

## Bevorzugter Zitierstil für diesen Vortrag

---

Vrtic, M. (2004) Ein hierarchisches („nested“) Logit-Modell für die Analyse kombinierter Stated- und Revealed-Preference-Daten zur Verkehrsmittelwahl, Vortrag, 12 *DVWG-Workshop „Statistik und Verkehr“ 2004*, Mannheim, Oktober 2004.

# Ein hierarchisches („nested“) Logit-Modell für die Analyse kombinierter Stated- und Revealed-Preference-Daten zur Verkehrsmittelwahl

M Vrtic

Oktober 2004

 *Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme*  
*Institute for Transport Planning and Systems*

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

# Untersuchungsziel / Arbeitsprogramm

---

## Untersuchungsziel:

- Verifizierung von aus RP- und SP-Daten geschätzten Routen- und Verkehrsmittelwahl-Modellen

## Arbeitsprogramm:

- Datenerhebung (revealed preference und stated preference)
- Getrennte und gemeinsame Modellschätzung
- Modellvergleich

## RP - Daten

---

### Erhebung:

- Kontinuierliche Erhebung des Personenverkehrs (KEP)
- Durchgeführte Wege während einer Woche
- 10'696 befragte Personen von Januar bis September 2001

### Datengrundlagen:

- 35'749 PKW-Wege und 10'304 Bahn-Wege  
(über 3 km und Gemeindegrenze)
- Netzmodelle (Strassen- und Schienenpersonenverkehr)

## SP-Daten

---

- stated-choice-Befragung (aufgebaut auf der KEP-Befragung)
- 10 Einflussgrößen (Angebotsvariablen) mit 3 bis 4 Ausprägungen
- Versuchsplan mit 64 Entscheidungssituationen (8 pro Fragebogen)
- Versand: 1'762 Fragebogen, Rücklauf: 1'164 Fragebogen (66%)
- 9'027 Beobachtungen für Modellschätzung

# Einflussgrößen (Angebotsvariablen)

---

	SP	RP
MIV		
• Fahrzeit	✓	✓
• Preis	✓	
• Verlässlichkeit	✓	
ÖV		
• Fahrzeit im System	✓	✓
• Preis	✓	
• Umsteigehäufigkeit	✓	✓
• Intervall	✓	✓
• Verlässlichkeit	✓	
• Zugangszeit	✓	✓
• Komfort	✓	

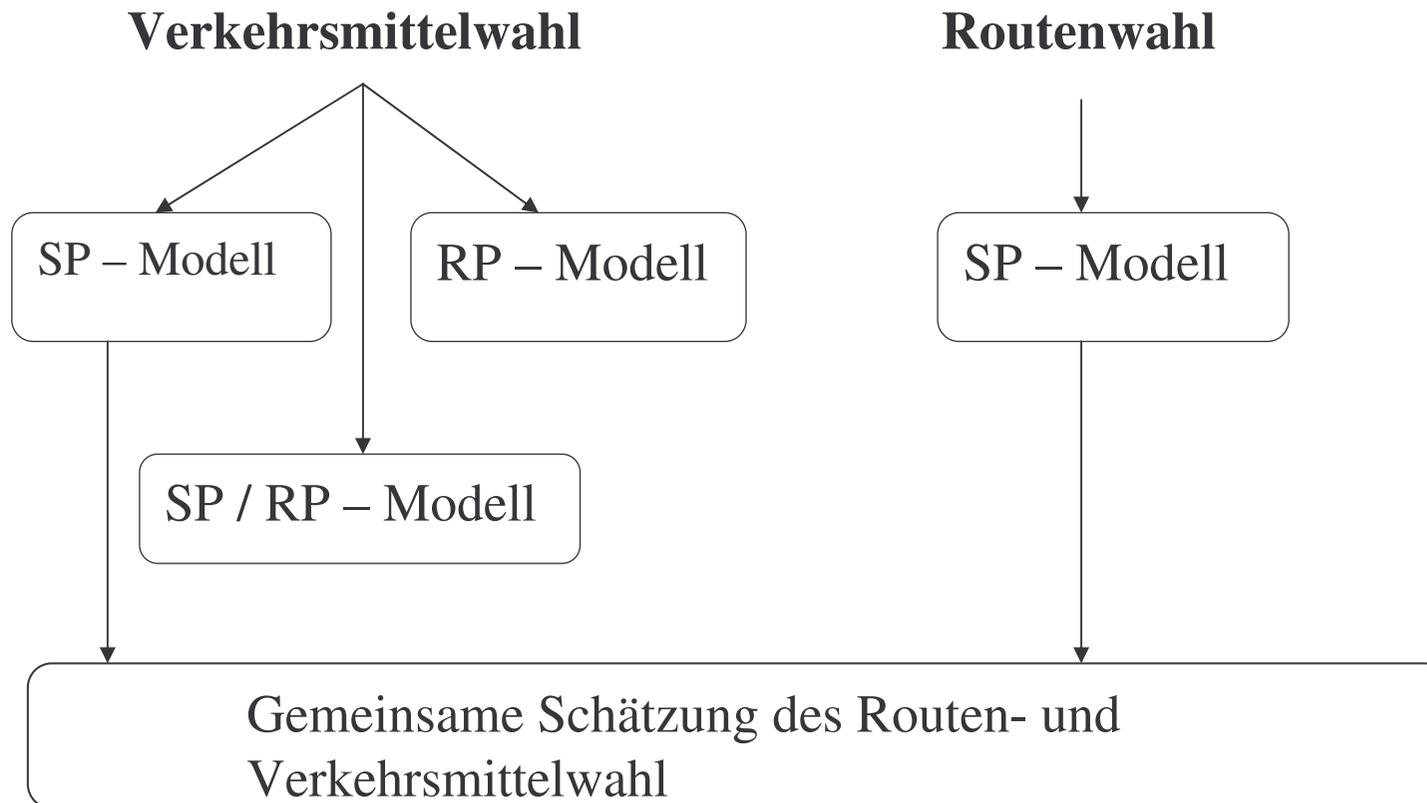
# Modellansatz

---

- Getrennte Schätzungen mit RP- oder SP-Daten:  
    multinominales Logit Modell (MNL)
- Gemeinsame Schätzung mit RP- oder SP-Daten:  
    nested-logit Modell (NL)

# Modellschätzung (MNL, NL)

---



## Modellgüte und Anzahl Beobachtungen

---

	SP Daten	RP Daten	SP/RP Daten
N-Beobachtungen	9027	46051	55076
Adj Pseudo R2	0.252	0.477	0.724
Log-likelihood Function	-4671	-16675	-21934

## Parameter - RP Modell

---

- Starke Korrelation zwischen Zeit und Preis  
(Modellschätzung ohne Preisvariable)
- Genügende Modellgüte und richtige Vorzeichen für berücksichtigte Variablen
- Reisezeitkomponenten (Fahrzeit MIV: -1.99, ÖV: -0.96 und Zugangszeit: -3.58) sind die wichtigsten Variablen
- Für ÖV ist Abonnementbesitz weitere entscheidende Variable (Jahresabo: 2.79, Halbtaxabo: 1.17)

## Parameter - SP Modell

---

- Genügende Signifikanz und richtige Vorzeichen
- Annahme: Preisvariable hat für MIV und ÖV gleiche Bedeutung
- Reisezeit ist wichtigste Variable (Fahrzeit MIV: -1.38, ÖV: -0.92, Zugangszeit: -2.49)
- PKW-Verfügbarkeit (0.83) und Jahresabo (1.66) bzw. Halbtaxabo (1.0) prädestinieren die Verkehrsmittelwahl
- Sehr kleine Bedeutung des Preises (0.05); bei Pendlern höhere Parameter für Preis und Intervall als bei anderen Fahrzwecken
- Komfort: IC/EC Züge (0.31) werden höher bewertet als ICN-Züge (0.25)

## Relative Bewertung der Einflussgrössen - SP Modell

Fahrzweck	Alle	Pendler	Freizeit/Urlaub
Zeitwert MIV [CHF/h]	27.7	15.2	25.3
Zeitwert ÖV-Fahrzeit [CHF/h]	18.5	8.7	16.7
Zeitwert Intervall [CHF/h]	8.3	4.5	6.6
Zeitwert Zugangszeit [CHF/h]	50.0	17.5	39.8
Verlässlichkeit [CHF/Wahrsch.%]	0.1		0.1
Komfort ICN [CHF]	4.9	2.3	4.3
Umsteigezahl/Fahrzeit ÖV [min./Umsteigen]	24.6	18.1	25.8

## Nachfrageelastizitäten - SP Modell

Variable	Alle		Pendler		Freizeit/Urlaub	
	MIV	ÖV	MIV	ÖV	MIV	ÖV
Reisezeit MIV	-0.68	1.06	-0.70	1.02	-0.76	1.11
Preis MIV	-0.23	0.40	-0.37	0.54	-0.29	0.47
Fahrzeit ÖV	0.45	-0.84	0.34	-0.63	0.50	-0.89
Preis ÖV	0.26	-0.48	0.42	-0.65	0.31	-0.56
Intervall	0.09	-0.20	0.19	-0.42	0.07	-0.15
Umsteigezahl	0.08	-0.21	0.10	-0.28	0.08	-0.19
Komfort ICN	-0.02	0.04	-0.04	0.07	-0.02	0.03

## RP / SP Schätzung: Parameter (MNL, NL)

	SP Daten	RP Daten	RP and SP Daten – NL*	RP and SP Daten – MNL**
Konstante	0.185	-1.915	-0.039	-1.708
Fahrzeit MIV	-1.383	-1.999	-1.713	-2.153
Preis - MIV	-0.05		-0.065	-0.106
PKW-Verfügbarkeit	0.828	1.771	1.8	1.774
Fahrzeit ÖV	-0.921	-962	-0.899	-1.15
Preis ÖV	-0.05		-0.065	-0.106
Zugangszeit	-2.493	-3.576	-1.124	-3.629
Intervall	-0.414	-1.159	-0.734	-1.066
Umsteigezahl	-0.378	-0.482	-0.335	-0.452
Doppelstock	0.146		0.15	0.075
Komfort IC/EC	0.314		0.561	0.4
Komfort ICN	0.244		0.301	0.238
GA Besitz	1.657	2.787	2.561	2.799
HAT-Besitz	1.001	1.177	1.283	1.238

(\*) Nested-Logit: RP und SP Nest ( $\mu_1 = \mu_2 = 1$ )

(\*\*) Multinomial-Logit: Skalierungsparameter RP=1, SP=0.53

## RP und SP Daten: NL-Parameter mit unterschiedlichen Skalierungsparametern

---

	Fixe Skalierungsparameter *	Frei Skalierungsparameter **
Konstante	-0.039	-0.116
Fahrzeit MIV	-1.713	-1.828
Preis - MIV	-0.065	-0.068
PKW-Verfügbarkeit	1.8	1.943
Fahrzeit ÖV	-0.899	-0.899
Preis ÖV	-0.065	-0.068
Zugangszeit	-1.124	-1.197
Intervall	-0.734	-0.737
Umsteigezahl	-0.335	-0.368
Doppelstock	0.15	0.176
Komfort IC/EC	0.561	0.576
Komfort ICN	0.301	0.328
GA Besitz	2.561	2.584
HAT-Besitz	1.283	1.298

(\*) Nested-Logit: RP and SP Nest ( $\mu_1 = \mu_2 = 1$ )

(\*\*) Nested-Logit: Skalierungsparameter RP 1.76, SP (PKW) 0.91, SP (ÖV) 0.97

## RP / SP Schätzung: Relative Bewertung

---

	SP Daten	RP and SP Daten – NL*	RP and SP Daten – MNL**
Zeitwert MIV [CHF/h]	27.7	26.2	20.4
Zeitwert ÖV-Fahrzeit [CHF/h]	18.5	13.8	10.9
Zeitwert Intervall [CHF/h]	8.3	11.2	10.1
Umsteigezahl [CHF/Umsteige]	7.6	5.1	4.3
Zugangszeit [CHF/h]	50.0	17.2	34.3
Komfort ICN [CHF]	4.9	4.6	2.3
Umsteigezahl / Fahrzeit ÖV [min./Umsteige]	24.6	22.4	23.6

(\*) Nested-Logit: RP und SP Nest ( $\mu_1 = \mu_2 = 1$ )

(\*\*) Multinomial-Logit: Skalierungsparameter RP=1, SP=0.53

## Anwendung: Prognostizierte und erhobene Querschnittsbelastungen (Schienenpersonenverkehr) – Vergleich der drei Prognosemethoden

	Erhebung	Abweichungen gegenüber Zählungen		
	Veränderung in %	SP – Methode	RP – Methode	EL – Methode*
ZH Flughafen – Zürich	8.1	0.5	-2.5	-0.8
Killwangen – Lenzburg	14.9	-3.7	-5.9	-4.6
Aarau – Olten	8.8	-1.5	-3.9	-2.5
Grenchen – Biel	24.3	2.5	1.6	5.0
Biel – Neuchatel	27.5	-3.8	-5.0	-1.4
Neuchatel – Yverdon	29.4	-4.3	-5.9	-1.9
Yverdon – Lausanne	19.7	1.2	-0.9	2.8
Lausanne – Geneve	4.0	0.0	-3.8	-1.9
Herzogenb. – Burgdorf	1.4	-2.4	-4.6	-4.4

(\*) Klassische Elastizitäten

# Gemeinsame RP/SP Schätzung

---

- Erschwerte Modellschätzung (nicht alle Variablen signifikant)
- Relativ stabile Modellparameter im Vergleich mit SP-Parametern für die meisten (signifikanten) Variablen
- Bei einigen Variablen verzerrte Parameter durch unterschiedliche Datenstruktur und Qualität RP und SP Daten (Zugangszeit, Verlässlichkeit)
- Skalierungsparameter für unterschiedliche Datensätze

# Schlussfolgerungen

---

- Mit RP Daten lassen sich nicht alle wichtigen Modellparameter schätzen
- Mit gezielten SP Befragungen werden die Nachteile von RP-Modellen korrigiert
- Die gemeinsamen Modellschätzungen (SP und RP Daten) sind dann sinnvoll, wenn sich die Struktur dieser zwei Datensätze nicht stark unterscheidet
- Von den Angebotsvariablen sind Zugangszeit und Fahrzeit die zwei für die Verkehrsmittelwahl wichtigsten Variablen
- Durch die PKW-Verfügbarkeit und den Abonnementsbesitz wird die Verkehrsmittelwahl stark prädestiniert