                                                                      |
| <b>3. Quartil</b>          | CHF 7958                                                                                                                                                                                      | CHF 1100                                                                                                            | CHF 149                                                                                                                                       |
| <b>2. Quartil (Median)</b> | <b>CHF 6793</b>                                                                                                                                                                               | <b>CHF 165</b>                                                                                                      | <b>CHF 70</b>                                                                                                                                 |
| <b>1. Quartil</b>          | CHF 3953                                                                                                                                                                                      | CHF 93                                                                                                              | CHF 35                                                                                                                                        |
| <b>Minimum</b>             | CHF 93                                                                                                                                                                                        | CHF 0                                                                                                               | CHF 0                                                                                                                                         |

Tabelle 6-40: Statistiken der Annäherungen des jährlichen Optionswerts über die Gesamtpopulation (n = 2050)

Die Teilauswertung zeigt, dass eine Person im repräsentativen Sample zur Bereithaltung einer Transportoption für den regelmässigen Arbeits- bzw. Schulweg durchschnittlich CHF 1 pro Tag ausgibt (Mittelwert CHF 368 p.a., Median CHF 70 p.a.). Interessanterweise liegt dieser Wert etwa in der Mitte der (annualisierten) kontingenten Bewertungen ( $A_I$ , «fair»;  $A_{II}$ , «teuer»; Tabelle 6-41). Die resultierende Bewertung dieser marktpreisbasierten Herangehensweise erscheint also – auf Ebene des Gesamtsamples – durchaus plausibel.

| <b>GESAMTSAMPLE</b>        | <b>Bewertung <math>A_I</math></b> | <b>Annäherung <math>D_{III}</math></b> | <b>Bewertung <math>A_{II}</math></b> | <b>Annäherung <math>D_{II}</math></b> |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Mittelwert (Median)</b> | <b>CHF 267 (120)</b>              | <b>CHF 368 (70)</b>                    | <b>CHF 549 (180)</b>                 | <b>CHF 1265 (165)</b>                 |

Tabelle 6-41: Resultat-Vergleich von kontingenter Bewertung und Annäherung auf Ebene «Gesamtsample»

Für eine detailliertere Prüfung ist eine Gruppierung des Samples entsprechend den vier unterschiedenen Backup-Instrumenten denkbar: Individualverkehr mit eigenen Fahrzeugen (f), Sharing-Verkehr mit Teilhabe an geteilten Fahrzeugen (g), öffentlicher Verkehr mit Abos wie GA oder Halbtax (h), Versicherungen wie TCS-Mitgliedschaft und Sonstiges (i). Die Zuteilung zur jeweiligen Instrumenten-Gruppe basiert auf dem sekundären Hauptverkehrsmittel:

- f: Auto, Motorrad, Motorroller/Mofa, E-Bike, Fahrrad
- g: Carsharing/Leihfahrzeug, E-Scooter
- h: Zug/Bahn, Tram/Strassenbahn, Bus/Postauto
- i: Taxi/Uber, Mitfahrgelegenheit, zu Fuss, Sonstiges

Beim Vergleich mit Tabelle 6-39 wird ersichtlich, dass bei der Gruppe *i* abgesehen von einer allfällig vorhandenen TCS-Mitgliedschaft keine marktlichen Instrumente mit Optionskomponente einberechnet werden können. Zudem können auch bei der Gruppe *g* nur vereinzelte Mobility Carsharing-Abos berücksichtigt werden, da die meisten potenziellen Leihfahrzeug-Nutzenden keinerlei Bereithaltungskosten bezahlen, sondern das Fahrzeug von Dritten einzelfallbasiert ausleihen. Dementsprechend unzulänglich ist die resultierende Annäherung für jene Gruppe von Optionsinstrumenten (vgl. Tabelle 6-42).

| <b>Mittelwerte<br/>pro Gruppe von<br/>Optionsinstrumenten</b> | <b>Anzahl<br/>n<br/>2050 (100 %)</b> | <b>Annäherung<br/><math>D_{III}</math><br/>Ø CHF p.a.</b> | <b>Faktor<br/>→<br/>×</b> | <b>Bewertung<br/><math>A_{II}</math> «teuer»<br/>Ø CHF p.a.</b> |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>f: Fahrzeugbesitz</b>                                      | <b>668 (33 %)</b>                    | <b>680</b>                                                | <b>× 0.9</b>              | <b>613</b>                                                      |
| g: Geteiltes Verkehrsmittel                                   | 56 (3 %)                             | 56                                                        | × 10.3                    | 574                                                             |
| <b>h: Halbtax oder anderes ÖV-Abo</b>                         | <b>937 (46 %)</b>                    | <b>298</b>                                                | <b>× 1.5</b>              | <b>455</b>                                                      |
| i: Insurance/TCS-Membership oder Sonstiges                    | 389 (19 %)                           | 47                                                        | × 14.1                    | 663                                                             |

Tabelle 6-42: Resultat-Vergleich von kontingenter Bewertung und Annäherung auf Ebene «Instrument»



Insbesondere bei der Gruppe der Fahrzeugbesitzer (f), aber auch bei den ÖV-Nutzenden (h) erscheint die Annäherung durchaus plausibel: Diese liegt nur 11% bzw. 35% tiefer als die Ergebnisse der kontingenten Bewertung ( $A_{II}$  «teuer», Tabelle 6-42). Eine weitere Aufschlüsselung der resultierenden Mittelwerte nach sekundären Hauptverkehrsmitteln zeigt, warum die Annäherung bei (f) sehr gut, bei (h) mässig gut und bei (g) und (i) nur mangelhaft funktioniert.

|    | <b>Mittelwerte<br/>pro sekundäres<br/>Hauptverkehrsmittel</b> | <b>Anzahl<br/>n<br/>2050 (100%)</b> | <b>Annäherung<br/><math>D_{III}</math><br/>Ø CHF p.a.</b> | <b>Faktor<br/>→<br/>×</b> | <b>Bewertung<br/><math>A_{II}</math> «teuer»<br/>Ø CHF p.a.</b> |
|----|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| f: | <b>Eigenes (Zweit-)Auto</b>                                   | <b>424 (21%)</b>                    | <b>980</b>                                                | <b>× 0.8</b>              | <b>807</b>                                                      |
|    | <b>Motorrad</b>                                               | <b>36 (2%)</b>                      | <b>585</b>                                                | <b>× 0.8</b>              | <b>497</b>                                                      |
|    | Motorroller/Mofa                                              | 9 (<1%)                             | 209                                                       | × 1.7                     | 355                                                             |
|    | E-Bike                                                        | 83 (4%)                             | 114                                                       | × 2.7                     | 305                                                             |
|    | Fahrrad                                                       | 116 (6%)                            | 53                                                        | × 3.4                     | 180                                                             |
| g: | Carsharing/Leihfahrzeug                                       | 54 (3%)                             | 56                                                        | × 10.6                    | 591                                                             |
|    | E-Scooter                                                     | 2 (<1%)                             | 49                                                        | × 2.4                     | 120                                                             |
| h: | <b>Zug/Bahn</b>                                               | <b>502 (24%)</b>                    | <b>451</b>                                                | <b>× 1.0</b>              | <b>463</b>                                                      |
|    | Tram/Strassenbahn                                             | 85 (4%)                             | 85                                                        | × 4.7                     | 402                                                             |
|    | Bus/Postauto                                                  | 350 (17%)                           | 131                                                       | × 3.5                     | 456                                                             |
| i: | Taxi/Uber                                                     | 54 (3%)                             | 56                                                        | × 7.5                     | 422                                                             |
|    | Mitfahrgelegenheit                                            | 169 (8%)                            | 43                                                        | × 30.1                    | 1295                                                            |
|    | sonstige Alternative                                          | 34 (2%)                             | 51                                                        | × 9.4                     | 477                                                             |
|    | zu Fuss                                                       | 132 (6%)                            | 48                                                        | ×                         | 0                                                               |

Tabelle 6-43: Resultat-Vergleich von kontingenter Bewertung und Annäherung auf Ebene «Verkehrsmittel»

Aus dem Vergleich der Mittelwerte auf Ebene der sekundären Hauptverkehrsmittel (Tabelle 6-43) wird ersichtlich, dass die direkte Annäherung via Marktpreise für knapp die Hälfte des Samples (47%) erstaunlich nah bei den Resultaten der kontingenten Bewertung liegt: Personen mit eigenem Auto oder Motorrad als Backup haben im Mittel einen jährlichen Optionswert von CHF 980 (Auto) bzw. CHF 585 (Motorrad). Diese Werte sind rund 20% höher als die im Mittel genannten Optionswerte von CHF 807 (Auto) bzw. CHF 497 (Motorrad) aus der kontingenten Bewertungsfrage für den individuellen regelmässigen Weg. Noch näher an den kontingenten Bewertungen liegt mit einer Mittelwert-Differenz von 2% die Annäherung des Optionswerts für Backup-Bahnreisende. Diese nennen in der Bewertung im Mittel CHF 463 (annualisiert), was sehr nah bei der marktpreisbasierten Annäherung von CHF 451 liegt.

Bei den eher untergeordneten und anteilmässig seltener genannten Backup-Verkehrsmitteln scheint die Annäherung über bezahlte Marktpreise für Instrumente mit Optionskomponente unzulänglich. Nachfolgend wird kurz erläutert, warum die Näherungen bei diesen Backup-Verkehrsmitteln zu tief ausfallen:

- f: Die Annäherung der Werte für Motorroller/Mofas ist mit einer Differenz von -41 % nicht allzu weit von deren kontingenter Bewertung entfernt, wobei das Sample zu klein ist für eine verlässliche Aussage. Der ermittelte Wert taugt aber definitiv nicht als Approximation der Obergrenze des Optionswerts. Diese Personen scheinen ihrem Backup einen höheren Optionswert beizumessen als sie dessen Bereithaltung kostet. Dies trifft auch bei E-Bikes und Fahrrädern zu: Diese sind verhältnismässig günstig in der Anschaffung (und im Unterhalt, inkl. der Garagierung), sind jedoch jederzeit verfügbar und verschaffen einen relativ grossen Bewegungsradius. Eine weitere Erklärung könnte sein, dass die individuell benutzten Backup-Fahrzeuge teurer sind als in der Annäherungsrechnung angenommen. Die preisliche Spannweite innerhalb der Kategorien Motorroller/Mofas, E-Bikes und Fahrräder ist sehr gross. Die Listenpreise dieser Fahrzeuge wurden im Sample aber nicht erhoben, weshalb bei der Annäherung Durchschnittspreise angenommen wurden.
- g: Ein Leihfahrzeug verschafft ähnliche Optionen wie ein eigenes Auto, wobei die Verfügbarkeit etwas eingeschränkt sein kann. Trotzdem sind (potenzielle) Nutzende kaum je an den Bereithaltungskosten beteiligt. Wie bereits angesprochen stehen bei den Sharing-Verkehrsmitteln wenig Marktangebote mit Optionskomponente bereit. Zwar bieten manche Sharing-Anbieter «Rabatt-Abos» an, welche die einzelnen Fahrten vergünstigen. Die bekannten Abos sind jedoch relativ günstig und verschaffen nur kleinere Rabatte. Da auf die bereitstehenden Fahrzeugflotten im Bedarfsfall auch ohne Subskription oder vorgängige Mitgliedschaft zurückgegriffen werden kann, erübrigt sich eine Subskription für Einzelfall-Nutzende.
- h: Auch bei Bus/Postauto und Tram resultieren bei der Annäherung verhältnismässig tiefe Optionswerte. Grund ist, dass bei den entsprechenden Backup-Nutzenden im Sample nur wenige marktliche Optionsinstrumente wie Halbtax oder andere ÖV-Abos vorhanden sind. Dies dürfte sich dadurch erklären, dass mit diesen Verkehrsmitteln meist deutlich kürzere Distanzen (als mit der Bahn) zurückgelegt werden, sodass auch Einzelfahrten zum Normalpreis kein finanzielles «Risiko» darstellen. Die im Bedarfsfall entstehenden Kosten legitimieren die Anschaffung eines Abos nicht.
- i: Bei den sonstigen Fortbewegungsarten wie Taxi, Mitfahrgelegenheit oder «zu Fuss» sind keine marktlichen Instrumente mit Optionscharakter verfügbar. In diesen Fällen kann einzig eine allfällig vorhandene TCS-Mitgliedschaft als «Mobilitätsversicherung» einkalkuliert werden. Aus diesem Grund liegen die Mittelwerte der Annäherung um CHF 50 pro Jahr. Da auch viele Personen mit Ersatzmodus «zu Fuss» über eine solche Versicherung verfügen, resultiert bei diesen ein ähnlicher Mittelwert – obwohl sich der eigentliche Fussweg kaum bewerten lässt.

### 6.4.3 Ergebnisdiskussion

Das Vorgehen in Teilauswertung D mit direkter Abfrage tatsächlicher Markttransaktionen ergibt Werte, die (im Gegensatz zu kontingenten Bewertungen) rein objektiv messbar sind. Die Bereithaltungskosten des individuell präferierten Transportbackups lassen sich sehr präzise bestimmen, sofern entsprechende Instrumente im Markt verfügbar sind. Da die Bewertung über bezahlte Fahrzeugpreise (f), Abokosten (g, h) oder Mobilitätsversicherungen (i) geschieht, sind die hieraus resultierenden Werte relativ verlässlich. Es kann davon ausgegangen werden, dass wiederholte Abfragen zu gleichen Resultaten führen. Gleichzeitig stellt sich jedoch die Frage, ob die Resultate als valide Optionsbewertungen betrachtet werden können. Um die Optionskomponente der individuellen Backup-Instrumente zu ermitteln, sind letztlich Annäherungen nötig. Zur Prüfung der Validität der Annäherungen werden diese mit den Resultaten der kontingenten Bewertung verglichen.

Die deskriptiven Mittelwert-Vergleiche zwischen resultierenden Annäherungen und kontingenten Bewertungen zeigen bereits, dass die Optionsbewertungen (auf aggregierter Ebene) durchaus plausibel sind (Tabelle 6-41, Tabelle 6-42, Tabelle 6-43). Diese Erkenntnis wird auch von der bivariaten Korrelationsanalyse zwischen resultierendem Optionswert der Annäherung und der kontingenten Bewertung bestätigt. Die beiden Werte sind auf Ebene des Gesamtsamples ( $n = 2050$ ) signifikant ( $p = 0.003$ ) positiv ( $r = 0.066$ ) korreliert, wobei die Korrelation nach Cohen nur einem schwachen Effekt entspricht ( $r < 0.1$ ).

| <b>KORRELATION:</b><br><b>ANNÄHERUNG D<sub>III</sub> VERSUS A<sub>II</sub> «TEUER»</b> | <b>N</b><br><b>(2050 = 100 %)</b> | <b>Spearman-</b><br><b>Korrelation</b> | <b>Sig.</b><br><b>(2-seitig)</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Gesamtsample</b> (f, g, h, i)                                                       | 2050                              | .066**                                 | 0.003                            |
| <b>Fahrzeugbesitz</b> (f)                                                              | 668                               | .129**                                 | 0.001                            |
| <b>Auto</b> (f <sub>Auto</sub> )                                                       | 424                               | .099*                                  | 0.042                            |

\*Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05 (2-seitig) signifikant. \*\*Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 6-44: Korrelationsanalyse (Annäherung via Marktpreise versus CVM)

Auf untergeordneter Ebene einzelner Optionsinstrumente (f, g, h, i) besteht lediglich beim Fahrzeugbesitz (f,  $n = 668$ ) eine signifikante ( $p < 0.01$ ) positive Korrelation ( $r = 0.129$ ,  $r^2 < 0.02$ ). Auf Ebene sekundärer Hauptverkehrsmittel ist nur bei Personen mit Backup-Auto ( $n = 424$ ) eine signifikante ( $p < 0.05$ ) Korrelation der Werte aus Teilstudie A und D feststellbar. Auch diese zeigt jedoch nur einen schwachen Effekt ( $r = 0.099$ ,  $r^2 = 0.01$ ). Die kleinen Effekte und die vielen nicht-signifikanten (positiven) Korrelationen auf Ebene einzelner Instrumente und Verkehrsmittel sind nicht überraschend, da die Annäherungen auf Mittelwerten basieren (Durchschnittsauto, mittleres Zonen-Abo, etc.). Die resultierenden Werte können daher auf Ebene eines Individuums im Einzelfall stark vom wahrgenommenen OV abweichen.

#### 6.4.4 Zwischenfazit

Basierend auf den Ergebnissen der Teilauswertung D muss die Hypothese  $H_{44}$  nicht verworfen werden. Transportoptionen können teilweise direkt angenähert werden über die Abfrage von tatsächlichen Ausgaben für die Bereithaltung von Backup-Instrumenten (Fahrzeuge, Abos und Versicherungen). Es zeigt sich, dass die möglichst detaillierte Annäherung (III) mehrheitlich sinnvolle Resultate hervorbringt. Drei Vorbehalte sind nötig:

- Die Annäherung mag im Einzelfall unzutreffend sein, erlaubt aber repräsentative Aussagen auf aggregierter Ebene. Es besteht eine schwache, aber signifikante Korrelation ( $p < 0.01$ ) zwischen den Bereithaltungskosten (Annäherung III) und den (annualisierten) kontingenten Bewertungen ( $A_{II}$  «teuer») über das Gesamtsample.
- Die Annäherung ergibt insbesondere für die Gruppen der MIV- und ÖV-Nutzenden plausible Durchschnittswerte. Für die knapp 50 % des Samples, die sich im Bedarfsfall eines (Zweit-)Autos, Motorrads oder eines ÖV-Abos bedienen, liegen die angenäherten Mittelwerte sehr nahe an denjenigen der kontingenten Bewertung.
- Bei der präzisierten Annäherung (III) handelt es sich nicht mehr um eine Annäherung des «upper bound» einer möglichen Optionsbewertung, sondern – wo marktliche Instrumente mit Optionskomponente sowie Nutzungsangaben verfügbar sind – um eine ziemlich präzise Bestätigung der Optionsbewertungen aus Teilstudie A (6.1).

Als Zwischenfazit lässt sich festhalten, dass vorhandene Marktpreise von Gütern mit Aspekten einer Transportoption zur Quantifizierung von Optionswerten beigezogen werden können. Personen, die als Backup ein Fahrzeug oder ein Abo «bereithalten», nehmen mittlere jährliche Fixkosten in Kauf, die im Rahmen der durchschnittlich genannten kontingenten Bewertungen liegen. Die in der vorliegenden Teilauswertung angewandte direkte Herangehensweise über tatsächliche Markttransaktionen funktioniert damit als Validierung der kontingenten Bewertung, wobei im Bereich des Sharing- und Langsamverkehrs (noch) zu wenig verwendbare Optionsinstrumente auf dem Markt sind.

Basierend auf dem repräsentativen Gesamtsample ( $n=2050$ ) ergibt die vorliegende Teilauswertung einen plausiblen mittleren Optionswert von CHF 368 pro Jahr. Hochgerechnet auf die 5.8 Millionen Personen in Arbeit- oder Ausbildung (BFS, 2022b, 2022c, 2020) resultiert demnach für die sekundären Hauptverkehrsmittel auf Schweizer Arbeits- und Schulwegen ein jährlicher Optionswert von CHF 2.13 Milliarden. Dieser Betrag entspricht ungefähr der Summe aller jährlichen Beiträge der öffentlichen Hand an die Infrastruktur des LV und des ÖV in der Schweiz (CHF 2.19 Mrd., BFS, 2017c, S. 10, 12, 14, 20).

## 7 Schluss

Die vorliegende Arbeit wird nachfolgend mit einem Fazit und einer Konklusion abgeschlossen. Dabei wird nach einem Gesamtfazit über die vier Teilstudien (A, B, C, D) einerseits eine kurze Zusammenfassung und andererseits ein Ausblick geboten.

### 7.1 Gesamtfazit

Ziel dieser Studie war es, inhaltliche wie auch methodische Erkenntnisse zum Optionswert im Personenverkehr zu gewinnen. Da der Optionswert ein schwer fassbares Konstrukt ist (2.1.3), wurden vier unterschiedliche Methoden erprobt (A, B, C, D). Bei jeder dieser (teilweise eher explorativen) Herangehensweisen wurden in jeweils drei Schritten (I, II, III) Approximationen ermittelt, um realistischen Optionsbewertungen möglichst nahe zu kommen. In Tabelle 7-1 werden die Resultate der verschiedenen Annäherungen (aufsteigend sortiert nach Mittelwert) gegenübergestellt. Die plausibelsten Optionswerte finden sich im (dunkel hervorgehobenen) Zentrum der Ergebnistabelle.

| APPROXIMATION              | C <sub>I</sub> | C <sub>II</sub> | C <sub>III</sub> | A <sub>I</sub> | D <sub>III</sub> | A <sub>II</sub> | A <sub>III</sub> | B <sub>I</sub> | D <sub>II</sub> | B <sub>II</sub> | B <sub>III</sub> | D <sub>I</sub> |
|----------------------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|
| <b>Mittelwert</b>          | <b>35</b>      | <b>50</b>       | <b>65</b>        | <b>261</b>     | <b>368</b>       | <b>462</b>      | <b>765</b>       | <b>991</b>     | <b>1265</b>     | <b>2024</b>     | <b>3757</b>      | <b>6419</b>    |
| <b>Standardabweichung</b>  | 180            | 202             | 257              | 513            | 849              | 847             | 1460             | 2660           | 2112            | 4144            | 7512             | 3809           |
| <b>Maximum</b>             | 3180           | 2791            | 3466             | 6000           | 6172             | 12000           | 24000            | 47940          | 6300            | 47940           | 95940            | 20393          |
| <b>90. Perzentil</b>       | 45             | 84              | 110              | 600            | 1071             | 1200            | 1800             | 2560           | 5500            | 5176            | 9358             | 12165          |
| <b>3. Quartil</b>          | 7              | 18              | 14               | 240            | 149              | 600             | 840              | 1008           | 1100            | 2078            | 3898             | 7958           |
| <b>2. Quartil (Median)</b> | <b>1</b>       | <b>3</b>        | <b>1</b>         | <b>120</b>     | <b>70</b>        | <b>180</b>      | <b>300</b>       | <b>260</b>     | <b>165</b>      | <b>774</b>      | <b>1498</b>      | <b>6793</b>    |
| <b>1. Quartil</b>          | 0              | 0               | 0                | 12             | 35               | 60              | 120              | 0              | 93              | 168             | 468              | 3953           |
| <b>Minimum</b>             | 0              | 0               | 0                | 0              | 0                | 0               | 0                | -2800          | 0               | -1368           | -1212            | 93             |
| <b>N</b>                   | 1886           | 1819            | 1773             | 2049           | 2050             | 2048            | 2048             | 1682           | 2050            | 1682            | 1682             | 2050           |

Tabelle 7-1: Resultate der vier Teilstudien (A, B, C, D) mit den drei Approximationen (I, II, III), in CHF p.a. (vgl. auch Tabelle 6-7, Tabelle 6-20, Tabelle 6-30, Tabelle 6-40; s. auch nachfolgende Abbildung 7-1)

Die Bandbreite der resultierenden Optionswerte ist sehr gross (vgl. auch Abbildung 7-1 als visuelle Umsetzung von Tabelle 7-1). Dies liegt nicht nur an den unterschiedlichen Methoden und Approximationen, sondern auch an den individuell verschiedenen «Optionen». Da die Untersuchung auf persönlichen, habitualisierten Reisen basiert, sind die beurteilten Wege (Distanz, Häufigkeit, etc.) und Ersatzmodi (Komfort, Geschwindigkeit, etc.) sehr verschieden. Der Effekt dieser Attribute auf die Optionsbewertung wird nachfolgend in den inhaltlichen Erkenntnissen zusammengefasst (7.1.2). Zunächst wird jedoch die Eignung der vier verschiedenen Methoden abschliessend diskutiert (7.1.1).

### 7.1.1 Methodisch

Aufgrund der umweltökonomischen Konzeption und der herausfordernden Identifizierung von Optionswerten (vgl. 2.2) wurden mehrere Bewertungsverfahren angewandt. Ziel dieses Methodenpluralismus war einerseits die mehrfache Validierung der Ergebnisse und andererseits der methodische Erkenntnisgewinn. Gemäss der fünften Forschungsfrage (F<sub>5</sub>, vgl. 1.4.1) galt es herauszufinden, *wie der Wert einer Transportoption gemessen werden kann*. Dazu wurden entsprechend der Taxonomie umweltökonomischer Bewertungsmethoden (vgl. Tabelle 2-1) vier komplementäre Herangehensweisen umgesetzt. Der Zugang zum Optionswert erfolgt dabei direkt oder indirekt über reale oder hypothetische Märkte.

|                                                | Direkte Bewertung der Option                          | Indirekte Bewertung der Option                           |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Eingeholte Antworten zu hypothetischen Märkten | <b>Variante A</b><br>Erkundung mit offener CVM (WTP)  | <b>Variante B</b><br>Berechnung über E(CS) und OP (WTP)  |
| Beobachtetes Verhalten auf realen Märkten      | <b>Variante D</b><br>Kosten von Backup-Mobility-Tools | <b>Variante C</b><br>Simulation mit Black-Scholes-Formel |

Tabelle 7-2: Empfohlene methodische Varianten zur Annäherung des Optionswerts im Personenverkehr (dunkel)

Die Teilstudien A, B, C und D zeigen, dass keine der vier methodischen Nullhypothesen grundsätzlich verworfen werden muss. Transportoptionen können *direkt* bewertet werden via *hypothetische* monatliche Zahlungsbereitschaft für den gesicherten Zugang zum Ersatzmodus – analog zu einer Mitgliedschaft bzw. Subskription (H<sub>5-1</sub>, vgl. Teilstudie A, 6.1). Transportoptionen können aber auch *indirekt* bewertet werden via Abfrage von Konsumentenrente pro Ersatzweg und Zahlungsbereitschaft für eine *hypothetische* «Optionsprämie» pro Normalweg – vergleichbar mit einer Versicherungsprämie pro Trip (H<sub>5-2</sub>, vgl. Teilstudie B, 6.2). Basierend auf *realem* Marktverhalten können Transportoptionen im Sinn einer absolut «rationalen» Untergrenze *indirekt* über das Konzept der Finanzoption (nach Black-Scholes) angenähert werden (H<sub>5-3</sub>, Teilstudie C, 6.3). Als *direkte* Annäherung über *reales* Marktverhalten können die effektiven Ausgaben für die Bereithaltung von «Optionsinstrumenten» (Fahrzeuge, Abos, Versicherungen) ausgewertet werden (H<sub>5-4</sub>, Teilstudie D, 6.4).

Die (mehrheitliche) Korrelation der resultierenden Optionswerte von A, B, C und D deutet darauf hin, dass die *Validität* der Werte gegeben ist, auch wenn die absolute Höhe der verschiedenen Approximationen teils sehr unterschiedlich ausfällt. Die grosse Bandbreite der Optionswerte ist kein Indiz mangelnder *Reliabilität*, sondern Ergebnis unterschiedlicher Ansprüche an Rationalität und Präzision der jeweiligen Annäherung. Damit verbunden ist auch der Grad der *Objektivität*, der in den Teilstudien unterschiedlich ausgeprägt ist.

An den extremen Enden der gesammelten Optionswerte stehen die «größten» Annäherungen von *Variante C* («lower bound») und *Variante D* («upper bound»). Die stark vereinfachten Approximationen dieser methodischen Varianten sind relativ weit von präzisen Optionsbewertungen entfernt. Die Annäherungen von *Variante A* liegen eher im unteren, jene der *Variante B* im oberen Mittelfeld des Spektrums möglicher Optionsbewertungen.

Während  $C_I$  und  $C_{II}$  zu tief erscheinen, können  $C_{III}$  und  $A_I$  als sehr konservative Näherungen der möglichen Optionswerte betrachtet werden (vgl. Abbildung 7-1). Obwohl  $D_{III}$  und  $A_{II}$  die wohl plausibelsten Werte widerspiegeln, sind Optionswerte im Umfang von  $A_{III}$  und  $B_I$  nicht unrealistisch. Während  $D_{II}$  und  $B_{II}$  sehr grosszügige Annäherungen wahrgenommener Optionswerte darstellen, sind  $B_{III}$  und  $D_I$  als zu hoch zu betrachten. Nachfolgend werden diese Einordnungen und Einschätzungen kurz begründet.

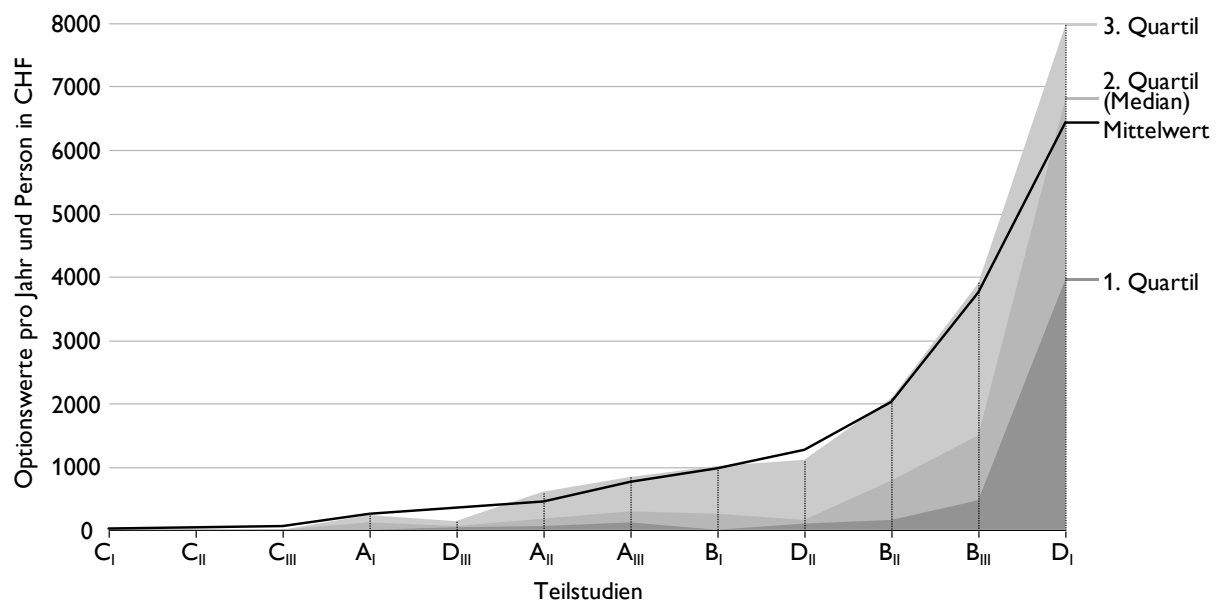


Abbildung 7-1: Visuelle Eingrenzung der Optionswerte pro Jahr und Person auf der individuellen Pendelstrecke (Teilstudien A, B, C, D mit Annäherungen I, II, III; sortiert nach Mittelwert; für «Zoom» s. Abbildung 7-2)

Die Annäherung  $D_I$  approximiert den Optionswert über die jährlichen Fixkosten aller einer Person bereitstehenden Optionsinstrumente. Das Ergebnis dürfte den gesuchten Optionswert meist deutlich überschätzen, da nicht alle verfügbaren Fahrzeuge und Abos nur als Backup für den regelmässigen Weg zur Arbeit oder Ausbildung bereitgehalten werden. Selbst wenn in Annäherung  $D_{II}$  die Auswahl der bereitstehenden Instrumente auf den präferierten Ersatzmodus reduziert wird, dürften die Ergebnisse tendenziell hoch ausfallen, da das primäre Backup nicht unbedingt nur für den betrachteten Weg eingesetzt wird. Erst die um andere Wege anteilig reduzierte Annäherung  $D_{III}$  bewegt sich im sehr realistischen Bereich.

Die *Annäherungen*  $C_I$ ,  $C_{II}$  und  $C_{III}$  approximieren den Optionswert mit zunehmendem Detaillierungsgrad über die annualisierten Kosten einer rein rationalen, finanzmarktlichen Absicherung des gegebenen Sicherheits- bzw. Backup-Niveaus. Die resultierenden Werte dürften die individuell wahrgenommenen Optionswerte deutlich unterschätzen, da diese gerade *nicht* rein rational zustande kommen, sondern einen (meist positiven) Bias enthalten.

Die *Annäherung*  $B_{III}$ , welche auf der kontingenten Bewertung einer als «zu teuer» befundenen Optionsprämie pro Weg beruht, muss eindeutig als über dem wahrgenommenen Optionswert liegende Bewertung betrachtet werden. Die *Annäherung*  $B_{II}$  dürfte hingegen die Obergrenze realistischer Optionsbewertungen abbilden – vorbehaltlich der unbeabsichtigten Ausreisser, welche durch die indirekte Ermittlungsmethodik erklärbar sind (vgl. 6.2.3 und 6.2.4).

Während die für Variante B erhobenen Werte pro Weg eher hoch ausfallen, erscheinen die für Variante A abgefragten monatlichen Werte eher tief. Diese Diskrepanz dürfte auf methodische Gründe rückführbar sein, wobei Variante B aufgrund der indirekten Berechnungsweise anhand mehrerer kontingenter Bewertungen anfälliger ist für Verzerrungen und Extremwerte. Dies erklärt, warum die vorsichtigste Approximation der Variante B, die *Annäherung*  $B_I$ , die sich aus der Frage nach einer «fairen» Optionsprämie pro Weg ergibt, höher liegt als die direkte *Bewertung*  $A_{III}$ , welche von den Befragten als «zu teuer» betrachtet wird.

Ob die WTP für einen bereitstehenden Ersatzmodus pro Weg tatsächlich höher liegt als bei Bezahlung pro Monat oder Jahr (vgl. auch Heer, 2018), müsste im Markt abgeklärt werden. Es ist möglich, dass sich hierbei ein Bias zeigt, der nicht im Fokus dieser Untersuchung liegt: Häufige kleine Beträge werden im Vergleich zur aggregierten Summe pro Jahr unterschätzt. Bestätigt wird diese Vermutung von Erkenntnissen aus der Verhaltensökonomie zum sog. Denomination Effect (Raghubir & Srivastava, 2009) oder zum Mental Accounting (Thaler, 2008; s. auch Heath & Soll, 1996). Die vorliegende Studie liesse bei Optionsbewertungen eigentlich eher das Gegenteil erwarten: Da bei längeren Zeitspannen die Unsicherheit tendenziell höher ist, müsste die Zahlungsbereitschaft zur Risikoreduktion höher ausfallen.

Unabhängig von möglichen Gründen dieser Diskrepanz wird deutlich, dass die zentralen Resultate der vorliegenden Studie, die *Bewertung*  $A_I$  («fair») und die *Bewertung*  $A_{II}$  («teuer»), im unteren Mittelfeld aller Optionsbewertungen liegen und somit als plausible oder gar konservative Näherungen betrachtet werden können (vgl. Abbildung 7-1). Diese Erkenntnis bestätigt, dass die mittlere kontingente Bewertungsfrage aus Teilstudie A (OV<sub>teuer</sub> «ich würde diese Grundgebühr mit hoher Wahrscheinlichkeit bezahlen») berechtigterweise als Referenzwert für die übrigen, eher explorativen Teilstudien beigezogen wurde.



Die realistischsten und präzisesten Annäherungen (I/II/III) pro Teilstudie (A, B, C, D) bzw. pro Bewertungsmethode sind in der nachfolgenden Abbildung 7-2 in ansteigender Reihenfolge dargestellt – quasi als Zoom-Ausschnitt von Abbildung 7-1: C<sub>III</sub>, D<sub>III</sub>, A<sub>II</sub> und B<sub>I</sub>.

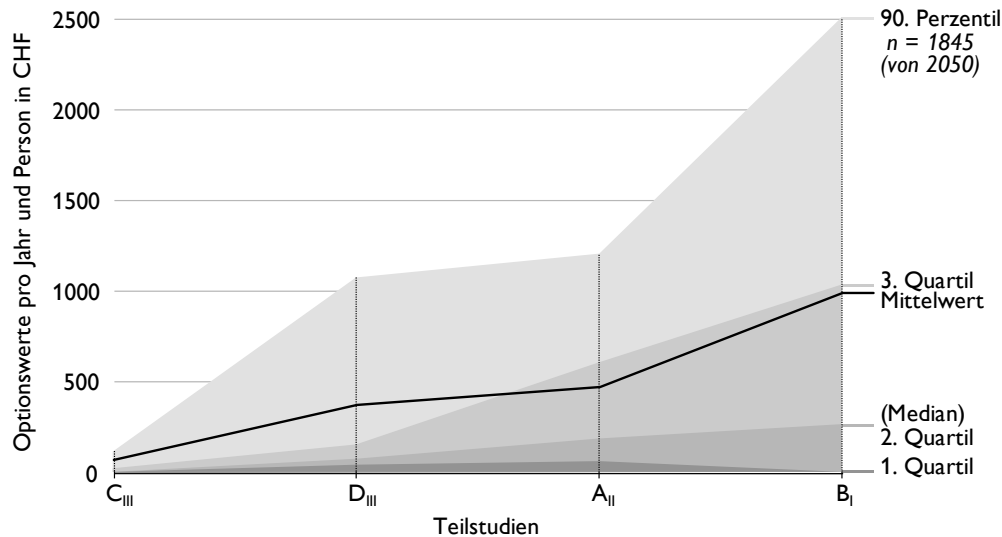


Abbildung 7-2: Realistischste Annäherungen der vier Teilstudien; Optionswerte pro Jahr und Person (basierend auf dem repräsentativen Sample und den individuellen Wegen zur Arbeit oder Ausbildung)

Die Reihenfolge der ansteigenden Optionswerte von Methode C über D und A zu B ist kein Zufall. Die wachsenden Mittelwerte und zunehmende Streuung sind nicht mit abnehmender Genauigkeit verbunden. Stattdessen besteht ein Zusammenhang mit dem Level an Bias, welchen die jeweilige Methode inkorporieren kann (Abbildung 7-3). Da der Optionswert gemäss theoretischer Konzeption per Definition einem Bias der Wahrnehmung entspricht, handelt es sich dabei *nicht* um ein unerwünschtes Phänomen. Im Gegenteil: eine optimale Methode zur Ermittlung des Optionswerts sollte diesen Bias angemessen berücksichtigen.

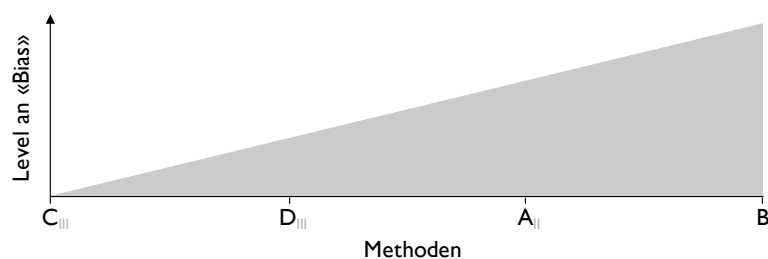


Abbildung 7-3: Level an «Bias» in der Wahrnehmung, welcher pro Methode «eingefangen» wird (illustrativ)

Da Optionswerte keine rein rationale Angelegenheit sind, stellt die völlig objektive Methode C eher eine Unterschätzung dar. Auf der anderen Seite des Spektrums steht die Methode B, die mehr «Biases» als nur den gesuchten Optionswert enthält (vgl. Überlegungen zum Mental Accounting und zum Denomination Effect). Die Varianten A und D stellen folglich die empfohlenen Methoden der Optionsbewertung dar (vgl. auch Tabelle 7-2).

Der Vorteil der beiden empfohlenen Methoden A<sub>II</sub> und D<sub>III</sub> besteht darin, dass sie plausible Werte ergeben, aber relativ unkompliziert sind – sowohl für die Befragten als auch für die Befragenden. Die notwendigen Daten dieser zwei direkten Bewertungen können problemlos gleichzeitig (mit demselben Erhebungsinstrument) abgefragt werden, ohne dass Ausfüllzeiten und Response Burden zu gross werden (vgl. auch Abbildung 5-1). In Kombination dienen die beiden Herangehensweisen zudem zur gegenseitigen Validierung der Optionsbewertung – einmal anhand eines hypothetischen Markts (A, «stated»; vgl. 2.2.1.2) und einmal anhand bezahlter Preise bzw. realer Kosten im existierenden Markt (D, «revealed»; vgl. 2.2.1.1).

Beim Setup eines entsprechenden Befragungsinstruments ist es denkbar, den resultierenden Optionswert nach Variante D<sub>III</sub> basierend auf Angaben im Fragebogen dynamisch zu berechnen (analog zur vorliegenden nachträglichen Kalkulation; s. Anhang III zu Teilstudie D). Die ausgegebene Zahl könnte dann als Startpunkt der kontingenten Bewertung (CVM) mittels Bidding Game oder Dichotomous Choice (SBDC oder DBDC) zur direkten Validierung verwendet werden (vgl. 2.2.1.2). Eine schematische Visualisierung dieser kombinierten, dynamischen Umsetzung ist in Abbildung 7-4 dargestellt. In einem etwas komplexeren Design liesse sich die ausgegebene Zahl nicht nur validieren, sondern auch weitergehend analysieren. Die Bewertung gemäss Variante D<sub>III</sub> und die Attribut-Levels des abgefragten Wegs könnten als Start-Set eines Choice Models (DCE) benutzt werden. Durch die Generierung von abgeleiteten (orthogonalen) Choice-Sets liessen sich die Attribute bzw. deren Levels bewerten – ähnlich wie dies in der vorliegenden Studie mittels Regressionen angestrebt wurde.

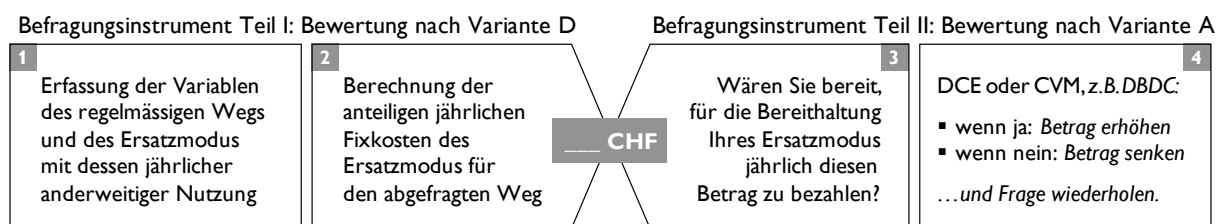


Abbildung 7-4: Mögliche Kombination der empfohlenen Methoden-Varianten A und D zur Optionsbewertung

Der Vorteil einer solchen kombinierten Methodik besteht darin, dass mit der dynamisch berechneten Annäherung nach Variante D<sub>III</sub> ein transparenter, individueller Preisanker vorliegt. Anders als im vorliegenden Design von Variante A, wo gänzlich offen (Open-Ended) nach der maximalen WTP für die Bereithaltung eines Ersatzmodus gefragt wird, bleiben die (implizit) vorhandenen Preisanker der kontingenten Bewertung (oder auch des Auswahl-experiments) damit nicht verborgen. Dieses methodische Konzept mit Kombination der Varianten D und A kann als Schlusspunkt der vorliegenden Überlegungen zur Optionsbewertung (F<sub>5</sub>) und als empfohlener Startpunkt künftiger Untersuchungen verstanden werden.

### 7.1.2 Inhaltlich

Nach dem Vergleich der Ergebnisse der vier Methoden aus den Teilstudien A, B, C und D folgt nun eine abschliessende Betrachtung der empirischen Haupterkenntnisse. Dazu werden die ermittelten Optionswerte des schweizerischen Personenverkehrs in Relation gesetzt zu Resultaten aus (explorativen) Studien aus dem Ausland. Zudem werden die wichtigsten Einflussfaktoren übersichtlich zusammengefasst.

Wie in Abschnitt 7.1.1 hergeleitet (vgl. Tabelle 7-1), liegt der maximal denkbare Bereich der mittleren jährlichen Optionswerte von Personen in Arbeit oder Ausbildung in der Schweiz zwischen CHF 65 (C<sub>III</sub>) und CHF 991 (B<sub>I</sub>), bzw. gemäss den zwei plausibelsten Annäherungen zwischen CHF 368 (D<sub>III</sub>) und CHF 462 (A<sub>II</sub>). Basierend auf eher konservativen Einschätzungen (D<sub>III</sub> bis A<sub>II</sub>) kann folglich von einem durchschnittlichen monatlichen Optionswert für Wege zur Arbeit oder Ausbildung von CHF 30.70 bis CHF 38.50 ausgegangen werden. Bei einem Vollzeit-Pensum ohne Homeoffice-Möglichkeit führt dies bei rund 230 Arbeitstagen pro Jahr (Werktage, abzüglich Ferien und Feiertage) zu einem durchschnittlichen Optionswert von CHF 1.60 bis CHF 2.00 pro Arbeitstag. Hochgerechnet auf die Schweizer Gesamtbevölkerung, die sich in Ausbildung (0.7 Mio. Personen; BFS, 2022b) oder in Arbeit (5.1 Mio. Personen; BFS, 2022c) befindet, ergibt sich so ein jährlicher Optionswert von CHF 2.14 Mrd. bis CHF 2.68 Mrd.

| TEILSTUDIE                       | C <sub>III</sub>   |        | D <sub>III</sub>     |        | A <sub>II</sub>      |        | B <sub>I</sub>       |        |
|----------------------------------|--------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
| Optionswerte in CHF              | Ø                  | Median | Ø                    | Median | Ø                    | Median | Ø                    | Median |
| pro Person und Jahr              | 64.60              | 0.74   | 368.47               | 69.50  | 461.75               | 180.00 | 991.06               | 259.80 |
| pro Person und Monat             | 5.38               | 0.06   | 30.71                | 5.79   | 38.48                | 15.00  | 82.59                | 21.65  |
| pro Pers. und Arbeitstag         | 0.28               | 0.00   | 1.60                 | 0.30   | 2.01                 | 0.78   | 4.31                 | 1.13   |
| pro Haushalt und Jahr            | 142.12             | 1.10   | 810.63               | 103.36 | 1015.85              | 267.69 | 2180.33              | 386.37 |
| <b>Schweiz, pro Jahr, in CHF</b> | <b>374.69 Mio.</b> |        | <b>2 137.14 Mio.</b> |        | <b>2 678.14 Mio.</b> |        | <b>5 748.16 Mio.</b> |        |

Tabelle 7-3: Empirisch ermittelte Optionswerte im Personenverkehr der Schweiz (Annahme: 5.8 Mio. Personen in Arbeit oder Ausbildung; 3.9 Mio. Privathaushalte; durchschnittliches Jahr besteht aus 230 Arbeitstagen)

Im Sinn einer vorsichtigen Schätzung (A<sub>II</sub>) kann folgendes Hauptfazit festgehalten werden: Das Schweizer Verkehrssystem generiert für die Wege zum Arbeits- und Ausbildungsplatz einen Optionsnutzen bzw. Optionswert von (mindestens) rund CHF 2.7 Milliarden pro Jahr. Da in dieser Zahl nur die regelmässigen Schul- und Arbeitswege aus Sicht der Lernenden und Berufstätigen enthalten sind, dürfte der gesamte Optionswert des nationalen Verkehrssystems höher ausfallen. Unter Berücksichtigung weiterer Reisezwecke (Einkauf, Freizeit, etc.) und Akteure (Unternehmen, Rettungsdienste, etc.), welche nicht im Fokus der vorliegenden Studie sind, würde sich der Optionswert auf Ebene des Gesamtsystems deutlich vergrössern.

Diese Resultate auf Ebene des Verkehrssystems können besser eingeordnet werden, wenn sie mit tatsächlichen Kostenkategorien verglichen werden. Als illustrative Vergleichsgrößen werden hier Infrastrukturkosten beigezogen, da Verkehrsinfrastruktur einerseits (im Sinn des Optionswerts) bereitgehalten werden muss und andererseits (im Sinn eines öffentlichen Guts) über Steuern und Abgaben von der öffentlichen Hand mitfinanziert wird (vgl. BFS, 2019b).

- Die sehr tiefe *Annäherung*  $C_{III}$  ergibt mit CHF 0.37 Mrd. einen Betrag, der etwas kleiner ausfällt als die jährlichen Kosten der öffentlichen Hand für Infrastruktur des Fahrradverkehrs (CHF 0.42 Mrd., BFS, 2017c, S. 14).
- Die mittlere *Annäherung*  $D_{III}$  entspricht mit CHF 2.14 Mrd. ungefähr den jährlichen Infrastrukturkosten von LV und ÖV, welche von der öffentlichen Hand bezahlt werden (CHF 2.19 Mrd., BFS, 2017c, S. 10, 12, 14, 20).
- Die eher hohe *Annäherung*  $B_I$  entspricht mit einem Optionswert von CHF 5.75 Mrd. exakt den Infrastrukturkosten für MIV (nur für Personenwagen), welche jährlich von der öffentlichen Hand bezahlt werden (BFS, 2017c, S. 4). Zudem entspricht der Betrag etwa den jährlichen Ausgaben des Bundes aus Infrastrukturfonds und Spezialfinanzierungen für Strassen- und Eisenbahnprojekte (CHF 5.36 Mrd., BFS, 2019b, S. 59).
- Die plausibelste *Annäherung*  $A_{II}$  erlaubt eine Hochrechnung auf CHF 2.68 Mrd., was exakt den jährlichen Leistungen der öffentlichen Hand (vor der Covid-19-Pandemie) an die SBB entspricht (SBB, 2020b, S. 66). Diese Beiträge haben einen Anteil von rund 60 % an den jährlichen Subventionen der öffentlichen Hand für den gesamten Strassen- und Schienenverkehr in der Schweiz (CHF 4.28 Mrd.; BFS, 2017c, S. 11, 21), wobei der motorisierte Individualverkehr (wegen verkehrsspezifischen Steuern und Abgaben) von den Nutzenden selbst getragen wird (BFS, 2019b, S. 20).

Die hier ermittelten Optionswerte im Personenverkehr der Schweiz sind nicht direkt vergleichbar mit Resultaten früherer Studien aus dem Ausland – einerseits wegen Teuerung und Kaufkraft, andererseits aber insbesondere auch wegen des unterschiedlichen Forschungsfokus. Die allermeisten der bisherigen Studien betrachten eine spezifische Verkehrsverbindung (vgl. Tabelle 2-4), während die vorliegende Studie und das eigens entwickelte Erhebungsinstrument den Anspruch haben, sämtliche (habitualisierten) Wege zu berücksichtigen. Diese Herangehensweise ist sinnvoll und möglich, weil die Schweiz über ein integriertes, multimodal nutzbares Verkehrssystem verfügt. Um trotzdem gewisse Vergleiche mit den Ergebnissen aus dem Ausland anstellen zu können, werden die Optionswerte in Relation gesetzt zum Use Value, welcher hier als maximale Zahlungsbereitschaft (also Preis plus Konsumentenrente) vorliegt (vgl. Abbildung 2-4).

Die vorliegenden Teilstudien zeigen ein mittleres Verhältnis von OV zu UV von etwas mehr als eins (vgl. Tabelle 7-4). Die zentrale Teilstudie A zeigt für den vorhandenen Ersatzmodus auf dem regelmässigen Weg zur Arbeit oder Ausbildung einen mittleren Optionswert, der 11 % grösser ist als der erwartete Use Value aus der Backup-Nutzung.

| TEILSTUDIE                                                                                                  | C <sub>III</sub>      | D <sub>III</sub>      | A <sub>II</sub>       | B <sub>I</sub>        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Verhältnis von OV/UV basierend auf Mittelwert</b><br>(mit Standardabweichung)<br>wobei hier: UV = P + CS | <b>0.12</b><br>(1.14) | <b>1.22</b><br>(8.34) | <b>1.11</b><br>(8.23) | <b>1.75</b><br>(8.89) |

Tabelle 7-4: Verhältnis von Option Value zu Use Value gemäss den besten Annäherungen der vier Teilstudien

Der Vergleich mit den Resultaten aus den (vorwiegend explorativen) ausländischen Studien bestätigt die Einschätzung, dass die identifizierten Optionswerte für die Schweiz sehr realistisch bzw. eher konservativ ausfallen. Die vorliegenden Werte der Relation von OV zu UV reihen sich im unteren Mittelfeld der bisherigen Studien ein (vgl. Tabelle 7-5).

| STUDIE                                               | Chang et al.<br>(2017) | Geurs et al.<br>(2006) | Laird et al.<br>(2013) | Johnson et al.<br>(2013) | Hump.&Fow.<br>(2006) |
|------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| <b>Verhältnis von OV/UV basierend auf Mittelwert</b> | <b>0.35</b>            | <b>1.09</b>            | <b>2.21</b>            | <b>2.50</b>              | <b>3.35</b>          |
| Verbindung bzw. Modus                                | Autobahn               | Bahn(en)               | Bus(netz)              | Bahn (Bus)               | Bahn                 |
| Land der Untersuchung                                | KOR                    | NLD                    | GBR                    | GBR                      | GBR                  |

Tabelle 7-5: Vergleichswerte ausländischer Studien zum Verhältnis von OV zu UV (Auszug aus Tabelle 2-9)

Für die tendenziell höheren Anteile an Optionswert in den anderen europäischen Studien können verschiedene Erklärungen angeführt werden. Einerseits sind die Untersuchungen stark kontextabhängig (wobei z.B. die Verfügbarkeit von weiteren Substituten bzw. regelmässigen Backups einen Einfluss hat; vgl. 6.1.3). Andererseits fokussieren diese Studien auf einen Modus oder gar eine spezifische Verbindung, während in der vorliegenden Untersuchung alle regelmässigen Wege aus Sicht eines repräsentativen Samples bewertet werden (worunter sich z.B. auch Fusswege mit minimalen Optionswerten befinden; vgl. auch Abbildung 5-27).

Einzig für Grossbritannien liegen gewisse Annäherungen für Optionswerte auf Systemebene vor, welche auch in der Praxis Anwendung finden (vgl. 2.3.2). Pro Haushalt werden jährliche Werte von GBP 75 (Bus) bzw. GBP 145 (Bahn oder Bus und Bahn) veranschlagt (vgl. Tabelle 2-10, basierend auf 2010). Korrigiert um die Teuerung und umgerechnet in Schweizerfranken ergibt dies einen Wert von rund CHF 110 bzw. CHF 220 (vgl. Bank of England, 2022). Die Mittelwerte pro Haushalt der vorliegenden Studie sind im Durchschnitt zwar höher, die approximierten Medianwerte aber sehr ähnlich (D<sub>III</sub>: CHF 103; A<sub>II</sub>: CHF 268; vgl. Tabelle 7-3).

Auch der Blick auf die Optionswerte (pro Person und Jahr) nach Backup-Modus (Tabelle 7-6) zeigt, dass die absoluten Werte bei Bahn und Bus in der Schweiz höher liegen als in Grossbritannien (vgl. Tabelle 2-9 und Tabelle 2-10). Hier muss allerdings betont werden, dass die Zahlen beider Länder nicht direkt verglichen werden können, da nachfrageseitig die Kaufkraft und angebotsseitig Preis-Leistung nicht identisch sind (vgl. Killer et al., 2021).

| TEILSTUDIE                                        |          | <b>C<sub>III</sub></b> |        | <b>D<sub>III</sub></b> |        | <b>A<sub>II</sub></b> |            | <b>B<sub>I</sub></b> |        |
|---------------------------------------------------|----------|------------------------|--------|------------------------|--------|-----------------------|------------|----------------------|--------|
| <b>Sekundäres Hauptverkehrsmittel (OV in CHF)</b> | <i>n</i> | ø                      | Median | ø                      | Median | ø                     | Median     | ø                    | Median |
| <b>Zug/Bahn</b>                                   | 502      | 41                     | 1      | 451                    | 70     | <b>463</b>            | <b>210</b> | 4324                 | 1560   |
| <b>eigenes (Zweit-)Auto</b>                       | 424      | 23                     | 0      | 980                    | 393    | <b>667</b>            | <b>240</b> | 3707                 | 1560   |
| <b>Bus/Postauto</b>                               | 350      | 28                     | 0      | 131                    | 70     | <b>456</b>            | <b>180</b> | 2958                 | 1299   |
| <b>Mitfahrgelegenheit</b>                         | 169      | 93                     | 12     | 43                     | 35     | <b>589</b>            | <b>330</b> | 5628                 | 2600   |
| <b>zu Fuss</b>                                    | 132      | 73                     | 4      | 48                     | 46     | <b>0</b>              | <b>0</b>   | 0                    | 0      |
| <b>Fahrrad</b>                                    | 116      | 252                    | 16     | 53                     | 43     | <b>180</b>            | <b>108</b> | 3728                 | 1166   |
| <b>Tram/Strassenbahn</b>                          | 85       | 31                     | 0      | 85                     | 70     | <b>402</b>            | <b>240</b> | 2032                 | 1266   |
| <b>E-Bike</b>                                     | 83       | 369                    | 72     | 114                    | 75     | <b>305</b>            | <b>180</b> | 4122                 | 1355   |
| <b>Taxi/Uber</b>                                  | 54       | 1                      | 0      | 56                     | 70     | <b>422</b>            | <b>120</b> | 5422                 | 2598   |
| <b>Carsharing/Leihfahrzeug</b>                    | 54       | 17                     | 1      | 56                     | 70     | <b>591</b>            | <b>240</b> | 6108                 | 2077   |
| <b>Motorrad</b>                                   | 36       | 4                      | 0      | 585                    | 490    | <b>497</b>            | <b>240</b> | 4350                 | 2160   |
| <b>sonstige Alternative</b>                       | 34       | 60                     | 27     | 51                     | 70     | <b>477</b>            | <b>120</b> | 5844                 | 2228   |
| <b>Motorroller/Mofa</b>                           | 9        | 103                    | 10     | 209                    | 74     | <b>355</b>            | <b>240</b> | 5407                 | 4160   |
| <b>E-Scooter</b>                                  | 2        | 285                    | 285    | 49                     | 49     | <b>120</b>            | <b>120</b> | 4040                 | 4040   |

Tabelle 7-6: Mittlere Optionswerte nach sekundärem Hauptverkehrsmittel (sortiert nach *n*; ø = Mittelwert)

Die Betrachtung pro sekundäres Hauptverkehrsmittel bestätigt die bereits diskutierten Unterschiede und Spezifitäten der vier Varianten A, B, C und D. So ergibt die *Annäherung C<sub>III</sub>* besonders dann bedeutsame Optionswerte, wenn der Ersatzmodus günstig (bzw. günstiger als der Primärmodus) ist (vgl. 6.3.3). Die *Annäherung D<sub>III</sub>* produziert in jenen Fällen relevante Optionswerte, wo zur Bereithaltung (von Fahrzeugen oder Abos) Fixkosten bestehen (vgl. 6.4.3). Die *Annäherung A<sub>II</sub>* aus der direkten Bewertung zeigt, dass (abgesehen von «zu Fuss») allen Modi bedeutsame Optionswerte zugeschrieben werden (vgl. auch 6.1.3). Die *Annäherung B<sub>I</sub>* ergibt auch in dieser Betrachtung relativ hohe Werte, weist aber letztlich ähnliche Strukturen wie *A<sub>II</sub>* auf (vgl. auch 6.2.3). Die hier auf Ebene der Ersatzmodi heruntergebrochenen Optionswerte (Tabelle 7-6) müssen jedoch mit Vorbehalten versehen werden. Zunächst zeigt die Tabelle jeweils nur das sekundäre Hauptverkehrsmittel, im Fall einer multimodalen Kette also lediglich das zentrale Ersatzverkehrsmittel. Ausserdem ist die Grösse (*n*) des Subsamples bei manchen Verkehrsmitteln relativ klein. Schliesslich muss auch betont werden, dass die Verkehrsmittel keine direkten Prädiktoren des Optionswerts sind. Derartige Prädiktoren sind eher tieferliegende Variablen wie z.B. die Komfortklasse, welche für die Verkehrsmittelwahl entscheidend sind.

Die Optionswerte im Personenverkehr sind von einer Vielzahl an Faktoren abhängig, welche in der vorliegenden Arbeit konzeptionell (vgl. 3.1) entlang der vier inhaltlichen Forschungsfragen gegliedert wurden ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ). Alle literaturbasierten Prädiktoren wurden in Teilstudie A geprüft und in Teilstudie B validiert (vgl. auch Tabelle 6-1). Dabei zeigt sich, dass eine Mehrzahl der 30 abgefragten bzw. getesteten Variablen einen signifikanten Einfluss auf die Optionsbewertung haben, wobei der Zusammenhang nicht immer die erwartete Richtung aufweist (vgl. 6.1.3 und Tabelle 6-18).

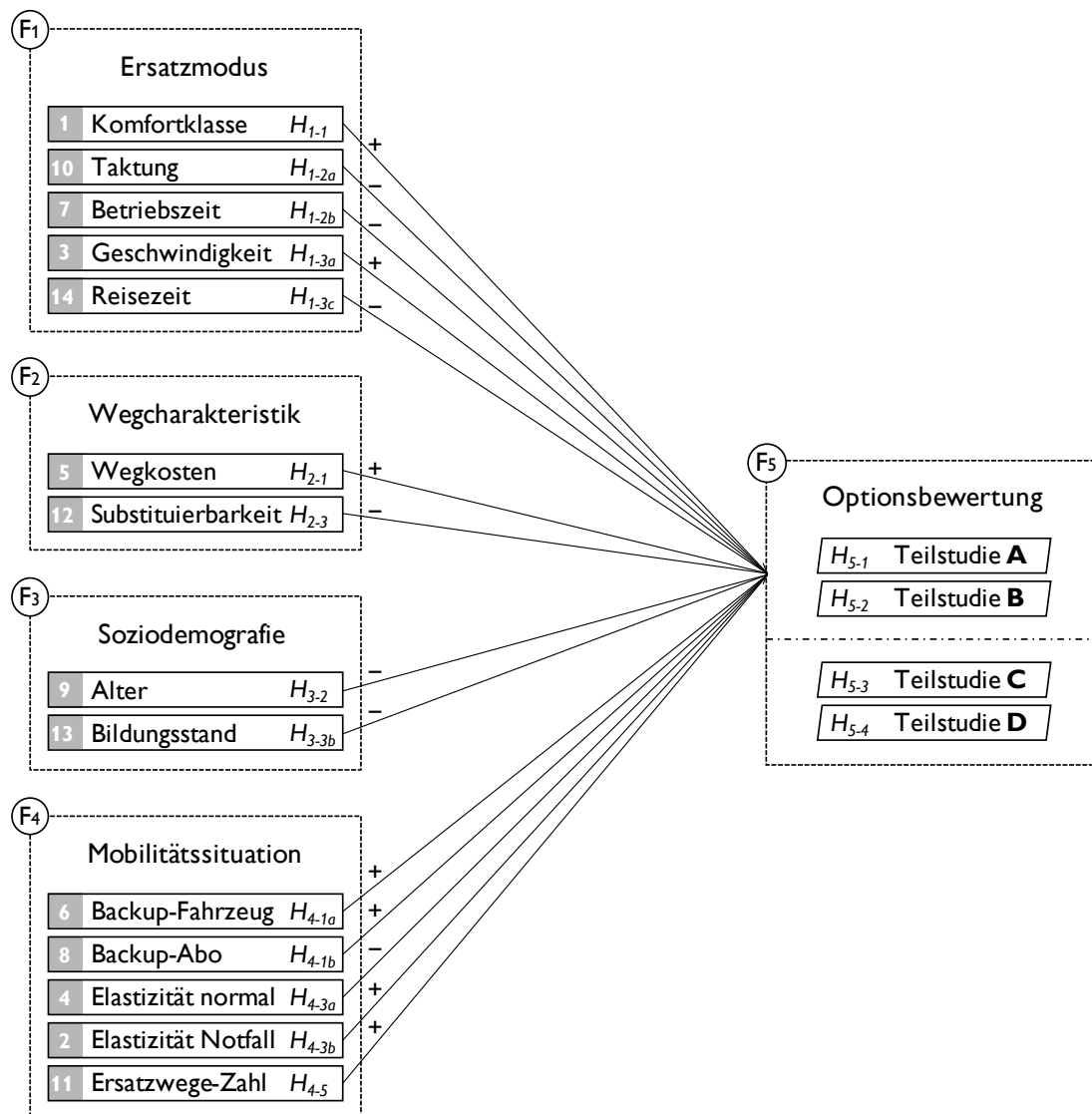


Abbildung 7-5: Resultierendes Gesamtmodell mit Bedeutsamkeit der Prädiktoren (1=hoch, 14=tief), vgl. auch Tabelle 6-16; vgl. Tabelle 6-18 und 6.1.3 für Diskussion der Wirkrichtungen (+/-)

Insgesamt 14 Variablen bleiben im multiplen Regressionsmodell sowohl von Teilstudie A als auch Teilstudie B enthalten und erklären rund 40% der Varianz in den Optionsbewertungen (Adj.  $R^2$ , vgl. Tabelle 6-14 und Tabelle 6-22). Die Abbildung 7-5 zeigt das optimierte Gesamtmodell mit den 14 Prädiktoren und ihrer Wirkung, nummeriert nach Bedeutsamkeit.

Basierend auf Teilstudie A und Teilstudie B lassen sich die vier inhaltlichen Forschungsfragen zum Optionswert beantworten. Pro Frage bzw. Themenbereich wurden mehrere signifikante Einflussfaktoren identifiziert (s. Abbildung 7-5; vgl. auch Tabelle 6-17 und Tabelle 6-23).

(F<sub>1</sub>) *Welche Attribute vorhandener Ersatzmodi haben einen Einfluss auf die Optionsbewertung?*

Wie erwartet sind die konkreten Attribute des benutzten bzw. bewerteten *Ersatzmodus* von grosser Bedeutung: Komfortklasse (ÖV: 1. oder 2. Klasse; LV: 3. Klasse; MIV: 1. oder 2. Klasse, wobei Oberklassewagen und Taxifahrten als 1. Klasse definiert sind), Geschwindigkeit (durchschnittliches Reisetempo), Betriebszeit (Verfügbarkeit im Tagesverlauf in Stunden), Taktung (Frequenz bzw. Anzahl Minuten bis zur Verfügbarkeit) und Reisezeit (Dauer des Wegs mit dem konkreten Modus; interagiert mit Geschwindigkeit und Distanz) haben einen wesentlichen Einfluss.

(F<sub>2</sub>) *Welche Charakteristika regelmässiger Wege beeinflussen die Optionsbewertung?*

Obwohl in der vorliegenden Studie (im Gegensatz zu den ausländischen Studien) eine grosse Bandbreite an habitualisierten Wegen abgefragt wurde, konnten nur die Wegkosten (genannter mittlerer Preis pro Weg) und die Substituierbarkeit (falls mindestens zwei Substitute verfügbar sind) als relevante *Wegcharakteristiken* identifiziert werden, während z.B. die Raumtypologie (Stadt versus Land) eher unbedeutend erscheint.

(F<sub>3</sub>) *Welche soziodemografischen Merkmale beeinflussen die Optionsbewertung?*

Der Einfluss der *Soziodemografie* ist ebenfalls kleiner als erwartet: Einzig Alter und Bildungsniveau zeigen einen (schwachen) Effekt, während andere Merkmale wie z.B. das Einkommen oder die Haushaltsgrösse nicht signifikant sind.

(F<sub>4</sub>) *Welche Aspekte der individuellen Mobilitätssituation beeinflussen die Optionsbewertung?*

Einen grossen Effekt auf die Bewertung zeigt die individuelle *Mobilitätssituation*, die mit fünf signifikanten Variablen beschrieben werden kann: Verfügbarkeit von Ersatzfahrzeugen und Backup-Abos (Subskriptionen für ÖV, Sharing Mobility oder Versicherung), die Elastizität der Nachfrage nach dem Normal- und dem Ersatzmodus sowie die grundsätzlich nachgefragte Zahl an Ersatzwegen.

Nachdem die methodische Forschungsfrage (F<sub>5</sub>) im vorangehenden Abschnitt (7.1.1) anhand der Bewertungsergebnisse der vier Teilstudien (A, B, C, D) erörtert wurde, konnten hier anhand der Resultate von Teilstudie A und Teilstudie B auch die inhaltlichen Fragen zum Optionswert geklärt werden. Eine detaillierte Diskussion aller zugehörigen Hypothesen findet sich in Teilstudie A (6.1.3). Die empirisch bestätigten Prädiktoren des Optionswerts bieten Anknüpfungspunkte für weiterführende Auseinandersetzungen in Theorie und Praxis. Diese werden in der nachfolgenden Konklusion (7.2) abschliessend und ausblickend thematisiert.



## 7.2 Konklusion

Nach dem Gesamtfazit über die vier Teilstudien wird die vorliegende Forschungsarbeit mit einem zusammenfassenden Überblick und einem kurzen Ausblick abgeschlossen.

### 7.2.1 Überblick

In *Kapitel 1* der vorliegenden Arbeit werden einleitend Ausgangslage und Motivation zur Untersuchung von wahrgenommenen Optionswerten im Personenverkehr präsentiert. Nach dem Aufzeigen der theoretischen und praktischen Relevanz werden die Entwicklung der entsprechenden Forschung und die Forschungslücke dargestellt. Optionswerte sind speziell im Personenverkehr und im Besonderen in der Schweiz ein kaum beleuchtetes Thema, obwohl sie potenziell bedeutenden Ausmasses sind. Abgeschlossen wird die Einleitung durch die Präsentation der Forschungsfragen und einiger für die weitere Arbeit wichtiger Abgrenzungen und Definitionen.

In *Kapitel 2* wird anschliessend ein umfassender Literaturreview geboten. Der Review besteht aus einem theoretischen, einem methodischen und einem empirischen Teil, wobei es sich um ein Vorgehen vom Allgemeinen zum Konkreten handelt. Zunächst wird nachgezeichnet, wie die Diskussion um die theoretische Herleitung und Definition des Optionswerts von den 1960er- bis in die 1980er-Jahre verlief. Anschliessend werden die methodischen Grundlagen zur Erfassung von Optionswerten präsentiert, wie sie ab Ende der 1980er-Jahre entwickelt wurden. Zuletzt folgt die Präsentation der empirischen Arbeiten zu Optionswerten im Personenverkehr, welche mehrheitlich in den letzten 15 Jahren entstanden sind.

In *Kapitel 3* wird basierend auf der Literatur schliesslich ein Modell konzipiert, das alle relevanten Dimensionen und Variablen zur Hypothesenprüfung aufnimmt. Gemäss Literatur sind Optionswerte im Personentransport einerseits vom Ersatzmodus ( $H_1$ ), andererseits auch von der spezifischen Wegcharakteristik ( $H_2$ ) abhängig. Zudem sind die Soziodemografie ( $H_3$ ) und die individuelle Mobilitätssituation ( $H_4$ ) von Bedeutung. Abzuklären ist auch, ob und inwiefern sich die angewandten Bewertungsmethoden ( $H_5$ ) auf die resultierenden Optionswerte auswirken.

In *Kapitel 4* erfolgt die eigentliche Umsetzung, wobei zunächst der Rahmen der Untersuchung abgesteckt werden muss. Anschliessend wird das theoretische Konzept in ein empirisches Erhebungsinstrument überführt. Aufgrund der Komplexität und schwierigen Messbarkeit des Phänomens «Optionswert» soll das entwickelte Instrument verschiedene Herangehensweisen und Auswertungsmethoden zulassen. So wird es möglich, die anhand eines repräsentativen Samples erhobenen Daten mehrfach zu nutzen und zu validieren.

In *Kapitel 5* werden die anhand einer repräsentativen Online-Befragung (n = 2050) gewonnenen Daten detailliert aufbereitet. So können die Qualität und Repräsentativität der Resultate, aber auch die Funktionalität des entwickelten Befragungsinstruments sichergestellt werden. Im Rahmen der Aufbereitung werden die empirischen Daten aus der Befragung nicht nur bereinigt, sondern auch um zusätzliche Daten aus externen Datenbanken bzw. aus Verkehrsprognosen (via Google Maps) erweitert. Die ausführliche deskriptive Analyse aller (über 200) erhobenen Variablen dient einerseits der Validierung, andererseits auch der Generierung erster Erkenntnisse mit Blick auf die nachfolgenden Teilstudien.

In *Kapitel 6* erfolgt die hypothesenbasierte Auswertung der Daten anhand von vier Teilstudien. Dabei werden Optionswerte im Personenverkehr einerseits inhaltlich genauer charakterisiert. So zeigt sich, dass die Bewertung eines Transport-Backups primär von Charakteristiken des Ersatzmodus (Komfort, Geschwindigkeit, etc.), aber auch von Eigenheiten des individuellen (Pendel-)Wegs getrieben sind (Distanz, Häufigkeit, etc.). Merkmale der Soziodemografie und der individuellen Mobilitätssituation sind weniger bedeutsam. Andererseits werden anhand der Teilstudien auch verschiedene Methoden geprüft, was zu einer Bandbreite an Approximationen führt. So lässt sich das schwer fassbare Konzept des wahrgenommenen Optionswerts näherungsweise eingrenzen.

In *Kapitel 7* werden die Erkenntnisse aus den vier Teilstudien verglichen und diskutiert. So wird ein methodisches und inhaltliches Gesamtfazit zum Optionswert im Personenverkehr möglich, welches die vorliegende Arbeit abschliesst. Es zeigt sich, dass die direkte Abfrage von Optionswerten für regelmässige Wege zum Arbeits- oder Ausbildungsplatz im Kontext des Schweizer Transportsystems durchaus plausible Werte ergibt. Die Resultate der kontingenten Bewertung werden dabei von individuellen Angaben zu tatsächlichen Ausgaben bzw. Kosten für «Optionsinstrumente» (Fahrzeuge, Abos, Versicherungen) gestützt. So kann anhand des repräsentativen Samples von einem mittleren jährlichen Optionswert für Arbeits- und Schulwege von CHF 462 (Median von CHF 180) ausgegangen werden. Hochgerechnet auf alle Personen in Arbeit oder Ausbildung resultiert damit für die Schweiz ein Optionswert des Verkehrssystems von mindestens CHF 2.7 Milliarden pro Jahr.

Im *Anhang* der vorliegenden Arbeit ist das entwickelte Erhebungsinstrument (exemplarisch befüllt) abgebildet. Zudem wird die Gesamtheit aller 350 erhobenen bzw. generierten Attribute thematisch sortiert in einem Variablenverzeichnis aufgelistet. Ausserdem kann anhand der Programmsyntax (SPSS) die jeweils zentrale Berechnungslogik der verschiedenen Teilauswertungen präzise nachvollzogen werden.

Mit dem vorliegenden Aufbau konnte die übergeordnete Forschungsfrage nach den Auswirkungen des gewählten Ersatzmodus ( $F_1$ ), der Wegcharakteristik ( $F_2$ ), der Soziodemografie ( $F_3$ ) und der Mobilitätssituation ( $F_4$ ) auf die Bewertung ( $F_5$ ) der verfügbaren Optionen im Personenverkehr umfassend beantwortet werden. Anhand des entwickelten Online-Erhebungsinstruments war es möglich, das Reiseverhalten eines repräsentativen Samples abzubilden und die vorhandenen Optionswerte direkt und indirekt, über reale und hypothetische Märkte anzunähern. Die Resultate konnten anhand des gewählten Methodenpluralismus und durch Abgleich mit Schätzungen aus dem Ausland überprüft werden, sodass trotz der schwierigen Fassbarkeit des Optionswerts als Phänomen der individuellen Wahrnehmung eine ausreichende Validität, Reliabilität und Objektivität sichergestellt werden konnte.

Durch die Entwicklung eines personalisierten Online-Befragungsinstruments und den damit ermöglichten Vergleich der verschiedenen Bewertungsmethoden konnte einerseits ein methodischer Beitrag zum Optionswert-Diskurs geleistet werden. Andererseits gelang es mit der empirischen Untersuchung, erstmals eine Bewertung des Optionsnutzens im Schweizer Personenverkehr vorzunehmen, womit eine Lücke geschlossen wird. Basierend auf dem tatsächlichen Reiseverhalten des repräsentativen Samples konnten im Rahmen der kausalen Analyse der ermittelten Optionswerte zudem diverse Einflussfaktoren dieser Bewertungen identifiziert werden. Daraus lassen sich nicht nur Erkenntnisse für die Theorie des Optionswerts gewinnen, sondern auch Implikationen für die Praxis ableiten, wie dies nachfolgend im abschliessenden Ausblick angedeutet wird.

### 7.2.2 Ausblick

Bishop (1982, S. 14) sollte recht behalten, als er schon vor vierzig Jahren im Optionswert ein interessantes ökonomisches Konzept erkannte, das zwar intuitiv zugänglich erscheint, aber theoretisch und empirisch anspruchsvoll bleibt. Trotz empirisch-methodischer Herausforderungen ist es in der vorliegenden Arbeit gelungen, plausible Optionswerte im Personenverkehr zu ermitteln. Im Zentrum stand ein individualisiertes Erhebungsinstrument zur direkten Abfrage von Optionswerten in Form von hypothetischen, regelmässigen Zahlungen für den Zugang zum bevorzugten Ersatzmodus. In Zeiten der breiten Adoption von Subskriptionsmodellen (Unterhaltung, Software, Mobilität, etc.) scheint die Akzeptanz eines derartigen Zahlungsinstruments auch im Rahmen kontingenter Bewertungen vorhanden. Die Plausibilisierung mittels komplementärer Methoden und die Analyse der Einflussfaktoren bestätigen die gewonnenen Bewertungsergebnisse. Die Arbeit kann als Ermutigung zu weiterer Auseinandersetzung mit dem Phänomen des Optionswerts verstanden werden.

Aus der Perspektive der *Wissenschaft* besteht bei Optionswerten besonders aufgrund ihrer hohen Kontextabhängigkeit zusätzlicher Forschungsbedarf. So sind die vorliegenden Erkenntnisse primär im (Deutsch-)Schweizer Kontext gültig. Die Funktionstüchtigkeit der Methodik und die Ableitung entsprechender Bewertungen muss in anderen Umgebungen und Systemen separat validiert werden. Zudem muss geprüft werden, welche Optionswerte bei weniger habitualisierten Reisen und anderen als den untersuchten Zwecken (Arbeit, Ausbildung) bestehen. Nicht zuletzt gilt es auch, basierend auf neuen Hypothesen und verbesserten Methoden, den Optionswert noch präziser zu erklären und modellieren.

Aus der Perspektive der *Wirtschaft* ergeben sich insbesondere für die Marketingpraxis relevante Implikationen. Instrumente mit Optionskomponente sollten systematisch entwickelt und strategisch eingesetzt werden. Dies betrifft einerseits die adäquate Bepreisung entsprechender Produkte, andererseits aber auch die effektive Kommunikation des enthaltenen Optionsnutzens. Beispielhaft kann hier auf die Erfolgsgeschichte von Halbtax- und Generalabonnement im Schweizer Transportwesen verwiesen werden, aber auch auf neuere Experimente mit Halbtax- (vgl. Andermatt-Sedrun Sports AG, 2022) und Generalabonnements (vgl. Magic Mountains Cooperation, 2022) im Schweizer Tourismus.

Aus der Perspektive der *Politik* gilt es zu anerkennen, dass hochwertige Ersatzmodi signifikante Optionswerte schaffen, welche in der Regel ein öffentliches Gut darstellen. Die Bereitstellung entsprechender Optionen entspricht damit einem Service Public, wie dies zumindest bei gewissen Verkehrsinfrastrukturen und bei Transportangeboten im öffentlichen Regionalverkehr bereits praktiziert wird. Angesichts neuer Sharing Modes von E-Scooters bis hin zu autonomen Shuttles dürften die Grenzen zwischen klassischem MIV und ÖV jedoch zunehmend verschwimmen (vgl. auch Docherty et al., 2018, S. 118; Reinhold et al., 2020, S. 11–20). Die vorliegende Arbeit zeigt, dass die Bereithaltung (mindestens) zweier möglichst ebenbürtiger Modi einen gesamtgesellschaftlichen (Options-)Nutzen schafft.

Nach den kontroversen theoretischen Diskussionen des (umweltökonomischen) Optionswerts ab den 1960er-Jahren bis 1990 und den empirisch-methodischen Versuchen von 1990 bis heute gilt es nun, die praktische Nutzbarmachung in den Fokus zu nehmen. Obwohl seit jeher auch in der Praxis – zumindest implizit – mit Optionswerten argumentiert und experimentiert wird (vgl. Abbildung 1-1), hat der Brückenschlag von der Theorie in die Praxis (und zurück) selten stattgefunden. Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Erforschungen und praktischen Erfahrungen mit Versicherungen von Risiken, Mitgliedschaften in Kooperativen, Subskriptionen und Abos für Zugang zu Soft- und Hardware könnten den weiteren Diskurs zum Optionswert auch jenseits des Personentransports befruchten.

\* \* \* \* \*



## Literatur

Alliance SwissPass. (2020). *Gremien der Alliance SwissPass*.

<https://www.allianceswisspass.ch/de/die-branche/Gremien-der-Alliance-SwissPass>

Andermatt-Sedrun Sports AG. (2022). *Halbpreis-Abo Andermatt-Sedrun-Disentis*.

<https://www.ander-matt-sedrun-disentis.ch/de/stories/sparen-beim-fahren>

ARE. (2015). *SP Befragung 2015 zum Verkehrsverhalten*. Bundesamt für Raumentwicklung.

ARE. (2017). *Analyse der SP-Befragung 2015 zur Verkehrsmodus- und Routenwahl*. Bundesamt für Raumentwicklung.

ARE. (2019a). *Kosten und Nutzen des Verkehrs*. Bundesamt für Raumentwicklung.

<https://www.are.admin.ch/are/de/home/verkehr-und-infrastruktur/grundlagen-und-daten/kosten-und-nutzen-des-verkehrs.html>

ARE. (2019b). *Verkehrsfinanzierung*. Bundesamt für Raumentwicklung.

<https://www.are.admin.ch/are/de/home/verkehr-und-infrastruktur/grundlagen-und-daten/finanzierung.html>

Arrow, K. J. (1951). *Social Choice and Individual Values*. Wiley.

Arrow, K. J., & Fisher, A. C. (1974). Environmental Preservation, Uncertainty, and Irreversibility. *Quarterly Journal of Economics*, 9.

ASTRA. (2018). *5.8 Millionen Menschen in der Schweiz haben das Auto-Permis*.

Bundesamt für Strassen. <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/dokumentation/medienmitteilungen/anzeige-meldungen.msg-id-71190.html>

Auchli, H. (1967). *Darum ein Halbtax Abonnement SBB*. SBB Archiv.

<http://www.sbbarchiv.ch/detail.aspx?ID=132558>

Autoscout24. (2022a). *Durchschnittliche Preise im Gebrauchtwagensegment von 2014 bis 2021*.

Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/448302/umfrage/preise-im-gebrauchtwagensegment-in-der-schweiz-nach-monaten/>

Autoscout24. (2022b). *Durchschnittliche Preise im Neuwagensegment von 2014 bis 2021*. Statista.

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/592676/umfrage/durchschnittspreis-von-neuwagen-in-der-schweiz/>

Backhaus, K., Erichson, B., Gensler, S., Weiber, R., & Weiber, T. (2021). *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung*. Springer Fachmedien Wiesbaden.

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-32425-4>

- BAG. (2021). *Änderungen der nationalen Massnahmen zur Eindämmung des Coronavirus in der Schweiz seit Dezember 2020*. Bundesamt für Gesundheit.  
[https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/mt/k-und-i/aktuelle-ausbrueche-pandemien/2019-nCoV/tabelle-aenderungen-massnahmen.pdf.download.pdf/Aenderungen\\_Massnahmen.pdf](https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/mt/k-und-i/aktuelle-ausbrueche-pandemien/2019-nCoV/tabelle-aenderungen-massnahmen.pdf.download.pdf/Aenderungen_Massnahmen.pdf)
- Bähr, T. (2011). *Entwicklung des Mobilitäts- und Verkehrssystems in schrumpfenden Stadtregionen – Folgenabschätzung und Bewertung des Verkehrsangebotes unter Gesichtspunkten einer nachhaltigen Entwicklung*. Technische Universität Dresden.
- Bank of England. (2022). *Inflation Calculator*. <https://www.bankofengland.co.uk/monetary-policy/inflation/inflation-calculator>
- Bateman, I., Carson, R. T., Day, B., Hanemann, M., & Hanley, N. (2002). *Economic Valuation with Stated Preference Techniques: A Manual* (T. Hett, M. Jones-Lee, G. Loomes, S. Mourato, E. Özdemiroğlu, D. W. Pearce, R. Sugden, & J. Swanson, Hrsg.). Edward Elgar.
- BAV. (2021). *BAV-Liste ÖV Dienststellenverzeichnis*. Bundesamt für Verkehr.  
[https://opentransportdata.swiss/de/dataset/bav\\_liste/permalink](https://opentransportdata.swiss/de/dataset/bav_liste/permalink)
- Beglinger, C. (2015). Öffentlicher Verkehr. In *Historisches Lexikon der Schweiz (HLS)*.  
<https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/007965/2015-06-19/>
- Belz, C., & Bieger, T. (2004). *Customer Value – Kundenvorteile schaffen Unternehmensvorteile*. Redline Wirtschaft.
- Bernanke, B. (1983). Irreversibility, Uncertainty, and Cyclical Investment. *The Quarterly Journal of Economics*, 98(1), 85–106. <https://doi.org/10.2307/1885568>
- BFS. (2004). *Statistisches Jahrbuch der Schweiz 2004*. Bundesamt für Statistik.
- BFS. (2015a). *Kilometerkosten des motorisierten Strassenverkehrs*. Bundesamt für Statistik.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/tabellen.assetdetail.19704200.html>
- BFS. (2015b). *Verkehrsverhalten der Bevölkerung*. Bundesamt für Statistik.
- BFS. (2017a). *Besitz von Fahrzeugen, Führerausweisen und ÖV-Abos*. Bundesamt für Statistik.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/personenverkehr/verkehrsverhalten/besitz-fahrzeuge-fahrausweise.html>



- BFS. (2017b). *Kilometerkosten des motorisierten Verkehrs*. Bundesamt für Statistik.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/tabellen.assetdetail.13907927.html>
- BFS. (2017c). *Statistik der Kosten und der Finanzierung des Verkehrs—Basiswerte und Quellen*. Bundesamt für Statistik.
- BFS. (2018a). *Löhne, Erwerbseinkommen und Arbeitskosten*. Bundesamt für Statistik.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/arbeit-erwerb/loehne-erwerbseinkommen-arbeitskosten.html>
- BFS. (2018b). *Pendlermobilität Schweiz 2016*. Bundesamt für Statistik.
- BFS. (2019a). *Haushaltsbudgeterhebung 2017—Medienmitteilung*. Bundesamt für Statistik.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/wirtschaftliche-soziale-situation-bevoelkerung/einkommen-verbrauch-vermoegen.assetdetail.10807900.html>
- BFS. (2019b). *Statistik der Kosten und der Finanzierung des Verkehrs—Methodenbericht*. Bundesamt für Statistik.
- BFS. (2019c). *Wohnverhältnisse: Mieter / Eigentümer*. Bundesamt für Statistik.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bau-wohnungswesen/wohnungen/wohnverhaeltnisse/mieter-eigentuemer.html>
- BFS. (2019d). *Umwandlung von PLZ in BFS-Gemeindenummer*. Bundesamt für Statistik.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/7226419/master>
- BFS. (2020). *Pendlermobilität*. Bundesamt für Statistik. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/personenverkehr/pendlermobilitaet.html>
- BFS. (2021). *Privathaushalte nach Haushaltsgrosse*. Bundesamt für Statistik.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/karten.assetdetail.19064163.html>
- BFS. (2022a). *Durchschnittspreise für Energie und Treibstoffe*. Bundesamt für Statistik.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/tabellen.assetdetail.20944326.html>
- BFS. (2022b). *Lernende nach Bildungsstufe und Bildungstyp*. Bundesamt für Statistik.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bildung-wissenschaft/personen-ausbildung.assetdetail.21285086.html>

- BFS. (2022c). *Arbeitsmarktstatus, Erwerbstätige*. Bundesamt für Statistik.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/arbeit-erwerb/erwerbstaetigkeit-arbeitszeit/erwerbsbevoelkerung/arbeitsmarktstatus.html>
- Bishop, R. C. (1982). Option Value: An Exposition and Extension. *Land Economics*, 58(1), 1.  
<https://doi.org/10.2307/3146073>
- Bishop, R. C. (1988). Option Value: Reply. *Land Economics*, 64(1), 88.  
<https://doi.org/10.2307/3146612>
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 19.
- Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2018). *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice* (5. Aufl.). Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1017/9781108235594>
- Bohm, P. (1975). Option Demand and Consumer's Surplus: Comment. *The American Economic Review*, 65(4), 5.
- Bondemark, A., & Johansson, E. (2017). Accessibility and Uncertainty: The Option Value of Public Transport. *Thredbo Conference Paper*, 1–18.
- Bondemark, A., Johansson, E., & Kopsch, F. (2021). Accessibility and Uncertainty: An Empirical Analysis of Option Value in Transport. *Journal of Transport and Land Use*, 14(1), 463–477. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2021.1783>
- Bowen, H. R. (1943). The Interpretation of Voting in the Allocation of Economic Resources. *The Quarterly Journal of Economics*, 58(1), 27. <https://doi.org/10.2307/1885754>
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2008). Brealey, Myers, and Allen on Real Options. *Journal of Applied Corporate Finance*, 20(4), 58–71. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2008.00204.x>
- Bristow, A. L., Hopkinson, P. G., Nash, C. A., & Wardman, M. (1992). Use and Non-Use Benefits of Public Transport Systems—What Is their Relevance, Can They Be Valued? *Thredbo Conference Paper*, 191–204.
- Bristow, A. L., Hopkinson, P. G., Nash, C. A., & Wardman, M. R. (1991). Evaluation of the Use and Non-Use Benefits of Public Transport: Report Number 1—Development of a Survey Methodology. *Institute of Transport Studies Working Paper*, 1–33.

- Bundesrat. (2012). *Botschaft zur Volksinitiative «Für den öffentlichen Verkehr» und zum direkten Gegenentwurf (FABI)*.
- Byerlee, D. R. (1971). Option Demand and Consumer Surplus: Comment. *The Quarterly Journal of Economics*, 85(3), 523. <https://doi.org/10.2307/1885939>
- Cambridge Systematics. (1996). *Highway Research: Current Programs and Future Directions*. Transportation Research Board, National Research Council.
- Cameron, T. A., & Englin, J. (1997). Welfare Effects of Changes in Environmental Quality under Individual Uncertainty about Use. *The RAND Journal of Economics*, 28. <https://doi.org/10.2307/3087455>
- Carson, R. T. (2000). Contingent Valuation: A User's Guide. *Environmental Science & Technology*, 34(8), 1413–1418. <https://doi.org/10.1021/es990728j>
- Carson, R. T. (2011). *Contingent Valuation—A Comprehensive Bibliography and History*. Edward Elgar Publishing.
- Carson, R. T. (2012). Contingent Valuation: A Practical Alternative when Prices Aren't Available. *Journal of Economic Perspectives*, 26(4), 27–42. <https://doi.org/10.1257/jep.26.4.27>
- Carson, R. T., & Louviere, J. J. (2011). A Common Nomenclature for Stated Preference Elicitation Approaches. *Environmental and Resource Economics*, 49(4), 539–559. <https://doi.org/10.1007/s10640-010-9450-x>
- Carvelo2go. (2022). *Tarife*. carvelo2go. <https://www.carvelo2go.ch/de/tarife/>
- Chang, J. S. (2010). Estimation of Option and Non-Use Values for Intercity Passenger Rail Services. *Journal of Transport Geography*, 18(2), 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.06.009>
- Chang, J. S., Cho, S. Y., Lee, B. S., Kim, Y., & Yun, S. K. (2012). A Dichotomous Choice Survey for Quantifying Option and Non-Use Values of Bus Services in Korea. *Transportation*, 39(1), 33–54. <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9326-0>
- Chang, J. S., Jung, D., Ross, C. L., & Kim, J. (2017). Evaluating the Nonuse Values of Expressways. *Transportmetrica A: Transport Science*, 13(5), 449–466. <https://doi.org/10.1080/23249935.2017.1293751>
- Chavas, J.-P. (1991). On Welfare Analysis under Temporal Uncertainty. *Land Economics*, 67(1), 37. <https://doi.org/10.2307/3146484>

- Chavas, J.-P., Bishop, R. C., & Segerson, K. (1986). Ex ante Consumer Welfare Evaluation in Cost-Benefit Analysis. *Journal of Environmental Economics and Management*, 13(3), 255–268. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(86\)90026-4](https://doi.org/10.1016/0095-0696(86)90026-4)
- Cicchetti, C. J., & Freeman, A. M. (1971). Option Demand and Consumer Surplus—Further Comment. *Quarterly Journal of Economics*, 528–539.
- Cook, P. J., & Graham, D. A. (1977). The Demand for Insurance and Protection: The Case of Irreplaceable Commodities. *The American Economic Review*, 91(1), 15.
- Cory, D. C., & Saliba, B. C. (1987). Requiem for Option Value. *Land Economics*, 63(1), 1. <https://doi.org/10.2307/3146651>
- Department for Transport (DfT). (2014). *Social Impact Appraisal TAG UNIT A4.1*. Transport Analysis Guidance. <https://www.gov.uk/transport-analysis-guidance-webtag>
- Department for Transport (DfT). (2019). *Transport Analysis Guidance*. Government UK. <https://www.gov.uk/guidance/transport-analysis-guidance-webtag>
- Department for Transport (DfT). (2020). *Transport Appraisal Guidance (TAG) Data Book*. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/816195/tag-data-book.xlsm](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/816195/tag-data-book.xlsm)
- Diekmann, A. (2017). *Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen* (11. Aufl.). Rowohlt.
- Docherty, I., Marsden, G., & Anable, J. (2018). The Governance of Smart Mobility. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 115, 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.09.012>
- Dolan, R., & Gourville, J. (2009). *Principles of Pricing—Background Note*. Harvard Business School Case Collection.
- Eco Northwest. (2002). *Estimating the Benefits and Costs of Public Transit Projects: A Guidebook for Practitioners*. National Academy Press.
- Ecoplan. (2006). *Die Nutzen des Verkehrs—Synthese der Teilprojekte 1-4*.
- Ecoplan, & Infras. (2006). *Die Nutzen des Verkehrs—Begriffe Grundlagen Messinstrumente—Teilprojekt 1*.
- Eidgenössischer Datenschutz- und Öffentlichkeitsbeauftragter (EDÖB). (2018). *DSGVO und ihre Auswirkungen auf die Schweiz*. <https://www.edoeb.admin.ch/edoeb/de/home/dokumentation/datenschutz/Datenschutz%20-%20International/DSGVO.html>

- Endres, A., & Holm-Müller, K. (1998). *Bewertung von Umweltschäden – Theorie und Praxis sozial-ökonomischer Verfahren*. W. Kohlhammer.
- Fisher, A. C., Krutilla, J. V., & Cicchetti, C. J. (1972). The Economics of Environmental Preservation: A Theoretical and Empirical Analysis. *The American Economic Review*, 605–619.
- Flick, U. (2017). *Qualitative Sozialforschung* (8. Aufl.). Rowohlt.
- Forbis, J., & Mehta, N. (1979). Economic Value to the Customer. *McKinsey Staff Paper*.
- Freeman, A. M. (1984). The Sign and Size of Option Value. *Land Economics*, 60(1), 1–13.
- Freeman, A. M. (1985). The Sign and Size of Option Value: Reply. *Land Economics*, 61(1), 1.
- Freeman, A. M., Herriges, J. A., & Kling, C. L. (2014). *The Measurement of Environmental and Resource Values* (3. Aufl.). RFF Press.
- Gafafer, T. (2019). Ostschweizer Zahnradbahnen stehen auf der roten Liste. *Neue Zürcher Zeitung*. <https://www.nzz.ch/schweiz/nebenbahnen-auf-der-roten-liste-ld.1462135>
- Gallo, A. (2015). A Refresher on Economic Value to the Customer. *Harvard Business Review*, 8.
- Gao, Y., & Driouchi, T. (2013). Incorporating Knightian Uncertainty into Real Options Analysis: Using Multiple-Priors in the Case of Rail Transit Investment. *Transportation Research Part B: Methodological*, 55, 23–40. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2013.04.004>
- Geurs, K., Haaijer, R., & Van Wee, B. (2006). Option Value of Public Transport: Methodology for Measurement and Case Study for Regional Rail Links in the Netherlands. *Transport Reviews*, 26(5), 613–643. <https://doi.org/10.1080/01441640600655763>
- Graham, D. A. (1981). Cost-Benefit Analysis Under Uncertainty. *The American Economic Review*, 71(4), 715–725. <https://doi.org/10.3386/w0194>
- Graham, D. A. (1984). Cost-Benefit Analysis under Uncertainty: Comment. *The American Economic Review*, 74(5), 1100–1102.
- Graham-Tomasi, T., & Myers, R. J. (1990). Supply-Side Option Value: Further Discussion. *Land Economics*, 66(4), 425. <https://doi.org/10.2307/3146624>
- Grimes, A. (2011). Building Bridges: Treating a New Transport Link as a Real Option. *ERSA conference papers*, 51.
- Guo, J. Y., Zheng, J., Gong, Q., & White, K. (2008). *Benefit-Cost Analysis Framework for Evaluating Inter-City Transit Investment*. Midwest Regional University Transportation Center College of Engineering Department of Civil and Environmental Engineering University of Wisconsin, Madison.

- Hall, M. (2019). *Understanding How Options Are Priced*. Investopedia.  
[https://www.investopedia.com/articles/optioninvestor/07/options\\_beat\\_market.asp](https://www.investopedia.com/articles/optioninvestor/07/options_beat_market.asp)
- Handelszeitung. (2013, 25. März). SBB-Bahnreform: Doris Leuthard krebst zurück. *Handelszeitung*. <https://www.handelszeitung.ch/politik/sbb-bahnreform-doris-leuthard-krebst-zurueck>
- Hanemann, W. M. (1989). Information and the Concept of Option Value. *Journal of Environmental Economics and Management*, 16(1), 23–37.  
[https://doi.org/10.1016/0095-0696\(89\)90042-9](https://doi.org/10.1016/0095-0696(89)90042-9)
- Hanisch, C., Lienhard, M., Bruni, S., & Egli, H. (2016). *Wertschöpfung und regionalwirtschaftliche Bedeutung des Kantonsspitals Uri*. Hochschule Luzern.
- Hartman, R., & Plummer, M. L. (1987). Option Value under Income and Price Uncertainty. *Journal of Environmental Economics and Management*, 14(3), 212–225.  
[https://doi.org/10.1016/0095-0696\(87\)90017-9](https://doi.org/10.1016/0095-0696(87)90017-9)
- Hauser, C., Hanisch, C., Lienhard, M., Egli, H., & von Arx, W. (2013). *Wertschöpfung der Verkehrsbetriebe Luzern AG und die Bedeutung ihrer Leistungen für die regionale Wirtschaft*. Hochschule Luzern, Verkehrsbetriebe Luzern AG.
- Hauser, C., & Lienhard, M. (2014). *Wirkungen und Perspektiven der Regionalkonferenz Kultur*. Hochschule Luzern.
- Hauser, C., Lienhard, M., & Hanisch, C. (2015). *Wertschöpfung der Verkehrsbetriebe STI AG Thun und die Bedeutung ihrer Leistungen für die regionale Wirtschaft*. Hochschule Luzern, Verkehrsbetriebe STI AG Thun.
- Heath, C., & Soll, J. B. (1996). Mental Budgeting and Consumer Decisions. *Journal of Consumer Research*, 23(1), 40–52. <https://doi.org/10.1086/209465>
- Heer, S. (2018). *Temporal Reframing von Preisen bei persönlichen Dienstleistungen. Eine empirische Untersuchung am Beispiel von Bergbahnen und Öffentlichem Verkehr* [Dissertation]. Universität St.Gallen (HSG).
- Humphreys, M., & Fowkes, A. F. (2006). The Significance of Indirect Use and Non-Use Values in Transport Appraisal. *International Journal of Transport Economics*, 33(1), 17–35.
- Ilg, P. (2020, Juni 27). Autobesitzer sind oft dreifach abgesichert. *Neue Zürcher Zeitung*.  
<https://www.nzz.ch/mobilitaet/auto-mobil/die-haeufigste-pannenursache-bleibt-die-12v-batterie-ld.1562597>

- Intervista. (2021a). *Panel Umfrage Sampling Only*. Intervista Marktforschung.  
<https://www.intervista.ch/panel-marktforschung/panel-umfrage-sampling-only>
- Intervista. (2021b). *Mobilitäts-Monitoring Covid-19 – Report* (Statistisches Amt des Kantons Zürich, Swiss National COVID-19 Science Task Force, & KOF Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich, Hrsg.). [https://www.intervista.ch/media/Report\\_Mobilita%CC%88ts-Monitoring\\_Covid-19.pdf](https://www.intervista.ch/media/Report_Mobilita%CC%88ts-Monitoring_Covid-19.pdf)
- Johansson, P.-O. (1988). Option Value: Comment. *Land Economics*, 64(1), 86.  
<https://doi.org/10.2307/3146611>
- Johnson, D., Jackson, J., & Nash, C. (2013). The Wider Value of Rural Rail Provision. *Transport Policy*, 29, 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.04.007>
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Killer, M., Wörner, M., & Sutter, D. (2021). *Angebot und Preise des öV Schweiz im internationalen Vergleich* [Schlussbericht]. Litra, Infrac. [https://litra.ch/media/article\\_images/2021/12/LITRA\\_Preise\\_oeV\\_2021\\_Schlussbericht.fin.pdf](https://litra.ch/media/article_images/2021/12/LITRA_Preise_oeV_2021_Schlussbericht.fin.pdf)
- Kling, C. L. (1993). An Assessment of the Empirical Magnitude of Option Values for Environment Goods. *Environmental and Resource Economics*, 3, 471–485.
- Krutilla, J. V. (1967). Conservation Reconsidered. *The American Economic Review*, 11.
- K-Tipp. (2021). *E-Bikes im Test*. [https://www.srf.ch/news/content/download/19719489/file/tabelle\\_ebikes.pdf](https://www.srf.ch/news/content/download/19719489/file/tabelle_ebikes.pdf)
- Kuster, S. (2017). *Business Models for Smart Cities – Making Cities Sustainable through Business Model Innovation* [Master Thesis]. University of St. Gallen.
- Laesser, C. (2004). Prädisposition und Entscheid bei der Wahl des Verkehrsmittels (im Fernverkehr in der Schweiz). In *Customer Value – Kundenvorteile schaffen Unternehmensvorteile*. Redline Wirtschaft.
- Laesser, C., & Reinhold, S. (2010). *Der Wert der Wohnstandort-Erschliessung mit Öffentlichem Verkehr* (SBB Lab Report Nr. 001).
- Laesser, C., & Reinhold, S. (2013). *Finanzierung des OeV in der Schweiz: Was zahlt der Nutzer, was die Allgemeinheit?* (SBB Lab Report Nr. 004).
- Laird, J., Geurs, K., & Nash, C. (2009). Option and Non-Use Values and Rail Project Appraisal. *Transport Policy*, 16(4), 173–182. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2009.05.002>

- Laird, J., Johnson, D., Corso, M., & Tucta, I. (2013). Option and Non-Use Values in Bus Networks. *Scottish Transport Applications and Research Conference Paper*, 1–25.
- Laitos, J. G., & Swan, A. (2011). The Growing Role of Nonuse Values in Land Use Planning and Environmental Law. *Environmental Law*, 63(1), 9.
- Larson, D. M., & Flacco, P. R. (1992). Measuring Option Prices from Market Behavior. *Journal of Environmental Economics and Management*, 22(2), 178–198.  
[https://doi.org/10.1016/0095-0696\(92\)90013-M](https://doi.org/10.1016/0095-0696(92)90013-M)
- Lindsay, C. M. (1969). Option Demand and Consumer's Surplus. *The Quarterly Journal of Economics*, 83(2), 344. <https://doi.org/10.2307/1883091>
- Lingner, U. (1991). Terminologie des Optionsgeschäftes. In *Optionen*. Springer Fachmedien.
- Litman, T. (2018). *Evaluating Public Transit Benefits and Costs. Best Practices Guidebook*. Victoria Transport Policy Institute.
- Long, M. F. (1967). Collective-Consumption Services of Individual-Consumption Goods: Comment. *The Quarterly Journal of Economics*, 81(2), 351. <https://doi.org/10.2307/1879595>
- Louviere, J. J., & Hensher, D. A. (1982). Design and Analysis of Simulated Choice or Allocation Experiments in Travel Choice Modeling. *Transportation Research Record*, 7.
- Magic Mountains Cooperation. (2022). *Gültigkeiten, Optionen und Kategorien*. Magic Pass.  
<https://www.magicpass.ch/de/seiten/gultigkeiten-optionen-und-kategorien-2>
- Meier, C. E., & Randall, A. (1991). Use Value under Uncertainty: Is There a «Correct» Measure? *Land Economics*, 67(4), 379. <https://doi.org/10.2307/3146545>
- Mendelsohn, R., & Strang, W. J. (1984). Cost-Benefit Analysis under Uncertainty: Comment. *The American Economic Review*, 74(5), 5.
- Meyer, A. (2019, Mai 20). *Diskussion um Preiserhöhung — Bald 4250 Franken fürs GA?* [Schweizer Radio und Fernsehen (SRF)]. <https://www.srf.ch/news/wirtschaft/diskussion-um-preiserhoehung-bald-4250-franken-fuers-ga>
- Mitchell, R. C., & Carson, R. T. (1989). *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. RFF Press. <https://doi.org/10.4324/9781315060569>
- Mobility. (2021). *Overview Subscriptions*. Mobility Genossenschaft.  
<https://www.mobility.ch/en/sign-up-now/overview-subscriptions/>
- Mobxpert. (2018). *Kennzahlen der Berechnung von Mobilitätskosten*.  
[https://mobxpert.ch/documents/kennzahlen\\_der\\_berechnung.pdf](https://mobxpert.ch/documents/kennzahlen_der_berechnung.pdf)



- Moscato, I. (2018). *Measuring Utility: From the Marginal Revolution to Behavioral Economics* (1. Aufl.). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199372768.001.0001>
- Newman, W. L. (2014). *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches*. Pearson.
- OECD. (2006). Total Economic Value. In *Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments*. OECD Publishing. <https://dx.doi.org/10.1787/9789264010055-7-en>
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.
- Painter, K. M., Scott II, R. D., Wandschneider, P. R., & Casavant, K. L. (2002). Using Contingent Valuation to Measure User and Nonuser Benefits: An Application to Public Transit. *Review of Agricultural Economics*, 24(2), 394–409. <https://doi.org/10.1111/1467-9353.00105>
- Pearce, D., & Özdemiroğlu, E. (2002). *Economic Valuation with Stated Preference Techniques: Summary Guide*. Department for Transport, Local Government and the Regions.
- Plummer, M. L. (1985). The Sign and Size of Option Value: Comment. *Land Economics*, 61(1), 76. <https://doi.org/10.2307/3146142>
- Plummer, M. L., & Hartman, R. C. (1986). Option Value: A General Approach. *Economic Inquiry*, 24(3), 455–471. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.1986.tb01823.x>
- Publibike. (2022). Abos. PubliBike Sharing. <https://www.publibike.ch/de/publibike/pricing>
- Raghubir, P., & Srivastava, J. (2009). The Denomination Effect. *Journal of Consumer Research*, 36(4), 701–713. <https://doi.org/10.1086/599222>
- Reinhold, S., Kuster, S., & Laesser, C. (2020). *Future Rail Business Models* (SBB Lab Report Nr. 017). University of St. Gallen.
- Roson, R. (2001). Assessing the Option Value of a Publicly Provided Service: The Case of Local Transport. *Urban Studies*, 38(8), 1319–1327.
- Rotzler, W. (1991). *Das Plakat in der Schweiz*. Ex Libris.
- Sánchez-Fernández, R., & Iniesta-Bonillo, M. Á. (2007). The Concept of Perceived Value: A Systematic Review of the Research. *Marketing Theory*, 7(4), 427–451. <https://doi.org/10.1177/1470593107083165>
- SBB. (2020a). Fotoarchiv der Schweizerischen Bundesbahnen. SBB Archiv. <https://www.sbbhistoric.ch/archive/archivbereiche/fotoarchiv.html>

- SBB. (2020b). *Geschäftsbericht 2019 der Schweizerischen Bundesbahnen*.  
<https://www.sbb.ch/content/dam/internet/corporate/de/medien/publikationen/geschaeftsbericht/SBB-Geschaeftsbericht-2019.pdf>
- SBB. (2021). *Abos und Billette*. Schweizerische Bundesbahnen.  
<https://www.sbb.ch/de/abos-billette.html>
- Schaltegger, C. A., Mäder, B., & Hofmann, R. (2018). *Evaluation Zweckverband grosse Kulturbetriebe Luzern* [Gutachten im Auftrag des Kantons und der Stadt Luzern].
- Scherer-Ohnmacht, M. (2012). *Differences in Cognition of Public Transport Systems: Image and Behavior towards Urban Public Transport*. Eidgenössische Technische Hochschule (ETH).
- Schmalensee, R. (1972). Option Demand and Consumer's Surplus—Valuing Price Changes under Uncertainty. *The American Economic Review*, 813–824.
- Sharp, B., & Cullen, R. (1991). *Option Value: Improving Resource Allocation Efficiency*. Centre for Resource Management, Lincoln University.
- Sheth, J. N., Newman, B. I., & Gross, B. L. (1991). Why We Buy What We Buy: A Theory of Consumption Values. *Journal of Business Research*, 22(2), 159–170.  
[https://doi.org/10.1016/0148-2963\(91\)90050-8](https://doi.org/10.1016/0148-2963(91)90050-8)
- Smith, J. B., & Colgate, M. (2007). Customer Value Creation. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 15(1), 7–23. <https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679150101>
- Smith, V. K. (1984). A Bound for Option Value. *Land Economics*, 60(3), 292.  
<https://doi.org/10.2307/3146189>
- Smith, V. K. (1987). Uncertainty, Benefit-Bost Analysis, and the Treatment of Option Value. *Journal of Environmental Economics and Management*, 14(3), 283–292.  
[https://doi.org/10.1016/0095-0696\(87\)90021-0](https://doi.org/10.1016/0095-0696(87)90021-0)
- SNB. (2022, Januar 10). *Kassazinssätze von eidgenössischen Obligationen für ausgewählte Laufzeiten*. Schweizerische Nationalbank. <https://data.snb.ch/de/topics/ziredev#!/chart/rendeidglfzch>
- Sonderegger, R., Frölicher, J., Imhof, S., von Arx, W., Sträuli, C., Stadler, J., Maibach, M., Schaaffkamp, C., & Ruoff, P. (2018). *Selbstfahrende Fahrzeuge im öffentlichen Verkehr—Neue Geschäftsmodelle für die SBB im ländlichen Raum?* (SBB Forschungsfonds).

- Stöckle, R. (2019, April 30). *Kampf um Zürcher Veloverleih: KMU-Chef kritisiert Stadt und Post-auto-Tochter Publibike* [Neue Zürcher Zeitung]. <https://www.nzz.ch/zuerich/velo-verleih-in-zuerich-smide-chef-raoul-stoeckle-im-interview-ld.1478266>
- Surber, L. (2022, März 15). *Autoversicherung: Das Geschlecht bestimmt den Preis*. Comparis. <https://www.comparis.ch/autoversicherung/praemien/null>
- Swisstopo. (2021). *Amtliches Ortschaftenverzeichnis* [Bundesamt für Landestopografie]. cadastre.ch – Das schweizerische Katasterwesen. <https://www.cadastre.ch/de/services/service/registry/plz.html>
- Tarifverbund Nordwestschweiz. (2022). *U-Abo*. <https://www.tnw.ch/tickets-preise/abonnemente/das-u-abo>
- Tarifverbund Ostwind. (2022). *Ostwind-Abos*. <https://www.ostwind.ch/de/abos-tickets/abos/monats-und-jahresabos.html>
- Taxirechner. (2022). *Taxi-Statistik Schweiz*. Taxi-Rechner. <https://www.taxi-rechner.de/statistik/ch-schweiz>
- TCS. (2017). *Kilometerkosten Autos*. Touring Club Schweiz. <https://www.tcs.ch/de/der-tcs/presse/medienmitteilungen/kilometerkosten-2017.php>
- TCS. (2020). *Mitgliedschaft Vorteile*. Touring Club Schweiz. <https://www.tcs.ch/de/mitgliedschaft-vorteile/mitgliedschaften/>
- TCS. (2021). *Kilometerkosten-Rechner*. Touring Club Schweiz. <https://www.tcs.ch/de/testberichte-ratgeber/broschueren-publikationen/tcs-ratgeber/kilometerkosten-berechnen.php>
- Thaler, R. H. (2008). Mental Accounting and Consumer Choice. *Marketing Science*, 27(1), 15–25. <https://doi.org/10.1287/mksc.1070.0330>
- Tivian. (2021). *Unipark – Academic Edition*. Tivian. <https://www.tivian.com/de/academic-edition/>
- Utsunomiya, K. (2018). The Value of Local Railways: An Approach Using the Contingent Valuation Method. *Research in Transportation Economics*, 69, 554–559.
- UVEK. (2014). *Finanzierung und Ausbau der Bahninfrastruktur (FABI)*. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation. <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/verkehr/investitionen/fabi.html>

- van Westendorp, P. (1976). Price Sensitivity Meter (PSM)—A New Approach to Study Consumer Perception of Price. *Proceedings of the ESOMAR Congress*.
- Verband öffentlicher Verkehr (VÖV). (2018). *Fakten und Argumente zum öffentlichen Verkehr der Schweiz*. VÖV UTP.
- Viergutz, K., & Scheier, B. (2018). Inter, Multi, Mono: Modalität im Personenverkehr — Eine Begriffsbestimmung. *Internationales Verkehrswesen*, 1, 9.
- Wallis, I., & Wignall, D. (2012). The Benefits of Public Transport—Option Values and Non-Use Values. *New Zealand Transport Agency Research Report*, 471, 1–148.
- Walsh, R. G., Loomis, J. B., & Gillman, R. A. (1984). Valuing Option, Existence, and Bequest Demands for Wilderness. *Land Economics*, 60(1). <https://doi.org/10.2307/3146089>
- Weis, C., Kowald, M., Danalet, A., Schmid, B., Vrtic, M., Axhausen, K. W., & Mathys, N. (2021). Surveying and Analysing Mode and Route Choices in Switzerland 2010–2015. *Travel Behaviour and Society*, 22, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.08.001>
- Weisbrod, B. A. (1964). Collective-Consumption Services of Individual-Consumption Goods. *The Quarterly Journal of Economics*, 78(3), 471. <https://doi.org/10.2307/1879478>
- Wilman, E. A. (1987). A Note on Supply Side Option Value. *Land Economics*, 63(3), 284. <https://doi.org/10.2307/3146837>
- Wittmer, A., Riegler, B., & Laesser, C. (2014). *Kundenwerttreiber, Kundenverhalten und Zahlungsbereitschaft von Bahnkunden beim Kauf eines GAs* (S. 49) [SBB Lab Report].
- Wooldridge, J. M. (2009). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (4. Aufl.). South-Western.
- Yang, J. (2020). Interpreting Regression Coefficients for Log-Transformed Variables. *Cornell Statistical Consulting Unit*, 83. [https://cscu.cornell.edu/wp-content/uploads/83\\_logv.pdf](https://cscu.cornell.edu/wp-content/uploads/83_logv.pdf)
- Zeckhauser, R. (1969). Resource Allocation with Probabilistic Individual Preferences. *The American Economic Review*, 546–552.
- Zeithaml, V. A. (1988). *Consumer Perceptions of Price, Quality, and Value: A Means-End Model and Synthesis of Evidence*. 52(3), 22.
- Zürcher Verkehrsverbund. (2022). *NetzPass*. ZVV. <https://www.zvv.ch/zvv/de/abos-und-tickets/abos/netzpass.html>

## Anhang

Im Anhang dieser Arbeit finden sich Dokumentationen zum Forschungsprozess, bestehend aus Erhebungsinstrument (I), Variablenverzeichnis (II) und Programmsyntax (III) der Datenbearbeitung mit SPSS (zu Teilstudie A, Teilstudie B, Teilstudie C und Teilstudie D).

### I Erhebungsinstrument

Nachfolgend werden die neun Seiten der Befragung in der Web-Ansicht (Desktop) angezeigt. Das Design ist adaptiv und passt sich der Bildschirmgrösse der Teilnehmenden an. Da viele Elemente in der Befragung dynamisch eingebunden oder generiert werden, sind hier einige Felder exemplarisch befüllt. Je nach Weg und Moduswahl kann sich die Optik (Ein- und Ausblendung von Optionen) leicht ändern. Einzelne Fragen sind zwecks Drucklayout etwas näher zusammengedrückt als in der digitalen Ansicht. Variablen wie Geschlecht und Alter werden bereits bei der Quotierung erfasst (vgl. 4.3.3) und sind daher im Survey ausgeblendet. Die Online-Version kann hier betrachtet werden: <https://bit.ly/optionswert-studie>

#### Seite 1



### Welchen Wert haben Verkehrsmittel-Alternativen für Sie?

Sehr geehrte Damen und Herren

Die folgende Befragung wird im Rahmen eines Forschungsprojekts an der Universität St. Gallen durchgeführt. Ziel ist es, den **wahrgenommenen Wert von Transportalternativen** zu ermitteln.

Beantworten Sie die Fragen basierend auf Ihrem **tatsächlichen Reiseverhalten** und Ihrer persönlichen Wahrnehmung. Die erhobenen Daten werden streng vertraulich behandelt und nicht auf individueller Ebene ausgewertet. Nach Abschluss der Studie werden alle Daten vom Server gelöscht.

Für den Erfolg der Studie ist es zentral, dass Sie den Fragebogen **vollständig und wahrheitsgemäss** ausfüllen. Mit dem Start der Umfrage stimmen Sie der anonymen Verarbeitung Ihrer Daten zu. Bei Fragen können Sie mich gerne kontaktieren.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

Freundliche Grüsse  
Simon Kuster

*Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand*  
Forschungszentrum für Tourismus und Transport, IMP-HSG  
Universität St. Gallen, Dufourstrasse 40a, CH-9000 St. Gallen  
Mail: [simon.kuster@unisg.ch](mailto:simon.kuster@unisg.ch) | Telefon: +41 71 224 25 25

11%

WEITER

## Seite 2

## Denken Sie an einen ganz konkreten Weg, den Sie in der Schweiz regelmässig zurücklegen.

Es sollte sich um einen regelmässigen Arbeits- oder Schulweg innerhalb der Schweiz handeln, den Sie nicht (nur) zu Fuss zurücklegen.

Versetzen Sie sich gedanklich in Ihre spezifische Situation. Beantworten Sie alle nachfolgenden Fragen für Ihren gewählten regelmässigen Weg.

### Zu welchem Zweck nehmen Sie den konkreten Weg regelmässig in Angriff?

Wählen Sie den Hauptzweck der Reise aus.

☒ Arbeit

☐ Ausbildung

### Wie häufig legen Sie diesen konkreten Weg zurück?

Notieren Sie die durchschnittliche Wegzahl pro Woche, Monat, Quartal oder Jahr. Hin- und Rückreisen auf der identischen Strecke zählen als zwei Wege.

Häufigkeit pro Woche / Monat / Quartal / Jahr  
(wählen Sie)

Häufigkeit Ihres regelmässigen Wegs:

4

pro Woche

### Welche(s) Verkehrsmittel nutzen Sie für diesen Weg im Normalfall?

Wählen Sie alle Verkehrsmittel, die Sie normalerweise für diese regelmässige Reise benötigen, um vom Startpunkt zum Zielpunkt zu gelangen.

☒ zu Fuss

☐ Auto: Carsharing/Leihfahrzeug

☒ Fahrrad

☐ Auto: Mitfahrgelegenheit

☐ E-Bike

☐ Taxi/Uber

☐ E-Scooter

☒ Bus/Postauto

☐ Motorroller/Mofa

☐ Tram/Strassenbahn

☐ Motorrad

☒ Zug/Bahn

☐ Auto: eigenes Fahrzeug

☐ Sonstiges

### Wie lange dauert dieser Weg normalerweise?

Notieren Sie die ungefähre durchschnittliche Wegzeit in Minuten vom Startpunkt (z.B. Haustür) bis zum Zielpunkt der Reise.

90

Minuten

### Welche unmittelbaren Kosten entstehen für Sie pro Weg?

Geben Sie die minimalen und maximalen Kosten an, die Ihnen bei Benutzung der/des genannten Verkehrsmittel(s) pro Weg ungefähr entstehen. Schätzungen sind bei dieser Frage zulässig. Wenn die Kosten immer gleich sind, geben Sie zweimal dieselbe Zahl ein.

Minimum CHF

15

Maximum CHF

25

### Wo beginnt diese regelmässige Reise?

Geben Sie die Postleitzahl oder Ortschaft Ihres Startpunkts an.



### Wo endet diese regelmässige Reise?

Geben Sie die Postleitzahl oder Ortschaft Ihres Zielpunkts an. Wenn Ihre Postleitzahl nicht verfügbar ist, geben Sie die nächstgelegene Ortschaft ein.



22%

## Seite 3

### Können Sie den Startpunkt präzisieren?

Geben Sie wenn möglich eine Haltestelle an, die nahe bei Ihrem Startpunkt liegt: Ortschaft, Haltestelle.



### Können Sie den Zielpunkt präzisieren?

Geben Sie wenn möglich eine Haltestelle an, die nahe bei Ihrem Zielpunkt liegt: Ortschaft, Haltestelle.



### Wie stark dürfte sich Ihre regelmässige Reise höchstens verteuern?

Sie haben angegeben, dass Ihre Kosten pro Weg mit dem bevorzugten Verkehrsmittel **zwischen CHF 15 und CHF 25** liegen. Ab welchem Preis würden Sie ein alternatives Verkehrsmittel wählen oder auf den Weg verzichten?

gerade noch akzeptabel (pro Weg):  CHF    definitiv zu teuer (pro Weg):  CHF

### Wie teilt sich Ihre Wegzeit auf das/die Verkehrsmittel auf?

Sie haben angegeben, für Ihren Weg im Normalfall **90 Minuten** zu benötigen. Teilen Sie Ihre Reisezeit auf die dabei benutzten Verkehrsmittel auf.

|                    |                                 |         |
|--------------------|---------------------------------|---------|
| Wartezeit/Suchzeit | <input type="text" value="5"/>  | Minuten |
| zu Fuss            | <input type="text" value="5"/>  | Minuten |
| Fahrrad            | <input type="text" value="10"/> | Minuten |
| Bus/Postauto       | <input type="text" value="10"/> | Minuten |
| Bahn               | <input type="text" value="60"/> | Minuten |

Total Wegzeit 90 Minuten



### In welcher Klasse nutzen Sie die Bahn?

Geben Sie an, in welcher Klasse Sie diese regelmässige Reise unternehmen.

☐ 1. Klasse

☒ 2. Klasse

### Wie oft erwarten Sie Verspätungen auf diesem Weg?

Sie haben angegeben, dass Sie diesen Weg durchschnittlich **4 mal pro Woche** zurücklegen. Wie oft im Jahr erwarten Sie bei dieser Reise kleinere oder grössere Verspätungen und Ausfälle? (Hin- und Rückweg gelten als zwei Reisen.)

von 208 dieser Reisen pro Jahr sind verspätet

### Wie lange dauern diese Verspätungen durchschnittlich?

Sie haben angegeben, dass Sie für diesen Weg **normalerweise 90 Minuten** benötigen. Notieren Sie, um wieviele Minuten sich Ihre Reisezeit im Fall von Verspätungen und Ausfällen durchschnittlich verlängert.

Minuten länger als normalerweise

### Wie häufig greifen Sie für diesen spezifischen Weg auf andere Verkehrsmittel zurück?

In wievielen Prozent der Fälle erwarten Sie, dass Sie für den Weg **von 8004 Zürich nach 9000 St. Gallen** auf andere als das/die im Normalfall genutzte(n) Verkehrsmittel zurückgreifen (wollen oder müssen)? *Geben Sie eine grobe Schätzung ab: Klicken Sie auf die Achse oder schreiben Sie in das Prozentfeld.*

% der Fälle



sehr selten

manchmal

öfters

sehr oft

### Wieviele Transportmöglichkeiten stehen Ihnen für diesen Weg zur Verfügung?

Nennen Sie die Anzahl Transportmöglichkeiten, die Ihnen für den Weg **von 8004 Zürich nach 9000 St. Gallen** grundsätzlich zur Verfügung stehen. Berücksichtigen Sie alle für Sie denkbaren Möglichkeiten. Falls Sie zur Bewältigung des Wegs mehrere Verkehrsmittel kombinieren müssen, zählen diese zusammen als eine Möglichkeit.

Transportmöglichkeiten

ZURÜCK

33%

WEITER



## Seite 4

## Angenommen, Ihre normalerweise für den genannten Weg benutzte Transportmöglichkeit ist am spezifischen Tag nicht erwartungsgemäss nutzbar.

Es kann ein einmaliges oder vorübergehendes Problem vorliegen: schlechte Wetterlage, Staumeldungen und Verkehrsstörungen, Panne am Fahrzeug, Verletzungen und Fahrunfähigkeit, Ausweisentzug oder andere Unwägbarkeiten.

Beantworten Sie die nachfolgenden Fragen angesichts der für Sie denkbaren Gründe.

### Welches Verkehrsmittel betrachten Sie für Ihren spezifischen Weg als hauptsächliche Alternative, wenn Ihre normale Transportmöglichkeit nicht verfügbar ist?

Wählen Sie Ihr **alternatives Hauptverkehrsmittel** (Ihr wichtigstes 'Backup' bei Nichtverfügbarkeit der normalen Transportmöglichkeit) für den Weg **von 8004 Zürich nach 9000 St. Gallen**.

Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug



### Sie haben oben das alternative Hauptverkehrsmittel für Ihren Weg angegeben. Benötigen Sie dazu noch weitere Verkehrsmittel?

Wählen Sie **allfällige weitere Verkehrsmittel**, die Sie bei Nichtverfügbarkeit der normalen Transportmöglichkeit benötigen, um mit Ihrem alternativen Hauptverkehrsmittel **von 8004 Zürich nach 9000 St. Gallen** zu gelangen.

- |                                                                          |                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ich benötige dazu kein weiteres Verkehrsmittel. | <input type="checkbox"/> Auto: Carsharing/Leihfahrzeug |
| <input checked="" type="checkbox"/> zu Fuss                              | <input type="checkbox"/> Auto: Mitfahrgelegenheit      |
| <input type="checkbox"/> Fahrrad                                         | <input type="checkbox"/> Taxi/Uber                     |
| <input type="checkbox"/> E-Bike                                          | <input type="checkbox"/> Bus/Postauto                  |
| <input type="checkbox"/> E-Scooter                                       | <input type="checkbox"/> Tram/Strassenbahn             |
| <input type="checkbox"/> Motorroller/Mofa                                | <input type="checkbox"/> Zug/Bahn                      |
| <input type="checkbox"/> Motorrad                                        | <input type="checkbox"/> Sonstiges                     |
| <input type="checkbox"/> Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug                  | <input type="text"/>                                   |

### Wie lange dauert der Weg mit Ihrer Transportalternative?

Notieren Sie die durchschnittliche Wegzeit in Minuten vom Startpunkt (z.B. Haustür) bis zum Zielpunkt der Reise mit Ihrer Transportalternative.

80

Minuten

### Wie oft erwarten Sie, für Ihren spezifischen Weg auf die Transportalternative zurückzugreifen?

Sie haben vermerkt, Ihren regelmässigen Weg durchschnittlich **4 mal pro Woche** zurückzulegen. Wie oft erwarten Sie, auf die genannte alternative Transportmöglichkeit zurückzugreifen? Hin- und Rückreisen auf der identischen Strecke zählen als zwei Wege.

Häufigkeit pro Monat / Quartal / Jahr (wählen Sie)

Anzahl dieser Wege mit der Verkehrsmittel-Alternative:

### Wie häufig ist die Transportalternative für Ihren spezifischen Weg ebenfalls nicht verfügbar?

In wievielen Prozent der Fälle erwarten Sie, dass Sie für den Weg **von 8004 Zürich nach 9000 St. Gallen** gleichzeitig auch nicht auf Ihre Alternative zurückgreifen können? *Geben Sie eine grobe Schätzung ab: Klicken Sie auf die Achse oder schreiben Sie in das Prozentfeld.*



ZURÜCK

44%
WEITER

## Seite 5

### Welche Eigenschaften hat Ihre alternative Transportmöglichkeit?

Angenommen, Sie benutzen heute für Ihren Weg **von 8004 Zürich nach 9000 St. Gallen** Ihre Transportalternative (**Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug...**). Beantworten Sie alle nachfolgenden Fragen in Bezug auf Ihre Transportalternative.

### Wie teilt sich Ihre Wegzeit auf die Verkehrsmittel-Alternative(n) auf?

Sie haben angegeben, für Ihren Weg mit der Transportalternative **80 Minuten** zu benötigen. Teilen Sie Ihre Reisezeit auf die dabei (am wahrscheinlichsten) benutzten Verkehrsmittel auf.

|                        |                                                       |            |
|------------------------|-------------------------------------------------------|------------|
| Wartezeit/Suchzeit     | <input style="width: 150px;" type="text" value="0"/>  | Minuten    |
| zu Fuss                | <input style="width: 150px;" type="text" value="10"/> | Minuten    |
| Auto: eigenes Fahrzeug | <input style="width: 150px;" type="text" value="70"/> | Minuten    |
| Total Wegzeit          |                                                       | 80 Minuten |

### Welchen Neuwert hat Ihr als Alternative benutztes Motorfahrzeug? Wie stark nutzen Sie dieses pro Jahr?

Halten Sie den Katalogpreis und die ungefähre jährlich gefahrene Kilometerzahl des Motorfahrzeugs fest, welches Sie als Transportalternative nutzen.

Katalogpreis Auto:  CHF

Jahresnutzung Auto:  km

### Welche Eigenschaften hat Ihr als Alternative benutztes Auto?

Über welchen Antrieb verfügt Ihr Auto? In welchem Zustand haben Sie dieses gekauft? Für wieviele Jahre wollen Sie dieses insgesamt nutzen?

|                                              | Antriebsart                         | Kaufzustand                                  | beabsichtigte Nutzungszeit           |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| Angaben zu Ihrem alternativen Motorfahrzeug: | <input type="text" value="Benzin"/> | <input type="text" value="Gebrauchtwag..."/> | <input type="text" value="5 Jahre"/> |

### Wie schnell bzw. wie oft ist Ihre Transportalternative verfügbar?

Halten Sie fest, nach wievielen Minuten oder alle wieviele Minuten Ihre Alternative (Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug...) bei Bedarf verfügbar ist.

Beispiele: Ein eigenes Zweitauto könnte z.B. jederzeit/sofort verfügbar sein (0 Minuten), ein Sharing-Fahrzeug z.B. nach 10 Minuten, eine Bahnverbindung z.B. alle 30 Minuten.

nach / alle  Minuten

### Wann ist Ihre Transportalternative im Tagesverlauf verfügbar?

Definieren Sie die übliche Verfügbarkeitszeit bzw. Betriebszeit Ihrer Transportalternative (Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug...).

|                        | von                                   | bis                                    |
|------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| verfügbar / in Betrieb | <input type="text" value="0:00 Uhr"/> | <input type="text" value="24:00 Uhr"/> |

### Welche unmittelbaren Kosten entstehen für Sie pro Weg?

Geben Sie die minimalen und maximalen Kosten an, die Ihnen bei Benutzung der genannten Transportalternative (Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug...) pro Weg ungefähr entstehen. Schätzwerte sind hier zulässig. Wenn die Kosten immer gleich sind, geben Sie zweimal dieselbe Zahl ein.

Minimum CHF

Maximum CHF

ZURÜCK

56%

WEITER

## Seite 6

## Angenommen, Ihre für den konkreten Weg benutzte Transportalternative ist im Bedarfsfall nur verfügbar bei vorgängiger Bezahlung einer speziellen Gebühr.

Stellen Sie sich vor, Sie könnten...

- Ihre bevorzugte Transportalternative (Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug...)
- für Ihren spezifischen Weg (von 8004 Zürich nach 9000 St. Gallen)
- im Bedarfsfall (z.B. schlechte Wetterlage, Verkehrsstörungen, Panne, Fahrunfähigkeit, Ausweisentzug oder andere Unwägbarkeiten)

...nur nutzen, wenn Sie eine Gebühr entrichten – ähnlich einer Art von Abo, Lizenz, Vignette, Mitgliedschaft oder Versicherung.

Versetzen Sie sich gedanklich in die konkrete Situation. *Wichtig:* Es geht bei dieser Studie nicht darum, entsprechende Preise einzuführen. Über die Abfrage der Zahlungsbereitschaft soll Ihre persönliche 'Wertschätzung' für die Transportalternative ermittelt werden.

### Variante A: Grundgebühr pro Monat (ohne Kosten für eigentlichen Weg)

Angenommen, Sie müssten pro Monat eine Grundgebühr entrichten (quasi eine Lizenz oder Mitgliedschaft), damit Sie im Bedarfsfall auf Ihre Verkehrsmittel-Alternative zurückgreifen können. Was wäre ein fairer, teurer oder zu teurer Preis? Bedenken Sie: **Ohne diese Grundgebühr steht Ihnen die Alternative (Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug...) im Bedarfsfall von 8004 Zürich nach 9000 St. Gallen nicht zur Verfügung!**

faire Grundgebühr: CHF pro Monat,  
ohne Wegkosten (ich würde dies mit  
Sicherheit bezahlen)

teure Grundgebühr: CHF pro Monat,  
ohne Wegkosten (ich würde dies sehr  
wahrscheinlich bezahlen)

zu teure Grundgebühr: CHF pro Monat,  
ohne Wegkosten (ich würde dies nicht  
bezahlen/auf die Alternative verzichten)

### Variante B: Zusatzgebühr auf jedem Weg (ohne Kosten für eigentlichen Weg)

Angenommen, Sie müssten pro Weg mit Ihrem normalerweise benutzten Verkehrsmittel eine Zusatzgebühr entrichten (quasi eine Versicherung), damit Sie im Bedarfsfall auf Ihre Verkehrsmittel-Alternative zurückgreifen können. Was wäre ein fairer, teurer oder zu teurer Preis? Bedenken Sie: **Ohne diese Zusatzgebühr steht Ihnen die Alternative (Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug...) im Bedarfsfall von 8004 Zürich nach 9000 St. Gallen nicht zur Verfügung!**

faire Zusatzgebühr: CHF pro Weg, ohne  
Wegkosten (ich würde dies mit  
Sicherheit bezahlen)

teure Zusatzgebühr: CHF pro Weg, ohne  
Wegkosten (ich würde dies sehr  
wahrscheinlich bezahlen)

zu teure Zusatzgebühr: CHF pro Weg,  
ohne Wegkosten (ich würde dies nicht  
bezahlen/auf die Alternative verzichten)



67%



## Seite 7

**Auf wieviele reguläre Wege verzichten Sie im Fall einer Zusatzgebühr?**

Angenommen, auf jede Ihrer regulären Reisen von 8004 Zürich nach 9000 St. Gallen mit dem normalerweise benutzten Verkehrsmittel wird eine Zusatzgebühr von CHF 1 pro Weg erhoben. Auf wieviele dieser regulären Wege würden Sie verzichten? (Hin- und Rückreisen zählen als zwei Wege)

Ich würde sehr wahrscheinlich auf  dieser  
208 Reisen pro Jahr verzichten.

**Wie stark dürfte sich Ihre Transportalternative höchstens verteuern?**

Sie haben angegeben, dass Ihre Kosten pro Weg mit der Transportalternative (Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug...) zwischen CHF 20 und CHF 30 liegen. Angenommen, Sie müssten gerade heute auf Ihre Transportalternative zurückgreifen. Welche Kosten wären für Sie pro Weg noch akzeptabel? Ab welchem Preis würden Sie eine andere Alternative wählen oder auf den Weg verzichten?

gerade noch akzeptabel (pro Weg):  CHF definitiv zu teuer (pro Weg):  CHF

**Was ist Ihre Mindestanforderung an die Verfügbarkeit der Alternative im Bedarfsfall?**

Sie haben angegeben, dass Ihre Transportalternative jeweils nach 0 Minuten oder alle 0 Minuten verfügbar ist. Grenzen Sie die notwendige Verfügbarkeitszeit bzw. Taktung der Transportalternative für Ihren spezifischen regelmässigen Weg ein.

noch akzeptabel: verfügbar nach/alle  Minuten  
wertlose Alternative: verfügbar nach/alle  Minuten

**Was ist Ihre Mindestanforderung an die Verfügbarkeit der Alternative im Tagesverlauf?**

Sie haben angegeben, dass Ihre Transportalternative jeweils von 0:00 Uhr bis 24:00 Uhr verfügbar ist. Grenzen Sie die mindestens notwendige Verfügbarkeitszeit bzw. Betriebszeit der Transportalternative für Ihren spezifischen regelmässigen Weg ein.

mindestens notwendig: von  bis

**Wie oft nutzen Sie die Transportalternative für andere Wege?**

Wie oft nutzen Sie Ihre Verkehrsmittel-Alternative (Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug...) für andere Reisen als von 8004 Zürich nach 9000 St. Gallen? Zählen Sie Hin- und Rückreisen als zwei Wege.

Anzahl anderer Wege mit der  
Verkehrsmittel-Alternative:  Häufigkeit  pro Woche / Monat / Quartal / Jahr  
(wählen Sie)

**Für welche Zwecke nutzen Sie die Transportalternative im Allgemeinen?**

Wählen Sie alle relevanten Reisezwecke, für die Sie Ihre Verkehrsmittel-Alternative (Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug...) insgesamt nutzen.

- ☐ Arbeit ☐ Ausbildung  
☒ Einkauf ☒ Freizeit  
☐ Ich nutze diese Transportalternative generell nicht

### Wie ist Ihre Einstellung gegenüber Ihrer alternativen Transportmöglichkeit?

Geben Sie Ihre Einstellung gegenüber der Transportmittel-Alternative (Auto: **eigenes (Zweit-)Fahrzeug...**) an.

sehr positiv      positiv      eher positiv      eher negativ      negativ      sehr negativ

☐      ☒      ☐      ☐      ☐      ☐

ZURÜCK

78%

WEITER

## Seite 8

### Zum Schluss folgen noch einige Fragen zu Ihnen und Ihrem Haushalt.

Die Informationen werden nicht auf individueller Ebene ausgewertet, sind jedoch wichtig für die statistische Analyse.

### Wie risikobereit sind Sie persönlich im Allgemeinen?

Stufen Sie sich persönlich ein zwischen *sehr risikofreudig* und *sehr risikoscheu*.

sehr risikofreudig      risikofreudig      eher risikofreudig      eher risikoscheu      risikoscheu      sehr risikoscheu

☐      ☐      ☒      ☐      ☐      ☐

### Welche Ausweise und Abos besitzen Sie persönlich?

- |                                                         |                                                              |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Halbtaxabonnement              | <input checked="" type="checkbox"/> Fahrausweis/Führerschein |
| <input checked="" type="checkbox"/> Generalabonnement   | <input type="checkbox"/> Carsharing-Abo/-Mitgliedschaft      |
| <input type="checkbox"/> Zonen- oder Verbundabonnement  | <input type="checkbox"/> (E-)Bikesharing-Abonnement          |
| <input type="checkbox"/> Strecken- oder Modulabonnement | <input type="checkbox"/> kein Ausweis oder Abo               |
| <input type="checkbox"/> Seven25-Abonnement             | <input type="checkbox"/> Sonstiges                           |

### Über welche Fahrzeuge verfügen Sie persönlich?

Wichtig: Wählen Sie Fahrzeuge nur dann an, wenn diese die meiste Zeit zu Ihrer persönlichen Verfügung stehen.

- |                                                |                                                |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Erstwagen             | <input type="checkbox"/> E-Bike                |
| <input checked="" type="checkbox"/> Zweitwagen | <input checked="" type="checkbox"/> Fahrrad    |
| <input type="checkbox"/> Motorrad              | <input type="checkbox"/> kein eigenes Fahrzeug |
| <input type="checkbox"/> Motorroller/Mofa      | <input type="checkbox"/> Sonstiges             |

### Welche Fahrzeuge besitzt Ihr Haushalt insgesamt?

Geben Sie die jeweilige Anzahl an.

|                  | Anzahl im Haushalt                  |
|------------------|-------------------------------------|
| Auto             | <input type="text" value="1"/>      |
| Motorrad         | <input type="text" value="0"/>      |
| Motorroller/Mofa | <input type="text" value="0"/>      |
| E-Bike           | <input type="text" value="0"/>      |
| Fahrrad          | <input type="text" value=" &gt;4"/> |

### Über welche Ausweise und Abos verfügt Ihr Haushalt insgesamt?

Geben Sie die jeweilige Anzahl an.

|                                | Anzahl im Haushalt             |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Halbtaxabonnement              | <input type="text" value="1"/> |
| Generalabonnement              | <input type="text" value="1"/> |
| Zonen- oder Verbundabonnement  | <input type="text" value="0"/> |
| Strecken- oder Modulabonnement | <input type="text" value="0"/> |
| Seven25-Abonnement             | <input type="text" value="0"/> |
| Fahrausweis/Führerschein       | <input type="text" value="2"/> |
| TCS-Mitgliedschaft             | <input type="text" value="1"/> |
| Carsharing-Abo/-Mitgliedschaft | <input type="text" value="0"/> |
| (E-)Bikesharing-Abo            | <input type="text" value="0"/> |

### Wieviele Personen leben in Ihrem Haushalt?

Zählen Sie sich selbst mit.

Anzahl volljährige Personen

Anzahl Personen unter 18 Jahren

### Wohnen Sie in Eigentum oder zur Miete?

Eigentum



Miete



### Wie hoch ist Ihr monatliches persönliches Einkommen?

Geben Sie Ihr ungefähres monatliches Nettoeinkommen (aus Arbeit und Vermögen) an.

CHF 5'001 - 6'000

ZURÜCK

89%

WEITER

**Seite 9**

Vielen Dank, dass Sie die Befragung vollständig abgeschlossen haben.

Bei Rückfragen und Anmerkungen stehe ich Ihnen gerne per Mail ([simon.kuster@unisg.ch](mailto:simon.kuster@unisg.ch)) zur Verfügung.

Eine Erläuterung des (umweltökonomischen) Optionswert-Konzepts finden Sie [hier](#).

Freundliche Grüsse  
Simon Kuster



## II Variablenverzeichnis

Die folgende Tabelle enthält sämtliche 350 Variablen, die in der empirischen Untersuchung erhoben bzw. generiert und im Rahmen der vier Teilstudien (A, B, C, D) ausgewertet wurden. Hinweise zur Benennungslogik finden sich in der ersten Spalte (Quelle) sowie in Tabelle 5-2.

| Quelle            | Name                | Beschriftung                                   | Typ | Level    | Fehlend |
|-------------------|---------------------|------------------------------------------------|-----|----------|---------|
| <b>System</b>     | id                  | case number                                    | 123 | nominal  | -       |
|                   | lfdn                | sequential number                              | 123 | nominal  | -       |
|                   | pseudonym           | pseudonym                                      | 123 | nominal  | -       |
|                   | dispcode            | disposition code                               | 123 | nominal  | -       |
|                   | variante            | version of survey                              | 123 | nominal  | -       |
|                   | page_history        | page history                                   | ABC | nominal  | -       |
|                   | date_of_last_access | date of last access                            | ABC | nominal  | -       |
|                   | duration            | time to complete survey                        | 123 | metrisch | -       |
|                   | durationp           | Ausfüllzeit über alle Seiten                   | 123 | metrisch | -       |
|                   | timeonp1            | Ausfüllzeit S1 Startseite                      | 123 | metrisch | -       |
|                   | timeonp2            | Ausfüllzeit S2 Reisekontext                    | 123 | metrisch | -       |
|                   | timeonp3            | Ausfüllzeit S3 Reisedetails                    | 123 | metrisch | -       |
|                   | timeonp4            | Ausfüllzeit S4 Optionsmodus                    | 123 | metrisch | -       |
|                   | timeonp5            | Ausfüllzeit S5 Optionsdetails                  | 123 | metrisch | -       |
|                   | timeonp6            | Ausfüllzeit S6 Optionsbewertung                | 123 | metrisch | -       |
|                   | timeonp7            | Ausfüllzeit S7 Optionsvarianten                | 123 | metrisch | -       |
|                   | timeonp8            | Ausfüllzeit S8 Personenkontext                 | 123 | metrisch | -       |
| <b>Quotierung</b> | q_altergender       | Quote Alter*                                   | 123 | nominal  | -       |
|                   | q_abo               | Quote Abo*                                     | 123 | nominal  | -       |
|                   | q_raumtyp           | Quote Stadt-Land*                              | 123 | nominal  | -       |
|                   | q_bildung           | Quote Bildung*                                 | 123 | nominal  | -       |
| <b>Strecke</b>    | x_tripzweck         | Reisezweck                                     | 123 | nominal  | -       |
|                   | x_substi            | Substituierbarkeit                             | 123 | ordinal  | -       |
|                   | x_tripzahl          | Regelmässige Wege (Anzahl)                     | 123 | metrisch | 0       |
|                   | x_prozeit           | Regelmässige Wege (pro Zeit)                   | 123 | ordinal  | 0       |
|                   | x_tripsprojahr      | Wege pro Jahr [berechnete Variable]            | 123 | metrisch | -77, 0  |
|                   | x_startort          | Startort (PLZ und Ortschaft)                   | ABC | nominal  | -       |
|                   | x_zielort           | Zielort (PLZ und Ortschaft)                    | ABC | nominal  | -       |
|                   | x_startpunkt        | Startpunkt (nächster ÖV-Haltepunkt, BAV)       | ABC | nominal  | -       |
|                   | x_zielpunkt         | Zielpunkt (nächster ÖV-Haltepunkt, BAV)        | ABC | nominal  | -       |
|                   | x_startplz          | PLZ des Startpunkts*                           | ABC | nominal  | -       |
|                   | x_zielplz           | PLZ des Zielpunkts*                            | ABC | nominal  | -       |
|                   | x_startE            | Start-Koordinate Ost, LV95*                    | 123 | metrisch | -       |
|                   | x_startN            | Start-Koordinate Nord, LV95*                   | 123 | metrisch | -       |
|                   | x_startM            | Start-Höhe m ü. M.*                            | 123 | metrisch | -       |
|                   | x_zielE             | Ziel-Koordinate Ost, LV95*                     | 123 | metrisch | -       |
|                   | x_zielN             | Ziel-Koordinate Nord, LV95*                    | 123 | metrisch | -       |
|                   | x_zielM             | Ziel-Höhe m ü. M.*                             | 123 | metrisch | -       |
|                   | x_origin            | Origin Input für Google API*                   | ABC | nominal  | -       |
|                   | x_destination       | Destination Input für Google API*              | ABC | nominal  | -       |
| <b>Google</b>     | g_trip              | Trip via Google API (String)*                  | ABC | nominal  | -       |
|                   | g_zufusskm          | API zu Fuss Distanz*                           | 123 | metrisch | -       |
|                   | g_zufusst           | API zu Fuss Zeit*                              | 123 | metrisch | -       |
|                   | g_fahrradkm         | API Fahrrad Distanz*                           | 123 | metrisch | -       |
|                   | g_fahrradt          | API Fahrrad Zeit*                              | 123 | metrisch | -       |
|                   | g_oevkm             | API ÖV Distanz*                                | 123 | metrisch | -       |
|                   | g_oevt              | API ÖV Distanz*                                | 123 | metrisch | -       |
|                   | g_mivkm             | API MIV Distanz*                               | 123 | metrisch | -       |
|                   | g_mivt              | API MIV Zeit*                                  | 123 | metrisch | -       |
|                   | g_mivsbest          | API MIV Zeit best guess (Verkehrsszenario)*    | 123 | metrisch | -       |
|                   | g_mivspest          | API MIV Zeit pessimistisch (Verkehrsszenario)* | 123 | metrisch | -       |
|                   | g_mivsopt           | API MIV Zeit optimistisch (Verkehrsszenario)*  | 123 | metrisch | -       |

| Quelle               | Name            | Beschriftung                                  | Typ | Level    | Fehlend     |
|----------------------|-----------------|-----------------------------------------------|-----|----------|-------------|
| <b>Primärmodus</b>   | a_tripsprojahr  | Normal-Trips pro Jahr                         | 123 | metrisch | -           |
|                      | a_elasti        | Nachfrage-Änderung                            | 123 | metrisch | -77         |
|                      | a_elastiweg     | Relative Nachfrage-Änderung                   | 123 | metrisch | -           |
|                      | a_elastichf     | Relative Preis-Änderung                       | 123 | metrisch | 0           |
|                      | a_elastidemand  | Preiselastizität der Nachfrage                | 123 | metrisch | 10.00 - HI  |
|                      | a_hauptvm       | Primäres Hauptverkehrsmittel                  | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_zufuss        | zu Fuss                                       | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_fahrrad       | Fahrrad                                       | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_ebike         | E-Bike                                        | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_escooter      | E-Scooter                                     | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_motorroller   | Motorroller/Mofa                              | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_motorrad      | Motorrad                                      | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_autoeigen     | Auto: eigenes Fahrzeug                        | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_autoshared    | Auto: Carsharing/Leihfahrzeug                 | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_automitfahrt  | Auto: Mitfahrgelegenheit                      | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_taxi          | Taxi/Uber                                     | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_bus           | Bus/Postauto                                  | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_tram          | Tram/Strassenbahn                             | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_bahn          | Zug/Bahn                                      | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_sonstig       | Sonstiges                                     | 123 | nominal  | -           |
|                      | a_sonstiges     | Sonstiges (Textantwort)                       | ABC | nominal  | -99         |
|                      | a_reisezeit     | Primärmodus Reisezeit insgesamt               | 123 | metrisch | LO - 0, 999 |
|                      | a_leerzeit      | Wartezeit/Suchzeit                            | 123 | metrisch | -           |
|                      | a_zufusst       | zu Fuss (Zeit)                                | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_fahrradt      | Fahrrad (Zeit)                                | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_ebiket        | E-Bike (Zeit)                                 | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_escootert     | E-Scooter (Zeit)                              | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_motorrollert  | Motorroller/Mofa (Zeit)                       | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_motorradt     | Motorrad (Zeit)                               | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_autoeigent    | Auto: eigenes Fahrzeug (Zeit)                 | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_autosharedt   | Auto: Carsharing/Leihfahrzeug (Zeit)          | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_automitfahrtt | Auto: Mitfahrgelegenheit (Zeit)               | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_taxit         | Taxi/Uber (Zeit)                              | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_bust          | Bus/Postauto (Zeit)                           | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_tramt         | Tram/Strassenbahn (Zeit)                      | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_bahnt         | Bahn (Zeit)                                   | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_sonstigt      | Sonstige Fahrzeit                             | 123 | metrisch | -66         |
|                      | a_oevklasse     | Primärmodus ÖV-Qualität                       | 123 | ordinal  | -77         |
|                      | a_motonp        | Katalogpreis Motorrad                         | 123 | metrisch | -66, -99    |
|                      | a_motokm        | Jahresnutzung Motorrad                        | 123 | metrisch | -66, -99    |
|                      | a_autonp        | Katalogpreis Auto                             | 123 | metrisch | -66, -99    |
|                      | a_autokm        | Jahresnutzung Auto                            | 123 | metrisch | -66, -99    |
|                      | a_antrieb       | Antriebsart Auto                              | 123 | nominal  | -77         |
|                      | a_zustand       | Kaufzustand Motorfahrzeug                     | 123 | nominal  | -77, 0      |
|                      | a_nutzung       | Nutzungsdauer Motorfahrzeug                   | 123 | metrisch | -77, 0      |
|                      | a_spatzahl      | Verspätungen pro Jahr (Anzahl)                | 123 | metrisch | -           |
|                      | a_spatschnitt   | Verspätungsdauer im Schnitt                   | 123 | metrisch | -99         |
|                      | a_spatprozent   | Verspätungen (in Prozent)                     | 123 | metrisch | LO - .00    |
|                      | a_wahrschnv     | Wahrscheinlichkeit Nichtnutzung Primärmodus   | 123 | metrisch | -77         |
| <b>Sekundärmodus</b> | b_wahrsch       | Wahrscheinlichkeit Nutzung Sekundärmodus      | 123 | metrisch | 60.00 - HI  |
|                      | b_wahrschnv     | Wahrsch. gleichzeitiger Nichtverfügbarkeit    | 123 | metrisch | -77         |
|                      | b_tripsprobjahr | Backup-Trips pro Jahr gem. Wahrscheinlichkeit | 123 | metrisch | -           |
|                      | b_tripsprojahr  | Backup-Trips pro Jahr (gem. absoluter Zahl)   | 123 | metrisch | LO - .0     |
|                      | b_tripzahl      | Anzahl dieser Wege mit Sekundärmodus          | 123 | metrisch | 0           |
|                      | b_prozeit       | Häufigkeit dieser Wege mit Sekundärmodus      | 123 | metrisch | 0           |
|                      | b_hauptvm       | Sekundäres Hauptverkehrsmittel                | 123 | nominal  | -           |
|                      | b_hauptvmonly   | kein weiteres Verkehrsmittel nötig            | 123 | nominal  | -           |
|                      | b_zufuss        | zu Fuss                                       | 123 | nominal  | -           |
|                      | b_fahrrad       | Fahrrad                                       | 123 | nominal  | -           |
|                      | b_ebike         | E-Bike                                        | 123 | nominal  | -           |

| Quelle | Name               | Beschriftung                                   | Typ | Level    | Fehlend         |
|--------|--------------------|------------------------------------------------|-----|----------|-----------------|
|        | b_escooter         | E-Scooter                                      | 123 | nominal  | -               |
|        | b_motorroller      | Motorroller/Mofa                               | 123 | nominal  | -               |
|        | b_motorrad         | Motorrad                                       | 123 | nominal  | -               |
|        | b_autoeigen        | Auto: eigenes (Zweit-)Fahrzeug                 | 123 | nominal  | -               |
|        | b_autoshared       | Auto: Carsharing/Leihfahrzeug                  | 123 | nominal  | -               |
|        | b_automitfahrt     | Auto: Mitfahrgelegenheit                       | 123 | nominal  | -               |
|        | b_taxi             | Taxi/Uber                                      | 123 | nominal  | -               |
|        | b_bus              | Bus/Postauto                                   | 123 | nominal  | -               |
|        | b_tram             | Tram/Strassenbahn                              | 123 | nominal  | -               |
|        | b_bahn             | Zug/Bahn                                       | 123 | nominal  | -               |
|        | b_sonstig          | Sonstiges                                      | 123 | nominal  | -               |
|        | b_sonstiges        | Sonstiges (Textantwort)                        | ABC | nominal  | -99             |
|        | b_reisezeit        | Sekundärmodus Reisezeit insgesamt              | 123 | metrisch | LO - 0, 999     |
|        | b_leerzeit         | Wartezeit/Suchzeit                             | 123 | metrisch | -               |
|        | b_zufusst          | zu Fuss (Zeit)                                 | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_fahrradt         | Fahrrad (Zeit)                                 | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_ebiket           | E-Bike (Zeit)                                  | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_escootert        | E-Scooter (Zeit)                               | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_motorrollert     | Motorroller/Mofa (Zeit)                        | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_motorradt        | Motorrad (Zeit)                                | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_autoeigent       | Auto: eigenes Fahrzeug (Zeit)                  | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_autosharedt      | Auto: Carsharing/Leihfahrzeug (Zeit)           | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_automitfahrtt    | Auto: Mitfahrgelegenheit (Zeit)                | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_taxit            | Taxi/Uber (Zeit)                               | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_bust             | Bus/Postauto (Zeit)                            | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_tramt            | Tram/Strassenbahn (Zeit)                       | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_bahnt            | Bahn (Zeit)                                    | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_sonstigt         | Sonstige Fahrzeit                              | 123 | metrisch | -66             |
|        | b_oevklasse        | Sekundärmodus ÖV-Qualität                      | 123 | ordinal  | -               |
|        | b_motonp           | Katalogpreis Motorrad                          | 123 | metrisch | -66, -99        |
|        | b_motokm           | Jahresnutzung Motorrad                         | 123 | metrisch | -66, -99        |
|        | b_autonp           | Katalogpreis Auto                              | 123 | metrisch | -66, -99        |
|        | b_autokm           | Jahresnutzung Auto                             | 123 | metrisch | -66, -99        |
|        | b_antrieb          | Antriebsart Auto                               | 123 | nominal  | -77             |
|        | b_zustand          | Kaufzustand sekundäres Motorfahrzeug           | 123 | nominal  | -77, 0          |
|        | b_nutzung          | Nutzungsdauer sekundäres Motorfahrzeug         | 123 | metrisch | -77, 0          |
|        | b_verfuegtakt      | Verfügbarkeit Sekundärmodus (nach/alle Min.)   | 123 | metrisch | 1000 - HI       |
|        | b_verfuegtaktok    | noch akzeptabel: verfügbar nach/alle Minuten   | 123 | metrisch | -77             |
|        | b_verfuegtaktnok   | wertlose Alternative: verfügbar nach/alle Min. | 123 | metrisch | -77             |
|        | b_verfuegvon       | verfügbar / in Betrieb von                     | 123 | ordinal  | -0.5            |
|        | b_verfuegbis       | verfügbar / in Betrieb bis                     | 123 | ordinal  | -0.5            |
|        | b_verfuegh         | Verfügbarkeit in h                             | 123 | metrisch | 0               |
|        | b_departure        | übliche Abfahrtszeit                           | ABC | nominal  | -               |
|        | b_depart           | übliche Abfahrtszeit mit Datumsangabe          | ABC | nominal  | -               |
|        | b_verfuegvonmin    | mindestens notwendig von                       | 123 | metrisch | -77.0, -.5      |
|        | b_verfuegbismin    | mindestens notwendig bis                       | 123 | metrisch | -77.0, -.5      |
|        | b_verfueghmin      | mindestens notwendige Verfügbarkeit in h       | 123 | metrisch | LO - .0, 24.5   |
|        | b_sonstripsprojahr | sonstige Trips mit Backup-Modus pro Jahr       | 123 | metrisch | LO - .0, 5200.0 |
|        | b_sonstprozeit     | Anzahl sonstiger Trips mit dem Ersatzmodus     | 123 | metrisch | LO - 0          |
|        | b_sonststripzahl   | Häufigkeit sonstiger Trips mit Ersatzmodus     | 123 | metrisch | LO - 0          |
|        | b_arbeit           | Arbeit (Zweck sonstiger Trips mit Modus)       | 123 | nominal  | -               |
|        | b_ausbildung       | Ausbildung (Zweck sonstiger Trips mit Modus)   | 123 | nominal  | -               |
|        | b_einkauf          | Einkauf (Zweck sonstiger Trips mit Modus)      | 123 | nominal  | -               |
|        | b_freizeit         | Freizeit (Zweck sonstiger Trips mit Modus)     | 123 | nominal  | -               |
|        | b_sonstnicht       | generell keine Nutzung des Ersatzmodus         | 123 | nominal  | -               |
|        | b_einstellung      | Einstellung zum Ersatzmodus                    | 123 | ordinal  | 0               |
|        | b_bhome            | Homeoffice (Massnahme bei Wegfall Option)      | 123 | nominal  | -77             |
|        | b_bplatz           | Arbeits-/Ausbildungsort wechseln (Massnahme)   | 123 | nominal  | -77             |
|        | b_bwohn            | Wohnort ändern (langfristigere Massnahme)      | 123 | nominal  | -77             |
|        | b_bsonstx          | Sonstiges: Reaktion auf Wegfall der Option     | ABC | nominal  | -               |

| Quelle             | Name             | Beschriftung                                  | Typ | Level    | Fehlend       |
|--------------------|------------------|-----------------------------------------------|-----|----------|---------------|
| <b>Individuum</b>  | y_risikoneigung  | Risikobereitschaft                            | 123 | ordinal  | -             |
|                    | y_geschlecht     | Geschlecht                                    | 123 | nominal  | 3             |
|                    | y_alter          | Alter                                         | 123 | metrisch | -             |
|                    | y_bildung        | Schulbildung                                  | 123 | ordinal  | -             |
|                    | y_beruf          | Beruf                                         | 123 | ordinal  | -             |
|                    | y_einkommen      | Einkommen                                     | 123 | ordinal  | 21,0          |
|                    | y_einkommenchf   | Einkommen                                     | 123 | metrisch | 0             |
|                    | y_halbtax        | Halbtaxabonnement                             | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_ga             | Generalabonnement                             | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_zonen          | Zonen- oder Verbundabonnement                 | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_strecke        | Strecken- oder Modulabonnement                | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_seven          | Seven25-Abonnement                            | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_fahrausweis    | Fahrausweis/Führerschein                      | 123 | nominal  | 0             |
|                    | y_fahrauswahrsch | besitzt Fahrausweis (wahrscheinlich)          | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_carsharing     | Carsharing-Abo/-Mitgliedschaft                | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_bikesharing    | (E-)Bikesharing-Abonnement                    | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_keinaboausweis | kein Ausweis oder Abo                         | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_sonstigabo     | Sonstiges                                     | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_sonstigesabo   | Sonstiges                                     | ABC | nominal  | -             |
|                    | y_erstwagen      | Erstwagen                                     | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_zweitwagen     | Zweitwagen                                    | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_motorrad       | Motorrad                                      | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_motorroller    | Motorroller/Mofa                              | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_ebike          | E-Bike                                        | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_fahrrad        | Fahrrad                                       | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_keineigfz      | kein eigenes Fahrzeug                         | 123 | nominal  | -             |
|                    | y_sonstigesfz    | sonstiges Fahrzeug                            | ABC | nominal  | -99           |
| <b>Haushalt</b>    | z_autohh         | Auto (Anzahl im Haushalt)                     | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_motorradhh     | Motorrad (Anzahl im Haushalt)                 | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_motorrollerhh  | Motorroller/Mofa (Anzahl im Haushalt)         | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_ebikehh        | E-Bike (Anzahl im Haushalt)                   | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_fahrradhh      | Fahrrad (Anzahl im Haushalt)                  | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_halbtaxhh      | Halbtaxabonnement (Anzahl im Haushalt)        | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_gahh           | Generalabonnement (Anzahl im Haushalt)        | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_zonenh         | Zonen-/Verbundabos (Anzahl im Haushalt)       | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_streckehh      | Strecken-/Modulabos (Anzahl im Haushalt)      | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_sevenhh        | Seven25-Abonnement (Anzahl im Haushalt)       | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_fahrausweishh  | Fahrausweis/Führerschein (Anzahl im Haushalt) | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_tcsmitgliedhh  | TCS-Mitgliedschaft (Anzahl im Haushalt)       | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_carsharinghh   | Carsharing-Abo/-Mitgliedschaft (Anzahl)       | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_bikesharinghh  | (E-)Bikesharing-Abo (Anzahl im Haushalt)      | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_perserwhh      | Anzahl volljährige Personen                   | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_perskindhh     | Anzahl Personen unter 18 Jahren               | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_perstotalhh    | Gesamtzahl Haushaltsmitglieder                | 123 | metrisch | -             |
|                    | z_wohnenhh       | Wohnsituation                                 | 123 | nominal  | -             |
| <b>Bewertungen</b> | a_chfmin         | Minimumpreis Normaltrip (stated)              | 123 | metrisch | 150.00 - HI   |
|                    | a_chfmax         | Maximumpreis Normaltrip (stated)              | 123 | metrisch | 150.00 - HI   |
|                    | a_chfmean        | Mittelwert Preis Normaltrip                   | 123 | metrisch | 500.00 - HI   |
|                    | a_cs             | Max. Zahlungsbereitschaft Normaltrip (teuer)  | 123 | metrisch | 10000.00 - HI |
|                    | a_csx            | Keine Zahlung für Normaltrip (zu teuer)       | 123 | metrisch | 10000.00 - HI |
|                    | a_csmean         | Mittelwert WTP Normaltrip (teuer/zu teuer)    | 123 | metrisch | 10000.00 - HI |
|                    | b_chfmin         | Minimumpreis Backuptrip (stated)              | 123 | metrisch | 150.00 - HI   |
|                    | b_chfmax         | Maximumpreis Backuptrip (stated)              | 123 | metrisch | 150.00 - HI   |
|                    | b_chfmean        | Mittelwert Preis Backuptrip                   | 123 | metrisch | 500.00 - HI   |
|                    | b_cs             | Max. Zahlungsbereitschaft Backuptrip (teuer)  | 123 | metrisch | 10000.00 - HI |
|                    | b_csx            | Keine Zahlung für Backuptrip (zu teuer)       | 123 | metrisch | 10000.00 - HI |
|                    | b_csmean         | Mittelwert WTP Backuptrip (teuer/zu teuer)    | 123 | metrisch | 10000.00 - HI |
|                    | o_pfair          | Optionsprämie «fair»                          | 123 | metrisch | -             |
|                    | o_pteuer         | Optionsprämie «teuer»                         | 123 | metrisch | -             |
|                    | o_pzuteuer       | Optionsprämie «zu teuer»                      | 123 | metrisch | -             |

| Quelle               | Name                  | Beschriftung                                          | Typ | Level    | Fehlend         |
|----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------|-----|----------|-----------------|
|                      | o_vfair               | Optionswert «fair»                                    | 123 | metrisch | -               |
|                      | o_vteuer              | Optionswert «teuer»                                   | 123 | metrisch | -               |
|                      | o_vzuteuer            | Optionswert «zu teuer»                                | 123 | metrisch | -               |
|                      | o_vfairpa             | Optionswert «fair» (annualisiert)                     | 123 | metrisch | -               |
|                      | o_vteuerpa            | Optionswert «teuer» (annualisiert)                    | 123 | metrisch | -               |
|                      | o_vzuteuerpa          | Optionswert «zu teuer» (annualisiert)                 | 123 | metrisch | -               |
| <b>Filter</b>        | durationfilterp       | Qualitätsfilter für Ausfülldauer insgesamt            | 123 | nominal  | -               |
|                      | durationfilterpp      | Qualitätsfilter für Ausfülldauer pro Seite            | 123 | nominal  | -               |
|                      | a_reisezeitfilter     | Qualitätsfilter Reisezeit-Addition Primärmodus        | 123 | nominal  | -               |
|                      | b_reisezeitfilter     | Qualitätsfilter Reisezeit-Addition Ersatzmodus        | 123 | nominal  | -               |
|                      | b_fussfilter          | Filter für Backup nicht in erster Linie zu Fuss       | 123 | nominal  | -               |
|                      | b_sonststripfilter    | Filter für allfällige Tripzahlfehler (sonstige Trips) | 123 | nominal  | -               |
|                      | b_tripzfilter         | Filter für allfällige Tripzahlfehler (Backup-Trips)   | 123 | nominal  | -               |
|                      | x_tripzfilter         | Filter für allfällige Tripzahlfehler (Normalwege)     | 123 | nominal  | -               |
|                      | x_startzielfilter     | Filter für fehlenden nächsten ÖV-Haltepunkt           | 123 | nominal  | -               |
|                      | y_ausweisfilter       | Filter für fehlende Ausweis-Angabe                    | 123 | nominal  | -               |
|                      | filter_meta           | Filter für kombinierte Qualitätsfilter                | 123 | nominal  | -               |
|                      | filter_ovA            | Filter für OV-Analyse (Teilstudie A)                  | 123 | nominal  | -               |
|                      | filter_idA            | Filter für extreme Fälle (Teilstudie A)               | 123 | nominal  | -               |
|                      | filter_checkA         | Filter für geprüftes Modell (Teilstudie A)            | 123 | nominal  | -               |
|                      | filter_opB            | Filter für OP-Analyse (Teilstudie B)                  | 123 | nominal  | -               |
|                      | filter_idB            | Filter für extreme Fälle (Teilstudie B)               | 123 | nominal  | -               |
|                      | filter_checkB         | Filter für geprüftes Modell (Teilstudie B)            | 123 | nominal  | -               |
| <b>Kombinationen</b> | ab_kombination        | Kombi primär-sekundär Hauptverkehrsmittel             | 123 | nominal  | -               |
|                      | ab_reisezeit          | relative Verlängerung der Reisezeit mit Backup        | 123 | metrisch | -99             |
|                      | ab_reisezeitln        | relative Verlängerung Reisezeit mit Backup (ln)       | 123 | metrisch | -99             |
|                      | ab_chfmean            | relative Steigerung der Wegkosten mit Backup          | 123 | metrisch | -99             |
|                      | ab_chfmeanln          | relative Steigerung Wegkosten mit Backup (ln)         | 123 | metrisch | -99             |
| <b>Teilstudie A</b>  | A_ov                  | A Optionswert (OV teuer p.a. [ln])                    | 123 | metrisch | -               |
|                      | b_quality             | Service-Qualität/Komfort-Klasse (dreistufig)          | 123 | ordinal  | -               |
|                      | b_verfuegtaktln       | Verfügbarkeit/Taktung (ln)                            | 123 | metrisch | -               |
|                      | b_distanz             | Backup-Distanz Hauptverkehrsmittel (via API)*         | 123 | metrisch | -               |
|                      | b_distanzln           | Backup-Distanz (ln)*                                  | 123 | metrisch | -               |
|                      | b_reisezeitln         | Backup-Reisezeit (ln)                                 | 123 | metrisch | -               |
|                      | b_tempo               | Mittlere Geschwindigkeit Backup (km/h)*               | 123 | metrisch | 120.00 - HI     |
|                      | b_tempoln             | Mittleres Tempo Backup (ln)*                          | 123 | metrisch | -               |
|                      | b_chfmeanln           | Mittelwert Preis Backuptrip (ln)                      | 123 | metrisch | -               |
|                      | b_wahrschnvln         | Wahrsch. gleichzeitiger Nichtverfügbarkeit (ln)       | 123 | metrisch | -               |
|                      | a_chfmeanln           | Mittelwert Preis Normaltrip (ln)                      | 123 | metrisch | -               |
|                      | a_wahrschnvln         | Wahrscheinlichkeit der Nichtnutzung (ln)              | 123 | metrisch | -               |
|                      | x_substja             | mindestens zwei Substitute gegeben (Dummy)            | 123 | nominal  | -               |
|                      | x_bfsqdenr            | Gemeindenummer (BFS)*                                 | 123 | nominal  | -               |
|                      | x_typologie           | Typus räumlich (BFS)*                                 | 123 | ordinal  | -               |
|                      | x_typus               | Typus urban (Dummy)*                                  | 123 | nominal  | -               |
|                      | y_einkommenchfln      | Einkommen (ln)                                        | 123 | metrisch | -               |
|                      | y_bildungen           | Bildungsniveau (vierstufig)                           | 123 | ordinal  | -               |
|                      | y_berufe              | Berufsstand (dreistufig)                              | 123 | ordinal  | -               |
|                      | z_perstotalhln        | Personen im Haushalt (ln)                             | 123 | metrisch | -               |
|                      | z_persmitkind         | Haushalt mit Kind(ern) (Dummy)                        | 123 | nominal  | -               |
|                      | y_fzbackup            | Backup-Fahrzeug (Dummy)                               | 123 | nominal  | -               |
|                      | y_abobackup           | Backup-Abo (Dummy)                                    | 123 | nominal  | -               |
|                      | y_risikoaversion      | Risikoaversion (vierstufig)                           | 123 | nominal  | -               |
|                      | a_elastidemandln      | Preiselastizität Nachfrage Primärmodus (ln)           | 123 | metrisch | -               |
|                      | b_elastidemand        | Preiselastizität Nachfrage Backupmodus                | 123 | metrisch | 10 - HI, -99.00 |
|                      | b_elastidemandln      | Preiselastizität Nachfrage Backupmodus (ln)           | 123 | metrisch | -               |
|                      | b_einstpro            | Positive Einstellung (Dummy)                          | 123 | nominal  | -               |
|                      | b_einst               | Einstellung (dreistufig)                              | 123 | nominal  | 0               |
|                      | b_sonst               | Sonstige Erfahrung mit Backup (Dummy)                 | 123 | nominal  | -               |
|                      | b_modustripsprojahr   | Total Trips mit Modus pro Jahr                        | 123 | metrisch | -               |
|                      | b_modustripsprojahrln | Total Trips mit Modus pro Jahr (ln)                   | 123 | metrisch | -               |

| Quelle              | Name                     | Beschriftung                                       | Typ | Level    | Fehlend  |
|---------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|-----|----------|----------|
|                     | b_wahrschln              | Wahrscheinlichkeit der Backup-Nutzung (ln)         | 123 | metrisch | -        |
|                     | b_tripsprobjahrln        | Backup-Trips pro Jahr, Wahrscheinlichkeit (ln)     | 123 | metrisch | -        |
|                     | b_tripsprobjahrln        | Backup-Trips pro Jahr, absolute Nennung (ln)       | 123 | metrisch | -        |
|                     | a_spatprozentln          | Verspätungen in Prozent (ln)                       | 123 | metrisch | -        |
|                     | a_spat                   | Verspätungen insgesamt erwartet                    | 123 | metrisch | -        |
|                     | a_spatln                 | Verspätungen insgesamt erwartet (ln)               | 123 | metrisch | -        |
|                     | a_reisezeitln            | Primär-Reisezeit (ln)                              | 123 | metrisch | -        |
|                     | y_risikoavers_geschlecht | Interaktion Risiko-Geschlecht (vier-/zweistufig)   | 123 | nominal  | -        |
| <b>Teilstudie B</b> | B_ov                     | B Optionswert (OV via OP teuer p.a. [ln])          | 123 | metrisch | -99      |
|                     | B_OV1                    | B OV mit OP «zu teuer»                             | 123 | metrisch | -        |
|                     | B_OV2                    | B OV mit OP «teuer»                                | 123 | metrisch | -        |
|                     | B_OV3                    | B OV mit OP «fair»                                 | 123 | metrisch | -        |
|                     | B_opteuerzupreis         | B Verhältnis von OP teuer zu Preis                 | 123 | metrisch | -99      |
|                     | B_bcs                    | B CS Sekundärmodus kalkuliert via WTP und P        | 123 | metrisch | -        |
|                     | B_bcszupreis             | B Verhältnis von CS Sekundärmodus zu Preis         | 123 | metrisch | -99      |
|                     | B_acs                    | B CS Primärmodus kalkuliert via WTP und P          | 123 | metrisch | -        |
|                     | B_acszupreis             | B Verhältnis von CS Primärmodus zu Preis           | 123 | metrisch | -99      |
|                     | B_ovnegativ              | B OV negativer Wert (Dummy)                        | 123 | nominal  | -        |
| <b>Teilstudie C</b> | C_normprozent            | Anteil Wege ohne Verspätung und Backup             | 123 | metrisch | LO - .00 |
|                     | C_r                      | risikofreier Zinssatz*                             | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_T                      | Jahresdauer bis zum nächsten Trip                  | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_Zspat                  | Zeitwert der mittleren Verspätung (stated)         | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_Znicht                 | Wert der nicht akzeptablen Zusatzkosten            | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_Znichtok               | Wert der nicht akzeptablen Zeitverzögerung         | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_Zchf                   | Preisabweichungen nach oben und unten              | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_Zpest                  | Zeitwert pessimistische Verspätung (simulated)*    | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_Zopst                  | Zeitwert optimistische Verfrühung (simulated)*     | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_S1                     | Preis Primärmodus                                  | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_X1                     | Preis Sekundärmodus                                | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_v1                     | Volatilität 1 (Verspätungen, Ausfälle, Preise)*    | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_da1                    | BS-Element 1a*                                     | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_db1                    | BS-Element 1b*                                     | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_approx1                | C Annäherung 1*                                    | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_S2                     | nachberechnete Kosten des Primärmodus*             | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_X2                     | nachberechnete Kosten des Sekundärmodus*           | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_v2                     | Volatilität (Verspätungen, Ausfälle, Schwankung)*  | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_da2                    | BS-Element 2a*                                     | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_db2                    | BS-Element 2b*                                     | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_approx2                | C Annäherung 2*                                    | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_S3                     | Wegkosten mit Zeitkosten (primär)*                 | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_X3                     | Wegkosten mit Zeitkosten (sekundär)*               | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_v3                     | Volatilität (Verspätungen, Ausfälle, Preise, MIV)* | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_da3                    | BS-Element 3a*                                     | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_db3                    | BS-Element 3b*                                     | 123 | metrisch | -        |
|                     | C_approx3                | C Annäherung 3*                                    | 123 | metrisch | -99      |
|                     | C_cluster3               | Clustering Verhältnis S zu X (Approximation 3)*    | 123 | nominal  | -        |
|                     | C_approx3ln              | C Annäherung 3 (ln)*                               | 123 | metrisch | -        |
| <b>Teilstudie D</b> | D_approx1                | D Annäherung 1*                                    | 123 | metrisch | -        |
|                     | D_approx2                | D Annäherung 2*                                    | 123 | metrisch | -        |
|                     | D_approx3                | D Annäherung 3*                                    | 123 | metrisch | -        |
|                     | D_bF                     | Fahrzeugbesitz                                     | 123 | nominal  | -        |
|                     | D_bG                     | Geteiltes Verkehrsmittel                           | 123 | nominal  | -        |
|                     | D_bH                     | Halbtax oder anderes ÖV-Abo                        | 123 | nominal  | -        |
|                     | D_bl                     | Insurance/TCS-Membership oder Sonstiges            | 123 | nominal  | -        |
|                     | D_btool                  | Backup-Tool                                        | 123 | nominal  | -        |
|                     | D_approx3ln              | D Annäherung 3 (ln)*                               | 123 | metrisch | -        |

Tabelle A-1: Verzeichnis aller 350 Variablen der Arbeit; vgl. 5.1 Datenbereinigung und 5.2 Datenerweiterung\*  
 (\*= mit Daten von ausserhalb des Surveys; 123 = numerisch, ABC = Zeichenfolge; LO = lowest, HI = highest)

### III Programmsyntax

Nachfolgend wird SPSS-Syntax zu Teilstudie A, Teilstudie B, Teilstudie C und Teilstudie D abgebildet. Anhand dieser ausgewählten Code-Fragmente lässt sich die Berechnungsweise der verschiedenen Optionswert-Approximationen im Detail nachvollziehen. Zwecks Übersichtlichkeit ist der Code der statistischen Auswertungen (Regressionsanalysen, Korrelationsanalysen, etc.) nicht enthalten. Die umfassenden Daten- und Syntaxfiles sind beim Autor auf Nachfrage erhältlich, können jedoch aus Gründen des Datenschutzes (sensible persönliche Daten der befragten Personen wie z.B. regelmässige Reisewege inkl. Abfahrtszeiten) nicht in einem Repository frei zugänglich gemacht werden. Die umfangreiche Syntax (.sps) mit den zugehörigen Datenfiles (.sav) ist gemäss nachfolgender Tabelle strukturiert.

| SPSS-Datenfiles                | # Variablen | SPSS-Syntaxfiles                      | # Zeilen |
|--------------------------------|-------------|---------------------------------------|----------|
| data_1_project_854975_2050.sav | 212         | Syntax_1_Datenbereinigung.sps         | 490      |
| data_2_set.sav                 | 216         | Syntax_2_Datenerweiterung.sps         | 220      |
| data_3_cleaned.sav             | 223         | Syntax_3_Datendeskription.sps         | 780      |
| data_4_complete.sav            | 236         | Syntax_4_Datenauswertung_A.sps        | 1420*    |
| data_5_described_A.sav         | 320         | Syntax_4_Datenauswertung_B.sps        | 270*     |
| data_5_described_AB.sav        | 334         | Syntax_4_Datenauswertung_C.sps        | 580*     |
| data_5_described_ABC.sav       | 365         | Syntax_4_Datenauswertung_D.sps        | 230*     |
| data_5_described_ABCD.sav      | 373         | Syntax_5_Datenfinal.sps               | 330      |
| data_6_final.sav               | 350         | TOTAL Code-Zeilen (exkl. R Code etc.) | 4370     |

*Tabelle A-2: Daten- und Syntaxfiles der Aufbereitung mit SPSS, chronologisch, inkl. Umfang; \*vgl. Auszüge*

Sowohl der Variablensatz (final bereinigt mit 350 Variablen) als auch die zur Aufbereitung und Auswertung notwendige Syntax (über 4000 Zeilen Code) sind sehr umfangreich. Da Einfachheit und Modularität höher gewichtet wurden als Ästhetik, liesse sich die Syntax stellenweise schlanker formulieren. Der unten angefügte Code ist aus Platzgründen in kleiner Schrift eingebunden. Zur optimalen Lesbarkeit (inkl. automatischer Farbcodierung) empfiehlt es sich, diesen in den SPSS-Syntax-Editor zu überführen (Copy/Paste).

Die angeführten Datenbanken und Syntaxfiles beziehen sich auch auf externe Datenbanken und zusätzliche Code-Bausteine. Ein entsprechendes Code-Fragment (R; zur Ansteuerung der Google Distance Matrix API) wird im Abschnitt 5.2 präsentiert. Zusätzliche externe Datenquellen sind im Literaturverzeichnis dieser Arbeit gelistet. Dazu gehören z.B. ÖV-Haltestellen, Postleitzahlen und Gemeindenummern mit Koordinaten für die Anreicherung der Umfragedaten. Zusätzliche Daten für die Approximationen des Optionswerts in den Teilstudien sind ebenfalls im jeweiligen Quellenverzeichnis gelistet (z.B. Kilometerkosten des TCS oder Zeitkosten im Schweizer Personenverkehr).

## Teilstudie A

SPSS-Syntax zur Aufbereitung der Optionswerte aus den kontingenten Bewertungsfragen (ohne Code für die eigentlichen Analysen, da diese im Kapitel 6.1 ausdetailliert sind).

```
*Encoding: UTF-8.
GET FILE='C:\Users\SK\Dropbox\HSG\Entwicklung\Umfrage\Resultate\Z\data_5_described.sav'.
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.

*A) OV: direkt abgefragt über kontingente Bewertungsfrage(n).
*Bewertungen hier 'korrigiert'/'kontrolliert' um diverse (mögliche) Einflussfaktoren/Prädiktoren.
*Vorbereitung der nachfolgenden (kausalen) Hypothesentests mit abhängigen und unabhängigen Variablen.

*ABHÄNGIGE VARIABLE (OV) FÜR TESTING DEFINIEREN.

*Annualisierung der Optionswerte [D].
COMPUTE o_vfairpa = o_vfair *12.
COMPUTE o_vteuerpa = o_vteuer *12.
COMPUTE o_vzuteuerpa = o_vzuteuer *12.
FORMATS o_vfairpa o_vteuerpa o_vzuteuerpa (f5).
VARIABLE LABELS o_vfairpa 'OV fair p.a.' o_vteuerpa 'OV teuer p.a.' o_vzuteuerpa 'OV zu teuer p.a.'.
VARIABLE WIDTH o_vfairpa o_vteuerpa o_vzuteuerpa (10).
EXECUTE.
MISSING VALUES o_vfairpa (6250 THRU HIGHEST).
MISSING VALUES o_vteuerpa (12500 THRU HIGHEST).
MISSING VALUES o_vzuteuerpa (25000 THRU HIGHEST).
FREQUENCIES o_vfairpa o_vteuerpa o_vzuteuerpa /FORMAT NOTABLE /STATISTICS ALL /NTILES=4 /HISTOGRAM.

*Variablen bei extremer Rechtsschiefe logarithmieren [log10(VAR) oder ln(VAR) oder ln(VAR)/ln(x); ev. VAR+1 fall Nuller].
*Variablen bei gewisser Rechtsschiefe potenzieren [sqrt(VAR) oder VAR**(1/2) sowie höhere Potenzen, falls nötig/besser].
*Log-Lin|Log: A_ov = ln(o_vteuerpa) [Hauptmodell].
MISSING VALUES o_vteuerpa ().
COMPUTE A_ov = ln(o_vteuerpa+1).
VARIABLE LABELS A_ov 'Optionswert (OV teuer p.a. [ln])'.
EXECUTE.
*Abgleich mit originalen Daten.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=o_vteuerpa WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
GRAPH /HISTOGRAM o_vteuerpa.
GRAPH /HISTOGRAM A_ov.

*UNABHÄNGIGE VARIABLEN FÜR TESTING GENERIEREN.

*F1: ERSATZMODUS.
***H1-1: Service-Qualität über Verkehrsmittel hinweg zuweisen (Autos: obere 15% = 1.Kl.; zuFuss/Velo = 3.Kl.).
*FREQUENCIES VARIABLES=b_oevklasse.
*FREQUENCIES VARIABLES=b_autonp.
*FREQUENCIES VARIABLES=b_motonp.
MISSING VALUES b_oevklasse ().
COMPUTE b_quality = b_oevklasse.
IF (b_quality = -77 AND b_autonp < 60000) b_quality = 2.
IF (b_quality = -77 AND b_autonp >= 60000) b_quality = 1.
IF (b_quality = -77 AND b_motonp < 18000) b_quality = 2.
IF (b_quality = -77 AND b_motonp >= 18000) b_quality = 2.
IF (b_quality = -77 AND (b_hauptvm = 4)) b_quality = 1.
IF (b_quality = -77 AND (b_hauptvm = 2 OR b_hauptvm = 3 OR b_hauptvm = 5 OR b_hauptvm = 6)) b_quality = 2.
IF (b_quality = -77 AND (b_hauptvm = 9 OR b_hauptvm = 10 OR b_hauptvm = 14 OR b_hauptvm = 13)) b_quality = 2.
IF (b_quality = -77 AND (b_hauptvm = 11 OR b_hauptvm = 12)) b_quality = 3.
IF (b_quality = -77) b_quality = 2.
FORMATS b_quality (f1).
VARIABLE LABELS b_quality 'Service-Qualität/Komfort-Klasse (dreistufig)'.
VARIABLE WIDTH b_quality (10).
EXECUTE.
RECODE b_quality (1=3) (2=2) (3=1).
VALUE LABELS b_quality 1 'tiefe Qualität / 3. Kl.' 2 'mittlere Qualität / 2. Kl.' 3 'hohe Qualität / 1. Kl.'.
FREQUENCIES VARIABLES=b_quality /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_quality WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
```



```
***H1-2a: Taktung.
MISSING VALUES b_verfuegtakt (1000 THRU HIGHEST).
FREQUENCIES VARIABLES=b_verfuegtakt /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_verfuegtakt WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmiert.
COMPUTE b_verfuegtaktln = ln(b_verfuegtakt+1).
VARIABLE LABELS b_verfuegtaktln 'Verfügbarkeit/Taktung (ln)'.
VARIABLE WIDTH b_verfuegtaktln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=b_verfuegtaktln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_verfuegtaktln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H1-2b: Betriebszeiten.
FREQUENCIES VARIABLES=b_verfuegh /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_verfuegh WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
MISSING VALUES b_verfuegh (0).

***H1-3b: Reisedistanz.
COMPUTE b_distanz = -99.
IF (b_hauptvm < 4) b_distanz = g_oevkm.
IF (b_hauptvm > 3 AND b_hauptvm < 9 OR b_hauptvm = 14) b_distanz = g_mivkm.
IF (b_hauptvm > 8 AND b_hauptvm < 12) b_distanz = g_fahrradkm.
IF (b_hauptvm > 11 AND b_hauptvm < 14) b_distanz = g_zufusskm.
EXECUTE.
DO IF MISSING (b_distanz).
COMPUTE b_distanz = g_zufusskm.
END IF.
EXECUTE.
VARIABLE WIDTH b_distanz (10).
VARIABLE LABELS b_distanz 'Distanz Backup Hauptverkehrsmittel'.
FREQUENCIES VARIABLES=b_distanz /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_distanz WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmiert.
COMPUTE b_distanzln = ln(b_distanz+1).
VARIABLE LABELS b_distanzln 'Backup-Distanz (ln)'.
VARIABLE WIDTH b_distanzln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=b_distanzln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_distanzln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H1-3c: Reisezeit.
MISSING VALUES b_reisezeit (-99, 600 THRU HIGHEST).
FREQUENCIES VARIABLES=b_reisezeit /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_reisezeit WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmiert.
COMPUTE b_reisezeitln = ln(b_reisezeit+1).
VARIABLE LABELS b_reisezeitln 'Backup-Reisezeit (ln)'.
VARIABLE WIDTH b_reisezeitln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=b_reisezeitln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_reisezeitln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H1-3a: Geschwindigkeit im km/h.
COMPUTE b_tempo = 0.
IF (b_reisezeit > 0) b_tempo = b_distanz / b_reisezeit * 60.
EXECUTE.
VARIABLE WIDTH b_tempo (10).
VARIABLE LABELS b_tempo 'Mittlere Geschwindigkeit Backup (km/h)'.
MISSING VALUES b_tempo (120 THRU HIGHEST).
FREQUENCIES VARIABLES=b_tempo /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_tempo WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmiert (verbessert Verteilung linksschief).
COMPUTE b_tempoln = ln(b_tempo+1).
VARIABLE LABELS b_tempoln 'Mittleres Tempo Backup (ln)'.
VARIABLE WIDTH b_tempoln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=b_tempoln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_tempoln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
```

```

***H1-4: Backup-Preis.
MISSING VALUES b_chfmean (500 THRU HIGHEST).
FREQUENCIES VARIABLES=b_chfmean /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_chfmean WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmiert.
COMPUTE b_chfmeanln = ln(b_chfmean+1).
VARIABLE LABELS b_chfmeanln 'Mittelwert Preis Backuptrip (ln)'.
VARIABLE WIDTH b_chfmeanln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=b_chfmeanln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_chfmeanln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H1-5: Angebotsunsicherheit Backup.
FREQUENCIES VARIABLES=b_wahrschnv /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_wahrschnv WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmiert.
COMPUTE b_wahrschnvln = ln(b_wahrschnv+1).
VARIABLE LABELS b_wahrschnvln 'Wahrscheinlichkeit der gleichzeitigen Nichtverfügbarkeit (ln)'.
VARIABLE WIDTH b_wahrschnvln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=b_wahrschnvln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_wahrschnvln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

*F2: WEGCHARAKTERISTIK.
***H2-1: Primär-Preis.
MISSING VALUES a_chfmean (500 THRU HIGHEST).
FREQUENCIES VARIABLES=a_chfmean /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=a_chfmean WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmiert.
COMPUTE a_chfmeanln = ln(a_chfmean+1).
VARIABLE LABELS a_chfmeanln 'Mittelwert Preis Normaltrip (ln)'.
VARIABLE WIDTH a_chfmeanln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=a_chfmeanln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=a_chfmeanln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H2-2: Nachfrageunsicherheit (bzw. Angebotsunsicherheit Primärmodus).
FREQUENCIES VARIABLES=a_wahrschnv /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=a_wahrschnv WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmiert.
COMPUTE a_wahrschnvln = ln(a_wahrschnv+1).
VARIABLE LABELS a_wahrschnvln 'Wahrscheinlichkeit der Nichtverfügbarkeit/Nichtnutzung (ln)'.
VARIABLE WIDTH a_wahrschnvln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=a_wahrschnvln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=a_wahrschnvln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H2-3: Substituierbarkeit des Modus.
RECODE x_substi (6=5).
EXECUTE.
VALUE LABELS x_substi 1 'keine Alternative' 2 '1 Alternative' 3 '2 Alternativen' 4 '3 Alternativen' 5 '>3 Alternativen'.
FREQUENCIES VARIABLES=x_substi /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=x_substi WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*dummycodiert (hat mehrere Substitute).
COMPUTE x_substja = 0.
IF (x_substi>2 OR b_bhome=1) x_substja = 1.
FORMATS x_substja (f1).
VARIABLE LABELS x_substja 'mind. 2 Substitute gegeben (Dummy)'.
VARIABLE WIDTH x_substja (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=x_substja /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=x_substja WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H2-4: Raumtypologie (Urbanität des Start-/Wohnorts).
SORT CASES BY x_startplz.
MATCH FILES
  /FILE *
  /TABLE='C:\Users\SK\Dropbox\HSG\Entwicklung\Umfrage\Resultate\CH-LV-Swisstopo\BFS_Gemeindetypologien.sav'
  /BY x_startplz.
EXECUTE.

```

```
SORT CASES BY lfdn.
RECODE x_typologie (11=1) (12=2) (13=3) (21=4) (22=5) (23=6) (31=7) (32=8) (33=9).
FORMATS x_typologie (f1).
VARIABLE LABELS x_typologie 'Typus räumlich (BFS)'.
VARIABLE WIDTH x_typologie (10).
*dummycodiert (städtisch ca. 50%).
COMPUTE x_typus = 0.
IF (x_typologie<3) x_typus = 1.
FORMATS x_typus (f1).
VARIABLE LABELS x_typus 'Typus urban (Dummy)'.
VARIABLE WIDTH x_typus (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=x_typus /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=x_typus WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H2-5: Zwangscharakter der Reise (hier nur Arbeit/Ausbildung; ev. via b_bhome).
FREQUENCIES VARIABLES=x_tripzweck /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
RECODE x_tripzweck (2=0).
VALUE LABELS x_tripzweck 1 'Arbeit' 0 'Ausbildung'.
EXECUTE.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=x_tripzweck WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

*F3: SOZIODEMOGRAFIE.
***H3-1: Geschlecht (Männlichkeit).
*EXECUTE.
VARIABLE LEVEL y_geschlecht (NOMINAL).
FREQUENCIES VARIABLES=y_geschlecht /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_geschlecht WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H3-2: Alter.
FREQUENCIES VARIABLES=y_alter /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
VARIABLE LEVEL y_alter(ORDINAL).
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_alter WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H3-3a: Einkommen (problematisch: 317 Missings wegen k.A.).
FREQUENCIES VARIABLES=y_einkommenchf /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_einkommenchf WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmisch (verbessert Rechtsschiefe).
COMPUTE y_einkommenchfln = ln(y_einkommenchf+1).
VARIABLE LABELS y_einkommenchfln 'Einkommen in CHF angenähert (ln)'.
VARIABLE WIDTH y_einkommenchfln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=y_einkommenchfln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_einkommenchfln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H3-3b: Bildungsstand.
FREQUENCIES VARIABLES=y_bildung /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_bildung WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*recodiert (Kategorien verdichtet).
COMPUTE y_bildungen=0.
IF (y_bildung<4) y_bildungen=1.
IF (y_bildung=4 OR y_bildung=5 OR y_bildung=6) y_bildungen=2.
IF (y_bildung=7 OR y_bildung=8) y_bildungen=3.
IF (y_bildung=9) y_bildungen=4.
FORMATS y_bildungen (f1).
VARIABLE LABELS y_bildungen 'Bildungsniveau (vierstufig)'.
VALUE LABELS y_bildungen 1 'minimal (Schule, Anlehre)' 2 'tief (Lehre, Berufsschule)'
3 'mittel (Mittelschule)' 4 'hoch (Hochschule)'.
VARIABLE WIDTH y_bildungen (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=y_bildungen /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_bildungen WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H3-3c: Berufsstand.
FREQUENCIES VARIABLES=y_beruf /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_beruf WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*recodiert (Kategorien verdichtet).
COMPUTE y_berufe = 0.
IF (y_beruf<4) y_berufe=1.
IF (y_beruf=4) y_berufe=2.
```

```

IF (y_beruf>4) y_berufe=3.
FORMATS y_berufe (f1).
VARIABLE LABELS y_berufe 'Berufsstand (dreistufig)'.
VALUE LABELS y_berufe 1 'Schüler/Lernende/Studentin' 2 'Angestellte'
3 'Freiberufler/Selbständige/Landwirt'.
VARIABLE WIDTH y_berufe (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=y_berufe /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_berufe WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H3-4a: Haushaltsgrösse.
FREQUENCIES VARIABLES=z_perstotalhh /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
VARIABLE LEVEL z_perstotalhh z_perserwhh z_perskindhh(ORDINAL).
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=z_perstotalhh WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmiert (verbessert Verteilung).
COMPUTE z_perstotalhhln = SQRT(z_perstotalhh).
VARIABLE LABELS z_perstotalhhln 'Personen im Haushalt (ln)'.
VARIABLE WIDTH z_perstotalhhln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=z_perstotalhhln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=z_perstotalhhln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H3-4b: Haushalt mit Kindern (dummycodiert).
COMPUTE z_persmitkind = 0.
IF (z_perskindhh > 0) z_persmitkind = 1.
VARIABLE LEVEL z_persmitkind (NOMINAL).
FORMATS z_persmitkind (f1).
VARIABLE LABELS z_persmitkind 'Haushalt mit Kind(ern) (Dummy)'.
VARIABLE WIDTH z_persmitkind (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=z_persmitkind /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=z_persmitkind WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H3-5: Wohnsituation (Eigentum).
FREQUENCIES VARIABLES=z_wohnenhh /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
RECODE z_wohnenhh (2=0).
VARIABLE LEVEL z_wohnenhh (NOMINAL).
EXECUTE.
MISSING VALUES z_wohnenhh ().
VALUE LABELS z_wohnenhh 1 'Eigentum' 0 'Miete'.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=z_wohnenhh WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

*F4: MOBILITÄTSSITUATION.
***H4-1a: Kaptivität (Ersatz-Fahrzeugbesitz).
COMPUTE y_fzbackup = 0.
IF (b_hauptvm=7 OR b_hauptvm=8 OR b_hauptvm=10 OR b_hauptvm=14 OR b_hauptvm=11) y_fzbackup=1.
EXECUTE.
FORMATS y_fzbackup (f1).
VARIABLE WIDTH y_fzbackup (10).
VARIABLE LABELS y_fzbackup 'Backup-Fahrzeug'.
VALUE LABELS y_fzbackup 1 'quoted' 0 'not quoted'.
FREQUENCIES VARIABLES=y_fzbackup /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_fzbackup WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H4-1b: Kaptivität (Backup-Abobesitz).
COMPUTE y_abobackup = 0.
IF ((b_hauptvm<4 AND (y_halbtax=1 OR y_ga=1 OR y_zonen=1 OR y_strecke=1 OR y_seven=1)) OR
(b_hauptvm=6 AND y_carsharing=1) OR ((b_hauptvm=9 OR b_hauptvm=10 OR b_hauptvm=11) AND y_bikesharing=1))
y_abobackup=1.
EXECUTE.
FORMATS y_abobackup (f1).
VARIABLE WIDTH y_abobackup (10).
VARIABLE LABELS y_abobackup 'Backup-Abo'.
VALUE LABELS y_abobackup 1 'quoted' 0 'not quoted'.
FREQUENCIES VARIABLES=y_abobackup /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_abobackup WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H4-2: Risikoneigung.
FREQUENCIES VARIABLES=y_risikoneigung /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_risikoneigung WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

```

```

*Recodierung (vierstufig).
COMPUTE y_risikoaversion = 0.
IF (y_risikoneigung<3) y_risikoaversion=1.
IF (y_risikoneigung=3) y_risikoaversion=2.
IF (y_risikoneigung=4) y_risikoaversion=3.
IF (y_risikoneigung>4) y_risikoaversion=4.
FORMATS y_risikoaversion (f1).
VALUE LABELS y_risikoaversion 1 'klar risikofreudig' 2 'eher risikofreudig'
      3 'eher risikoavers' 4 'klar risikoavers'.
FORMATS y_risikoaversion (f1).
VARIABLE LABELS y_risikoaversion 'Risikoaversion (vierstufig)'.
VARIABLE WIDTH y_risikoaversion (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=y_risikoaversion /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=y_risikoaversion WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H4-3a: Elastizität der Nachfrage nach Primärmodus (mit o_pteuer und o_pfair; Missings: Nulldivision).
FREQUENCIES VARIABLES=a_elastidemand /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=a_elastidemand WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmiert.
COMPUTE a_elastidemandln = ln(a_elastidemand+1).
VARIABLE LABELS a_elastidemandln 'Preiselastizität der Nachfrage nach Primärmodus (ln)'.
VARIABLE WIDTH a_elastidemandln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=a_elastidemandln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=a_elastidemandln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H4-3b: Elastizität der Nachfrage nach Backup (mit o_vzteuer und o_vfair; Missings: Nulldivision).
COMPUTE b_elastidemand = -99.
IF (o_vteuerpa>0) b_elastidemand = 1 / ((o_vzteuerpa-o_vteuerpa)/o_vteuerpa).
VARIABLE LABELS b_elastidemand 'Preiselastizität der Nachfrage nach Backupmodus'.
VARIABLE WIDTH b_elastidemand (10).
EXECUTE.
MISSING VALUES b_elastidemand (-99, 10.1 THRU HIGHEST).
FREQUENCIES VARIABLES=b_elastidemand /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_elastidemand WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*logarithmiert.
COMPUTE b_elastidemandln = ln(b_elastidemand+1).
VARIABLE LABELS b_elastidemandln 'Preiselastizität der Nachfrage nach Backupmodus (ln)'.
VARIABLE WIDTH b_elastidemandln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=b_elastidemandln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_elastidemandln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H4-4a: Einstellung zum Modus (positive Haltung).
FREQUENCIES VARIABLES=b_einstellung /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_einstellung WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
COMPUTE b_einstpro = 0.
IF (b_einstellung=1 OR b_einstellung=2 OR b_einstellung=3) b_einstpro = 1.
FORMATS b_einstpro (f1).
VARIABLE WIDTH b_einstpro (10).
VARIABLE LABELS b_einstpro 'Positive Einstellung'.
VALUE LABELS b_einstpro 1 'quoted' 0 'not quoted'.
FREQUENCIES VARIABLES=b_einstpro /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_einstpro WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H4-4b: Erfahrung mit Modus.
FREQUENCIES VARIABLES=b_sonsttripsprojahr /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
MISSING VALUES b_sonsttripsprojahr (LOWEST THRU -0.00001, 5200).
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_sonsttripsprojahr WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
*Erfahrung, falls >1 Reise (hin- und zurück) pro Monat mit Modus (Grenze ev. tbd).
COMPUTE b_sonst = 0.
IF ((b_sonsttripsprojahr+b_tripsprojahr)>24) b_sonst = 1.
FORMATS b_sonst (f1).
VARIABLE LABELS b_sonst 'Erfahrung mit Backup (Dummy)'.
VALUE LABELS b_sonst 1 'quoted' 0 'not quoted'.
FREQUENCIES VARIABLES=b_sonst /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_sonst WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

***H4-5: Nutzungswahrscheinlichkeit (geschätzte Nutzungshäufigkeit des Backups).
FREQUENCIES VARIABLES=b_wahrsch /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.

```

```

GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_wahrsch WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.
MISSING VALUES b_wahrsch (76 THRU HIGHEST).
*logarithmiert.
COMPUTE b_wahrschln = ln(b_wahrsch+1).
VARIABLE LABELS b_wahrschln 'Wahrscheinlichkeit der Backup-Nutzung (ln)'.
VARIABLE WIDTH b_wahrschln (10).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=b_wahrschln /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.
GRAPH /SCATTERPLOT(BIVAR)=b_wahrschln WITH A_ov /MISSING=LISTWISE.

*INTERAKTIONSEFFEKTE (Moderation).
***Mod.: Interaktion Risikoneigung-Geschlecht mit Originalskalen.
*recodiert in vierstufige Ordinalskala.
COMPUTE y_risikoaversion_geschlecht = y_risikoaversion*y_geschlecht.
VARIABLE LABELS y_risikoaversion_geschlecht 'Interaktion Risiko-Geschlecht (4-2)'.
VARIABLE WIDTH y_risikoaversion_geschlecht (10).
FORMATS y_risikoaversion_geschlecht (f1).
EXECUTE.
FREQUENCIES VARIABLES=y_risikoaversion_geschlecht /FORMAT NOTABLE /HISTOGRAM.

SAVE OUTFILE='C:\Users\SK\Dropbox\HSG\Entwicklung\Umfrage\Resultate\Z\data_5_described_A.sav'.
****ANALYSEN => Korrelationsanalyse, Faktoranalysen, Regressionsanalysen [siehe 6.1].

```

## Teilstudie B

SPSS-Syntax zur indirekten Berechnung der Optionswerte über  $OV = OP - E(CS)$  annualisiert (ohne Code für die eigentlichen Analysen, da diese in Kapitel 6.2 ausdetailliert sind).

```

*Encoding: UTF-8.
GET FILE='C:\Users\SK\Dropbox\HSG\Entwicklung\Umfrage\Resultate\Z\data_5_described_A.sav'.
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.

*B)  $OV \text{ via } OP - E(CS) = OP - (p \times CS)$ .
*OV indirekt berechnen (untergeordnetes Forschungsziel: Isolierung von CS bzw. Abgrenzung von CS von OP).

*APPROXIMATIONEN.
*Berechnung Konsumentenrente mit Durchschnittspreis (b_chfmean); CS als max. WTP bzw. als max. Aufpreis (IF).
COMPUTE B_bcs = b_cs - b_chfmean.
IF (b_cs < b_chfmin) B_bcs = b_cs.
IF (B_bcs < 0) B_bcs = 0.
EXECUTE.
VARIABLE LABELS B_bcs 'B CS Sekundärmodus kalkuliert via WTP und P'.

*Berechnung Optionswerte nach Preisstufen für Optionsprämie pro Weg (fair, teuer, zu teuer).
COMPUTE B_OV1 = (x_tripsprojahr * o_pzuteuer) - (b_tripsprojahr * B_bcs).
COMPUTE B_OV2 = (x_tripsprojahr * o_pteuer) - (b_tripsprojahr * B_bcs).
COMPUTE B_OV3 = (x_tripsprojahr * o_pfair) - (b_tripsprojahr * B_bcs).
EXECUTE.
VARIABLE LABELS B_OV1 'B OV mit OP zu teuer' B_OV2 'B OV mit OP teuer' B_OV3 'B OV mit OP fair'.

*Filterung/Missing-Definition.
FILTER OFF.
COMPUTE filter_opB = 1.
IF (b_chfmin > 0 AND b_chfmin < o_pfair) filter_opB = 0.
IF (b_chfmin > 0 AND b_chfmin*2 < o_pteuer) filter_opB = 0.
IF (b_chfmin > 0 AND b_chfmin*4 < o_pzuteuer) filter_opB = 0.
IF (x_tripsprojahr > 1200) filter_opB = 0.
IF (B_OV1 > 100000) filter_opB = 0.
FORMATS filter_opB (f5).
EXECUTE.
VARIABLE LABELS filter_opB 'Filter für unrealistische OP-Nennungen'.
FILTER BY filter_opB.

SAVE OUTFILE='C:\Users\SK\Dropbox\HSG\Entwicklung\Umfrage\Resultate\Z\data_5_described_AB.sav'.
****ANALYSEN => deskriptive Analysen, Korrelationsanalyse, Regressionsanalysen [siehe 6.2].

```

## Teilstudie C

SPSS-Syntax zur Approximation der Optionswerte analog zu Call-Optionen am Finanzmarkt (ohne Code für die eigentlichen Analysen, da diese in Kapitel 6.3 ausdetailliert sind).

```
*Encoding: UTF-8.
GET FILE='C:\Users\SK\Dropbox\HSG\Entwicklung\Umfrage\Resultate\Z\data_5_described_AB.sav'.
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.

*C) APPROXIMATIONEN "LOWER BOUND" OV.
*OV als  $C = S \times N(d1) - X \times e^{-rT} \times N(d2)$ .

*ALLGEMEINE VARIABLEN zu Approximationen.
*Anteil der Fahrten ohne Verspätung und Rückgriff auf Backup.
COMPUTE C_normprozent = 100 - a_spatprozent - b_wahrsch.
IF (C_normprozent < 0) C_normprozent = -99.
VARIABLE LABELS C_normprozent 'Anteil Wege ohne Verspätung und Rückgriff auf Backup'.
EXECUTE.
MISSING VALUES C_normprozent (LOWEST THRU -0.00001).
*r: Risikofreier Zinssatz (data.snb.ch; als Mittelwert über die letzten drei Jahre).
COMPUTE C_r = 0.000654.
VARIABLE LABELS C_r 'risikofreier Zinssatz'.
VARIABLE WIDTH C_r (10).
FORMATS C_r (f8.6).
EXECUTE.
*t: Zeit bis zum Verfall in % eines Jahres (Häufigkeit der Optionsnutzung); z.B. alle 2 Jahre = 0.5x pro Jahr.
COMPUTE C_T = 1/b_tripsprojahr.
VARIABLE LABELS C_T 'Jahresdauer bis zum nächsten Trip'.
EXECUTE.

*VOLATILITÄTS-KOMPONENTEN der Approximationen.
*Zspat: Zeitwert der Verspätung, abhängig von Reisezweck und Fahrzeug (Zeitkosten: vgl. Weis et al., 2021, S.17).
COMPUTE C_Zspat = a_spatchnitt / 60.
VARIABLE LABELS C_Zspat 'Zeitwert der durchschnittlichen Verspätung (stated)'.
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=14 OR a_hauptvm=8 OR a_hauptvm=7 OR a_hauptvm=6 OR a_hauptvm=5 OR a_hauptvm=4))
  C_Zspat=C_Zspat*23.6.
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=3 OR a_hauptvm=2 OR a_hauptvm=1))
  C_Zspat=C_Zspat*28.5.
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=11 OR a_hauptvm=10 OR a_hauptvm=9))
  C_Zspat=C_Zspat*7.9.
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=12 OR a_hauptvm=13))
  C_Zspat=C_Zspat*6.7.
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=14 OR a_hauptvm=8 OR a_hauptvm=7 OR a_hauptvm=6 OR a_hauptvm=5 OR a_hauptvm=4))
  C_Zspat=C_Zspat*22.8.
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=3 OR a_hauptvm=2 OR a_hauptvm=1))
  C_Zspat=C_Zspat*26.8.
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=11 OR a_hauptvm=10 OR a_hauptvm=9))
  C_Zspat=C_Zspat*8.2.
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=12 OR a_hauptvm=13))
  C_Zspat=C_Zspat*11.6.
EXECUTE.
*Znicht und Znichtok: Nicht akzeptabler Preis und nicht akzeptable Verfügbarkeit (als Näherung der Backup-Situation).
MISSING VALUES a_chfmin a_chfmax b_chfmin b_chfmax (150 THRU HIGHEST).
COMPUTE C_Znicht = a_csx - ((a_chfmin-a_chfmax)/2).
VARIABLE LABELS C_Znicht 'Wert der nicht akzeptablen Zusatzkosten'.
IF (C_Znicht < 0) C_Znicht = 0.
EXECUTE.
COMPUTE C_Znichtok = b_verfuegtaktok / 60.
VARIABLE LABELS C_Znichtok 'Wert der nicht akzeptablen Zeitverzögerung'.
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=14 OR a_hauptvm=8 OR a_hauptvm=7 OR a_hauptvm=6 OR a_hauptvm=5 OR a_hauptvm=4))
  C_Znichtok=C_Znichtok*23.6.
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=3 OR a_hauptvm=2 OR a_hauptvm=1))
  C_Znichtok=C_Znichtok*28.5.
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=11 OR a_hauptvm=10 OR a_hauptvm=9))
  C_Znichtok=C_Znichtok*7.9.
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=12 OR a_hauptvm=13))
  C_Znichtok=C_Znichtok*6.7.
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=14 OR a_hauptvm=8 OR a_hauptvm=7 OR a_hauptvm=6 OR a_hauptvm=5 OR a_hauptvm=4))
  C_Znichtok=C_Znichtok*22.8.
```

```

IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=3 OR a_hauptvm=2 OR a_hauptvm=1))
  C_Znichtok=C_Znichtok*26.8.
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=11 OR a_hauptvm=10 OR a_hauptvm=9))
  C_Znichtok=C_Znichtok*8.2.
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=12 OR a_hauptvm=13))
  C_Znichtok=C_Znichtok*11.6.
EXECUTE.
*Zmin und Zmax: Volatilität basierend auf den wahrgenommenen Minimum- und Maximum-Preisen des Primärmodus.
COMPUTE C_Zchf = 0.
VARIABLE LABELS C_Zchf 'Preisabweichungen vom Mittelwert nach oben und unten (symmetrisch)'.
IF ((a_chfmin+a_chfmax)/2 > 0) C_Zchf = ((a_chfmin+a_chfmax)/2)-a_chfmin.
EXECUTE.
*Zpest und Zopst: Zeitwert der Verspätung/Verfrühung bzw. Zusatzvolatilität für MIV (im Vgl. zu 'best guess') aus API.
COMPUTE C_Zpest = (g_mivspest-g_mivsbest) / 60.
VARIABLE LABELS C_Zpest 'Zeitwert der pessimistischen Verspätung (Simulated)'.
IF (a_hauptvm=3 OR a_hauptvm=2 OR a_hauptvm=1 OR a_hauptvm=11 OR a_hauptvm=10 OR a_hauptvm=9 OR a_hauptvm=12
  OR a_hauptvm=13) C_Zpest = 0.
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=14 OR a_hauptvm=8 OR a_hauptvm=7 OR a_hauptvm=6 OR a_hauptvm=5 OR a_hauptvm=4))
  C_Zpest=C_Zpest*23.6.
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=14 OR a_hauptvm=8 OR a_hauptvm=7 OR a_hauptvm=6 OR a_hauptvm=5 OR a_hauptvm=4))
  C_Zpest=C_Zpest*22.8.
IF (C_Zpest < 0) C_Zpest=C_Zpest*(-1).
COMPUTE C_Zopst = (g_mivsbest-g_mivsopest) / 60.
VARIABLE LABELS C_Zopst 'Zeitwert der optimistischen Verfrühung (Simulated)'.
IF (a_hauptvm=3 OR a_hauptvm=2 OR a_hauptvm=1 OR a_hauptvm=11 OR a_hauptvm=10 OR a_hauptvm=9 OR a_hauptvm=12
  OR a_hauptvm=13) C_Zopst = 0.
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=14 OR a_hauptvm=8 OR a_hauptvm=7 OR a_hauptvm=6 OR a_hauptvm=5 OR a_hauptvm=4))
  C_Zopst=C_Zopst*23.6.
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=14 OR a_hauptvm=8 OR a_hauptvm=7 OR a_hauptvm=6 OR a_hauptvm=5 OR a_hauptvm=4))
  C_Zopst=C_Zopst*22.8.
IF (C_Zopst < 0) C_Zopst=C_Zopst*(-1).
*Missings durch Null ersetzen.
RECODE C_Zspat C_Znicht C_Znichtok C_Zchf C_Zpest C_Zopst (SYSMIS=0) (ELSE=COPY).
EXECUTE.

*C: APPROXIMATION 1.
*Berechnung des Preises des Primärmodus.
COMPUTE C_S1 = (a_chfmin+a_chfmax)/2.
IF (C_S1 < a_chfmin) C_S1 = a_chfmin.
VARIABLE LABELS C_S1 'Preis 1 Primärmodus'.
*Berechnung des Preises des Sekundärmodus.
COMPUTE C_X1 = (b_chfmin+b_chfmax)/2.
IF (C_X1 < b_chfmin) C_X1 = b_chfmin.
VARIABLE LABELS C_X1 'Preis 1 Sekundärmodus'.
EXECUTE.

*Volatilität der Kosten des Primär-Modus in Prozent p.a. (via Zeitkosten).
COMPUTE C_v1 = 0.
IF (C_S1 > 0) C_v1 = (SQRT(
  (((C_Zspat**2)*a_spatprozent)+
  (((C_Znicht+C_Znichtok)**2)*b_wahrsch)+
  (((C_Zchf**2)*C_normprozent))/100))/C_S1.
VARIABLE LABELS C_v1 'Volatilität 1 wegen durchschnittlichen Verspätungen, Ausfällen und Preisschwankungen'.
EXECUTE.

*Berechnungen nach Black-Scholes (Nulldivisionen ausschliessen).
COMPUTE C_da1 = 0.
IF (C_S1 > 0 AND C_X1 > 0 AND C_v1 > 0) C_da1 = (LN(C_S1/C_X1) + (C_r+(C_v1**2)/2)*C_T) / (C_v1*SQRT(C_T)).
COMPUTE C_db1 = 0.
IF (C_S1 > 0 AND C_X1 > 0 AND C_v1 > 0) C_db1 = C_da1 - (C_v1*SQRT(C_T)).
VARIABLE LABELS C_da1 'BS-Element' C_db1 'BS-Element'.
EXECUTE.
*Berechnung Call Option (per Call; annualisieren via b_tripsprojahr bzw. C_T).
COMPUTE C_approx1 = 0.
IF (C_S1 > 0 AND C_X1 > 0 AND C_v1 > 0) C_approx1 = ((C_S1*CDFNORM(C_da1)) - (C_X1*EXP(-C_r*C_T)*CDFNORM(C_db1)))/C_T.
VARIABLE LABELS C_approx1 'C Annäherung 1'.
EXECUTE.
*Missings definieren.
RECODE C_S1 C_X1 C_v1 (SYSMIS=-99) (ELSE=COPY).
EXECUTE.

```



```

MISSING VALUES C_S1 C_X1 C_v1 C_approx1 ().
IF (C_S1 = -99 OR C_X1 = -99 OR C_v1 = -99) C_approx1 = -99.
EXECUTE.
MISSING VALUES C_S1 C_X1 C_v1 C_approx1 (-99).
*Descriptives.
FREQUENCIES C_approx1 /STATISTICS MINIMUM MAXIMUM MEAN MEDIAN STDDEV /NTILES=4 /FORMAT NOTABLE.

*C: APPROXIMATION 2.
*S2 und X2: Kostenberechnung via Google API und Daten von TCS etc. für Primärmodus und Sekundärmodus.
COMPUTE C_S2 = 0.
VARIABLE LABELS C_S2 'nachberechnete Kosten des Primärmodus'.
IF (a_hauptvm = 1) C_S2 = g_oevkm*0.40.
IF (a_hauptvm = 1 AND (y_halbtax = 1 OR y_ga = 1 OR y_zonen OR y_strecke = 1 OR y_seven = 1)) C_S2 = g_oevkm*0.20.
IF (a_hauptvm = 1 AND a_oevklasse = 1) C_S2 = C_S2*2.
IF (a_hauptvm = 2) C_S2 = g_oevkm*0.44.
IF (a_hauptvm = 2 AND (y_halbtax = 1 OR y_ga = 1 OR y_zonen OR y_strecke = 1 OR y_seven = 1)) C_S2 = g_oevkm*0.22.
IF (a_hauptvm = 3) C_S2 = g_oevkm*0.34.
IF (a_hauptvm = 3 AND (y_halbtax = 1 OR y_ga = 1 OR y_zonen OR y_strecke = 1 OR y_seven = 1)) C_S2 = g_oevkm*0.17.
IF (a_hauptvm = 4) C_S2 = g_mivkm*5.00.
IF (a_hauptvm = 5) C_S2 = g_mivkm*0.35.
IF (a_hauptvm = 6) C_S2 = g_mivkm*0.72.
IF (a_hauptvm = 7) C_S2 = g_mivkm*0.70.
IF (a_hauptvm = 7 AND a_autokm > 0) C_S2 =
    g_mivkm*((3400+(a_autonp*0.09)+(a_autonp*a_autokm*0.000002)+(a_autokm*0.212))/a_autokm).
IF (a_hauptvm = 8) C_S2 = g_mivkm*1.00.
IF (a_hauptvm = 8 AND a_motokm > 0) C_S2 =
    g_mivkm*((2300+(a_motonp*0.10)+(a_motonp*a_motokm*0.000002)+(a_motokm*0.631))/a_motokm).
IF (a_hauptvm = 14) C_S2 = g_mivkm*0.39.
IF (a_hauptvm = 9) C_S2 = g_fahrradkm*1.40.
IF (a_hauptvm = 10) C_S2 = g_fahrradkm*0.25.
IF (a_hauptvm = 11) C_S2 = g_fahrradkm*0.08.
IF (a_hauptvm = 12) C_S2 = g_zufusskm*0.05.
IF (a_hauptvm = 13) C_S2 = g_fahrradkm*0.10.
EXECUTE.
COMPUTE C_X2 = 0.
VARIABLE LABELS C_X2 'nachberechnete Kosten des Sekundärmodus'.
IF (b_hauptvm = 1) C_X2 = g_oevkm*0.40.
IF (b_hauptvm = 1 AND (y_halbtax = 1 OR y_ga = 1 OR y_zonen OR y_strecke = 1 OR y_seven = 1)) C_X2 = g_oevkm*0.20.
IF (b_hauptvm = 1 AND b_oevklasse = 1) C_X2 = C_X2*2.
IF (b_hauptvm = 2) C_X2 = g_oevkm*0.44.
IF (b_hauptvm = 2 AND (y_halbtax = 1 OR y_ga = 1 OR y_zonen OR y_strecke = 1 OR y_seven = 1)) C_X2 = g_oevkm*0.22.
IF (b_hauptvm = 3) C_X2 = g_oevkm*0.34.
IF (b_hauptvm = 3 AND (y_halbtax = 1 OR y_ga = 1 OR y_zonen OR y_strecke = 1 OR y_seven = 1)) C_X2 = g_oevkm*0.17.
IF (b_hauptvm = 4) C_X2 = g_mivkm*5.00.
IF (b_hauptvm = 5) C_X2 = g_mivkm*0.35.
IF (b_hauptvm = 6) C_X2 = g_mivkm*0.72.
IF (b_hauptvm = 7) C_X2 = g_mivkm*0.70.
IF (b_hauptvm = 7 AND b_autokm > 0) C_X2 =
    g_mivkm*((3400+(b_autonp*0.09)+(b_autonp*b_autokm*0.000002)+(b_autokm*0.212))/b_autokm).
IF (b_hauptvm = 8) C_X2 = g_mivkm*1.00.
IF (b_hauptvm = 8 AND b_motokm > 0) C_X2 =
    g_mivkm*((2300+(b_motonp*0.10)+(b_motonp*b_motokm*0.000002)+(b_motokm*0.631))/b_motokm).
IF (b_hauptvm = 14) C_X2 = g_mivkm*0.39.
IF (b_hauptvm = 9) C_X2 = g_fahrradkm*1.40.
IF (b_hauptvm = 10) C_X2 = g_fahrradkm*0.25.
IF (b_hauptvm = 11) C_X2 = g_fahrradkm*0.08.
IF (b_hauptvm = 12) C_X2 = g_zufusskm*0.05.
IF (b_hauptvm = 13) C_X2 = g_fahrradkm*0.10.
EXECUTE.

*v: Volatilität der Kosten des Primär-Modus (inkl. Zeitkosten der MIV-Volatilität wegen API-Szenarien) in Prozent p.a.
COMPUTE C_v2 = 0.
IF (C_S2 > 0) C_v2 = (SQRT(
    (((C_Zspat**2)*a_spatprozent)+
    (((C_Znicht+C_Znichtok)**2)*b_wahrsch)+
    ((C_Zpest**2)*C_normprozent/2)+((C_Zopst**2)*C_normprozent/2))/100))/C_S2.
VARIABLE LABELS C_v2 'Volatilität wegen durchschnittlichen Verspätungen, Ausfällen und Schwankungen'.
EXECUTE.

```

```

*Berechnungen nach Black-Scholes.
COMPUTE C_da2 = 0.
IF (C_S2 > 0 AND C_X2 > 0 AND C_v2 > 0) C_da2 = (LN(C_S2/C_X2) + (C_r+(C_v2**2)/2)*C_T) / (C_v2*SQRT(C_T)).
COMPUTE C_db2 = 0.
IF (C_S2 > 0 AND C_X2 > 0 AND C_v2 > 0) C_db2 = C_da2 - (C_v2*SQRT(C_T)).
VARIABLE LABELS C_da2 'BS-Element' C_db2 'BS-Element'.
EXECUTE.

*Berechnung Call Option unter Annahme von STANDARD-Normalverteilung; annualisiert.
COMPUTE C_approx2 = 0.
IF (C_S2 > 0 AND C_X2 > 0 AND C_v2 > 0) C_approx2 = ((C_S2*CDFNORM(C_da2)) - (C_X2*EXP(-C_r*C_T)*CDFNORM(C_db2)))/C_T.
VARIABLE LABELS C_approx2 'C Annäherung 2'.
EXECUTE.

*Missings definieren.
RECODE C_S2 C_X2 C_v2 (SYSMIS=-99) (ELSE=COPY).
EXECUTE.
MISSING VALUES C_S2 C_X2 C_v2 C_approx2 ().
IF (C_S2 > 1000) C_S2 = -99.
IF (C_X2 > 1000) C_X2 = -99.
EXECUTE.
IF (C_S2 = -99 OR C_X2 = -99 OR C_v2 = -99) C_approx2 = -99.
EXECUTE.
MISSING VALUES C_S2 C_X2 C_v2 C_approx2 (-99).
*Descriptives.
FREQUENCIES C_approx2 /STATISTICS MINIMUM MAXIMUM MEAN MEDIAN STDDEV /NTILES=4 /FORMAT NOTABLE.

*C: APPROXIMATION 3.
*S3 und X3: zugrunde liegender Preis inkl. Zeitkosten des Wegs für Primärmodus und Sekundärmodus.
COMPUTE C_S3 = C_S2.
*IF (C_S2 > C_S1) C_S3 = C_S2.
VARIABLE LABELS C_S3 'mit Zeitkosten versehene Wegkosten (Primärmodus)'.
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=14 OR a_hauptvm=8 OR a_hauptvm=7 OR a_hauptvm=6 OR a_hauptvm=5 OR a_hauptvm=4))
  C_S3=C_S3+(a_reisezeit/60*23.6).
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=3 OR a_hauptvm=2 OR a_hauptvm=1))
  C_S3=C_S3+(a_reisezeit/60*28.5).
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=11 OR a_hauptvm=10 OR a_hauptvm=9))
  C_S3=C_S3+(a_reisezeit/60*7.9).
IF (x_tripzweck = 1 AND (a_hauptvm=12 OR a_hauptvm=13))
  C_S3=C_S3+(a_reisezeit/60*6.7).
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=14 OR a_hauptvm=8 OR a_hauptvm=7 OR a_hauptvm=6 OR a_hauptvm=5 OR a_hauptvm=4))
  C_S3=C_S3+(a_reisezeit/60*22.8).
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=3 OR a_hauptvm=2 OR a_hauptvm=1))
  C_S3=C_S3+(a_reisezeit/60*26.8).
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=11 OR a_hauptvm=10 OR a_hauptvm=9))
  C_S3=C_S3+(a_reisezeit/60*8.2).
IF (x_tripzweck = 2 AND (a_hauptvm=12 OR a_hauptvm=13))
  C_S3=C_S3+(a_reisezeit/60*11.6).
EXECUTE.
COMPUTE C_X3 = C_X2.
*IF (C_X2 > C_X1) C_X3 = C_X1.
VARIABLE LABELS C_X3 'mit Zeitkosten versehene Wegkosten (Sekundärmodus)'.
IF (x_tripzweck = 1 AND (b_hauptvm=14 OR b_hauptvm=8 OR b_hauptvm=7
  OR b_hauptvm=6 OR b_hauptvm=5 OR b_hauptvm=4))
  C_X3=C_X3+(b_reisezeit/60*23.6).
IF (x_tripzweck = 1 AND (b_hauptvm=3 OR b_hauptvm=2 OR b_hauptvm=1))
  C_X3=C_X3+(b_reisezeit/60*28.5).
IF (x_tripzweck = 1 AND (b_hauptvm=11 OR b_hauptvm=10 OR b_hauptvm=9))
  C_X3=C_X3+(b_reisezeit/60*7.9).
IF (x_tripzweck = 1 AND (b_hauptvm=12 OR b_hauptvm=13))
  C_X3=C_X3+(b_reisezeit/60*6.7).
IF (x_tripzweck = 2 AND (b_hauptvm=14 OR b_hauptvm=8 OR b_hauptvm=7
  OR b_hauptvm=6 OR b_hauptvm=5 OR b_hauptvm=4))
  C_X3=C_X3+(b_reisezeit/60*22.8).
IF (x_tripzweck = 2 AND (b_hauptvm=3 OR b_hauptvm=2 OR b_hauptvm=1))
  C_X3=C_X3+(b_reisezeit/60*26.8).
IF (x_tripzweck = 2 AND (b_hauptvm=11 OR b_hauptvm=10 OR b_hauptvm=9))
  C_X3=C_X3+(b_reisezeit/60*8.2).
IF (x_tripzweck = 2 AND (b_hauptvm=12 OR b_hauptvm=13))
  C_X3=C_X3+(b_reisezeit/60*11.6).
EXECUTE.

```

```

*v: Volatilität mit Einbezug aller denkbaren Schwankungen von Preis bzw. Kosten und Zeit.
COMPUTE C_v3 = 0.
IF (C_S3 > 0) C_v3 = (SQRT(
  (((C_Zspat**2)*a_spatprozent)+
  (((C_Znicht+C_Znichtok)**2)*b_wahrsch)+
  (((C_Zpest+C_Zchf)**2)*C_normprozent/4)+
  (((C_Zopst+C_Zchf)**2)*C_normprozent/4)+
  ((C_Zchf**2)*C_normprozent/2))/100))/C_S3.
VARIABLE LABELS C_v3 'Volatilität wegen durchschn. Verspätungen und Ausfällen inkl. Preis- und MIV-Schwankungen'.
EXECUTE.

*Berechnungen nach Black-Scholes.
COMPUTE C_da3 = 0.
IF (C_S3 > 0 AND C_X3 > 0 AND C_v3 > 0) C_da3 = (LN(C_S3/C_X3) + (C_r+(C_v3**2)/2)*C_T) / (C_v3*SQRT(C_T)).
COMPUTE C_db3 = 0.
IF (C_S3 > 0 AND C_X3 > 0 AND C_v3 > 0) C_db3 = C_da3 - (C_v3*SQRT(C_T)).
VARIABLE LABELS C_da3 'BS-Element' C_db3 'BS-Element'.
EXECUTE.

*Berechnung Call Option unter Annahme von STANDARD-Normalverteilung; annualisiert.
COMPUTE C_approx3 = 0.
VARIABLE LABELS C_approx3 'C Annäherung 3'.
IF (C_S3 > 0 AND C_X3 > 0 AND C_v3 > 0) C_approx3
  = ((C_S3*CDFNORM(C_da3)) - (C_X3*EXP(-C_r*C_T)*CDFNORM(C_db3)))/C_T.
IF (C_v3 = -99 OR C_S3 = -99 OR C_X3 = -99) C_approx3 = -99.
EXECUTE.

*Missings definieren.
RECODE C_S3 C_X3 C_v3 (SYSMIS=-99) (ELSE=COPY).
EXECUTE.
MISSING VALUES C_S3 C_X3 C_v3 C_approx3 (.).
IF (C_S3 > 1000) C_S3 = -99.
IF (C_X3 > 1000) C_X3 = -99.
EXECUTE.
IF (C_S3 = -99 OR C_X3 = -99 OR C_v3 = -99) C_approx3 = -99.
EXECUTE.
MISSING VALUES C_S3 C_X3 C_v3 C_approx3 (-99).

SAVE OUTFILE='C:\Users\SK\Dropbox\HSG\Entwicklung\Umfrage\Resultate\Z\data_5_described_ABC.sav'.
***ANALYSEN => deskriptive Analysen, Korrelationsanalyse [siehe 6.3].

```

## Teilstudie D

SPSS-Syntax zur Approximation der Optionswerte basierend auf bezahlten Marktpreisen (ohne Code für die eigentlichen Analysen, da diese in Kapitel 6.4 ausdetailliert sind).

```

*Encoding: UTF-8.
GET FILE='C:\Users\SK\Dropbox\HSG\Entwicklung\Umfrage\Resultate\Z\data_5_described_ABC.sav'.
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.

*D) APPROXIMATIONEN "UPPER BOUND" OV.

*APPROXIMATION 1, berücksichtigt alle verfügbaren persönlichen Mobilitätsinstrumente.
COMPUTE D_approx1 = y_halbtax*165 + y_ga*3860 + y_zonen*1100 + y_strecke*1100
  + y_carsharing*129 + y_bikesharing*99 + y_erstwagen*6500 + y_zweitwagen*5500
  + y_motorrad*1800 + y_motorroller*1000 + y_ebike*400 + y_fahrrad*200.
EXECUTE.

*Zuschlag bei 1.-Klass-ÖV-Nutzern und TCS-Mitgliedern.
IF (a_oevklasse = 1 OR b_oevklasse=1 AND y_ga=1) D_approx1 = D_approx1+2440.
IF (a_oevklasse = 1 OR b_oevklasse=1 AND y_zonen=1) D_approx1 = D_approx1+800.
IF (a_oevklasse = 1 OR b_oevklasse=1 AND y_strecke=1) D_approx1 = D_approx1+800.
IF (z_tcsmitgliedhh>0) D_approx1 = D_approx1+93.
EXECUTE.
FORMATS D_approx1 (f5).
VARIABLE LABELS D_approx1 'Variante D, Annäherung 1'.

```

```

*APPROXIMATION 2, berücksichtigt nur genanntes Hauptbackup auf dem abgefragten Weg.
COMPUTE D_approx2 = -99.
FORMATS D_approx2 (f5).
VARIABLE LABELS D_approx2 'Variante D, Annäherung 2'.
EXECUTE.
*ÖV.
IF (b_hauptvm < 4 AND y_halbtax = 1) D_approx2 = 165.
IF (b_hauptvm < 4 AND y_zonen = 1 AND b_oevklasse = 2) D_approx2 = 1100.
IF (b_hauptvm < 4 AND y_zonen = 1 AND b_oevklasse = 1) D_approx2 = 1900.
IF (b_hauptvm < 4 AND y_strecke = 1 AND b_oevklasse = 2) D_approx2 = 1100.
IF (b_hauptvm < 4 AND y_strecke = 1 AND b_oevklasse = 1) D_approx2 = 1900.
IF (b_hauptvm < 4 AND y_ga = 1 AND b_oevklasse = 2) D_approx2 = 3860.
IF (b_hauptvm < 4 AND y_ga = 1 AND b_oevklasse = 1) D_approx2 = 6300.
*SV.
IF (b_hauptvm = 6 AND y_carsharing = 1) D_approx2 = 129.
*MIV.
IF (b_hauptvm = 7 AND (y_erstwagen = 1 OR y_zweitwagen = 1)) D_approx2 = 5500.
IF (b_hauptvm = 8 AND y_motorrad = 1) D_approx2 = 1800.
IF (b_hauptvm = 14 AND y_motorroller = 1) D_approx2 = 1000.
*LV.
IF (b_hauptvm = 10 AND y_ebike = 1) D_approx2 = 400.
IF (b_hauptvm = 11 AND y_fahrrad = 1) D_approx2 = 200.
*NV (kein Optionsinstrument am Markt für Taxi, Mitfahrgelegenheit, E-Scooter, zu Fuss, Sonstiges).
IF (b_hauptvm = 4 OR b_hauptvm = 5 OR b_hauptvm = 9 OR b_hauptvm = 12 OR b_hauptvm = 13) D_approx2 = 0.
EXECUTE.
*Personen, deren Backup nicht primär zu ihrer eigenen Verfügung steht.
IF (D_approx2 = -99) D_approx2 = 0.
EXECUTE.
*Berechnung von TCS-Mitgliedschaften.
IF (D_approx2 = 0 AND z_tcsmitgliedhh > 0) D_approx2 = 93.
EXECUTE.

*APPROXIMATION 3, berücksichtigt effektives Hauptbackup nur anteilig für den regelmässigen Weg.
COMPUTE D_approx3 = -99.
FORMATS D_approx3 (f5).
VARIABLE LABELS D_approx3 'Variante D, Annäherung 3'.
EXECUTE.
*MIV und LV.
IF (b_hauptvm = 7 OR b_hauptvm = 8 OR b_hauptvm = 14 OR b_hauptvm = 10 OR b_hauptvm = 11)
  D_approx3 = D_approx2 * (b_tripsprojahr / (b_tripsprojahr+b_sonsttripsprojahr)).
*ÖV und SV.
IF (b_hauptvm < 4 AND y_halbtax = 1)
  D_approx3 = D_approx2 - (D_approx2 * (g_oevkm * (b_tripsprojahr+b_sonsttripsprojahr) / 1000)).
IF (b_hauptvm < 4 AND (y_zonen = 1 OR y_strecke = 1))
  D_approx3 = D_approx2 - (D_approx2 * (g_oevkm * (b_tripsprojahr+b_sonsttripsprojahr) / 7000)).
IF (b_hauptvm < 4 AND y_ga = 1)
  D_approx3 = D_approx2 - (D_approx2 * (g_oevkm * (b_tripsprojahr+b_sonsttripsprojahr) / 25000)).
IF (b_hauptvm = 6 AND y_carsharing = 1)
  D_approx3 = D_approx2 - (D_approx2 * (g_mivkm * (b_tripsprojahr+b_sonsttripsprojahr) / 1000)).
EXECUTE.
IF (D_approx3 < 0) D_approx3 = 0.
EXECUTE.
*Berechnung TCS-Mitgliedschaft.
IF (D_approx2 = 93 AND z_perstotalhh = 1) D_approx3 = 70.
IF (D_approx2 = 93 AND z_perstotalhh > 1) D_approx3 = 139 / z_perstotalhh.
EXECUTE.
RECODE D_approx3 (SYSMIS = 0).
EXECUTE.

SAVE OUTFILE='C:\Users\SK\Dropbox\HSG\Entwicklung\Umfrage\Resultate\Z\data_5_described_ABCD.sav'.
****ANALYSEN => deskriptive Analysen, Korrelationsanalyse [siehe 6.4].

```



## Lebenslauf

### Simon Kuster

*M.A. HSG, CEMS MIM, Dipl. Wipäd*

#### AUSBILDUNG

- |             |                                                                                                                                  |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2018 – 2022 | <i>Universität St. Gallen, Doktorat in Management<br/>mit Zusatzausbildung in Wirtschaftspädagogik</i>                           |
| 2015 – 2017 | <i>Universität St. Gallen, Master in Management<br/>mit Auslandsemester an der London School of Economics</i>                    |
| 2011 – 2014 | <i>Universität St. Gallen, Bachelor in Betriebswirtschaftslehre<br/>mit Auslandsemester an der Stockholm School of Economics</i> |
| 2010 – 2011 | <i>Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Basisjahr in Architektur</i>                                                     |

#### BERUFSTÄTIGKEIT

- |             |                                                                                                                                              |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2018 –      | <i>Mitarbeiter am Forschungszentrum für Tourismus und Transport<br/>Institut für Systemisches Management und Public Governance (IMP-HSG)</i> |
| 2018 –      | <i>Lehrbeauftragter für Wirtschaft und Recht (in Teilpensen)<br/>Universität (HSG), Gymnasium (ZH, GR), Berufsfachschule (SG, GL)</i>        |
| 2018        | <i>Mitarbeiter einer Agentur für Public Affairs, Zürich (in Teilzeit)</i>                                                                    |
| 2017        | <i>Mitarbeiter eines Think-Tanks und Family-Offices, St. Gallen (in Teilzeit)</i>                                                            |
| 2014 – 2015 | <i>Berater für Marketing und Strategie, Simon-Kucher &amp; Partners, Zürich</i>                                                              |

