

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,  
Energie und Kommunikation / Bundesamt für Strassen

## **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**

Valeur du temps concernant le transport des voyageurs

Arnd König, Dipl.-Ing.  
Kay W. Axhausen, Dr. Ing. SVI  
Georg Abay, Dr.

Forschungsauftrag Nr. 2001/534 auf Antrag der  
Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)

Januar 2004

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

## **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**

Valeur du temps concernant le transport des voyageurs

### **Forschungsstelle**

IVT

ETH Zürich

Hönggerberg

CH-8093 Zürich

Kay W. Axhausen

[axhausen@ivt.baug.ethz.ch](mailto:axhausen@ivt.baug.ethz.ch)

Arnd König

[koenig@ivt.baug.ethz.ch](mailto:koenig@ivt.baug.ethz.ch)

RappTrans AG

Üetlibergstrasse 132

CH-8045 Zürich

Georg Abay

[georg.abay@rapp.ch](mailto:georg.abay@rapp.ch)

### **Begleitkommission**

Dr. U Weidmann, SBB, Bern, Präsident

Dr. R. Chaumet, Ernst Basler und Partner, Zürich

S. Kettner, Rapp Ingenieure, Basel

J.-F. Madziel, ARE, Bern

Prof. Dr. R. Maggi, USI, Lugano

P. Widmer, Büro Widmer, Frauenfeld

Forschungsauftrag Nr. 2001/534 auf Antrag der  
Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)

Januar 2004

# Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung, Resumé, Summary .....	K1, R1, S1
1. Einleitung .....	1
1.1 Anlass .....	1
1.2 Auftrag und Ziele .....	2
1.3 Arbeitsgruppe, externe Berater und Begleitkommission .....	2
2. Vorgehen und Methodik.....	4
2.1 Einleitung .....	4
2.2 Daten für die empirische Untersuchung .....	5
2.2.1 SP-Experimente .....	5
2.2.2 Rekrutierung der zu befragenden Personen .....	6
2.2.3 SP-Daten für die Zeitwertermittlung .....	8
3. Pilotstudie I .....	10
3.1 Generierung der Fragebogen .....	10
3.2 Erfassung und Auswertung .....	11
4. Pilotstudie II .....	14
4.1 Generierung der Fragebogen .....	14
4.2 Erfassung und Auswertung .....	15
5. Die Hauptstudie .....	17
5.1 Generierung der Fragebogen .....	17
5.2 Erfassung und Auswertung .....	19
6. Referenzstudien.....	25
6.1 Einleitung .....	25
6.2 Grossbritannien .....	25
6.2.1 Historie .....	25
6.2.2 Value of Time Studie 1993 .....	26
6.3 Niederlande .....	28
6.4 Schweden .....	31

6.5	Norwegen .....	32
6.6	Finnland .....	33
6.7	Dänemark .....	33
6.8	Schweizer Ansätze .....	34
6.8.1	Studien bis 1985.....	34
6.8.2	ASTRA – Staukosten im Strassenverkehr .....	36
6.8.3	Verifizierung von Prognosemethoden im Personenverkehr am Beispiel Einführung des ICN (ICN-Studie) .....	36
7.	Modellschätzungen und Ergebnisse .....	38
7.1	Hinweise zu Modellschätzungen .....	38
7.2	Modellansätze der Studie .....	42
7.3	Modellfortschritt .....	57
7.3.1	Schätzung der empfohlenen Modelle.....	57
7.3.2	Ermittlung der Zeitwerte für Nutzfahrten .....	64
7.4	Ergebnisse.....	67
7.5	Einordnung der Ergebnisse .....	72
8.	Ausblick .....	74
9.	Literaturverzeichnis.....	75
10.	Glossar .....	79

Anhang 1: Vergleich unterschiedlicher KEP Datensätze und Modelle

Anhang 2: Zeitkostensätze im Personenverkehr – Vorstudie SVI 42/00

Anhang 3: Fragebogen, Versuchspläne, Ausprägungen der Entscheidungsvariablen

Anhang 4: Berechnung der Varianzen

Anhang 5: Normvorschlag

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Versandte Fragebögen und Rücklauf der Hauptstudie.....	1
Tabelle 2:	Nutzenfunktionen : Empfohlene Modelle .....	2
Tabelle 3:	Empfohlene Modelle .....	4
Tabelle 4:	Geschätzte Zeitwerte [CHF/h] (Stichprobenmittel und Varianzen) .....	5
Tabelle 5:	Empfohlene mittlere Zeitwerte und Varianzen [CHF/h] für 2003, gewichtet nach Einkommen und Fahrtweiten des MZ2000 .....	6
Tabelle 6:	Häufigkeiten [%] der Verkehrsmittel-Fahrtzweck-Distanzklasse- Kombinationen in den KEP-Daten von 2001 – Pilotstudie I.....	7
Tabelle 7:	Anzahl SP-Experimente pro Person nach Fragebogenkombination, Pilotstudie I .....	10
Tabelle 8:	Anzahl SP-Experimente pro Person nach Fragebogenkombination, Pilotstudie II .....	14
Tabelle 9:	Häufigkeiten [%] der Verkehrsmittel-Fahrtzweck-Distanzklasse- Kombinationen in den KEP-Daten von 2001 - Hauptstudie .....	17
Tabelle 10:	Verteilung der Weglängen – Hauptstudie .....	17
Tabelle 11:	Anzahl SP-Experimente pro Person nach Fragebogenkombination, Hauptstudie.....	19
Tabelle 12:	Versandte Fragebogen und Rücklauf der Hauptstudie.....	19
Tabelle 13:	Soziodemographische Struktur der Stichprobe, Anteile im Vergleich – Hauptstudie.....	23
Tabelle 14:	UK 1985: Empfohlene Zeitwerte für ein Basisszenario [Pence/min].....	26
Tabelle 15:	UK1993: Mittlere Zeitwerte je Fahrtzweck [Pence/min] .....	27
Tabelle 16:	Niederlande 1990: Zeitwerte aus RP-Analyse [NGL/h].....	29

Tabelle 17:	Niederlande 1990: Zeitwerte aus SP-Analyse [NLG/h].....	30
Tabelle 18:	Schweden 1995: In-Vehicle-Zeitwerte [SEK/h].....	32
Tabelle 19:	Norwegen 1997: In-Vehicle-Zeitwerte [NOK/h].....	33
Tabelle 20:	Dänemark 2000: Zeitwerte für den Grossraum Kopenhagen [DKK/h]...	34
Tabelle 21:	Schweiz 1982: Zeitwerte der NUP [CHF/h].....	35
Tabelle 22:	Schweiz 1998: Zeitwertannahmen des ASTRA [CHF/h].....	36
Tabelle 23:	Schweiz 2002: Zeitwerte der SP Schätzungen [CHF/h] .....	37
Tabelle 24:	Verzeichnis der Modellansätze .....	41
Tabelle 25:	Nutzenfunktionen der Modelle Test von Reisezeitparametern, Verkehrsmittelwahl PW - Bahn .....	42
Tabelle 26:	Modelle Test von Reisezeitparametern, Verkehrsmittelwahl PW - Bahn... .....	44
Tabelle 27:	Nutzenfunktionen der Grundmodelle .....	46
Tabelle 28:	Grundmodelle .....	47
Tabelle 29:	Nutzenfunktionen der Modelle mit wahrscheinlichkeitsverteilten Parametern .....	48
Tabelle 30:	Modelle mit wahrscheinlichkeitsverteilten Parametern .....	49
Tabelle 31:	Nutzenfunktionen der Modelle mit Elastizitätsparametern für Einkommen und Weglänge.....	50
Tabelle 32:	Modelle mit Elastizitätsparametern für Einkommen und Weglänge.....	51
Tabelle 33:	Nutzenfunktionen der Modelle mit Zeit- und Geldbudgets.....	53
Tabelle 34:	Modelle mit Zeit- und Geldbudgets.....	54

Tabelle 35:	Modelle mit soziodemographischen Variablen .....	55
Tabelle 36:	Nutzenfunktionen der Modelle mit soziodemographischen Variablen ..	56
Tabelle 37:	Nutzenfunktionen : Empfohlene Modelle .....	60
Tabelle 38:	Empfohlene Modelle .....	61
Tabelle 39:	Geschätzte Zeitwerte im Überblick (Stichprobenmittel und Konfidenzintervalle) .....	63
Tabelle 40:	Verhältnisse von Zeitkosten für Geschäftsfahrten zu anderen Fahrtzwecken.....	66
Tabelle 41:	Geschätzte Zeitwerte des kombinierten Modells (Stichprobenmittel und Varianzen) [CHF/h] .....	67
Tabelle 5:	Empfohlene mittlere Zeitwerte und Varianzen [CHF/h] für 2003, gewichtet nach Einkommen und Fahrtweiten des MZ2000 .....	72
Tabelle 43:	Gemessene und angenommene Zeitwerte im Überblick [CHF/h Reisezeitersparnis] .....	73
Tabelle 44:	Volkswirtschaftliche Eckzahlen für das Jahr 2001 .....	73

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Rücklaufquote und Antwortgeschwindigkeit der Hauptstudie .....	2
Abbildung 2:	Ablauf der Untersuchung .....	5
Abbildung 3:	Struktur der Fragebögen, Hauptstudie.....	18
Abbildung 4:	Rücklaufquote und Antwortgeschwindigkeit der Hauptstudie .....	20
Abbildung 5:	Angebotene Zeitwerte (trade off) der SP-Experimente der Hauptstudie	21

Abbildung 6: Zeitkosten PW, geschätzt mit Parametern des Verkehrsmittelwahlmodells .....	52
Abbildung 7: Zeitkosten ÖV, geschätzt mit Parametern des Verkehrsmittelwahlmodells .....	52
Abbildung 8: Entwicklung der Zeitwerte bei inkrementeller Erweiterung der Nutzenfunktion (Verkehrsmittelwahl, PW) .....	58
Abbildung 9: Entwicklung der Zeitwerte bei inkrementeller Erweiterung der Nutzenfunktion (Verkehrsmittelwahl, ÖV) .....	58
Abbildung 10: Entwicklung der Zeitwerte bei inkrementeller Erweiterung der Nutzenfunktion (PW, Routenwahl) .....	59
Abbildung 11: Entwicklung der Zeitwerte bei inkrementeller Erweiterung der Nutzenfunktion (ÖV, Routenwahl) .....	59
Abbildung 12: Geschätzte Zeitkosten PW, Pendler, kombiniertes Modell .....	68
Abbildung 13: Geschätzte Zeitkosten ÖV, Pendler, kombiniertes Modell .....	68
Abbildung 14: Geschätzte Zeitkosten PW, Einkauf, kombiniertes Modell .....	69
Abbildung 15: Geschätzte Zeitkosten ÖV, Einkauf, kombiniertes Modell .....	69
Abbildung 16: Mittlere Zeitkosten PW, Nutzfahrt, kombiniertes Modell .....	70
Abbildung 17: Mittlere Zeitkosten ÖV, Nutzfahrt, kombiniertes Modell .....	70
Abbildung 18: Geschätzte Zeitkosten PW Tourismus, kombiniertes Modell .....	71
Abbildung 19: Geschätzte Zeitkosten ÖV, Tourismus, kombiniertes Modell .....	71



# Zeitkostenansätze im Personenverkehr

## Hauptstudie

Arnd König  
IVT  
ETH Zürich  
CH – 8093 Zürich

Telefon: 41 1 633 39 52  
Telefax: +41 1 633 10 57  
koenig@ivt.baug.ethz.ch

Kay W Axhausen  
IVT  
ETH Zürich  
CH – 8093 Zürich

Telefon: +41 1 633 39 43  
Telefax: +41 1 633 10 57  
axhausen@ivt.baug.ethz.ch

Georg Abay  
Rapp Trans AG  
Uetlibergstrasse 132  
CH – 8045 Zürich

Telefon: +41 43 268 60 31  
Telefax: +41 43 268 60 40  
georg.abay@rapp.ch

Februar 2004

## Kurzfassung

Die vorliegende Untersuchung wurde im Auftrag der Vereinigung Schweizer Verkehrsingenieure (SVI) vom Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich, sowie der Rapp Trans AG, Zürich durchgeführt. Sie ist die Umsetzung der Empfehlungen der SVI-Studie 42/00, (Abay und Axhausen, 2000). Die Studie ermittelt Zeitwerte für den Schweizer Personenverkehr für die Verkehrsmittel PW und ÖV sowie für verschiedene Reisezwecke. Die Teilnehmer der Befragung wurden durch die kontinuierliche Erhebung im Personenverkehr KEP der Schweizerischen Bundesbahnen rekrutiert. Die Qualität der Erhebung wurde durch zwei Pretests gewährleistet. Die Basis der Analyse sind mit Stated Preference Methoden erhobene Daten zum Verkehrsverhalten und zur Zahlungsbereitschaft für Reisezeitverkürzungen. Kern der Analyse und Werkzeug zur Ermittlung der Zeitwerte bildet eine Serie diskreter Entscheidungsmodelle wachsender Komplexität. In die empfohlene Formulierung fliessen die üblichen Trägheitsvariablen, wahrscheinlichkeitsverteilte Parameter der Reisekosten sowie einkommens- und distanzabhängige Elastizitätsparameter ein. Mit dieser Modellformulierung können durch Interaktionen mit der Reisezeit Zeitwerte für den Pendler-, den Einkaufs- sowie den Freizeitverkehr geschätzt werden. Die Bewertung der Reisezeitersparnisse bei Nutzfahrten musste noch eingehender analysiert werden, bevor eine Empfehlung möglich war. Die Zahlen beziehen sich auf das Jahr 2003.

## Schlagworte

Zeitwerte, Personenverkehr, Befragung, Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI), ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), Rapp Trans AG

## Zitierungsvorschlag

König, A., K.W. Axhausen und G. Abay (2001) Zeitkostenansätze im Personenverkehr: Hauptstudie, *Forschungsbericht SVI 2001/534*, IVT, Rapp Trans AG, Zürich.

## Swiss values of travel time savings: Main study

Arnd König  
IVT  
ETH Zürich  
CH – 8093 Zürich

Telephone: +41 1 633 39 52  
Telefax: +41 1 633 10 57  
koenig@ivt.baug.ethz.ch

Kay W Axhausen  
IVT  
ETH Zürich  
CH – 8093 Zürich

Telephone: +41 1 633 39 43  
Telefax: +41 1 633 10 57  
axhausen@ivt.baug.ethz.ch

Georg Abay  
Rapp Trans AG  
Uetlibergstrasse 132  
CH – 8045 Zürich

Telephone: +41 43 268 60 31  
Telefax: +41 43 268 60 40  
georg.abay@rapp.ch

February 2004

### Abstract

This study was conducted by the Institute of Transport Planning and Systems (IVT), ETH Zurich and Rapp Trans AG, Zurich on behalf of the Swiss Association of Transport Engineers. It implements the recommendation of the scoping study on Swiss value of travel time savings (VTTS) (Abay und Axhausen, 2000) by estimating VTTS for private motorised and public travel by trip purpose on the basis of new stated-choice (SC) surveys. The survey participants were recruited as part of the continuous passenger travel survey (KEP) of the Swiss Federal Railways (SBB). The designs of the SC experiments were tested in two pre-tests. The experiments were customised and were based on one of the trips reported in the KEP survey.

The final estimates are derived from a set of complex models, which were carefully developed from a whole series of models. The recommended choice model considers inertia variables, random parameters for travel costs and elasticity parameters of income and distance besides the attributes of the alternatives. The trip purpose specific estimates are obtained by interacting the travel time variable with trip purpose (commuting, shopping and leisure travel). The valuation of travel time savings for business trips was determined separately.

### Keywords

Values of travel time savings, Passenger travel, Survey, Schweiz, Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI), ETH Zurich, Institute of transport planning (IVT), Rapp Trans AG

### Preferred citation style

König, A., K.W. Axhausen und G. Abay (2001) Zeitkostenansätze im Personenverkehr: Hauptstudie, *Forschungsbericht SVI 2001/534*, IVT, Rapp Trans AG, Zürich.

## Kurzfassung

Die vorliegende Untersuchung ist die Umsetzung der SVI-Studie 42/00, (Abay und Axhausen 2001). Der dort ermittelte Forschungsbedarf ist Anlass zu dieser Arbeit.

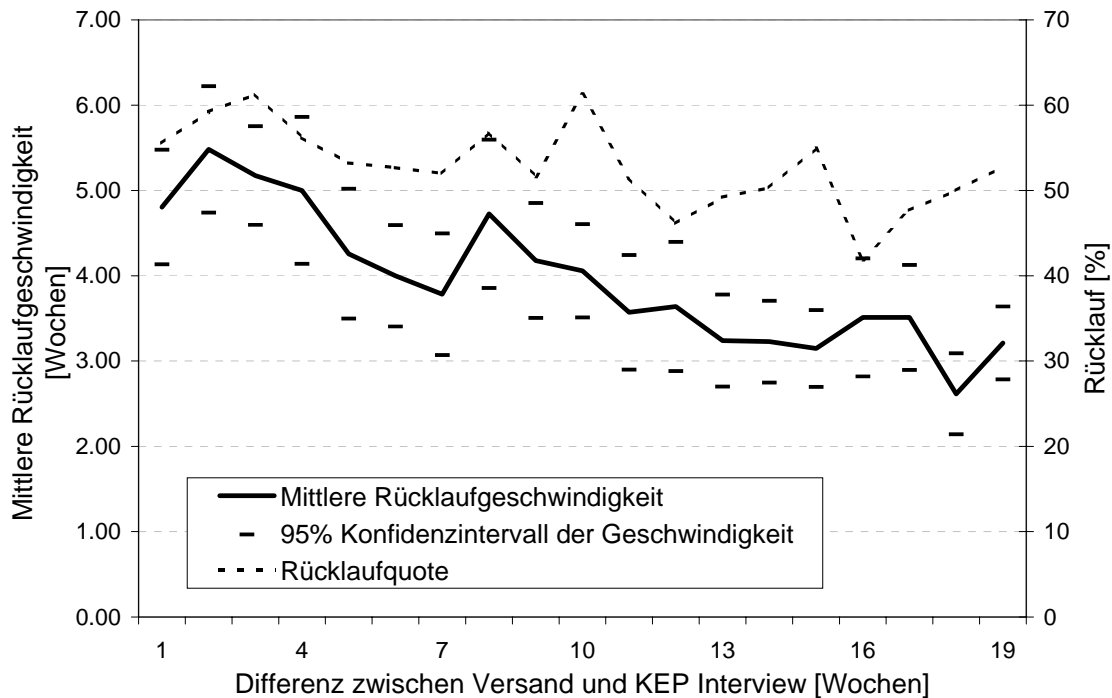
Die Studie ermittelt mit Hilfe von Stated Preference Methoden Daten zum Verkehrsverhalten und zur Zahlungsbereitschaft für Reisezeitänderungen. Diese Zeitwerte gelten für den Schweizerischen Personenverkehr für die Verkehrsmittel PW und ÖV für sowie verschiedene Reisezwecke. Die Teilnehmer der Befragung wurden durch die kontinuierliche Erhebung im Personenverkehr KEP der Schweizerischen Bundesbahnen rekrutiert. Die Zweckmässigkeit der Erhebung wurde durch zwei Pretests gewährleistet, in denen die Plausibilität der Antworten überprüft wurde und entsprechende Änderungen in den Versuchsplänen und den Ausprägungen der Entscheidungsvariablen vorgenommen wurden. Es wurden Verkehrsmittelwahl- und Routenwahl-SP-Experimente durchgeführt, die in verschiedenen Fragebogenkombinationen den Teilnehmern der Studie präsentiert wurden. Ein Experiment zur Zielwahl im Einkaufsverkehr hatte keine plausiblen Ergebnisse. Basis aller Experimente war ein berichteter Weg aus der KEP. Die Tabelle 1 zeigt die Fragebogenkombinationen der durchgeführten Experimente und deren Anzahl.

Tabelle 1: Versandte Fragebögen und Rücklauf der Hauptstudie

VM KEP- Weges	PW- verf.	VMW PW- Bahn	VMW PW-Bus	RW PW	RW Bus	RW Bahn	Versand total	Rücklauf absolut	Rücklauf relativ
Auto	Ja	473		473			904	473	52.2%
Bus/Tram	Ja		80		80		147	80	54.4%
Bahn	Ja	262				262	399	262	65.7%
Bus/Tram	Nein				54		143	54	37.7%
Bahn	Nein					127	253	127	50.2%
Auto	Ja	229				229	471	229	48.6 %
Total		964	80	473	134	618	2317	1222	52.7%

Die Rücklaufquote liegt bei 52.7%. Eine Analyse des Rücklaufs zeigt ein zunächst homogenes Bild. Die Antwortrate liegt mit wenigen Ausnahmen in allen Stichproben der einzelnen Rekrutierungswochen zwischen 50% und 60%. Dabei ist ein leichter Trend zu höheren Anteilen bei den Rekrutierungswochen erkennbar, die näher am Versand der Fragebögen liegen, vgl. Abbildung 1.

Abbildung 1: Rücklaufquote und Antwortgeschwindigkeit der Hautstudie



Dabei muss man berücksichtigen, dass der komplette Versand wenige Wochen nach der letzten KEP-Interviewwoche durchgeführt wurde. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Antwortgeschwindigkeit, zeigt sich eine sinngemäss entgegengesetzte Entwicklung. Die Antwortgeschwindigkeit fast verdoppelt sich bei einem Zeitraum von drei bis vier Monaten zwischen Erst- und Zweitbefragung.

Tabelle 2: Nutzenfunktionen : Empfohlene Modelle

$$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{RK}} [\sigma_{\text{RK}}] * (\text{Eink.}/80000)^{\varepsilon_{\text{EK}}} * (\text{Wegelänge}/43)^{\varepsilon_{\text{WL}}} * \text{Reisekosten} +$$

$$(\beta_{\text{RZ ÖV P}} * \text{Zweck P} + \beta_{\text{RZ ÖV E}} * \text{Zweck E} + \beta_{\text{RZ ÖV N}} * \text{Zweck N} + \beta_{\text{RZ ÖV T}} * \text{Zweck T})$$

$$* \text{Reisezeit}_{\text{ÖV}} +$$

$$\beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$$

$$U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} +$$

$$\beta_{\text{RK}} [\sigma_{\text{RK}}] * (\text{Eink.}/80000)^{\varepsilon_{\text{EK}}} * (\text{Wegelänge}/43)^{\varepsilon_{\text{WL}}} * \text{Reisekosten} +$$

$$(\beta_{\text{RZ PW P}} * \text{Zweck P} + \beta_{\text{RZ PW E}} * \text{Zweck E} + \beta_{\text{RZ PW N}} * \text{Zweck N} + \beta_{\text{RZ PW T}} * \text{Zweck T})$$

$$* \text{Reisezeit}_{\text{PW}} +$$

$$\beta_{\text{HT}} * \text{Halbtaxbesitz} + \beta_{\text{GA}} * \text{GA-Besitz} + \beta_{\text{PW Verf.}} * \text{PW verfügbar} +$$

$$\beta_{\text{Wahl PW (KEP)}} * \text{Wahl des PW im berichteten KEP-Weg}$$

Anm.: Kursive Terme nur bei Verkehrsmittelwahlmodellen

Die Kombination der beiden Abbildungen deutet darauf hin, dass die Teilnehmer bei zunehmender zeitlicher Distanz zum telefonischen Erstkontakt und also zur Rekrutierung und Erstbefragung zwar schneller aber weniger zahlreich antworten.

Kern der Analyse und Grundlage für die Ermittlung der Zeitwerte bilden verschiedene Modellreihen mit diskreten Entscheidungsmodellen. Dabei wurde eine Vielzahl von Komponenten bzw. Modellformulierungen getestet. Während der Schätzungen wurden sukzessive die Module in die Nutzenfunktion eingeführt, die während der Tests einzeln die Modellgüte verbessert hatten. Daraus ergab sich eine Modellformulierung, in deren Nutzenfunktion neben den SP-Variablen die folgenden Komponenten eingeflossen sind, vgl. Tabelle 2:

- Berücksichtigung der Trägheitsvariablen
- Wahrscheinlichkeitsverteilte Parameter für Reisekosten und Reisezeit
- Einkommens- und distanzabhängige Elastizitäten
- Interaktionen zwischen Reisezeit und Wegzwecken

Die Modellspezifikationen ergeben gute Qualitäten. Alle Schätzwerte besitzen die zu erwartenden Vorzeichen. Die Parameter sind grösstenteils hochsignifikant. Die Sigmaparameter der wahrscheinlichkeitsverteilten Reisekostenparameter sind nicht mehr bzw. gerade nicht mehr signifikant. Dieser Fehler tritt allerdings erst in den wegezweckspezifischen Modellen der Modelle der Routen- und Verkehrsmittelwahl auf. Bei der Schätzung auf Basis der Kombination beider Datensätze, sind die Werte hoch signifikant. Dasselbe betrifft den Parameter der Einkommenselastizität bei der Routenwahl.

Starken Einfluss zeigen naturgemäss die Trägheitsvariablen. Insbesondere der Abonnementbesitz aber auch die PW-Verfügbarkeit belegen die hohe Bindung an das jeweilige Verkehrsmittel. Betrachtet man die Verkehrsmittelwahl des berichteten Weges (= Wahl des PW im KEP-Weg), zeigt sich, wie sehr Gewohnheitseffekte der Befragten, bzw. routenspezifische Effekte eine Rolle spielen. Dabei wird deutlich, dass die Verkehrsmittelwahl als eine erweiterte Routenwahl verstanden werden muss, bei der die Alternativen Routen um modale Variablen erweitert werden. Lässt man diese ausser Acht, wie bei der einfachen Routenwahl, fehlen entscheidende Attribute, die für Wahl der Route neben rein ökonomischen Betrachtungen, also Reisezeit und -kosten, wesentliche Faktoren darstellen.

Tabelle 3: Empfohlene Modelle

Modelltyp		Verkehrsmittelwahl		Routenwahl		Kombination	
Modell Charakteristika							
N		5784		8400		14184	
L (C) bzw. L (0)		-3701		-5822		-9831	
L ( $\beta$ )		-2044		-4505		-6576	
LL – Ratio Test		3314		2636		6510	
$\rho^2$		0.447		0.226		0.331	
Variablen	Einheit	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test
Konstante PW	-	-0.710	-4.49			-0.874	-3.96
Reisekosten	CHF	-0.106	-8.45	-0.199	-7.68	-0.241	-12.80
Sigma Reisekosten		-0.066	-1.05	-1.777	-1.61	-0.330	-8.55
Reisezeit ÖV*Zweck Pendeln	min	-0.057	-8.18	-0.064	-9.09	-0.120	-14.18
Reisezeit ÖV*Zweck Einkauf	min	-0.031	-4.05	-0.069	-5.39	-0.102	-9.77
Reisezeit ÖV*Zweck Nutzfahrt	min	-0.042	-5.97	-0.075	-8.50	-0.104	-13.10
Reisezeit ÖV*Zweck Touristische Fahrt	min	-0.029	-8.99	-0.036	-10.09	-0.069	-15.54
Reisezeit PW*Zweck Pendeln	min	-0.073	-7.85	-0.090	-5.48	-0.096	-15.87
Reisezeit PW*Zweck Einkauf	min	-0.046	-4.22	-0.092	-4.97	-0.078	-9.62
Reisezeit PW*Zweck Nutzfahrt	min	-0.054	-6.58	-0.051	-5.08	-0.089	-13.22
Reisezeit PW*Zweck Touristische Fahrt	min	-0.039	-9.20	-0.056	-6.63	-0.054	-16.33
Anz. Umsteigevorgänge	-	-0.721	-13.56	-1.680	-14.51	-1.437	-15.69
Takt	min	-0.026	-11.24	-0.055	-12.99	-0.036	-25.98
Einkommenselastizität	-	-0.116	4.93	-0.226	-1.73	-0.316	-7.75
Distanzelastizität	-	-0.612	-14.00	-0.366	-7.94	-0.359	-10.06
Halbtax-Besitz (PW)	j/n	-0.898	-8.81			-1.456	-8.38
GA-Besitz (PW)	j/n	-0.947	-5.85			-1.602	-5.90
PW verfügbar	j/n	0.260	2.60			0.489	3.02
Wahl PW im KEP-Weg	j/n	1.032	10.22			1.594	8.51

Tabelle 38: Empfohlene Modelle, Fortsetzung

Modelltyp	Verkehrsmittelwahl	Routenwahl		Kombination	
		Koeff.	t-Test*	Koeff.	t-Test*
Skalierungsparameter					
Verkehrsmittelwahl				0.657	-8.57
Routenwahl PW		1.819	3.10	1.389	2.47
Routenwahl Bahn (von PW-Fahrern)		0.973	1.19	1.049	0.83
Referenz RW Bahn (von Bahn-Fahrern)		1.000		1.000	

\* Für  $\beta \neq 1.000$

Mit dieser Modellformulierung können Zahlungsbereitschaften für Reisezeitreduktionen für den Pendler-, den Einkaufs- sowie den Freizeitverkehr geschätzt werden. Die Tabelle 4 zeigt das Ergebnis der Schätzungen der empfohlenen Modelle. Die Zeitkosten für den Geschäftsverkehr aus den Verhältnissen werden aus den Verhältnissen zu anderen Zeitwerten ermittelt. Und zwar in dem Sinne, dass aus anderen internationalen Studien diese Verhältnisse ermittelt werden und diese Faktoren dann auf die Schweizer Werte angesetzt werden. Für die Berechnung der Zeitwerte für Geschäftsfahrten wird der Median der Verteilungen der Verhältnisse der Nichtpendlerwege zu den Geschäftsfahrten gewählt (PW 1:2.3, ÖV 1:3).

Tabelle 4: Geschätzte Zeitwerte [CHF/h] (Stichprobenmittel und Varianzen)

Modellkomponenten	Zweck	PW		ÖV	
		Mittel	Varianz	Mittel	Varianz
Grundmodell	P	29.9	6.7	23.9	3.8
+ Trägheitsvariablen	E	25.4	9.1	19.4	4.8
+ Parameterverteilung (RPL)	N	25.8	5.4	22.3	3.9
+ Elastizitäten (Einkommen, Dist.)	T	17.2	1.5	13.5	0.8

Für die durchschnittlichen Zeitkostenansätze der betrachteten Verkehrsmittel wurden die Zahlen entsprechend der Schweizer Weglängen- und der Einkommensverteilung nach Mikrozensus 2000 gewichtet werden. Damit können die folgenden Pauschalsätze ermittelt werden:

Tabelle 5: Empfohlene mittlere Zeitwerte und Varianzen [CHF/h] für 2003, gewichtet nach Einkommen und Fahrtweiten des MZ2000

	Pendlerfahrt		Einkaufsfahrt		Nutzfahrt (ber.)		Touristische Fahrt		Alle Zwecke	
PW	21.4	2.9	18.1	3.7	32.5	2.6	12.3	0.8	18.2	2.1
ÖV	17.7	1.8	13.8	2.1	30.3	1.9	9.7	0.5	14.9	1.3

Bei der nahe liegenden Annahme, dass die Weglängen- und der Einkommensverteilung sich nur marginal in den drei Jahren geändert hat und die Teilnehmer der Befragung im Jahr 2003 das Preisniveau des selben Jahres zugrunde gelegt haben, kann für eine spätere Fortschreibung der Ergebnisse ebenfalls das Jahr 2003 als Basis angesehen werden.

Die breit angelegte Studie liefert differenzierte, statistisch signifikante Planungsgrößen, die den Bedürfnissen der Schweizerischen Verkehrsplanung Rechnung tragen. Sie bilden eine wesentliche Datengrundlage für die Schweizer Norm 671 800. Bei der Bearbeitung sind aber zusätzlich Themenbereiche berührt worden, die eine konzentrierte Einzelanalyse erfordern. Dies war im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht möglich. Weiterer Forschungsbedarf wurde deshalb zu den folgenden Themen aufgedeckt:

Zum einen muss die Frage der Reisezeitbewertung bei Einkaufsfahrten im Zusammenhang mit Einkaufszentren im In- und benachbarten Ausland beantwortet werden. Weiterhin ist das hier angewandte Verfahren zur Ermittlung der Bewertung von Zeitersparnissen bei Nutzfahrten zweckmässig und ausreichend. Methodisch könnte allerdings die Struktur der Zeitbewertung von Geschäftsfahrten durch eine separate Studie mit einer ausschliesslichen Stichprobe von Geschäftsfahrten noch umfassender analysiert werden. Neben den in dieser Studie ermittelten Zeitwerten für Reisezeiten von Tür zu Tür kann die Frage gestellt werden in wie weit einzelne Komponenten der Reisezeit wie der Systemzugang im ÖV, die Verlässlichkeit der Reisezeit allgemein und bei der Abfahrtszeit insbesondere bewertet werden. Genauso sollten die Zeitwerte junger Menschen noch eingehender untersucht werden.



## **Résumé**

## Summary

This study was conducted by the Institute of Transport Planning and Systems (IVT), ETH Zurich and Rapp Trans AG, Zurich on behalf of the Swiss Association of Transport Engineers (SVI). It implements the recommendation of the scoping study on Swiss value of travel time savings (VTTS) (Abay und Axhausen, 2001).

The study estimated VTTS for private motorised and public travel by trip purpose in Switzerland. Data base for the estimation were new stated choice (SC) surveys on mode choice and route choice. The survey participants were recruited as part of the continuous passenger travel survey (KEP) of the Swiss Federal Railways (SBB). The experiments were customised using one of the trips reported in the KEP survey as their base. The reasonableness of the surveys were tested in two pretests, which results were checked for the plausibility of the responses. Various modifications in the survey design, wording of the questions and the variable characteristics were made as a result.

As usual most respondents received surveys reflecting their personal experiences, but in addition here some respondents who had chosen the car in the reported KEP trip were presented rail-based route choice experiments. This allows a more comprehensive the verification of the results. Table 1 shows the combinations and number of experiments dispatched and received back by the characteristics of the respondents.

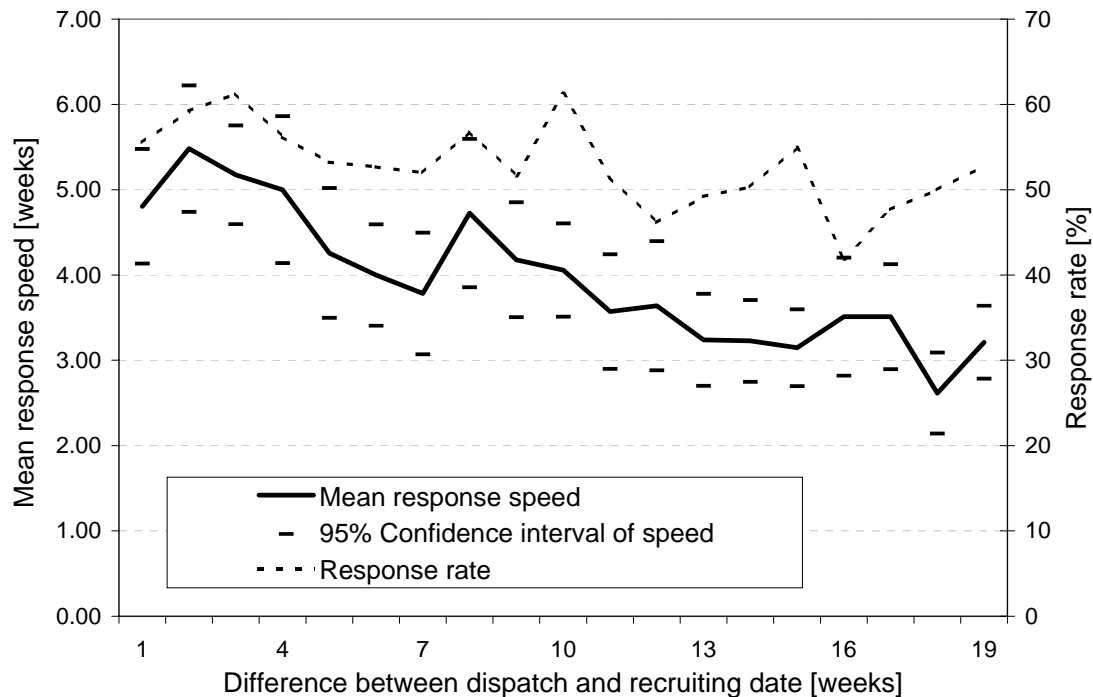
Table 1: Questionnaire combinations dispatched and returned by characteristics of the respondents

Mode of KEP-Trip	Car avail.	MC Car/Rail	MC Car/Bus	RC Car	RC Bus	RC Rail	Dis-patched	Returned	Response rate [%]
Car	Yes	473		473			904	473	52.2%
Bus/Tram	Yes		80		80		147	80	54.4%
Rail	Yes	262				262	399	262	65.7%
Bus/Tram	No				54		143	54	37.7%
Rail	No					127	253	127	50.2%
Car	Yes	229				229	471	229	48.6 %
<b>Total</b>		<b>964</b>	<b>80</b>	<b>473</b>	<b>134</b>	<b>618</b>	<b>2317</b>	<b>1222</b>	<b>52.7%</b>

The time between the recruiting interview and the dispatch of the SR surveys varied from seven to twenty – five weeks. While there is little effect of this difference visible in the response rates (see Figure 1), but for a slight increase for those respondents for which the difference was small, the patterns looks rather different in term of response speed (Figure 2).

Here it is clear, that the response speed is nearly twice as fast for those facing a long wait between recruitment and SR – survey. A reasonable interpretation of these two trends is, that one continues to obtain the answers of the committed responders, but only those, if one waits too long.

Figure 1 Response rate and response speed of main study



The recommended VTTS are derived from a model, which was obtained after a long series of model tests. This final model combines both the route choice and mode choice experiment, while accounting for the scale differences between them. The final utility function incorporates those blocks of variables which had improved model fit, if tested individually with the basic model including only the stated choice experimental variables (Table 2):

- Inertia variables (car and PT-season ticket ownership, mode of the reported trip)
- A random parameter formulation of the travel cost variable
- Elasticities dependent on income and trip distance
- Interactions between travel time and trip purpose

Table 2: Utility function: Recommended models

---


$$\begin{aligned}
 U_{PT} = & \beta_{\text{cost}} [\sigma_{\text{cost}}] * (\text{Inc./}80000)^{\varepsilon_{\text{Inc}}} * (\text{Distance}/43)^{\varepsilon_{\text{dist}}} * \text{Travel costs} + \\
 & (\beta_{\text{time PT comm}} * \text{Purpose Commute} + \beta_{\text{time PT shop}} * \text{Purpose Shopping} + \beta_{\text{time PT Busi}} * \\
 & \text{Purpose Business} \beta_{\text{time PT leisure}} * \text{Purpose Leisure}) * \text{Travel time}_{PT} + \\
 & \beta_{\text{change}} * \text{No. of changes} + \beta_{\text{hw}} * \text{Headway} \\
 \\
 U_{Car} = & \alpha_{Car} + \\
 & \beta_{\text{cost}} [\sigma_{\text{cost}}] * (\text{Inc./}80000)^{\varepsilon_{\text{Inc}}} * (\text{Distance}/43)^{\varepsilon_{\text{dist}}} * \text{Travel costs} + \\
 & (\beta_{\text{time Car comm}} * \text{Purpose Commute} + \beta_{\text{time Car shop}} * \text{Purpose Shopping} + \beta_{\text{time Car Busi}} * \\
 & \text{Purpose Business} \beta_{\text{time Car leisure}} * \text{Purpose Leisure}) * \text{Travel time}_{Car} + \\
 & \beta_{\text{discount}} * \text{Discount card ownership} + \beta_{\text{network}} * \text{Network card ownership} + \beta_{\text{car avail.}} * \\
 & \text{Car available} + \\
 & \beta_{\text{car chosen for reported trip (KEP)}} * \text{Mode Choice Car for reported trip}
 \end{aligned}$$


---

*Cursive Terms only in mode choice experiments*

---

In this final model all estimated parameters are significant, this would still be true for all but one of the variable (car used in the RP experiment), if one were to correct – too conservatorily given the random parameter formulation - the t-statistic by the number of choices observed from each respondent. They all have the right sign. The inertia variables have as expected a strong influence. Especially the PT season ticket ownership and the car availability influence the choice in the SR experiment.

The scale parameter indicate, that the responses to mode choice experiment included larger error terms in comparison to the route choice rail experiment, while the reverse is true for route choice car experiment. This is consistent with the literature and general expectations.

Table 3: Recommended models

Model type		Mode choice		Route choice		combination	
Model characteristics		Coeff.	t-stats.	Coeff.	t-stats.	Coeff.	t-stats.
N		5784		8400		14184	
L (C) resp. L (0)		-3701		-5822		-9831	
L ( $\beta$ )		-2044		-4505		-6576	
LL – Ratio test		3314		2636		6510	
$\rho^2$		0.447		0.226		0.331	
Variables	Unit	Coeff.	t-stats.	Coeff.	t-stats.	Coeff.	t-stats.
Constant PW	-	-0.710	-4.49			-0.874	-3.96
Travel costs	CHF	-0.106	-8.45	-0.199	-7.68	-0.241	-12.80
Sigma travel costs		-0.066	-1.05	-1.777	-1.61	-0.330	-8.55
Travel time PT * Purpose Commute	min	-0.057	-8.18	-0.064	-9.09	-0.120	-14.18
Travel time PT * Purpose Shopping	min	-0.031	-4.05	-0.069	-5.39	-0.102	-9.77
Travel time PT * Purpose Business	min	-0.042	-5.97	-0.075	-8.50	-0.104	-13.10
Travel time PT * Purpose Leisure	min	-0.029	-8.99	-0.036	-10.09	-0.069	-15.54
Travel time Car * Purpose Commute	min	-0.073	-7.85	-0.090	-5.48	-0.096	-15.87
Travel time Car * Purpose Shopping	min	-0.046	-4.22	-0.092	-4.97	-0.078	-9.62
Travel time Car * Purpose Business	min	-0.054	-6.58	-0.051	-5.08	-0.089	-13.22
Travel time Car * Purpose Leisure	min	-0.039	-9.20	-0.056	-6.63	-0.054	-16.33
No. of changes	-	-0.721	-13.56	-1.680	-14.51	-1.437	-15.69
Headway	min	-0.026	-11.24	-0.055	-12.99	-0.036	-25.98
Income elasticity	-	-0.116	4.93	-0.226	-1.73	-0.316	-7.75
Distance elasticity	-	-0.612	-14.00	-0.366	-7.94	-0.359	-10.06
Discount card ownership	j/n	-0.898	-8.81			-1.456	-8.38
Network card ownership	j/n	-0.947	-5.85			-1.602	-5.90
Car available	j/n	0.260	2.60			0.489	3.02
Car chosen in KEP trip	j/n	1.032	10.22			1.594	8.51

Table 3: Recommended models, continued

Model type	Mode choice		Route choice		Combination	
			Coeff.	t-stats.*	Coeff.	t-stats.*
Scaling parameter						
Mode choice					0.657	-8.57
Route choice Car			1.819	3.10	1.389	2.47
Route choice PT (by car drivers)			0.973	-1.19	1.049	0.83
Reference Route choice PT			1.000		1.000	

\* Für  $\beta \neq 1.000$

Table 4 shows the VTTS by trip purpose using the results above. The value for business travel is based on a rather small number of respondents and there were doubts that the business trips do indeed conform the usual understanding of them. It was not clear to what extent the KEP had coded trips of trades people as business trips. The values for the business trips are clearly not consistent with expectations.

Table 4 Estimated values of travel time savings from the recommended model (mean and variances) [CHF/h]

Purpose	Car		PT	
Commuting	29.9	6.7	23.9	3.8
Shopping	25.4	9.1	19.4	4.8
Business	25.8	5.4	22.3	3.9
Leisure	17.2	1.5	13.5	0.8

The values presented above have to be reweighted to reflect the true population averages. Table 5 presents these values after weighting with the distribution of trips by distance and income of the traveller derived from the most recent national travel survey (Mikrozensus Verkehr 2000). The value for business trips was calculated using the median of the ratio between the VTTS for non-commuting trips and business trips found in a series of recent VTTS studies (1:2.3 for car and 1:3 for PT). The value for non-commuting trips was calculated for the Swiss case as the weighted average of shopping trips (30%) and leisure trips (70%).

Table 5: Recommended values of travel time savings [2003 CHF/h] for the mean trip distance of the representative traveller

	Commute		Shopping		Business		Leisure		Total	
Car	21.4	2.9	18.1	3.7	32.5	2.6	12.3	0.8	18.2	2.1
PT	17.7	1.8	13.8	2.1	30.3	1.9	9.7	0.5	14.9	1.3

This wide ranging study presents detailed statistically significant values for planning applications, such as cost benefit analysis. They consider to the requirements of the Swiss norm *SN 671 800 Cost-benefit Analysis*.

The study raised issues for further research. While the method to estimate the value of travel time savings for business trips is adequate and expedient, it is not optimal. A more detailed and focused study is required here. This study defined travel time savings on a door to door basis. More research is needed the element of travel, such as access time, the reliability of the travel time in general as well as schedule delays. Finally, the VTTS for shopping needs further study in a destination choice context. Initial experiments during the pre-test had indicated unusually high values when the experiments were framed in this way. These unexpected and counterintuitive preliminary results need further attention.

# 1. Einleitung

## 1.1 Anlass

Erreichbarkeit und Mobilität sind entscheidende Kriterien unseres Lebens und der wirtschaftlichen Prosperität. Die Reduktion von Reisezeiten kann einerseits die Erreichbarkeit von Orten erhöhen und kann zweitens Mobilität und Wirtschaft stärken, wenn eingesparte Reisezeit anderweitig genutzt werden kann. Reisezeitverzögerungen bewirken das Gegenteil. Der Nutzen von Reisezeiteinsparungen ist also unbestritten.

Unter anderem aus diesem Grund ist das erklärte Ziel der schweizerischen Verkehrspolitik die Gewährleistung einer nachhaltigen Mobilität. Wie dieses Ziel am besten erreicht werden kann, ist die Aufgabe der interdisziplinären Verkehrsplanung. Sie muss mögliche Massnahmen erarbeiten, ihre Wirkungen auf Umwelt, Verkehr und Allgemeinheit analysieren und diese umfassend bewerten. Als wichtige Instrumente der Verkehrsplanung sind in diesem Zusammenhang Nachfragemodelle und ökonomische Bewertungsmethoden wie etwa die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) zu nennen. In einer KNA werden die prognostizierten Auswirkungen monetarisiert, damit sie miteinander verglichen werden können. Sie sind in der Regel Teil umfassender Bewertungen, wie zum Beispiel im System der Nachhaltigkeitsindikatoren Strasse.

Zeitgewinne oder -verluste stellen in der Regel einen beträchtlichen Teil der Nutzen einer verkehrspolitischen Massnahme oder einer Verkehrsinfrastrukturinvestition dar. Die korrekte volkswirtschaftliche Bewertung der Zeitgewinne und Verluste im Rahmen einer KNA ist also von eminenter Bedeutung.

Unter dem Begriff Zeitwert wird die Zahlungsbereitschaft von Reisenden für Reisezeiterparnisse bzw. Kompensationsbereitschaft für Reisezeitverluste verstanden.

In der Schweiz gibt es diesbezüglich jedoch keine aktuellen Untersuchungen, und keine abgesicherten Ansätze, zumindest nicht im Personenverkehr. Die verwendeten Ansätze basieren zum Teil auf zwanzig Jahre alten Schätzungen oder sind ausländischen Studien entlehnt. Entsprechend weit ist die Bandweite dieser Werte. Diese Studie soll diese Forschungslücke für die Schweiz schliessen. Im Anhang findet sich eine Zusammenstellung wichtiger in- und ausländischer Studien sowie der dort ermittelten, bzw. verwendeten Zeitwertansätze



## 1.2 Auftrag und Ziele

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit sollen wissenschaftlich abgesicherte Zeitkostenansätze im Personenverkehr abgeleitet werden. Dabei sollen die notwendigen Differenzierungen bezüglich Reisezweck, Reiseumstand, Verkehrsmittel, Reisedistanz einerseits sowie bezüglich soziodemographischer Merkmale wie Einkommen, Alter usw. andererseits vorgenommen werden.

Die Studie wird in Verbindung mit der Erstellung einer schweizerischen Kosten-Nutzen-Richtlinie zu sehen. Die ermittelten Zeitwerte sind repräsentativ für die ganze Schweiz und sollen in KNA berücksichtigt werden

## 1.3 Arbeitsgruppe, externe Berater und Begleitkommission

Die Abwicklung des Projekts erfolgte in einer dreiköpfigen Arbeitsgruppe. Dieses bestand aus den folgenden Personen:

- Dr. oec. publ. Georg Abay, SVI, Rapp Trans AG (vorher Abay & Meier)
- Prof. Dr.-Ing. Kay W. Axhausen, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, IVT, ETHZ, Projektleitung
- Dipl.-Ing. Arnd König, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, IVT, ETHZ

Der Forschungsnehmer wurde unterstützt durch Dr. John Bates, unabhängiger Berater, John Bates Services, Oxford, und Dr. Michel Bierlaire, Operations Research Group, ROSO, EPFL.

Dr. John Bates war an der ersten UK-Study "The value of travel time savings" und an den nachfolgend durchgeführten Studien massgeblich beteiligt, wobei er, zusammen mit Hugh Gunn, die statistischen und methodologischen Grundlagen erarbeitet hat.

Dr. Michel Bierlaire ist Dozent an der mathematischen Fakultät der EPFL. Er ist mit den neuesten Entwicklungen auf dem Gebiete der diskreten Entscheidungsmodelle nicht nur bestens vertraut, sondern ist hier selber eine aktive Forscherpersönlichkeit.

Dr. John Bates hat sowohl bei den konzeptionellen Arbeiten (Erhebungskonzepte, Design der SP-Experimente etc) als auch bei der Analyse mitgewirkt. Dr. Bierlaire hat vor allem bei den Modellschätzungen aktiv mitgeholfen.

Im Laufe der Arbeiten wurden mit diesen externen Experten drei 1.5tägige Workshops veranstaltet, an denen das Arbeitsprogramm, das methodische Vorgehen, die laufenden Arbeiten, die aufgetretenen Probleme und die Zwischenresultate diskutiert wurden.

Seitens des Auftraggebers wurde eine Begleitkommission von sechs fachlich ausgewiesenen Personen zusammengestellt, um die laufenden Arbeiten zu begutachten und darüber zu wachen, dass die finanziellen und terminlichen Rahmenbedingungen eingehalten werden. Die Mitglieder dieser Begleitkommission waren der Präsident Dr. U. Weidmann, SBB, Bern, sowie Dr. R. Chaumet, Ernst Basler und Partner, Zürich, S. Kettner, Rapp Ingenieure, Basel, J.-F. Madziel, ARE, Bern, Prof. Dr. R. Maggi, USI, Lugano und P. Widmer, Frauenfeld.

## 2. Vorgehen und Methodik

### 2.1 Einleitung

Im Jahre 2000 wurde von derselben Arbeitsgemeinschaft (IVT ETH Zürich und Abay & Meier Zürich), eine Vorstudie zum gleichen Thema durchgeführt. Mit dieser Vorstudie wurden die folgenden Ziele verfolgt:

- Darstellung der mit der Dimension Zeit erweiterten mikroökonomischen Theorie und der Zusammenhänge mit diskreten Entscheidungsmodellen
- Sichtung und Studium der internationalen Fachliteratur zur Einordnung und Überprüfung der Ergebnisse
- Erarbeitung eines Vorschlages für eine umfassende Zeitwertstudie für die Schweiz

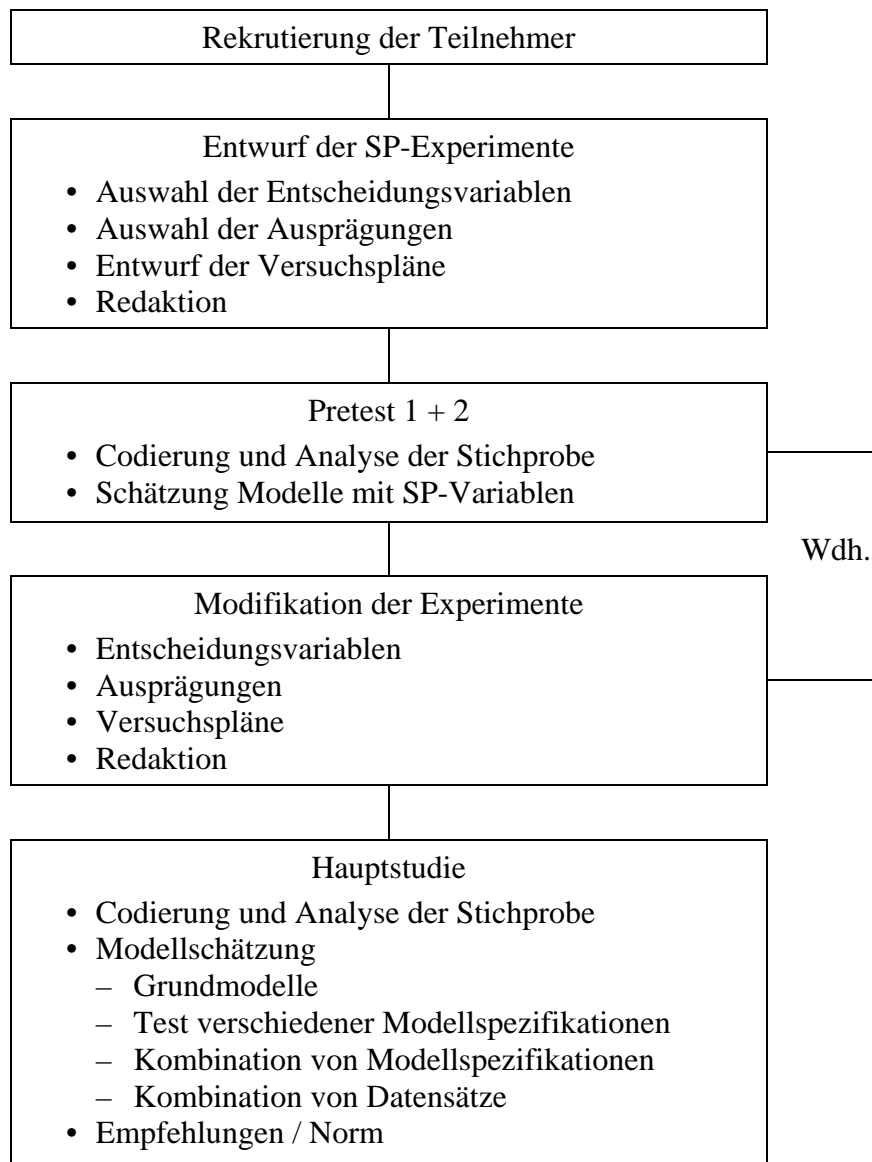
Diese Arbeit ist diesem Bericht als Anhang beigelegt. Im Rahmen dieser Vorstudie wurden Empfehlungen bezüglich Methodik, Differenzierungen, der Art der benötigten Daten, der Art der Datenbeschaffung und der geeigneten Analyseverfahren für eine schweizerische Hauptstudie erarbeitet. Dabei wurde insbesondere festgehalten, dass ein hoher Differenzierungsgrad bei der Zeitwertermittlung nur mit Hilfe von Stated Preference Methoden (SP-Methoden) erreicht werden kann. Innerhalb dieser SP-Methoden wurden zudem auf die Vorteile der binären Wahlexperimente hingewiesen. Als Analysewerkzeug wurde die Parameterschätzung mittels multinominalen Logitmodellen festgelegt.

Als notwendige Mindest-Differenzierung wurde in der Vorstudie gefordert, dass Zeitwerte je Fahrtzweck, Nah- und Fernverkehr und für den ÖV und MIV abgeleitet werden sollten.

Da die theoretischen Zusammenhänge und der Stand der Technik in der Zeitwertforschung in der Vorstudie umfassend erläutert wurden, wird in der vorliegenden Hauptstudie nicht mehr detailliert auf sie eingegangen.

Die Abbildung 2 zeigt den Ablauf der Untersuchung. Die oben genannte Vorstudie aus dem Jahr 2000 ist dem Ablauf vorgeschaltet und entsprechend in dieser Abbildung nicht mehr aufgeführt.

Abbildung 2: Ablauf der Untersuchung



## 2.2 Daten für die empirische Untersuchung

### 2.2.1 SP-Experimente

In der Zeitwertforschung haben sich insbesondere die Routen- und Verkehrsmittelwahlexperimente bewährt. Beim Routenwahlexperiment geht es um die Wahl zwischen zwei Routen. Dabei ist eine der beiden Routen schneller als die andere, dafür aber teurer z.B. wegen einer Autobahngebühr, wie sie etwa in Italien oder Frankreich erhoben wird. Beim Verkehrsmittel-

wahlexperiment geht es um die Wahl zwischen PW und Bahn, wobei als wichtigste entscheidungsrelevante Grössen die Reisezeit, die Fahrtkosten und die Reiseumstände (z.B. Komfort) für eine bestimmte Fahrt einander gegenübergestellt werden.

Die Arbeitsgruppe hat im Laufe der Vorarbeiten beschlossen, neben diesen zwei bewährten Experimenten noch ein drittes, welches in der Literatur noch nie erwähnt wurde, zu erproben. Es handelt sich um ein Zielwahlexperiment für eine Einkaufsfahrt in ein fiktives Einkaufszentrum. Dabei wird der zu befragenden Person erklärt, dass sie Lebensmittel und andere Haushaltsartikel aufgrund einer zusammengestellten Liste einkaufen sollen. Der Einkauf kann in zwei Einkaufszentren getätigt werden, wobei eines dieser Zentren näher liegt, aber teurer ist.

## **2.2.2 Rekrutierung der zu befragenden Personen**

Die Rekrutierung von Interviewpartnern ist häufig eine schwierige und aufwendige Aufgabe. Da SP-Experimente insbesondere in der Zeitwertforschung zeitaufwendig sind und anspruchsvolle Denkarbeit von Seiten der Befragten erfordern, kann man die Interviewpartner im Allgemeinen nicht während ihrer Fahrt oder Reise anhalten und befragen. Deshalb wurde beschlossen, die vorgesehenen Interviews schriftlich, auf postalischem Wege durchzuführen.

Aber auch für diesen Weg benötigt man geeignete Adressen. Hier konnte auf die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) zurückgegriffen werden. Die SBB führen jedes Jahr die kontinuierliche Erhebung Personenverkehr (KEP) zum Mobilitätsverhalten der Befragten während der vergangenen Woche durch. Zielpublikum dieser Befragung ist die schweizerische Wohnbevölkerung im Alter zwischen 14 und 84 Jahren. Dabei werden an Werktagen Telefoninterviews mit rund 16'800 Personen pro Jahr durchgeführt oder ca. 330 Personen pro Woche. Alle Wege, (über Ortsgrenze) ab einer Gesamtdistanz von 3 km und mehr, die mit irgendeinem Verkehrsmittel unternommen wurden, werden nach vielfältigen Kriterien erfasst (benutztes Verkehrsmittel, Quelle und Ziel, Anzahl Umsteigen, Wartezeiten, Reisezeiten ÖV, Fahrtzweck, etc.). Zudem werden auch einige wichtige sozioökonomische Daten erfragt (PW-Verfügbarkeit, PW-Besitz, Beruf, Haushaltsgrösse, Beruf, Erwerbstätigkeit, Abonnementsbesitz u.a.).

Diese Daten wurden in Absprache mit den SBB als Basis für die vorgesehene SP-Erhebung genutzt. Am Schluss der telefonischen Interviews wurde die Person gebeten, für eine schriftliche Befragung zum Thema Zeitbewertung ebenfalls zur Verfügung zu stehen. Diejenigen, welche ihre Bereitschaft dazu bekundeten, mussten anschliessend noch ihre genaue Adresse angeben und zwei weitere Fragen bezüglich ihres allfällig vorhandenen PW beantworten. Das

von den SBB beauftragte Befragungsinstitut Link, Luzern, hat wöchentlich die erhobenen KEP Daten elektronisch zur Verfügung gestellt.

Für die Verarbeitung dieser Daten wurden von uns spezielle Computerprogramme entwickelt. Dabei wurden Interviews ohne Adresse oder beim Fehlen von wichtigen Informationen oder ohne eine einzige angegebene Reise ausgeschieden. Unberücksichtigt blieben zudem Ferienreisen und mehrtägige Geschäftsreisen aber auch Fahrten ins Ausland. Die gilt auch für Fahrten, die keine oder nicht existierende Postleitzahlen als Quelle und Ziel besaßen.

In einem weiteren Arbeitsschritt mussten die Daten mit Zusatzinformationen wie Bahnhofname und Gemeindefname ergänzt werden.

Gleichzeitig wurden diverse Auswertungen erstellt, wie zum Beispiel die Verteilung der durchgeführten Fahrten je Verkehrsmittel, Fahrtzweck und Distanzklasse. Da bestimmte Kombinationen z.B. PW-Fahrten von Pendlern unter 15 km häufiger vorkommen als andere, musste noch ein spezieller Algorithmus entwickelt werden, um aus der Vielzahl der jeweils durchgeführten Fahrten eine einzige auszuwählen, damit die vorher geschätzten, erforderlichen Quoten für die vorgesehenen Kombination erreicht werden können. Dazu wurde jede Fahrt mit einer im Voraus berechneten Wahrscheinlichkeit ausgewählt. Grundlage für die Ermittlung dieser Wahrscheinlichkeiten bildeten die KEP Daten des Vorjahres (2001). In der nachfolgenden Tabelle sind die entsprechenden Häufigkeiten je Verkehrsmittel, Fahrtzweck und Distanzklasse zusammengestellt.

Tabelle 6: Häufigkeiten [%] der Verkehrsmittel-Fahrtzweck-Distanzklasse-Kombinationen in den KEP-Daten von 2001 – Pilotstudie I

Distanz	3 - 15 km				16 - 50 km				> 50 km				Σ
	P	E	N	T	P	E	N	T	P	E	N	T	
PW	11.8	13.3	0.2	13.4	5.7	2.4	0.8	9.7	0.8	0.2	1.3	6.5	66.1
Bus	5.0	3.1	0.1	4.6	0.2	0.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6
Bahn	2.6	1.0	0.1	2.5	3.5	0.5	0.3	4.0	0.9	0.0	0.8	4.1	20.3
Σ	19.4	17.4	0.4	20.5	9.4	3.0	1.1	14.2	1.7	0.2	2.1	10.6	100.0

P: Pendlerfahrt, E: Einkaufsfahrt, N: Nutzfahrt, T: Touristische Fahrt

Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, sind die einzelnen Zellen unterschiedlich besetzt. Es gibt Kombinationen, die nicht oder praktisch nicht vorhanden sind (z.B. Bus-Fahrten über 50 km oder Geschäftsfahrten (N) mit Bus. Andere Kombinationen sind demgegenüber stark übervertreten (z.B. PW-Fahrten in der Distanzklasse 3 - 15 km). In der Folge kam es deshalb vor, dass einige Interviews als überzählig ausgeschieden werden mussten.

Für die brauchbaren Interviews mussten anschliessend Fragebogen erstellt werden, die auf dem ausgewählten Weg basierten. Auf diese Arbeiten wird nachfolgend eingegangen.

### 2.2.3 SP-Daten für die Zeitwertermittlung

Den Kern eines SP-Experiments bildet jeweils die Konstruktion eines Satzes von hypothetischen jedoch realistischen Optionen. Die Grundlage dazu bilden diejenigen Eigenschaften, von denen man annehmen kann, dass sie die Entscheidung beeinflussen.

Für das Design dieser Optionen müssen die folgenden Teilaufgaben durchgeführt werden:

- Identifizierung der Wahlmöglichkeiten
- Auswahl der relevanten Eigenschaften und der Messeinheiten
- Bestimmung der Anzahl Ausprägungen und der Ausprägungsniveaus. Hierfür gibt es kein allgemeingültiges Rezept, wichtig ist jedoch, dass die Ausprägungen als realistisch empfunden werden.
- Erstellung eines Versuchsplans

Der Versuchsplan regelt den Ablauf des Experiments, d.h. er definiert die Kombinationen der Ausprägungen der Entscheidungsvariablen über alle Entscheidungssituationen. Man kann natürlich auch alle Kombinationen zulassen. Der Versuchsplan ermöglicht jedoch mit statistischer Sicherheit die Konzentration auf die für die Entscheidungsmodellierung und Parameterschätzung sinnvollen und nicht korrelierenden Kombinationen. Aber auch solche partiellen Versuchspläne können sehr umfangreich sein, weshalb wie in der vorliegenden Untersuchung Block Designs eingesetzt werden, d.h. jede Person bekommt nur einen Teil oder Block der Situationen des Versuchsplans und erst mit mehreren Personen wird der Versuchsplan komplett durchlaufen.

Um die Qualität der Erhebungsdaten zu erhöhen, wurde von vornherein festgelegt, dass die vorgesehenen Experimente adaptiv ausgestaltet werden. Das heisst mit anderen Worten, dass die Interviews auf die Situation jeder befragten Person, also hier der durchgeführte Weg, massgeschneidert sind. Dies erfordert spezielle Computersoftware zur Erstellung der Fragebogen.

Die Arbeitsgruppe und die externen Experten haben sich bereits zu Beginn der Arbeit unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Vorstudie für Stated Choice Experimente entschieden. Das Befragungsdesign für jedes Experiment (berücksichtigte Eigenschaften, Anzahl Ausprägungen, die Variation der Ausprägungen sowie die übrigen Befragungsinhalte inklusive Formulierung der Erhebungsfragen und der notwendigen Erläuterungen) wurde von der Arbeits-

gruppe entworfen und anschliessend ausführlich auch im Kreise der externen Experten diskutiert. Die Versuchspläne können im Anhang 2 eingesehen werden. Es wurde jedoch beschlossen, dass das Design in einer Pilotphase, die die KEP-Wochen 16 bis 18 umfasste, erprobt und sorgfältig ausgetestet werden sollte, damit Mängel noch rechtzeitig entdeckt werden können.

In einem weiteren Arbeitsschritt mussten noch für jeden einzelnen Weg die Fahrtkosten, Fahrdistanzen und die Reisezeiten im MIV und im ÖV ermittelt werden. Diese Arbeit wurde mit Hilfe einer selber entwickelter Software "Zeitkost" und der Software *FinaPlus 01\_02* durchgeführt. Diese Software ermöglicht es, für jede beliebige Quell-Ziel-Beziehung die entsprechenden Reisezeiten und Fahrtkosten für die Verkehrsmittel PW und Bahn/Bus zu ermitteln. Eingegeben werden müssen entweder Gemeindenamen oder ÖV-Haltestellennamen von Quelle und Ziel. Das Programm ermittelt die Route, Fahrdistanzen, für den ÖV Fahrtkosten für die erste und zweite Klasse sowie für einfache Hinfahrten und für Hin- und Rückfahrten und die Anzahl Umsteigevorgänge, für den PW Fahrtkosten, die auf der zurückgelegten Distanz und einem mittleren Kilometeransatz basieren. Mit *FinaPlus 01\_02* wurden also die Basisdaten für Reisezeiten, Fahrdistanzen, Umsteigevorgänge und Fahrpreise im ÖV in der zweiten Klasse ermittelt. Mit der Software *Zeitkost* wurden mit Hilfe dieser Angaben die detaillierten Berechnungen bzw. Korrekturen vorgenommen. Die Korrekturen bei den ÖV-Fahrpreisen erfolgten differenziert nach den allfällig vorhandenen Abonnementstypen und der benützen, bzw. der im Allgemeinen bevorzugten Waggonklasse. Die Angaben für die mittleren Erlössätze [CHF/Personenkilometer] wurden dabei von den SBB zur Verfügung gestellt:

- Normaltarif: 0.181
- Mehrfahrtenkarten: 0.161
- Generalabonnemente: 0.089
- Streckenabonnemente: 0.119
- Tageskarten: 0.101
- Tagesstreckenkarten Bund und Post: 0.188
- Gruppenbillette: 0.101
- Militärfahrtausweise: 0.149
- Zürcher Verkehrsverbund: 0.154
- Übrige Verbunde: 0.145
- Swiss Travel System/EuRail: 0.219
- Auslandfahrkarten: 0.232

Bei der Ermittlung der Fahrtkosten mit dem PW wurde vom Befragten angegebenen mittleren Treibstoffverbrauch, von einem Benzinpreis von CHF 1.35/l, von der ermittelten Fahrdistanz sowie von übrigen Kilometerkosten von 15 Rappen pro km ausgegangen.



### 3. Pilotstudie I

#### 3.1 Generierung der Fragebogen

Wie bereits erwähnt, wurde am Anfang der Arbeiten beschlossen, den ausgewählten Personen je drei Experimente vorzulegen; ein Verkehrsmittelwahl-, ein Routenwahl- und ein Zielwahl-experiment. Dabei wurden die folgenden Annahmen getroffen:

- Das Verkehrsmittel bei den Routenwahlexperimenten ist identisch mit dem Verkehrsmittel, welches für die ausgewählte Basisfahrt benützt wurde.
- Ein Verkehrsmittelwahlexperiment wird nur dann durchgeführt, wenn die interviewte Person über ein Auto verfügt.

Dadurch ergaben sich die folgenden fünf Fragebogentypen:

Tabelle 7: Anzahl SP-Experimente pro Person nach Fragebogenkombination, Pilotstudie I

VM KEP- Weges	PW verfügbar	VM-Wahl PW-Bahn	VM-Wahl PW - Bus	Routen- wahl PW	Routen- wahl Bus	Routen- wahl Bahn	Zielwahl
PW	ja	6		6			8
Bus/Tram	ja		6		6		8
Bahn	ja	6				6	8
Bus/Tram	nein				6		8
Bahn	nein					9	8

Die Fragebogen wurden jeweils als persönlicher Brief konzipiert. In der Kopfzeile erschien jeweils der Forschungsnehmer Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich als Absender. Weiter unten wurde für spätere Identifikationszwecke die Interviewnummer abgedruckt. Dann kam die Anrede sowie Name und Adresse. Diese Informationen wurden von einem externen File eingelesen. Im Brief wurde zunächst für die Bereitschaft gedankt, an dieser Forschungsstudie mitwirken zu wollen. Dann wurde die ausgewählte Fahrt der Person erwähnt (Quelle, Ziel der Fahrt, benutztes Verkehrsmittel, Fahrtzweck sowie Fahrtkosten). Auch diese Informationen mussten von diesem externen File eingelesen werden. Anschließend kam die Beschreibung der Aufgaben mit den notwendigen Erläuterungen. Die eigentlichen individuell konzipierten Experimente kamen auf den nachfolgenden Seiten. Am Schluss wurden auf drei Seiten zusätzliche Fragen gestellt über die damalige Fahrt, zur Person und zum Haushalt inklusive Einkommen sowie über die Nutzung der Reisezeit.

Die Verkehrsmittelwahlexperimente stellen eine Route mit dem PW eine Route mit dem ÖV gegenüber. Die Verkehrsmittelwahl wurde nur mit Personen durchgeführt, die im Telefoninterview berichtet hatten, einen PW zur Verfügung zu haben.

Bei der Präsentation der Situationen der Routenwahl Experimente ist sichergestellt, dass einerseits eine Situation immer schneller aber teurer als die andere ist. Bei der Präsentation der Experimente wurden die zwei Routen nach Zufallsprinzip vertauscht, damit die schnellere und teurere Route nicht immer auf der rechten Seite erscheint. Die Versuchspläne, Ausprägungen der Entscheidungsvariablen und Beispiele der Fragebogen sind im Anhang verzeichnet.

Bei der Zielwahl wurde ähnlich vorgegangen: Die Situationen beschreiben zwei Einkaufszentren. Ein günstiges, das weiter entfernt liegt, als ein teureres bei identischem Warenkorb. Bei der Präsentation des Experiments wurden die Einkaufszentren nach dem Zufallsprinzip vertauscht, damit das schneller erreichbare nicht immer auf der rechten Seite erscheint.

In der Pilotstudie wurden jeweils nur deutsche und französische Fragebogen erzeugt und an Adressen der KW 16 bis 19 versandt. Insgesamt wurden 206 deutsche und 44 französische, total also 250 Fragebogen verschickt.

Beispiele der Fragebogen, Ausprägungen der Entscheidungsvariablen sowie Versuchspläne liegen dem Bericht in Anhang 2 bei.

### 3.2 Erfassung und Auswertung

Von den 250 verschickten Fragebogen wurden, nach einmaliger Mahnung, 140 beantwortet und 8 leer zurückgeschickt. In dieser Pilotstudie wurden keine italienischen Fragebogen erzeugt. Aus diesen Interviews ergaben sich die folgenden Datensätze:

- Verkehrsmittelwahl PW-Bahn: 98
- Verkehrsmittelwahl PW-Bus 20
- Routenwahl PW 57
- Routenwahl Bus 27
- Routenwahl Bahn 59
- Zielwahl 140

Für die Erfassung der zurückgeschickten Fragebogen wurde eine eigene Erfassungssoftware programmiert. Dies war u.a. darum nötig, weil die Anzahl Antworten jeweils vom Fragebogentyp abhängig waren. Zunächst wurde die Interviewnummer erfasst. Diese wurde mit den versandten Interviewnummern, die in einer Datenbank gespeichert waren, verglichen. Wurde die Interviewnummer in der Datenbank gefunden, dann waren die Anzahl und die Reihenfol-

ge der Antworten aus der Datenbank abrufbar. Bei falscher Eingabe wurde sofort eine Fehlermeldung ausgegeben. Geprüft wurden aber auch die übrigen Eingaben, indem auf zulässige Werte geprüft wurde. Nicht plausible Werte (z.B. geplante Reisezeit für die Reise länger als 6 Stunden) wurden nicht akzeptiert.

Die erfassten Daten wurden danach für die weiteren Analysen wie statistische Auswertungen und Modellschätzungen aufbereitet.

Für die Analyse wurde zunächst die bekannte ökonometrische Software *Limdep* eingesetzt. Später wurde *Limdep* durch die Software *Biogeme* von Herrn Bierlaire eingesetzt, s.a. <http://roso.epfl.ch/biogeme>. Durch die enge Zusammenarbeit mit Herrn Bierlaire konnte auf die Softwareentwicklung Einfluss genommen werden und somit ergaben sich wesentliche Arbeitserleichterungen und erweiterte Analysemöglichkeiten

Die ersten und wegen der geringen Datenmenge noch nicht differenzierten Auswertungen der Modellierungsergebnisse ergaben Zeitwerte, die zum Teil deutlich zu hoch waren. Dies zeigte sich in allen Modellen aber insbesondere bei den Modellen der Zielwahl. Durch eine ausführliche Analyse der Daten, der Formulierungen in den Fragebogen und der möglichen Gründe für die zum Teil unwahrscheinlichen Ergebnisse wurden für die weiteren Arbeiten die folgenden wichtigsten Änderungen beschlossen:

- Die Variable "Stauanteil der Fahrt in %" wird für jede Entscheidungssituation durch "davon in stop and go" (in Minuten) ersetzt. Diese Eigenschaft folgt immer nach der Eigenschaft "Reisezeit".
- Die Reihenfolge der Eigenschaften in den Experimenten wird vereinheitlicht.
- Die Anzahl der Ausprägungen der einzelnen Eigenschaften sowie die einzelnen Ausprägungswerte, insbesondere beim Zielwahlexperiment mussten neu erarbeitet werden. Wegen dieser Änderungen musste auch der Versuchsplan neu generiert werden.
- Bei den Routenwahlexperimenten werden die Wahlsituationen auch auf die Verkehrsmittel ausgeweitet, die für den berichteten Weg nicht gewählt wurden. Mit einem bestimmten Prozentsatz der Personen, die für ihre Basisfahrt das Auto gewählt haben, wird ein Routenwahlexperiment mit der Bahn durchgeführt und analog mit Personen, die für die Basisfahrt die Bahn gewählt haben und über ein Auto verfügen). Dadurch sollten mögliche Verzerrungen vermieden werden, die durch die Selbstselektion bzw. Bindung an ein bestimmtes Verkehrsmittel entstehen könnten. Entsprechend ergaben sich zwei weitere Fragebogentypen.
- In den Fragebogen werden gewisse Formulierungen geändert, bzw. präzisiert. Zudem wurde ein Hinweis bezüglich des erwünschten Rücksendetermins eingebaut.
- Einige Zusatzfragen wurden gestrichen, andere umformuliert und einige bezüglich Antwortmöglichkeiten erweitert.

Um sicher zu gehen, und die Wirkung dieser Änderungen analysieren zu können, wurde eine zweite Pilotstudie beschlossen, die die KW 19 bis 21 umfassen sollte.

## 4. Pilotstudie II

### 4.1 Generierung der Fragebogen

Durch den Beschluss, bei den Routenwahlexperimenten die Wahlsituationen auch auf die nicht gewählten Verkehrsmittel auszuweiten, ergaben sich, wie bereits erwähnt, zwei zusätzliche Fragebogentypen.

Tabelle 8: Anzahl SP-Experimente pro Person nach Fragebogenkombination, Pilotstudie II

VM KEP- Weg	PW- verfügbar	VM-Wahl PW-Bahn	VM-Wahl PW-Bus	Routen- wahl PW	Routen- wahl Bus	Routen- wahl Bahn	Zielwahl
PW	ja	6		6			8
Bus/Tram	ja		6		6		8
Bahn	ja	6				6	8
Bus/Tram	nein				9		8
Bahn	nein					9	8
PW	ja	6				6	8
Bahn	ja	6		6			8

Die zweite Pilotstudie umfasste die KEP-Daten der Wochen 19 bis 21. Versickt wurden insgesamt 317 Fragebogen, 270 deutsche und 47 französische. Die italienischen Fragebogen wurden bis zur Hauptstudie zurückgestellt. In den ersten zwei Wochen nach dem Versand kamen 90 ausgefüllt und 4 leer zurück. Daraufhin wurden 223 Briefe an die übrigen Adressaten versickt, im Sinne einer Mahnung. Aus diesen Interviews ergaben sich die folgenden Experimente:

- Verkehrsmittelwahl PW-Bahn: 115
- Verkehrsmittelwahl PW-Bus 12
- Routenwahl PW 41
- Routenwahl Bus 19
- Routenwahl Bahn 29
- Routenwahl für PW-Benützer mit der nicht gewählten Alternative Bahn 40
- Routenwahl für Bahn-Benützer mit der nicht gewählten Alternative PW 18
- Zielwahl 146

Beispiele der Fragebogen, Ausprägungen der Entscheidungsvariablen sowie Versuchspläne liegen dem Bericht in Anhang 2 bei.

## 4.2 Erfassung und Auswertung

Die erfassten Daten wurden anschliessend für die weiteren Analysen aufbereitet. Auch in dieser zweiten Pilotstudie konnten wegen der geringen Datenmenge keine differenzierten Auswertungen durchgeführt werden. Aufgrund der Analysen konnten die folgenden Schlussfolgerungen für diese zweite Pilotstudie abgeleitet werden:

### **Zielwahl**

Die Resultate sind ähnlich wie in der ersten Pilotstudie, die Zeitwerte liegen trotz Modifikation der trade offs in einer Grössenordnung von 100.- bis 120.- CHF/h. Die Zahlen erscheinen unrealistisch hoch und können durch Referenzstudien nicht bestätigt werden, aber auch nicht verworfen werden. Um die Hintergründe für ein Scheitern dieses an sich etablierten und logischen Ansatzes zu ermitteln bzw. die gemessenen Werte eventuell doch zu bestätigen, bedarf es einer detaillierteren Analyse, deren Aufwand den Rahmen dieser Untersuchung sprengen würde. In Absprache mit der Begleitkommission wurde dieses Experiment in der Hauptstudie deshalb nicht mehr durchgeführt. Das IVT wird versuchen, die Problematik durch Studierende weiter zu verfolgen. Ein Ansatz dabei ist, statt der in dieser Studie gewählten schriftlich postalischen Befragung zunächst eine mündliche Voruntersuchung durchzuführen und zwar auf Parkplätzen ausgewählter Verbrauchermärkte im angrenzenden Ausland bei PW mit Schweizer Kontrollschildern. So könnten empirische Zahlen insbesondere für Warenkorbgrössen und deren Preise ermittelt werden.

### **Routenwahl Bahn (von Bahnbenützern)**

Die Zeitwerte sind stabil und vernünftig. Sie sind vergleichbar mit denen aus dem Verkehrsmittelwahlexperiment. Für die Hauptstudie wurde die Zahl der Ausprägungen erhöht und die Änderungsbreite der Ausprägungen vergrössert, um die Korrelationen zu verkleinern.

### **Routenwahl PW (von PW-Benützern)**

Die Resultate sind unverändert unbefriedigend. In der Hauptstudie wird die Präsentation der Reisezeiten geändert:

Gesamtfahrzeit

- davon in stop and go
- davon freie Fahrt

Zudem wurde die Zahl der Ausprägungen erhöht, damit auch nichtlineare Modelle geschätzt werden können.

## **Verkehrsmittelwahl**

Die Resultate sind stabil und plausibel. Die Werte für ÖV-Benutzer sind jedoch etwas höher als die von den PW-Benutzern, was nicht unbedingt plausibel ist. Diesbezüglich sind weitere Abklärungen notwendig. Für die Hauptstudie wird das Design etwas angepasst.

## **Routenwahl für die nicht gewählte Verkehrsmittelalternative**

Die Resultate für die Routenwahl PW von Bahnfahrern sind unbefriedigend. Die Werte liegen trotz einer Anpassung des Versuchsplans und der Ausprägungen der Entscheidungsvariablen weit über den Werten der Experimente der Routenwahl PW von PW-Fahrern. Reisezeitverkürzungen bei Bahnfahrten werden hingegen von beiden Personengruppen etwa gleich bewertet.

Durch eine ausführliche Analyse der Daten, der Modelle, der Versuchspläne, der Formulierungen in den Fragebogen und der möglichen Gründe für die zum Teil unwahrscheinlichen Ergebnisse wurden für die weiteren Arbeiten im Rahmen der Hauptstudie, neben den bereits erwähnten Änderungsvorschlägen, die folgenden wichtigsten Änderungen beschlossen:

- Auf die Zielwahlexperimente wird verzichtet.
- Es werden neue Versuchspläne generiert, um höher dimensionale Modelle schätzen zu können.
- Das Experiment Routenwahl PW als nicht gewähltes Verkehrsmittel wird nicht mehr durchgeführt.
- Vorgaben für zu erzielende Anzahl verwertbarer Interviews, um eine konforme und heterogene Stichprobe zu erhalten:
  - VM-Wahl und Routenwahl PW als gewähltes VM: 40% oder 500 Interviews
  - VM-Wahl und Routenwahl ÖV als gewähltes VM: 40% oder 500 Interviews
  - VM-Wahl und Routenwahl ÖV als nicht gewähltes VM: 20% oder 200 Interviews
- Es sollen auch italienische Fragebogen erstellt werden.
- Die Interviewnummer erscheint auf jeder Seite des Fragebogens

## 5. Die Hauptstudie

### 5.1 Generierung der Fragebogen

Die Hauptstudie umfasste die KW 22 bis 40, d.h. vom 27. Juni bis 6 Oktober 2002. Die notwendigen Software-Änderungen und die Ausarbeitung der neuen Versuchspläne dauerten bis Mitte November, so dass die ersten Fragebogen erst in der zweiten Hälfte des Novembers verschickt werden konnten.

Insgesamt wurden 2'317 Interviews verschickt. Diese verteilten sich entsprechend der nachfolgenden Tabelle 9 auf die einzelnen Verkehrsmittel, Fahrtzwecke und Distanzklassen:

Tabelle 9: Häufigkeiten [%] der Verkehrsmittel-Fahrtzweck-Distanzklasse-Kombinationen in den KEP-Daten von 2001 - Hauptstudie

Distanz	3 - 15 km				16 - 50 km				> 50 km				Σ
	P	E	N	T	P	E	N	T	P	E	N	T	
PW	10.8	9.4	0.6	6.4	6.4	4.2	1.2	8.7	1.0	0.5	1.4	7.0	57.6
Bus	5.1	3.4	0.1	4.6	0.4	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	14.4
Bahn	3.2	1.2	0.2	2.5	4.1	1.2	0.6	4.7	1.2	0.0	1.8	7.3	28.0
Σ	19.1	14.0	0.9	13.5	10.9	5.6	1.8	13.9	2.2	0.5	3.2	14.4	100.0

P: Pendlerfahrt, E: Einkaufsfahrt, N: Nutzfahrt, T: Touristische Fahrt

Der PW dominiert in allen drei Distanzklassen. Pendler- und Einkaufsfahrten gibt es erwartungsgemäss vor allem in der ersten Distanzklasse (3 - 15 km). Auch die Busfahrten beschränken sich auf diese Distanzklasse. Der Anteil der Nutzfahrten ist in allen Distanzklassen bescheiden.

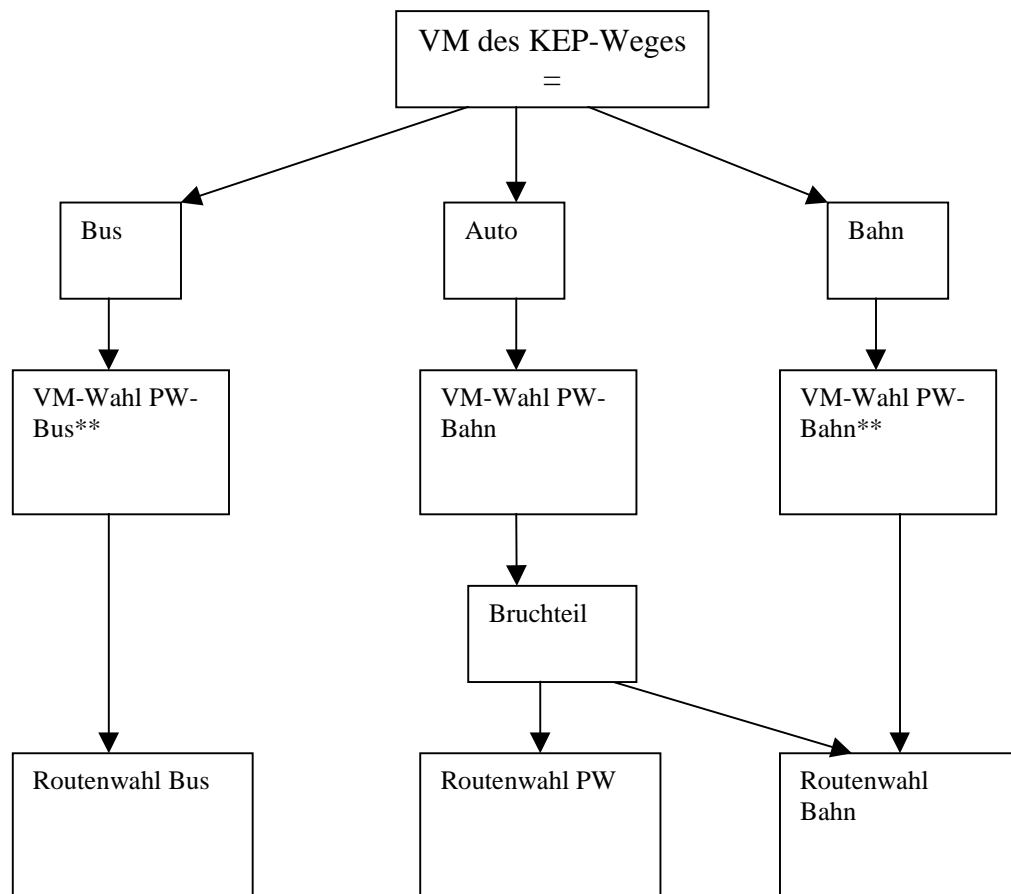
Tabelle 10: Verteilung der Weglängen – Hauptstudie

Stichprobe	KEP KW 20 - 42	Rücklauf
3 – 10 km	0.38	0.32
10 – 50 km	0.42	0.41
50 – 100 km	0.10	0.14
> 100 km	0.10	0.13



Einzig die Freizeitfahrten sind in allen drei Distanzklassen etwa gleich gut vertreten. Der Vergleich zwischen den KEP-Daten und dem Rücklauf der Studie zeigt in diesem Zusammenhang, dass die Stichprobe einen etwas höheren Anteil an längeren Fahrten besitzt (vgl. Tabelle 10). Dies ist auf die Strategie zurückzuführen, soviel wie möglich Nutzfahrten zu erfassen.

Abbildung 3: Struktur der Fragebögen, Hauptstudie



\*\* nur wenn PW verfügbar ist

In der Hauptstudie wurden je Sprachgebiet insgesamt 6 verschiedene Fragebogentypen erstellt. Die Kriterien für die Zuordnung waren jeweils das gewählte Verkehrsmittel (VM) und die Autoverfügbarkeit. Die folgende Tabelle gibt Auskunft über die entsprechenden Zusammenhänge:

Tabelle 11: Anzahl SP-Experimente pro Person nach Fragebogenkombination, Hauptstudie

VM des KEP- Weges	PW- verfügbar	VM-Wahl PW - Bahn	VM-Wahl PW - Bus	Routen- wahl PW	Routen- wahl Bus	Routen- wahl Bahn
PW	ja	6		6		
Bus/Tram	ja		6		9	
Bahn	ja	6				9
Bus/Tram	nein				9	
Bahn	nein					9
PW	ja	6				9

Wie aus Tabelle 11 ersichtlich ist, erhielten die ÖV-Benutzer ohne Autoverfügbarkeit jeweils nur ein Experiment. Beispiele der Fragebögen, Ausprägungen der Entscheidungsvariablen sowie Versuchspläne liegen dem Bericht in Anhang 2 bei.

## 5.2 Erfassung und Auswertung

Die Rücklaufquote war nicht erwartungsgemäss. Aus diesem Grunde wurden die säumigen deutschsprachigen Personen ein zweites Mal gemahnt. Doch insgesamt wurde eine Quote von 52.7% erreicht. Dabei wurden die Vorgaben recht genau erreicht. Die Tabelle 12 zeigt den Rücklauf für alle Fragebogenvariationen.

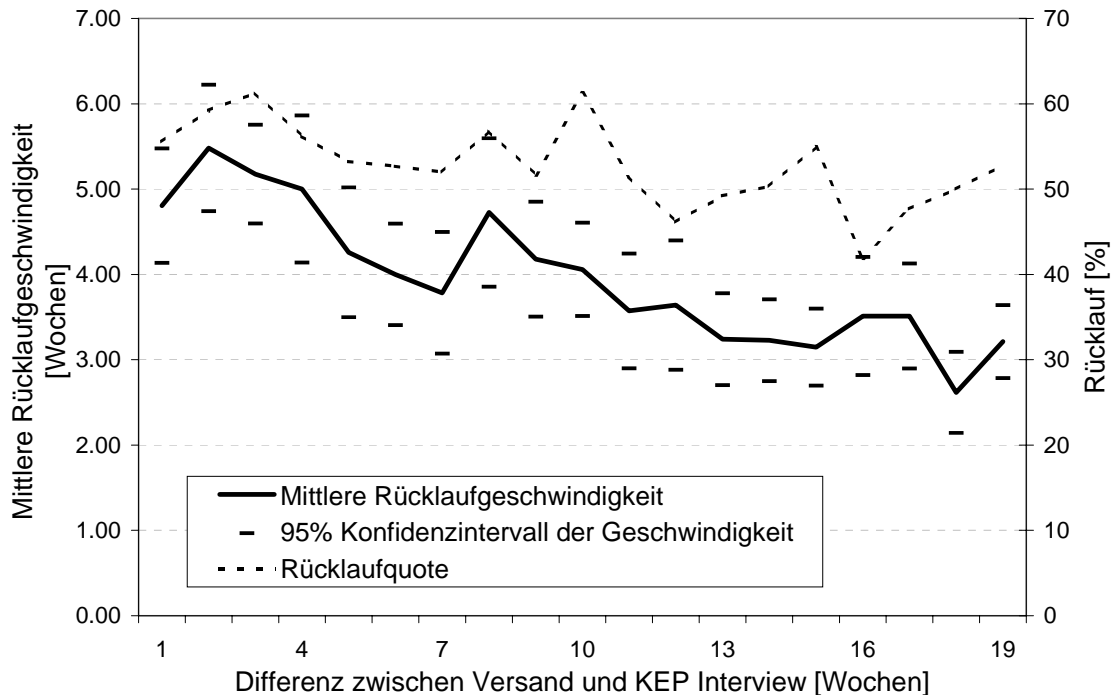
Tabelle 12: Versandte Fragebogen und Rücklauf der Hauptstudie

VM KEP- Weges	PW- verf.	VMW PW- Bahn	VMW PW-Bus	RW PW	RW Bus	RW Bahn	Versand total	Rücklauf absolut	Rücklauf relativ
PW	ja	473		473			904	473	52.2%
Bus/Tram	ja		80		80		147	80	54.4%
Bahn	ja	262				262	399	262	65.7%
Bus/Tram	nein				54		143	54	37.7%
Bahn	nein					127	253	127	50.2%
PW	ja	229				229	471	229	48.6 %
Total		964	80	473	134	618	2317	1222	52.7%

Eine Analyse des Rücklaufs zeigt ein zunächst homogenes Bild. Die Antwortrate liegt mit wenigen Ausnahmen in allen Stichproben der einzelnen Rekrutierungswochen zwischen 50%

und 60%. Dabei ist ein leichter Trend zu höheren Anteilen bei den Rekrutierungswochen erkennbar, die näher am Versand der Fragebögen liegen, vgl. Abbildung 4.

Abbildung 4: Rücklaufquote und Antwortgeschwindigkeit der Hauptstudie

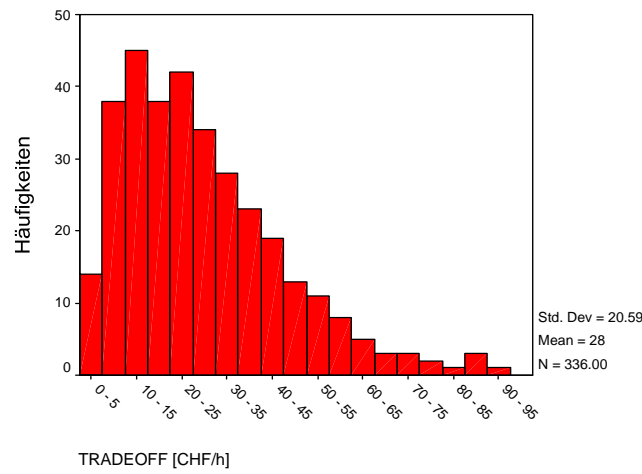


Dabei muss man berücksichtigen, dass der komplette Versand wenige Wochen nach der letzten KEP-Interviewwoche durchgeführt wurde. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Antwortgeschwindigkeit, zeigt sich eine sinngemäss entgegengesetzte Entwicklung. Die Antwortgeschwindigkeit fast verdoppelt sich bei einem Zeitraum von drei bis vier Monaten zwischen Erst- und Zweitbefragung. Diese Ergebnisse bedeuten, dass die Teilnehmer bei zunehmender zeitlicher Distanz zum telefonischen Erstkontakt und entsprechend zur Rekrutierung zwar schneller aber weniger zahlreich antworten.

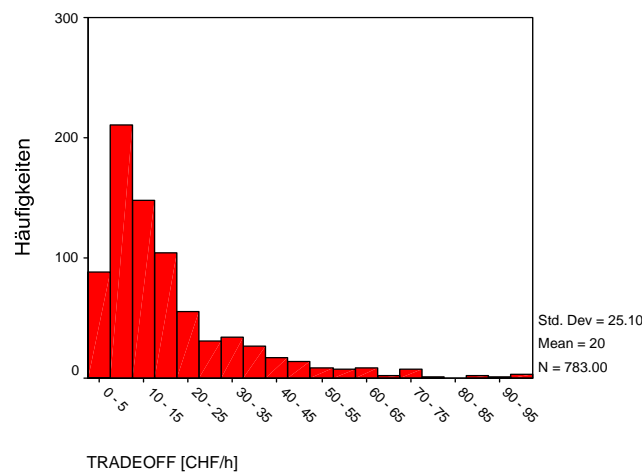
In den zwei Pretests wurden insbesondere die angebotenen absoluten Ausprägungen der Entscheidungsvariablen überprüft und gegebenenfalls angepasst. Damit wird sichergestellt, dass es durch Fehlen oder ungenügende Verteilungen von Ausprägungen nicht zu einer Beeinflussung der Stichprobe führt. Die Rücklaufstichproben der Pretests weisen die beschriebenen problembehafteten Verteilungen auf. Darin besteht ein wesentlicher qualitativer Unterschied zu der Hauptstudie, denn diese Fehler können hier ausgeschlossen werden.

Abbildung 5: Angebotene Zeitwerte (trade off) der SP-Experimente der Hauptstudie

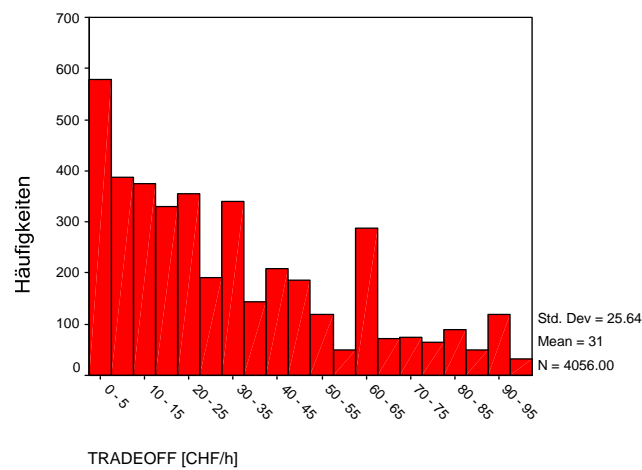
Routenwahl PW



Routenwahl ÖV



Verkehrsmittelwahl



Die Abbildung 5 zeigt die Verteilungen der in den SP-Experimenten der Hauptstudie angebotenen Zeitwerten, sog. trade offs. Das heisst, pro Entscheidungssituation ist die Differenz der Verhältnisse von Fahrtkosten und Reisezeit beider Alternativen auf Basis der berichteten Wege ermittelt. Dabei ist eine Gleichverteilung anzustreben, die einen möglichst grossen und realistischen Wertebereich abdeckt. Insbesondere sollen aber auch kleine Werte angeboten werden. Die Stichproben der Rückläufe weisen entsprechende Lücken in der Verteilung oder an ihren (unteren) an den Rändern auf.

Untersucht man die soziodemographische Struktur der Stichprobe stellt man teilweise erhebliche Unterschiede zum schweizerischen Mittel fest. Die Tabelle 13 zeigt die Struktur der vorliegenden Stichprobe im Vergleich mit denen des Mikrozensus, der KEP im Erhebungszeitraum sowie dem Personenkreis von KEP-Teilnehmern, die Bereitschaft signalisiert haben, an einer weiteren schriftlichen Befragung teilzunehmen, nämlich der vorliegenden Studie. Es wird deutlich, dass an der Befragung überdurchschnittlich viele gebildete, angestellte ÖV-Benützer teilgenommen haben. Rekrutiert durch die KEP, also letztlich die SBB, ist dieser Personenkreis besonders motiviert, zur Qualitätssteigerung des täglich benützten Verkehrssystems, dem ÖV, beizutragen.

Dies belegt auch die Tatsache, dass alle Teilnehmer die Fragebogen weitgehend komplett ausgefüllt haben. Auch die Frage nach dem Einkommen wurde von lediglich 3 % nicht oder mit der Option keine Angabe beantwortet. Die fehlenden Daten sind anhand der Kriterien, Alter, Geschlecht, Arbeitsstatus und Ausbildung imputiert worden.

Die unterschiedlichen Anteile lassen die Frage aufkommen, in wie weit die Ergebnisse der Studie allgemeingültig sind, bzw. welche Modifizierungen notwendig sind, um die Repräsentativität zu gewährleisten. Im Allgemeinen besteht die Möglichkeit die Anteile der Stichprobe mit Gewichten zu versehen. Damit können unterrepräsentierte Personengruppen hervorgehoben werden und das Gewicht überdurchschnittlicher Anteile gemindert werden. Dabei kann es sich um so genannte verhaltenshomogene Personengruppen mit nichtdurchschnittlichen Anteilen handeln, genauso wie um Gebietskörperschaften usw. Für rein deskriptive Untersuchungen wie die KEP oder den Mikrozensus ist eine solche Gewichtung zwingend notwendig. Im der vorliegenden Studie wird jedoch das Entscheidungsverhalten von Personen modelliert. Fliessen nun in die Modellformulierung alle verzerrenden Variablen ein oder wird das Verhalten eines bestimmten Personenkreises untersucht, dann entfällt die Notwendigkeit einer Gewichtung s.a. Ben-Akiva und Lerman (1985). Die Verkehrsmittelwahlmodelle berücksichtigen insbesondere die Verkehrsmittelverfügbarkeit und in den Routenwahlmodellen sind die unterschiedlichen Verkehrsmittelbenützer segmentiert (vgl. Kapitel 7). Ein Vergleich der Zeitwerte der Modelle mit und ohne Gewichtung ergibt geringe, unbestimmte Abweichungen von 3 bis 5 %.

Tabelle 13: Soziodemographische Struktur der Stichprobe, Anteile im Vergleich – Hauptstudie

Stichprobe	Mikrozensus 2000	KEP KW 20 - 42	Antwort- bereitschaft	Rücklauf
Anzahl Befragte	-	5560	3216	1191
Frauen	0.51	0.54	0.50	0.41
Alter				
unter 18	0.15	0.04	0.04	0.02
18 - 25	0.10	0.09	0.10	0.07
26 - 35	0.15	0.13	0.14	0.17
36 - 45	0.17	0.21	0.22	0.27
46 - 55	0.15	0.19	0.19	0.22
56 - 65	0.13	0.17	0.15	0.14
über 65	0.15	0.17	0.16	0.12
Halbtaxbesitz	0.35	0.38	0.43	0.52
GA-Besitz	0.06	0.06	0.07	0.11
PW-Verfügbarkeit				
immer	0.77	0.63	0.62	0.73
manchmal	0.14	0.15	0.17	0.14
nie	0.08	0.23	0.21	0.14
Ausbildung				
Primar u. Sekundarschule	0.32	0.22	0.16	0.10
Berufslehre	0.41	0.53	0.54	0.46
Matura	0.27	0.27	0.30	0.44
Arbeitslos	0.34	0.39	0.39	0.28
Teilzeit angestellt	0.14	0.15	0.25	0.16
Vollzeit angestellt	0.38	0.39	0.40	0.49
Selbstständig	0.14	0.08	0.06	0.07

Tabelle 13: Soziodemographische Struktur der Stichprobe, Anteile im Vergleich – Hauptstudie, Fortsetzung

Stichprobe	Mikrozensus 2000	KEP KW 20 - 42	Antwort- bereitschaft	Rücklauf
Haushaltseinkommen [tCHF/a]				
0 - 20	5.9			8.7
20 - 40	14.8			10.0
40 - 60	23.4			16.0
60 - 80	18.6			18.9
80 - 100	17.7			20.2
100 - 125	9.5			12.7
125 - 150	4.1			5.9
> 150	6.0			7.7

## **6. Referenzstudien**

### **6.1 Einleitung**

Die Vorstudie SVI 42/00 aus dem Jahr 2000 beinhaltet bereits eine detaillierte Analyse von aktuellen internationalen Zeitwertstudien. Im Folgenden werden aber die wichtigsten nationalen Messungen und die gebräuchlichen Ansätze noch einmal kurz geschildert. Die komplette Analyse kann in der Vorstudie im Anhang eingesehen werden. Im Folgenden werden die Inhalte und wichtigsten Ergebnisse aktueller, europäischer Zeitwertstudien noch einmal umrissen.

### **6.2 Grossbritannien**

#### **6.2.1 Historie**

Die Zeitwertforschung in Grossbritannien geht bis auf das Jahr 1960 zurück. Basis für die Zeitwertschätzung bildeten sehr einfache, aggregierte Modelle, die auf RP-Daten basierten. Die Methodologie blieb bis in die 80-er Jahre praktisch unverändert, als das Transportministerium eine wichtige Studie in Auftrag gab. Diese Studie wird oft als die "first UK-study" bezeichnet. In der Folge wurden vom Transportministerium weitere wichtige Studien in Auftrag gegeben, wobei die Forschung auf diesem Gebiet auch zurzeit noch intensiv betrieben wird.

In dieser Studie wurde erstmals der SP-Ansatz verwendet. Auch wurden hier die wichtigsten Erweiterungen der neoklassischen Theorie des Konsumentenverhaltens bezüglich der Zeitdimension beschrieben und eine Verbindung zwischen der mikroökonomischen Theorie und den diskreten Entscheidungsmodellen hergestellt.

Die berücksichtigten Fahrtzwecke waren Pendlerfahrten, Geschäftsfahrten und Freizeitfahrten. Die abgeleiteten Modelle basierten auf Verkehrsmittelwahl und Routenwahl. Bei den Verkehrsmittelwahlmodellen wurden PW, Bus und Eisenbahn, bei den Routenwahlmodellen nur der PW berücksichtigt.

Die aus der Studie resultierenden Zeitwerte sind in Tabelle 14 zusammengefasst. Dabei handelt es sich um Werte für typische Zwei-Personenhaushalte mit Vollerwerbstätigen.



Tabelle 14: UK 1985: Empfohlene Zeitwerte für ein Basisszenario [Pence/min]

Einkommen (£/Jahr)	PW	Bus	Bahn	Überlandbus	Zu Fuss
< 5'000	3.6	2.4	3.6	3.6	4.8
5'000-10'000	3.9	2.6	4.4	3.9	5.2
10'000-15'000	4.2	2.8	5.4	4.2	5.7
15'000-20'000	4.6	3.1	6.3	4.6	6.1
> 20'000	5.0	3.4	7.5	5.0	6.7

Quelle: MVA (1985)

Mittels Faktoren können diese Werte auf Verkehrsteilnehmer mit anderen soziodemographischen Determinanten verändert werden:

- Faktor für Rentner: 0.75
- Faktor für Studenten: 0.80
- Faktor für Erwerbstätige, die eine variable Anzahl Stunden arbeiten: 1.20
- Faktor für Personen in einem Ein-Personen-Haushalt: 1.10
- Faktor für Personen, in Haushalten mit mehr als Zwei-Personen: 0.90

Die Werte für PW beziehen sich auf das Fahrzeug und nicht auf die Insassen. Für die Mitfahrer konnten keine Zeitwerte abgeleitet werden.

Aus den Routenwahlmodellen konnte zudem abgeleitet werden, dass Reisezeitersparnisse in Stausituationen etwa 40% höher bewertet werden.

### 6.2.2 Value of Time Studie 1993

Eine Nachfolgestudie wurde 1993 vom britischen Transportministerium in Auftrag gegeben. Diese Arbeit befasst sich allerdings ausschliesslich mit der Zahlungsbereitschaft von Strassenbenutzern für Reisezeitgewinne.

Die wichtigsten Ziele der Studie waren:

- Herleitung von Zeitwerten für Autofahrer, für Auto-Mitfahrer, für Busbetreiber und für den Güterverkehr (Fahrzeugbesitzer)

- Differenzierung dieser Werte für bestimmte Reise-Begleitumstände, die in irgendeiner Weise als Quelle von Stress dienen könnten (Stau, grosser LW-Anteil, Anwesenheit von Fussgängern und Fahrrädern etc.)
- Differenzierung dieser Werte für bestimmte Strassentypen (Autobahnen, Hauptstrassen, städtische Strassen)
- Ermittlung von Zahlungsbereitschaften, um unerwartete Verspätungen vermeiden zu können
- Analyse jener Variablen, die einen Einfluss auf die Zeitbewertung haben könnten, wie z.B. Fahrzeugbesetzungsgrad, Haushalteinkommen versus persönliches Einkommen und im Falle von Güterverkehr, die Warengruppe
- Analyse des Zeitwertunterschieds zwischen kleinen und grossen Zeitgewinnen
- Analyse des Zeitwertunterschieds zwischen Zeitgewinnen und Zeitverlusten
- Untersuchen, ob bei der Zeitbewertung regionale Unterschiede bestehen (insbesondere zwischen London und anderen Regionen)
- Untersuchen ob die Bewertung von Freizeitfahrten seit 1985 zugenommen hat

Als Messinstrument wurden ebenfalls SP-Experimente eingesetzt.

Die zentrale Untersuchung im Rahmen dieser Studie betraf die Autofahrer und ihre Mitfahrer. Insgesamt wurden 12 Befragungsdesigns erstellt: für vier Distanzklassen und drei Strassentypen (Autobahnen, Hauptstrassen, städtische Strassen). Als Fahrzwecke wurden berücksichtigt: Pendlerfahrten, Geschäftsfahrten und "andere". Beim Fahrtzweck "andere" kann es sich um Einkaufsfahrten oder Fahrten in Zusammenhang mit der Ausbildung handeln.

Die mittleren Zeitwerte wurden mit Hilfe eines einfachen Modells abgeleitet, in welchem nur die Fahrzeit und die Fahrtkosten als erklärende Variablen verwendet wurden. Alle geschätzten Koeffizienten sind statistisch signifikant. Die Resultate sind in Tabelle 15 zusammengefasst:

Tabelle 15: UK1993: Mittlere Zeitwerte je Fahrtzweck [Pence/min]

	Geschäftsfahrten	Pendlerfahrten	Andere Fahrten
Zeitwert (p/min)	10,33	5,05	4,47

Quelle: Gunn H., M. Bradley M. und C. Rohr (1996)

Im Weiteren konnten aus der Studie die folgenden wichtigen Erkenntnisse abgeleitet werden:

- Reisezeitersparnisse werden unabhängig von der Relation zur ursprünglichen Reisezeit, tiefer bewertet als entsprechende Zeitverluste. J. Bates hat in seiner Stellungnahme zu diesem Bericht, die er im Auftrag des Transportministeriums ausgearbeitet

hat, dieses Resultat in Frage gestellt. Er weist darauf hin, dass dies eher auf die verwendete Methode zurückzuführen ist.

- Zeitgewinne unter fünf Minuten können bei Fahrten, die nicht mit Erwerbstätigkeit zu tun haben, vernachlässigt werden.
- Generell hat eine bestimmte Zeit- oder Kostenänderung eine grössere Auswirkung auf den Zeitwert, wenn diese Änderung, im Vergleich zur ursprünglicher Reisedauer, bzw. Reisekosten gross ist
- Die Zeitwerte in der Region London (städtisch und hohes Preisniveau) sind etwas höher als in anderen Regionen
- Durchschnittliche Zeitwerte sind am höchsten auf Autobahnen und am tiefsten auf städtischen Strassen
- Zwischen Zeitwert und Besetzungsgrad besteht ein positiver Zusammenhang bei Pendlerfahrten und ein negativer bei Einkaufsfahrten
- Zwischen Zeitwert und verfügbarer Freizeit besteht ein negativer Zusammenhang
- Bei einer Extrapolation für künftige Werte sollten die Einkommenselastizitäten berücksichtigt werden

Im Jahr 2000 hat das Department of Transport eine Gruppe von Forschern beauftragt, die Ergebnisse zu überprüfen. Dazu wurde eine umfangreiche erneut durchgeführt, vgl. Mackie, Wardman, Fowkes, Whelan, Nellthorp und Bates (2003). Von Ihnen wurde zuletzt ein Modellierungsansatz mit einkommens- und distanzabhängigen Elastizitäten entwickelt, der in der vorliegenden Studie ebenfalls zur Erhöhung der Modellgüte geführt hat (vgl. Kapitel 7.2).

### 6.3 Niederlande

In den Niederlanden wurden 1984 sehr umfangreiche Studien auf dem Gebiete der Zeitwertforschung gestartet. Anlass für diese Studien waren umfangreiche Verkehrsinfrastrukturpläne, die mit Hilfe der Kosten-Nutzen-Analyse bewertet werden sollten. Das Hauptziel dieser Studie bestand darin, über die folgenden Fragen Auskunft zu geben:

- Wie Reisezeitgewinne, bzw. –verluste monetär bewertet werden,
- Welche Faktoren diese Wertungen beeinflussen,
- Inwiefern unterschiedliche Gruppen von Reisenden unterschiedliche Bewertungen im Sinne ihrer Zahlungsbereitschaft vornehmen,
- In welchem Mass unterschiedliche Reisebedingungen diese Bewertungen beeinflussen

In der Studie wurden zwei Datenquellen ausgewertet, und als direkte Konsequenz davon auch zwei methodische Ansätze verfolgt. Zum einen wurden bestehende Befragungen über das Verkehrsverhalten (Haushaltbefragungen) verwendet (Revealed Preference) und zum anderen wurden mit Hilfe direkter Interviews Präferenzen für unterschiedliche hypothetische Reiseoptionen, die sich bezüglich Reisezeiten und "out of pocket"-Kosten unterscheiden haben, ermittelt (Stated Preference). In der Studie wurden grundsätzlich nur PW-Fahrer und Benutzer öffentlicher Verkehrsmittel berücksichtigt.

Für die RP-Analyse wurden bestehende Erhebungsdaten verwendet, die nicht zu diesem Zweck erhoben wurden. Aus diesen Daten wurde ein Subset von Individuen gebildet, die zwischen Auto und Zug als Verkehrsmittel wählen konnten.

Mit diesen Daten wurden einfache binäre Logit Modelle geschätzt, indem die Verkehrsmittelwahl (als abhängige Variable) von Reisezeit, Reisekosten, von einer modalen Attraktivitätsvariablen und von einer speziellen Dummy-Variablen erklärt wurde. Aus den Modellen konnten die Werte in Tabelle 16 für Zeitgewinne abgeleitet werden:

Tabelle 16: Niederlande 1990: Zeitwerte aus RP-Analyse [NGL/h]

	Pendler	Geschäftsfahrten	Andere Fahrten
Autofahrer	21.0	37.0	7.0
Zugreisende	14.0	23.0	7.0

Quelle: HCG (1990)

Obwohl die erhaltenen Werte plausibel sind, konnten nur die Werte für Pendlerfahrten als statistisch abgesichert beurteilt werden.

Im Gegensatz zu den RP-Daten wurden die SP-Daten ausschliesslich für die Zeitwertstudie erhoben. Das Experiment bestand aus Zeit/Kosten-trade off Fragen, indem jeweils zwischen zwei möglichen Reisen (mit dem gleichen Verkehrsmittel) gewählt werden musste, die sich nur in den Reisezeiten und Reisekosten unterscheiden haben. Mit diesen SP-Daten wurden drei binäre Logitmodelle für die Zwecke Pendlerfahrten Geschäftsfahrten und "andere" Fahrten geschätzt, wobei Segmentierungen bezüglich Personentyp, Haushalttyp und Reisebedingungen eingebaut wurden. Die Modellqualität war in allen drei Fällen mehr als befriedigend. Durch die Segmentierungstechniken war es möglich, Zeitwerte sehr differenziert anzugeben. Die Modellresultate sind in Tabelle 17 zusammengefasst. Die Werte in dieser Tabelle können wie folgt interpretiert werden: Zunächst wird der Basis-Zeitwert je Einkommensklasse vorgegeben. Anschliessend kann dieser Wert mit entsprechenden Faktoren für die zusätzlichen Segmentierungen "korrigiert" werden. Die "Korrektur" erfolgt, indem die Prozentwerte zum Basiswert addiert werden.

Die Studie konnte soziodemographische Effekte (Einkommen, Alter, Geschlecht) bei der Zeitbewertung feststellen. Weiterhin haben Benutzer von öffentlichen Verkehrsmitteln generell etwas tiefere Werte als Autofahrer. Pendler, die den PW benützen und sich im Stau befinden, bewerten Zeitgewinne und -verluste höher als im freien Verkehrsfluss. Bezüglich der Zeitgewinne bei Geschäftsfahrten ist folgendes zu sagen: Diese kommen sowohl dem Angestellten als auch dem Arbeitgeber zugute. In der obigen Analyse wurde nur der Teil des Nutzens berücksichtigt, welcher dem Angestellten zugute kommt. Der tatsächliche Wert von Zeitgewinnen bei Geschäftsreisen ist also höher. Einen praktikablen Lösungsansatz für die Ermittlung des gesamten volkswirtschaftlichen Nutzens hat Hensher (1977) geliefert.

Tabelle 17: Niederlande 1990: Zeitwerte aus SP-Analyse [NLG/h]

	Pendler	Geschäftsfahrten	Andere
Stichprobe/Beobachtungen:	485/5535	469/5159	1106/12166
Basiswerte je Haushalteinkommen			
0-1'500	7.0	9.1	6.3
1'501-2'500	7.0	9.1	7.4
2'501-4'000	7.7	12.2	7.9
4'001-6'000	10.3	12.7	8.9
6'001-8'000	10.4	14.5	10.4
8'001 und mehr	12.2	31.4	12.3
Anpassungsfaktoren (in %)			
Haushaltgrösse			
1 Person/1 Erwerbstätige	+21.7	+42.5	+9.0
2 Personen/2 Erwerbstätige	+14.8	+8.3	+7.1
1 oder mehr Kinder	+20.3	+4.6	+2.0
Alle anderen Typen	-	-	
Persönliche Beschäftigungsart			
Hausfrau	-	-	-15.2
Rentner	-	-	-16.5
Teilzeiterwerbstätig	+29.1	-17.6	-4.5
Alle anderen Typen	-	-	-
Altersklasse			
20 oder jünger	+43.0	45.8	-12.0
21-35 (Basis)	-	-	-
36-50	-14.6	-6.3	-3.1
51 und älter	-17.3	-3.4	-21.8

Tabelle 17: Niederlande 1990: Zeitwerte aus SP-Analyse [NLG/h], Fortsetzung

	Pendler	Geschäftsfahrten	Andere
<b>Geschlecht</b>			
Männlich (Basis)	-	-	-
Weiblich	-20.0	-0.8	+3.5
<b>Persönliche Freizeit (h pro Woche)</b>			
64 und mehr (Basis)	-	-	-
50-63	-	-	5.5
36-49	+21.6	+16.7	+17.2
35 oder weniger	+28.0	+33.1	+17.2
<b>Sub-Fahrtzweck</b>			
"andere" Arbeitsfahrten		-19.0	
Ausbildung			+19.0
Einkauf			-9.5
<b>Verkehrsmittel und -bedingungen</b>			
PW – städtischer Verkehr (Basis)	-	-	-
PW – Hauptstrasse, v >110 km/h	+9.6	+5.0	+23.8
PW – Hauptstrasse, v 100-110 km/h	+35.4	+14.5	-11.6
PW – Hauptstrasse, v 90-99 km/h	+53.0	+33.4	-6.8
PW – Hauptstrasse, v < 90 km/h	+67.8	+33.4	-6.8
Eisenbahn	+6.1	-18.5	-1.6
Bus/Tram	-9.1	-22.1	-25.1
Durchschnittswerte	12.7	19.8	8.1

Anm.: -: keine Parameterschätzung

*kursiv*: Schätzwert nicht signifikant verschieden von der Basisschätzung ( $t < 1.8$ )

## 6.4 Schweden

Auch in Schweden war das Hauptziel der Zeitwertstudie, aktuelle Ansätze für den Einsatz in KNA zu liefern. Aufgrund der Grösse des Landes wurde neben dem PW, Bus und Bahn ebenfalls das Flugzeug berücksichtigt. Auch wurden SP-Befragungen als Messinstrument eingesetzt.

Für die Ermittlung des Wertes von Zeitgewinnen bei Geschäftsfahrten wurde, wie bei fast allen Studien, der Ansatz von Hensher (1997) verwendet. Bei diesem Ansatz wird der private Teil des Zeitwertes auf die übliche Art ermittelt. Bei der Bewertung des Zeitgewinns, der dem

Arbeitgeber zugute kommt, wird von einem Produktivitätseffekt ausgegangen, wobei hierfür Informationen über die Grenzproduktivität der befragten Person erforderlich sind. Diese wurden mittels Zusatzerhebungen gewonnen. Tabelle 18 zeigt die wichtigsten ermittelten Werte.

Tabelle 18: Schweden 1995: In-Vehicle-Zeitwerte [SEK/h]

	Pendler < 50km	Geschäftsfahrten (nach Hensher 1997)	Andere Fahrten < 50km
PW	34	160	27
ÖV	54	130	43

Quelle: Algers, Lindqvist und Wildert (1995)

Weitere Ergebnisse sind:

- Die Zeitwerte waren für längere Reisen beträchtlich höher als für kürzere Reisen
- Verspätungen bei Intercityzügen wurden etwa 50% höher bewertet als Zeiten während der normalen Fahrt.
- Das Einkommen hat einen positiven Einfluss auf den Zeitwert, aber einen vergleichsweise schwachen.
- Zeitwerte für Geschäftsreisen sind bei Selbständigerwerbenden etwas tiefer als bei Angestellten

## 6.5 Norwegen

Die norwegische Zeitwert-Studie von 1997 basiert ebenfalls auf SP-Methoden. Dabei war das Hauptinteresse auf den urbanen und interurbanen Verkehr gerichtet. Es wurden Zeitwerte für Pendlerfahrten und andere private Fahrtzwecke sowie für den Geschäftsverkehr für die Verkehrsmittel PW, ÖV und Flugzeug sowie Fähre ermittelt. In der Studie wurden die britischen und die niederländischen Erfahrungen berücksichtigt.

Die Analyse der SP-Daten erfolgte wie in den bisher beschriebenen Studien auch mit Hilfe von Logitmodellen. Einige der wichtigsten Analyseresultate für den privaten Verkehr waren:

- Zeitwerte für PW und Bus im intra-urbanen Verkehr waren deutlich kleiner als im inter-urbanen Verkehr
- Zeitwerte beim inter-urbanen Verkehr nehmen mit der Reisedistanz ab
- Zeitwerte nehmen mit dem Einkommen zu
- Häufig Reisende bewerten Zeitgewinne höher

- Es gibt regionale Unterschiede in der Zeitbewertung

Für die Ermittlung der Zeitwerte für den Geschäftsverkehr wurde, wie auch in anderen Studien, der Ansatz von Hensher verwendet. Die qualitativen Analyseresultate für den Geschäftsverkehr waren ähnlich wie beim privaten Verkehr. Die Tabelle 19 zeigt die wichtigsten gemessenen Zeitwerte.

Tabelle 19: Norwegen 1997: In-Vehicle-Zeitwerte [NOK/h]

	Private Wege urban	Private Wege interurban	Geschäftswege urban	Geschäftswege interurban
PW	50	86	137	181
ÖV	56	52	106	116

Quelle: Ramjerdi, Rand, Saestermo und Saelensminde (1997)

## 6.6 Finnland

In Finnland wurde 1989 eine Studie mit dem Ziel in Auftrag gegeben, die ausländischen Erfahrungen (insbesondere die britischen und die holländischen) aufzubereiten. 1992 und 1996 wurden zwei Studien durchgeführt, die sich aber beide auf die Helsinki-Region beschränkten.

Das Ziel der ersten Studie war, eine quantitative Analyse über die Wichtigkeit einzelner "level-of-service"-Variablen im ÖV zu machen. Die Studie wurde als kombinierte RP- und SP-Analyse des Routenwahlverhaltens von Bus-Passagieren durchgeführt.

Das Ziel der zweiten Studie war zu erklären, welche Faktoren die Attraktivität beeinflussen, die PW-Fahrer verschiedenen Routen zuordnen. Die Studie wurde als Routenwahl-Modell auf Basis von SP-Befragungen konzipiert. Es wurde aber auch das aktuelle Verkehrsverhalten wurde erhoben (RP).

Die Zeitwerte, die aus diesen zwei Studien abgeleitet wurden, waren miteinander vergleichbar, und auch vergleichbar mit Werten, die in vorangehenden Jahren mit reinen RP-Daten abgeleitet wurden. Die zwei Studien dienten jedoch vor allem dazu, Erfahrungen für eine geplante nationale Studie zu sammeln, insbesondere im Zusammenhang mit der Datenerhebung und der Modellierung.

## 6.7 Dänemark

In Dänemark wurde in 2000 ein sehr detailliertes Nachfragemodell für den Grossraum Kopenhagen entwickelt. Datengrundlage bildeten dabei sowohl RP- als auch SP-Daten. Die RP-



Daten entstammten der nationalen Befragung zum Verkehrsverhalten. Die telefonische Erhebung wird kontinuierlich mit zufällig ausgewählten Personen im Alter von 10 bis 84 Jahren durchgeführt. Die SP-Daten wurden aus Erhebungen entnommen, die in Zusammenhang mit grossen Strassenbauprojekten in den 90er Jahren durchgeführt wurden.

Das Nachfragemodell beinhaltet als Submodelle die Verkehrserzeugung, die Verkehrsumlegung sowie die Verkehrsmittelwahl. Die Schätzung diskreter Entscheidungsmodelle zur Verkehrsmittelwahl erlaubte auch die detaillierte Ermittlung von Zeitwerten für das Jahr 1992. Die Tabelle 20 zeigt die ermittelten Werte. Weitere Ergebnisse sind:

- Zu- und Abgangszeiten und noch mehr Warte- und Umsteigezeiten werden zum Teil doppelt so hoch bewertet, wie die reinen Fahrzeiten.
- Parkierungskosten werden ca. 13% höher bewertet als Fahrtkosten.

Tabelle 20: Dänemark 2000: Zeitwerte für den Grossraum Kopenhagen [DKK/h]

	Pendler	Freizeit	Ausbildung	Geschäft
Bus	38.1	28.3	10.2	85.7
Eisenbahn	26.2	16.9	9.5	85.7
U-Bahn	17.5	24.5	10.1	85.7
S-Bahn	25.4	24.5	1.01	85.7
PW, freier Verkehr	18.7	23.0	9.1	46.8
PW, gestauter Verkehr	64.0	59.4	26.4	130.8

Quelle: Jovicic und Hansen (2002)

Für den Flughafen Kopenhagen-Kastrup wurde ein separates Verkehrsmittelwahlmodell geschätzt. Die ermittelten Zeitwerte sind in allen Modi etwa dreimal so hoch wie im Gesamtmodell. Eine hinreichende Erklärung dafür konnte nicht gefunden werden.

Zurzeit befindet sich eine Studie in Bearbeitung, die sich ausschliesslich mit der Ermittlung von dänischen Zeitwerten befasst.

## 6.8 Schweizer Ansätze

### 6.8.1 Studien bis 1985

In der Schweiz gab es bislang keine Studie, die empirisch Zeitwerte erfasst hat. 1982 hat die damalige Kommission zur Überprüfung von Nationalstrassenstrecken NUP ihren Abschluss-

bericht vorgelegt. Ziel war es, neben der Überprüfung und Anpassung des Anfang der 60er Jahre geplanten und bis dahin zu 70% fertig gestellten Netzes von Nationalstrassen auch die Planungsinstrumente Nutzwertanalyse NWA und Kosten-Nutzen-Analyse genauer zu betrachten und diese Verfahren zu überarbeiten. Dabei wurden Zeitwerte für Pendlerfahrten mit einem so genannten Modal Split-Ansatz berechnet und mit dem Konsumentenpreisindex hochgerechnet, vgl. Abay (1984). Die Zeitwerte für die Wegzwecke Einkauf und Freizeit entstammen einem Gesamtzeitwert für Fahrzeuge in Deutschland, vgl. Meewes und Rotengatter (1976). Sie sind anhand der mittleren zweckspezifischen Besetzungsgrade aufgeteilt. Für Nutzfahrten nahm man den Schweizerischen Durchschnittslohn an. Tabelle 21 zeigt die angenommenen Schweizer Durchschnittswerte. In einem weiteren Schritt wurden diese Zahlen anhand des Pro-Kopf-Einkommens weiter regionalisiert.

Tabelle 21: Schweiz 1982: Zeitwerte der NUP [CHF/h]

	Pendler	Einkauf	Nutzfahrt	Freizeit
PW	14.4	9.9	15.5	8.5

Quelle: Lüthi (1982)

1980 hat Walter Lüthi eine Dissertation mit dem Titel „Monetäre Quantifikation von Zeitgewinnen am Beispiel des Individualverkehrs“ vorgelegt. Die Arbeit ist rein auf Basis ökonomischer Betrachtungen ohne Vergleichsmessungen durchgeführt worden. In die Berechnung zur Bestimmung des individuellen Wertes von Zeitgewinnen fliessen dabei die folgenden Determinanten ein:

- Einkommensstruktur
- Zeitbudgetstruktur
- Dauer des Transports
- Haushaltsgrösse
- Alter und Geschlecht der Verkehrsteilnehmer
- Transportkosten
- Sozioökonomischer, psychologischer sowie wirtschaftspolitischer Einfluss

Er definiert den Stundenwert einer Arbeitsstunde als BSP pro Erwerbstätigen / mittlere Arbeitszeit und erhält einen Wert von CHF 28.00. Die Nichtarbeitsstunde setzt er mit 25% des mittleren Stundenlohnes an, weil die nicht Arbeitszeit viermal so gross wie die Arbeitszeit ist.

## 6.8.2 ASTRA – Staukosten im Strassenverkehr

Das Bundesamt für Strassen ASTRA hat 1998 eine Untersuchung zu den Staukosten im Strassenverkehr lanciert. Damit wurden die mehrere Ziele verfolgt:

- Entwicklung einer Methodik zur Definition und Erfassung der Staubedingten Kosten im Strassenverkehr
- Abschätzung der jährlich anfallenden Staukosten und Vergleich derer mit den übrigen externen Kosten
- Hinweise zur Minderung der Staukosten an Kapazitätsengpässen wie Baustellen

In der Untersuchung wurden etliche Pendlerstudien der 60er und 70er Jahre analysiert und auf das Jahr 1998 hochgerechnet, s.a. Tabelle 22.

Tabelle 22: Schweiz 1998: Zeitwertannahmen des ASTRA [CHF/h]

	Pendler	Einkauf	Nutzfahrt	Freizeit
PW	25.0 ±20%	10.0 ±30%	100.0 ±50%	10.0 ±30%

Quelle: Keller, Iten, Aebi, Altheer und Frick (1998)

## 6.8.3 Verifizierung von Prognosemethoden im Personenverkehr am Beispiel Einführung des ICN (ICN-Studie)

Im Jahr 2002 wurde am IVT eine Studie im Auftrag der SVI mit dem Ziel durchgeführt, die Grenzen und Möglichkeiten von drei betrachteten Parametersätzen mittels Vorher-/Nachheranalyse aufzuzeigen und zu beziffern. Dabei bot diese Untersuchung gleichzeitig die Möglichkeit auch andere für die Verkehrsprognose wichtige Aspekte zu analysieren. Neben der Untersuchungsmethodik erwies sich hier vor allem die Qualität und Verfügbarkeit der vorhandenen Datengrundlagen für die Abbildung des Verkehrsgeschehens als entscheidend. Die Einführung der IC-Neigezüge (ICN) im Jahr 2001 und weiterer Angebotsverbesserungen im Schienen- und Strassenverkehr, boten die Gelegenheit, durch Vorher-/Nachhererhebungen die Prognosemethoden in einem bestimmten Untersuchungsraum zu verifizieren.

Bei den Verkehrsprognosen wurden in einem ersten Schritt die Auswirkungen eines veränderten Verkehrsangebots auf die Routenwahl ermittelt. Dies ist die Voraussetzung für die Berechnung der modalen Verlagerungen der Verkehrsnachfrage und die nachfolgende Überprüfung der Verkehrsprognosen. Für die Berechnung der Verkehrsmittelwahländerungen sind die drei gebräuchlichsten Arten von Prognoseansätzen zu überprüfen:

- Klassische Elastizitäten
- RP-Modelle, d.h. Modellparameter auf Grundlage von RP-Daten

- SP-Modelle, d.h. Modellparameter auf Grundlage von SP-Daten

Die Untersuchung konnte als Nebenprodukt auch Zeitwerte auf der Basis der SP-Befragungen ermitteln. Die SP-Experimente waren aus dem Bereich Verkehrsmittelwahl (PW / Bahn) und Routenwahl (Bahn). Die geschätzten Modellparameter, die Zeitwerte und die relativen Bewertungen der Einflussgrößen wurden fahrtzweckspezifisch ermittelt. Die Tabelle 23 zeigt die ermittelten Werte.

Tabelle 23: Schweiz 2002: Zeitwerte der SP Schätzungen [CHF/h]

	Alle	Pendler	Einkauf	Geschäft	Freizeit / Urlaub
<b>Verkehrsmittelwahl</b>					
PW	27.7	15.2	25.3	74.6	25.3
ÖV	18.5	8.7	16.0	55.8	16.7
<b>Routenwahl</b>					
ÖV	17.1	11.9	20.1	52.4	15.8

Quelle: Vrtic und Axhausen (2003)

Die berechneten Zeitwerte der Routenwahl unterscheiden sich nicht sehr von den berechneten Zeitwerten aus dem Verkehrsmittelwahlmodell. Dies ist eine Bestätigung dafür, dass die Einflussgrößen bei den Entscheidungen unabhängig von der Entscheidungsebene bewertet werden.

## 7. Modellschätzungen und Ergebnisse

### 7.1 Hinweise zu Modellschätzungen

Wenn man von Modellierung spricht, so ist damit die statistische Nachbildung realer Entscheidungen gemeint. Man nimmt an, dass die Verkehrsteilnehmer diejenige Alternative auswählen, die ihnen den grössten Nutzen bringt. Bei der Modellierung wird versucht, diesen Nutzen mit relevanten Variablen zu beschreiben, d.h. es wird die Zusammensetzung der Funktion definiert und in welcher Form die Variablen einfließen. Für das definierte Nutzenmodell wird dann mittels der Maximum Likelihood Schätzung die Stärke des Einflusses jeder einzelnen Variablen ermittelt, also die Parameter der Entscheidungsvariablen. Eine der gebräuchlichsten Modellformen ist das Logit Modell. Grundsätzlich wird dabei der subjektive, individuelle Nutzen der Alternative berechnet, wobei die Entscheidung zu Gunsten der Alternative fällt, die den höchsten Nutzen aufweist. In diesem Zusammenhang wird auch von ökonomischen Nutzenmodellen gesprochen. Dabei wird ein rationelles, objektives Handeln der Verkehrsteilnehmer vorausgesetzt.

Es wird also angenommen, dass jeder Verkehrsteilnehmer umfassend über alle Alternativen informiert ist. Dies betrifft zum Beispiel die zur Wahl stehenden Ziele, alle zur Verfügung stehenden Verkehrsmittel (inklusive deren Fahrplandaten, Reisezeiten, Fahrzeugabstellmöglichkeiten, der entsprechenden Kosten u.a.) oder der lückenlose Überblick über das nutzbare Wege- bzw. Liniennetz.

Diese Annahme ist insofern problematisch, als dass jede Person naturgemäss nur einen Ausschnitt der Alternativen und ihrer Eigenschaften kennt. Das Verhalten basiert auf dem persönlichen Informationsgrad, der von Person zu Person stark differiert. So sind zum Beispiel die Verkehrsteilnehmer unterschiedlich über das Angebot im ÖV informiert. Um dies zu berücksichtigen, muss der objektive Nutzen einer Variante um einen zufälligen Betrag erweitert werden, der für jede Person, Alternative und Situation spezifisch ist. Dieser Betrag ist aus Sicht der aussen stehenden Beobachter zufällig. Aktuelle Situationen, wie sich ständig ändernde Netzzustände, können von den Verkehrsteilnehmern mangels Informationen nur in geringem Masse bei ihren Wahlentscheidungen berücksichtigt werden. Deshalb setzt sich der in das Modell einflussende Nutzen aus zwei Teilen zusammen, vgl. Ortuzar und Willumsen (1994):

Ein messbarer, systematischer Teil  $V_{jq}$ , der den Wert des objektiven Nutzens der Alternative  $j$  für die Person  $q$  darstellt und ein zufälliger Anteil oder Fehler  $\varepsilon_{jq}$ , der  $V_{jq}$  hinsichtlich Individualität der Verkehrsteilnehmer und möglicher Mess- und Beobachtungsfehler korrigiert.

Der Nutzen  $U_{jq}$  ergibt sich aus:

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

Allerdings variiert der messbare Nutzen  $V_{jq}$  gemäss der Eigenschaften der Alternative, den individuellen Eigenschaften der Personen selbst und der Entscheidungssituation. Der Systematische Nutzenanteil hat deshalb drei Teile:

$$\begin{aligned} V_{jq} = & \alpha_{jq} + \sum_{m=1}^{m=n'} \beta_{mjq} X_{mjq} + \\ & + \sum_{k=n'+1}^{k=n''} \beta_{kjq} S_{kjq} + \\ & + \sum_{l=n'+1}^{l=n} \beta_{ljq} E_{ljq} + \end{aligned}$$

mit:

$X_{mjq}$ : Eigenschaften  $m$  der Alternative  $j$  für Person  $q$

$S_{kjq}$ : Eigenschaften  $k$  der Entscheidungssituation der Person  $q$  für Alternative  $j$

$E_{ljq}$ : Eigenschaften  $l$  der Person  $q$  hinsichtlich Alternative  $j$

Als Masszahlen für den Modellfortschritt dienen die folgenden Grössen:  $L(0)$  stellt den Ausgangswert der Log-Likelihood-Funktion vor Einführung der Parameter dar. Die Masszahl  $\rho^2$  bzw. Pseudo- $\rho^2$  gibt die Höhe der Verbesserung der Schätzung gegenüber dem Nullmodell, also dem parameterlosen Ausgangsmodell der Schätzung an. Sie berechnet sich aus

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL_{\text{geschätztes Modell}}}{LL_{\text{Nullmodell}}}$$

Pseudo- $\rho^2$  nimmt dementsprechend Werte zwischen 0 und 1 an. Je grösser der Wert wird, desto höher ist die relative Modellgüte. Der Wert 0 bedeutet, dass das Modell nach Einführung

von Variablen gegenüber dem Nullmodell keine höhere Modellgüte aufweist. Würde der theoretische Wert 1 erreicht, dann hat das Modell die höchste Modellgüte und den maximal möglichen LL-Wert Null erreicht. Im Allgemeinen bedeutet ein Wert von Pseudo- $\rho^2 > 0.3$  in der Modellierung bereits eine genügend hohe Erklärungskraft des Gesamtmodells.

Ein weiterer Messindikator ist der LL-Ratio-Test. Verglichen werden jeweils zwei Modelle: Das Nullmodell und das definierte Modell. Der Vergleich dient der Prüfung, ob das definierte Modell tatsächlich eine signifikant höhere Modellgüte aufweist als das Nullmodell. Die Teststatistik LR

$$LR = -2 * (LL_{\text{geschätztes Modell}} - LL_{\text{Nullmodell}})$$

folgt der Chi-Quadrat-Verteilung.

Bei der Modellierung tritt immer wieder die Frage auf, welche Kriterien ein Modell zu einem guten Modell machen und welches Modell aus der Vielzahl an möglichen Varianten das Beste ist. Schon die Zielsetzung ist dabei problematisch, denn die Erklärungskraft des gesamten Modells ist nicht zwingend abhängig von Signifikanz und dem Verhältnis von Parameter und Varianz der einzelnen Parameter. Ziel der Modellierung ist es ja, ein möglichst genaues Abbild der Realität unter der Vorgabe einer einfachen Struktur zu erzeugen. Deshalb lässt sich keine konkrete Aussage treffen bzw. kein Kriterium aufführen, das hinreichend für die Beurteilung der Modellqualität ist. In den meisten Fällen wird sich dieses gesuchte Optimum durch mehrere Merkmale und deren Zielfunktionen bestimmt.

Die Ergebnistabellen auf den kommenden Seiten zeigen dementsprechend die Zusammensetzung der Nutzenfunktion, sowie die geschätzten Parameter und ob der Einfluss signifikant ist. Hierzu dient ein t-Test. Liegt der Wert dieser Testgröße über 1.96, so ist der Einfluss der Variablen in der Nutzenfunktion mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% signifikant. In diesem Zusammenhang ist für die Modellierung bzw. die Beurteilung von Zwischenergebnissen ein wesentliches Argument, ob die geschätzten Parameter nicht nur signifikant sind, sondern auch das erwartete Vorzeichen besitzen. Im Zusammenhang mit den Ergebnistabellen muss noch gesagt werden, dass sich bei SP-Befragungen der Stichprobenumfang N nicht auf die Teilnehmerzahl, sondern auf die Anzahl der jeweils berücksichtigten Experimente, d.h. die präsentierten Wahlsituationen bezieht.

Bildet eine SP-Befragung die Grundlage, sollte die Schätzung, wie beschrieben, mit der Implementierung der Entscheidungsvariablen beginnen. Diese Nutzenfunktionen stellen die Basis der Modellierung, die Grundmodelle, dar. In der vorliegenden Studie sind die Entscheidungsvariablen für die Verkehrsmittelwahlmodelle neben den Reisekosten die Reisezeiten, sowie

der Takt und die Anzahl der Umsteigevorgänge im ÖV. Um die Entscheidungssituation beim PW nicht zu trivial werden zu lassen, ist die Reisezeit PW aufgeteilt in einen Anteil „Fahren in stop&go“ und einen Anteil „frei Fahrt“, s.o. Für die Modellierung tritt dabei die Frage auf, welches Gewicht diese beiden Variablen besitzen und inwieweit sie sich von einander unterscheiden. Dies lässt sich mittels t-Test für mehrere Modellformulierungen vergleichend testen.

Hat man die Grundmodelle definiert, werden verschiedene Ansätze und Module eingesetzt bzw. getestet werden. Weiterhin können je nach Datengrundlage soziodemografische bzw. situationsbezogene Variablen im Modell Berücksichtigung finden. Zuletzt sollte versucht werden, das Modell wieder zu vereinfachen. Dabei können schwach einflussende Variablen entnommen werden, wenn die erreichte Modellgüte dabei in etwa gehalten werden kann.

Ein weiteres Ziel der Studie ist es Zeitwerte für unterschiedliche Wegezwecke zu ermitteln. Die Befragung ist dementsprechend so angelegt, dass die beschriebenen Wege in die vier Schweizweit üblichen Kategorien Pendlerfahrt (P), Einkaufsfahrt (E), Nutzfahrt (N) sowie touristische Fahrt (T). Dabei ist zunächst zu testen, inwieweit sich die einzelnen Zeitwerte der Wegezwecke signifikant von einander unterscheiden. Dazu kann in ähnlicher Weise wie gerade beschrieben ein t-Test der Parameter herangezogen werden. Die hier genutzte Software Biogeme Vers. 07.12 kann Modellformulierungen verarbeiten, die die Zeitwerte direkt als Parameter beschreiben. Die Testergebnisse zeigen keine Struktur, die auf gleiche Zeitwerte über alle Wegezwecke hinweisen. Es muss davon ausgegangen werden, dass Reisezeitersparnisse je nach Zweck der Reise auch unterschiedlich bewertet werden.

Tabelle 24: Verzeichnis der Modellansätze

Ansatz bzw. Test	Modellergebnisse
Test von Unterschieden der Reisezeitparametern	Tabelle 26
Grundmodelle	Tabelle 28
Modelle mit wahrscheinlichkeitsverteilten Parametern	Tabelle 30
Modelle mit Elastizitätsparametern für Einkommen und Weglänge	Tabelle 32
Modelle mit Zeit- und Geldbudgets	Tabelle 34
Modelle mit soziodemographischen Variablen	Tabelle 35
Empfohlene Modelle	Tabelle 38
Test Quervergleich mit einer SP-Studie mit KEP-Basis	Tabelle A-1 2, Anhang

Die verschiedenen Tests und Ansätze sind in Kap. 7.2 aufgeführt. Die Ansätze mit positiven Ergebnissen werden dann in Kap. 7.3 sukzessive in die Nutzenfunktion implementiert. Daraus ergeben sich die empfohlenen Modelle. In der Studie wird weiterhin ein Quervergleich mit



einer SP-Studie ebenfalls die KEP als Datenquelle genutzt hat gezogen. Dieser Vergleich befindet sich im Anhang. Die Tabelle 24 gibt einen Überblick der getesteten Ansätze und geschätzten Modelle.

## 7.2 Modellansätze der Studie

Für die Vorbereitung der eigentlichen Schätzreihen und insbesondere mit Hinblick auf das Forschungsziel erscheint deshalb ein Test notwendig, der Aufschluss über die unterschiedlichen Reisezeitbewertungen gibt. Getestet wird dabei ob sich Reisezeitparameter signifikant voneinander unterscheiden. Tabelle 26 zeigt die drei Modellergebnisse, bei denen die Reisezeit jeweils unterschiedlich in die Nutzenfunktionen einfließt (vgl. Tabelle 25).

Tabelle 25: Nutzenfunktionen der Modelle Test von Reisezeitparametern, Verkehrsmittelwahl PW - Bahn

Modell β Reisezeit ÖV β RZ PW stop&go β RZ PW fr. Fahrt	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz ÖV}} * \text{Reisezeit ÖV} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} + \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz PW SG}} * \text{Reisezeit PW Stop\&Go} + \beta_{\text{Rz PW F}} * \text{Reisezeit PW freie Fahrt}$
Modell β Reisezeit ÖV β Reisezeit PW	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz ÖV}} * \text{Reisezeit ÖV} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} + \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz PW}} * \text{Reisezeit PW}$
Modell β Reisezeit (generisch)	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz}} * \text{Reisezeit} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} + \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz}} * \text{Reisezeit}$

Die Basis bildet das Verkehrsmittelwahlexperiment PW / Bahn. Das erste Modell enthält drei unterschiedliche Parameter für die Reisezeit, und entspricht der Situationsbeschreibung im Fragebogen. Die Korrelation der Parameter für die Reisezeit PW freie Fahrt und Bahn genauso wie die niedrige Korrelation zwischen PW stop&go und PW freie Fahrt sowie Bahn sind durch den Versuchsaufbau vorgegeben. Die Tatsache, dass ein berichteter Weg aus dem KEP-Interview die Grundlage für die Berechnung der Reisezeiten in den Situationen bildet, lässt entsprechende Variationen in nur geringem Masse zu, wenn sich die Zahlen in einem reali-

tätsnahen Rahmen bewegen sollen. Hingegen sorgen auf der Strasse fiktive Zahlen für die Stauanteile für eine geringere Korrelation.

Tabelle 26: Modelle Test von Reisezeitparametern, Verkehrsmittelwahl PW - Bahn

Modell mit $\beta$ -Parametern für...	Reisezeit ÖV		$\beta$ Reisezeit ÖV		$\beta$ Reisezeit (generisch)		
	RZ PW stop&go		$\beta$ Reisezeit PW				
	RZ PW freie Fahrt						
<b>Modell Charakteristika</b>							
N	5784		5784		5784		
L (C)	-3701		-3701		-3701		
L ( $\beta$ )	-2778		-2747		-2779		
LL – Ratio Test	1846		1844		1844		
$\rho^2$	0.249		0.249		0.249		
<b>Variablen</b>	<b>Einheit</b>	<b>Koeff.</b>	<b>t-Test</b>	<b>Koeff.</b>	<b>t-Test</b>	<b>Koeff.</b>	<b>t-Test</b>
Konstante PW	-	-0.347	-4.04	-0.338	-3.99	-0.453	-5.49
Reisekosten	CHF	-0.102	-26.36	-0.102	-26.37	-0.109	-31.12
Reisezeit	min					-0.046	-19.12
Reisezeit ÖV	min	-0.048	-19.28	-0.047	-19.30		
Reisezeit PW	min			-0.052	-16.50		
Reisezeit PW stop&go	min	-0.058	-6.57				
Reisezeit PW freie Fahrt	min	-0.052	-15.92				
Anz. Umsteigevorgänge	-	-0.636	-13.99	-0.635	-13.98	-0.630	-13.39
Takt	min	-0.022	-4.05	-0.022	-10.94	-0.022	-10.89
<b>Verhältniszahlen</b>							
Umsteige/Reisezeit	min/U.	13.3		13.3		13.8	
Takt/Reisezeit	-	0.462		0.462		0.477	
Zeitwert	CHF/h					25.3	
Zeitwert ÖV	CHF/h	27.9		27.9			
Zeitwert PW	CHF/h			30.7			
Zeitwert PW stop&go	CHF/h	34.2					
Zeitwert PW freie Fahrt	CHF/h	30.5					
<b>t-Test der Parameter</b>							
			<b>t-Test</b>		<b>t-Test</b>		
Reisez. stop&go/freie F.			-0.71				
Reisez. PW frei/ÖV			2.51				
Reisez. PW stop&go/ÖV			-2.28				
Reisezeit PW/ÖV					-3.28		

Allerdings zeigt der t-Test der Parameter, dass die Einflüsse von Fahren bei stop&go und freier Fahrt bei der Entscheidung klar nicht signifikant (-0.71) von einander unterschiedlich sind. Der gleiche Signifikanztest im ersten und im zweiten Modell zeigt einen hochsignifikanten Unterschied zwischen PW und Bahnreisezeitparametern (-3.28). Die Testreihe wird durch ein Modell komplettiert, das einen einzigen Reisezeitparameter für beide Modi beinhaltet. Damit wird allerdings keine Erhöhung der Modellgüte gegenüber dem Modell mit spezifischen Reisezeitparametern erreicht.

Es kann also festgehalten werden: Die Reisezeiten werden verkehrsmittelspezifisch wahrgenommen. Innerhalb einer Alternative wird nicht zwischen wechselnden Verkehrszuständen entschieden und die Fahrt im Stau wird nicht wie erwartet besonders eingestuft. Hingegen wird die Reisezeit in unterschiedlichen Verkehrsmitteln auch unterschiedlich beurteilt. Dieses Ergebnis macht deutlich, dass insbesondere bei der Bewertung eingesparter Reisezeit für die verschiedenen Verkehrsmittel differenzierte Zeitkostensätze anzunehmen sind, falls nicht massnahme- oder verfahrensspezifische Gründe dagegen sprechen.

Im Folgenden werden nun verschiedene Modellansätze vorgestellt. Es wird dabei wie besprochen das grundlegende Modell als Basis genommen. Die genutzte Schätzsoftware ist in der Lage Skalierungsparameter zur Korrektur der unterschiedlichen Fehlervarianzen in unterschiedlichen Datensätzen zu ermitteln. Ein Skalierungsfaktor grösser 1 bedeutet z.B., dass die Varianzen des Modells für den skalierten Datensatz kleiner sind als für den Referenzdatensatz. Dadurch besteht die Möglichkeit, verschiedene Datensätze zu koppeln, um generische Parameter zu schätzen, wie hier z. B. für die Reisekosten oder Takt und Anzahl der Umsteigevorgänge bei der Routenwahl. Dadurch werden die Modelle weniger umfangreich und entsprechend weniger kompliziert. Zunächst werden die Modelle für die Routen- und Verkehrsmittelwahlensätze getrennt geschätzt: Die Routenwahlmodelle beinhalten dabei die Datensätze PW-Routenwahl, sowie Bahn-Routenwahl und zwar durch Bahnfahrer als auch durch Personen, die im KEP-Telefoninterview angegeben haben, ihre Wege mit dem PW durch zu führen. Schätzungen auf Basis des Datensatzes Routenwahl Bus ergeben keine plausiblen Ergebnisse. Selbst bei einfachen Modellen sind fast alle geschätzten Parameter nicht signifikant. Ein Grund ist die sehr kleine Stichprobe, ein weiterer liegt darin, dass bei der Befragung innergemeindliche Wege, z.B. von Zürich nach Zürich, von offenbar nicht ausreichend illustriert werden konnten und für die Befragten eventuell irritierend waren.

Bei der Definition der Nutzenfunktionen der Verkehrsmittelwahlmodelle sind die Dummy-Variablen, also ja/nein Variablen, immer der Wahl der Alternative PW zugeordnet, das heisst sind die geschätzte Parameter negativ, so stellen sie einen positiven Nutzen des öffentlichen Verkehrs dar.

Die Tabelle 27 zeigt für beide Modelltypen die Grundmodelle mit den Variablen der SP-Experimente als Referenz dar. Neben den beiden Modellen, die ausschliesslich die Variablen beinhalten, die die Situation in den SP-Experimenten beschreiben, sollten bei Verkehrsmittelwahlmodellen die so genannten Trägheitsvariablen in die Nutzenfunktion einfließen. Dazu gehören insbesondere Variablen, die Verkehrsmittelverfügbarkeit definieren ebenso, wie das real beobachtete Verhalten, in diesem Fall, welches Verkehrsmittel für den im KEP-Interview berichteten Weg gewählt wurde. Die Trägheitsvariablen vermindern den Fehler der Schätzung, weil sie die situativen Zwänge persönlichen Vorlieben der Befragten Rechnung tragen. Ein in der Studie durchgängig beobachtetes Phänomen ist, dass bei Einführung der Trägheitsvariablen einerseits die Modellgüte steigt und andererseits aber die Zeitwerte stark steigen (vgl. Tabelle 28).

Tabelle 27: Nutzenfunktionen der Grundmodelle

Modell Routenwahl	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{RK}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz ÖV}} * \text{Reisezeit}_{\text{ÖV}} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \beta_{\text{RK}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz PW}} * \text{Reisezeit}_{\text{PW}}$
	Bem.: Die Stichproben Routenwahl ÖV und PW sind kombiniert mit spezifischen Nutzenfunktionen.
Modell Verkehrsmittelwahl	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{RK}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz ÖV}} * \text{Reisezeit}_{\text{ÖV}} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} + \beta_{\text{RK}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz PW}} * \text{Reisezeit}_{\text{PW}}$
Modell Verkehrsmittelwahl inkl. Trägheitsvariablen	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{RK}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz ÖV}} * \text{Reisezeit}_{\text{ÖV}} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} + \beta_{\text{RK}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz PW}} * \text{Reisezeit}_{\text{PW}} + \beta_{\text{HT}} * \text{Halbtaxbesitz} + \beta_{\text{GA}} * \text{GA-Besitz} + \beta_{\text{PW Verf.}} * \text{PW verfügbar} + \beta_{\text{Wahl PW (KEP)}} * \text{Wahl des PW im berichteten KEP-Weg}$

In diesen ersten Modellvarianten geht es weniger um die endgültige Schätzung der Parameter zur Ermittlung der Zeitwerte, sondern darum die Einflüsse zu kontrollieren und Modellfortschritte zu erkennen. Diese Grundmodelle dienen also als Basis, auf der die detaillierten Ansätze aufbauen. Positiv zu vermerken ist, dass alle Parameter hoch signifikant sind. Betrachtet man die Skalierungsparameter, so zeigen sich plausible Ergebnisse: Die Varianz der PW-Fahrer, die eine Routenwahl Bahn durchführen ist höher, als wenn sie über Routen ihres im PW entscheiden. Diese Plausibilität unterstützt die Ergebnisse.

Tabelle 28: Grundmodelle

Modelltyp		Routenwahl		Verkehrsmittelwahl		V'mittelwahl inkl. Trägheitsvariablen	
Modell Charakteristika							
N		8400		5784		5784	
L (0) bzw. L (C)		-5822		-3701		-3701	
L ( $\beta$ )		-4632		-2747		-2408	
LL – Ratio Test		2397		1908		2586	
$\rho^2$		0.206		0.258		0.349	
Variablen	Einheit	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test
Konstante PW	-			-0.338	-3.99	-1.097	-9.14
Reisekosten	CHF	-0.147	-13.40	-0.102	-26.37	-0.057	-14.83
Reisezeit ÖV	min	-0.067	-17.85	-0.047	-19.30	-0.038	-15.03
Reisezeit PW	min	-0.085	-10.76	-0.052	-16.50	-0.047	-14.63
Anz. Umsteigevorgänge	-	-1.140	-27.01	-0.635	-13.98	-0.670	-14.41
Takt	min	-0.036	-21.61	-0.022	-10.94	-0.027	-13.26
Halbtax-Besitz (PW)	j/n					-1.024	-11.48
GA-Besitz (PW)	j/n					-1.357	-9.68
PW verfügbar	j/n					0.344	4.02
Wahl PW im KEP-Weg	j/n					1.432	17.61
Skalierungsparameter		Koeff.	t-Test*				
PW / Bahn		1.249	1.96				
Bahn (PW-Fahrer) / Bahn		0.860	1.84				
Referenz Bahn (Bahnfahrer)		1.000					
* Für $\beta \neq 1.000$							
Verhältniszahlen							
Umsteige/Reisezeit	min/U.	16.9		13.3		17.6	
Takt/Reisezeit	-	0.541		0.462		0.727	
Zeitwert ÖV	CHF/h	27.5		27.9		39.5	
Zeitwert PW	CHF/h	34.5		30.7		49.0	

Eine Modellausprägung stellt die Einführung von variierenden Parametern dar. Bei diesen Mixed Logit oder Random Parameter Logit Modellen werden keine fixen Parameter geschätzt, sondern man nimmt an, dass die Parameter eine Wahrscheinlichkeitsverteilung haben.

Das bedeutet, dass neben dem Mittelwert der Parameterverteilung auch die Streuung der Verteilung geschätzt wird. Dieser Ansatz hat in den letzten Jahren rasch an Bedeutung gewonnen, da er heute numerisch relativ einfach zu implementieren ist und eine sehr flexible Modellierung der zugrunde liegenden multinominalen diskreten Wahlentscheidung erlaubt. Es lassen sich Zustandsabhängigkeit, zeitliche Korrelation unbeobachteter Grössen und individuelle Heterogenität also Geschmacksvariationen leichter abbilden.

Tabelle 29: Nutzenfunktionen der Modelle mit wahrscheinlichkeitsverteilten Parametern

Modell Routenwahl	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{Rk}} [\sigma_{\text{Rk}}] * \text{Reisekosten} +$ $\beta_{\text{Rz ÖV}} * \text{Reisezeit ÖV} +$ $\beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} +$ $\beta_{\text{Rk}} [\sigma_{\text{Rk}}] * \text{Reisekosten} +$ $\beta_{\text{Rz PW SG}} * \text{Reisezeit PW Stop\&Go} + \beta_{\text{Rz PW F}} * \text{Reisezeit PW freie Fahrt}$
Bem.: Die Stichproben Routenwahl ÖV und PW sind kombiniert mit jeweils spezifischen Nutzenfunktionen.	
Modell Verkehrsmittelwahl	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{Rk}} [\sigma_{\text{Rk}}] * \text{Reisekosten} +$ $\beta_{\text{Rz ÖV}} * \text{Reisezeit ÖV} +$ $\beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} +$ $\beta_{\text{Rk}} [\sigma_{\text{Rk}}] * \text{Reisekosten} +$ $\beta_{\text{Rz PW}} * \text{Reisezeit PW}$
Modell Verkehrsmittelwahl inkl. Trägheits- variablen	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{Rk}} [\sigma_{\text{Rk}}] * \text{Reisekosten} +$ $\beta_{\text{Rz}} * \text{Reisezeit} +$ $\beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} +$ $\beta_{\text{Rk}} [\sigma_{\text{Rk}}] * \text{Reisekosten} +$ $\beta_{\text{Rz}} * \text{Reisezeit} +$ $\beta_{\text{HT}} * \text{Halbtaxbesitz} + \beta_{\text{GA}} * \text{GA-Besitz} +$ $\beta_{\text{PW verf.}} * \text{PW verfügbar} +$ $\beta_{\text{Wahl PW (KEP)}} * \text{Wahl des PW im berichteten KEP-Weg}$

Die Tabelle 29 zeigt diesen Ansatz, in dem die Variablen für Reisekosten und Reisezeiten mit Mittelwert und Streuung modelliert werden. Als Typ der Wahrscheinlichkeitsverteilung wird dabei eine Normalverteilung angenommen, die in diesem Fall eine ausreichende Näherung darstellt. Die Ergebnisse der Schätzung findet man in Tabelle 30. Die ermittelten Zeitwerte beziehen sich auf die Mittelwerte der Parameterverteilungen.

Tabelle 30: Modelle mit wahrscheinlichkeitsverteilten Parametern

Modelltyp		Routenwahl		Verkehrsmittelwahl		VM-wahl(+ T'var.)	
Modell Charakteristika							
N		8400		5784		5784	
L (0) bzw. L (C)		-5822		-3701		-3701	
L ( $\beta$ )		-4496		-2225		-2066	
LL – Ratio Test		2650		2952		3270	
$\rho^2$		0.227		0.399		0.442	
Variablen	Einheit	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test
Konstante PW	-			-1.182	-6.05	-1.260	-6.20
Reisekosten	CHF	-0.309	-8.04	-0.337	-9.43	-0.118	-9.60
Sigma Reisekosten		-0.546	-7.06	-0.246	-6.23	-0.029	-3.62
Reisezeit ÖV	min	-0.142	-11.01	-0.089	-7.80	-0.070	-11.49
Sigma Reisezeit ÖV		0.128	5.16	0.074	5.19	-0.019	-2.47
Reisezeit PW	min	-0.175	-8.29	-0.127	-9.53	-0.086	-11.15
Sigma Reisezeit PW		0.203	5.01	-0.015	-4.71	0.028	7.89
Anz. Umsteigevorgänge	-	-1.680	-16.75	-1.096	-10.39	-0.092	-12.68
Takt	min	-0.055	-14.88	-0.042	-9.28	-0.359	-11.03
Halbtax-Besitz (PW)	j/n					-1.264	-10.27
GA-Besitz (PW)	j/n					-1.468	-7.64
PW verfügbar	j/n					0.407	3.26
Wahl PW im KEP-Weg	j/n					1.361	10.46
Skalierungsparameter		Koeff.	t-Test*				
PW / Bahn		2.701	2.82				
Bahn (PW-Fahrer) / Bahn		0.852	1.17				
Referenz Bahn (Bahnfahrer)		1.000					
* Für $\beta \neq 1.000$							
Verhältniszahlen							
Umsteige/Reisezeit	min/U.	11.7		8.6		13.0	
Takt/Reisezeit	-	0.386		0.331		0.506	
Zeitwert ÖV	CHF/h	27.7		15.9		35.9	
Zeitwert PW	CHF/h	33.9		22.6		43.8	



Eine weitere Modellvariante stellt die Einführung von einkommens- und distanz-abhängigen Parametern dar (vgl. Tabelle 31).

Tabelle 31: Nutzenfunktionen der Modelle mit Elastizitätsparametern für Einkommen und Weglänge

Modell Routenwahl	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{Rk}} * (\text{Eink.}/80000)^{\varepsilon_{\text{Ek}}} * (\text{Weglänge}/43)^{\varepsilon_{\text{Wl}}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz ÖV}} * \text{Reisezeit ÖV} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} + \beta_{\text{Rk}} * (\text{Eink.}/80000)^{\varepsilon_{\text{Ek}}} * (\text{Weglänge}/43)^{\varepsilon_{\text{Wl}}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz PW SG}} * \text{Reisezeit PW Stop\&Go} + \beta_{\text{Rz PW F}} * \text{Reisezeit PW freie Fahrt}$
	Bem.: Die Stichproben Routenwahl ÖV und PW sind kombiniert mit jeweils spezifischen Nutzenfunktionen.
Modell Verkehrsmittelwahl	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{Rk}} * (\text{Eink.}/80000)^{\varepsilon_{\text{Ek}}} * (\text{Weglänge}/43)^{\varepsilon_{\text{Wl}}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz ÖV}} * \text{Reisezeit ÖV} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} + \beta_{\text{Rk}} * (\text{Eink.}/80000)^{\varepsilon_{\text{Ek}}} * (\text{Weglänge}/43)^{\varepsilon_{\text{Wl}}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz PW}} * \text{Reisezeit PW}$
Modell Verkehrsmittelwahl inkl. Trägheitsvar.	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{Rk}} * (\text{Eink.}/80000)^{\varepsilon_{\text{Ek}}} * (\text{Weglänge}/43)^{\varepsilon_{\text{Wl}}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz}} * \text{Reisezeit} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} + \beta_{\text{Rk}} * (\text{Eink.}/80000)^{\varepsilon_{\text{Ek}}} * (\text{Weglänge}/43)^{\varepsilon_{\text{Wl}}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{Rz}} * \text{Reisezeit} + \beta_{\text{HT}} * \text{Halbtaxbesitz} + \beta_{\text{GA}} * \text{GA-Besitz} + \beta_{\text{PW Verf.}} * \text{PW verfügbar} + \beta_{\text{Wahl PW (KEP)}} * \text{Wahl des PW im berichteten KEP-Weg}$

Derartige Formulierungen wurden von Mackie et al. (2003) mit grossem Erfolg verwendet. Hintergrund dabei ist die Überlegung, dass die monetäre Bewertung der Reisezeit höchstwahrscheinlich stark von den Einkommensverhältnissen und der Weglänge abhängen. Die Modellformulierung erweitert die Modellierung der Kostenvariablen:

$$\beta_{\text{Kosten}} * \left( \frac{\text{Einkommen}}{\text{mittl. Einkommen}} \right)^{\varepsilon_{\text{Einkommen}}} * \left( \frac{\text{Weglänge}}{\text{mittl. Weglänge}} \right)^{\varepsilon_{\text{Weglänge}}} * \text{Kosten}$$

Die Tabelle 32 zeigt die entsprechenden Ergebnisse mit den Datensätzen der vorliegenden Studie. Das mittlere Einkommen der Stichprobe beträgt 80.000 CHF, ein durchschnittlicher Weg der Stichprobe hat die Länge von etwa 43 km. Die ermittelten Zeitwerte beziehen sich entsprechend auf diese Zahlen. Ähnlich wie bei der Einführung der wahrscheinlichkeitsverteilten Parameter steigt auch hier die Modellgüte insbesondere bei der Verkehrsmittelwahl, die Parameter wirken in die erwartete Richtung und sind durchwegs hoch signifikant. Die geschätzten Elastizitätsparameter sind zwar negativ, bewirken aber positive Elastizitäten der Zeitwerte, da hier der ebenfalls negative Kostenparameter im Nenner steht.

Tabelle 32: Modelle mit Elastizitätsparametern für Einkommen und Weglänge

Modelltyp		Routenwahl		Verkehrsmittelwahl		VM-wahl(+ T'var.)	
Modell Charakteristika							
N		8400		5784		5784	
L (0) bzw. L (C)		-5822		-3701		-3701	
L ( $\beta$ )		-4566		-2182		-2054	
LL – Ratio Test		2512		3038		3294	
$\rho^2$		0.216		0.410		0.445	
Variablen	Einheit	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test
Konstante PW	-			-0.292	-3.26	-0.689	-4.62
Reisekosten	CHF	-0.288	-13.33	-0.1621	-15.50	-0.106	-9.97
Reisezeit ÖV	min	-0.068	-18.13	-0.037	-16.28	-0.033	-13.94
Reisezeit IV	min	-0.082	-11.42	-0.046	-15.92	-0.044	-14.41
Anz. Umsteigevorgänge	-	-1.158	-27.14	-0.677	-14.16	-0.701	-14.06
Takt	min	-0.037	-21.90	-0.023	-11.29	-0.025	-11.69
Einkommenselastizität	-	-0.260	-7.57	-0.104	-2.95	-0.078	-1.64
Distanzelastizität	-	-0.310	-8.42	-0.662	-24.34	-0.620	-15.62
Halbtax-Besitz (PW)	j/n					-0.874	-8.87
GA-Besitz (PW)	j/n					-0.970	-6.20
PW verfügbar	j/n					0.254	2.61
Wahl PW im KEP-Weg	j/n					1.006	10.31
Skalierungsparameter							
PW / Bahn	-	1.423	2.51				
Bahn (PW-Fahrer) / Bahn	-	0.840	1.29				
Referenz Bahn (Bahnfahrer)		1.000					
* Für $\beta \neq 1.000$							
Verhältniszahlen							
Umsteige/Reisezeit	min/U.	16.9		18.1		20.7	
Takt/Reisezeit	-	0.546		0.635		0.761	
Zeitwert ÖV	CHF/h	14.3		13.8		19.1	
Zeitwert PW	CHF/h	17.1		17.2		25.3	

Abbildung 6: Zeitkosten PW, geschätzt mit Parametern des Verkehrsmittelwahlmodells

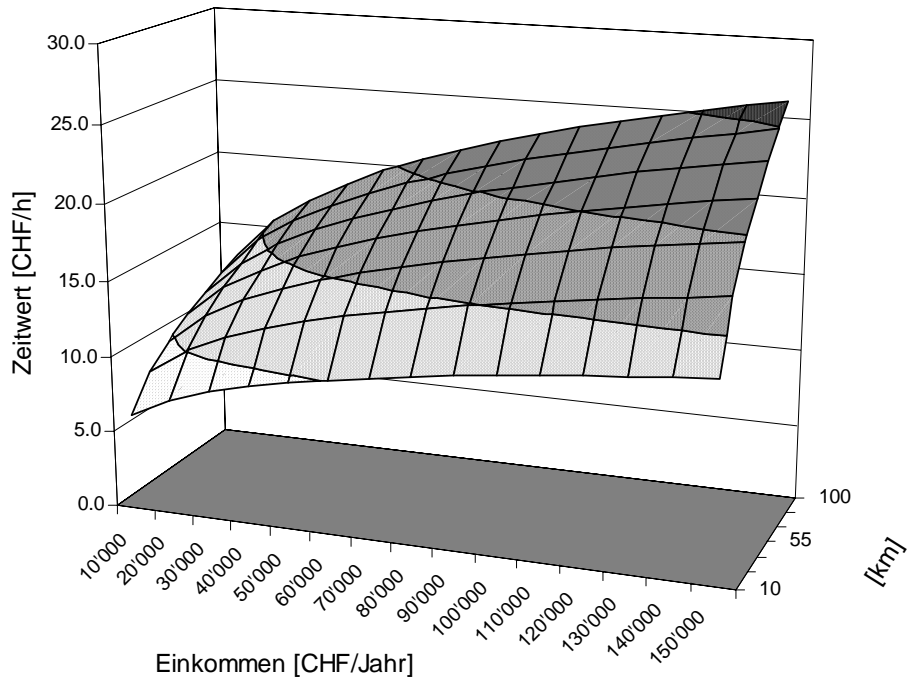
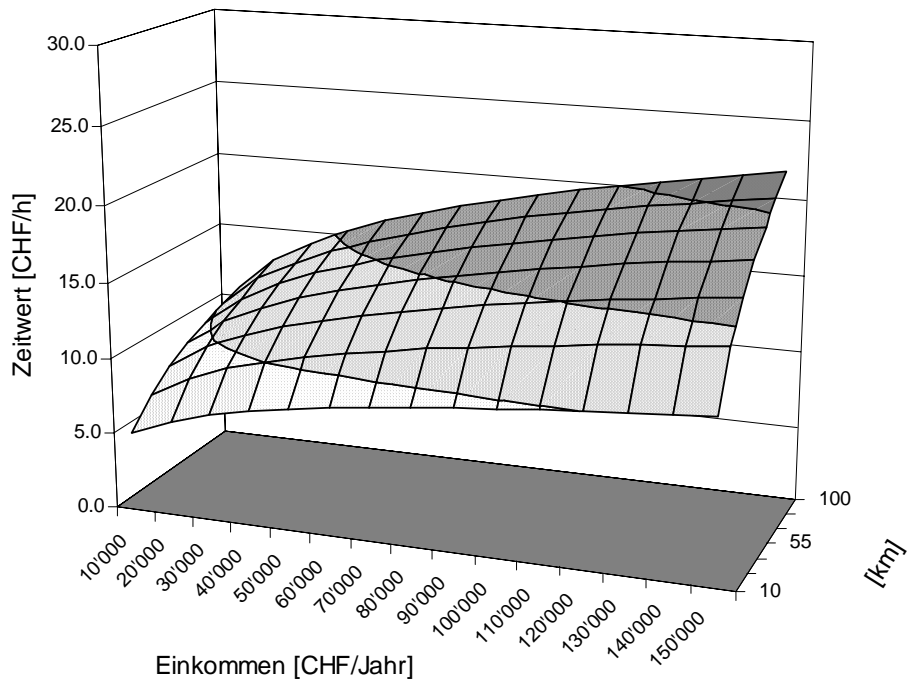


Abbildung 7: Zeitkosten ÖV, geschätzt mit Parametern des Verkehrsmittelwahlmodells



Aus den geschätzten Parametern lassen nun einkommens- und distanzabhängige Zeitwerte ermitteln. Die Abbildung 6 und die Abbildung 7 illustrieren diese Verteilung für die Modelle der Verkehrsmittelwahl und Einbezug der Trägheitsvariablen. Sie nimmt Werte zwischen 5.- und 29.- CHF an bei Einkommen zwischen 10'000 und 150'000 CHF pro Jahr und Distanzen zwischen zehn und einhundert km für den beschriebenen Weg an. Dabei liegen die Werte für den PW erwartungsgemäss höher.

Ein anderer Ansatz bezieht neben dem Einkommen nicht die Weglänge sondern die verfügbare Zeit ein. Der Grundgedanke ist hier trotz ähnlichen Einflussgrössen etwas anders gelagert. Es steht nicht der einzelne Weg im Zentrum der Betrachtung sondern die verfügbaren Budgets. So ist zu erwarten, dass mit wenig täglich zur Verfügung stehender Zeit Reisezeitersparnisse entsprechend höher bewertet werden. Leider konnten für diesen Ansatz keine signifikanten Parameter geschätzt werden. Die Tabelle 33 zeigt die Modellformulierung und die Tabelle 34 die entsprechenden Ergebnisse der Schätzungen.

Tabelle 33: Nutzenfunktionen der Modelle mit Zeit- und Geldbudgets

Modell Verkehrsmittelwahl	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{RK}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{RZ ÖV}} * \text{Reisezeit}_{\text{ÖV}} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$
	$U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} + \beta_{\text{RK}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{RZ PW}} * \text{Reisezeit}_{\text{PW}} + \beta_{\text{Zb}} * \text{Zeitbudget} + \beta_{\text{Ek}} * \text{Einkommen}$
Modell Routenwahl ÖV	$U = \beta_{\text{RKEK}} * \text{Reisekosten} * \text{Einkommen} + \beta_{\text{RZ ZB}} * \text{Reisezeit} * \text{Zeitbudget} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$
Modell Routenwahl PW	$U = \beta_{\text{RKEK}} * \text{Reisekosten} * \text{Einkommen} + \beta_{\text{RZ ZB}} * \text{Reisezeit} * \text{Zeitbudget}$

Tabelle 34: Modelle mit Zeit- und Geldbudgets

Modelltyp		Verkehrsmittelwahl		Routenwahl ÖV		Routenwahl PW	
Modell Charakteristika							
N		5784		3501		2838	
L (C) bzw. L (0)		-3701		-2427		-1967	
L ( $\beta$ )		-2409		-1666		1902	
LL – Ratio Test		2584		1519		130	
$\rho^2$		0.349		0.313		0.033	
Variablen	Einheit	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test
Konstante PW	-	-0.074	-0.47				
Reisekosten	CHF	-0.102	-26.37				
Reisezeit ÖV	min	-0.048	-19.38				
Reisezeit PW	min	-0.053	-16.46				
Anz. Umsteigevorgänge	-	-0.637	-13.99	-1.154	-26.56		
Takt	min	-0.022	-10.95	-0.037	-20.33		
Zeitbudget	min/Tag	-0.028	-1.23				
Haushaltseinkommen	CHF/J.	-0.008	-0.09				
Zeitbudget * Reisezeit	min/Tag			0.008	1.20	0.013	1.94
HH-Eink.* Reisekosten	CHF/J.			-0.024	-1.58	-0.014	0.97
Verhältniszahlen							
Umsteige/Reisezeit	min/U.	13.2					
Takt/Reisezeit	-	0.459					
Zeitwert ÖV	CHF/h	28.2					
Zeitwert PW	CHF/h	31.2					

Tabelle 35: Modelle mit soziodemographischen Variablen

Modelltyp		Verkehrsmittelwahl		Routenwahl ÖV		Routenwahl PW	
Modell Charakteristika							
N		5784		3501		2838	
L (C) bzw. L (0)		-3701		-2426		-1967	
L ( $\beta$ )		-2390		-1664		-1898	
LL – Ratio Test		2622		1525		138	
$\rho^2$		0.354		0.314		0.035	
Variablen	Einheit	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test
Konstante PW	-	0.796	3.28				
Reisekosten	CHF	-0.100	-25.41				
Reisezeit ÖV	min	-0.048	-19.24	-0.060	-14.03		
Reisezeit PW	min	-0.054	-16.71			-0.106	-9.79
Anz. Umsteigevorgänge	-	-0.646	-14.08	-1.157	-26.54		
Takt	min	-0.022	-11.03	-0.038	-20.38		
Alter	Jahre	-0.016	-1.24				
Haushaltseinkommen	CHF/J.	0.000	-0.44				
Männlich	j/n	0.016	0.16				
Student	j/n	-0.941	-1.18				
Arbeitslos	j/n	-0.275	-1.47				
Teilzeit	j/n	-0.466	-1.86				
Vollzeit	j/n	-0.381	-1.71				
AHV	j/n	-0.113	-0.62				
Alter * Reisekosten	Jahre			-0.006	-1.81	-0.003	-1.10
HH-Eink. * Reisekosten	CHF/J.			0.000	-0.64	0.000	-0.64
Männlich * Reisekosten	j/n			0.046	0.47	0.008	0.07
Student * Reisekosten	j/n			-0.078	-0.43	0.205	0.64
Arbeitslos * Reisekosten	j/n			0.330	1.63	0.287	1.80
Teilzeit * Reisekosten	j/n			0.193	1.10	0.119	0.86
Vollzeit * Reisekosten	j/n			0.227	1.53	0.262	1.28
AHV * Reisekosten	j/n			0.150	0.79	0.160	0.91

Tabelle 35: Modelle mit soziodemographischen Variablen, Fortsetzung

Modelltyp		Verkehrsmittelwahl	Routenwahl ÖV	Routenwahl PW
Verhältniszahlen				
Umsteige/Reisezeit	min/U.		13.4	
Takt/Reisezeit	-		0.466	
Zeitwert ÖV	CHF/h		28.9	
Zeitwert PW	CHF/h		32.3	

Wie oben genannt ist einer der letzten Schritte bei der Modellierung die Einführung allgemeiner soziodemografischer Variablen, wie Alter und Geschlecht. In der Tabelle 35 sind exemplarisch Schätzergebnisse dargestellt. Die Tabelle 36 zeigt die entsprechenden Modellformulierungen. In das gezeigte Verkehrsmittelwahlmodell fließen derartige Variablen linear ein, in die Routenwahlmodelle als Interaktion mit den Reisekosten.

Tabelle 36: Nutzenfunktionen der Modelle mit soziodemographischen Variablen

Modell Verkehrsmittelwahl	$U_{\text{ÖV}} = \beta_{\text{RK}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{RZ ÖV}} * \text{Reisezeit}_{\text{ÖV}} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$ $U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} + \beta_{\text{RK}} * \text{Reisekosten} + \beta_{\text{RZ PW}} * \text{Reisezeit}_{\text{PW}} + \beta_{\text{At}} * \text{Alter} + \beta_{\text{EK}} * \text{Einkommen} + \beta_{\text{M}} * \text{Männlich} + \beta_{\text{St}} * \text{Student} + \beta_{\text{AI}} * \text{Arbeitslos} + \beta_{\text{AHV}} * \text{AHV} + \beta_{\text{Tz}} * \text{Teilzeit} + \beta_{\text{Vz}} * \text{Vollzeit}$
Modell Routenwahl ÖV	$U = \beta_{\text{RZ}} * \text{Reisezeit} + \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt} + (\beta_{\text{RKAt}} * \text{Alter} + \beta_{\text{RKEK}} * \text{Einkommen} + \beta_{\text{RK M}} * \text{Männlich} + \beta_{\text{RKSt}} * \text{Student} + \beta_{\text{RKAI}} * \text{Arbeitslos} + \beta_{\text{RKAHV}} * \text{AHV} + \beta_{\text{RKTz}} * \text{Teilzeit} + \beta_{\text{RKVz}} * \text{Vollzeit}) * \text{Reisekosten}$
Modell Routenwahl PW	$U = \beta_{\text{RZ}} * \text{Reisezeit} + (\beta_{\text{RKAt}} * \text{Alter} + \beta_{\text{RKEK}} * \text{Einkommen} + \beta_{\text{RK M}} * \text{Männlich} + \beta_{\text{RKSt}} * \text{Student} + \beta_{\text{RKAI}} * \text{Arbeitslos} + \beta_{\text{RKAHV}} * \text{AHV} + \beta_{\text{RKTz}} * \text{Teilzeit} + \beta_{\text{RKVz}} * \text{Vollzeit}) * \text{Reisekosten}$

Weitere nicht gezeigte Modelle enthalten auch nichtlineare Einflüsse wie beispielsweise quadratische Altersfunktionen. In keinem Fall konnten signifikante Parameter soziodemografischer Variablen ermittelt werden.

## 7.3 Modellfortschritt

### 7.3.1 Schätzung der empfohlenen Modelle

Die gewonnenen Erkenntnisse aus den verschiedenen beschriebenen Tests und Ansätzen haben gezeigt, dass die Modellierung zunächst getrennt nach Routen- und Verkehrsmittelwahl durchgeführt werden können. Werden diese Grundmodelle durch verschiedene Formulierungen ergänzt, kann die Modellgüte teilweise erheblich verbessert werden. Zu diesen Formulierungen gehören die Einführung von Trägheitsvariablen in die Nutzenfunktion (bei der Verkehrsmittelwahl), die Erweiterung von Parametern durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen (RPL-Parameter) und die Einführung von Elastizitäten für Haushaltseinkommen und Wegelängen. Die Verbesserung der Modelgüte in allen Fällen lässt den Schluss zu, dass eine schrittweise Kombination der genannten Erweiterungen die Modellgüten kumulativ erhöht. Abbildung 8 bis Abbildung 11 zeigen diese Modellfortschritte, in denen von links nach rechts die Modelle jeweils um eine weitere Variablengruppe ergänzt werden. Zuletzt werden die Zeitwerte getrennt für die vier Wegezwecke geschätzt.

Besonders deutlich wird die erwartete Entwicklung bei den Modellen der Verkehrsmittelwahl. Insbesondere Werte  $\rho^2$  von etwa 0.5 reflektiert die hohe Qualität der Modelle. Für ein Modell das alle genannten Spezifikationen enthält, kann ein durchschnittlicher Wert 29.31 CHF für eine einstündige Reisezeiteinsparung im IV und 22.87 CHF im ÖV geschätzt werden. Bei der Routenwahl liegen diese Werte mit 22.43 CHF bzw. 16.34 CHF deutlich niedriger.

Die letzte Erweiterung der Modelle geschieht durch die Interaktion der Reisezeiten mit den einzelnen Wegezwecken. So lassen sich für die Wegezwecke eigene Parameter schätzen, aus denen die gewünschten Zeitwerte ermittelt werden können. Durch diese Erweiterung kann nur noch ein wahrscheinlichkeitsverteilter Parameter, für die Reisekosten, geschätzt werden. Wahrscheinlichkeitsverteilte Parameter für die Interaktionen von Reisezeit und Wegezwecken lassen sich nicht mehr ermitteln.



Abbildung 8: Entwicklung der Zeitwerte bei inkrementeller Erweiterung der Nutzenfunktion (Verkehrsmittelwahl, PW)

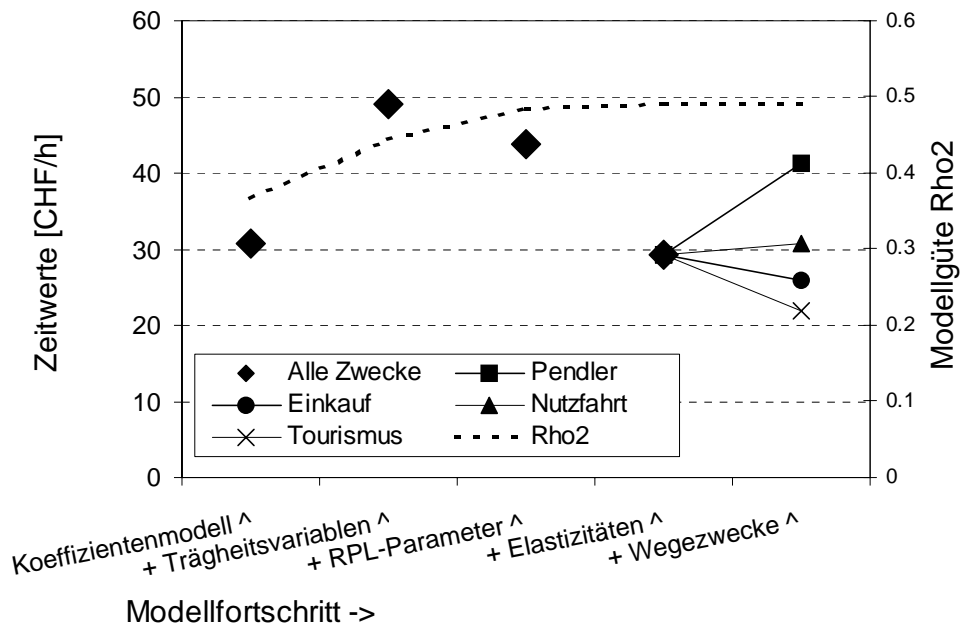


Abbildung 9: Entwicklung der Zeitwerte bei inkrementeller Erweiterung der Nutzenfunktion (Verkehrsmittelwahl, ÖV)

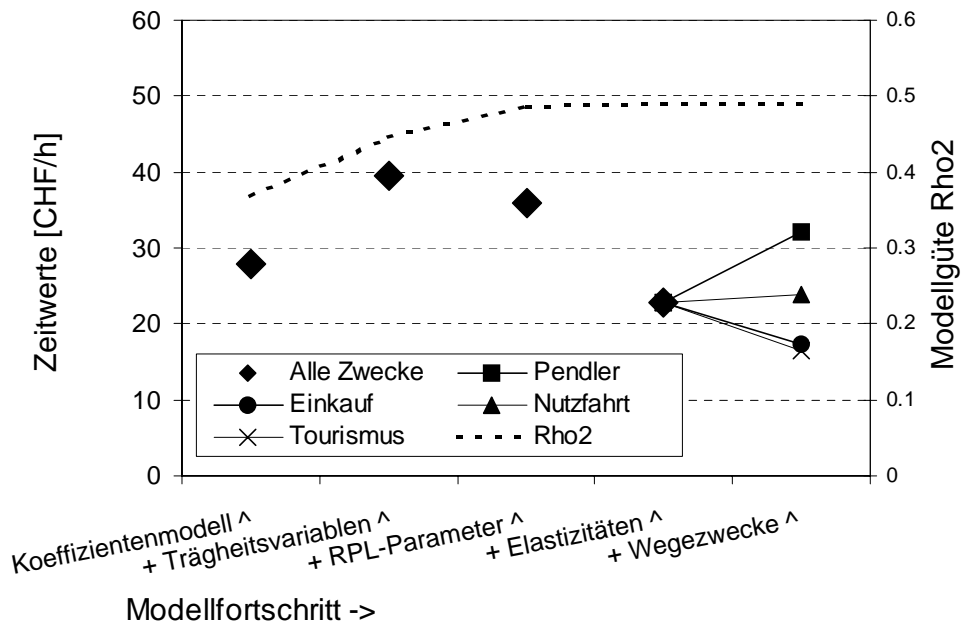


Abbildung 10: Entwicklung der Zeitwerte bei inkrementeller Erweiterung der Nutzenfunktion (PW, Routenwahl)

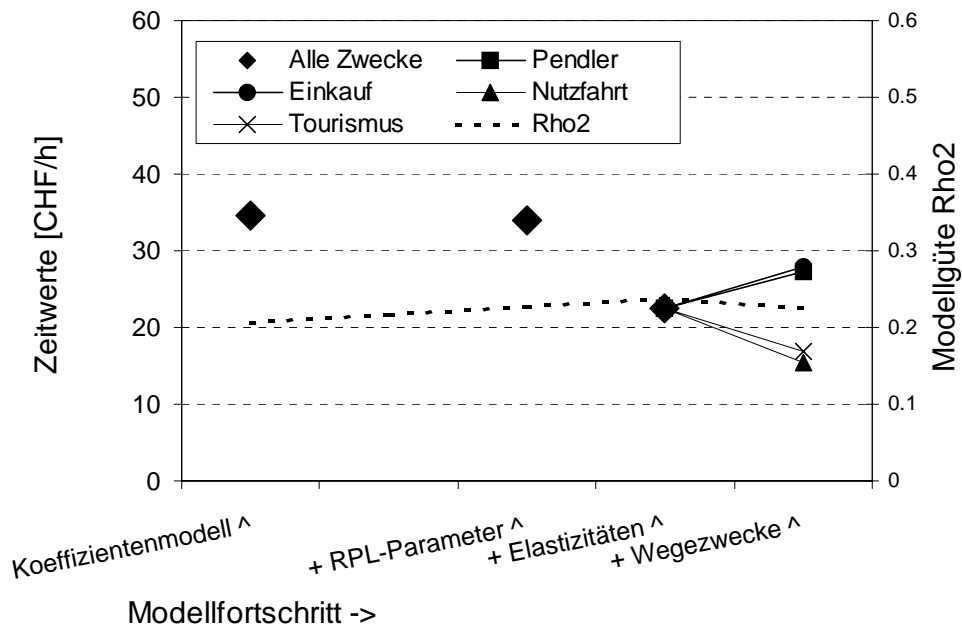
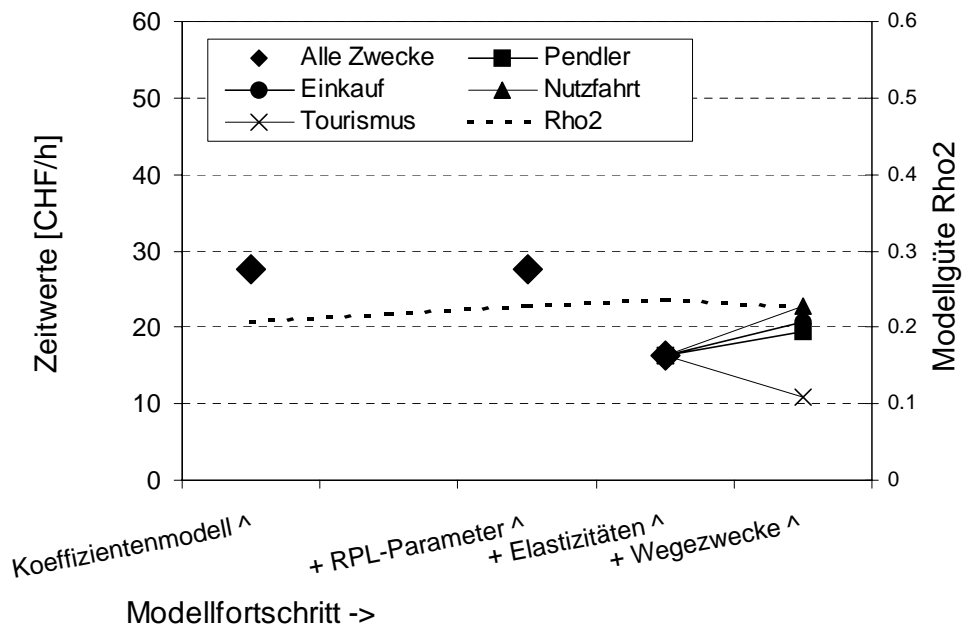


Abbildung 11: Entwicklung der Zeitwerte bei inkrementeller Erweiterung der Nutzenfunktion (ÖV, Routenwahl)



Für den Einsatz der Zeitwerte in den üblichen planerischen Bewertungsverfahren ist allerdings eine Kombination beider Modellreihen notwendig. Die Modellformulierungen von Verkehrsmittel- und Routenwahl sowie des entsprechenden kombinierten Modells sind in Tabelle 37 verzeichnet, die Ergebnisse sind in Tabelle 38.

Tabelle 37: Nutzenfunktionen : Empfohlene Modelle

$$\begin{aligned}
 U_{\text{ÖV}} &= \beta_{\text{RK}} [\sigma_{\text{RK}}] * (\text{Eink.}/80000)^{\varepsilon_{\text{EK}}} * (\text{Wegelänge}/43)^{\varepsilon_{\text{WL}}} * \text{Reisekosten} + \\
 &\quad (\beta_{\text{RZ ÖV P}} * \text{Zweck P} + \beta_{\text{RZ ÖV E}} * \text{Zweck E} + \beta_{\text{RZ ÖV N}} * \text{Zweck N} + \beta_{\text{RZ ÖV T}} * \text{Zweck T}) \\
 &\quad * \text{Reisezeit}_{\text{ÖV}} + \\
 &\quad \beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt} \\
 \\
 U_{\text{PW}} &= \alpha_{\text{PW}} + \\
 &\quad \beta_{\text{RK}} [\sigma_{\text{RK}}] * (\text{Eink.}/80000)^{\varepsilon_{\text{EK}}} * (\text{Wegelänge}/43)^{\varepsilon_{\text{WL}}} * \text{Reisekosten} + \\
 &\quad (\beta_{\text{RZ PW P}} * \text{Zweck P} + \beta_{\text{RZ PW E}} * \text{Zweck E} + \beta_{\text{RZ PW N}} * \text{Zweck N} + \beta_{\text{RZ PW T}} * \text{Zweck T}) \\
 &\quad * \text{Reisezeit}_{\text{PW}} + \\
 &\quad \beta_{\text{HT}} * \text{Halbtaxbesitz} + \beta_{\text{GA}} * \text{GA-Besitz} + \beta_{\text{PW Verf.}} * \text{PW verfügbar} + \\
 &\quad \beta_{\text{Wahl PW (KEP)}} * \text{Wahl des PW im berichteten KEP-Weg}
 \end{aligned}$$

*Kursive Terme nur bei Verkehrsmittelwahlmodellen*

Ein Blick auf die Schätzparameter unterstreicht das insgesamt gute Bild der Modellqualitäten. Alle Schätzwerte besitzen plausible Vorzeichen. Die Parameter sind grösstenteils hochsignifikant. Die Sigmaparameter der wahrscheinlichkeitsverteilten Reisekostenparameter sind nicht mehr bzw. gerade nicht mehr signifikant. Dieser Fehler tritt allerdings erst in den wegezweck-spezifischen Modellen auf. Aus Konsistenzgründen gegenüber den Modellreihen sollten sie in der Nutzenfunktion verbleiben. Dasselbe betrifft den Parameter der Einkommenselastizität bei der Routenwahl. Er ist ebenfalls im wegezweck-spezifischen Modell knapp nicht mehr signifikant, sollte aber nicht aus dem Modell genommen werden.

Die höchsten Einflüsse zeigen naturgemäss die Trägheitsvariablen. Insbesondere der Abonnementbesitz aber auch die PW-Verfügbarkeit belegen die hohe Bindung an das jeweilige Verkehrsmittel. Neben der Verkehrsmittelbindung durch den Besitz, zeigt sich aber eine starke Verknüpfung zwischen Weg und Verkehrsmittel. Zum einen weisen die beiden Variablen eine leichte Korrelation auf (0.2), aber noch mehr scheinen Gewohnheitseffekte der Befragten, bzw. routenspezifische Effekte eine Rolle zu spielen. Dabei wird deutlich, dass die Verkehrsmittelwahl als eine erweiterte Routenwahl verstanden werden muss, bei der die Alternativen Routen um modale Variablen erweitert werden. Lässt man diese weg, wie bei der einfachen Routenwahl, fehlen entscheidende Attribute, die die Wahl der Route neben rein ökonomischen Betrachtungen, also Reisezeit und -kosten, wesentliche Faktoren darstellen.

Die Plausibilität der Ergebnisse wird durch die Skalierungsparameter unterstützt: Die Varianz der Verkehrsmittelwahl SPs ist höher (Skalierungsfaktor 0.657) als die der Routenwahl SPs.

Tabelle 38: Empfohlene Modelle

Modelltyp		Verkehrsmittelwahl		Routenwahl		Kombination	
Modell Charakteristika							
N		5784		8400		14184	
L (C) bzw. L (0)		-3701		-5822		-9831	
L ( $\beta$ )		-2044		-4505		-6576	
LL – Ratio Test		3314		2636		6510	
$\rho^2$		0.447		0.226		0.331	
Variablen	Einheit	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test
Konstante PW	-	-0.710	-4.49			-0.874	-3.96
Reisekosten	CHF	-0.106	-8.45	-0.199	-7.68	-0.241	-12.80
Sigma Reisekosten		-0.066	-1.05	-1.777	-1.61	-0.330	-8.55
Reisezeit ÖV*Zweck P	min	-0.057	-8.18	-0.064	-9.09	-0.120	-14.18
Reisezeit ÖV*Zweck E	min	-0.031	-4.05	-0.069	-5.39	-0.102	-9.77
Reisezeit ÖV*Zweck N	min	-0.042	-5.97	-0.075	-8.50	-0.104	-13.10
Reisezeit ÖV*Zweck T	min	-0.029	-8.99	-0.036	-10.09	-0.069	-15.54
Reisezeit PW*Zweck P	min	-0.073	-7.85	-0.090	-5.48	-0.096	-15.87
Reisezeit PW*Zweck E	min	-0.046	-4.22	-0.092	-4.97	-0.078	-9.62
Reisezeit PW*Zweck N	min	-0.054	-6.58	-0.051	-5.08	-0.089	-13.22
Reisezeit PW*Zweck T	min	-0.039	-9.20	-0.056	-6.63	-0.054	-16.33
Anz. Umsteigevorgänge	-	-0.721	-13.56	-1.680	-14.51	-1.437	-15.69
Takt	min	-0.026	-11.24	-0.055	-12.99	-0.036	-25.98
Einkommenselastizität	-	-0.116	4.93	-0.226	-1.73	-0.316	-7.75
Distanzelastizität	-	-0.612	-14.00	-0.366	-7.94	-0.359	-10.06
Halbtax-Besitz (PW)	j/n	-0.898	-8.81			-1.456	-8.38
GA-Besitz (PW)	j/n	-0.947	-5.85			-1.602	-5.90
PW verfügbar	j/n	0.260	2.60			0.489	3.02
Wahl PW im KEP-Weg	j/n	1.032	10.22			1.594	8.51

Tabelle 38: Empfohlene Modelle, Fortsetzung

Modelltyp	Verkehrsmittelwahl		Routenwahl		Kombination	
			Koeff.	t-Test*	Koeff.	t-Test*
Skalierungsparameter						
Verkehrsmittelwahl					0.657	-8.57
Routenwahl PW			1.819	3.10	1.389	2.47
Routenwahl Bahn (von PW-Fahrern)			0.973	1.19	1.049	0.83
Referenz Bahn (Bahnfahrer)			1.000		1.000	
* Für $\beta \neq 1.000$						
Verhältniszahlen						
Zeitwert Bahn P	CHF/h	32.1		19.3		23.9
Zeitwert Bahn E	CHF/h	17.3		20.7		19.4
Zeitwert Bahn N	CHF/h	23.8		22.8		22.3
Zeitwert Bahn T	CHF/h	16.4		10.8		13.5
Zeitwert PW P	CHF/h	41.2		27.2		29.9
Zeitwert PW E	CHF/h	25.9		27.9		25.4
Zeitwert PW N	CHF/h	30.8		15.5		25.8
Zeitwert PW T	CHF/h	21.9		16.9		17.2

Betrachtet man die wegezweckspezifischen Zeitwerte wird, anders als erwartet, die Zeiterparnis bei Nutzfahrten nicht höher bewertet als bei den übrigen Zwecken. Bei der Verkehrsmittelwahl rangiert der Wert der Zeiterparnis bei der Nutzfahrt hinter der Pendlerfahrt. Die Einkaufsfahrt und die touristische Fahrt werden weniger hoch bewertet. Bei der reinen Routenwahl lässt sich eine ähnliche Struktur nicht erkennen. Wie können die Unterschiede wegezweckspezifischen Variablen erklärt werden? Lässt man die Nutzfahrten ausser Betracht, bleiben für beide Verkehrsmittel die Pendlerfahrt, die jeweils doppelt so hoch (Freizeitfahrt) bzw. 1.8mal so hoch (Einkaufsfahrt) bewertet wird. Dies scheint plausibel, denn hinter dem Zweck Pendeln steht die Zwangsaktivität Arbeit. Dementsprechend wird der Arbeitsweg seitens des Arbeitnehmers als unentgeltlicher Teil der Arbeitszeit angesehen. Es besteht entsprechend eine hohe Zahlungsbereitschaft, diese Zeitspanne zu kompensieren. Beim Einkauf und bei Freizeitaktivitäten besteht hingegen in grossem Masse Wahlfreiheit über Aktivitätenort und deren Zeitpunkt. Entsprechend gering ist der monetäre Kompensationswille. Die Kombination beider Modelle bestätigt die Ergebnisse der Einzelmodelle, zeigt durch die Skalierungsparameter aber weiterhin die deutlichen Unterschiede der Wahlsituationen.

Tabelle 39: Geschätzte Zeitwerte im Überblick (Stichprobenmittel und Konfidenzintervalle)

Verkehrsmittel	Zweck	PW		ÖV	
		einfache Erweiterung	kumulative Erweiterung	einfache Erweiterung	kumulative Erweiterung
<b>Verkehrsmittelwahl</b>					
Grundmodell	Alle	30.7 ±4.9	30.7 ±4.9	27.9 ±3.8	27.9 ±3.8
+ Trägheitsvariablen	Alle	49.0 ±4.8	49.0 ±4.8	39.5 ±3.8	39.5 ±3.8
+ Parameterverteilung (RPL)	Alle	22.6 ±2.2	43.8 ±4.3	15.9 ±1.9	35.9 ±3.3
+ Elastizitäten (Einkommen, Dist.)	Alle	17.2 ±1.7	29.8 ±3.8	13.8 ±1.3	22.8 ±3.0
	P	48.5 ±9.3	41.2 ±4.4	38.9 ±9.2	32.1 ±3.3
	E	22.6 ±4.8	25.9 ±5.2	21.0 ±9.4	17.3 ±3.6
	N	40.4 ±9.3	30.8 ±4.0	36.0 ±9.6	23.8 ±3.4
+ Wegezwecke	T	24.7 ±6.3	21.9 ±2.0	23.5 ±4.8	16.4 ±1.5
<b>Routenwahl</b>					
Grundmodell	Alle	34.5 ±4.3	34.5 ±4.3	27.5 ±2.1	27.5 ±2.1
+ Trägheitsvariablen	Alle	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt
+ Parameterverteilung (RPL)	Alle	33.9 ±3.3	33.9 ±3.3	22.7 ±2.0	27.7 ±2.0
+ Elastizitäten (Einkommen, Dist.)	Alle	17.1 ±2.0	22.4 ±2.2	14.3 ±1.0	16.3 ±1.3
	P	42.3 ±8.9	27.2 ±3.4	34.6 ±3.9	19.3 ±1.4
	E	41.0 ±9.1	27.9 ±3.2	28.8 ±7.2	20.7 ±1.9
	N	36.0 ±7.4	15.5 ±2.6	47.5 ±4.7	22.8 ±2.5
+ Wegezwecke	T	32.6 ±4.1	16.9 ±2.5	21.7 ±2.0	10.8 ±1.0
<b>Kombination</b>					
Grundmodell	P		29.9 ±1.6		23.9 ±2.3
+ Trägheitsvariablen	E		25.4 ±2.2		19.4 ±3.1
+ Parameterverteilung (RPL)	N		25.8 ±1.8		22.3 ±2.1
+ Elastizitäten (Einkommen, Dist.)	T		17.2 ±0.9		13.5 ±1.2
+ Wegezwecke					

Die Tabelle 39 zeigt noch einmal die Ergebnisse im Überblick, für Routen- und Verkehrsmittelwahl und die Kombination beider, sowie für beide Verkehrsmittel getrennt. Dabei wird jeweils das Ergebnis mit einem der Ansätze dargestellt (einfache Erweiterung) und die kumulative Entwicklung bzw. Erweiterung der empfohlenen Modelle von oben nach unten.

### 7.3.2 Ermittlung der Zeitwerte für Nutzfahrten

Die Schätzungen zeigen, die Zeitwerte für Nutzfahrten entsprechen im Verhältnis zu den Zeitwerten der anderen Zwecke nicht den Erwartungen. Offenbar unterliegen die Nutzfahrt und deren Zeitersparnis anderen Gesetzmässigkeiten als die übrigen Zwecke. Im Gegensatz zu diesen, fällt hier die eingesparte Reisezeit nicht der persönlichen Verfügung des Reisenden also letztlich der Freizeit zu. Eine Begründung für die relativ niedrige Bewertung der Nutzfahrten ist spekulativ, aber die kleine Stichprobe an Geschäftsreisen ist der wahrscheinliche Grund. Und Nutzfahrten unterliegen in der Regel den Restriktionen des Arbeitgebers und so wird die Reisezeitverkürzung als Arbeitszeit disponiert. Des Weiteren werden im Allgemeinen geschäftliche Reisezeiten nicht als nutzlos erachtet, denn in vielen Fällen besteht die Möglichkeit insbesondere bei Bahnreisen während eines Teils der Reisezeit einer beruflichen Tätigkeit nachzugehen. Die beiden letztgenannten Faktoren kompensieren den Wert der eingesparten Reisezeit für den Reisenden, der in dieser Studie befragt wurde.

Es bestehen hierzu die folgenden Lösungsansätze:

Ein methodisch sauberer Ansatz, der neben der Ausprägung auch die Struktur der Zeitbewertung von Geschäftsfahrten analysieren würde durch, sieht eine weiterführende Studie mit ausschliesslicher Stichprobe von Geschäftsfahrten vor. Hierzu könnten Geschäftsreisende in Zügen, an Autobahnraststätten und bei Arbeitgebern befragt werden. Ersatzweise könnten aus der laufenden KEP ausschliesslich Adressen von Geschäftsreisenden erfasst werden und diese würden separat befragt werden. Dies würde einen besonderen zeitlichen und finanziellen Aufwand bedeuten, der im Angebot zu dieser Studie nicht vorgesehen ist. Dieser Ansatz kann in der vorliegenden Studie also nicht weiterverfolgt werden.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Werte für Nutzfahrten durch die Formel angelehnt an Hensher (1977), wie auch in den Skandinavischen Zeitwertstudien geschehen, zu ermitteln. Dazu wurden den Teilnehmern zusätzliche Fragen gestellt, vgl. Anhang A3. Mit Hilfe dieser Fragen können die notwendigen Variablen ermittelt werden. Allerdings haben diesen Befragungsteil lediglich 62 Personen komplett ausgefüllt. Davon gibt eine Gruppe von 16 Personen an, die Reisezeit bei Geschäftsfahrten grundsätzlich nicht zur Arbeit zu nutzen. Weitere 19 Personen behaupten, eingesparte Reisezeiten bei Geschäftsfahrten nicht zur Arbeit zu nutzen. Unbeachtet bleibt dabei, in wie weit diese Personen beispielsweise die Reise um den Betrag der eingesparten Zeit verzögert antreten und diese damit zur Arbeit nutzen.

Obwohl sich bei der Analyse herausgestellt hat, dass der Ansatz aufgrund der schlechten Datenlage nicht weiterverfolgt werden kann, wird er im folgenden mit den nicht repräsentativen Daten der Erhebung kurz vorgestellt. Der Zeitwert für Geschäftsfahrten ergibt sich nach Hensher (1977) aus:

$$V = W (r - pq) + r * VoW + (1 - r) * VoL$$

Mit:

$V$  Zeitwert

$W$  Mittlerer Arbeitsstundensatz

$r$  Anteil der eingesparten Reisezeit, die wieder zur Arbeit wird

$p$  Anteil der Reisezeit, in der gearbeitet wird

$q$  relative Produktivität

$VoW$  Wert der (Reise-)Arbeitszeit für den Arbeitnehmer

$VoL$  Wert der (Reise-)Freizeit für den Arbeitnehmer

Aus der nicht repräsentativen Stichprobe ergeben sich die folgenden Mittelwerte:

- $r$  0.51
- $p$  0.64
- $q$  0.98
- $VoW$  35.20
- $VoL$  22.74

sowie

- $W$  (aus EVE 2000) 66.49

Mit diesen Durchschnittszahlen erhält man einen Wert von 21.35 CHF pro Stunde eingesparter Reisezeit bei Geschäftsfahrten. Dieser Wert erscheint in sofern unplausibel, als dass er durch keine der Referenzstudien weder in der Höhe noch im Verhältnis zu den anderen Fahrtzwecken bestätigt werden kann.

Deshalb wird eine dritte Möglichkeit zu Ermittlung von Zeitkosten für den Geschäftsverkehr empfohlen. Man kann die Nutzfahrten aus den Verhältnissen zu anderen Zeitwerten zu ermitteln. Und zwar in dem Sinne, dass aus anderen internationalen Studien diese Verhältnisse ermittelt werden und diese Faktoren dann auf die Schweizer Werte angesetzt werden.



Tabelle 40: Verhältnisse von Zeitkosten für Geschäftsfahrten zu anderen Fahrtzwecken

Studie	Referenz	Pendler		Andere Zwecke	
		PW	ÖV	PW	ÖV
Grossbritannien	Tabelle 15	2.1		2.3	
Niederlande	Tabelle 16	1.8	1.6	5.3	3.3
Schweden	Tabelle 18	4.7	2.4	5.9	3.0
Norwegen	Tabelle 19			2.3	2.1
Kopenhagen, Dänemark	Tabelle 20	2.1	3.2	2.1	3.6
Helsinki, Finnland	Pursula (1996)	5.9		10.2	
Deutschland, Nahverkehr	Meewes, Rothengatter (1974)			2.2	1
Kalifornien	Brownstone et al. (2003)	3.0			
Tokio, Japan	Jiang und Morikawa (2003)			1.8	1.8
Sydney, Australien	Hensher und Truong (1985)	2.6		3.0	
Kanada	de Palma und Lindsey (2002)	2.3		1.8	
Quantifikation von Zeitgewinnen	Lüthi (1980)	4.4			
NUP	Tabelle 21	1.1		1.7	
ICN-Studie	Tabelle 23	2.6	4.4	2.9	3.3
Mittelwert		3.0	2.9	3.5	2.6
Median		2.6	2.8	2.3	3

Dieses Vorgehen bietet den Vorteil, dass sowohl der Ansatz von Hensher, der ja in mehreren Studien angewandt wird, in die Berechnung einfließt, als auch Studien berücksichtigt werden, in denen Bewertung von Zeitersparnissen bei Geschäftsfahrten direkt erhoben wird. Die Anwendung der geschätzten Schweizerischen Zahlen sichert, dass die landestypischen Eigenschaften berücksichtigt werden. Neben den Referenzstudien sind in Tabelle 40 weitere nationale und internationale Studien aufgeführt, bei denen Zeitwerte zweckspezifisch ermittelt worden sind. Für die Berechnung der Zeitwerte für Geschäftsfahrten wird der Median der Verteilungen der Nichtpendlerwege gewählt, da hierfür eine höhere Zahl an Studien zur Verfügung steht. Die Werte für diese Wege ergeben sich anteilig aus den Einkaufsfahrten (30%) und den touristischen Fahrten (70%).

Das vorgeschlagene Verfahren erscheint zweckmässig und ausreichend. Methodisch könnte die Struktur der Zeitbewertung von Geschäftsfahrten durch eine separate Studie mit ausschliesslicher Stichprobe von Geschäftsfahrten noch deutlicher analysiert werden. Hierzu

könnte beispielsweise eine Befragung in Zügen, Autobahnraststätten und bei Arbeitgebern ein Ansatz sein.

## 7.4 Ergebnisse

Die Tabelle 41 zeigt noch einmal die Zeitwerte der Schätzung des empfohlenen kombinierten Modells mit Trägheitsvariablen, Parameterverteilung (RPL), Elastizitäten für Einkommen und Distanz und Interaktionen zwischen Reisezeiten und Wegezwecken. Die Abbildung 12 bis Abbildung 19 zeigen für dieses Modell die entsprechenden einkommens- und distanzabhängigen Verteilungen. Die Werte für den Zweck Nutzfahrt sind, wie beschrieben, aus Einkaufsfahrt und Touristischer Fahrt berechnet. Aufgrund der gewählten Methode lassen sich keine spezifischen Varianzen ermitteln.

Tabelle 41: Geschätzte Zeitwerte des kombinierten Modells (Stichprobenmittel und Varianzen) [CHF/h]

	Pendlerfahrt		Einkaufsfahrt		Nutzfahrt (berechnet)		Touristische Fahrt	
PW	29.9	6.7	25.4	9.1	45.2	*	17.2	1.5
ÖV	23.9	3.8	19.4	4.8	40.3	*	13.5	0.8

\*: Für die Zeitwerte der Nutzfahrten der können keine spezifischen Varianzen angegeben werden.

Wie bei den Grundmodellen zeigt sich auch hier das höhere Wertenniveau von PW-Reisezeiten gegenüber dem ÖV. Ebenso lässt sich eine sehr hohe Elastizität beim Wegezweck Pendler gegenüber den übrigen Wegezwecken feststellen. Je nach Einkommen und Distanz bewegt sich diese zwischen 7.8 und 49.5 CHF/h (PW) bzw. 5.2 und 39.8 CHF/h (ÖV). für den Wertebereich 5 und 100 km. Die resultierenden Wertetabellen sind im Norm (siehe Anhang) aufgeführt. Hieraus lassen sich direkt Zeitwerte für spezifische Situationen ableiten.

Für den Einsatz von Durchschnittswerten in Planungsinstrumenten sind die geschätzten Zahlen allerdings nur eingeschränkt nutzbar, denn die Verteilung der Bruttohaushaltsjahreseinkommen und der Wegelängen der Stichprobe entspricht nicht genau der Schweizweiten Verteilung. Deshalb müssen die Zahlen für pauschale Werte nach Mikrozensus 2000 gewichtet werden. Die Gewichtung beruht auf der Weglängen- und der Einkommensverteilung für beide Verkehrsmittel getrennt anhand von Klassenmittelwerten. Die Klassen der Haushaltseinkommen erstrecken sich von 0 bis über 150'000 CHF pro Jahr bei einer Schrittweite von 10'000 CHF. Die Distanzklassen gehen von 0 bis über 100 km in Intervallen von 5 km. Mit dieser Gewichtung erhält man die durchschnittlichen Zeitkostenansätze und deren Varianzen für die betrachteten Verkehrsmittel in Tabelle 42.

Abbildung 12: Geschätzte Zeitkosten PW, Pendler, kombiniertes Modell

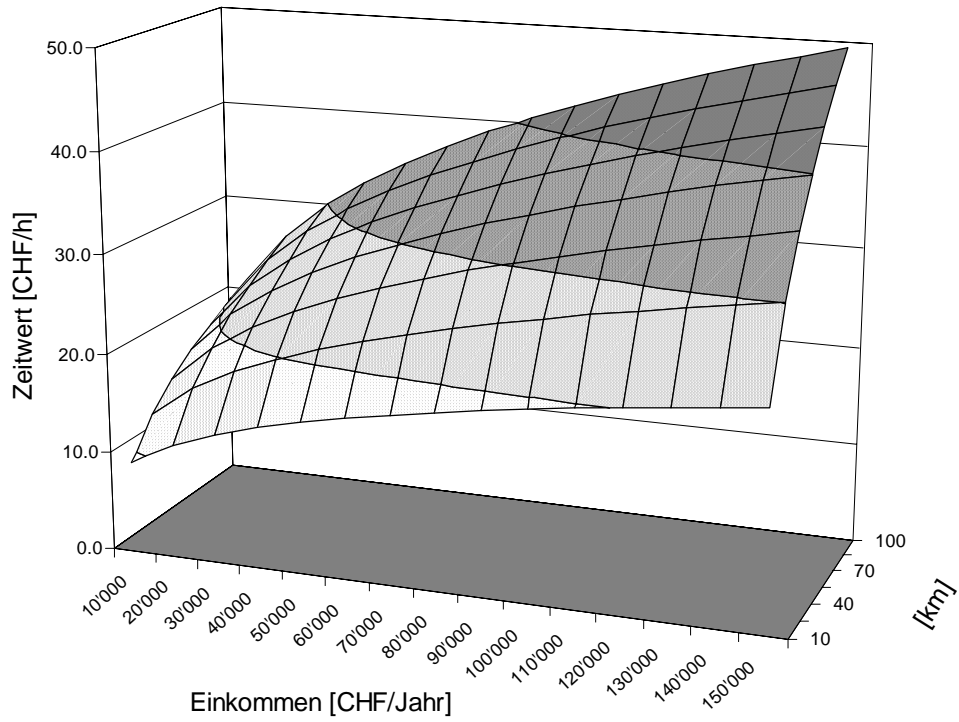


Abbildung 13: Geschätzte Zeitkosten ÖV, Pendler, kombiniertes Modell

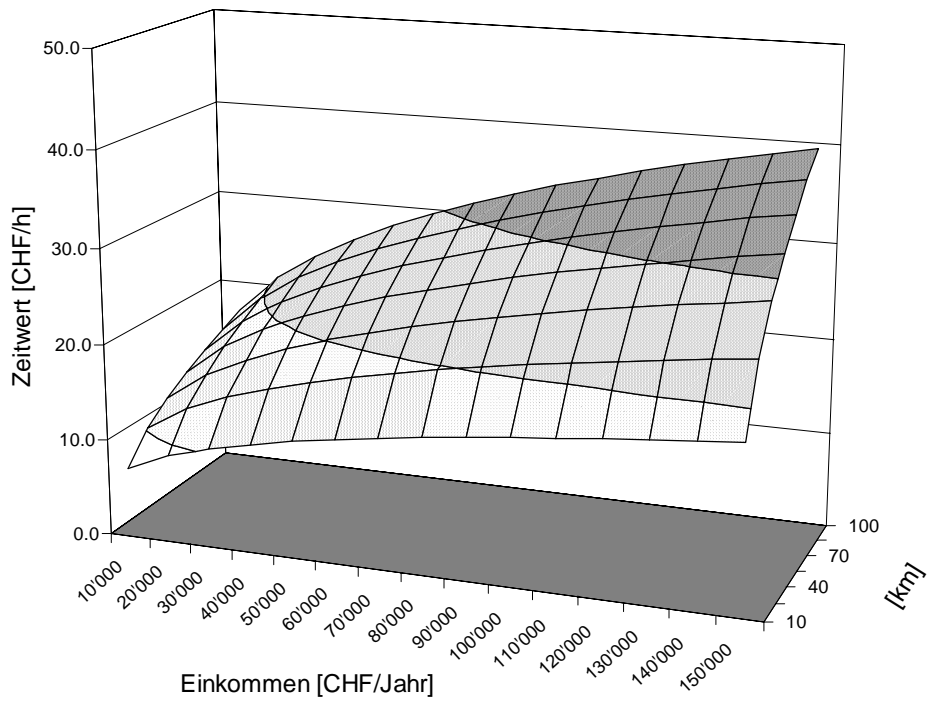


Abbildung 14: Geschätzte Zeitkosten PW, Einkauf, kombiniertes Modell

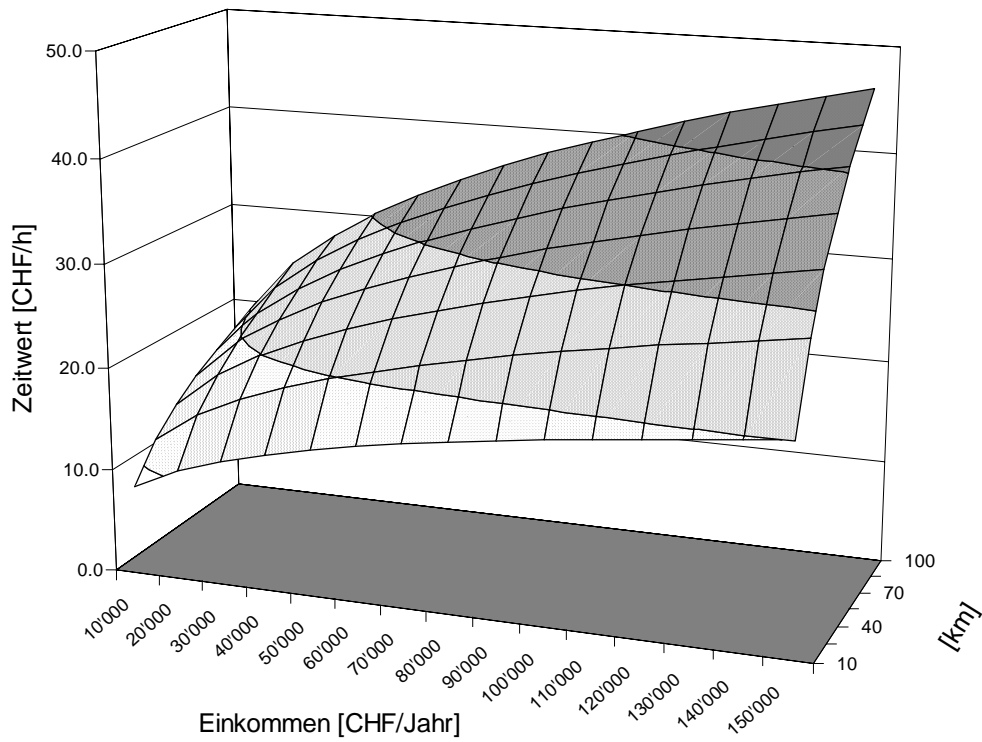


Abbildung 15: Geschätzte Zeitkosten ÖV, Einkauf, kombiniertes Modell

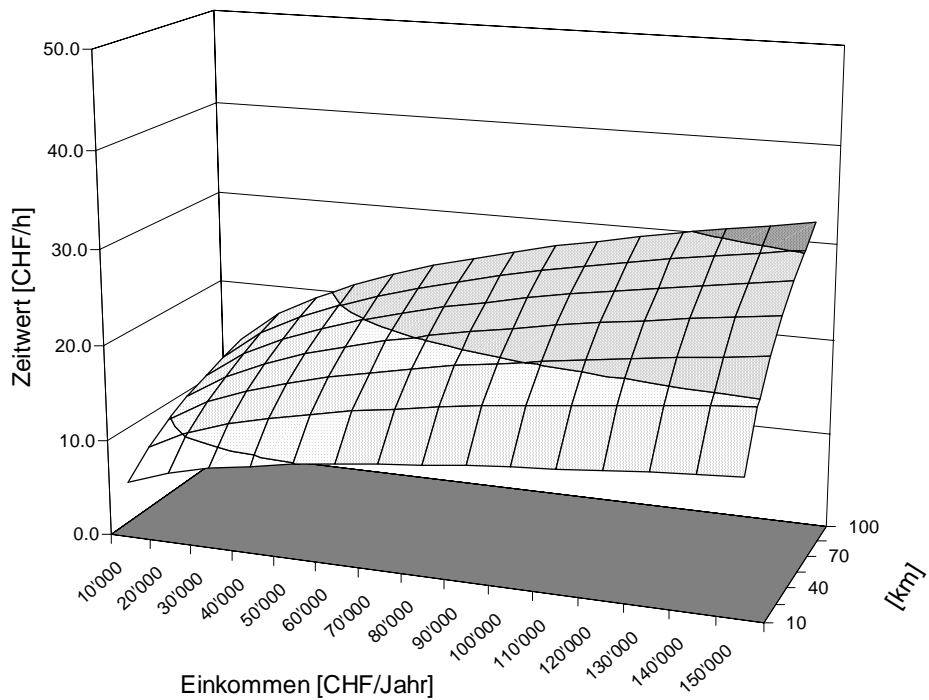


Abbildung 16: Mittlere Zeitkosten PW, Nutzfahrt, kombiniertes Modell

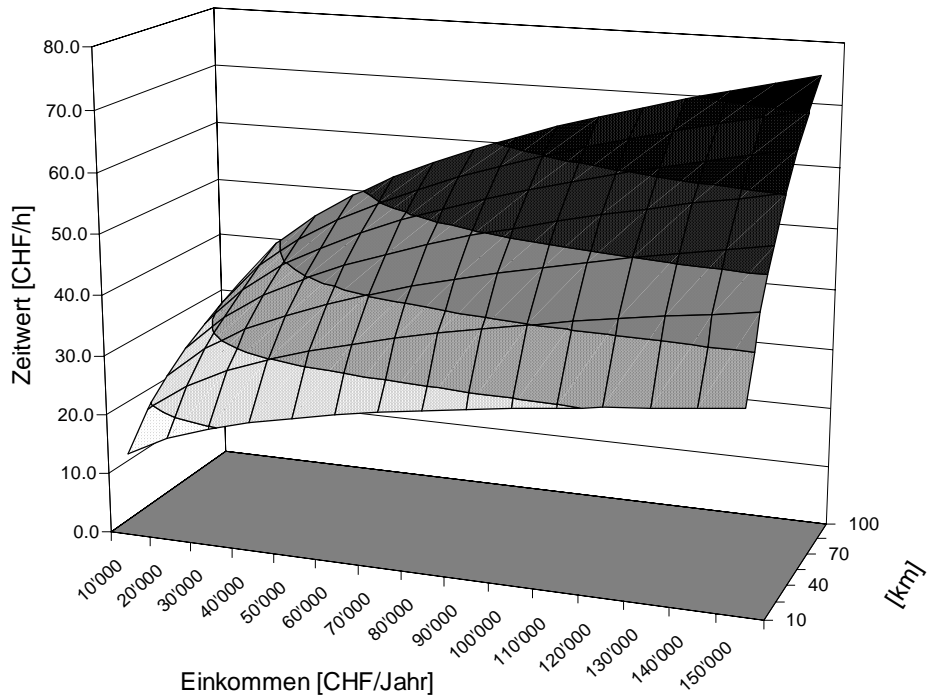


Abbildung 17: Mittlere Zeitkosten ÖV, Nutzfahrt, kombiniertes Modell

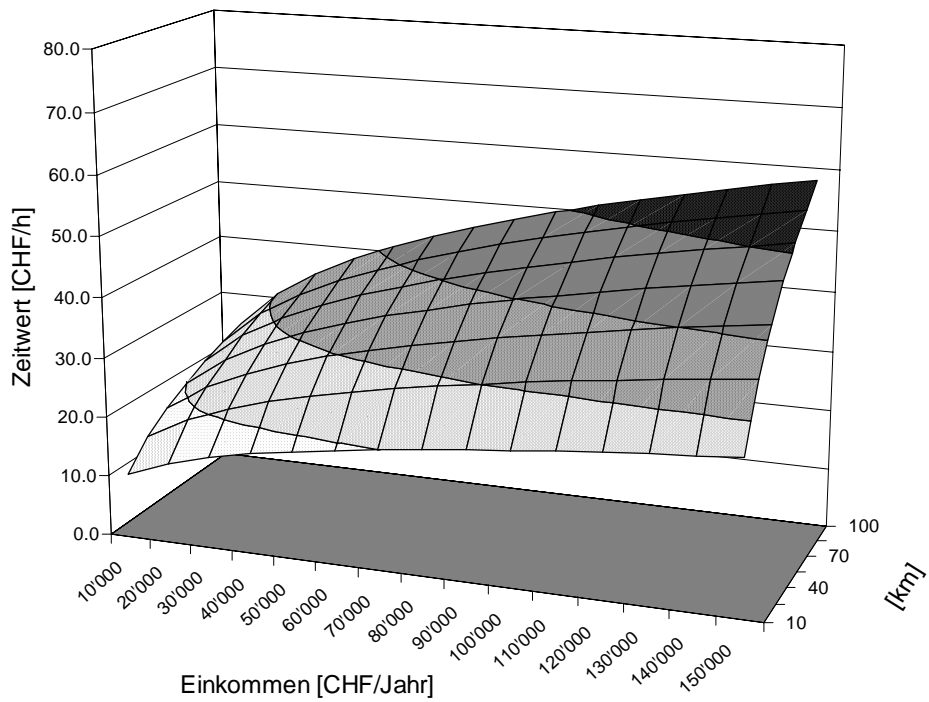


Abbildung 18: Geschätzte Zeitkosten PW Tourismus, kombiniertes Modell

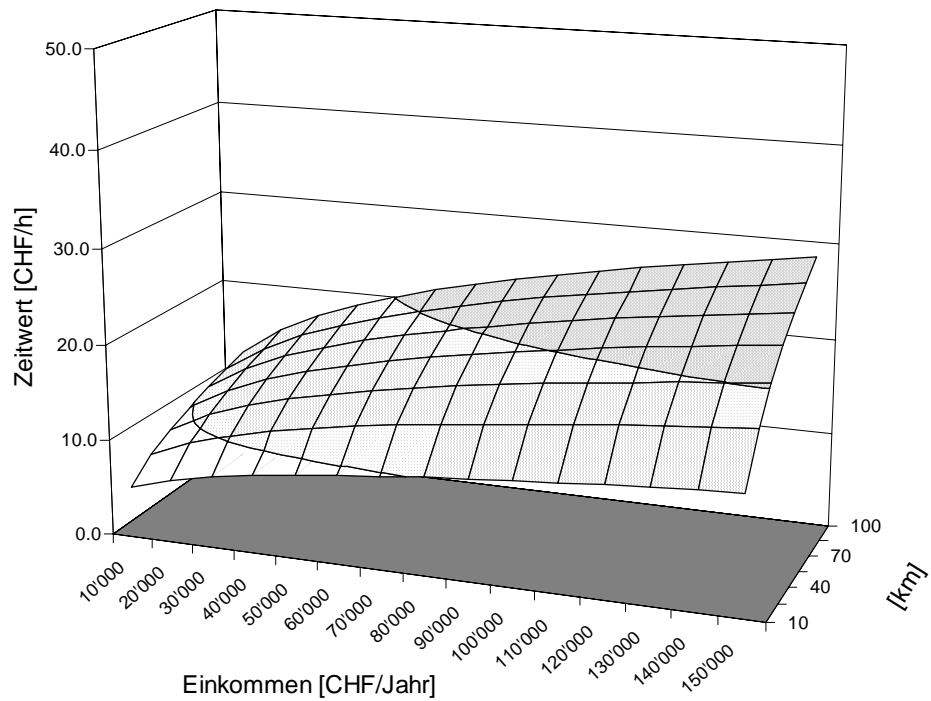
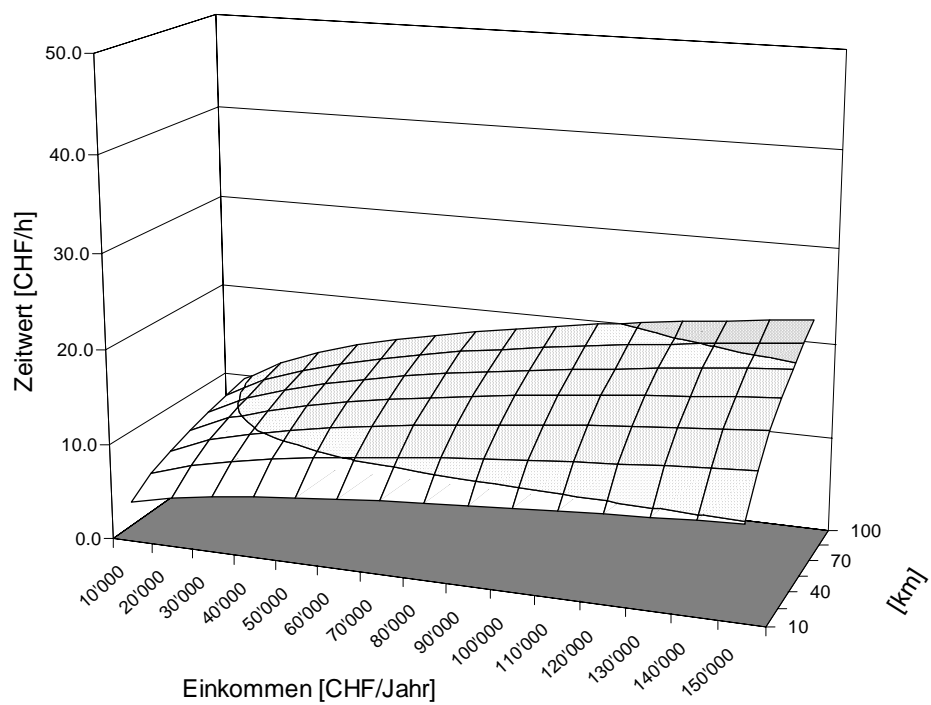


Abbildung 19: Geschätzte Zeitkosten ÖV, Tourismus, kombiniertes Modell



Die Berechnung der gewichteten Varianzen ist in Anhang 4 verzeichnet. Die Varianzen der der Zeitwerte für Nutzfahrten können mit der gewählten Methode nicht ermittelt werden.

Tabelle 42: Empfohlene mittlere Zeitwerte und Varianzen [CHF/h] für 2003, gewichtet nach Einkommen und Fahrtweiten des MZ2000

	Pendlerfahrt		Einkaufsfahrt		Nutzfahrt (ber.)	Touristische Fahrt		Alle Zwecke	
PW	21.4	2.9	18.1	3.7	32.5	12.3	0.8	18.2	2.1
ÖV	17.7	1.8	13.8	2.1	30.3	9.7	0.5	14.9	1.3

Bei der nahe liegenden Annahme, dass die Weglängen- und der Einkommensverteilung sich nur marginal in den drei Jahren geändert hat und die Teilnehmer der Befragung im Jahr 2003 das Preisniveau desselben Jahres zugrunde gelegt haben, kann für eine spätere Fortschreibung der Ergebnisse ebenfalls das Jahr 2003 als Basis angesehen werden.

## 7.5 Einordnung der Ergebnisse

In der Vorstudie und in Kapitel 6 werden internationale Vergleichsstudien und bisherige Schweizer Annahmen beschrieben. Die Tabelle 43 gibt noch einmal einen Überblick der verschiedenen Zeitwerte.

Die geschätzten Werte übersteigen die Zahlen der Nachbarstaaten stark. Die gewichteten Zahlen zeigen einen Trend zur Angleichung, liegen aber immer noch über den Referenzzahlen. Die Gründe dafür sind vielfältig. Einerseits sind die europäischen Vergleichszahlen nicht gleich aktuell. Setzt man überschlägig eine durchschnittliche Inflationsrate von 3 % an, bedeutet das eine Preissteigerung von knapp 20% in 6 Jahren entsprechen. Dies bringt die Zahlen in vielen Fällen in eine vergleichbare Grössenordnung.

Die Untersuchung hat auch gezeigt, dass die Ergebnisse zweier Studien allein durch die Versuchsanordnung sehr unterschiedlich ausfallen können. Die ermittelten Werte sind unter anderem von der Art der Experimente und auch der angebotenen Reisezeiten bzw. Distanzen also auch der Landesgrösse abhängig. In Schweden wurde beispielsweise aufgrund grosser Distanzen der auch das Flugzeug als Verkehrsmittel berücksichtigt. Hier ist eine Vergleichbarkeit nur eingeschränkt gegeben.

Ein weiteren Grund für die differenzierte Zeitbewertung im europäischen Vergleich zeigt Tabelle 44: Die Schweizer Bevölkerung zählt nach wie vor zu den kaufkräftigsten und liegt mit bis zu 20 % über dem Bruttoinlandsprodukt der Vergleichsstaaten. Weitere nur schwer greifbare Vergleichskriterien stellen das Konsumentenverhalten und im weiteren Sinne auch Mentalitätsunterschiede und ähnliches dar.

Tabelle 43: Gemessene und angenommene Zeitwerte im Überblick [CHF/h Reisezeitersparnis]

		PW			Bahn				
		Pendler	Nutzfahrt	Sonst.	Total	Pendler	Nutzfahrt	Sonst.	Total
Int. Zeitwertstudien									
Grossbritannien	1993	6.60	13.6	5.90					
Grossbritannien	1996		24.00	3.60	9.00				
Niederlande	1990	14.00		7.50		10.00	12.50	5.50	
Schweden	1994	5.50		4.50		9.50		7.00	
Norwegen	1997		32.80	15.30			26.30	11.00	
Finnland	1995	5.70	33.80	3.30					
Dänemark	1992	10.00	21.00			6.00	20.00		
Schweizer Referenzen									
Quantifikation von Zeitgewinnen	1980	6.30	28.00		12.00				
NUP	1981	18.00	19.00	11.00					
ASTRA	1998	25.00	100.00	10.00					
Verifizierung Prognosemethoden Einführung ICN	2002				28.00	8.70	55.80		17.00
Schweizer Löhne	2000				66.50				66.50
Werte sind nicht inflationsbereinigt. Umrechnungskurse aus dem Jahr der Studie									
Quelle Schweizer Löhne: Bundesamt für Statistik, EVE 2000									

Die länderspezifischen Charakteristika spielen also eine entscheidende Bedeutung bei der Bewertung von Reisezeitersparnissen. Darin spiegelt sich unter anderem auch die Hypothese, die dieser Forschungsarbeit zu Grunde liegt. Für die Grössenordnung, in der sich die ermittelten Werte bewegen spricht auch der durchschnittliche Schweizerische Arbeitslohn: Dieser liegt mit CHF 66.50 ermittelt aus den Zahlen der Schweizerischen Einkommens- und Verbrauchserhebung (EVE) 2000 deutlich über den präsentierten Zahlen, vgl. BFS (2001).

Tabelle 44: Volkswirtschaftliche Eckzahlen für das Jahr 2001

	CH	GB	NL	S	N	FIN	DK
BIP [\$/Einw]	31'005	24'455	27'847	25'617	30'166	26'097	29'898
Inflationsrate [%]	2.6	1.8	5.1	2.6	3.0	2.7	2.4

Quelle: Bundesamt für Statistik, 2003, Neuchâtel



## 8. Ausblick

Diese breit angelegte Studie liefert differenzierte, statistisch signifikante Planungsgrößen, die den Bedürfnissen der Schweizerischen Verkehrsplanung Rechnung tragen. Sie bilden eine wesentliche Datengrundlage für die Schweizer Norm 671 800.

Bei der Bearbeitung sind aber zusätzlich Themenbereiche berührt worden, die eine konzentrierte Einzelanalyse erfordern. Dies war im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht möglich. Weiterer Forschungsbedarf wurde deshalb zu den folgenden Themen aufgedeckt:

Zum einen muss die Frage der Reisezeitbewertung bei Einkaufsfahrten im Zusammenhang mit Einkaufszentren im In- und benachbarten Ausland beantwortet werden. Hier könnte eine separate Studie mit ausschliesslicher Stichprobe von Einkaufsfahrten Aufschluss bieten. Möglicher Ansatzpunkt könnte bei dieser Fragestellung eine Erhebung im angrenzenden Ausland sein:

- auf Parkplätzen grenznaher Verbrauchermärkte
- auf innerstädtischen Parkplätzen und Bahnhöfen grösserer, grenznaher Städte

Weiterhin ist das hier angewandte Verfahren zur Ermittlung der Bewertung von Zeitersparnissen bei Nutzfahrten ist zweckmässig und ausreichend. Methodisch könnte allerdings die Struktur der Zeitbewertung von Geschäftsfahrten durch eine separate Studie mit ausschliesslicher Stichprobe von Geschäftsfahrten noch deutlicher analysiert werden. Hierzu könnte beispielsweise eine Befragung in Zügen, Autobahnraststätten und bei Arbeitgebern ein Ansatz sein.

Neben den in dieser Studie ermittelten Zeitwerten für Reisezeiten von Tür zu Tür kann die Frage gestellt werden in wie weit einzelne Komponenten der Reisezeit wie der Systemzugang im ÖV, die Verlässlichkeit der Reisezeit allgemein und bei der Abfahrtszeit insbesondere bewertet werden. Genauso sollten die Zeitwerte junger Menschen noch eingehender untersucht werden.

Nachdem diese Studie statistisch signifikante Zahlungsbereitschaften für Reisezeitreduktionen ermittelt hat, bleibt zu klären, wie die eingesparte Reisezeit genutzt wird? Dazu können die Ansätze in der Aktivitätenforschung weiter verfolgt werden.

## 9. Literaturverzeichnis

- Abay G. (1984) Kosten-Nutzen-Analyse für Verkehrsinvestitionen, Dissertation, Universität Zürich, Zürich.
- Abay, G. und K.W. Axhausen (2001) Zeitkostenansätze im Personenverkehr: Vorstudie, Forschungsauftrag SVI 42/00, *Schriftenreihe*, **472**, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
- Algers, S., J. Lindqvist und S. Wildert (1995) The National Swedish Value of Time Study, Bericht an Swedish Institute for Transport and Communications Analysis (SIKA), Stockholm.
- Axhausen, K.W., W. Bogner, M. Herry, H. Verron, H. Volkmar, W. Wichmann and D. Zumkeller (1996) *Hinweise zur Messung von Präferenzstrukturen mit Methoden der Stated Preferences*, FGSV, Köln.
- Axhausen, K.W., T. Haupt, B. Fell und U. Heidl (2000) Rail bonus before and after: Results from a panel SP/RP study, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **28**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Axhausen, K.W. und J.W. Polak (1991) Choice of parking: Stated preference approach, *Transportation*, **18** (1) 59-81.
- Becker, G.S. (1965) A theory of the allocation of time, *Economic Journal*, **75** (4) 493-517.
- Ben-Akiva, M.E. und S.R. Lerman (1985) *Discrete Choice Analysis*, MIT Press, Cambridge.
- Bhat, C. (1995) A heteroscedastic extreme value model of intercity travel mode choice, *Transportation Research*, **29B** (4) 471-483.
- Bradley, M. A. und H.F. Gunn (1990) A stated preference analysis of values of travel time in the Netherlands, Vortrag bei 69<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C.
- Bradley, M. A. und A. Daly (1997) Estimation of logit choice models using mixed stated preference and revealed preference information, in P.R. Stopher und M. Lee-Gosseli (Hrsg.) *Understanding Travel Behaviour in an Era of Change*, 209-232, Pergamon, Oxford.
- Brownstone, D., A. Ghosh, T.F. Golob, C. Kazami und D. v. Amelsfort (2003) Drivers willingness to pay from the Saniego I-15 congestion pricing project, *Transportation Research*, **37A** (3) 373-387.
- Daly, A. (1996) Estimating values of travel time, Vortrag bei Seminar on Value of Time, Berkshire.

- DeSerpa, A. J. (1971) A theory of the economics of time, *Economic Journal*, **81** (6) 828-845.
- Domencich, T. A. und D. McFadden (1975) *Urban Travel Demand: A Behavioural Analysis*, North Holland, Amsterdam.
- Ettema, D. und H. Gunn (1997) A simulation method for determining the confidence interval of a weighted group average value of time, Vortrag bei Annual Meeting of the European Transport Forum, London.
- Gunn, H. (1996) Research into the value of travel time savings and losses in the Netherlands 1985 to 1996, Vortrag bei Seminar on Value of Time, Berkshire.
- Gunn, H., M. Bradley und C. Rohr (1996) The 1994 national value of time study of road traffic in England, Vortrag bei Seminar on value of time, Berkshire.
- Hague Consulting Group, Accent (1999) The value of travel time on UK roads 1994, Bericht an Departement of Transport, London.
- Hague Consulting Group (1990) The Netherlands value of time study: Final report, Bericht an Rijkswaterstaat, Den Haag.
- Hensher, D. A. (1977) *Value of Business Travel Time*, Pergamon Press, Oxford.
- Hensher, D. A. (1999) The valuation of time savings for urban car drivers: Evaluating alternative model specifications, *ITS Working Papers*, **99-5**, Institute of Transport Studies, University of Sydney, Sydney.
- Hensher, D. A. und M. Bradley (1993) Using stated response data to enrich revealed preference discrete choice models, *Marketing Letters*, **4** (1) 139-152.
- Hensher, D. A. und T.K. Truong (1985) Valuation of travel time savings - a direct experimental approach. *Journal of Transport Economics and Policy*, **19** (2) 237-261.
- Hensher, D.A. und W.H. Green (2001) The mixed logit model: The state of practice and warnings for the unwary, *ITS Working Papers*, **01-8**, Institute of Transport Studies, University of Sydney, Sydney.
- Jara-Diaz, S. R. und C.A. Guevara (2000) The contribution of work, Leisure and travel to the subjective value of travel time savings, *Working Papers*, Institute of Transport Engineering, University of Chile, Santiago de Chile.
- Jiang, M.L. und T. Morikawa (2003) Empirical analysis on variation of value of travel time savings, Vortrag bei 72<sup>nd</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C.
- Jovicic, G. und C. O. Hansen (2003) A passenger travel demand model for Copenhagen, *Transportation Research A*, **37** (2) 333-349.

- Keller, M., R. Iten, C. Aebi, S. Altheer und R. Frick (1998) Staukosten im Strassenverkehr, Bericht an das Bundesamt für Strassen, Bern.
- Lancaster, K. (1969) *Mathematical Economics*, Macmillan, New York.
- Louviere, J. J., (1988) Conjoint analysis modelling of stated preferences: A review of theory, methods and external validity, *Journal of Transport Economics and Policy*, **12** (1) 93-119.
- Louviere, J. J. und D.A. Hensher (2000) Combining of sources of preference data, in D.A. Hensher (Hrsg.) *Travel Behaviour Research: The Leading Edge*, 247-258, Pergamon, Oxford
- Lüthi, W. (1980) Monetäre Quantifizierung von Zeitgewinnen, Dissertation, Universität Bern, Bern.
- Mackie, P.J., S. Jara-Diaz und A.S. Fowkes (2001) The value of travel time savings in evaluation, *Transportation Research* **37** E (1) 91-106.
- Mackie, P.J., J.J. Bates, T. Fowkes, M. Wardman und G. Whelan (2001) Three controversies in the valuation of travel time savings, Vortrag bei European Transport Conference 2001, Cambridge.
- Mackie, P.J., M. Wardman, A.S. Fowkes, G. Whelan, J. Nellthorp und J.J. Bates (2003), Values of Travel Time Savings in the UK, Bericht an Department for Transport, Institute for Transport Studies, University of Leeds und John Bates Services, Leeds.
- Meewes, V. und W. Rothengatter (1974) Neufassung der Zeit- und Betriebskostenansätze für wirtschaftliche Vergleichsrechnungen, *Strassenverkehrstechnik*, **4** (1) 25-37.
- MVA Consultancy (1987) The value of travel time savings, Bericht an Department of Transport, London.
- NUP-Kommission (1981) Schlussbericht der Kommission zur Überprüfung der Nationalstrassenstrecken, NUP, Bericht an das Eidgenössische Departement des Innern, Bern.
- Ortúzar, J. D. (1996) Main sources of data for value of time estimation, Vortrag bei Seminar on Value of Time, Berkshire.
- Ortúzar, J. D. und L.G. Willumsen (1994) *Modelling Transport*, John Wiley and Sons, Chichester.
- Palma, A. de und R. Lindsey (2002) Privat roads, competition and incentives to adopt time-based congestion tolling, *Journal of Urban Economics*, **52** (3) 217-241.
- Pursula, M. (1996) Scandinavian VoT Studies: Finland, Vortrag bei Seminar on value of time, Berkshire.

Ramjerdi, F., L. Rand, I. Saestermo und K. Saelensminde (1997) The Norwegian Value of Time Study, *TOI Report*, **397**, Norwegian Centre for Transport Research, Oslo.

Small, K.A., R. Noland, X. Chu und Lewis (1999) Valuation of travel-time savings and predictability in congested conditions for highway user-cost estimation, *Transportation Research Board*, **431**, 121 – 135.

Truong, T. K. und D.A. Hensher (1985) Measurement of travel time values and opportunity cost from a discrete-choice model, *Economic Journal*, **95** (3) 438-351.

Vrtic, M., K.W. Axhausen, R. Maggi und F. Rossera (2003) Verifizierung von Prognosemethoden im Personenverkehr, Bericht an SBB und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), IVT, ETH Zürich und USI Lugano, Zürich und Lugano.

Wardman, M. (1998) Review of service quality valuations. Vortrag bei European Transport Conference 1998, Cambridge.

Wardman, M. und P. Mackie (1997) A review of the value of time: Evidence from british experience, Vortrag bei Annual Meeting of the European Transport Forum, London.

## 10. Glossar

Beta ( $\beta$ -) Parameter: Mit statistischen Methoden geschätztes Gewicht einer *Entscheidungsvariablen* in der *Nutzenfunktion*. Stellt Wirkungsrichtung und Einflussstärke der Variablen bei der modellierten Entscheidung dar.

Codierung: EDV-mässige Verarbeitung von Fragebogendaten. Zuweisung von z.T. abstrakten Codes zu den Antworten.

Elastizität: Masszahl, die die Veränderung der Auswahlwahrscheinlichkeit einer *Entscheidungsalternative* angibt, wenn sich Charakteristika der Alternative ändern.

Entscheidungsalternativen: Hier Portfolio der verfügbaren Alternativen in *Stated Preference Experimenten*. Werden durch die *Entscheidungsvariablen* und deren Ausprägungen definiert bzw. differenziert.

Entscheidungsmodell, diskretes: Bildet das Entscheidungsverhalten zwischen eindeutig voneinander differenzierten *Entscheidungsalternativen* ab. Dabei werden die Parameter der in die *Nutzenfunktionen* einflussenden *Entscheidungsvariablen* geschätzt.

Entscheidungsvariablen: Beschreiben in *Stated Preference Experimenten* und in *Revealed Preference Daten* mit unterschiedlichen Ausprägungen die *Entscheidungsalternativen*. Sind Teil der *Nutzenfunktion* der Alternative.

Kosten Nutzen Analyse (KNA): Planungsinstrument, bei dem Nutzen und Kosten verschiedener Varianten von (Bau-)Vorhaben monetarisiert werden. Im allgemeinen wird die günstigste Variante zur Ausführung vorgeschlagen.

Level of Service (LOS): Hier verkehrsbezogenes Qualitätsniveau.

Logit Modell: Am häufigsten angewandte Form eines *diskreten Entscheidungsmodells*. Ergibt sich aus der Annahme, dass die Fehler der Nutzenfunktionen unabhängig voneinander gumbelverteilt sind. Kann mit zufallsverteilten Parametern erweitert werden (Mixed Logit Modell oder RPL). Als Schätzverfahren wird die *Maximum Likelihood Schätzung* eingesetzt.

Maximum Likelihood Schätzung: Verfahren zur Ermittlung der höchsten Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses. Hier: Ermittlung der einen Ausprägung eines  $\beta$ -Parameters, die die beobachtete Entscheidung am wahrscheinlichsten macht.

Nutzenfunktion, systematische: Beschreibt den Nutzen einer Entscheidungsalternative und bildet damit die Grundlage der Entscheidung. Beinhaltet die gewichteten Entscheidungsvariablen ( $\beta$ -Parameter) sowie eventuelle Konstanten zur Kompensation fehlender Variablen.

Nutzwertanalyse (NWA): Planungsinstrument, mit dem Nutzwerte für verschiedene Varianten von (Bau-)Vorhaben ermittelt werden. Das Problem von nicht- oder schwermonetarisierbaren Gütern und deren Nutzen wird dabei gegenüber der KNA kompensiert.

Revealed Preference (RP-)Befragung: Untersuchungsart, bei der durchgeführtes Verhalten erfragt wird.

Stated Preference (SP-)Befragung: Untersuchungsart, bei der hypothetisches Verhalten erfragt wird. Dem Teilnehmer werden nacheinander mehrere *(SP-)Experimente* präsentiert. Anzahl der *(SP-)Experimente* und Ausprägungstyp der *Entscheidungsvariablen* werden durch den *Versuchsplan* definiert.

Stated Preference (SP-)Experiment: Hypothetische Wahlsituation, bei der i.a. eine *Entscheidungsalternative* aus mehreren ausgesucht werden muss oder die Alternativen in eine Rangfolge gebracht werden müssen.

Trade off: Hier: Differenz der Verhältnisse von Fahrtkosten und Reisezeit in zwei *Entscheidungsalternativen*.

Trägheitsvariablen: Variablen, die die Wahlfreiheit einer Person einschränken und damit den Nutzen einer *Entscheidungsalternative* situativ oder modalspezifisch beeinflussen. Beispiele sind Verkehrsmittelverfügbarkeit oder Führerausweisbesitz.

Versuchsplan: Definiert Anzahl der *(SP-)Experimente* und Ausprägungstyp der *Entscheidungsvariablen* in *(SP-)Befragung*.

## Anhang 1

### Vergleich unterschiedlicher KEP Datensätze und Modelle

Wie beschrieben wurde im Jahr 2002 am IVT die Studie „Verifizierung von Prognosemethoden im Personenverkehr am Beispiel der Einführung des ICN“ (im weiteren ICN) bearbeitet. Da die Rekrutierung und damit die Datengrundlage in der vorliegenden VOT-Studie und der ICN-Studie jeweils die KEP ist, bietet sich ein Vergleich der beiden Studien und deren Ergebnisse mit weitestgehend identischen Modellen an. Grundlage des Vergleichs bildet ein Modell, in dem alle SP-Variablen der beiden Befragungen einfließen. Da der Vergleich mit Verkehrsmittelwahlexperimenten durchgeführt wird, werden ebenfalls die Trägheitsvariablen berücksichtigt. Die entsprechenden Modellformulierungen sind in Tabelle A-1 1 dargestellt.

Die benützte Software Biogeme 0.7 macht eine gemeinsame Schätzung verschiedener Datensätze möglich, in dem zusätzlich für jeden Datensatz ein Skalierungsparameter ermittelt wird. Die Nutzenfunktion jeder Alternative eines Datensatzes wird mit dem entsprechenden Parameter versehen. Somit können MNL-Modelle geschätzt werden ohne mühsame Pseudonester zu konstruieren.

Ein Modell, das beide Stichproben gemeinsam nutzt, bestätigt diesen zweiten Punkt. Hier werden die Zeitwerte direkt als Parameter geschätzt. Die geschätzten Zeitwerte sind genau wie in der getrennten Schätzung stark signifikant voneinander verschieden. Die ermittelten Werte liegen trotz identischer Rekrutierungsquelle und Erhebungs- und Analyseverfahren in der vorliegenden Studie fast doppelt so hoch wie in der Referenzstudie, vgl. Tabelle A-1 2. Allerdings sind die Verhältnisse der wegezweckspezifischen Zeitwerte beider Studien also die Bewertung von Reisezeitersparnissen für unterschiedliche Wegezwecke etwa gleich. Wie lässt sich aber die Diskrepanz der absoluten Werte erklären? Worin unterscheiden sich die Untersuchungen?

Offenbar spielt sowohl das unterschiedliche Forschungsziel als auch die differenzierten Experimente mit den entsprechenden Entscheidungsvariablen und deren Präsentation eine wichtige Rolle: Zum einen besitzen die Befragungen einen unterschiedlichen Grad an Komplexität. Während sich die Fragen der vorliegenden Zeitwertstudie bewusst auf die Reisekosten und Reisezeiten von Tür-zu-Tür konzentriert, ist die ICN-Studie, die ja Messmethoden der Verkehrsnachfrage fokussiert, viel breiter angelegt. Hier werden insbesondere Komfortmerkmale mit Bildern der Zugskategorien zusätzlich präsentiert. Diese Variablen können entsprechend in der Modellschätzung mit der Stichprobe dieser Studie nicht aufgenommen werden.



Tabelle A-1 1: Nutzenfunktion der Verkehrsmittelwahlmodelle unterschiedlicher Datensätze

<p>Modell VOT-Studie (vorliegende Studie SVI 534-01)</p>	$U_{\text{Bahn}} = \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten} +$ $(\beta_{\text{Rz Bahn P}} * \text{Zweck P} + \beta_{\text{Rz BAHN E}} * \text{Zweck E} +$ $\beta_{\text{Rz Bahn N}} * \text{Zweck N} + \beta_{\text{Rz Bahn T}} * \text{Zweck T}) * \text{Reisezeit}_{\text{Bahn}} +$ $\beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$
	$U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} +$ $\beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten} +$ $(\beta_{\text{Rz PW P}} * \text{Zweck P} + \beta_{\text{Rz PW E}} * \text{Zweck E} +$ $\beta_{\text{Rz PW N}} * \text{Zweck N} + \beta_{\text{Rz PW T}} * \text{Zweck T}) * \text{Reisezeit}_{\text{PW}} +$ $\beta_{\text{HT}} * \text{Halbtaxbesitz} + \beta_{\text{GA}} * \text{GA-Besitz} +$ $\beta_{\text{PW Verf.}} * \text{PW verfügbar}$
<p>Modell ICN-Studie</p>	$U_{\text{Bahn}} = \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten} +$ $(\beta_{\text{Rz Bahn P}} * \text{Zweck P} + \beta_{\text{Rz BAHN E}} * \text{Zweck E} +$ $\beta_{\text{Rz Bahn N}} * \text{Zweck N} + \beta_{\text{Rz Bahn T}} * \text{Zweck T}) * \text{Reisezeit}_{\text{Bahn}} +$ $\beta_{\text{Zz}} * \text{Zugangszeit}_{\text{Bahn}} +$ $\beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt} +$ $\beta_{\text{IR}} * \text{Interregio} + \beta_{\text{ICDs}} * \text{IC-Doppelstock} + \beta_{\text{ICEC}} * \text{IC/EC} +$ $\beta_{\text{VB}} * \text{Verlässlichkeit}_{\text{Bahn}}$
	$U_{\text{PW}} = \alpha_{\text{PW}} +$ $\beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten} +$ $(\beta_{\text{Rz PW P}} * \text{Zweck P} + \beta_{\text{Rz PW E}} * \text{Zweck E} +$ $\beta_{\text{Rz PW N}} * \text{Zweck N} + \beta_{\text{Rz PW T}} * \text{Zweck T}) * \text{Reisezeit}_{\text{PW}} +$ $\beta_{\text{VPW}} * \text{Verlässlichkeit}_{\text{PW}}$ $\beta_{\text{HT}} * \text{Halbtaxbesitz} + \beta_{\text{GA}} * \text{GA-Besitz} +$ $\beta_{\text{PW Verf.}} * \text{PW verfügbar}$
<p>Modell gemeinsame Schätzung mit Zeitwertparametern</p>	$U_{\text{Bahn VOT}} = \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten}$ $\beta_{\text{Zw Bahn VOT}} * \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisezeit} +$ $\beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$
	$U_{\text{PW VOT}} = \alpha_{\text{PW}} +$ $\beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten}$ $\beta_{\text{Zw PW VOT}} * \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisezeit} +$ $\beta_{\text{PW Verf.}} * \text{PW verfügbar}$
	$U_{\text{Bahn ICN}} = \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten}$ $\beta_{\text{Zw Bahn ICN}} * \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisezeit} +$ $\beta_{\text{AU}} * \text{Anz. Umstiege} + \beta_{\text{T}} * \text{Takt}$
	$U_{\text{PW ICN}} = \alpha_{\text{PW}} +$ $\beta_{\text{Rk}} * \text{Reisekosten}$ $\beta_{\text{Zw PW ICN}} * \beta_{\text{Rk}} * \text{Reisezeit} +$ $\beta_{\text{PW Verf.}} * \text{PW verfügbar}$

Tabelle A-1 2: Verkehrsmittelwahlmodelle unterschiedlicher Datensätze

Stichprobe des Modells		VOT-Studie (SVI 534-01)		ICN-Studie		gem. Schätzung mit Zeitwertparametern	
Modell Charakteristika							
N		5784		9028		14812	
L (C)		-3701		-5612		-9186	
L ( $\beta$ )		-2209		-4613		-7676	
LL – Ratio Test		2984		1988		3020	
$\rho^2$		0.403		0.178		0.164	
Variablen	Einheit	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test
Konstante PW	-	0.130	9.81	-0.562	-3.32	0.293	4.93
Reisekosten	CHF	-0.069	-17.22	-0.052	-9.96	-0.087	-26.26
Zugangszeit Bahn	min			-0.031	-5.35		
Reisezeit Bahn*Zweck P	min	-0.070	-1.07	-0.026	-5.56		
Reisezeit Bahn*Zweck E	min	-0.046	-6.01	-0.022	-6.23		
Reisezeit Bahn*Zweck N	min	-0.055	-7.78	-2.569	-5.09		
Reisezeit Bahn*Zweck T	min	-0.039	-12.66	-0.013	-14.73		
Reisezeit PW*Zweck P	min	-0.092	-10.47	-0.040	-8.38		
Reisezeit PW*Zweck E	min	-0.058	-5.21	-0.031	-7.76		
Reisezeit PW*Zweck N	min	-0.066	-8.00	-0.032	-6.15		
Reisezeit PW*Zweck T	min	-0.048	-11.66	-0.021	-19.83		
Zeitwert ICN Bahn	CHF/h					14.2	14.73
Zeitwert VOT Bahn	CHF/h					29.6	16.58
Zeitwert ICN PW	CHF/h					20.6	17.90
Zeitwert VOT PW	CHF/h					37.6	14.98
Anz. Umsteigevorgänge	-	-0.673	-14.07	-0.391	-12.29	-0.503	-15.41
Takt	min	-0.024	-11.46	-0.007	-5.37	-0.014	-10.33

Tabelle A-1 2: Verkehrsmittelwahlmodelle unterschiedlicher Datensätze, Fortsetzung

Stichprobe des Modells		VOT-Studie (SVI 534-01)		ICN-Studie		gem. Schätzung mit Zeitwertparametern	
Variablen (Fortsetzung)	Einheit	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test	Koeff.	t-Test
Interregio	0/1			0.268	3.67		
IC-Doppelstock	0/1			0.110	1.53		
Intercity/Eurocity	0/1			-0.065	-0.91		
Verlässlichkeit Bahn	%			0.005	1.42		
Verlässlichkeit PW	-			0.006	1.72		
Halbtax-Besitz (PW)	0/1	-1.387	-15.06	-0.931	-16.53		
GA-Besitz (PW)	0/1	-1.950	-13.45	-1.462	-16.73		
PW verfügbar	0/1	0.623	6.95	1.292	16.55		
Skalierungsparameter						Koeff.	t-Test*
ICN-Studie / VOT-Studie						0.781	-6.11
Referenz VOT-Studie						1.000	
*: Für $\beta \neq 1.000$							
t-Test der Parameter							t-Test
Zeitwerte Bahn ICN-Studie/VOT-Studie							-8.19
Zeitwerte PW ICN/VOT							-7.17
Verhältniszahlen		Zeitwert		Zeitwert		Zeitwert	
Zeitwert Bahn P	CHF/h	60.9		30.3			
Zeitwert Bahn E	CHF/h	40.0		26.4			
Zeitwert Bahn N	CHF/h	47.6		29.9			
Zeitwert Bahn T	CHF/h	34.3		16.2			
Zeitwert PW P	CHF/h	80.2		47.0			
Zeitwert PW E	CHF/h	50.1		36.8			
Zeitwert PW N	CHF/h	57.3		38.4			
Zeitwert PW T	CHF/h	40.1		25.3			
Zeitwert ICN Bahn	CHF/h					14.2	
Zeitwert VOT Bahn	CHF/h					29.6	
Zeitwert ICN PW	CHF/h					20.6	
Zeitwert VOT PW	CHF/h					37.6	

Zum anderen spiegelt sich das unterschiedliche Forschungsziel nicht nur in der äusserlichen Präsentation und der Komplexität der Fragebogen wieder, sondern in Teilen auch bei der Ausprägung der Inhalte. Die Abbildung A-1 1 zeigt in diesem Zusammenhang die Verteilung der angebotenen Werte der SP-Variablen Reisezeit sowie Mikrozensuswerte als Referenz.

Abbildung A-1 1: Vergleich der angebotenen Reisezeiten der Verkehrsmittelwahl für Wege > 3km

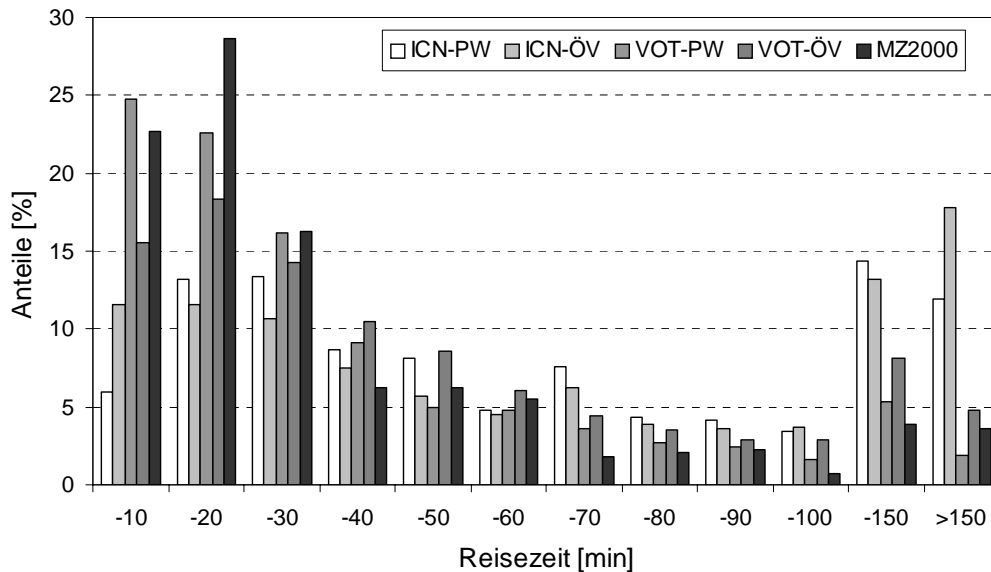
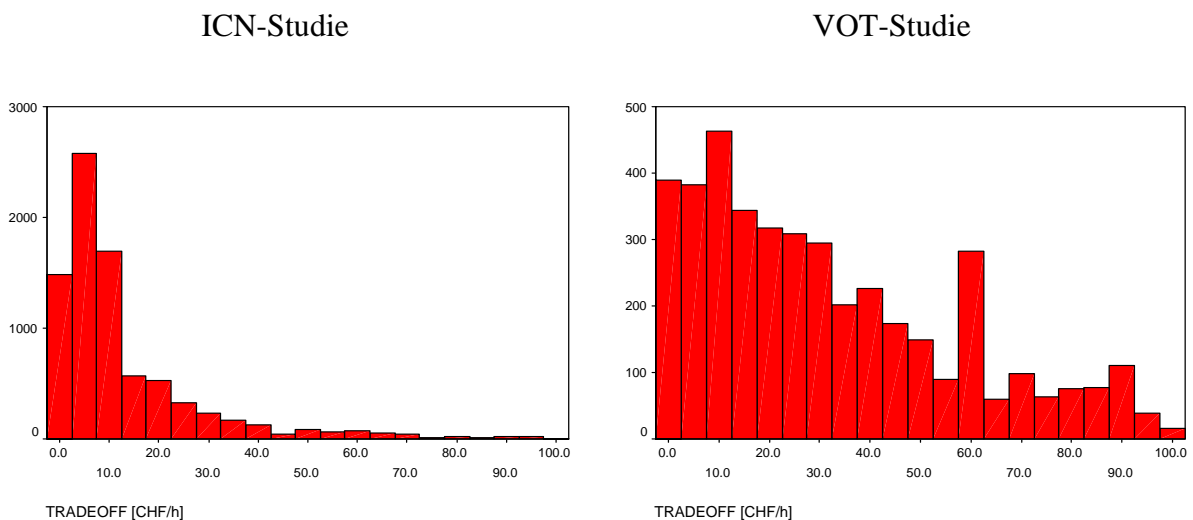


Abbildung A-1 2: Vergleich der angebotenen trade offs [CHF/h]



Standardabweichung: 15.4  
Mittelwert: 12.7

Standardabweichung: 25.8  
Mittelwert: 31.4

Man kann deutlich sehen, dass die vorliegende Studie die Verteilung der Reisezeiten gemäss dem Schweizerischen Durchschnitt präsentiert, während der Anteil an Fernreisen über 100

Minuten in der ICN-Studie wesentlich höher ist. Dort wurden speziell Experimente zu Reisen mit dem Fernreisezug ICN durchgeführt, was eine derartige Verteilung notwendig macht.

Der geschilderte Unterschied der Forschungsziele führt auch zu einem unterschiedlichen Angebot an trade offs, vgl. Abbildung A-1 2. Dies liegt insbesondere an dem höheren Anteil an längeren Reisen. Insbesondere bei langen Reisen muss in den SP-Experimenten die Differenz der Zeit-Geldverhältnisse klein bleiben, da diese anderenfalls unrealistisch werden. Bei kürzeren Reisen mit geringen Reisezeiten hingegen müssen die Werte höher liegen um nicht marginal zu werden.

Für das vorliegenden Forschungsziel, allgemeingültige Zeitwerte zu ermitteln ist deshalb wie in Kap. 5.2 beschrieben eine ausgewogenes und möglichst breites Angebot dieser Verhältniszahlen unumgänglich. Die ermittelten, beschriebenen Differenzen zu der Vergleichsstudie belegen damit passende, ergebnisorientierte Versuchsanlage.

## **Anhang 2**

### **Zeitkostensätze im Personenverkehr - Vorstudie SVI 42/00**

## INHALTSVERZEICHNIS

Kurzfassung, Resumé, Summary .....	K1, R1, S1
1. Einleitung .....	1
1.1 Anlass .....	1
1.2 Auftrag und Ziele .....	2
1.3 Aufbau des Berichts.....	2
2. Theoretischer Hintergrund: die neo-klassische Theorie der Zeitallokation .....	4
2.1 Einleitung .....	4
2.2 Der "Preis" von Verkehrsleistungen .....	4
2.3 Die Theorie des Konsumentenverhaltens und die Allokation der Zeit .....	8
2.4 Random Utility Theory .....	15
2.5 Zusammenhang zwischen der Theorie des Konsumentenverhaltens und der random utility Theory .....	16
2.6 Hypothesen bezüglich des Wertes der eingesparten Zeit.....	19
2.7 Daten für die empirische Untersuchung .....	22
3. Ausländische Studien und Erfahrungen .....	26
3.1 Einleitung .....	26
3.2 The Netherlands „Value of Time“ Studies .....	26
3.3 Value of Time Studien in Grossbritannien .....	33
3.4 Weitere Länderstudien.....	39
3.5 Aktuelle Forschungsbeiträge .....	44
4. Welche Schlussfolgerungen können aus den ausländischen Erfahrungen gezogen werden? .....	48
4.1 Einleitung .....	48
4.2 Die wichtigsten Erkenntnisse.....	49
5. Vorschlag für eine schweizerische Hauptstudie .....	56
5.1 Einleitung .....	56
5.2 Vorschläge für das methodische Vorgehen.....	58

## Kurzfassung

Verkehrspolitische Massnahmen und Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur müssen bezüglich ihrer Wirkungen analysiert und umfassend bewertet werden. Als wichtige Instrumente der Verkehrsplanung sind in diesem Zusammenhang Nachfragemodelle und ökonomische Bewertungsmethoden wie etwa die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) zu nennen.

Zeitgewinne, oder –verluste stellen in der Regel einen **beträchtlichen Teil** der Nutzen oder Kosten einer verkehrspolitischen Massnahme oder einer Verkehrsinfrastrukturinvestition dar. Ihre korrekte volkswirtschaftliche Bewertung im Rahmen einer KNA ist also von eminenter Bedeutung. In der Schweiz bestehen diesbezüglich jedoch keine aktuellen Untersuchungen, und keine abgesicherten Ansätze, zumindest nicht im Personenverkehr. Die verwendeten Ansätze basieren zum Teil auf alten Schätzungen oder sind ausländischen Studien "entlehnt". Entsprechend gross ist die Bandbreite dieser Ansätze.

In der Schweiz besteht aus diesem Grunde bezüglich Zeitwerte dringender Forschungsbedarf.

Die vorliegende Forschungsarbeit ist als Vorstudie zu verstehen, sie ist ein erster Schritt, die bestehenden Forschungslücken zu schliessen.

Mit dieser Arbeit wurden die folgenden Ziele verfolgt:

- Darstellung der mit der Dimension "Zeit" erweiterten mikroökonomischen Theorie und der Zusammenhänge mit den sogenannten "diskreten Entscheidungs-Modellen"
- Sichtung und Studium der internationalen Fachliteratur, um den aktuellen "Stand der Kunst" kennen zu lernen
- Erarbeitung eines Vorschlages für eine umfassende Zeitwertstudie für die Schweiz

In einem ersten Teil wird die erweiterte mikroökonomische Theorie vorgestellt, die vor allem auf die Arbeiten von G. Becker zurückgeht. Diese basiert, wie die traditionelle Theorie, auf dem Konzept des "homo economicus". Dieses Konzept geht davon aus, dass Individuen sich rational verhalten und danach trachten, ihren Nutzen zu maximieren. Die erweiterte Theorie geht zudem davon aus, dass der Nutzen nicht nur von den konsumierbaren Gütern sondern auch von der Zeit, die für ihren Konsum notwendig ist, abhängt. Die Nutzenmaximierung erfolgt also nicht nur aufgrund der Einkommens- sondern auch aufgrund der Zeitbeschränkung. Gezeigt wird im weiteren, wie der ökonomische Wert der in einer Reisealternative eingesparte Zeit interpretiert werden muss.



Die "discrete choice Modelle" sind ökonometrische Modelle, die auf der "random utility theory" basieren. Bei dieser Art der Nutzentheorie geht es um die statistische Modellierung von Wahlentscheidungen zwischen Alternativen, die sich gegenseitig ausschliessen. Gezeigt wird insbesondere, wie diese Modelle aus der erweiterten Nutzentheorie abgeleitet werden können.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde die aktuelle internationale Literatur über die Zeitwertforschung aufgearbeitet. Studiert wurden schwergewichtig die britischen und niederländischen Zeitwertstudien, in denen die wichtigsten Grundlagen moderner Zeitwertforschung erarbeitet wurden. Aufgrund dieses Literaturstudiums konnte die aktuelle "state of the Art" auf diesem Gebiete dargestellt werden. Danach stehen die sogenannten "stated preference"-Methoden und insbesondere die "stated choice"-Verfahren im Vordergrund.

Im dritten Teil der Arbeit wurde, aufgrund der theoretischen und praktischen Erfahrungen aus den ausländischen Studien, ein Vorschlag für eine umfassende schweizerische Zeitwertstudie erarbeitet. In diesem Vorschlag werden die notwendigen Differenzierungen, die Art der benötigten Daten, die Art der Datenbeschaffung, die anzuwendenden Methoden und Analyseverfahren umrissen.

## Résumé

Les mesures prises en politique des transports doivent faire normalement l'objet d'analyses et d'évaluations complètes, au même titre que tout investissement dans l'infrastructure des transports. Les modèles d'analyse de la demande et les méthodes d'évaluation économique, dont l'analyse coûts-bénéfices est un exemple, constituent à cet égard des instruments majeurs.

Les gains ou les pertes en temps consacré représentent en général une composante importante des bénéfices et coûts découlant d'une mesure prise en politique des transports ou d'un investissement effectué dans l'infrastructure des transports. Leurs évaluations socio-économiques correctes dans le cadre d'une analyse coûts-bénéfices revêtent une importance primordiale. Il n'existe toutefois en Suisse à leur sujet aucune étude en cours, ni aucune valeur empirique reconnue du temps consacré, du moins concernant le transport des voyageurs. Les valeurs unitaires utilisées sont empruntées à des estimations anciennes ou à des études étrangères. En fait, la marge d'appréciation est large.

Il existe en Suisse un besoin d'investigation urgent dans le domaine des valeurs à attribuer au temps consacré.

Le travail de recherche présent est à considérer comme une étude préliminaire, soit un premier pas destiné à combler les lacunes existantes.

Les buts suivants ont été poursuivis:

- Représentation de la théorie micro-économique, élargie à la dimension "temps", et des rapports avec les "modèles dits de choix discret" ("discrete choice models");
- Revue de la littérature internationale, afin de se faire une idée sur "le niveau d'excellence actuel" ("state-of-the-art");
- Elaboration d'une proposition pour une étude complète de l'évaluation du temps consacré en Suisse.

La première partie du présent travail de recherche est consacrée à la théorie micro-économique élargie, fondée principalement sur les travaux de G. Becker et le concept de l'"homo economicus" tiré de la théorie traditionnelle. Ce concept considère que les individus se comportent de façon rationnelle, pour ensuite aspirer à maximiser leurs bénéfices. La théorie élargie considère que le bénéfice ne provient pas seulement des produits de consommation, mais aussi du temps qu'il faut pour les consommer. La maximisation du bénéfice n'est pas seulement le résultat du plafonnement du revenu, mais de la limitation du temps. On montrera

en outre, comment la valeur économique du temps économisé lors d'un déplacement doit être interprétée.

Les "modèles dits de choix discret" ("discrete choice models") sont des modèles économétriques qui sont fondés sur la "théorie d'utilité aléatoire" ("random utility theory"). Cette théorie propose la modélisation statistique de décisions de choix entre alternatives qui s'excluent mutuellement. On montrera en particulier comment ces modèles peuvent être construits à partir de la théorie élargie.

La deuxième partie du présent travail de recherche dresse la liste des travaux sur la recherche de la valeur du temps consacré et décrits dans la littérature internationale actuelle, et étudie notamment les études britanniques et néerlandaises, dans lesquelles les bases essentielles de la recherche sur la valeur du temps consacré ont été développées. Le "niveau d'excellence actuel" ("state-of-the-art") dans ce domaine a ainsi pu être illustré, notamment par les méthodes dites de "préférence déclarée" ("stated preference") et en particulier par celles dites de "choix déclaré" ("stated choice").

La troisième partie propose enfin, sur la base des expériences théoriques et pratiques recueillies dans les études étrangères, d'effectuer une étude complète pour la Suisse. Cette proposition brosse un tableau des différenciations nécessaires à observer, de la nature des données à obtenir, des méthodes à appliquer et des analyses à effectuer.

## Summary

Transport policy measures and investments have to be analysed and evaluated comprehensively using transport models and economic evaluation tools, such as cost-benefit analysis (CBA).

Changes in travel time always form a substantial part of any gain or loss caused by a measure. The correct evaluation of these changes is therefore of paramount importance. There is no relevant up-to-date Swiss literature and no agreed valuations, in particular for passenger travel. The valuations used are either outdated or adapted from foreign studies. It is no surprise then, that they employ a wide range of values. Research is therefore urgently needed.

This scoping study is an initial contribution to this research. It aimed to:

- Show how time use can be integrated in micro-economic models and in discrete choice models
- Review the international state-of-the-art
- Prepare a proposal for a comprehensive Swiss study

The first part introduces the expanded micro-economic models of consumption and time use, which are based on the work of Gary Becker. These models retain the rational utility maximising „homo economicus“, but allow utility to arise from both consumption of goods and from the spending of time in activities. They employ therefore both income and time budget constraints. The models provide a consistent interpretation of the value-of-time saved in travel.

Based on these models one can derive discrete-choice models of exclusive alternatives. Implemented as random utility models they allow to estimate the values-of-time saved from observed choices.

The state-of-the-art in value-of-time savings studies is described in the second part of this study. The review is based on the path breaking British and Dutch studies of the last two decades. It highlights the use of stated-response and, in particular, stated choice methods to elicit the required behavioural input.

Using the recent theoretical and practical experiences the third part suggests the contents and structure for a comprehensive Swiss study. It details the required market segmentations, the kind of data required, the methods of data collection and analysis.

# 1. Einleitung

## 1.1 Anlass

Das erklärte Ziel der schweizerischen Verkehrspolitik ist die Gewährleistung einer nachhaltigen Mobilität. Wie dieses Ziel am besten erreicht werden kann, ist die Aufgabe der interdisziplinären Verkehrsplanung. Sie muss mögliche Massnahmen erarbeiten, ihre Wirkungen auf Umwelt, Verkehr und Allgemeinheit analysieren und diese umfassend bewerten. Als wichtige Instrumente der Verkehrsplanung in diesem Zusammenhang sind Nachfragemodelle und ökonomische Bewertungsmethoden wie etwa die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) zu nennen. In einer KNA werden die prognostizierten Auswirkungen monetarisiert, damit sie miteinander verglichen werden können.

Zeitgewinne, oder –verluste stellen in der Regel einen **beträchtlichen Teil** der Nutzen oder Kosten einer verkehrspolitischen Massnahme<sup>1</sup> oder einer Verkehrsinfrastrukturinvestition dar. Ihre korrekte volkswirtschaftliche Bewertung im Rahmen einer KNA ist also von eminenter Bedeutung. Es bestehen diesbezüglich jedoch keine aktuellen Untersuchungen, und keine abgesicherten Ansätze, zumindest nicht im Personenverkehr. Die verwendeten Ansätze basieren zum Teil auf zwanzig Jahre alten Schätzungen oder sind ausländischen Studien „entlehnt“. Entsprechend weit ist die Bandweite dieser Werte. Dazu kommt, dass die verwendeten Zeitkostenansätze zum Teil aufgrund von "veralteten" Methoden ermittelt wurden.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass in Kosten-Nutzen-Analysen keine Verteilungswirkungen berücksichtigt werden. Wer die Gewinner und wer die Verlierer einer bestimmten Massnahme sind, ist im Rahmen einer KNA nicht relevant. Der politische Entscheidungsträger möchte aber auch über diese Wirkungen informiert werden, um die soziale Verträglichkeit einer verkehrspolitischen Massnahme beurteilen zu können. Diese Fragen sind insbesondere im Falle der Zeitbewertung relevant. Personen mit höherem Einkommen haben in der Regel eine höhere Zahlungsbereitschaft für Reisezeitgewinne als Personen mit niedrigem Einkommen. Massnahmen, wie etwa bestimmte Arten von Road Pricing, die tendenziell die besser verdienenden belohnen, sind deshalb auch unter diesem sozialen Aspekt zu analysieren.

---

<sup>1</sup> In der aktuellen verkehrspolitischen Diskussion stellen Road Pricing und Telematik wichtige Massnahmenbereiche dar.

Zeitkostenansätze werden nicht nur in Kosten-Nutzen-Analysen gebraucht, sie sind auch für die Modellierung des Verkehrsverhaltens unerlässlich. Zeitkosten sind normalerweise Bestandteil der Widerstansfunktionen in Verkehrsmodellen.

In der Schweiz besteht also bezüglich Zeitwerte dringender Forschungsbedarf.

## 1.2 Auftrag und Ziele

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wird von der Forschungsstelle<sup>2</sup> die Problematik von Zeitkosten im Personenverkehr erörtert, die theoretischen und praktischen Aspekte der Zeitbewertung vorgestellt, die ausländischen Erfahrungen ausgewertet, die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst und der Stand der Kunst für die Herleitung von Zeitwertansätzen beschrieben.

Aufgrund dieser Analyse wird sodann ein Vorschlag für die Durchführung einer Hauptstudie für die Schweiz erarbeitet. Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist also, die Basis für eine Hauptstudie zu erarbeiten und die praktischen und methodischen Leitplanken zu setzen.

Aufgabe der Hauptstudie ist die Herleitung von Zeitwerten für die Bedürfnisse der Verkehrsplanung<sup>3</sup>.

Diese Hauptstudie soll im Rahmen der weiteren Planungen im Zusammenhang mit der Erstellung einer *schweizerischen Kosten-Nutzen-Richtlinie* durchgeführt werden.

## 1.3 Aufbau des Berichts

Diese Studie besteht aus den folgenden Teilen:

---

<sup>2</sup> ArGe IVT ETH Zürich und Abay & Meier Zürich

<sup>3</sup> Bei der Bewertung von Zeitgewinnen oder Zeitverlusten wird, insbesondere in Deutschland häufig vom sogenannten objektiven Ansatz ausgegangen. Dieser geht von volkswirtschaftlichen Durchschnittsdaten, insbesondere vom Stundenlohnsatz aus, der im einfachsten Fall mit dem Reisezeitwert gleichgesetzt wird. Die moderne Zeitwertforschung geht jedoch vom Verhalten der Verkehrsteilnehmer aus. Aus dem Verkehrsverhalten bei speziellen Situationen kann auf die Zahlungsbereitschaft für Zeitgewinne geschlossen werden. Man spricht in diesem Zusammenhang vom subjektiven Ansatz. In der vorliegenden Studie wird ausschliesslich vom subjektiven Ansatz ausgegangen, da nur dieser mit der Wohlfahrtstheorie, auf der die KNA basiert, konsistent ist.

Kapitel 2: Beschreibung der theoretischen und praktischen Aspekte der Zeitbewertung

Kapitel 3: Sichtung der wichtigsten internationalen Fachliteratur, mit dem Ziel, den aktuellen Stand der Kunst für die Ableitung von Zeitkostenansätzen kennen zu lernen

Kapitel 4: Erkenntnisse aufgrund der ausländischen Studien

Kapitel 5: Vorschlag für eine Hauptstudie für die Schweiz

## 2. Theoretischer Hintergrund: die neo-klassische Theorie der Zeitallokation

### 2.1 Einleitung

Das Hauptziel dieses Kapitels besteht darin, zu zeigen, wie die mikroökonomische Theorie mit der Dimension "Zeit" erweitert werden kann und, wie die sogenannten Diskreten Entscheidungsmodelle aus der mikroökonomischen Theorie abgeleitet werden können. Zudem werden die wichtigsten Anforderungen an die Daten für die empirische Untersuchung vorgestellt.

### 2.2 Der "Preis" von Verkehrsleistungen

Die klassische ökonomische Theorie basiert auf dem Konzept des "homo economicus". Dieses Konzept geht von der Annahme aus, dass Menschen sich rational verhalten und danach trachten, ihren Nutzen zu maximieren<sup>4</sup>. In der traditionellen Theorie des Konsumentenverhaltens spielt die Zeit keine Rolle; Konsumenten maximieren Nutzenfunktionen der folgender Form:

$$U = U(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

unter der Nebenbedingung

$\sum P_i \cdot x_i = I$ , wobei  $x_i$  die gekauften Güter,  $P_i$  die Preise der Güter und  $I$  das Geldeinkommen bedeuten.

Die Erkenntnis, dass die Zeit bei einer Reihe von ökonomischen Aktivitäten eine sehr wichtige Rolle spielt, hat einige Ökonomen (etwa G. Becker, K. Lancaster, A. DeSerpa u.a) veranlasst, in die traditionelle Theorie die Dimension Zeit einzubauen. Die vielleicht umfassendste Modellerweiterung hat dabei DeSerpa (1971) formuliert; das Modell von G. Becker ist lediglich ein Spezialfall des Modelles von DeSerpa. Ohne auf Details einzugehen, kann dieses Modell durch die folgenden Eigenschaften charakterisiert werden:

---

<sup>4</sup> In den letzten Jahren wurden in der ökonomischen Forschung auch komplexere menschliche Verhaltensmuster untersucht. In der Schweiz ist insbesondere Ernst Fehr vom Institut für empirische Wirtschaftsforschung an der Universität Zürich mit entsprechenden Forschungen an die wissenschaftliche Öffentlichkeit getreten.



- Der Nutzen ist nicht nur von den konsumierbaren Gütern abhängig, sondern ebenfalls von der Zeit, die für ihren Konsum notwendig ist.
- Das Individuum trifft seine Entscheidungen aufgrund von zwei Nebenbedingungen; der Einkommens- und der Zeitbeschränkung.
- Die Entscheidung, eine bestimmte Menge eines Gutes zu konsumieren, erfordert, dass ein bestimmtes Minimum an Zeiteinheiten dafür eingesetzt werden muss. Es kann aber auch mehr Zeit für diese Aktivität eingesetzt werden, wenn das Individuum dies wünscht.

Diese Modellspezifikation umfasst sowohl solche Konsumaktivitäten, für welche die Zeit nicht als Bestandteil des Preises betrachtet wird, als auch solche, deren Nachfragefunktionen "zeitelastisch" sind. In diesem Modell wird also der Tatsache Rechnung getragen, dass die Nachfrage für gewisse Güter (z.B. Freizeitaktivitäten) nicht von Zeitkostenänderungen abhängig ist.

Für die Aktivität Reisen oder "Fahrten unternehmen<sup>5</sup>" müssen jedoch die Zeitkosten als Bestandteil der Reisekosten betrachtet werden. Dies kann am besten mit Hilfe des einfacheren Modells von G. Becker gezeigt werden, das im folgenden erläutert wird<sup>6</sup>.

Es wird angenommen, dass Individuen Konsumgüter "produzieren", indem sie verschiedene Güter, die sie auf dem Markt kaufen sowie eigene Zeit miteinander kombinieren. Beispielsweise braucht es für die Zubereitung einer Tasse Milchkaffee Wasser, Kaffeebohnen, Milch, Zucker sowie eine bestimmte Menge Einkaufszeit und Zubereitungszeit.

Die Produktionsfunktionen für diese Konsumgüter  $Z_i$  können demnach wie folgt definiert werden:

$$Z_i = f_i(X_i, t_i), \quad (1)$$

wobei

$f_i$  : Produktionsfunktion für  $Z_i, (i = 1, 2, \dots, m)$

$X_i$  : Vektor der die Produktion von  $Z_i$  benötigten Marktgüter,

---

Bekannt wurde u.a. sein "Ultimatum Spiel". Danach sind offenbar viele Leute bereit, finanzielle Einbußen hinzunehmen, um ein unerwünschtes Verteilungsergebnis zu verhindern.

<sup>5</sup> Gemeint sind nicht Vergnügungsreisen.

<sup>6</sup> Die Darstellung dieses Ansatzes Basiert auf der Dissertaion von Abay (1984).

$t_i$  : Vektor der für die Produktion von  $Z_i$  benötigten Zeit-Inputs

Die Wahlentscheide der Konsumenten sind der Einkommensbeschränkung unterworfen:

$$\sum_{i=1}^m P_i \cdot X_i = I, \quad (2)$$

wobei  $P_i$  : Vektor der Einheitspreise der Marktgüter  $X_i$

In einer bestimmten Zeitperiode (z.B. in einem Monat) muss die Zeit, die für die Produktion der Konsumgüter aufgewendet werden muss, und die Arbeitszeit zusammen gleich sein der total verfügbaren Zeit, die für jedes Individuum gleich ist ( $t = 30 \cdot 24 \text{Stunden} = 720 \text{Stunden}$ ).

$$\sum_{i=1}^m t_i + t_w = t, \quad (3)$$

wobei  $t_w$  : Arbeitszeit

Diese Gleichung (3) bedeutet, dass jede Nichtarbeitszeit, Schlafen inbegriffen, als Input für die Produktion irgendeines Konsumgutes oder Aktivität betrachtet werden muss.

Das Einkommen ist nicht nur mit den Ausgaben identisch, sondern auch mit der Summe aller Faktorzahlungen:

$$I = \sum_{i=1}^m P_i \cdot X_i = w \cdot t_w + V \quad (4)$$

wobei  $w$  : durchschnittlicher Lohnsatz und  $V$  : sonstiges Einkommen

Wird Gleichung (3) nach  $t_w$  aufgelöst und in (4) eingesetzt, dann erhält man:

$$w \cdot t - \sum_{i=1}^m w \cdot t_i + V = \sum_{i=1}^m P_i \cdot X_i \quad (5)$$

und

$$\sum_{i=1}^m P_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^m w \cdot t_i = w \cdot t + V = S \quad (6)$$

$S$  stellt (bei konstantem  $w$ ) dasjenige Einkommen dar, welches bei  $t$  (d.h. bei 720) Stunden Arbeitszeit erzielt werden könnte.

Die linke Seite zeigt, dass dieses "volle" Einkommen zum Teil für Konsumausgaben, und zum Teil (als entgangene Einkünfte) für den Zeiteinput bei der Produktion der Konsumgüter "ausgegeben" wird.

Wird im weiteren angenommen, dass für die Produktion einer Einheit von  $Z_i$  immer eine fixe Menge von  $X_i$  und  $t_i$  benötigt werden, d.h.:

$$X_i = a_i \cdot Z_i \text{ und } t_i = b_i \cdot Z_i, \quad (7)$$

wobei  $a_i$  und  $b_i$  : Vektoren der Produktionskoeffizienten,

dann kann Gleichung (6) wie folgt modifiziert werden:

$$\sum_{i=1}^m a_i \cdot P_i \cdot Z_i + \sum_{i=1}^m b_i \cdot w_i \cdot Z_i = \sum_{i=1}^m C_i \cdot Z_i = S \quad (8)$$

$$\text{wobei } C_i = a_i \cdot P_i + b_i \cdot w \quad (9)$$

$C_i$  ist die Summe der Kosten der Inputgüter für eine Einheit von  $Z_i (= a_i \cdot P_i)$  und der Opportunitätskosten (=Schattenpreis) der benötigten Zeit ( $= b_i \cdot w$ ).

Die Kosten der Zeit sind voll in die Analyse integriert und können symmetrisch zu den übrigen Kosten behandelt werden. Jedes Individuum wählt die  $Z_i$  aufgrund einer einzigen Ressourcenbeschränkung, die durch Gleichung (8) gegeben ist. So gesehen ist die Analyse gleich wie beim konventionellen Ansatz, wobei die dort abgeleiteten Theoreme weiterhin ihre Gültigkeit behalten.

Werden diese Erkenntnisse auf den Verkehrsbereich angewandt, dann kann folgendes gefolgert werden: der Preis von Verkehrsleistungen besteht (zumindest) aus zwei Komponenten:

- Aus den direkten monetären Kosten und
- Aus den monetarisierbaren Zeitkosten

Die Summe dieser zwei Komponenten werden auch als die "generalisierten" Kosten bezeichnet. Die Nachfrage nach Leistungen einer Verkehrseinrichtung ist also als Funktion der generalisierten Kosten gegeben.

## 2.3 Die Theorie des Konsumentenverhaltens und die Allokation der Zeit

### 2.3.1 Ein frühes mikroökonomisches Modell

In früheren Forschungsarbeiten wurde vor allem dem "trade off" zwischen Arbeitszeit und Freizeit die Aufmerksamkeit geschenkt.

Diese Ansätze haben im Prinzip nicht viel mit den Zeitbewertungsproblemen im Transportbereich zu tun, wo es um Zeitersparnisse in ganz bestimmten Aktivitäten geht. Sie sind aber nützlich, um auf einfache Weise dem Problem näher zu kommen.

Dabei wurde bei diesen Ansätzen die Annahme getroffen, dass Arbeitstätige die Wahlmöglichkeit besitzen, ihre Arbeitszeit und damit natürlich auch ihre Freizeit selbst zu bestimmen.

Die Befriedigung des Konsumenten hängt dann von seinem Einkommen und seiner Freizeit ab. Er möchte beides haben, Einkommen und Freizeit. Seine Nutzenfunktion ist:

$$U = U(F, Y)$$

wobei  $F$  Freizeit und  $Y$  Einkommen bedeuten.

Die Substitutionsrate des Einkommens für Freizeit ist:

$$-\frac{dY}{dF} = \frac{\frac{\partial U}{\partial F}}{\frac{\partial U}{\partial Y}}$$

und gibt an, wie viel Einkommen der Konsument für eine zusätzliche Einheit Freizeit hergeben würde (trade off).

Wird ferner angenommen, dass der Lohnsatz  $r$  Franken pro Stunde beträgt und für Arbeits- und Freizeit insgesamt  $T$  Stunden zur Verfügung stehen, dann wird der Konsument seinen Nutzen unter der folgenden Nebenbedingung maximieren:

$$Y = r \cdot (T - F)$$

Das Maximierungsproblem kann mit Hilfe der Methode der Lagrange'schen Multiplikatoren gelöst werden:

Als zu maximierende Funktion erhält man:

$$L = U(F, Y) + \lambda[r \cdot (T - F) - Y]$$

wobei  $\lambda$  den Lagrange'schen Multiplikator darstellt.

Um  $L$  zu maximieren, müssen die partiellen Ableitungen Null gesetzt werden:

$$\frac{\partial L}{\partial F} = \frac{\partial U}{\partial F} - \lambda \cdot r = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial L}{\partial Y} = \frac{\partial U}{\partial Y} - \lambda = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = r \cdot (T - F) - Y = 0 \quad (3)$$

aus (1) folgt:  $\frac{\partial U}{\partial F} = \lambda \cdot r$ , aus (2) folgt:  $\frac{\partial U}{\partial Y} = \lambda$ , d.h. der Grenznutzen des Einkommens ist gleich dem Lagrange'schen Multiplikator  $\lambda$ .

Somit wird die Substitutionsrate beim Nutzenmaximum

$$\frac{dY}{dF} = \frac{\lambda \cdot r}{\lambda} = r, \text{ d.h. gleich dem Lohnsatz, bzw. Stundenlohn.}$$

Gegen diesen einfachen Ansatz kann der Einwand erhoben werden, dass nur eine kleine Minderheit von Selbständigerwerbenden die Wahlmöglichkeit zwischen Einkommen und Freizeit besitzt. Nicht nur Nichtberufstätige sind davon ausgeschlossen, sondern auch die meisten unselbständig Erwerbenden, deren Arbeitszeit in der Regel von anderen fixiert wird. Muss eine Person kürzer oder länger arbeiten, als sie eigentlich möchte, so ist sie nicht in der Lage, einen Nutzen im obigen Sinne zu maximieren und konsequenterweise kann dann auch nicht mehr vom Lohnsatz auf die individuelle Zeitbewertung geschlossen werden.

### 2.3.2 Differenziertere mikroökonomische Ansätze

Bei diesen Ansätzen wird, analog zu den Überlegungen zu Becker, davon ausgegangen, dass die Nutzenfunktion eines Individuums mit Hilfe von "Aktivitäten" beschrieben werden kann. Für eine Aktivität braucht es Güter und Zeit.

Beim nachfolgend beschriebenen Ansatz werden die folgenden Annahmen getroffen<sup>7</sup>:

Die Nutzenfunktion eines Individuums besteht aus einer Reihe von Gütern (dargestellt durch den Vektor  $x_i, i = 1, \dots, m$ ), und einem Vektor von Zeiteinputs, die für verschiedene Aktivitäten benötigt werden ( $t_j, j = 1, \dots, n$ ). Eine der Aktivitäten ist Arbeit und die dafür vorgesehene Zeit wird explizit mit  $t_w$  bezeichnet. Die Nutzenfunktion hat also die folgende Form:

$$U = U(x, t, t_w)$$

Für die weitere Analyse werden verschiedene Nebenbedingungen eingeführt. Die erste betrifft die Budgetbeschränkung: die totalen Ausgaben ( $\sum_{i=1}^m p_i x_i$ ) können nicht grösser sein, als das verfügbare Einkommen ( $w \cdot t_w + y$ ), wobei  $w$  den Lohnsatz und  $y$  den Teil des Einkommens darstellt, der aus anderen Quellen stammt.

Im weiteren muss auch ein Zeitbudget berücksichtigt werden. Die Summe der Zeit in allen Aktivitäten kann nicht grösser sein als die total zur Verfügung stehende Zeit  $T$  (z.B. 720 Stunden). Im weiteren wird die Annahme getroffen, dass eine bestimmte, minimale Arbeitszeit  $t_w^m$  notwendig ist, um die Bedürfnisse befriedigen zu können<sup>8</sup>.

Zuletzt wird die Annahme getroffen, dass für bestimmte Aktivitäten eine untere, minimale Zeitgrenze definiert werden kann. Praktisch bedeutet dies, dass für jedes Element des Zeitvektors  $t_j$  ein entsprechendes Minimumwert  $t_j^m$  definiert wird, wobei  $t_j^m$  selbstverständlich auch den Wert Null annehmen kann. Hier werden diese Werte als exogene Bedingungen betrachtet, genau gleich wie die Annahme, dass eine minimale Arbeitszeit notwendig ist.

Das Maximierungsproblem kann nun wie folgt formuliert werden:

$$\text{Die Nutzenfunktion } U = U(x_1, x_2, \dots, x_m, t_1, t_2, \dots, t_n, t_w)$$

wird unter den folgenden Nebenbedingungen maximiert:

$$w \cdot t_w + y \geq \sum_{i=1}^m p_i x_i \quad [\lambda]$$

---

<sup>7</sup> Die Darstellung dieses Ansatzes basiert auf dem Bericht "The value of travel time savings" (1987), der im Auftrag des britischen Transportministeriums durchgeführt wurde.

<sup>8</sup> Die Annahme der vollen Flexibilität zwischen Arbeitszeit und Freizeit wird hier damit fallengelassen.

$$T \geq \sum_{i=1}^n t_i + t_w \quad [\mu]$$

$$t_w \geq t_w^m \quad [\phi]$$

$$t_1 \geq t_1^m \quad [\psi_1]$$

$$t_2 \geq t_2^m \quad [\psi_2]$$

.

$$t_n \geq t_n^m \quad [\psi_n]$$

In den eckigen Klammern sind die entsprechenden Lagrange'schen Multiplikatoren enthalten.

Bezüglich der Interpretation dieser Multiplikatoren sei an die folgenden (Kuhn-Tucker) Theoreme erinnert: falls eine Nebenbedingung bei einem Maximalisationsproblem, wie dem hier vorliegenden nicht bindend ist, hat der entsprechende Lagrange'sche Multiplikator den Wert Null. Im gegenteiligen Fall kann der Multiplikator als der Grenznutzen einer zusätzlichen Einheit des betrachteten Gutes interpretiert werden<sup>9</sup>.

Bei  $\lambda$  beispielsweise bedeutet dies folgendes: wenn Individuen das Einkommen, das ihnen zur Verfügung steht, aufgrund ihrer Entscheidung nicht voll ausgeben würden, dann wäre die Einkommensbeschränkung nicht bindend und  $\lambda$  wäre in diesem Fall gleich Null. Im Normalfall jedoch, wenn Individuen lieber mehr Geld ausgeben würden als sie es sich leisten können, dann ist  $\lambda$  mit dem Grenznutzen einer zusätzlichen Einkommens-Einheit identisch.

Analog können die übrigen Lagrange'schen Multiplikatoren interpretiert werden:

So entspricht  $\mu$  dem Grenznutzen einer zusätzlich zur Verfügung gelangenden Zeiteinheit, wenn beispielsweise die benötigte Zeit für eine bestimmte Aktivität um eine Zeiteinheit reduziert werden kann.

Ferner entspricht  $\phi$  dem Grenznutzen, wenn die minimal erforderliche Arbeitszeit um eine Einheit reduziert wird und  $\psi_i$  ist der Grenznutzen der Reduktion der erforderlichen Zeit für Aktivität  $i$  um eine Einheit.

---

<sup>9</sup> Siehe etwa bei Lancaster, 1969

Nun kann eine wichtige Unterscheidung gemacht werden zwischen jenen Aktivitäten, für welche die Minimum-Zeit-Erfordernisse zwingend und jenen Aktivitäten, bei denen diese nicht zwingend sind. Zu den letzteren gehören solche Aktivitäten, bei denen Individuen gerne mehr Zeit verbringen würden als unbedingt notwendig. Diese Aktivitäten sind reine Freizeitaktivitäten. Die übrigen sind mittelbare Aktivitäten<sup>10</sup>. Zu diesen gehören die meisten Reiseaktivitäten<sup>11</sup>.

Die Maximierung der Nutzenfunktion erfolgt nach der Methode von Lagrange. Zu diesem Zweck wird zunächst die sogenannte Lagrange'sche Funktion aus der Nutzenfunktion und den Beschränkungsgleichungen gebildet:

$$L = U(x, t, t_w) + \lambda(wt_w + y - px) + \mu(T - \sum t_i - t_w) + \phi(t_w - t_w^m) + \sum \psi_i(t_i - t_i^m) \quad (1)$$

Um  $L$  zu maximieren, müssen die partiellen Ableitungen nach  $x$ ,  $t$  und  $t_w$  gebildet und Null gesetzt werden:

$$\frac{\delta U}{\delta x_i} - \lambda p_i = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\delta U}{\delta t_j} - \mu + \psi_j = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\delta U}{\delta t_w} + \lambda w - \mu + \phi = 0 \quad (4)$$

Um mit der Analyse weiterfahren zu können, wird nun das Konzept "Grenzbewertung der in Aktivität  $j$  verbrachten Zeit" eingeführt. Dies ist gleich dem Verhältnis aus dem Grenznutzen der Zeit in dieser Aktivität ( $= \frac{\delta U}{\delta t_j}$ ) und dem Grenznutzen des Einkommens ( $= \lambda$ ).

Dieses Verhältnis ( $\frac{\delta U}{\delta t_i} / \lambda$ ) kann aus Gleichungen (3) und (4) durch Elimination von  $\mu$  gewonnen werden:

$$\frac{\delta U}{\delta t_i} / \lambda = w + \frac{\delta U}{\delta t_w} / \lambda + \phi / \lambda - \psi_j / \lambda \quad (5)$$

---

<sup>10</sup> DeSerpa, 1971 nennt diese "intermediate activities"

<sup>11</sup> Reine Vergnügungsreisen gehören nicht in diese Kategorie.



Aus dieser Gleichung folgt, dass die "Grenzbewertung der in Aktivität  $j$  verbrachten Zeit" nur dann mit dem Lohnsatz  $w$  übereinstimmt, wenn die Summe drei letzten Glieder in Gleichung (5) gleich Null ist.

Das in Kapitel 2.2.1 vorgestellte einfache Modell geht von diesen Annahmen aus, d.h. es gibt keinen negativen Nutzen (disutility) aus der Arbeit, keine minimale Arbeitszeit  $t_m$  und keine minimale Zeitgrenzen für bestimmte Aktivitäten.

Eine andere Art, das Konzept der "Grenzbewertung der in Aktivität  $j$  verbrachten Zeit" zu interpretieren erhält man, wenn Gleichung (3) durch  $\lambda$  dividiert wird:

$$\frac{\delta U}{dt_j} / \lambda = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\psi_j}{\lambda} \quad (6)$$

Wenn nun in Aktivität  $j$ ,  $\psi_j = 0$ , das heisst, der Grenznutzen der Reduktion der erforderlichen Zeit für diese Aktivität Null ist (was bei den reinen Freizeitaktivitäten der Fall ist), dann wird

$$\frac{\delta U}{dt_j} / \lambda = \frac{\mu}{\lambda}$$

Dies wird manchmal auch als der "Ressourcenwert der Zeit" bezeichnet, da es die Zahlungsbereitschaft des Konsumenten, für eine zusätzliche, über den Zeitbudget hinausgehende Zeiteinheit darstellt<sup>12</sup>.

Anders ausgedrückt: die Grenzbewertung der in einer Freizeitaktivität verbrachten Zeit ist gleich dem "Ressourcenwert der Zeit".

Das wichtige an dieser Feststellung ist, dass reine Freizeit zwar einen Wert hat, da Nutzen daraus abgeleitet wird, dass aber einer Einsparung von Freizeit kein Wert zugeordnet werden kann. Zeit, die man in einer Freizeitaktivität einspart, kann nur für eine andere Freizeitaktivität verwendet werden. Die Zahlungsbereitschaft eines Konsumenten, reine Freizeit zu sparen ist Null, da er auf diese Weise seinen Nutzen nicht vergrössern kann.

Bei einer mittelbaren (intermediate) Aktivität ist Grenzbewertung der dort verbrachten Zeit kleiner als der Ressourcenwert. Für die meisten Reisetätigkeiten ist dieser Wert sogar negativ.

---

<sup>12</sup> Dies ist natürlich unmöglich aber gleichzeitig wird durch diese Betrachtung die Zeit als kostbares und knappes Gut verstanden.

Aus Gleichung (6) geht im übrigen hervor, dass die Differenz zwischen der Grenzbewertung der in einer mittelbaren Aktivität  $i$  (z.B. in einer Pendlerfahrt) verbrachten Zeit und dem Ressourcenwert gleich  $\psi_i / \lambda$  ist. Kann die Zeit für eine Pendlerfahrt reduziert und in Freizeit umgesetzt werden, dann bedeutet dies eine Erhöhung des Nutzens. Diese Nutzenerhöhung entspricht der Differenz zwischen der Grenzbewertung für die Zeit für die Pendlerfahrt und der Grenzbewertung der Zeit für Freizeit.

$\frac{\psi_i}{\lambda}$  stellt demnach den Wert dar, der entsteht, wenn die bei einer Reduktion der Pendlerfahrt eingesparte Zeit in eine Freizeitaktivität umgesetzt (transferiert) wird<sup>13</sup>.

Das ist im übrigen auch das Konzept, das bei Bewertungen von Verkehrsinfrastrukturen in der Regel als "der Wert der Zeit" verstanden wird.

Das empirische Interesse ist also auf den Ausdruck  $\frac{\psi_i}{\lambda}$  konzentriert. Dabei ist der Wert dieses Ausdrucks nie negativ und dann von Null verschieden, wenn der Konsument mehr Zeit in einer Aktivität verbringen muss als er möchte.

Ausgehend von Gleichung (8) kann also der folgende fundamentale Zusammenhang hergestellt werden:

Der Wert einer Zeitersparnis in Aktivität  $i$  ( $= \frac{\psi_i}{\lambda}$ ) ist gleich dem Ressourcenwert der Zeit ( $= \frac{\mu}{\lambda}$ ) **minus** Grenzbewertung der in Aktivität  $i$  verbrachten Zeit ( $= \frac{\delta U}{\delta t_i} / \lambda$ ).

Dabei ist die Grenzbewertung der Zeit im Verkehr in der Regel negativ, da Reisezeit zur Nutzenminderung beiträgt. Dies ist nur dann nicht der Fall, wenn Reisen als reine Freizeitbetätigung empfunden wird, z.B. im Rahmen einer Kreuzfahrt.

Soweit die Darstellung dieses theoretischen Ansatzes, auf den die weitere empirische Arbeit basiert werden kann.

---

<sup>13</sup> Truong und Hensher (1985) bezeichnen dies als "the value of transferring time".

## 2.4 Random Utility Theory

Bei dieser Art der Nutzentheorie geht es um die statistische Modellierung von Wahlentscheidungen zwischen Alternativen, die sich gegenseitig ausschliessen. Dabei wird von den folgenden Annahmen ausgegangen:

- Jede Alternative  $i$  stiftet für ein Individuum einen bestimmten Nutzen ( $U_i$ )
- Der Nutzen hängt zum Teil von messbaren Einflussgrößen und zum Teil von solchen Faktoren ab, die man entweder nicht beachtet oder nicht messen kann.

Deshalb wird davon ausgegangen, dass der Nutzen aus zwei Komponenten besteht; aus einem systematischen Teil, der eine Funktion der messbaren Attribute ist, und aus einem stochastischen Teil, der alle anderen Einflussgrößen in sich vereint:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i \quad (7)$$

In dieser Gleichung ist  $V_i$  der systematische und  $\varepsilon_i$  der stochastische Teil.

Wird die Nutzenfunktion auf diese Weise formuliert, dann kann einer bestimmten Wahlentscheidung eine bestimmte Wahrscheinlichkeit zugeschrieben werden. Die mathematische Funktion, die die Wahrscheinlichkeit der Wahl abbildet, ist davon abhängig, welche Annahmen über die Verteilung der stochastischen Komponente getroffen werden. Domencich & McFadden (1975) konnten zeigen, dass unter der Annahme, dass die  $\varepsilon_i$  eine sogenannte Weibull-Verteilung haben<sup>14</sup>, die mathematische Funktion der bekannten multinominalen Logit-Funktion entspricht. Diese hat die folgende Form:

$$P_i = \frac{e^{V_i}}{\sum_j e^{V_j}} \quad (8)$$

$P_i$  ist die Wahrscheinlichkeit, dass von  $j$  möglichen Alternativen die  $i$ -te gewählt wird. Dabei wird  $V_i$  häufig als lineare Funktion angenommen. Die Schätzung der Parameter erfolgt in der Regel mit Hilfe der Maximum-Likelihood-Funktion.

Die Logit-Funktion besitzt einige vorteilhafte Eigenschaften, insbesondere auch bezüglich der Parameterschätzung. Da die Annahme über die Verteilung der Stochastischen Komponente

---

<sup>14</sup> Sie sind unabhängig und identisch verteilt mit einer standardisierten Weibull-Verteilung.

aber relativ restriktiv ist, werden in letzter Zeit auch andere Funktionsformen untersucht, beispielsweise die Probit-Funktion.

## 2.5 Zusammenhang zwischen der Theorie des Konsumentenverhaltens und der random utility Theory

Sowohl die in Kapitel 2.2 vorgestellte Theorie als auch die im letzten Kapitel vorgestellten Modellformulierungen basieren auf dem Nutzenkonzept. Trotzdem fehlte in den meisten Untersuchungen die Begründung dafür, dass in die, in den Modellen verwendeten generalisierten Kostenfunktionen ausser den direkten Kosten und der Zeit auch andere Variablen, wie Einkommen etc. eingebaut wurden. Meist wurde damit argumentiert, dass der Einbau solcher Variablen die Modelleigenschaften verbessert.

Truong & Hensher haben 1985 eine Modellform entwickelt, die auf einer Version des in Kapitel 2.2.2 vorgestellten DeSerpa-Modell basiert. Da im Zentrum ihres Interesses die Reisezeit war, sind sie von einer vereinfachten Nutzenfunktion ausgegangen. Sie hat die folgende Form:

$$U = U(x, q, t_1, \dots, t_n),$$

wobei  $x$ : die Menge eines generalisierten Konsumgutes,  $q$  die Zeit, die in dieser generalisierten Aktivität verbracht wird und  $t_1, \dots, t_n$  die Reisezeiten für alternative, sich gegenseitig ausschliessende Reisemöglichkeiten für eine bestimmte Quell-Ziel-Beziehung darstellen.

Zu jeder  $t_i$  gehört zudem eine entsprechende  $c_i$ , die direkten Kosten für die gewählte Alternative.

Die Nutzenfunktion muss unter den folgenden Nebenbedingungen maximiert werden:

$$y \geq px + \sum d_i c_i \quad [\lambda] \quad (9)$$

$$T \geq q + \sum d_i t_i \quad [\mu] \quad (10)$$

$$t_i \geq t_i^m \quad [\psi_i] \quad (11)$$

Die  $d_i$  sind sogenannte Dummy-Variablen, welche angeben, welche Wahl getroffen ist.  $d_i$  ist gleich 1, wenn die Alternative  $i$  gewählt wurde, in allen anderen Fällen ist  $d_i$  gleich Null.

Die "Minimum-Zeit-Bedingung" bezieht sich lediglich auf die gewählte Alternative, so dass in der Lagrange'schen Gleichung die entsprechenden Elemente ebenfalls mit  $d_i$  multipliziert sind. Die Lagrange'schen Gleichung sieht dann wie folgt aus:

$$L = U(x, q, t_1, \dots, t_n) + \lambda(y - px - \sum d_i c_i) + \eta(T - q - \sum d_i t_i) + \sum \psi_i d_i (t_i - t_i^m) \quad (12)$$

Die Bedingungen erster Ordnung für das Maximum lauten demnach:

$$\frac{\delta U}{\delta x} = \lambda p \quad (13)$$

$$\frac{\delta U}{\delta q} = \mu \quad (14)$$

$$\frac{\delta U}{\delta t_i} = \mu d_i - d_i \psi_i \quad (15)$$

Für die weitere Analyse ist es zweckmässig anzunehmen, dass sowohl die Zeitbudget- als auch die Einkommensbeschränkung zwingend sind.

Man kann eine Näherung für die indirekte Nutzenfunktion<sup>15</sup> auf die folgende Weise erhalten:

Zuerst wird für die direkte Nutzenfunktion eine Näherung erster Ordnung entwickelt:

$$U \approx a + \frac{\delta U}{\delta x} x + \frac{\delta U}{\delta q} q + \sum \frac{\delta U}{\delta t_i} t_i \quad (16)$$

Werden nun in diese Gleichung die partiellen Ableitungen (die rechten Seiten der Gleichungen (13) bis (15)) eingesetzt, dann erhält man:

$$U \approx a + \lambda px + \mu q + \sum d_i (\mu - \psi_i) t_i \quad (17)$$

aus den Nebenbedingungen (9), (10) erhält man weiter:

$$px = y - \sum d_i c_i \quad (18)$$

$$q = T - \sum d_i t_i \quad (19)$$

---

<sup>15</sup> Eine Nutzenfunktion ist dann direkt, wenn die unabhängigen Variablen Konsumgüter und dann indirekt, wenn diese Preise und Einkommen sind.

Werden (18) und (19) in Gleichung (17) eingesetzt, dann resultiert nach einigen Umformungen die folgende Beziehung:

$$U \approx a + \lambda(y - \sum d_i c_i) + \mu T - \sum d_i \psi_i t_i \quad (20)$$

Dies ist eine Näherung für die indirekte Nutzenfunktion.

Die indirekte Nutzenfunktion für den Fall, dass Alternative  $i$  gewählt wurde, lautet dann wie folgt:

$$U \approx a + \lambda(y - c_i) + \mu T - \psi_i t_i \quad (21)$$

Da die Werte für  $a$ ,  $\lambda$  und  $\mu T$  unabhängig von der Alternative sind, können diese aus der Betrachtung weggelassen werden und wir erhalten dann die einfachste Form des systematischen Teils des random utility Modells für die Wahl zwischen den  $i$  Alternativen:

$$V_i = -\lambda c_i - \psi_i t_i \quad (22)$$

Aufgrund der im letzten Kapitel dargestellten Zusammenhänge entspricht das Verhältnis von  $\psi_i$  und  $\lambda$  (d.h. das Verhältnis der Zeit- und Kostenkoeffizienten im Entscheidungsmodell) dem Wert der in Reisealternative  $i$  eingesparten Zeit.

Die indirekte Nutzenfunktion (22) ist linear aber man kann auch solche Nutzenspezifikationen in Betrachtung ziehen, welche bezüglich Kosten und Zeit nichtlinear sind oder sogar solche, in welchen Kosten und Zeit miteinander verknüpft sind. In der Herleitung der hier dargestellten Zusammenhänge wurde jedoch, aus Gründen der Vereinfachung, davon ausgegangen, dass die Nutzenfunktion bezüglich dieser Variablen trennbar ist.

Wird ein solches Modell auf eine Stichprobe von verschiedenen Individuen angewendet, dann muss davon ausgegangen werden, dass  $\psi_i$  und  $\lambda$  bei den einzelnen Individuen unterschiedliche Werte annehmen. Dies ist nicht nur deshalb so, weil die Individuen unterschiedliche Zeit- und Einkommensbeschränkungen haben, sondern auch, weil sie unterschiedliche Präferenzen besitzen. Wegen der unterschiedlichen Einkommensbeschränkungen ist es oft sinnvoll, die Stichprobe bezüglich Einkommensgruppen zu segmentieren, bzw. bei der Modellierung entsprechende Segmentierungstechniken anzuwenden.

Wie dies im einzelnen durchgeführt wird, kann an dieser Stelle nicht näher erläutert werden; es sei hier auf die entsprechende Literatur verwiesen.

## 2.6 Hypothesen bezüglich des Wertes der eingesparten Zeit

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die theoretischen Zusammenhänge der Zeitbewertung vorgestellt, die auf dem neoklassischen mikroökonomischen Ansatz basieren.

Für die empirische Analyse sind jedoch eine Reihe von weiteren Zusammenhängen von Bedeutung. Die Autoren des bereits erwähnten Berichtes "The value of travel time savings" haben insgesamt 12 Hypothesen aufgezählt, die für die empirische Arbeit von Bedeutung sind. Im folgenden werden diese wiedergeben und kurz kommentiert<sup>16</sup>.

### Die zwölf Hypothesen:

#### I. Variationen in den Zeitwerten können in Einkommens- und in Zeiteresource-Effekten begründet sein.

Der Wert der Zeit wird durch die relative Grösse von zwei unabhängigen Einflussfaktoren bestimmt: vom Grenznutzen der Zeit und vom Grenznutzen des Einkommens. Diesem Problem kann durch entsprechende Segmentierungstechniken begegnet werden, auf die im letzten Kapitel hingewiesen wurden, weshalb an dieser Stelle keine weiteren Bemerkungen dazu folgen.

#### II. Zeitwerte können durch Personen- und Haushaltcharakteristiken beeinflusst werden.

Variationen in den Zeitwerten können von sozialen Rollen und von der Stellung innerhalb der Familie aber auch von ökonomischen Faktoren abhängen. Auch in diesem Fall können die bereits erwähnten Segmentierungstechniken angewendet werden. Ein weiteres Problem besteht jedoch darin, dass die im letzten Kapitel vorgestellte Theorie der Nutzenmaximierung vom Individuum ausgeht. Es gibt jedoch Situationen, in denen es nicht zulässig ist, Individuen als unabhängige ökonomische Einheiten zu behandeln. Es gibt drei wesentliche Probleme in diesem Zusammenhang: die Verteilung des verfügbaren Einkommens innerhalb eines Haushalts, die gegenseitige Abhängigkeit der Zeitbeschränkungen innerhalb eines Haushalts und die Komplikationen in Zusammenhang mit Gruppenreisen<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> Wenn im folgenden vom Wert der Zeit gesprochen wird, so wird darunter immer der Wert der in einer Reiseaktivität eingesparten Zeit verstanden.

<sup>17</sup> Hierzu gehört auch das Problem des PW-Besetzungsgrades. Bei Verkehrsmittelwahl-Problemen ist der Modus "Mitfahrer in einem PW" nirgends zufriedenstellend gelöst.

**III. Der Wert von Zeitersparnissen könnte von der Art der weiteren möglichen Aktivitäten beeinflusst werden.**

Bei Pendlerfahrten beispielsweise wird der Wert der eingesparten Reisezeit davon abhängen, inwieweit diese für andere nützliche Tätigkeiten eingesetzt werden kann (arbeiten, lesen, sich entspannen etc.)

**IV. Der Wert von Zeitersparnissen wird von den während der Reise erfahrenem Komfortniveau abhängen.**

Der Wert von Zeitersparnissen ist grösser, wenn die Reiseumstände widrig sind. Daraus folgt, dass dieser Wert auch vom benützten Verkehrsmittel (Zufussgehen und Wartezeiten inbegriffen) aber auch von anderen möglichen Aspekten, wie Sicherheit, Lärm, Wetter, Stau etc. abhängt.

**V. Der Wert von Zeitersparnissen wird auch davon abhängen, inwieweit man diese alternativ nutzen kann**

Dieser Aspekt bezieht sich insbesondere auf Zeitgewinne, die man auf dem Weg zur Arbeit realisieren könnte; werden diese in zusätzliche Freizeit, Erholung transferiert oder werden sie produktiv genutzt? Es geht hier aber auch um die Frage, wie kleine Zeitgewinne bewertet werden sollen.

**VI. Der Wert von Zeitersparnissen wird davon beeinflusst, wie genau Reisezeiten im voraus berechenbar sind**

Unsicherheit bezüglich Reisezeiten verursacht Gefühle des Unbehagens. Obwohl Pünktlichkeit ein wesentliches Kriterium etwa bei der Verkehrsmittelwahl ist, kann sie nur schwierig bei der empirischen Modellierung berücksichtigt werden.

**VII. Zeitgewinne werden möglicherweise anders bewertet als Zeitverluste**

Dies könnte damit zu tun haben, dass Zeitverluste zu Verhaltensänderungen zwingen könnten, während Zeitgewinne nicht unbedingt zu Verhaltensänderungen führen müssen.

**VIII. Die Zeitbewertung je Zeiteinheit könnte von der Grösse des Zeitgewinns abhängig sein.**



Dies hängt zum Teil damit zusammen, dass kleine Zeitgewinne nicht alternativ genutzt werden können und zum Teil damit, dass grössere Zeitgewinne besser wahrgenommen werden.

**IX. Der Wert von Zeitersparnissen könnte von der Dauer der Reise abhängig sein**

Es ist plausibel, dass kleine Zeitgewinne auf kurzen Reisen mehr geschätzt werden als solche auf einer langen Reise.

Hypothesen VII, VIII und IX sprechen eigentlich gegen die Gültigkeit einer linearen Beziehung zwischen Zeit und Kosten, wie dies in der theoretischen Herleitung angenommen wurde. Eine solche Annahme (konstante Substitutionsrate zwischen Zeit und Geld) ist sicher nur für kleine Änderungen sinnvoll. Für viele andere Fälle ist diese Annahme jedoch zu restriktiv.

Dies muss bei der Modellspezifikation entsprechend berücksichtigt werden.

**X. Es wird angenommen, dass zwischen berechneten und von den Reisenden angegebenen Reisezeiten und -kosten eine akzeptable Übereinstimmung existiert**

Dies ist eigentlich eine Arbeitshypothese für die empirische Arbeit, wobei es klar ist, dass falsch wahrgenommene Reisezeiten und -kosten die Analyseergebnisse verfälschen können (Perzeptionsproblematik).

**XI. Modelle, die mit Hilfe von Querschnittserhebungen kalibriert werden, könnten zu verfälschten Zeitwerten führen**

Damit ist gemeint, dass das in Querschnittserhebungen beobachtete Verkehrsverhalten oft auf verfestigten Gewohnheiten oder auf mangelnder Information beruht. Oder anders ausgedrückt: heutiges Verhalten könnte auf veraltete Entscheidungsgrundlagen zurückzuführen sein, wobei dies ein häufig anzutreffendes Phänomen darstellt. Dies kann beispielsweise bei "revealed preference"-Daten (RP-Daten), die zu einem gewissen Zeitpunkt erhoben wurden, zu falschen Schlussfolgerungen führen. Ein möglicher Ausweg kann darin bestehen, dass solche Daten zu verschiedenen Zeitpunkten erhoben werden, doch ein solches Vorgehen ist mit zusätzlichen Kosten verbunden.

## XII. Es gibt keine a priori Erwartungen darüber, wie Zeitwerte sich künftig entwickeln könnten.

Dies ist so, weil Geschmacksrichtungen sich ändern können aber auch weil Einkommensänderungen und Änderungen der Arbeitszeit sich auf eine Art auf die Zeitbewertung auswirken können, deren Richtung nicht von vornherein klar ist.

## 2.7 Daten für die empirische Untersuchung

### 2.7.1 Statistische Anforderungen an die Daten

Die Autoren des Berichtes "The Value of Travel Time Savings" empfehlen, beim Design der Erhebungen in Zusammenhang mit Wahlmodellen vor allem auf die folgenden Kriterien zu achten:

- Zwischen den Variablen, die man als relevant erachtet, sollte keine starke Korrelation bestehen.
- Die Variablen, die die Wahl einer Alternative beeinflussen, sollten in der Stichprobe eine angemessene Varianz aufweisen.
- Die Stichprobe sollte für jede relevante Alternative einen vernünftigen Anteil von Personen, die sich für diese entscheiden, aufweisen.

Die Qualität eines Modells, das aus den Erhebungsdaten abgeleitet wird, kann am Anteil der richtig "erklärten" Wahlentscheide gemessen werden. Ist dieser Anteil klein, so ist dies ein Indiz für ein ungenügendes Erhebungskonzept oder für eine falsche Modellspezifikation.

Aufgrund der oben erwähnten Kriterien aber auch aufgrund der im letzten Abschnitt diskutierten Hypothesen, ist es naheliegend anzunehmen, dass Modellschätzungen mit **RP-Daten** nur bei einem unverhältnismässigen Aufwand zu befriedigenden Resultaten führen können. In diesem Zusammenhang ist insbesondere auf die starke Korrelation zwischen Reisekosten und -zeiten bei RP-Daten hinzuweisen<sup>18</sup>.

Aus diesen Gründen wurde schon vor etlichen Jahren auf die Vorteile von direkten Methoden hingewiesen, die auch hypothetische Fragen zum Verkehrsverhalten erlauben. Zu diesen gehören insbesondere die sogenannten "**Stated Preference**" Methoden (SP-Methoden).

---

<sup>18</sup> Dies ist auch bei den Daten aus dem Mikrozensus CH der Fall: Fahrzeiten und -kosten sind bei diesen Zone zu Zone-Daten stark korreliert.

## 2.7.2 Stated Preference-Methoden

In den letzten 20 Jahren wurde eine Vielzahl neuer Methoden und Techniken entwickelt, die alle darauf abzielen, das Verhalten verschiedener Akteure im Transportsektor besser zu verstehen.

Die Werkzeuge, die heute für die Modellierung des Verkehrs eingesetzt werden, kommen aus verschiedenen Disziplinen, vor allem aus der Ökonomie, Ingenieurwissenschaften, Psychologie, Geographie, Sozialforschung und Statistik, wobei das Schwergewicht heute jeweils in der Untersuchung des individuellen oder des Gruppenverhaltens liegt.

Die heute immer häufiger angewandten neueren Verfahren versuchen den gesamten Entscheidungsraum von Individuen auszuloten, indem auch Informationen eines Individuums, wie etwa: „wie würden Sie entscheiden, wenn...“ bei der Modellierung verwendet werden. Man spricht in diesem Zusammenhang von „Stated Preference“ Daten, die immer häufiger zusammen mit Daten bezüglich des tatsächlichen Verhaltens (Revealed Preference, bzw. RP) Eingang in die Modellierung finden.

In die Verkehrsforschung und -planung wurden die Methoden der Stated Preference aus der Marktforschung eingeführt, wo sie unter dem Namen Conjoint-Analyse bekannt geworden sind. Dort werden sie z. B. zur Akzeptanzmessung neu einzuführender Produkte eingesetzt. Der Schwerpunkt dieser Methoden liegt in der Quantifizierung von Wirkungszusammenhängen, die ausserhalb der Reichweite bisheriger qualitativer und quantitativer Methoden liegen<sup>19</sup>.

Im Gegensatz zu den bisher in der Verkehrsforschung und -planung angewandten Befragungsmethoden ist es mit den Methoden der Stated Preference möglich, sowohl Daten zu realen als auch zu hypothetischen Situationen zu ermitteln. Dazu werden den Befragten eine Reihe von Situationen vorgelegt, bei denen sie sich zwischen verschiedenen Alternativen entscheiden müssen (dieses Abwägen von Alternativen entspricht ziemlich genau dem tatsächlichen Entscheidungsprozess im Alltag). Die Befragungsergebnisse bilden dann die Grundlage für die Ableitung von Gesetzmässigkeiten und für die Modellierung des individuellen, bzw. des aggregierten Verkehrsverhaltens.

Die Methodik wurde ursprünglich in den USA entwickelt, und in Europa zunächst in Grossbritannien und in den Niederlanden weiterentwickelt. Heute gehören diese Methoden in vielen anderen europäischen Ländern, so auch in Deutschland zum „state-of-the-art“.

---

<sup>19</sup> FGSV, Hinweise zur Messung von Präferenzstrukturen mit Methoden der Stated Preferences, S. 5, 1996

"Stated Preference-Methoden gehören zu den Verfahren der direkten Nutzenmessung. Es besteht eine grosse Vielfalt dieser Methoden, die hauptsächlich in der Marktforschung angewendet werden. Alle diese Methoden basieren jedoch auf einer speziellen Befragung einer ausgewählten Personengruppe und haben zum Ziel, mögliche Verhaltensreaktionen der Befragten durch die Vorgabe einer Reihe von Entscheidungssituationen, die verschiedene Alternativen enthalten, zu ermitteln.

Die "Stated Preference-Methoden lassen sich aufgrund folgender Charakteristika unterscheiden:

- Antwortform (Transfer Pricing, Stated Ranking, Stated Choice etc.)
- Formen des Versuchsplans (welche Einflussgrößen, welche Ausprägungen, Art der Bildung des fraktionellen Designs, fester Versuchsplan oder von den Teilantworten abhängiger Versuchsplan)
- Befragungsform (schriftlich, telefonisch, mündlich, computerunterstützt)
- Auswertungsverfahren (Regression, Logitmodelle, Probitmodelle etc.)

**Die wesentlichen Vorteile der Stated Preference-Methoden sind:**

- Berücksichtigung der spezifischen Charakteristika des Untersuchungsgebiets und spezifischer Fragestellungen
- Der relevante Teil des Entscheidungsraums der Befragten wird systematisch untersucht
- Massnahmen, bzw. Fragestellungen können in die Untersuchung einbezogen werden, die sich vom Spektrum der bisherigen Gegebenheiten deutlich unterscheiden
- Schwache und qualitative Einflussgrößen können quantifiziert werden
- Wirkungen der einbezogenen Einflussgrößen sind unabhängig voneinander messbar, d.h. der Stellenwert jeder Einflussgrösse im Entscheidungsprozess lässt sich ausweisen
- Kombination der Stated Preference Daten und Verfahren mit RP-Daten und anderen Befragungen bzw. anderen Ansätzen sind möglich
- Bei gleichem Stichprobenumfang bedeutend signifikantere Ergebnisse (repräsentative statistische Genauigkeit der Ergebnisse)
- Als erklärende Variablen lassen sich auch solche verwenden, die bei anderen Modellansätzen wegen starker Korrelation zu schwierigen statistischen Problemen führen (z.B. Fahrzeit und Fahrtkosten)

Auch bezüglich der im Kapitel 2.5 diskutierten Probleme der *Perzeption* und der *verfestigten Gewohnheiten* zeigen sich die Vorteile von SP-Verfahren. Perzeptionsprobleme gibt es bei SP-Befragungen nicht, da die Eigenschaftsausprägungen direkt durch das Experiment vorgegeben sind.

## 3. Ausländische Studien und Erfahrungen

### 3.1 Einleitung

Ziel dieses Kapitels ist, einen aktuellen Überblick über die wichtigsten ausländischen „Value of Time“-Studien im Personenverkehr zu geben. Zudem wird auch die aktuelle Forschungsliteratur zu diesem Thema ausgewertet.

### 3.2 The Netherlands „Value of Time“ Studies

In den Niederlanden wurden 1984 sehr umfangreiche Studien auf dem Gebiete der Zeitwertforschung gestartet, die mehr als 11 Jahre dauerten.

Der wichtigste Anlass für diese Studien waren die umfangreichen Verkehrsinfrastrukturpläne der Regierung, die mit Hilfe der Kosten-Nutzen-Analyse bewertet werden sollten. Beim Beginn der Studien gab es keinen allgemein akzeptierten Konsens über die Bewertung von Zeitgewinnen.

Ein weiterer Grund für diese intensive Forschungstätigkeit bestand darin, dass die Niederlande im Begriffe waren, eine führende Rolle bei der Entwicklung von Verkehrsnachfragemodellen zu übernehmen. Zu diesem Zweck wurden sehr umfangreiche und detaillierte Verkehrserhebungen und -befragungen geplant und durchgeführt, die als Basis für die zu entwickelnden Nachfragemodelle dienen sollten. Diese Erhebungen ermöglichten eine sehr detaillierte Segmentierung der Verkehrsnachfrage, da mit recht angenommen wurde, dass unterschiedliche Nachfragegruppen auch unterschiedliche "trade offs" zwischen Reisezeitgewinn und Reisekostensparnis haben.

#### 3.2.1 Die Hauptstudie

Die erste grosse nationale Studie wurde im Auftrag des niederländischen Verkehrsministeriums durch die *Hague Consulting Group* (HCG) unter der Leitung von Hugh Gunn von 1984 bis 1990 durchgeführt. Der Hauptbericht wurde in Februar 1990 veröffentlicht.

Das Hauptziel dieser Studie bestand darin, über die folgenden Fragen Auskunft zu geben:

- Wie Reisezeitgewinne, bzw. -verluste monetär bewertet werden,
- Welche Faktoren diese Wertungen beeinflussen,

- Inwiefern unterschiedliche Gruppen von Reisenden unterschiedliche Bewertungen im Sinne ihrer Zahlungsbereitschaft vornehmen,
- In welchem Mass unterschiedliche Reisebedingungen diese Bewertungen beeinflussen

Berücksichtigt wurden nur Reisende in privaten Personenwagen und in öffentlichen Verkehrsmitteln, da davon ausgegangen wurde, dass für die Beurteilung aktueller verkehrspolitischer Massnahmen vor allem diese zwei Personenkategorien von Bedeutung sind. Im weiteren wurden Mitfahrer in PW aus der Untersuchung weggelassen, da diese Gruppe die Reisekosten nicht selber trägt.

In der Studie wurden zwei Datenquellen ausgewertet, und als direkte Konsequenz davon auch zwei methodische Ansätze verfolgt. Zum einen wurden bestehende Befragungen über das Verkehrsverhalten (Haushaltbefragungen) verwendet (Revealed Preference) und zum anderen wurden mit Hilfe direkter Interviews Präferenzen für unterschiedliche hypothetische Reiseoptionen, die sich bezüglich Reisezeiten und "out of pocket"-Kosten unterscheiden haben, ermittelt (Stated Preference).

Man war sich einig, dass beide Datensätze Vor- und Nachteile haben. SP hat den Vorteil, dass die Wahlsituation sehr deutlich ist, dass die Befragung so gesteuert werden kann, dass zwischen den erklärenden Variablen keine Korrelation auftritt, und insbesondere auch, dass die Erhebungskosten wesentlich kleiner sind.

RP hat dem gegenüber den Vorteil, dass die Übereinstimmung mit dem aktuellen Verkehrsverhalten grösser ist, und das Befragungsinstrument weniger anfällig ist gegen Verzerrungen.

Ein Ziel der Studie war, mit beiden Methoden Zeitwerte zu ermitteln und die Resultate miteinander zu vergleichen. Dabei war es von vornherein klar, dass die "Stated Preference" Methode einen grösseren Detaillierungsgrad der Resultate bezüglich Verkehrsmittel, Fahrtzweck, Reisekomfort, Einkommen und anderen Einflussgrössen ermöglicht.

In der Studie wurden grundsätzlich nur PW-Fahrer und Benutzer öffentlicher Verkehrsmittel berücksichtigt.

### ***Die RP-Analyse***

Für die RP-Analyse wurden bestehende Erhebungsdaten verwendet, die nicht zu diesem Zweck erhoben wurden. Aus diesen Daten wurde ein Subset von Individuen gebildet, die zwischen Auto und Zug als Verkehrsmittel wählen konnten.

Mit diesen Daten wurden einfache binäre Logit Modelle geschätzt, indem die Verkehrsmittelwahl (als abhängige Variable) von Reisezeit, Reisekosten, von einer modalen Attraktivitätsvariablen und von einer speziellen Dummy-Variablen erklärt wurde. Aus den Modellen konnten die folgenden Werte für Zeitgewinne abgeleitet werden:

Tabelle A-2 1: Zeitwerte aus RP-Analyse (1988 Gulden/h)

	Pendler	Geschäftsfahrten	Andere Fahrten
Autofahrer	21	37	7
Zugreisende	14	23	7

Obwohl die erhaltenen Werte plausibel sind, konnten nur die Werte für Pendlerfahrten als statistisch abgesichert beurteilt werden.

### **Die SP-Analyse**

Im Gegensatz zu den RP-Daten wurden die SP-Daten ausschliesslich für die Zeitwertstudie erhoben. Die "Rekrutierung" von Individuen für ein SP-Experiment erfolgte an Tankstellen, auf öffentlichen Parkplätzen und an Haltestellen öffentlicher Verkehrsmittel. Den kontaktierten Personen wurden zunächst einige Fragen bezüglich ihrer aktuellen Reise gestellt und dann wurden sie gefragt, ob sie sich für ein ausführlicheres Interview auf postalischem Wege zur Verfügung stellen könnten.

Diejenigen, die zusagten, erhielten kurze Zeit darauf ein schriftliches SP-Experiment. Dieses war auf ihre aktuelle Reise abgestimmt, indem der gleiche Fahrtzweck, das gleiche Verkehrsmittel und die gleiche Reisedistanz verwendet wurden.

Das Experiment bestand aus Zeit/Kosten-trade off Fragen, indem jeweils zwischen zwei möglichen Reisen (mit dem gleichen Verkehrsmittel) gewählt werden musste, die sich nur in den Reisezeiten und Reisekosten unterschieden haben.

Insgesamt wurden etwas über 2'000 brauchbare Interviews zurückgeschickt. Jede befragte Person lieferte insgesamt 12 Antworten auf unterschiedliche Reisezeit- und Reiskostenvariationen. Eine von diesen 12 Fragen war eine reine Kontrollfrage, bei der die eine Alternative sowohl schneller als auch billiger war als die andere, um zu testen, dass die Person die Aufgabe richtig verstanden hat. Für die Auswertung wurden nur die 11 "echten" Antworten verwendet.

Mit diesen SP-Daten wurden drei binäre Logitmodelle für die Zwecke Pendlerfahrten Geschäftsfahrten und "andere" Fahrten geschätzt, wobei Segmentierungen bezüglich Personentyp, Haushalttyp und Reisebedingungen eingebaut wurden.



Die Modellqualität war in allen drei Fällen mehr als befriedigend.

Durch die Segmentierungstechniken war es möglich, Zeitwerte sehr differenziert anzugeben. Die Modellresultate sind in Tabelle A-2 2 zusammengefasst.

Die Werte in dieser Tabelle können wie folgt interpretiert werden:

Zunächst wird der Basis-Zeitwert je Einkommensklasse vorgegeben. Anschliessend kann dieser Wert mit entsprechenden Faktoren für die zusätzlichen Segmentierungen "korrigiert" werden. Die "Korrektur" erfolgt, indem die Prozentwerte zum Basiswert addiert werden.

*Beispielsweise beträgt der Wert für einen männlichen, 40 Jahre alten vollerbstätigen Pendler, der mit dem Zug pendelt, pro Woche über 40 Stunden Freizeit verfügt, in einem Ein-Personen/Ein-Erwerbstätigen-Haushalt wohnt und über ein Haushalteinkommen von 5'000 Gulden/Monat verfügt:*

$$10.3 * (100\% + 21.7\% + 0\% - 14.6\% + 0\% + 21.6\% + 6.1\%) = 10.3 \cdot 134.8\% =$$

$$= 13,9 \text{ Gulden/Stunde.}$$

Tabelle A-2 2: Zeitwerte aus SP-Analyse (1988 Gulden/h)

	Pendlerfahrten	Geschäftsfahrten	andere
Stichprobe/Beobachtungen:	485/5535	469/5159	1106/12166
Basiswerte je Haushalteinkommen			
0-1'500	7.0*	9.1	6.3
1'501-2'500	7.0*	9.1	7.4
2'501-4'000	7.7	12.2	7.9
4'001-6'000	10.3	12.7*	8.9
6'001-8'000	10.4	14.5	10.4
8'001 und mehr	12.2	31.4	12.3
Anpassungsfaktoren (in %)			
Haushaltgrösse			
1 Person/1 Erwerbstätige	+21.7	+42.5	+9.0
2 Personen/2 Erwerbstätige	+14.8	+8.3*	+7.1
1 oder mehr Kinder	+20.3	+4.6*	+2.0*
Alle anderen Typen	-	-	-
Persönliche Beschäftigungsart			
Hausfrau	-	-	-15.2
Rentner	-	-	-16.5
Teilzeiterwerbstätig	+29.1	-17.6	-4.5*
Alle anderen Typen	-	-	-
Altersklasse			
20 oder jünger	+43.0	45.8	-12.0
21-35 (Basis)	-	-	-
36-50	-14.6	-6.3*	-3.1*
51 und älter	-17.3	-3.4*	-21.8
Geschlecht			
Männlich (Basis)	-	-	-
Weiblich	-20.0	-0.8*	+3.5*
Persönliche Freizeit (h pro Woche)			
64 und mehr (Basis)	-	-	-
50-63	-	-	5.5
36-49	+21.6	+16.7	+17.2
35 oder weniger	+28.0	+33.1	+17.2
Sub-Fahrtzweck			
"andere" Arbeitsfahrten		-19.0	
Ausbildung			+19.0
Einkauf			-9.5

Verkehrsmittel und -bedingungen			
PW - städtischer Verkehr (Basis)	-	-	-
PW - Hauptstrasse, v >110 km/h	+9.6*	+5.0*	+23.8
PW - Hauptstrasse, v 100-110 km/h	+35.4	+14.5	-11.6
PW - Hauptstrasse, v 90-99 km/h	+53.0	+33.4	-6.8
PW - Hauptstrasse, v < 90 km/h	+67.8	+33.4	-6.8
Eisenbahn	+6.1*	-18.5	-1.6
Bus/Tram	-9.1*	-22.1	-25.1
Durchschnittswerte	12.7	19.8	8.1

Bemerkungen: -: keine Parameterschätzung

\*: Schätzwert nicht signifikant verschieden von der Basisschätzung ( $t < 1.8$ )

Die Studie lieferte die folgenden wichtigsten Schlussfolgerungen:

Das Einkommen hat einen Einfluss auf die Zeitbewertung, aber dieser Effekt ist nicht proportional. Der funktionale Zusammenhang ist mehr oder weniger linear,

- Generell geht die Zeitbewertung mit dem Alter zurück.
- Das Geschlecht hat nur bei den Pendlerfahrten einen Effekt; Männer haben hier etwa 20% höhere Werte.
- Personen, die generell weniger Freizeit haben, haben eine höhere Zeitbewertung
- Benutzer von öffentlichen Verkehrsmitteln haben generell etwas tiefere Werte als Autofahrer.
- Pendler, die den PW benützen und sich im Stau befinden, bewerten Zeitgewinne und -verluste höher als im freien Verkehrsfluss.

Bezüglich der Zeitgewinne bei Geschäftsfahrten ist folgendes zu sagen: diese kommen sowohl dem Angestellten als auch dem Arbeitgeber zugute. In der obigen Analyse wurde nur der Teil des Nutzens berücksichtigt, welcher dem Angestellten zugute kommt. Der tatsächliche Wert von Zeitgewinnen bei Geschäftsreisen ist also höher. Einen praktikablen Lösungsansatz für die Ermittlung des gesamten volkswirtschaftlichen Nutzens hat Hensher (1977) geliefert.

Die Ermittlung dieses "wahren" Wertes ist jedoch eine sehr komplexe Angelegenheit, die noch der weiteren Forschung bedarf.

### Vergleich der RP und SP Analyseresultate

Da die SP-Analyse eine weitaus grössere Differenzierung der Zeitwerte lieferte, ist ein direkter Vergleich der Resultate nicht möglich. Verglichen werden können nur Durchschnittswerte

zwischen verschiedenen Datensätzen, was eine sorgfältige Gewichtung über die verschiedenen Verkehrsteilnehmertyp-Gruppen voraussetzt.

Die generelle Schlussfolgerung dieses Vergleichs ist, dass die Resultate der SP-Analysen durchaus vergleichbar sind mit den Resultaten der RP-Analyse. Die etwas höheren Werte der RP- Analyse können darauf zurückzuführen sein, dass in den RP-Daten nur solche Haushalte berücksichtigt wurden, die über ein Auto verfügen, d.h. über ein höheres Haushaltseinkommen verfügen als der Durchschnitt.

Die wichtigste Schlussfolgerung der Hauptstudie ist, dass der Stated Preference Ansatz vernünftige Resultate liefert, bei niedrigeren Kosten und erhöhter statistischer Präzision im Vergleich mit dem RP-Ansatz.

Die Autoren der Studie empfehlen deshalb, dass für künftige Untersuchungen bezüglich Zahlungsbereitschaften für Zeitgewinne der SP-Ansatz eingesetzt wird.

### **3.2.2 Weitere Resultate der niederländischen Zeitwertforschung**

#### ***Reisezeitkomponenten im ÖV***

Nach der Hauptstudie wurden einige weiteren SP-Erhebungen durchgeführt, mit dem Ziel, Zeitwerte auch für die sogenannten "out-of-vehicle- times" beim öffentlichen Verkehr ableiten zu können. Die folgenden Reisezeit-Typen wurden untersucht:

- Zu Fuss-Zeiten zu/von den öffentlichen Haltestellen
- Umsteigezeiten
- Taktzeiten der öffentlichen Verkehrsmittel
- Verspätungen

Diese Zusatzstudien bestätigten die Erwartung, dass die "out-of-vehicle-times" generell als beschwerlicher empfunden werden als die Reisezeiten im Verkehrsmittel. Pendler bewerten insbesondere Verspätungen mit einem deutlich höheren Wert.

#### ***Verkehrsmittelspezifische Werte***

Die meisten konventionellen Verkehrsmodelle (insbesondere Modal Split-Modelle) gehen davon aus, dass Verkehrsteilnehmer die Reisezeit(-ersparnisse) unabhängig vom Verkehrsmittel bewerten und dass die Gründe, warum ein bestimmtes Verkehrsmittel einem anderen vorgezogen wird, mit "nicht beobachteten" Faktoren zu tun haben. Die Hypothese, ob verkehrsmittel-

telspezifische Unterschiede in der Zeitbewertung vorhanden sind, kann jedenfalls mit RP-basierten Methoden nicht getestet werden.

In einem später durchgeführten SP-Experiment mit Reisenden, die über die Optionen Auto/Zug verfügten, wurden solche Fragen untersucht. Den befragten Personen wurden SP-Fragen über das gewählte Verkehrsmittel gestellt (wie in der Hauptstudie) aber zusätzlich auch analoge Fragen über das nicht-gewählte Verkehrsmittel.

Aus der Analyse konnten Aussagen abgeleitet werden, wie etwa:

*Die Zeitbewertung eines PW-Pendlers für eine entsprechende Pendlerfahrt im Zug ist 1,49-mal höher als für seine Pendlerfahrt im Auto.*

oder

*Pendler, welche an sich Zugpendler sind, würden die Reisezeit als Autofahrer beschwerlicher finden als solche, die sich für das Auto entschieden haben.*

### **3.3 Value of Time Studien in Grossbritannien**

#### **3.3.1 Einleitung**

Die Zeitwertforschung in Grossbritannien geht bis auf das Jahr 1960 zurück. Basis für die Zeitwertschätzung bildeten sehr einfache, aggregierte Modelle, die auf RP-Daten basierten. Die Methodologie blieb bis in die 80-er Jahre praktisch unverändert, als das Transportministerium eine wichtige Studie in Auftrag gab<sup>20</sup>. Diese Studie wird oft als die "first UK-study" bezeichnet. In der Folge wurden vom Transportministerium weitere wichtige Studien in Auftrag gegeben, wobei die Forschung auf diesem Gebiet auch zur Zeit noch intensiv betrieben wird.

Im folgenden werden diese Studien kurz beschrieben.

---

<sup>20</sup> Dies ist die bereits erwähnte Studie "The Value of Time Savings" durchgeführt von MVA, ITS and TSU, 1987

### 3.3.2 The "first UK-study"

In dieser Studie wurde zum ersten mal der SP-Ansatz verwendet. Auch wurden hier die wichtigsten Erweiterungen der neoklassischen Theorie des Konsumentenverhaltens bezüglich der Zeitdimension beschrieben und eine Verbindung zwischen der mikroökonomischen Theorie und den diskreten Entscheidungsmodellen (discrete choice models) hergestellt.

Zudem wurden hier zum ersten mal alle wichtigen Aspekte, die mit der Bewertungsproblematik zusammenhängen, umfassend diskutiert. Die im Abschnitt 2.5 aufgeführten 12 Hypothesen für die empirische Arbeit wurden ebenfalls in dieser Studie formuliert.

In der Studie wurden sieben unterschiedliche Erhebungen durchgeführt. Diese Erhebungen wurden zum Teil als direkte Befragungen am Wohnort, zum Teil auf dem postalischen Wege durchgeführt. In zwei Fällen wurden auch Vergleiche mit RP- und SP-Analysen vorgenommen.

Die berücksichtigten Fahrtzwecke waren Pendlerfahrten, Geschäftsfahrten und Freizeitfahrten. Die abgeleiteten Modelle basierten auf Verkehrsmittelwahl, Routenwahl und Service. Bei den Modal Split-Modellen wurden PW, Bus und Eisenbahn, bei den Rotenwahlmodellen nur der PW berücksichtigt.

Es wurden auch verschiedene SP-Techniken eingesetzt, unter anderem Stated Choice, Stated Ranking, Stated Rating und Transfer Price.

Die aus der Studie resultierenden Zeitwerte sind in Tabelle A-2 2 zusammengefasst. Dabei handelt es sich um Werte für typische Zwei-Personenhaushalte mit Vollerwerbstätigen.

Tabelle A-2 3: Empfohlene Zeitwerte für ein Basisszenario (1985, Pence pro Minute)

Einkommen (£/Jahr)	PW	Bus	Bahn	Überlandbus	Zu Fuss
< 5'000	3,6	2,4	3,6	3,6	4,8
5'000-10'000	3,9	2,6	4,4	3,9	5,2
10'000-15'000	4,2	2,8	5,4	4,2	5,7
15'000-20'000	4,6	3,1	6,3	4,6	6,1
> 20'000	5,0	3,4	7,5	5,0	6,7

Diese Werte können in der folgenden Art modifiziert werden:

- Faktor für Rentner: 0,75
- Faktor für Studenten: 0,80

- Faktor für Erwerbstätige, die eine variable Anzahl Stunden arbeiten: 1,20
- Faktor für Personen in einem Ein-Personen-Haushalt: 1,1
- Faktor für Personen, in Haushalten mit mehr als Zwei-Personen: 0,90

Die Werte für PW beziehen sich auf das Fahrzeug und nicht auf die Insassen. Für die Mitfahrer konnten keine Zeitwerte abgeleitet werden.

Aus den Routenwahlmodellen konnte zudem abgeleitet werden, dass Reisezeitersparnisse in Stausituationen etwa 40% höher bewertet werden.

### 3.3.3 Value of Time Studie 1993

Um 1993 war das Vertrauen in die SP-Methoden generell gewachsen. Es war allgemein akzeptiert, dass eine sorgfältig vorbereitete Erhebung, ein gutes Befragungsdesign und eine saubere Analyse verlässliche Resultate liefern können, wobei die zusätzliche Verwendung von RP-Daten die Prognosequalität deutlich erhöhen kann.

Nach "The first UK-study" wurde eine Reihe nationaler "Value of Time"-Studien durchgeführt. Verkehrsökonomien in verschiedenen Ländern haben zudem wichtige Forschungsbeiträge geliefert.

In 1993 wurde vom britischen Transportministerium die Arbeitsgemeinschaft Accent und Hague Consulting Group mit der Durchführung einer neuen Zeitwertstudie beauftragt<sup>21</sup>. Das Hauptziel dieser Studie war, verschiedene Aspekte in Zusammenhang mit der Zahlungsbereitschaft von Strassenbenützern für Reisezeitgewinne zu untersuchen. Die Studie sollte einerseits die Grundlagen für Verkehrsverhalten-Prognosen liefern und andererseits die für Kosten-Nutzen-Analysen benötigten Zeitwertansätze.

Die theoretische Basis der Studie war im wesentlichen mit der in "The first UK-study" entwickelten identisch, es wurden aber auch neue Erkenntnisse verwertet, bzw. erarbeitet. Zudem wurden auch Erfahrungen aus anderen Studien (insbesondere aus der niederländischen Studie) verwertet. Das zugrunde liegende Paradigma ist jedoch, dass Individuen Nutzenmaximierer sind, wobei sie Zeit- und Einkommensbeschränkungen berücksichtigen müssen.

Eine wichtige Erkenntnis dieser und auch anderer Studien ist, dass die der Analyse zugrunde gelegten Nutzenfunktionen nur in erster Näherung als linear angenommen werden dürfen, für differenziertere Aussagen sind komplexere Funktionsformen notwendig.

---

<sup>21</sup> HCG and Accent: The value of travel time on UK roads 1994

Im Gegensatz zu der ersten Studie wurde in dieser ausschliesslich der Strassenverkehr berücksichtigt.

Die wichtigsten Ziele der Studie waren:

- Herleitung von Zeitwerten für Autofahrer, für Auto-Mitfahrer, für Busbetreiber und für den Güterverkehr (Fahrzeugbesitzer)
- Differenzierung dieser Werte für bestimmte Reise-Begleitumstände, die in irgendeiner Weise als Quelle von Stress dienen könnten (Stau, grosser LW-Anteil, Anwesenheit von Fussgängern und Fahrrädern etc.)
- Differenzierung dieser Werte für bestimmte Strassentypen (Autobahnen, Hauptstrassen, städtische Strassen)
- Ermittlung von Zahlungsbereitschaften, um unerwartete Verspätungen vermeiden zu können
- Analyse jener Variablen, die einen Einfluss auf die Zeitbewertung haben könnten, wie z.B. Fahrzeugbesetzungsgrad, Haushalteinkommen versus persönliches Einkommen und im Falle von Güterverkehr, die Warengruppe
- Analyse des Zeitwertunterschieds zwischen kleinen und grossen Zeitgewinnen
- Analyse des Zeitwertunterschieds zwischen Zeitgewinnen und Zeitverlusten
- Untersuchen, ob bei der Zeitbewertung regionale Unterschiede bestehen (insbesondere zwischen London und anderen Regionen)
- Untersuchen ob die Bewertung von Freizeitfahrten seit 1985 zugenommen hat

Die Studie wurde sorgfältig vorbereitet, durch

- Qualitative Vorabklärungen (sechs Gruppendiskussionen) vor allem um die sprachlichen Voraussetzungen abzuklären, damit die Befragten die Fragen richtig verstehen sowie um den nötigen Input für das Design der SP-Experimente zu erhalten
- Piloterhebungen, um die Erhebungsdesigns, die SP-Befragungs-Designs sowie die "Rekrutierungsmethoden" auszutesten

Im Rahmen der Studie wurden die folgenden Verkehrsmittel berücksichtigt:

- PW
- Bus
- Lastwagen (>3,5t)
- Lieferwagen(<3,5t)



Im Zusammenhang mit dem Güterverkehr wurden 250 "face-to-face CAPI<sup>22</sup>"-SP-Befragungen durchgeführt.

Befragt wurden jeweils diejenigen Personen, die für den Fahrzeugeinsatz verantwortlich waren. Eine analoge Befragung wurde zudem mit Bus und Überlandbus-Operateuren durchgeführt.

### **Autofahrer und Mitfahrer**

Die zentrale Untersuchung im Rahmen dieser Studie betraf die Autofahrer und ihre Mitfahrer (Experiment 1).

Insgesamt wurden 12 Befragungsdesigns erstellt: für vier Distanzklassen und drei Strassentypen (Autobahnen, Hauptstrassen, städtische Strassen).

Als *Fahrzwecke* wurden berücksichtigt: Pendlerfahrten, Geschäftsfahrten und "andere". Beim Fahrtzweck "andere" kann es sich um Einkaufsfahrten oder Fahrten in Zusammenhang mit der Ausbildung handeln.

Die "massgeschneiderten" Interviews wurden mit speziell zu diesem Zweck entwickelter Software erstellt. Um eine hohe "Antwortrate" zu erhalten, wurden zudem Preise verlost.

Im weiteren wurden fünf "SP-games" entworfen, jede Person musste davon drei beantworten. Zwei von den fünf waren für alle gleich, das dritte wurde auf Rotationsbasis ausgewählt.

Ergänzt wurden diese "games" mit speziellen Transfer-Price-Fragen (jeweils nur eine Frage pro interviewte Person) von der folgender Art:

*Was ist die höchste Summe, die Sie bezahlen würden, um eine Reisezeiterhöhung um 15 Minuten zu vermeiden (auf einer Reise, wie die, die Sie gerade machen)?*

Als wichtige Zeitwertrelevante Dimensionen wurden berücksichtigt

- Freizeit (7 tage \* 16 h - Anz. Arbeitsstunden pro Woche - Anz. Stunden pro Woche für Haushalt - Anz. Stunden pro Woche im Verkehr)
- Haushalteinkommen (in 7 Klassen)
- Strassentyp

---

<sup>22</sup> Face to face interview bedeutet eine persönliche, mündliche Befragung von Angesicht zu Angesicht (im Gegensatz zu einer persönlichen telefonischen Befragung). CAPI bedeutet Computer aided personal interview, d.h. mit EDV-Hilfe durchgeführte Befragung.

- Stauniveau (ein Wert zwischen 0 und 1 gibt das Verhältnis von Fahrzeit im Stau und totaler Fahrzeit) an

Alle SP-Experimente waren als binäre Wahlentscheide konzipiert, indem die Befragten jeweils zwischen zwei Alternativen auswählen mussten.

Durch die angewandten Segmentierungstechniken war es möglich (analog zur niederländischen Studie), Zeitwerte sehr differenziert anzugeben.

*Beispielsweise kann der Zeitwert für eine 120 minütige PW-Fahrt, auf welcher 20 Minuten eingespart werden, angegeben werden, die im Detail wie folgt beschrieben wird:*

*Die Fahrt wird auf einer Hauptstrasse, die sich nicht in der London-Region befindet, zum Zwecke des Einkaufens durchgeführt. Die fahrende Person ist weiblich, über 45 Jahre alt und kommt aus einem Haushalt mit Kindern. Das Haushalteinkommen beträgt zwischen 30'000 und 40'000 Pfund pro Jahr.*

*Der für diese Fahrt ermittelte Zeitwert beträgt 3,6 pence/min.*

Die **mittleren Zeitwerte** wurden mit Hilfe eines einfachen Modells abgeleitet, in welchem nur die Fahrzeit und die Fahrtkosten als erklärende Variablen verwendet wurden. Alle geschätzten Koeffizienten sind statistisch signifikant. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle A-2 4: Mittlere Zeitwerte je Fahrtzweck (1994, pence pro Minute)

	Geschäftsfahrten	Pendlerfahrten	Andere Fahrten
Zeitwert (p/min)	10,33	5,05	4,47

Im weiteren konnten aus der Studie die folgenden wichtigen Erkenntnisse abgeleitet werden:

Reisezeitgewinne (Ersparnisse) werden unabhängig von der Relation zur ursprünglichen Reisezeit, tiefer bewertet als entsprechende Zeitverluste

- Zeitgewinne unter fünf Minuten können bei Fahrten, die nicht mit Erwerbstätigkeit zu tun haben, vernachlässigt werden<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> J. Bates hat in seiner Stellungnahme zu diesem Bericht, die er im Auftrag des Transportministeriums ausgearbeitet hat, dieses Resultat in Frage gestellt. Er weist darauf hin, dass dies eher auf die verwendete Methode zurückzuführen ist.

- Generell hat eine bestimmte Zeit- oder Kostenänderung eine grössere Auswirkung auf den Zeitwert, wenn diese Änderung, im Vergleich zur ursprünglicher Reisedauer, bzw. Reisekosten gross ist
- Die Einkommenselastizitäten bezüglich Zeitwerte betragen 0,45 für Geschäftsfahrten, 0,65 für Pendlerfahrten und 0,35 für "andere" Fahrtzwecke<sup>24</sup>.
- Die Zeitwerte in der Region London sind etwas höher als in anderen Regionen
- Durchschnittliche Zeitwerte sind am höchsten auf Autobahnen und am tiefsten auf städtischen Strassen
- Zwischen Zeitwert und Besetzungsgrad besteht ein positiver Zusammenhang bei Pendlerfahrten und ein negativer bei Einkaufsfahrten
- Der Einfluss von Reisekostenrückerstattung ist viel schwächer als erwartet
- Zwischen Zeitwert und verfügbarer Freizeit besteht ein negativer Zusammenhang
- Die Tageszeit der Fahrten haben kaum einen Einfluss auf den Zeitwert

Bezüglich der Verwendung der Resultate in Kosten-Nutzen-Analysen wurden die folgenden Empfehlungen gemacht:

- Für Autofahrer sollten die Zeitwerte aus Tabelle A-2 4 verwendet werden
- Bei einer Extrapolation für künftige Werte sollten die Einkommenselastizitäten berücksichtigt werden

Damit die zeitliche Entwicklung der Zeitwerte verfolgt werden kann, empfehlen die Autoren die Wiederholung einer analogen Studie im frühen 21-ten Jahrhundert.

## 3.4 Weitere Länderstudien

### 3.4.1 Einleitung

Bedeutende nationale Zeitwert-Studien wurden in mehreren Ländern durchgeführt. In den meisten Fällen profitierten diese von den britischen und niederländischen Erfahrungen, in ein-

---

<sup>24</sup> Das heisst beispielsweise, wenn das Einkommen um 10 % zunimmt, dann nimmt der Zeitwert bei Pendlerfahrten um 6,5 % zu.

zelen Fällen wurden aber auch wichtige methodische Beiträge geleistet. Im folgenden werden die wichtigsten dieser Studien kurz beschrieben.

### **3.4.2 Chile**

Die chilenische Zweitwertstudie dauerte drei Jahre und wurde vom bekannten Verkehrswissenschaftler J. D. Ortúzar durchgeführt. Untersucht wurden die folgenden Situationen:

- Fahrtzweck, Verkehrsmittel, Zeitperiode, Personentyp und Einkommen
- Es wurden RP- und SP-Daten erhoben
- Für den interurbanen Verkehr (mittlere Entfernungen) wurden Verkehrsmittelwahlmodelle geschätzt. Dabei wurden sowohl SP- als auch zusammengefügte SP/RP-Daten verwendet.
- Für kurze Distanzen wurden Routenwahlmodelle geschätzt

Im Laufe der Untersuchung wurden auch einige wichtige methodische Beiträge geleistet, insbesondere im Zusammenhang mit SP-"rating-Data". Aufgrund der Datenlage konnte keine Differenzierung gemacht werden zwischen Zeitgewinnen und Zeitverlusten.

### **3.4.3 Schweden**

Die KNA wird in Schweden schon seit langem für Projektevaluationen eingesetzt. Hauptziel der schwedischen Studie war deshalb, aktuelle Zeitwertansätze für diesen Zweck zu finden, insbesondere auch für Geschäftsfahrten.

Da Zeitwerte auch vom Verkehrsmittel abhängen, wurden die folgenden Modi berücksichtigt:

- PW
- Flugzeug
- Intercity-Züge
- Regionalzüge
- Überlandbus (Fernverkehr)
- Regionalbus

Untersucht wurden, neben "in-vehicle-time" auch Transferzeiten (Umsteigezeiten), Zugfrequenz und im Falle der Intercityzüge auch Verspätungen. Als Verspätung wurde unerwartete, zusätzliche Reisezeit auf einer Fernreisenbahnfahrt definiert.

Die theoretische Basis der Studie war die selbe wie in der "first UK-study". Für die Untersuchung wurden SP-Methoden angewendet. Die Datenanalyse erfolgte mit Hilfe von Logit Modellen.

Die SP-Erhebungen und die Erhebung der notwendigen sozio-demographischen Informationen erfolgten telefonisch. Zu diesem Zweck hat man die Personen, die man befragen wollte, während ihrer aktuellen Reise kontaktiert. Die PW-Fahrer hat man aufgrund der festgestellten Fahrzeugkennzeichen eruiert. Die Stichprobengrösse betrug etwa 1000 Personen beim PW und je 500 bei den anderen Verkehrsmitteln.

Mit den Befragten wurden zwei SP-Experimente durchgeführt; das erste bezog sich auf das aktuelle, das zweite auf ein alternatives Verkehrsmittel.

Für die Ermittlung des Wertes von Zeitgewinnen bei Geschäftsfahrten<sup>25</sup> wurde, wie bei fast allen Studien, der Ansatz von Hensher (1997) verwendet. Bei diesem Ansatz wird der private Teil des Zeitwertes auf die übliche Art ermittelt. Bei der Bewertung des Zeitgewinns, der dem Arbeitgeber zugute kommt, wird von einem Produktivitätseffekt ausgegangen, wobei hierfür Informationen über die Grenzproduktivität der befragten Person erforderlich sind. Diese wurden mittels Zusatzerhebungen gewonnen.

Zudem wurde eine kleinere, spezielle Erhebung für Selbständigerwerbende durchgeführt, um auch für diese Gruppe Zeitwerte bei Geschäftsreisen ableiten zu können.

Die Berechnungen ergaben neben den quantitativen die folgenden qualitativen Resultate:

- Die Zeitwerte waren für längere Reisen beträchtlich höher als für kürzere Reisen
- Verspätungen bei Intercityzügen wurden etwa 50% höher bewertet als in-vehicle-times
- Das Einkommen hat einen positiven Einfluss auf den Zeitwert, aber einen vergleichsweise schwachen.
- Zeitwerte für alternative Verkehrsmittel waren nicht signifikant anders; verkehrsmittelspezifische Unterschiede konnten also nicht nachgewiesen werden
- Zeitwerte für Geschäftsreisen sind bei Selbständigerwerbenden etwas tiefer als bei Angestellten

---

<sup>25</sup> Von Zeitgewinnen bei Geschäftsfahrten profitiert sowohl der Angestellte als auch der Arbeitgeber.

### 3.4.4 Norwegen

Auch in Norwegen werden Strasseninfrastrukturprojekte traditionell mittels sozialer Kosten-Nutzen-Analyse evaluiert. Deshalb ist das Interesse an Zeitwertansätzen, die theoretisch und auch empirisch korrekt abgeleitet werden, besonders gross.

Die norwegische Zeitwert-Studie wurde in 1994 in Auftrag gegeben und sie dauerte bis 1997. Sie basiert weitgehend auf SP-Methoden. Dabei war das Hauptinteresse auf den urbanen und interurbanen Verkehr gerichtet. Zeitwerte wurden für den privaten Verkehr (Pendler- und andere privaten Fahrtzwecke) sowie für den Geschäftsverkehr abgeleitet. In der Studie wurden die britischen und die niederländischen Erfahrungen adaptiert.

Die Befragungen wurden zum Teil bei den Befragten zu Hause (PW und Flugzeug) und zum Teil in den Verkehrsmitteln (Eisenbahn und Überlandbus) durchgeführt. Die Interviews wurden mit Computerhilfe geleitet. Die Rekrutierung erfolgte in Flughäfen, bzw. in den Verkehrsmitteln oder telefonisch (PW-Benützer).

Je Verkehrsmittel wurden zwischen 500 bis 900 Interviews durchgeführt.

Mit jeder befragten Person wurden zwei SP-Experimente durchgeführt, das erste für das gewählte Verkehrsmittel, das zweite für das zweite in Frage kommende Verkehrsmittel für die gleiche Quell- Zielbeziehung. Damit wollte man verkehrsmittelspezifische Unterschiede bei der Zeitbewertung feststellen. Die SP-Experimente wurden als binäre Alternativen präsentiert. Dabei wurde ein "fractional factorial design" verwendet.

Parallel zu den SP-Experimenten wurde auch ein "Transfer Price"-Befragung (TP) durchgeführt mit dem folgenden Inhalt:

- Zahlungsbereitschaft für Reisezeitverkürzung um 25%
- Zahlungsbereitschaft für Reisezeitverkürzung um 10%
- Kompensationsbereitschaft<sup>26</sup> für Reisezeitverlängerung um 25%
- Zahlungsbereitschaft für Umsteigezeiten Null (d.h. kein Umsteigen erforderlich)
- Zahlungsbereitschaft für eine Taktverkürzung um 50%
- Zahlungsbereitschaft für ein Gesamtpaket von Verbesserungen (Reisezeitverkürzung, kein Umsteigen erforderlich, Taktverkürzung)

---

<sup>26</sup> Das ist diejenige Summe Geldes, die notwendig ist, um das bisherige Wohlstandsniveau aufrecht zu erhalten (spiegelbildlich zum Willingness to pay).

Die Analyse der SP-Daten erfolgte mit Hilfe von Logit-Modellen. Einige der wichtigsten Analyseresultate für den **privaten Verkehr** waren:

- Zeitwerte für PW und Bus im intra-urbanen Verkehr waren deutlich kleiner als im inter-urbanen Verkehr
- Zeitwerte beim inter-urbanen Verkehr nehmen mit der Reisedistanz ab
- Zeitwerte nehmen mit dem Einkommen zu
- Häufig Reisende bewerten Zeitgewinne höher
- Es gibt regionale Unterschiede in der Zeitbewertung

Für die Ermittlung der Zeitwerte für den Geschäftsverkehr wurde, wie auch in anderen Studien, der Ansatz von Hensher verwendet.

Die qualitativen Analyseresultate für den Geschäftsverkehr waren ähnlich wie beim privaten Verkehr.

Die TP-Daten wurden mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate analysiert. Die erhaltenen Resultate waren mit denen der SP-Analyse durchaus vergleichbar.

### **3.4.5 Finnland**

Auch in Finnland werden Verkehrsinvestitionen traditionell mit Hilfe der KNA bewertet und dementsprechend ist das Interesse an korrekten Zeitwertansätzen, wie in den anderen skandinavischen Ländern, gross.

In 1989 wurde vom Verkehrsministerium eine "state of the art"-Studie in Auftrag gegeben. Ziel war, die ausländischen Erfahrungen (insbesondere die britischen und die holländischen) aufzubereiten, um die Probleme bezüglich Datenerhebungen und Analysemethoden zu erhellten. In dieser Studie wurde der dringende Bedarf für Zeitwertstudien sowohl für den Personen- als auch für den Güterverkehr ausgewiesen.

In der Folge wurde die Zeitwertforschung wegen Mangel an finanziellen Ressourcen auf "Sparflamme" betrieben, wobei die Forschungstätigkeit sich auf einige Universitäten beschränkte. Zu erwähnen sind insbesondere zwei Studien, die sich aber beide auf die Helsinki-Region beschränkten. Die erste Studie wurde 1993 und die zweite 1996 durchgeführt.

Das Ziel der ersten Studie war, eine quantitative Analyse über die Wichtigkeit einzelner "level-of-service"-Variablen im ÖV zu machen. Die Studie wurde als kombinierte RP- und SP-Analyse des Routenwahlverhaltens von Bus-Passagieren durchgeführt. Die RP-Fragen bezo-

gen sich auf die gewählte Route, auf die aktuelle Busfahrt und auf die befragte Person. Die SP-Experimente waren als binäre Routenwahlentscheide konzipiert. Für die Analyse konnten die Antworten von 294 Personen ausgewertet werden.

Das Ziel der zweiten Studie war zu erklären, welche Faktoren die Attraktivität beeinflussen, die PW-Fahrer verschiedenen Routen zuordnen. Die Studie wurde als Routenwahl-Modell konzipiert. Auch in dieser Studie wurden hypothetische Fragen (SP) gestellt, aber auch das aktuelle Verkehrsverhalten wurde erhoben (RP). In einer ersten Phase wurden Fragebogen an etwa 2'500 Autohalter verschickt. Die Fragebogen wurden von 566 Personen ausgefüllt und zurückgeschickt (Rücklaufquote: 38%). Die eigentlichen SP-Experimente wurden dann "massgeschneidert" an diese in einer zweiten Phase zurückgeschickt. Die Rücklaufquote war bei diesen 78%: 450 PW-Benutzer haben die SP-Fragebögen zurückgeschickt.

Die Zeitwerte, die aus diesen zwei Studien abgeleitet wurden, waren miteinander vergleichbar, und auch vergleichbar mit Werten, die in vorangehenden Jahren mit reinen RP-Daten abgeleitet wurden. Die zwei Studien dienten jedoch vor allem dazu, Erfahrungen für eine geplante nationale Studie zu sammeln, insbesondere im Zusammenhang mit der Datenerhebung und der Modellierung.

## **3.5 Aktuelle Forschungsbeiträge**

### **3.5.1 Einleitung**

Die Zeitwertforschung ist nicht abgeschlossen, es gibt eine wachsende Zahl von praktischen und theoretischen Studien. Im folgenden werden zwei wichtige theoretische Beiträge vorgestellt. Der erste von Hensher(1999) behandelt den Einfluss alternativer Modellformulierungen auf den Wert der Zeit. Der zweite von Louviere und Hensher(2000) diskutiert die Möglichkeiten und die statistischen Voraussetzungen für die Verbindung von RP- und SP-Daten.

### **3.5.2 Alternative Modell-Spezifikationen**

Im Kapitel 2.3 wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Annahmen über die Verteilung der stochastischen Komponente  $\varepsilon_i$  in der Nutzenfunktion die Form der mathematischen Funktion, die die Wahrscheinlichkeit abbildet, bestimmen. Sind die  $\varepsilon_i$  unabhängig und identisch verteilt (Weibull-verteilt), ist diese Funktion mit der multinominalen Logit-Funktion (MNL) identisch.



Die meisten Wahlmodelle sind auf Basis der MNL geschätzt worden. Dies nicht etwa, weil man von der Allgemeingültigkeit der Weibull-Verteilung der  $\varepsilon_i$  überzeugt war, sondern in erster Linie darum, weil diese Funktion vom "rechnerischen" Gesichtspunkt am wenigsten Probleme verursachte. Seit den ersten Anwendungen von choice Modellen in den 70-er Jahren haben sich jedoch sowohl die computer-technischen Möglichkeiten als auch die numerischen (mathematischen) Methoden rasant entwickelt. Als Folge dieser Entwicklung stehen heute eine Vielzahl spezialisierter, statistisch-ökonomischer Software für alternative Modellspezifikationen zur Verfügung.

Lässt man die restriktive Annahme der "identischen Verteilung" weg, können alternative Modellspezifikationen angewendet werden. Dazu gehören etwa das von Bhat (1995) entwickelte *heteroscedastic extreme value (HEV)-Modell*<sup>27</sup>, das *multinominale Probit-Modell*, das sogenannte *random-parameter-Logit-Modell* sowie andere.

Hensher hat in seiner "value of time"-Studie auf Basis einer SP-Befragung in Neuseeland, bei der nur der städtische Strassenverkehr berücksichtigt wurde, vier alternative Modellspezifikationen geschätzt, und die Resultate mit den Resultaten des MNL-Modells verglichen. In der Studie wurde die Reisezeit in vier Komponenten zerlegt:

- Reisezeit beim ungehinderten Verkehrsfluss
- Reisezeit beim verlangsamten Verkehrsfluss
- Stop and go-Reisezeit
- Unsicherheit bezüglich Reisezeit

Reisekosten wurden in Betriebskosten und Mautkosten aufgeteilt.

Die wichtigsten Ergebnisse der Studie sind:

- Die "goodness of fit"-Kennzahlen sind besser für die alternativen Modellspezifikationen
- Zeitgewinne bei Stop and go-Fahrweise werden praktisch doppelt so hoch bewertet wie beim ungehinderten Verkehrsfluss
- Die Zeitwerte, die mit den alternativen Modellspezifikationen errechnet wurden, sind generell etwas höher als die Werte, die auf MNL-Methoden basieren

---

<sup>27</sup> Heteroskedastizität bedeutet, dass die Varianz der stochastischen Komponente  $\varepsilon_i$  nicht konstant ist.

### 3.5.3 Kombination von SP-Datensätzen

In letzter Zeit wurde von verschiedenen Forschern auf die Vorteile von zusammengeführten Daten in Zusammenhang mit Wahlmodellen hingewiesen. Bei diesen zusammengeführten Daten handelt es sich um ein Mix von RP und SP-Daten. Der Unterschied zwischen RP und SP-Daten ist, dass RP-Daten sich auf tatsächlich gefällte Entscheide (z.B. Wahl einer Route) und SP-Daten sich auf Entscheide in hypothetischen Situationen beziehen.

Beide Datentypen haben ihre bekannten Vor- und Nachteile. Die Kombination von diesen zwei Typen von Preference Daten stellt deshalb eine attraktive Alternative in der Modellierungsstrategie dar.

Zudem wurde in mehreren Studien darauf hingewiesen, dass bei der alleinigen Verwendung von SP-Daten die resultierenden Modellkoeffizienten leicht verfälscht sein könnten, was darauf zurückzuführen ist, dass es sich bei SP-Experimenten streng genommen nicht um "reale" Entscheide handelt. Durch die gleichzeitige Verwendung von RP-Daten könnte also auch die Modellqualität verbessert werden. Dies ist selbstverständlich nicht möglich, wenn keine entsprechende RP-Erhebungen durchgeführt werden können, wie etwa im Fall eines neuen Verkehrsmittels.

Bei zwei unterschiedlichen Datensätzen muss davon ausgegangen werden, dass die stochastische Komponente in den zwei Datensätzen unterschiedlich ist. Man kann also nicht annehmen, dass die Bedingung gleicher Varianz in beiden Datensätzen erfüllt ist. Sind die Varianzen nicht gleich, dann muss ein sogenannter Skalierungsfaktor berechnet werden, damit die zwei Datensätzen zusammengefügt werden können.

Eine Kombination von RP- und SP-Daten ist dann sinnvoll, wenn die zwei Datensätzen einige gemeinsame Attribute haben. Für eine gemeinsame Wahlalternative gilt dann:

$$U(\text{choice}_{rp}) = \alpha + \beta' x_{rp} + \gamma' y + \varepsilon_{rp}$$

$$U(\text{choice}_{sp}) = \delta + \beta' x_{sp} + \theta' z + \varepsilon_{sr}$$

$$\sigma^2 = \frac{\text{Var}[\varepsilon_{rp}]}{\text{Var}[\varepsilon_{sp}]}$$

= Skalierungsparameter, mit dem erreicht werden kann, dass  $\text{Var}(U_{rp}) = \sigma^2 \text{Var}(U_{sp})$

wobei  $x_{rp}, x_{sp}$  : Gemeinsame Attribute der zwei Datensätzen

$y, z$  : Attribute die RP- bzw. SP-spezifisch sind

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \theta$  : die unbekannt Parameter, die geschätzt werden müssen

$\varepsilon_{rp}, \varepsilon_{sp}$  : die nicht beobachteten individuellen Effekte

Die mathematisch-statistischen Grundlagen für die Ermittlung des Skalierungsparameters wurden von Hensher und Bradley (1993) entwickelt. Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens geben Bradley und Daly (1997). Für die Ermittlung des Skalierungsfaktor, bzw. für die gesamte Zusammenführung von Daten gibt es heute spezielle Computersoftware.

Die gleichzeitige Verwendung von SP/RP-Daten gilt heute bereits als Standard; viele neue Untersuchungen machen von dieser Möglichkeit Gebrauch<sup>28</sup>.

Louviere und Hensher weisen in der genannten Studie auf weitere wichtige Zusammenhänge zwischen der stochastischen Komponente  $\varepsilon_i$  (die sie als Varianz-Komponente bezeichnen), der Komplexität der SP-Befragung und der Wahl der Attribut-Ausprägungsniveaus hin. Hensher hat in einer Zeitwertstudie in Neuseeland festgestellt, dass die Wahl der Ausprägungen der Reisezeit einen statistisch signifikanten Einfluss auf die mittlere Zeitbewertung hatte (was auf die unterschiedliche Varianz bei der stochastischen Komponente zurückzuführen ist). Bei Wahl eines engeren Bereichs stieg der Wert der eingesparten Zeit<sup>29</sup>.

Für die Erklärung dieser Zusammenhänge ist nach Hensher weiterer Forschungsbedarf erforderlich.

---

<sup>28</sup> Beispielsweise Axhausen et al, 2000.

<sup>29</sup> At present there appears to be no "magic" formula to establish a behaviourally optimal attribute range.

## 4. Welche Schlussfolgerungen können aus den ausländischen Erfahrungen gezogen werden?

### 4.1 Einleitung

Die meisten der hier vorgestellten ausländischen Studien waren sehr breit angelegt. Dies zeigt schon die zeitliche Dimension einzelner Studien. Die "first UK-study" wurde in 1980 in Auftrag gegeben, der Schlussbericht erschien in 1987. Die erste grosse Studie in den Niederlanden dauerte fünf Jahre. Nachfolgende Studien in Grossbritannien und in den Niederlanden aber auch in anderen Ländern (Finnland, Schweden, Norwegen, Chile) konnten bereits auf diese Erfahrungen bauen und von diesen profitieren; sie waren bereits zielgerichtet konzipiert. Ergänzende Studien namhafter Verkehrswissenschaftler haben das Wissen auf diesem Gebiete stark ausgeweitet, oder auf weiteren Forschungsbedarf hingewiesen. Auf mehreren internationalen Seminaren wurde dieses Wissen vorgestellt und es wurden Erfahrungen ausgetauscht.

Eine lehrbuchartige Zusammenfassung dieses Wissens existiert hingegen nicht. Dies hat möglicherweise die folgenden Ursachen:

- Die Forschung auf diesem Gebiete ist noch nicht abgeschlossen
- Einige Teilaspekte der Zeitwertproblematik sind noch nicht oder nicht befriedigend gelöst
- Es besteht, trotz weitgehendem Konsens bezüglich grundlegender Überlegungen, eine Methodenvielfalt
- Das Know how wurde zu einem beträchtlichen Teil von privaten Beratungsfirmen erarbeitet, die an einer Weitergabe dieses Wissens naturgemäss weniger interessiert sind als Wissenschaftler von Hochschulen<sup>30</sup>

Dieses Wissen liegt aber in den vielen, jedem zugänglichen Einzelstudien und Teilberichten vor, wovon die wichtigsten hier kurz vorgestellt wurden. Im folgenden sollen die wesentlichsten Erkenntnisse stichwortartig zusammengefasst werden.

---

<sup>30</sup> Zeitwertstudien, an denen namhafte Universitäten, bzw. ihre wissenschaftlichen Mitarbeiter (mit)beteiligt waren, lieferten die detailliertesten Informationen bezüglich methodischem Vorgehen.

## 4.2 Die wichtigsten Erkenntnisse

### 4.2.1 Einleitung

Die Ermittlung von Zeitwerten erfordert, als grundlegende Voraussetzung, die Schätzung eines verhaltensorientierten Modells, in welchem ein trade off zwischen Zeit- und Kostenattributen vorhanden ist. Für die Modellschätzung braucht es entsprechende Daten, die das Verhalten beschreiben und geeignete Analyseverfahren, die das in den Daten enthaltene Verkehrsverhalten erklären. Die wichtigsten Fragen bezüglich der Erarbeitung von Zeitwerten betreffen also die Daten und die Schätzverfahren.

Im folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse für diese Bereiche beschrieben.

### 4.2.2 Daten für die Zeitwertermittlung

Die ausländischen Erfahrungen aber auch einzelne Forschungsbeiträge zeigen, dass für die Zeitwertschätzung sowohl RP- als auch SP-Daten verwendet werden sollten.

Im folgenden werden zunächst nochmals die Vor- und Nachteile dieser Datenarten diskutiert bevor dann die wichtigsten Empfehlungen vorgestellt werden. Dabei kann an dieser Stelle nicht auf die sehr komplexen Aspekte des Erhebungsdesigns, der Datenerhebung, der Korrektur- und der Gewichtungproblematik eingegangen werden, da dies den Rahmen sprengen würde<sup>31</sup>.

#### RP-Daten

RP-Daten sind die traditionellen Daten für die Modellierung der Verkehrsnachfrage.

Ortúzar (1996) nennt fünf Aspekte, die im Zusammenhang mit der Datenerhebung beachtet werden sollten:

- Die Stichprobengröße ist eine Funktion der Variablen bzw. der Parameter, die ermittelt werden sollen. Sie sollte dementsprechend ermittelt werden.
- Die Erhebungsmethode kann *random-stratified* (d.h. die Grundgesamtheit wird in Schichten - z.B. in Einkommensklassen eingeteilt- und dann wird aus jeder Gruppe eine random Stichprobe gebildet) oder *wahlbasiert* (d.h. es werden Schichten auf-

---

<sup>31</sup> Diesen Fragen wurden bereits internationale Konferenzen gewidmet, z.B.: "Raising the standard! International conference on travel survey quality and innovation, Grainau, 1997.

grund der Wahlentscheidung gebildet) sein. Beide Erhebungsarten haben Vor- und Nachteile<sup>32</sup>.

- Die Interviews können persönlich (face-to-face), telefonisch oder auf postalischem Weg erfolgen. Die Kosten und Qualität der Erhebung dabei von der Erhebungsart abhängig.
- Das Erhebungsdesign ist von grossem Einfluss auf die Qualität der Daten. Deshalb sollte es in speziellen Expertengruppen diskutiert und mit Hilfe von Pretests ausgetestet werden.
- Grosse Aufmerksamkeit muss den Problemen in Zusammenhang mit Datenplausibilisierung, Korrektur und Gewichtung gewidmet werden, wobei es auf diesem Gebiet leider an einfachen Rezepten mangelt.

Probleme im Zusammenhang mit RP-Daten sind:

- Ermittlung der relevanten Wahlmöglichkeiten (choice set) für jede Person in der Stichprobe. Hier muss der Modellbauer genau zwischen Modellrelevanz und Komplexität abwägen
- Wie sollen die "level-of-service" Ausprägungen genau gemessen werden, insbesondere für die nicht gewählten Alternativen

Diese Probleme sind der wichtigste Grund dafür, dass sorgfältig durchgeführte RP-Erhebungen sehr teuer sein können. Zudem haben RP-Daten bezüglich Zeitwertermittlung die folgenden Nachteile:

- Reisezeit und -kosten als erklärende Variablen sind in den meisten Fällen zu stark miteinander korreliert.
- Das beobachtete Verhalten wird von wenigen Faktoren dominiert, so dass es sehr schwierig ist, die relative Bedeutung von *sekundären* Variablen wie etwa Komfort oder Sicherheit zu erkennen.
- Es ist praktisch nicht möglich, Antworten in Zusammenhang mit neuen verkehrspolitischen Massnahmen oder neuen Verkehrsmitteln zu erheben

### **SP-Daten**

Der Unterschied zwischen RP- und SP-Erhebungen besteht darin, dass bei letzteren die Individuen gefragt werden, was sie in ganz bestimmten Situationen machen *würden*. Das Hauptproblem bei den SP-Daten besteht also darin, dass man nicht so recht weiss, wieviel Vertrauen den Behauptungen, die ja nicht das effektive Verhalten widerspiegeln, geschenkt werden

---

<sup>32</sup> Eine entsprechende Diskussion kann beispielsweise in Ortúzar und Willumsen (1994) nachgelesen werden.

kann. In den Anfangszeiten dieser Methode wurden denn auch recht grosse Abweichungen zwischen prognostizierten und aktuellen Wahlentscheiden festgestellt.

Seit den 80-er Jahren wurden die Methode und die experimentellen Designs jedoch entscheidend verbessert und damit auch die Übereinstimmung mit der Realität (Louviere, 1988). Neue Schätzverfahren mit gemischten RP/SP-Daten scheinen zudem die Qualität der Modelle nochmals stark zu verbessern. Diese Verbesserungen bedingen jedoch, dass an die Datenerhebungen noch grössere Anforderungen gestellt werden müssen.

Den Kern eines SP-Experiments bildet die Konstruktion eines Satzes von hypothetischen jedoch realistischen Optionen. Die Grundlage dazu bilden diejenigen Eigenschaften, von denen man annehmen kann, dass sie die Entscheidung beeinflussen.

Für das Design dieser Optionen müssen die folgenden Teilaufgaben durchgeführt werden:

- die Identifizierung der Wahlmöglichkeiten
- Auswahl der relevanten Eigenschaften (und der Messeinheiten)
- Bestimmung der Anzahl Ausprägungen und der Ausprägungsniveaus<sup>33</sup>
- Erstellung eines Versuchsplans

Beim Versuchsplan handelt es sich meistens um einen partiellen Versuchsplan, da sonst der Umfang des Fragebogens zu gross wäre. Im Vordergrund stehen dabei sogenannte "orthogonal fractional factorial Designs", die sich dadurch auszeichnen, dass die Beobachtungswerte unkorreliert sind. Für die Erstellung solcher Versuchspläne gibt es spezielle Computersoftware. Ein Nachteil der orthogonalen Versuchspläne ist, dass einzelne Angebotsprofile für die Befragten unrealistisch erscheinen könnten. Deshalb neigt man in letzter Zeit eher dazu, den Realitätsgehalt solcher Versuchspläne auf Kosten der Orthogonalität zu erhöhen.

Es empfiehlt sich, alle diese Teilaufgaben im Rahmen von Expertendiskussionen zu lösen. Expertendiskussionen sind im übrigen auch bei der Formulierung der Erhebungsfragen sehr nützlich; die Fragen müssen ja von allen Befragten verstanden werden.

Realismus sollte im übrigen auch bei den übrigen Aspekten der Befragung bewahrt werden; die SP-Experimente sollten möglichst einfach sein und die Befragten nicht überfordern.

Falls es zu viele Optionen gibt, so ist es vorteilhafter, wenn von der Möglichkeit von sogenannten *Block Designs* Gebrauch gemacht wird. Es muss zudem auf verschiedene Arten si-

---

<sup>33</sup> Wie bereits erwähnt, gibt es hierfür kein allgemeingültiges Rezept.

chergestellt werden, dass das Interesse der Befragten während des Interviews nicht erlahmt. Im Vordergrund stehen dabei qualitativ hochstehendes Bildmaterial sowie die Aussicht auf eine nachträgliche Belohnung (Lotterie).

Die Qualität der Erhebungsdaten kann zudem deutlich erhöht werden, wenn das Experiment adaptiv ausgestaltet, das heisst auf die Situation jeder befragten Person "massgeschneidert" wird. Dies erfordert entweder, dass die Befragung in zwei Phasen abläuft (erste Kontaktnahme mit wenigen Fragen bezüglich der speziellen Situation, anschliessend Vorbereitung und Versand des "massgeschneiderten" Fragebogens) oder dass die Befragung computerunterstützt erfolgt (mit Hilfe von Laptops).

Das erarbeitete Erhebungsinstrument sollte anschliessend in einem Pretest sorgfältig ausgetestet werden, damit Mängel noch rechtzeitig entdeckt werden können.

Es gibt mehrere Arten von möglichen Antwortformen bei einem SP-Experiment:

- Transfer Pricing (TP): hier werden Fragen bezüglich der Zahlungsbereitschaft für eine bestimmte Veränderung der gegenwärtigen Situation gestellt
- Stated Ranking: hier werden alle Optionen gleichzeitig präsentiert; die befragte Person muss dann eine Präferenzrangreihe bilden
- Stated Rating: hier erhalten die Befragten die Möglichkeit, auf die Frage nach der Präferenz zwischen zwei Optionen auf differenziertere Art, als nur ja/nein antworten zu können, beispielsweise, indem eine semantische Skala vorgegeben wird<sup>34</sup>
- Stated choice: In diesem Falle müssen sich die Befragten für eine Option aus einer Anzahl möglicher Optionen (meistens 2) entscheiden.

Bei SP-Experimenten, die die Ermittlung von Zeitwerten zum Ziel haben, werden kaum Stated Ranking-Experimente in Frage kommen. Auch TP-Methoden werden eher nur als Ergänzung zu anderen SP-Experimenten eingesetzt. Bei den meisten durchgeführten Studien stand die **Stated Choice**-Methode im Vordergrund. Dies vor allem deshalb, weil diese Methode am meisten einer RP-Befragung ähnelt. Zudem sind hier auch die Schätzprobleme am besten gelöst. Die Wahlexperimente waren meistens als Routenwahl- oder Verkehrsmittelwahlentscheide konzipiert. In einigen Fällen wurde auch die Wahl der Abfahrtszeit in ein Wahlexperiment einbezogen.

---

<sup>34</sup> Die möglichen Antworten sind etwa: eindeutig Option 1, eher Option 1, indifferent, eher Option 2, eindeutig Option 2



Stated Rating Methoden wurden nur in wenigen Fällen eingesetzt. Dem Vorteil des grösseren Informationsgehaltes dieser Antwortform stehen leider methodische Schätzprobleme gegenüber.

Bezüglich der **Stichprobengrösse** sind hier die Voraussetzungen etwas anders als bei RP-Erhebungen; da jede befragte Person mehrere "Beobachtungen" produziert, sind die notwendigen Stichproben kleiner. In der Regel wird davon ausgegangen, dass je **Segment** etwa 75 bis 100 Interviews genügen sollten. Dabei wird stillschweigend die Annahme getroffen, dass die Beobachtungen unabhängig voneinander sind, was streng genommen nicht zutrifft. Dies ist ein weiterer Schwachpunkt der Methode, neben dem anderen, dass mit ihr behauptetes (Stated) und nicht tatsächliches Verhalten erhoben wird.

Aus diesem Grund wird immer öfter empfohlen, für die Analyse SP- und RP-Daten zu kombinieren, damit die resultierenden Modelle besser mit der Realität verankert werden.

In allen untersuchten Zeitwertstudien wurden spezielle Segmentierungstechniken eingesetzt. Die häufigsten Segmentierungen wurden dabei bezüglich der folgenden Aspekte vorgenommen:

- Verkehrsmittel (PW, Bahn, Bus, Tram, Flugzeug etc.)
- Geographischer Bezug (städtisch, Nahverkehr/Regionalverkehr, Fernverkehr etc.)
- Fahrtzweck (Pendler, Geschäftsfahrten etc.)
- Tageszeit
- Komfort
- PW-Besetzungsgrad
- Haushalt, bzw. persönliches Einkommen
- Haushaltgrösse
- Angestelltenstatus
- Erwerbstätigkeit (ja/nein/Teilzeit)
- Stellung in der Familie
- Stausituation
- Autofahrer, Mitfahrer

Weitere Segmentierungsaspekte sind durchaus denkbar. Wie bereits erwähnt, ist jedoch die notwendige Stichprobengrösse von der Anzahl Segmentierungen abhängig. Es ist deshalb wohl zu überlegen, welche Segmentierungen vom praktischen Standpunkt aus gesehen, notwendig sind.

Bezüglich SP-Interview-Methoden gilt folgendes:

- Mündliche Interviews zu Hause werden als die beste Interview-Art bezeichnet, da sie die qualitativ besten Ergebnisse liefern. Diese Interview-Art ist jedoch die teuerste
- Mündliche Befragung vor Ort (z.B. während der Fahrt) ist nur auf längeren ÖV-Fahrten möglich. PW-Fahrer werden sich während der Fahrt oder bei kurzen Halten kaum für ein längeres Interview zur Verfügung stellen
- Auf postalischem Weg versandte Fragebögen zum selber ausfüllen sind zwar relativ billig, aber die Fehleranfälligkeit ist nicht unbedeutend. In vielen Fällen ist dies jedoch die einzig praktikable Alternative
- Telefonische SP-Experimente sind zwar relativ billig, aber kaum geeignet für Zeitwertstudien

Einige Aspekte der SP-Datenerhebung zum Zwecke der Ermittlung von Zeitwertstudien sind noch nicht befriedigend gelöst. Zu diesen gehören etwa die folgenden Fragen:

- wie sollte mit Personen verfahren werden, die kostenlos reisen?
- Wie sollten Mitfahrer im PW behandelt werden
- Wie sollten Kinder behandelt werden?
- Sollten nur typische Reisen oder auch spezielle Reisen berücksichtigt werden?
- Wie sollte dem Problem der langfristigen Zeitbewertung begegnet werden?

Für die Klärung dieser Fragen muss sicherlich noch weitere Forschungsarbeit geleistet werden.

### **4.2.3 Analysemethoden**

Die Analysemethodik hängt mit der Antwortform des SP-Experiments zusammen. Bei den Antwortformen *TP* und *Stated Rating* werden lineare bzw. logistische Regressionsverfahren eingesetzt. Bei den Antwortformen *Stated Choice* und *Stated Ranking* stehen Logit- und Probitmodelle im Vordergrund.

In den ausgewerteten Zeitwert-Studien wurde in den meisten Fällen die Antwortform der *Stated Choice* und die Analysemethode *Logit* verwendet. Probitverfahren wurden in den nationalen Studien nicht eingesetzt, ebenso wenig anspruchsvollere Logitverfahren wie etwa das bereits erwähnte, von Bhat entwickelte *heteroscedastic extreme value Modell*.

Die Mehrzahl der Zeitwertschätzungen wurden aufgrund von binären Entscheiden durchgeführt<sup>35</sup>. Die verwendeten Nutzenfunktionen in den Logitmodellen waren zudem linear. In der zweiten niederländischen Studie wurde zwar darauf hingewiesen, dass auch logarithmische Funktionen getestet wurden, nähere Details darüber sind jedoch im Bericht nicht vorhanden.

Wie bereits erwähnt, ist die mathematische Form der Funktion, die die Wahrscheinlichkeit für die Wahl einer Alternative abbildet, von den Annahmen bezüglich der Verteilung der stochastischen Komponente in der Nutzenfunktion abhängig. Nur, wenn diese Weibull-verteilt ist, führt dies zum multinominalen Logit Modell (MNL).

Alternative Annahmen führen zu anspruchsvolleren Modellspezifikationen, wie etwa das bereits erwähnte *heteroscedastic extreme value Modell* oder das *Probit-Modell*. Auch für diese Modellformen gibt es heute entsprechende Computersoftware. Die Vorteile dieser anspruchsvolleren Formen können durch die üblichen statistischen Tests beurteilt werden. Es kann also nur von Vorteil sein, wenn in Zeitwertstudien auch solche Modellspezifikationen ausprobiert werden.

Werden RP- und SP-Daten simultan analysiert, dann müssen die unterschiedlichen Varianzen in den zwei Datensätze berücksichtigt werden; die in 3.4.3 beschriebene Skalierungsprozedur ist diesbezüglich die Standardmethode.

---

<sup>35</sup> Stated ranking wurde nur gelegentlich verwendet.

## 5. Vorschlag für eine schweizerische Hauptstudie

### 5.1 Einleitung

Das Hauptziel einer schweizerischen **Zeitwertstudie** besteht darin, Zeitwerte für die Bedürfnisse der Verkehrsplanung abzuleiten. Ohne Kenntnis zuverlässiger Zeitwerte kann weder das Verkehrsverhalten modelliert, noch die Bewertung reisezeitrelevanter Massnahmen vorgenommen werden.

Unter Zeitwert wird dabei die Zahlungsbereitschaft (willingness to pay) von Reisenden für Reisezeitersparnisse, bzw. Kompensationsbereitschaft (willingness to accept) für Reisezeitverluste verstanden. Das Ziel der Studie ist herauszufinden, wie verschiedene Personengruppen bei verschiedenen Reisebedingungen diese Bewertungen vornehmen.

Neben diesem Hauptziel sollen im Rahmen der Studie auch Fragen untersucht werden, die in der Zeitwertforschung noch nicht oder nur unbefriedigend gelöst sind. Als Beispiele sind hier zu nennen:

- Bewertung des Anteils des Zeitgewinns bei Geschäftsfahrten (Nutzfahrten), der dem Arbeitgeber zugute kommt
- Das Problem der Unsicherheit der Reisezeit, bzw. das Problem der Verlässlichkeit<sup>36</sup>
- Das Problem von Reisegruppen
- Das Problem kleiner Zeitgewinne

Das erstgenannte Beispiel (Nutzfahrten) sollte in jedem Fall Bestandteil der Studie sein. Zu begrüssen wäre, wenn auch noch weitere Fragestellungen untersucht werden könnten.

Notwendige Differenzierungen

Die Zahlungsbereitschaft einer Person für Zeitersparnisse oder die Kompensationsbereitschaft für Zeitverluste kann, wie die ausländischen Studien zeigen, von vielen Faktoren beeinflusst werden. Diese Faktoren können in die folgenden Gruppen gegliedert werden:

a) Sozioökonomische Faktoren:

---

<sup>36</sup> Zur Zeit wird zu diesem Thema am IVT, ETH Zürich eine SVI-Studie durchgeführt mit dem Titel "Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable: Experimente mit verschiedenen Befragungsansätzen".

- Persönliches oder Haushalteinkommen
- Haushaltgrösse
- Stellung in der Familie (Hausfrau, Alleinverdiener)
- Beschäftigungsstatus (Rentner, in Ausbildung, erwerbstätig, teilzeiterwerbstätig)
- Verfügbare Freizeit
- Altersklasse
- Geschlecht

b) Verkehrsmittelabhängige Faktoren:

- PW
- Eisenbahn
- Tram/Bus

c) Reisekomfort- oder reiseumstandabhängige Faktoren

- Fahrtzweck (Pendler-, Geschäfts-, Einkaufs-, Freizeitfahrten)
- Nahverkehr
- Fernverkehr
- Reisedauer
- Autofahren im städtischen Verkehr
- Autofahren ausserorts im flüssigen Verkehr
- Autofahren ausserorts im Stau
- ÖV-Fahrten mit Sitzplatz
- ÖV-Fahrten ohne Sitzplatz
- Anmarsch, Warten und Umsteigen im ÖV
- Berechenbarkeit der Reisezeit

Obige Aufzählung ist selbstverständlich unvollständig. Die Differenzierungstiefe hat aber einen grossen Einfluss auf die vorzunehmenden Erhebungsdesigns und damit natürlich auf die

**Kosten der Untersuchung.** Eine tiefe Differenzierung ist natürlich vom wissenschaftlichen Standpunkt her von grossem Nutzen.

**Für Prognosezwecke,** etwa in Verkehrsmodellen, ist der benötigte Differenzierungsgrad vom Typ des Verkehrsmodells abhängig. Bei konventionellen (aggregierten) Verkehrsmodellen wird i. a. eine geringere Differenzierung benötigt. Bei disaggregierten Verkehrsmodellen, die auf individuellen Daten basieren, kann jedoch der benötigte Differenzierungsgrad hoch sein. Da in Zukunft die Bedeutung aggregierter Modelle zugunsten verhaltensorientierter Modelle eher abnehmen wird, sollte in einer schweizerischen Zeitwertstudie *ein möglichst hoher Differenzierungsgrad* angestrebt werden, um künftigen Bedürfnissen gerecht werden zu können.

In **praktischen Kosten-Nutzen-Analysen** werden jedoch Zeitwerte nicht in dieser Differenzierung verwendet, da viele Einflussfaktoren, insbesondere die sozioökonomischen i.a. nicht bekannt sind. Unterschieden werden sollte jedoch nach *Fahrtzweck, nach Nah- und Fernverkehr und nach Verkehrsmitteln*. Beim ÖV sollte zudem auch nach den einzelnen Komponenten (*Warte- und Umsteigezeiten sowie im Fahrzeug verbrachte Zeit*) unterschieden werden. Beim MIV sollten Zeitwerte für *Fahren im freien und im behinderten Verkehrsfluss* (Stau) ermittelt werden. Diese Differenzierung ist als **Mindestanforderung** für eine schweizerische Zeitwertstudie zu verstehen.

Da in vielen praktischen Fällen nicht nach dem Fahrtzweck unterschieden werden kann, sollten auch aggregierte (fahrtzweckunabhängige) Zeitwerte ermittelt werden.

## 5.2 Vorschläge für das methodische Vorgehen

### 5.2.1 Benötigte Daten

Wie die ausländischen Erfahrungen und die Ergebnisse der Zeitwertforschung zeigen, kann ein hoher Differenzierungsgrad bei der Zeitwertermittlung nur mit Hilfe von Stated Preference-Methoden (SP-Methoden) erreicht werden. Die Anwendung dieser Methoden bedingt entsprechende Datenerhebungen. Neben den Stated Preference Daten (SP-Daten) sollten jedoch, ebenfalls aufgrund der Ergebnisse der Zeitwertforschung, auch Revealed Preference Daten (RP-Daten) bei der Modellschätzung mitverwendet werden, damit die resultierenden Modelle besser mit der Realität verankert werden. In den meisten Fällen können die RP-Daten zusammen mit den SP-Daten erhoben werden. Verwendet werden sollten jedoch auch bereits vorliegende RP-Daten, die zu einem anderen Zweck erhoben wurden. In diesem Zusammenhang ist insbesondere der Mikrozensus CH 2000 zu nennen.

Für die kombinierte Verwendung der RP- und der SP-Daten müssen die im Abschnitt **3.5.3** erläuterten Skalierungsprozeduren angewendet werden.

Um einen hohen Differenzierungsgrad bezüglich der Zeitwerte erzielen zu können, müssen mehrere Erhebungen und mehrere Experimente durchgeführt werden. Dabei können, wenn die Umstände dies erlauben, mit einer interviewten Person auch mehr als ein Experiment durchgeführt werden. Im Vordergrund stehen dabei Wahlexperimente, die sich in der Zeitwertforschung am besten bewährt haben. Diese werden, je nach Problemstellung, auf Routenwahl, Verkehrsmittelwahl oder Angebot basieren. Falls erforderlich, können ergänzend auch Transfer Pricing Methoden (TP-Methoden) eingesetzt werden. Jedenfalls sollten die Erhebungen zumindest zwei wichtige Dimensionen abdecken; Individual- versus öffentlicher Verkehr und städtischer (regionaler) versus Fernverkehr.

Bezüglich des Fahrtzwecks "**Geschäftsreisen**", bzw. **Nutzfahrten** in der bekannten Terminologie, ist hier nochmals auf die Tatsache hinzuweisen, dass SP-Befragungen nur den Teil des Nutzens von Zeitgewinnen reflektieren, welcher den Angestellten zugute kommt. Um den gesamten volkswirtschaftlichen Nutzen des Zeitgewinns ermitteln zu können, müssen weitergehende Analysen sowie Zusatzbefragungen bei Arbeitgebern durchgeführt werden. Einen brauchbaren, aber verbesserungsfähigen Ansatz bietet in diesem Zusammenhang die Methode von Hensher (1977). Da Nutzfahrten in Zusammenhang mit Bewertungen einen wichtigen Stellenwert haben, ist diese Zusatzuntersuchung in einer schweizerischen Zeitwertstudie **absolut notwendig**.

Spezielle Befragungen sollten auch für die Analyse weiterer, bisher unbefriedigend gelöster Fragen in der Zeitwertforschung konzipiert werden<sup>37</sup>.

Besondere Sorgfalt sollte den Problemen der notwendigen **Stichprobengrößen** und der "**Rekrutierung**" der zu interviewenden Personen gewidmet werden. Wichtige Stichworte sind in diesem Zusammenhang:

- wiewiele Personen braucht es aus jeder Personengruppe
- welche Personengruppen müssen wo und auf welche Weise rekrutiert werden.

Bezüglich der notwendigen Stichprobengrösse gelten die in 4.2.2.2 angestellten Überlegungen. Danach sollten je Segment etwa 75 bis 100 Interviews durchgeführt werden.

---

<sup>37</sup> Siehe Beispiele im Abschnitt 5.1

Mögliche Rekrutierungsorte sind Tankstellen, öffentliche Parkplätze, Haltestellen öffentlicher Verkehrsmittel. Autobahnrestaurants würden sich weniger gut für diesen Zweck eignen, da dort die Repräsentativität der Stichprobe kaum gewährleistet werden kann.

Zudem sollte davon ausgegangen werden, dass die angefragten Personen in der Regel nicht am Rekrutierungsort befragt werden können, da diese ihre Reise für ein längeres Interview nicht unterbrechen möchten. Eine mögliche Ausnahme ist die Befragung in einem Intercity-Zug; hier ist in der Regel auch eine längere Befragung möglich, sie sollte jedoch mit EDV-Hilfe erfolgen. In allen anderen Fällen muss eine zweistufige Befragung durchgeführt werden, wobei bei der ersten Stufe, nebst der Frage nach der Bereitschaft für ein zweites, ausführlicheres Interview auch bereits einige Fragen bezüglich der aktuellen Reise gestellt werden müssen.

### *Exkurs*

*Die effizienteste Art, Autofahrer beispielsweise an einer Tankstelle anzusprechen, kann wie folgt beschrieben werden:*

- 1) Der Interviewer stellt sich vor, und erklärt kurz den Zweck seiner Arbeit*
- 2) Er stellt dann einige Fragen bezüglich der aktuellen Reise, um u.a. festzustellen ob der Autofahrer für eine weitere Befragung überhaupt in Frage kommt (gehört er in die zu untersuchende Gruppe?)*
- 3) Falls dies zutrifft, dann wird er gefragt, ob er sich für ein schriftliches Interview zur Verfügung stellen könnte*
- 4) Falls er dies bejaht, dann wird er gebeten, Name und Adresse anzugeben, damit ihm die entsprechenden Unterlagen geschickt werden können.*

*Mit Hilfe der reisebezogenen Fragen können anschliessend individuell "massgeschneiderte" Befragungsunterlagen für die schriftliche Befragung vorbereitet werden.*

*Dieses Vorgehen hat u.a. den Vorteil, dass die angefragten Personen unter Umständen auch gemahnt werden können, falls sie die erhaltenen schriftlichen Unterlagen, die sie ausfüllen sollten, nicht retournieren<sup>38</sup>.*

Bezüglich des Vorgehens beim Konzipieren der Befragungsdesigns sollte zunächst die Art der SP-Experimente entschieden werden. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass sich **binäre Wahlexperimente** am besten bewährt haben. Bei diesen Experimenten geht es um das

---

<sup>38</sup> Ein alternatives Vorgehen, bei dem die Autofahrer aufgrund ihrer Autokennzeichen identifiziert wurden, ist bei Abay (1999) nachzulesen.



trade off zwischen zwei Reiseattributen, wie z.B. zwischen Reisezeit und Reisekosten oder Anmarschzeit und Reisezeit oder Anmarschzeit und Reisekosten etc.

Routenwahl-Experimente, bei denen zwischen einer teureren und schnelleren Route und einer billigeren und langsameren Route zu wählen ist, wurden in diesem Zusammenhang in den ausländischen Studien am häufigsten angewendet. Für die meisten Fragestellungen stellen sie die beste Wahl dar.

Bei einigen SP-Experimenten sollten jedoch nicht nur die Reisekosten und Reisezeiten als Reiseattribute berücksichtigt werden, sondern weitere Eigenschaften, wie Komfort, Anmarschzeiten, Wartezeiten etc. Bei einem binären Entscheidungsexperiment muss die befragte Person jeweils zwischen zwei "Angebotsprofilen" entscheiden. Dabei wird in einem Angebotsprofil das Angebot durch eine bestimmte Ausprägungskombination der relevanten Eigenschaften definiert, wie etwa beim folgenden Bahnangebot im Fernverkehr:

Tabelle A-2 5: Beispiel Angebotskombination für den Schienenfernverkehr

Eigenschaft	Ausprägung
Reisezeit	1 Std. 30 Min.
Kosten der Fahrt	60 CHF
Umsteigevorgänge	1
Takt	60 Min.
Komfort	überfüllt

Gibt es zu viele Eigenschaften, die in einem Angebotsprofil berücksichtigt werden sollen, so wird ein Vergleich oft zu schwierig für die Befragten. In einigen Untersuchungen wurden deshalb partielle Profile verwendet. In der holländischen Zeitwertstudie beispielsweise wurden jeweils nur zwei Eigenschaften aufs Mal berücksichtigt. Im Anhang ist das Vorgehen für die Bildung solcher binärer Profile an einem Beispiel illustriert.

Ein analoges Vorgehen kann auch bei einer SP-Erhebung bei Autofahrern gewählt werden; wenn als Reiseattribute nicht nur Reisezeit und Reisekosten, sondern auch Fahren im freien Fluss und Fahren im Stau berücksichtigt werden sollen.

Der Vorteil von partiellen Profilen besteht darin, dass die befragten Personen zwischen zwei Entscheidungssituationen besser abwägen können, und dass sie nicht so schnell ermüden. Der Nachteil ist jedoch, dass der Informationsgehalt einer Entscheidung kleiner ist als bei einem vollständigen Profil. Bei der Verwendung von partiellen Profilen müssen also mehr Fragen gestellt, bzw. mehr Personen befragt werden. Dies kann sich u.U. auf die Befragungskosten auswirken.

Bei der Planung der einzelnen SP-Erhebungen müssen insbesondere die folgenden Teilprobleme gelöst werden:

- Art des SP-Experiments
- Auswahl der relevanten Reiseattribute (Reisekosten, Reisezeiten, Anteil der Reisezeit im Stau etc.)
- Bestimmung der Anzahl Ausprägungen und der Ausprägungsniveaus
- Erstellung eines Versuchsplans (Vollprofil, partiell, paarweise, fractional design etc.)
- Ausformulierung der zu stellenden Fragen (sind die Fragen allgemein verständlich?)

Es wird dringend empfohlen, dass Lösungsvorschläge für diese Teilaufgaben im Rahmen von Expertendiskussionen erarbeitet werden.

Die Erfahrungen zeigen zudem, dass vor den Befragungen unbedingt entsprechende Pretests mit Testpersonen durchgeführt werden sollten, um allfällige Schwachstellen noch rechtzeitig erkennen zu können.

### **5.2.2 Zu verwendende Analysemethoden**

Als hauptsächliche Analysemethoden werden die Logit- und Probitverfahren eingesetzt, da die Mehrzahl der durchzuführenden SP-Experimente als binäre Wahlexperimente konzipiert werden dürften.

Diese Analyseverfahren wurden in den letzten Jahren methodisch erweitert (vergleiche Abschnitt 4.2.3) und es wurden auch entsprechende effiziente Softwarelösungen erarbeitet.

Für die Analyse stehen heute eine grosse Anzahl möglicher Modellspezifikationen zur Verfügung. Zudem können auch die Nutzenfunktionen auf verschiedene Arten aufgebaut sein; linear, logarithmisch etc. Vielfach können auch Variablentransformationen (z.B. Box-Cox) die Modellqualität verbessern. Die für die Analyse notwendigen Segmentierungstechniken werden den Analyseaufwand zudem weiter vergrössern; hier geht es insbesondere darum, sinnvolle Klasseneinteilungen (beispielsweise beim Einkommen und Alter) zu finden.

Für die Analysearbeit gilt es, möglichst alle vernünftigen Ansätze auszuprobieren. Obwohl dies wegen der grossen Zahl der möglichen Modellspezifikationen sehr aufwendig sein kann, gibt es diesbezüglich keine andere Alternativen. Als Auswahlkriterium dienen die üblichen statistischen Tests und die "goodness of fit"-Kennzahlen. Es empfiehlt sich jedenfalls, für die Analysearbeit eine systematische Planung vorzubereiten.

### **5.2.3 Die erwarteten Resultate**

Erwartet werden zunächst differenzierte Zeitwerte, wie sie etwa in Tabelle A-2 2 zusammengestellt sind. Für die Bedürfnisse der KNA werden zudem aggregierte Werte, wie sie im Abschnitt 5.2 beschrieben sind, benötigt.

Da im Rahmen der schweizerischen Zeitwertstudie zudem auch Forschungsarbeit geleistet werden sollte, müssen schliesslich auch die Resultate dieser Tätigkeit dokumentiert werden.

Als Schlussbemerkung, noch dies: die Qualität der Resultate hängt weitgehend von der Qualität der Befragungsdesigns und von der Qualität der Analyse ab.

## **Anhang 3**

### **Fragebogen, Versuchspläne, Ausprägungen**

#### **Pilotstudie I**

##### **Fragebogen**

### **Verkehrsmittelwahl**

Für Ihr Interesse und Ihre Bereitschaft, an der Befragung zum Thema "Wert der Zeit" teilzunehmen, möchten wir uns herzlich bedanken.

Einer Ihrer Wege, über die Sie bei der telefonischen Befragung berichtet haben, war eine Fahrt mit dem Auto von Zürich nach Winterthur. Es handelte sich um eine Pendlerfahrt. Diese Fahrt hat nach unseren Schätzungen rund 15 Fr. gekostet und dauerte etwa 25 Minuten.

Wir möchten Sie auf den folgenden Seiten über drei Themen in Zusammenhang mit diesem Weg befragen. Dabei werden Sie mit mehreren Wahlsituationen konfrontiert. Bei jeder dieser Wahlsituationen ändern sich die Eigenschaften der zur Wahl stehenden Alternativen. Bitte wählen Sie jeweils eine der beiden Alternativen aus.

Bei den ersten Fragen steht die Verkehrsmittelwahl im Mittelpunkt. Bitte stellen Sie sich vor, dass Sie die oben beschriebene Fahrt auch mit dem öffentlichen Verkehr, also z.B. mit der Bahn, durchführen könnten.

#### **Ihre Aufgabe beim Verkehrsmittelwahlexperiment:**

Bitte wählen Sie bei jeder dieser Wahlsituationen das Verkehrsmittel, welches Ihnen am meisten zusagt. Kreuzen Sie jeweils Ihre Wahl unter den entsprechenden Tabellen an.

#### **Beispiel:**

PW	Bahn
Fahrzeit: 30 Minuten	Fahrzeit: 20 Minuten
Reisekosten: 13 Fr.	Reisekosten: 23 Fr.
Stauanteil: 20%	Takt: 30 Minuten
	Anzahl Umsteigen: 0-mal

     ← Ihre Wahl →     

#### **Bemerkungen:**

- Bei den Reisezeiten handelt es sich um Gesamtreisezeiten (Tür zu Tür)
- Bei den Kosten handelt es sich um die gesamten Reisekosten (PW + allfällige Strassengebühren).

### **Routenwahl PW**

Beim **zweiten Themenkomplex** stellen Sie sich bitte vor, dass Sie für die oben angegebene Fahrt auch eine andere Route hätten wählen könnten.

Eine Route könnte schneller sein als die bestehende, dafür aber mehr kosten, z.B. wegen einer Autobahngebühr, wie sie etwa in Italien oder Frankreich erhoben werden, oder weil Sie staufrei fahren können. Eine andere Route könnte dagegen langsamer sein als die bestehende, dafür aber weniger kosten, z.B. weil keine Gebühr erhoben wird oder weil Sie bedeutend weniger Benzin verbrauchen.

#### **Ihre Aufgabe beim Routenwahlexperiment:**

Bitte wählen Sie für jede dieser Wahlsituationen diejenige Route, die Ihnen am meisten zusagt. Kreuzen Sie jeweils Ihre Wahl unter den entsprechen Tabellen an.

Beispiel:

Route A	Route B
Fahrzeit: 40 Minuten	Fahrzeit: 20 Minuten
Reisekosten: 18 Fr.	Reisekosten: 23 Fr.
Stauanteil Fahrt: 25%	Stauanteil Fahrt: 15%

     ← Ihre Wahl →     

#### *Bemerkungen:*

- *Bei den Reisezeiten handelt es sich um Gesamtreisezeiten (Tür zu Tür).*
- *Bei den Kosten handelt es sich um die gesamten Reisekosten (PW + allfällige Strassengebühren).*
- *Beim Stauanteil handelt es sich um den Anteil der Fahrzeit, die Sie im Stau fahren müssen*

### **Routenwahl Bahn**

Beim **zweiten Themenkomplex** stellen Sie sich bitte vor, dass Sie für die oben angegebene Fahrt auch eine andere Route hätten wählen könnten.

Eine Route könnte schneller sein als die bestehende, dafür aber mehr kosten, z.B. wegen eines Geschwindigkeitszuschlags, wie er etwa in Italien oder Frankreich erhoben wird. Eine andere Route könnte dagegen langsamer sein als die bestehende, dafür aber weniger kosten, weil kein Zuschlag erhoben wird oder sogar eine spezielle Ermässigung gewährt wird.

#### **Ihre Aufgabe beim Routenwahlexperiment:**

Bitte wählen Sie für jede dieser Wahlsituationen diejenige Route, die Ihnen am meisten zusagt. Kreuzen Sie jeweils Ihre Wahl unter den entsprechen Tabellen an.

Beispiel:

Route A	Route B
Fahrzeit: 40 Minuten	Fahrzeit: 20 Minuten
Reisekosten: 20 Fr.	Reisekosten: 30 Fr.
Fahrplantakt : 15 Minuten	Fahrplantakt : 30 Minuten
Anzahl Umsteigen: 1-mal	Anzahl Umsteigen: 0-mal

     ← Ihre Wahl →     

*Bemerkungen:*

- Bei den Reisezeiten handelt es sich um Gesamtreisezeiten (Tür zu Tür).
- Bei den Kosten handelt es sich um die gesamten Reisekosten.

### Zielwahl

Das **dritte Thema** betrifft eine fiktive Einkaufsfahrt, die Sie beispielsweise einmal pro Woche durchführen könnten.

Bitte stellen Sie sich vor, Sie würden Lebensmittel und andere Haushaltsartikel aufgrund einer zu Hause zusammengestellten Liste einkaufen wollen. Dabei haben Sie die Möglichkeit, diese Waren in zwei verschiedenen Einkaufszentren zu kaufen. Eines dieser Zentren liegt relativ nahe, hat aber durchwegs erhöhte Preise, so dass Sie für den selben Warenkorb hier deutlich mehr bezahlen müssen als am entfernteren Zentrum.

Sie werden nun wiederum mit verschiedenen Wahlsituationen konfrontiert, bei denen Sie sich jeweils bitte für eines der zwei Einkaufszentren entscheiden. Dabei ändern sich jedes mal die Fahrzeiten und die Fahrpreise sowie der Preis für den identischen Warenkorb.

#### Ihre Aufgabe beim Zielwahlexperiment:

Bitte wählen Sie bei jeder dieser Wahlsituationen das Einkaufszentrum, das Ihnen am meisten zusagt. Kreuzen Sie jeweils Ihre Wahl unter den entsprechen Tabellen an.

Beispiel:

Einkaufszentrum A	Einkaufszentrum B
Fahrzeit: 30 Minuten	Fahrzeit: 20 Minuten
Reisekosten: 7 Fr.	Reisekosten: 5 Fr.
Preis Warenkorb: 120 Fr.	Preis Warenkorb: 140 Fr.

     ← Ihre Wahl →     

*Bemerkungen:*

- Bei den Reisezeiten handelt es sich um Gesamtreisezeiten.
- Bei den Reisekosten handelt es sich um Fahrkosten + allfällige Parkierungsgebühren.
- Der Inhalt des Warenkorbes ist in beiden Fällen identisch.



Wir bitten Sie nun, diese Experimente auf den folgenden Seiten durchzuführen, d.h. jedes mal eine Wahl zu treffen und diese anzukreuzen.

Wenn Sie mit den Experimenten fertig sind, bitten wir Sie, auch die zusätzlichen Fragen auf den nachfolgenden Seiten zu beantworten.

Legen Sie dann bitte alles (inklusive Seiten 1-3) in das beiliegende Antwortcouvert.

Für Ihre wertvolle Hilfe möchten wir uns nochmals herzlich bedanken.

## Versuchspläne

### Verkehrsmittelwahl

Karte	Kosten PW	Reisezeit PW	Stauanteil PW	Kosten ÖV	Reisezeit ÖV	Takt ÖV	Anz. Umstiege
1	3	3	1	1	2	2	2
2	1	1	1	1	1	1	1
3	3	2	1	3	1	1	3
4	2	1	1	2	3	2	3
5	3	1	2	2	3	1	2
6	1	3	2	2	1	2	1
7	2	3	1	3	3	3	1
8	3	2	2	1	3	3	1
9	1	1	2	3	2	3	3
10	1	2	3	1	3	2	3
11	3	3	3	2	1	3	3
12	2	1	3	1	1	3	2
13	1	3	3	3	3	1	2
14	3	1	3	3	2	2	1
15	2	2	3	2	2	1	1
16	1	2	1	2	2	3	2
17	2	2	2	3	1	2	2
18	2	3	2	1	2	1	3

**Routenwahl PW**

Karte	Kosten A	Reisezeit A	Stauanteil A	Kosten B	Reisezeit B	Stauanteil B
1	2	2	2	2	1	2
2	1	3	2	1	2	3
3	1	3	1	3	1	1
4	3	1	1	2	2	2
5	1	1	2	2	2	3
6	2	1	2	1	1	2
7	2	1	1	3	3	3
8	3	3	3	3	1	3
9	2	3	1	2	3	3
10	3	3	1	1	2	2
11	1	3	3	2	3	2
12	1	2	3	1	3	2
13	3	3	2	2	3	1
14	1	1	3	3	3	2
15	2	1	3	2	2	1
16	2	3	2	3	1	2
17	1	2	2	3	2	3
18	2	2	3	3	2	1
19	2	3	3	1	2	1
20	3	1	2	3	3	1
21	3	2	3	2	1	3
22	3	2	1	3	2	2
23	3	1	3	1	1	3
24	1	1	1	1	1	1
25	3	2	2	1	3	1
26	1	2	1	2	1	1
27	2	2	1	1	3	3

**Routenwahl ÖV**

Karte	Kosten A	Reisezeit A	Takt A	Umstiege A	Kosten B	Reisezeit B	Takt B	Umstiege B
1	1	2	2	2	2	3	1	2
2	3	3	3	2	2	1	2	1
3	1	1	2	3	2	1	2	2
4	1	2	1	3	1	3	3	1
5	3	1	2	2	1	3	3	3
6	2	3	2	2	3	3	2	1
7	3	3	1	1	3	1	3	2
8	3	3	2	3	1	1	1	3
9	1	2	3	1	3	3	2	3
10	1	3	3	3	3	2	1	3
11	3	1	3	1	2	3	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	3	2	1	2	2	3	2
14	3	1	1	3	3	3	2	2
15	2	3	1	3	2	3	1	3
16	2	1	1	2	2	2	3	3
17	1	1	3	2	3	1	3	3
18	2	1	2	1	3	2	1	1
19	1	3	1	2	1	2	2	1
20	3	2	3	3	2	2	3	1
21	3	2	1	2	3	2	1	2
22	3	2	2	1	1	2	2	3
23	2	2	1	1	2	1	2	3
24	2	3	3	1	1	3	3	2
25	2	1	3	3	1	2	2	2
26	2	2	3	2	1	1	1	2
27	2	2	2	3	3	1	3	1

**Zielwahl**

Karte	Reisekosten A	Reisezeit A	Warenkorb A	Reisekosten B	Reisezeit B	Warenkorb B
1	3	1	4	2	3	5
2	2	2	2	1	3	2
3	2	1	5	1	2	3
4	1	1	3	2	1	2
5	1	1	5	2	3	4
6	3	2	1	1	1	4
7	2	3	3	1	3	1
8	2	3	1	2	2	5
9	2	2	3	2	1	4
10	2	1	1	2	2	2
11	1	2	3	3	2	5
12	2	1	4	3	1	1
13	3	2	2	2	2	1
14	1	1	1	1	1	1
15	2	2	5	1	1	5
16	3	3	5	3	1	2
17	1	3	4	1	2	4
18	1	3	2	2	1	3
19	2	2	4	2	1	3
20	1	2	4	1	2	2
21	2	1	2	3	2	4
22	3	1	3	1	2	3
23	1	2	5	2	2	1
24	1	1	2	1	1	5
25	1	2	1	3	3	3

## Ausprägungen

### Verkehrsmittelwahl

Ausprägung	1	2	3	Einheit
Kosten PW	1	1.1	1.2	Faktor des berichteten Weges [CHF]
Reisezeit PW	1	1.1	1.3	Faktor des berichteten Weges [min]
Stauanteil PW	0	15	25	[%]
Kosten ÖV	0.9	1	1.1	Faktor des berichteten Weges [CHF]
Reisezeit ÖV	0.8	1	1.2	Faktor des berichteten Weges [min]
Takt	15	30	60	[min]
Umsteigehäufigkeit	0	1	2	[ ]

### Routenwahl PW

Ausprägung	1	2	3	Einheit
Kosten A	0.9	1	1.3	Faktor des berichteten Weges [CHF]
Reisezeit A	0.9	1	1.2	Faktor des berichteten Weges [min]
Stauanteil A	0	15	25	[%]
Kosten B	0.65	0.75	0.85	Faktor von A [CHF]
Reisezeit B	1.15	1.25	1.35	Faktor von A [min]
Stauanteil B	25	15	0	[%]

### Routenwahl ÖV

Ausprägung	1	2	3	Einheit
Kosten A	0.9	1	1.2	Faktor des berichteten Weges [CHF]
Reisezeit A	0.9	1	1.3	Faktor des berichteten Weges [min]
Takt A	15	30	60	[min]
Umsteigehäufigkeit A	0	1	2	[ ]
Kosten B	1.1	1.2	1.3	Faktor von A [CHF]
Reisezeit B	0.7	0.8	0.9	Faktor von A [min]
Takt B	15	30	60	[min]
Umsteigehäufigkeit B	1	2	0	[ ]

**Zielwahl**

Ausprägung	1	2	3	4	5	Einheit
Reisekosten A	20	30	40			[CHF]
Reisezeit A	15	30	45			[min]
Warenkorb A	100	125	150	175	200	[CHF]
Reisekosten B	20	30	40			Faktor von A [CHF]
Reisezeit B	15	30	45			Faktor von A [min]
Warenkorb B	100	125	150	175	200	Faktor von A [CHF]

## **Pilotstudie II**

### **Fragebogen**



### **Verkehrsmittelwahl**

Für Ihr Interesse und Ihre Bereitschaft, an der Befragung zum Thema "Wert der Zeit" teilzunehmen, möchten wir uns herzlich bedanken.

Einer Ihrer Wege, über die Sie bei der telefonischen Befragung berichtet haben, war eine Fahrt mit dem Auto von Zürich nach Winterthur. Es handelte sich um eine Pendlerfahrt. Diese Fahrt hat nach unseren Schätzungen rund 15 Fr. gekostet und dauerte etwa 25 Minuten.

Wir möchten Sie auf den folgenden Seiten über drei Themen in Zusammenhang mit diesem Weg befragen. Dabei werden Sie mit mehreren Wahlsituationen konfrontiert. Bei jeder dieser Wahlsituationen ändern sich die Eigenschaften der zur Wahl stehenden Alternativen. Bitte wählen Sie jeweils eine der beiden Alternativen aus.

Bei den ersten Fragen steht die Verkehrsmittelwahl im Mittelpunkt. Bitte stellen Sie sich vor, dass Sie die oben beschriebene Fahrt auch mit einem PW durchführen könnten.

#### **Ihre Aufgabe beim Verkehrsmittelwahlexperiment:**

Bitte wählen Sie bei jeder dieser Wahlsituationen das Verkehrsmittel, welches Ihnen am meisten zusagt. Kreuzen Sie jeweils Ihre Wahl unter den entsprechenden Tabellen an.

#### **Beispiel:**

PW	Bahn
Reisekosten: 13 Fr	Reisekosten: 23 Fr.
Gesamtfahrzeit: 30 Minuten.	Gesamtfahrzeit: 20 Minuten
Davon in stop and go: 5 Minuten	Takt: 30 Minuten
	Anzahl Umsteigen: 0-mal

← Ihre Wahl →

#### **Bemerkungen:**

- Bei den Kosten handelt es sich um die gesamten Reisekosten (PW + allfällige Strassengebühren).
- Bei den Gesamtfahrzeiten handelt es sich um Gesamtreisezeiten (Tür zu Tür).
- Beim stop and go handelt es sich um die Fahrzeit, die Sie im stop and go Stau verbringen müssen

### **Routenwahl PW**

Beim **zweiten Themenkomplex** stellen Sie sich bitte vor, dass Sie für die oben angegebene Fahrt einen Personenwagen hätten benutzen können. Dabei hätten Sie zwischen zwei Routen wählen können.

Eine Route könnte schneller sein als die bestehende, dafür aber mehr kosten, z.B. wegen einer Autobahngebühr, wie sie etwa in Italien oder Frankreich erhoben werden, oder weil Sie staufrei fahren können. Eine andere Route könnte dagegen langsamer sein als die bestehende, dafür aber weniger kosten, z.B. weil keine Gebühr erhoben wird oder weil Sie bedeutend weniger Benzin verbrauchen.

#### **Ihre Aufgabe beim Routenwahlexperiment:**

Bitte wählen Sie für jede dieser Wahlsituationen diejenige Route, die Ihnen am meisten zusagt. Kreuzen Sie jeweils Ihre Wahl unter den entsprechen Tabellen an.

Beispiel:

Route A	Route B
Reisekosten: 18 Fr.	Reisekosten: 23 Fr.
Gesamtfahrzeit: 40 Minuten	Gesamtfahrzeit: 20 Minuten
Davon in stop and go: 10 Minuten	Davon in stop and go: 5 Minuten

     ← Ihre Wahl →     

*Bemerkungen:*

- *Bei den Kosten handelt es sich um die gesamten Reisekosten (PW + allfällige Strassengebühren).*
- *Bei den Gesamtfahrzeiten handelt es sich um Gesamtreisezeiten (Tür zu Tür).*
- *Beim stop and go handelt es sich um die Fahrzeit, die Sie im stop and go Stau fahren müssen*

### **Routenwahl Bahn**

Beim **zweiten Themenkomplex** stellen Sie sich bitte vor, dass Sie für die oben angegebene Fahrt die Bahn gewählt hätten. Dabei hätten Sie zwischen zwei Routen wählen können.

Eine Route könnte schneller sein als die andere, dafür aber mehr kosten, z.B. wegen eines Geschwindigkeitszuschlags, wie er etwa in Italien oder Frankreich erhoben wird. Die andere Route könnte dagegen langsamer sein als die bestehende, dafür aber weniger kosten, weil kein Zuschlag erhoben wird oder sogar eine spezielle Ermässigung gewährt wird.

#### **Ihre Aufgabe beim Routenwahlexperiment:**

Bitte wählen Sie für jede dieser Wahlsituationen diejenige Route, die Ihnen am meisten zusagt. Kreuzen Sie jeweils Ihre Wahl unter den entsprechen Tabellen an.

Beispiel:

Route A	Route B
Fahrzeit: 40 Minuten	Fahrzeit: 20 Minuten
Reisekosten: 20 Fr.	Reisekosten: 30 Fr.
Fahrplantakt : 15 Minuten	Fahrplantakt : 30 Minuten
Anzahl Umsteigen: 1-mal	Anzahl Umsteigen: 0-mal

     ← Ihre Wahl →     

*Bemerkungen:*

- Bei den Reisezeiten handelt es sich um Gesamtreisezeiten (Tür zu Tür).
- Bei den Kosten handelt es sich um die gesamten Reisekosten.

### Zielwahl

Das **dritte Thema** betrifft eine fiktive Einkaufsfahrt, die Sie beispielsweise einmal pro Woche durchführen könnten.

Bitte stellen Sie sich vor, Sie würden Lebensmittel und andere Haushaltsartikel aufgrund einer zu Hause zusammengestellten Liste einkaufen wollen. Dabei haben Sie die Möglichkeit, diese Waren in zwei verschiedenen Einkaufszentren zu kaufen. Eines dieser Zentren liegt relativ nahe, hat aber durchwegs erhöhte Preise, so dass Sie für den selben Warenkorb hier deutlich mehr bezahlen müssen als am entfernteren Zentrum.

Sie werden nun wiederum mit verschiedenen Wahlsituationen konfrontiert, bei denen Sie sich jeweils bitte für eines der zwei Einkaufszentren entscheiden. Dabei ändern sich jedes mal die Fahrzeiten und die Fahrpreise sowie der Preis für den identischen Warenkorb.

#### Ihre Aufgabe beim Zielwahlexperiment:

Bitte wählen Sie bei jeder dieser Wahlsituationen das Einkaufszentrum, das Ihnen am meisten zusagt. Kreuzen Sie jeweils Ihre Wahl unter den entsprechen Tabellen an.

Beispiel:

Einkaufszentrum A	Einkaufszentrum A
Fahrzeit: 30 Minuten	Fahrzeit: 20 Minuten
Reisekosten: 7 Fr.	Reisekosten: 5 Fr.
Preis Warenkorb: 120 Fr.	Preis Warenkorb: 140 Fr.

     ← Ihre Wahl →     

*Bemerkungen:*

- Bei den Reisezeiten handelt es sich um Gesamtreisezeiten.
- Bei den Reisekosten handelt es sich um Fahrkosten + allfällige Parkierungsgebühren.
- Der Inhalt des Warenkorbes ist in beiden Fällen identisch.

Wir bitten Sie nun, diese Experimente auf den folgenden Seiten durchzuführen, d.h. jedes Mal eine Wahl zu treffen und diese anzukreuzen.

Wenn Sie mit den Experimenten fertig sind, bitten wir Sie, auch die zusätzlichen Fragen auf den nachfolgenden Seiten zu beantworten.

Legen Sie dann bitte alles (inklusive Seiten 1-4) in das beiliegende Antwortcouvert.

Für Ihre wertvolle Hilfe möchten wir uns nochmals herzlich bedanken.

**Versuchspläne****Verkehrsmittelwahl**

Karte	Kosten PW	Reisezeit PW	Stauanteil PW	Kosten ÖV	Reisezeit ÖV	Takt	Anz. Umstiege
1	4	3	1	1	4	2	1
2	3	3	1	4	1	3	1
3	1	1	2	4	5	2	1
4	5	5	1	2	4	1	1
5	2	1	1	3	1	1	2
6	3	2	1	1	5	3	3
7	3	4	2	2	2	2	2
8	4	5	2	5	1	1	3
9	4	1	3	2	2	3	3
10	5	1	2	3	5	1	1
11	1	5	1	2	2	1	1
12	2	5	3	1	3	2	2
13	4	2	3	4	1	1	2
14	4	2	1	3	3	3	1
15	1	1	1	1	1	1	1
16	1	2	1	5	2	2	1
17	1	5	3	1	5	3	2
18	5	4	1	4	3	1	3
19	2	2	1	2	5	1	1
20	2	1	2	1	3	2	1
21	2	3	2	2	1	3	1
22	2	2	1	3	2	2	3
23	1	3	3	3	2	1	2
24	4	1	2	1	2	1	1
25	5	1	3	2	2	3	3
26	2	1	1	2	1	3	2
27	1	3	2	2	3	1	3
28	2	4	3	1	1	1	1
29	1	1	1	2	1	2	3
30	3	2	3	2	3	1	1
31	3	1	3	1	2	1	1
32	3	5	2	3	1	2	3
33	4	4	1	2	5	2	2
34	1	4	1	1	1	1	3
35	5	2	2	1	1	3	2
36	2	2	2	2	4	1	2
37	1	2	2	1	4	3	3
38	5	3	1	1	2	2	2
39	2	4	2	5	2	3	1
40	1	2	2	4	2	1	2
41	2	5	1	4	2	3	1

**Routenwahl PW**

Karte	Kosten A	Reisezeit A	Stauanteil A	Kosten B	Reisezeit B	Stauanteil B
1	1	3	2	1	3	2
2	5	3	2	1	2	1
3	1	1	1	1	1	1
4	2	5	2	2	3	1
5	1	4	2	3	1	2
6	4	3	3	3	2	1
7	5	4	3	2	1	2
8	4	1	2	2	2	2
9	2	3	1	2	1	2
10	3	5	2	3	1	1
11	3	3	1	2	1	3
12	1	5	3	2	2	3
13	4	5	1	1	1	2
14	5	5	1	1	2	2
15	5	2	2	2	1	1
16	4	2	2	1	1	3
17	2	2	1	3	2	2
18	5	1	1	3	3	3
19	3	4	1	1	2	1
20	1	2	1	2	2	1
21	4	4	1	2	3	1
22	3	2	3	1	3	2
23	3	1	2	2	2	2
24	2	1	3	1	1	1
25	2	4	2	1	2	3
26	7	7	1	5	5	3
27	6	8	3	5	5	2
28	8	6	1	5	6	3
29	8	6	3	5	4	2
30	7	6	2	6	6	2
31	6	7	1	6	6	2
32	6	6	2	4	5	3
33	7	6	3	6	5	1
34	6	7	3	6	4	3
35	8	8	2	6	4	3
36	7	8	1	4	4	2
37	7	7	2	5	4	1
38	8	7	3	4	6	1
39	6	6	1	4	4	1
40	7	7	2	4	5	2
41	6	8	2	5	6	1
42	7	8	3	4	6	3

**Routenwahl PW**

Karte	Kosten A	Reisezeit A	Takt A	Umstiege A	Kosten B	Reisezeit B	Takt B	Umstiege B
1	2	5	2	2	1	4	2	3
2	2	1	1	3	2	2	3	3
3	2	1	2	1	3	4	1	2
4	4	4	3	3	1	4	3	1
5	5	2	3	1	2	3	2	3
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	2	1	2	2	4	3	1
8	1	2	1	1	3	1	3	3
9	3	2	2	2	1	1	3	3
10	2	5	3	1	2	1	2	2
11	1	2	3	3	1	2	1	1
12	2	1	3	2	5	3	3	1
13	1	1	3	1	1	2	2	2
14	2	2	2	1	5	2	1	1
15	2	2	2	3	1	1	1	1
16	4	3	1	3	5	1	2	2
17	2	3	1	3	2	2	3	3
18	4	5	2	1	2	2	1	1
19	1	1	1	2	2	1	2	1
20	3	4	1	1	3	1	2	1
21	5	5	3	3	3	5	3	1
22	5	3	2	2	1	1	3	2
23	1	5	1	3	5	1	1	3
24	4	1	2	2	3	2	2	3
25	5	2	1	1	5	4	2	1
26	3	1	1	3	2	4	1	2
27	1	1	2	3	2	5	2	1
28	3	1	3	2	5	5	1	3
29	4	2	1	2	4	5	1	2
30	2	4	3	2	2	1	1	1
31	3	5	1	1	4	2	3	1
32	1	2	2	1	2	5	3	2
33	1	3	3	1	4	4	1	3
34	2	4	1	1	1	5	1	3
35	2	3	1	1	1	5	2	1
36	2	2	1	3	3	3	1	2
37	3	2	3	3	1	2	2	2
38	5	1	2	3	4	1	1	1
39	5	4	1	2	2	2	1	2
40	2	1	3	1	4	1	3	2
41	4	2	3	1	2	1	1	3
42	5	1	1	1	1	2	1	3
43	1	5	1	2	1	3	1	2
44	1	4	2	1	5	2	3	2
45	2	2	1	2	4	2	2	1
46	3	3	2	1	2	3	1	1
47	1	4	2	3	4	3	2	3
48	4	1	1	1	1	3	3	1
49	1	3	3	2	3	2	1	1



**Zielwahl**

Karte	Reisekosten A	Reisezeit A	Warenkorb A	Reisekosten A	Reisezeit A	Warenkorb A
1	2	2	5	1	1	5
2	2	2	2	1	3	2
3	3	1	3	1	2	3
4	2	3	1	2	2	5
5	1	3	4	1	2	4
6	1	3	2	2	1	3
7	3	2	1	1	1	4
8	5	6	6	2	1	2
9	1	2	4	1	2	2
10	2	1	4	3	1	1
11	1	2	1	3	3	3
12	2	2	3	2	1	4
13	3	3	5	3	1	2
14	6	6	6	1	3	3
15	6	6	7	2	1	1
16	1	1	6	1	1	3
17	3	2	2	2	2	1
18	5	1	6	1	2	2
19	1	2	5	2	2	1
20	1	1	2	1	1	5
21	1	2	3	3	2	5
22	2	1	2	3	2	4
23	2	2	4	2	1	3
24	1	1	3	2	1	2

## Ausprägungen

### Verkehrsmittelwahl

Ausprägung	1	2	3	4	5	Einheit
Kosten PW	1	1.05	1.1	1.15	1.2	Faktor des berichteten Weges [CHF]
Reisezeit PW	1	1.05	1.1	1.15	1.3	Faktor des berichteten Weges [min]
Stauanteil PW	0	15	25			[%]
Kosten ÖV	0.9	0.95	1	1.05	1.1	Faktor des berichteten Weges [CHF]
Reisezeit ÖV	0.8	0.9	1	1.1	1.2	Faktor des berichteten Weges [min]
Takt	15	30	60			[min]
Umsteigehäufigkeit	0	1	2			[ ]

### Routenwahl PW

Ausprägung	1	2	3	4	5	6	7	8	Einheit
Kosten A	0.9	1	1.1	1.2	1.3	0.85	1.05	1.5	Faktor des berichteten Weges [CHF]
Reisezeit A	0.8	0.9	1	1.1	1.2	0.75	1.05	1.3	Faktor des berichteten Weges [min]
Stauanteil A	0	15	25						[%]
Kosten B	0.85	0.9	0.95	0.8	0.87	0.97			Faktor von A [CHF]
Reisezeit B	1.15	1.2	1.25	1.1	1.17	1.3			Faktor von A [min]
Stauanteil B	25	15	0						[%]

### Routenwahl ÖV

Ausprägung	1	2	3	4	5	Einheit
Kosten A	0.9	0.95	1.05	1.15	1.2	Faktor des berichteten Weges [CHF]
Reisezeit A	0.9	0.95	1.05	1.15	1.3	Faktor des berichteten Weges [min]
Takt A	15	30	60			[min]
Umsteigehäufigkeit A	0	1	2			[ ]
Kosten B	1.1	1.15	1.2	1.3	1.35	Faktor von A [CHF]
Reisezeit B	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	Faktor von A [min]
Takt B	15	30	60			[min]
Umsteigehäufigkeit B	1	2	0			[ ]

**Zielwahl**

Ausprägung	1	2	3	4	5	6	7	Einheit
Reisekosten A	10	12	15	17	20	25		[CHF]
Reisezeit A	15	30	45					[min]
Warenkorb A	50	75	100	125	150	175	200	[CHF]
Reisekosten B	1.03	1.07	1.1					Faktor von A [CHF]
Reisezeit B	0.6	0.7	0.8					Faktor von A [min]
Warenkorb B	1.03	1.07	1.1	1.12	1.15			Faktor von A [CHF]

## **Hauptstudie**

### **Fragebogen**

### Verkehrsmittelwahl

Für Ihr Interesse und Ihre Bereitschaft, an der Befragung zum Thema "Wert der Zeit" teilzunehmen, möchten wir uns herzlich bedanken.

Einer Ihrer Wege, über die Sie bei der telefonischen Befragung berichtet haben, war eine Fahrt mit dem Auto von Roggwil (TG) nach Arbon. Es handelte sich um eine Einkaufsfahrt. Diese Fahrt hat nach unseren Schätzungen rund 3 Fr. gekostet und dauerte etwa 5 Minuten.

Wir möchten Sie auf den folgenden Seiten über zwei Themen in Zusammenhang mit diesem Weg befragen. Dabei werden Sie mit mehreren Wahlsituationen konfrontiert. Bei jeder dieser Wahlsituationen ändern sich die Eigenschaften der zur Wahl stehenden Alternativen. Bitte wählen Sie jeweils eine der beiden Alternativen aus. Bei den ersten Fragen steht die Verkehrsmittelwahl im Mittelpunkt. Bitte stellen Sie sich vor, dass Sie die oben beschriebene Fahrt auch mit dem öffentlichen Verkehr, also z.B. mit der Bahn, durchführen könnten.

#### Ihre Aufgabe beim Verkehrsmittelwahlexperiment:

Bitte wählen Sie bei jeder dieser Wahlsituationen das Verkehrsmittel, welches Ihnen am meisten zusagt. Kreuzen Sie jeweils Ihre Wahl unter den entsprechenden Tabellen an. **Beispiel:**

PW	Bahn
Reisekosten: 13 Fr.	Reisekosten: 23 Fr.
Gesamtfahrzeit: 30 Min.	Gesamtfahrzeit: 20 Min.
davon in stop and go: 5 Min.	Takt: 30 Min.
davon freie Fahrt : 25 Min.	Anzahl Umsteigen: 0-mal

     ← Ihre Wahl →     

#### Bemerkungen:

- Bei den Kosten handelt es sich um die gesamten Reisekosten (PW + allfällige Strassengebühren).
- Bei den Fahrzeiten handelt es sich um Gesamtfahrzeiten (Tür zu Tür).
- Stop and go beschreibt den Teil der Gesamtfahrzeit, bei dem Sie im stockenden oder gestauten Verkehr fahren müssen.
- Freie Fahrt beschreibt den anderen Teil der Gesamtfahrzeit, bei dem Sie behinderungsfrei fahren.

### **Routenwahl PW**

Beim **zweiten Themenkomplex** stellen Sie sich bitte vor, dass Sie für die oben angegebene Fahrt auch eine andere Route hätten wählen könnten.

Eine Route könnte schneller sein als die bestehende, dafür aber mehr kosten, z.B. wegen einer Autobahngebühr, wie sie etwa in Italien oder Frankreich erhoben wird, oder weil Sie staufrei fahren können. Eine andere Route könnte dagegen langsamer sein als die bestehende, dafür aber weniger kosten, z.B. weil keine Gebühr erhoben wird oder weil Sie bedeutend weniger Benzin verbrauchen.

#### **Ihre Aufgabe beim Routenwahlexperiment:**

Bitte wählen Sie für jede dieser Wahlsituationen diejenige Route, die Ihnen am meisten zusagt. Kreuzen Sie jeweils Ihre Wahl unter den entsprechen Tabellen an.

Beispiel:

Route A	Route B
Reisekosten: 18 Fr.	Reisekosten: 23 Fr.
Gesamtfahrzeit: 40 Min.	Gesamtfahrzeit: 20 Min.
davon in stop and go: 10 Min.	davon in stop and go: 5 Min.
davon freie Fahrt : 30 Min.	davon in freier Fahrt: 15 Min.

     ← Ihre Wahl →     

#### *Bemerkungen:*

- *Bei den Kosten handelt es sich um die gesamten Reisekosten (PW + allfällige Strassengebühren).*
- *Bei den Fahrzeiten handelt es sich um Gesamtfahrzeiten (Tür zu Tür).*
- *Stop and go beschreibt den Teil der Gesamtfahrzeit, bei dem Sie im stockenden oder gestauten Verkehr fahren müssen.*
- *Freie Fahrt beschreibt den anderen Teil der Gesamtfahrzeit, bei dem Sie behinderungsfrei fahren.*

Wir bitten Sie nun, diese Experimente auf den folgenden Seiten durchzuführen, d.h. jedes Mal eine Wahl zu treffen und diese anzukreuzen.

Wenn Sie mit den Experimenten fertig sind, bitten wir Sie, auch die zusätzlichen Fragen auf den nachfolgenden Seiten zu beantworten.

Legen Sie dann bitte alles (inklusive Seiten 1-3) in das beiliegende Antwortcouvert. Wir wären Ihnen sehr dankbar, wenn Sie den ausgefüllten Fragebogen **innerhalb von zwei Wochen** an uns zurücksenden würden.

Für Ihre wertvolle Hilfe möchten wir uns nochmals herzlich bedanken.

### **Routenwahl Bahn**

Beim **zweiten Themenkomplex** stellen Sie sich bitte vor, dass Sie für die oben angegebene Fahrt auch eine andere Route hätten wählen könnten.

Eine Route könnte schneller sein als die bestehende, dafür aber mehr kosten, z.B. wegen eines Geschwindigkeitszuschlags, wie er etwa in Italien oder Frankreich erhoben wird. Eine andere Route könnte dagegen langsamer sein als die bestehende, dafür aber weniger kosten, weil kein Zuschlag erhoben wird oder sogar eine spezielle Ermässigung gewährt wird.

#### **Ihre Aufgabe beim Routenwahlexperiment:**

Bitte wählen Sie für jede dieser Wahlsituationen diejenige Route, die Ihnen am meisten zusagt. Kreuzen Sie jeweils Ihre Wahl unter den entsprechen Tabellen an.

Beispiel:

Route A	Route B
Reisekosten: 20 Fr.	Reisekosten: 30 Fr.
Fahrzeit: 40 Min.	Fahrzeit: 20 Min.
Fahrplantakt : 15 Min.	Fahrplantakt : 30 Min.
Anzahl Umsteigen: 1-mal	Anzahl Umsteigen: 0-mal

     ← Ihre Wahl →     

*Bemerkungen:*

- Bei den Fahrzeiten handelt es sich um Gesamtreisezeiten (Tür zu Tür).
- Bei den Kosten handelt es sich um die gesamten Reisekosten



Wir bitten Sie nun, diese Experimente auf den folgenden Seiten durchzuführen, d.h. jedes Mal eine Wahl zu treffen und diese anzukreuzen.

Wenn Sie mit den Experimenten fertig sind, bitten wir Sie, auch die zusätzlichen Fragen auf den nachfolgenden Seiten zu beantworten.

Legen Sie dann bitte alles (inklusive Seiten 1-4) in das beiliegende Antwortcouvert.

Wir wären Ihnen sehr dankbar, wenn Sie den ausgefüllten Fragebogen **innerhalb von zwei Wochen** an uns zurücksenden würden.

Für Ihre wertvolle Hilfe möchten wir uns nochmals herzlich bedanken.

**Versuchspläne****Verkehrsmittelwahl**

Karte	Kosten PW	Reisezeit PW	Stauanteil PW	Kosten ÖV	Reisezeit ÖV	Takt	Anz. Umstiege
1	4	3	1	1	4	2	1
2	3	3	1	4	1	3	1
3	1	1	2	4	5	2	1
4	5	5	1	2	4	1	1
5	2	1	1	3	1	1	2
6	3	2	1	1	5	3	3
7	3	4	2	2	2	2	2
8	4	5	2	5	1	1	3
9	4	1	3	2	2	3	3
10	5	1	2	3	5	1	1
11	1	5	1	2	2	1	1
12	2	5	3	1	3	2	2
13	4	2	3	4	1	1	2
14	4	2	1	3	3	3	1
15	1	1	1	1	1	1	1
16	1	2	1	5	2	2	1
17	1	5	3	1	5	3	2
18	5	4	1	4	3	1	3
19	2	2	1	2	5	1	1
20	2	1	2	1	3	2	1
21	2	3	2	2	1	3	1
22	2	2	1	3	2	2	3
23	1	3	3	3	2	1	2
24	4	1	2	1	2	1	1
25	5	1	3	2	2	3	3
26	2	1	1	2	1	3	2
27	1	3	2	2	3	1	3
28	2	4	3	1	1	1	1
29	1	1	1	2	1	2	3
30	3	2	3	2	3	1	1
31	3	1	3	1	2	1	1
32	3	5	2	3	1	2	3
33	4	4	1	2	5	2	2
34	1	4	1	1	1	1	3
35	5	2	2	1	1	3	2
36	2	2	2	2	4	1	2
37	1	2	2	1	4	3	3
38	5	3	1	1	2	2	2
39	2	4	2	5	2	3	1
40	1	2	2	4	2	1	2
41	2	5	1	4	2	3	1
42	5	4	1	4	3	1	3

**Routenwahl PW**

Karte	Kosten A	Reisezeit A	Stauanteil A	Kosten B	Reisezeit B	Stauanteil B
1	6	8	3	5	5	2
2	4	1	2	2	2	2
3	1	4	2	3	1	2
4	2	3	1	2	1	2
5	2	1	3	1	1	1
6	7	7	1	5	5	3
7	3	5	2	3	1	1
8	5	5	1	1	2	2
9	8	8	2	6	4	3
10	4	3	3	3	2	1
11	3	3	1	2	1	3
12	8	7	3	4	6	1
13	1	1	1	1	1	1
14	3	4	1	1	2	1
15	5	4	3	2	1	2
16	5	2	2	2	1	1
17	1	2	1	2	2	1
18	3	1	2	2	2	2
19	5	1	1	3	3	3
20	7	6	3	6	5	1
21	7	8	3	4	6	3
22	6	7	1	6	6	2
23	3	2	3	1	3	2
24	7	7	2	5	4	1
25	6	7	3	6	4	3
26	2	5	2	2	3	1
27	1	5	3	2	2	3
28	4	2	2	1	1	3
29	7	7	2	4	5	2
30	6	6	1	4	4	1
31	8	6	1	5	6	3
32	2	2	1	3	2	2
33	7	6	2	6	6	2
34	1	3	2	1	3	2
35	7	8	1	4	4	2
36	2	4	2	1	2	3
37	8	6	3	5	4	2
38	6	6	2	4	5	3
39	4	5	1	1	1	2
40	4	4	1	2	3	1
41	5	3	2	1	2	1
42	6	8	2	5	6	1

**Routenwahl ÖV**

Karte	Kosten A	Reisezeit A	Takt A	Umstiege A	Kosten B	Reisezeit B	Takt B	Umstiege B
1	2	5	2	2	1	4	2	3
2	2	1	1	3	2	2	3	3
3	2	1	2	1	3	4	1	2
4	4	4	3	3	1	4	3	1
5	5	2	3	1	2	3	2	3
6	1	2	1	2	2	4	3	1
7	1	2	1	1	3	1	3	3
8	3	2	2	2	1	1	3	3
9	2	5	3	1	2	1	2	2
10	1	2	3	3	1	2	1	1
11	2	1	3	2	5	3	3	1
12	1	1	3	1	1	2	2	2
13	2	2	2	1	5	2	1	1
14	2	2	2	3	1	1	1	1
15	4	3	1	3	5	1	2	2
16	2	3	1	3	2	2	3	3
17	4	5	2	1	2	2	1	1
18	1	1	1	2	2	1	2	1
19	3	4	1	1	3	1	2	1
20	5	3	2	2	1	1	3	2
21	1	5	1	3	5	1	1	3
22	4	1	2	2	3	2	2	3
23	5	2	1	1	5	4	2	1
24	3	1	1	3	2	4	1	2
25	1	1	2	3	2	5	2	1
26	3	1	3	2	5	5	1	3
27	4	2	1	2	4	5	1	2
28	2	4	3	2	2	1	1	1
29	3	5	1	1	4	2	3	1
30	1	2	2	1	2	5	3	2
31	1	3	3	1	4	4	1	3
32	2	4	1	1	1	5	1	3
33	2	3	1	1	1	5	2	1
34	2	2	1	3	3	3	1	2
35	3	2	3	3	1	2	2	2
36	5	1	2	3	4	1	1	1
37	5	4	1	2	2	2	1	2
38	2	1	3	1	4	1	3	2
39	4	2	3	1	2	1	1	3
40	1	5	1	2	1	3	1	2
41	1	4	2	1	5	2	3	2
42	2	2	1	2	4	2	2	1
43	3	3	2	1	2	3	1	1
44	1	4	2	3	4	3	2	3
45	1	3	3	2	3	2	1	1

## Ausprägungen

### Verkehrsmittelwahl

Ausprägung	1	2	3	4	5	Einheit
Kosten PW	1	1.05	1.1	1.15	1.2	Faktor der Kosten des berichteten Weges [CHF]
Reisezeit PW	1	1.05	1.1	1.15	1.3	Faktor der Zeit des ber. Weges [min]
Stauanteil PW	0	15	25			[%]
Kosten ÖV	0.9	0.95	1	1.05	1.1	Faktor der Kosten des berichteten Weges [CHF]
Reisezeit ÖV	0.8	0.9	1	1.1	1.2	Faktor der Zeit des ber. Weg [min]
Takt	15	30	60			[min]
Umsteigehäufigkeit	0	1	2			[ ]

Unberücksichtigt bleiben Personen mit Reisezeitdifferenzen grösser 1 h und original trade offs von mehr als 100 sfr/h.

### Routenwahl PW

Ausprägung	1	2	3	4	5	6	7	8	Einheit
Kosten A	0.9	1	1.1	1.2	1.3	0.85	1.05	1.5	Faktor des berichteten Weges [CHF]
Reisezeit A	0.8	0.9	1	1.1	1.2	0.75	1.05	1.3	Faktor des berichteten Weges [min]
Stauanteil A	0	15	25						[%]
Kosten B	0.85	0.9	0.95	0.8	0.87	0.97			Faktor von A [CHF]
Reisezeit B	1.15	1.2	1.25	1.1	1.17	1.3			Faktor von A [min]
Stauanteil B	25	15	0						[%]

**Routenwahl ÖV**

Ausprägung	1	2	3	4	5	Einheit
Kosten A	0.9	0.95	1.05	1.15	1.2	Faktor der Kosten des berichteten Weg [CHF]
Reisezeit A	0.9	0.95	1.05	1.15	1.3	Faktor der Zeit des berichteten Weg [min]
Takt A	15	30	60			[min]
Umsteigehäufigkeit A	0	1	2			[ ]
Kosten B	1.1	1.15	1.2	1.3	1.35	Faktor von A [CHF]
Reisezeit B	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	Faktor von A [min]
Takt B	15	30	60			[min]
Umsteigehäufigkeit B	1	2	0			[ ]

## Fragen zur damaligen Fahrt

Zuletzt möchten wir Ihnen im Zusammenhang mit der eingangs beschriebenen Fahrt noch einige weitere Fragen stellen:

- (1) Welche anderen Verkehrsmittel hätten Sie für diese Fahrt auch benützen können?

PW

Bus

Bahn, einschliesslich S-Bahn

Anderes, und zwar: .....

*Bemerkung: es sind mehrere Antworten möglich*

- (2) Wie wichtig war es für Sie, bei dieser Fahrt pünktlich anzukommen?

Sehr wichtig

Einigermassen wichtig

Nicht wichtig

- (3) Wie viel Fahrzeit (Tür-zu-Tür) hatten Sie für die Reise eingeplant?

.....Stunden ..... Minuten

- (4) Wie viel von dieser Zeit hatten Sie als Zeitreserve einkalkuliert, um eventuelle Verspätungen ausgleichen zu können ?

Nichts

..... Stunden ..... Minuten

- (5) Wie lang hat die Reise tatsächlich von Tür zu Tür gedauert (nur in einer Richtung)?

.....Stunden ..... Minuten

- (6) Falls Sie mit dem PW unterwegs waren: Wie hoch schätzen Sie die Kosten für diesen Weg (nur in einer Richtung), d.h. Benzin etc. inklusive Parkierungskosten?

..... Fr

- (7) Wer kam für Ihre damaligen Reisekosten auf?

Sie selber

Firma, Arbeitgeber

Sie selber und jemand Dritter, z.B. Ihr Arbeitgeber

Jemand anderes (Auftraggeber, Kunde, etc.)

- (8) Hatten Sie mehr als nur Handgepäck dabei (d.h. grosse Koffer oder Waren)?

Nein

Ja

- (9) Wie oft machen Sie den gleichen Weg pro

a) Woche: ..... mal

b) Monat: ..... mal

c) Jahr: ..... mal

*Bemerkung: Sie müssen nur eine Angabe machen: a) oder b) oder c)*

## Fragen zur Person und zum Haushalt

- (1) Wie viel Zeit verbringen Sie an einem durchschnittlichen Werktag mit den folgenden Tätigkeiten:

Berufsarbeit am Arbeitsplatz:..... Stunden ..... Minuten  
 Berufsarbeit sonstwo: ..... Stunden ..... Minuten  
 Einkaufen: ..... Stunden ..... Minuten  
 Arbeit im Haushalt: .....Stunden .....Minuten  
 Ausbildung: ..... Stunden ..... Minuten

- (2) Wie weit darf **der Einkaufsort für den täglichen Bedarf** (Lebensmittel, etc.) maximal von zu Hause entfernt sein? .....Minuten

- (3) Wie weit darf **der Einkaufsort für den langfristigen Bedarf** (Kleidung, Möbel, etc.) maximal von zu Hause entfernt sein? .....Minuten

- (4) Könnten Sie die PWs, die Sie in der Regel nutzen, kurz beschreiben:

### **Wichtigstes Fahrzeug:**

Marke/Modell: .....  
 Hubraum (Liter): .....  
 Jahrgang: .....

Besitzer: Selbst Ehepartner Firma sonst Jemand

### **Zweitwichtigstes Fahrzeug:**

Marke/Modell: .....  
 Hubraum (Liter): .....  
 Jahrgang: .....  
 Besitzer: Selbst Ehepartner Firma sonst

- (5) Wie viele Personen wohnen in Ihrem Haushalt: .....

- (6) Wie viele ÖV - Abonnements besitzt Ihr Haushalt:

GA:	Keines	Ein	Zwei	Drei	Vier plus
Halbtax:	Keines	Ein	Zwei	Drei	Vier plus
Monatskarte	Keine	Ein	Zwei	Drei	Vier plus
Streckenabo	Keines	Ein	Zwei	Drei	Vier plus

- (7) Es wäre für die Untersuchung sehr wertvoll, wenn Sie uns Ihr Haushaltseinkommen (vor Steuern) angeben könnten.

zwischen 0 und 20'000 Fr.  
 zwischen 20'000 und 40'000 Fr.  
 zwischen 40'000 und 60'000 Fr.  
 zwischen 60'000 und 80'000 Fr.  
 zwischen 80'000 und 100'000 Fr.  
 zwischen 100'000 und 125'000 Fr.  
 zwischen 125'000 und 150'000 Fr.  
 mehr als 150'000 Fr.  
 keine Angabe



## Fragen zur Nutzung der Fahrzeit

**Die folgenden Fragen nur dann beantworten, wenn Sie geschäftliche Fahrten machen:**

- (1) Arbeiten Sie auf Ihren geschäftlichen Fahrten ? (d.h. telefonieren, lesen, schreiben, Diskussionen mit Kollegen oder Kunden usw.)

Nie

Normalerweise, ja und zwar ..... Minuten im Durchschnitt

- (2) Wie lange würden diese Arbeiten am Arbeitsplatz dauern?

Gleich lang

..... Minuten im Durchschnitt länger

..... Minuten im Durchschnitt kürzer

- (3) Stellen Sie sich vor, dass Verbesserungen im Verkehrsangebot die Fahrt um 15 Minuten verkürzen würden.

Wie würden Sie diese Zeit nutzen ?

Als Arbeitszeit (am Arbeitsplatz, beim Kunden etc.)

Als eigene Zeit (Freizeit, Familie, Haushalt etc.)

Sowohl als auch und zwar

..... Minuten Arbeit und

..... Minuten eigene Zeit

- (4) Wenn Sie während der Fahrt nicht arbeiten könnten, wo würden Sie diese Arbeiten erledigen ? (mehrere Antworten möglich)

Am Arbeitsplatz

Während der Fahrt von und zur Arbeit

In meiner Freizeit

Würde sie nicht erledigen

- (5) Stellen Sie sich vor, dass Verbesserungen im Verkehrsangebot die Fahrt um 15 Minuten verkürzen würden.

Wie lange würden Sie dann während der Fahrt arbeiten?

Um ..... Minuten weniger

Gar nicht

## Anhang 4

### Berechnung der Varianzen der Zeitwerte

Die Zeitwerte  $VOT$  werden mittels folgender Formel berechnet:

$$VOT = 60 \cdot \frac{\beta_{Rz}}{\beta_{Rk}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{E}{\bar{E}}\right)^{\eta_E} \left(\frac{W}{\bar{W}}\right)^{\eta_W}}$$

Mit

$E$  das spezifische Einkommen

$\bar{E}$  das mittlere Einkommen der Stichprobe (= 80000 CHF/a)

$W$  die spezifische Wegelänge

$\bar{W}$  der mittleren Wegelänge der Stichprobe (= 43 km)

Die Varianzen der Zeitwerte können ermittelt werden aus:

$$\text{var} [f(\beta)] \approx \nabla f^T \cdot V \cdot \nabla f$$

Mit:

$V$ : Varianz-Kovarianz-Matrix der geschätzten Koeffizienten  $\beta$  für Reisezeit, Reisekosten, Einkommens- und Distanzelastizität

$\nabla f$ : Vektor der ersten Ableitung der Funktion  $f$  nach  $\beta$  mit den geschätzten Werten für  $\beta$

Für die gewichteten Werte bedeutet das:

$$\text{var} (\sum_{ed} w_{ed} VOT_{ed}) = \sum \frac{\partial f}{\partial \beta} \cdot V \cdot \frac{\partial f}{\partial \beta}$$

Mit:

$w$  das Gewicht der Einkommensklasse  $e$  und der Distanzklasse  $d$

$$f = \sum_{ed} w_{ed} \left( \frac{\beta_{Rz}}{\beta_{Rk}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{E_e}{E}\right)^{\eta_E} \left(\frac{W_d}{W}\right)^{\eta_W}} \right) * 60$$

Daraus folgt für  $\beta_{Rz}$ :

$$\frac{\partial f}{\partial \beta_{Rz}} = \left( \frac{60}{\beta_{Rk}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{E}{80000}\right)^{\eta_E} \left(\frac{W}{43}\right)^{\eta_W}} \right)$$

Für  $\beta_{Rk}$ :

$$\frac{\partial f}{\partial \beta_{Rk}} = - \left( \frac{60 \beta_{Rz}}{(\beta_{Rk})^2} \cdot \frac{1}{\left(\frac{E}{80000}\right)^{\eta_E} \left(\frac{W}{43}\right)^{\eta_W}} \right)$$

Für  $\eta_E$ :

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \eta_E} &= - \left( \frac{60 \beta_{Rz}}{\beta_{Rk}} \cdot \frac{1}{\left[\left(\frac{E}{80000}\right)^{\eta_E}\right]^2 \left(\frac{W}{43}\right)^{\eta_W}} \right) \cdot \ln\left(\frac{E}{80000}\right) \cdot \left(\frac{E}{80000}\right)^{\eta_E} \\ &= - \left( \frac{60 \beta_{Rz}}{\beta_{Rk}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{E}{80000}\right)^{\eta_E} \left(\frac{W}{43}\right)^{\eta_W}} \right) \cdot \ln\left(\frac{E}{80000}\right) \end{aligned}$$

Für  $\eta_W$ :

$$\frac{\partial f}{\partial \eta_W} = - \left( \frac{60 \beta_{Rz}}{\beta_{Rk}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{E}{80000}\right)^{\eta_E} \left(\frac{W}{43}\right)^{\eta_W}} \right) \cdot \ln\left(\frac{W}{43}\right)$$

Setzt man  $VOT$  ein so erhält man

$$\frac{\partial f}{\partial \beta_{Rz}} = VOT / \beta_{Rz}$$

$$\frac{\partial f}{\partial \beta_{Rk}} = -VOT / \beta_{Rk}$$

$$\frac{\partial f}{\partial \eta_E} = -VOT \cdot \ln\left(\frac{E}{80000}\right)$$

$$\frac{\partial f}{\partial \eta_W} = -VOT \cdot \ln\left(\frac{W}{43}\right)$$

und es gilt:

$$\text{var}(VOT) \approx VOT^2 \left[ \begin{aligned} & \left( \frac{\sigma(\beta_{Rz})}{\beta_{Rz}} \right)^2 + \left( \frac{\sigma(\beta_{Rk})}{\beta_{Rk}} \right)^2 + \left( \sigma(\eta_E) \cdot \ln\left(\frac{E}{80000}\right) \right)^2 + \left( \sigma(\eta_W) \cdot \ln\left(\frac{W}{43}\right) \right)^2 \\ & - 2 \cdot \frac{\text{Cov}(\beta_{Rz}, \beta_{Rk})}{\beta_{Rz} \cdot \beta_{Rk}} - 2 \cdot \frac{\text{Cov}(\beta_{Rz}, \eta_E)}{\beta_{Rz}} \cdot \ln\left(\frac{E}{80000}\right) - 2 \cdot \frac{\text{Cov}(\beta_{Rz}, \eta_W)}{\beta_{Rz}} \cdot \ln\left(\frac{W}{43}\right) \\ & + 2 \cdot \frac{\text{Cov}(\beta_{Rk}, \eta_E)}{\beta_{Rk}} \cdot \ln\left(\frac{E}{80000}\right) + 2 \cdot \frac{\text{Cov}(\beta_{Rk}, \eta_W)}{\beta_{Rk}} \cdot \ln\left(\frac{W}{43}\right) \\ & + 2 \cdot \text{Cov}(\eta_E, \eta_W) \cdot \ln\left(\frac{E}{80000}\right) \cdot \ln\left(\frac{W}{43}\right) \end{aligned} \right]$$

# **Anhang 5**

## **Normvorschlag**