

## Bevorzugter Zitierstil für diesen Vortrag

---

Axhausen, K.W. (2008) Erfassung der Nutzenfaktoren Zeit und Zuverlässigkeit über Zahlungsbereitschaftsanalysen, Expertenworkshop zur Bewertungsmethodik für Verkehrsinfrastrukturanalysen, BMVBS, Berlin, November 2008.

# Erfassung der Nutzenfaktoren Zeit und Zuverlässigkeit über Zahlungsbereitschaftsanalysen

KW Axhausen

IVT  
ETH  
Zürich

November 2008

 Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme  
Institute for Transport Planning and Systems

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

# SN 641 820ff: Kosten-Nutzen-Analyse im Strassenverkehr

---

- Bewertung über Zahlungsbereitschaften, wo immer möglich
- Detailnormen:
  - Zeitkosten im Personenverkehr (Schweizer stated choice Befragungen)
  - Zeitkosten im Güterverkehr (Schweizer stated choice Befragungen)
  - Unfallkostenraten (Humankapital und ausländische transfer pricing – Befragungen)
  - Verlässlichkeit (Literatúrauswertung in Kombination mit den Schweizer Zeitkostenschätzungen)
  - Externe Kosten (Schweizer Schätzungen)

# Generalisierte Kosten des Verkehrs

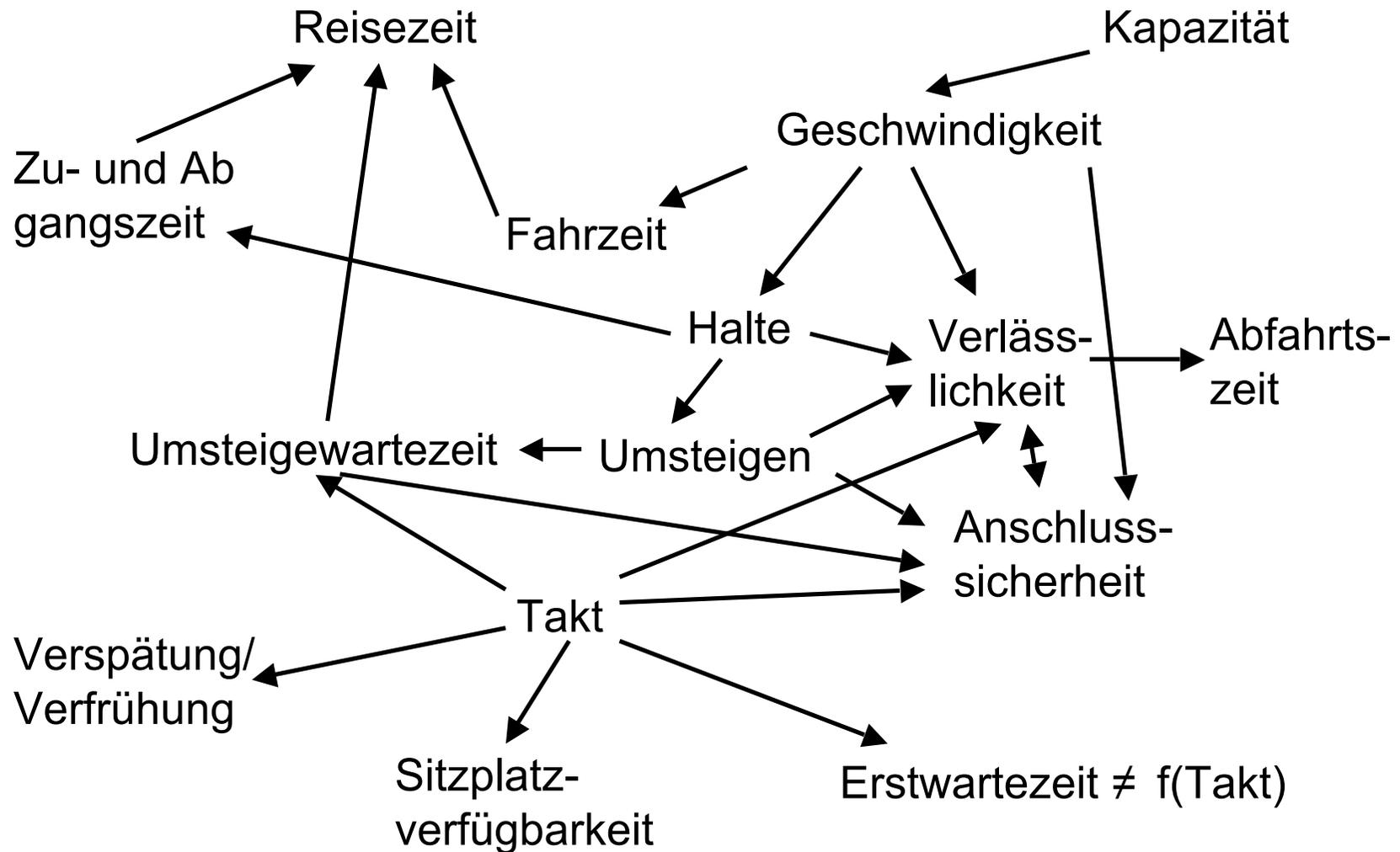
---

Summe der entscheidungsrelevanten und komfort- und risikogewichteten Ressourcenverbräuche und Bedingungen der Fahrten:

- Elemente der Reisezeit
  - Geplante Verfrühungen und Verspätungen
- (Subjektiv entscheidungsrelevante) Monetäre Kosten

# Elemente und Korrelationen (Bezugseinheit: Weg)

---



# Ansatz: Zahlungsbereitschaft

---

## Daten

- Entscheidungen zwischen diskreten Alternativen
- Erfragt in realen Märkten (*revealed preference* - RP) oder in hypothetischen Märkten (*stated response* - SR)
- WTP – Situation

## Modell

- homo oeconomicus
- Formulierung aus der GEV-Familie (MNL, NL, CNL, Ordered Logit) (RPL)

# SR - Idee

---

- A-priori Hypothese(n) zu den Einflussgrößen
- Eindeutige Entscheidungssituation
- Definiertes Marktsegment
  
- Systematische Exploration der Einflussgrößen
- Optimierte Versuchspläne (d.h. Kombinationen der Ausprägungen der Einflussgrößen)
  - Aussagekraft je Antwort
  - Anzahl der Entscheidungssituationen

# Beispiel: SN 641 822a Zeitkosten im Personenverkehr

---

PW
Reisekosten: 13 Fr.
Gesamtfahrzeit: 30 Min.
davon in stop and go: 5 Min.
davon freie Fahrt : 25 Min.

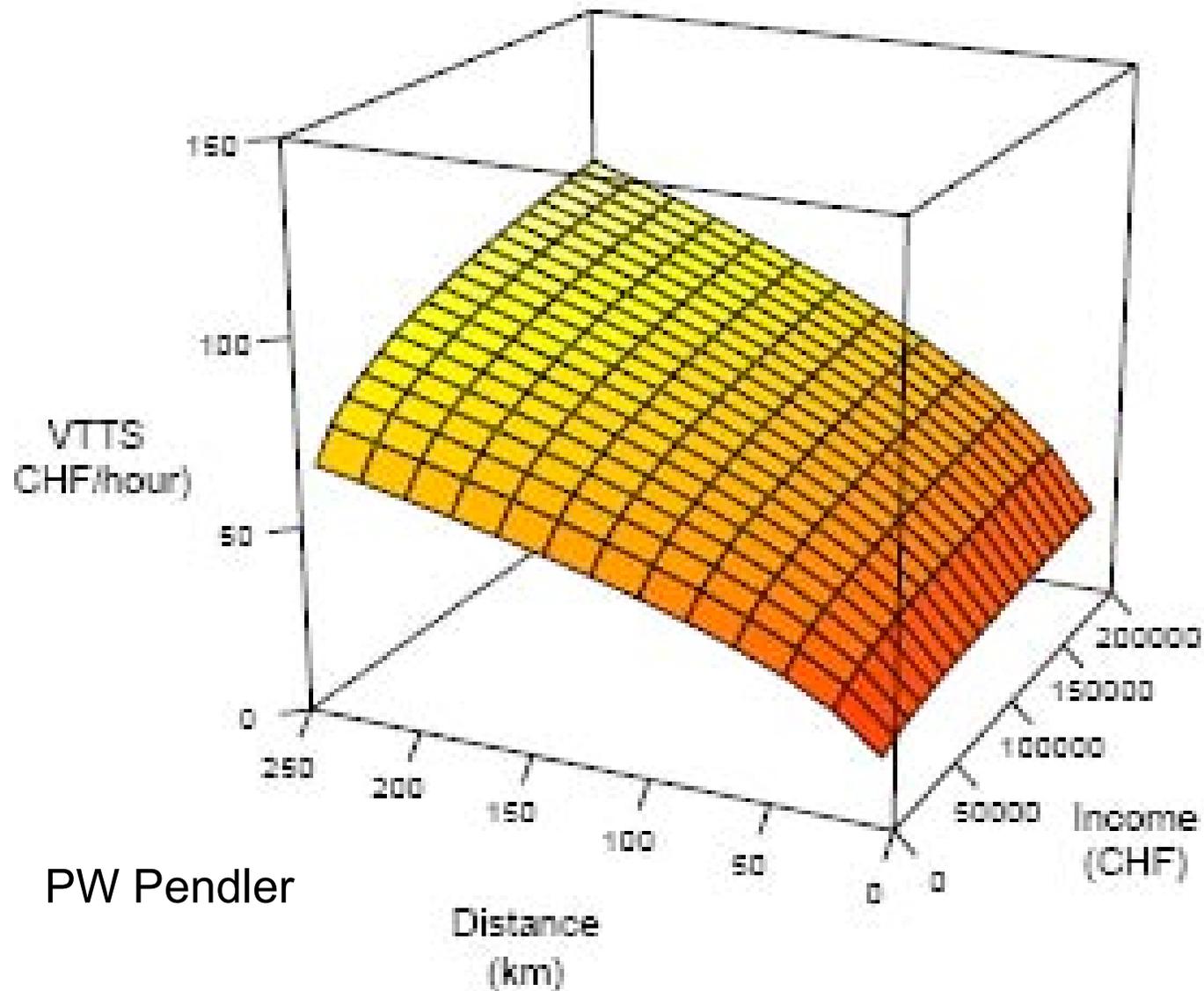
Bahn
Reisekosten: 23 Fr.
Gesamtfahrzeit: 20 Min.
Takt: 30 Min.
Anzahl Umsteigen: 0 -mal



← Ihre Wahl →



# Beispiel: SN 641 822a Zeitkosten im Personenverkehr



## Beispiel: SN 641 822a Zeitkosten im Personenverkehr

---

	alle Wegzwecke	Pendler	Geschäftlich	Freizeit	Einkaufen
Reisezeit PW	32.4	31.4	43.3	25.6	45.9
Reisezeit ÖV	20.3	22.9	36.1	16.3	23.0
Takt	7.66	6.81	9.42	6.59	7.7
Umsteigen (min)	4.63(13.6)	3.4(8.9)	3.92(6.5)	4.51(16.5)	4.52(11.8)
Umsteigezeit	13.9	8.62	53.6	12.1	18.4
Zugangszeit	37.4	20.8	58.7	32.5	27.7

Bei 80'000 sFr Jahreseinkommen und bei 40 km Fahrtweite

# Herausforderungen: Zeitkosten

---

## Zeitkosten: SR - Entwurf

---

- Komplexität des Experiments: 2 oder 12 Einflussgrößen ?
- Menge der Entscheidungssituationen: 6 oder 26 ?
- Bezugskosten: Treibstoff/Einzelfahrt versus Durchschnittskosten ?
- Entscheidungskontext: Routenwahl, Verkehrsmittelwahl, Zielwahl, Wahl der Abfahrtszeit ?
- Auswahl der Einflussgrößen

# Zeitkosten: Anforderungen an die Daten

---

- Prüfung der Bandbreiten der Angebote (WTP)
- Verfügbare (schätzbare) Wechselwirkungen
  
- Identifikation der “*non-trader*”, inkonsistenten Entscheider, lexikographischen Entscheider

# Zeitkosten: Herausforderungen in der Modellschätzung

---

- Korrelation zwischen Entscheidungen (z.B. SR-Experimente)
- Identifikation der Modellform (Varianz-Kovarianz-Matrix der Fehler)
- Identifikation nicht-linearer Transformationen
- Identifikation der Parameter-Verteilungen
- Identifikation der Marktsegmente
- Schätzung der Fehlervarianz
- Fusion unabhängiger Befragungen

# Zeitkosten: Herausforderungen in der Modellschätzung

---

- “Zeit und Kosten” oder “WTP und Kosten” – Parameter
- Verteilungsannahmen für die Parameter
- Nicht-lineare Interaktionen zwischen der Soziodemographie und den Parametern der Eigenschaften der Alternativen
- *Latent-Class* – Formulierung oder explizite Segmentierung
- Wegezweck-Differenzierung
- Berücksichtigung der fixen Kosten
- Budgeteffekte (Langfristige Entscheidungen)

# Herausforderungen: Verlässlichkeit

---

# Verlässlichkeit: SR - Entwurf

---

- (Vor) - Verständnis der Befragten
- Formulierung der Verlässlichkeitsvariable
- Koppelung der Wahl der Abfahrtszeit mit der anderen Entscheidung
- Trennung der Effekte (Pufferzeiten - Abfahrtszeit, Verspätung, Umsteigewartezeiten, Anschlussbruch)
- Erfassung der Entscheidungssituation

# Verlässlichkeit: Formulierungsmöglichkeiten

---

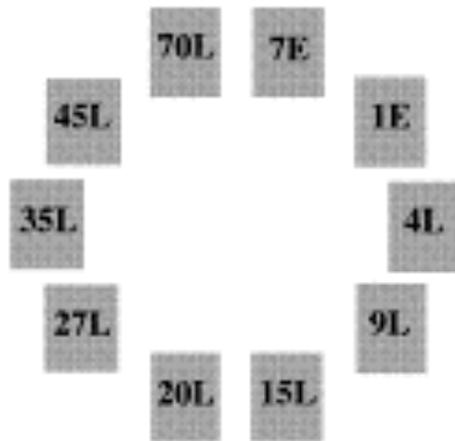
- Eintretenswahrscheinlichkeit
- Verspätungsdauer und Eintretenswahrscheinlichkeit (und der Auswirkungen)
- Beschreibung der Verteilung der Ankünfte (und der Auswirkungen)

# Verlässlichkeit: Darstellung

10a

You prefer to be at London Paddington at 11.00am

## Operator A

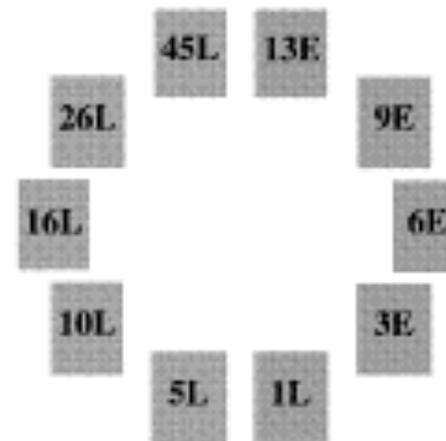


Pattern showing number of minutes early/late for typical ten train arrivals of London Paddington

Scheduled dep.	0704	0804	0904
Scheduled arr.	0940	1040	1140

**£13.00** one-way fare

## Operator B



Pattern showing number of minutes early/late for typical ten train arrivals of London Paddington

Scheduled dep.	0634	0804	0934
Scheduled arr.	0910	1040	1210

**£15.50** one-way fare

# Zusammenfassung

---

- SR – Methoden sind die Methoden der Wahl weltweit
- Grosse Fortschritte bei der Planung der Experimente
- GEV - Modelle erfüllen die wesentlichen inhaltlichen Anforderungen problemlos
- Konsistenz mit der Wohlfahrtsökonomie

# Literatur

---

# Lehrbücher

---

FGSV (1995) *Merkblatt zur Messung von Präferenzstrukturen - die Methoden der "Stated Preferences"* (K.W. Axhausen, W. Bogner, M. Herry, H. Verron, H. Volkmar and W. Wichmann, Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

Louviere, J.J., D.A. Hensher and J.D. Swait (2000) *Stated Choice Methods: Analysis and Application*, Cambridge University Press, Cambridge.

Train, K.E. (2003) *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge University Press, Cambridge.

# Literatur

---

- Bates, J., J.W. Polak, P.M. Jones and A. Cook (2001) The valuation of reliability for personal travel, *Transportation Research E*, **37** (2-3) 191-229.
- Leutzbach, W., A. Buck and K.W. Axhausen (1986) Möglichkeiten und Grenzen der Führung des Radverkehrs auf Radfahrstreifen von anbaufreien Straßen, *Schriftenreihe Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, **488**, Bundesministerium für Verkehr, Bonn.
- Rose, J.M. (2005) Designing efficient stated choice experiments, Faculty of Economics and Business, University of Sydney, Sydney.

# IVT Beispiele

---

Axhausen, K.W., S. Hess, A. König, G. Abay, J.J. Bates and M. Bierlaire (2008) State of the art estimates of the Swiss value of travel time savings, *Transport Policy*, **15** (3) 173-185.

Axhausen, K.W., H. Köll and M. Bader (2002) Stated Preferences and Conjoint Analysis: A comparison using mode choice, in E. Stern, I. Salamon and P.H.L. Bovy (eds.) *Travel Behaviour: Spatial Patterns, Congestion and Modelling*, 2197-217, Edward Elgar, Cheltenham.

Axhausen, K.W., H. Köll and M. Bader (1998) Experiments with SP and CA approaches to mode choice, *Proceedings of the 1998 European Transport Conference*, **P423**, 41-56.

Hess, S., A. Erath, M. Vrtic and K.W. Axhausen (2008) Joint Valuation of Travel Time Savings Estimation on Four Separate Swiss Data Sets, *Transportation Research Record*

Hess, S. and J.M. Rose (2006) Some lessons for working with repeated choice data, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **424**, IVT, ETH Zürich, Zürich.

# IVT Beispiele

---

- König, A. and K.W. Axhausen (2004) Zeitkostenansätze im Personenverkehr, final report for SVI 2001/534, *Schriftenreihe*, **1065**, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
- König, A. and K.W. Axhausen (2005) Bewertung der Verlässlichkeit: Neue Schweizer Ergebnisse, *Internationales Verkehrswesen*, **57** (10) 424-429.
- König, A., K.W. Axhausen and G. Abay (2004) Zeitkosten im Personenverkehr: Eine Schweizer Studie, *strasse und verkehr*, **90** (10) 20-28.
- König, A. and K.W. Axhausen (2003) Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable, Final report for SVI 44/00, *Schriftenreihe*, **1039**, UVEK, Bern.
- König, A. (2001) Eine interaktive Stated Preference Befragung zur Wohnstandortwahl, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **58**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Widmer, P. and M. Vrtic (2005) Einfluss von Änderungen des Parkierungs-Angebotes auf das Verkehrsverhalten, final report for VSS 1997/46, *Schriftenreihe*, **1103**, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.

# IVT Beispiele

---

- Vrtic, M. (2006) Stability of model derived values and parameter estimation: Example of a simultaneous route- and mode choice model, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **365**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Vrtic, M. und K.W. Axhausen (2004) Forecast based on different data types: A before and after study, paper presented at the *10th World Conference on Transport Research*, Istanbul, June 2004.
- Vrtic, M. and K.W. Axhausen (2003) The impact of tilting trains in Switzerland: A route choice model of regional- and long distance public transport trips, paper presented at the *83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington, D.C., January 2003.
- Vrtic, M. and K. W. Axhausen (2002) Modelle der Verkehrsmittelwahl auf der Grundlage von RP- und SP- Daten, in FGSV (eds.) *Heureka 02*, 293-310, FGSV, Köln.
- Vrtic, M., N. Schüssler, A. Erath and K.W. Axhausen (2007) Route, mode and departure time choice behaviour in the presence of mobility pricing, paper presented at the *86th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington, D.C., January 2007.
- Vrtic, M., N. Schüssler, A. Erath and K.W. Axhausen (2007) Design elements of road pricing schemes and their acceptability, paper presented at the *86th Annual Meeting of Transportation Research Board*, Washington, D.C., January 2007.

# Anhänge

---

# SR – Entwurf und Durchführung

---

# SR - Formen

---

Alternativen

Beschreibung des Marktes

Vorgegeben

Überwiegend  
erfragt

Vorgegeben

*stated preference*

*stated tolerance/  
transfer price*

(Abwägung)

(Schwellen)

Überwiegend  
erfragt

*stated adaptation*

*(stated prospect)*

(Regeln und  
Problemlösungs-  
verhalten)

(Lernen und  
Konstruktion  
von Alternativen)

# Antwortformen bei *stated-preference* - Befragungen

---

Formen:

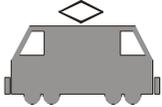
- *stated preference*: Bewertung auf einer Skala
- *stated choice*: Auswahl einer Alternative
- *stated ranking*: Rangierung von drei und mehr Alternativen

## Beispiel: *stated preference*

---

<i>Ihr Busangebot</i>		<i>Wie beurteilen Sie dieses Angebot ?</i>						
Reisezeit:	30 min	sehr gut						sehr schlecht
Fahrkomfort:	gut							
Takt:	alle 15 min							
Zuverlässigkeit:	gut							
		1	2	3	4	5	6	7

# Beispiel: *stated choice*

 <b>Möglichkeit 1</b>	 <b>Möglichkeit 2</b>
Sie fahren mit dem Auto	Sie fahren mit dem Zug
Fahrzeit (Tür zu Tür) : <b>35 Minuten</b>	Zugangszeit (von zu Hause/Ausgangsort zum Bahnhof): <b>15 Minuten</b>
	Fahrzeit (Zeit im System) : <b>20 Minuten</b>
	Umsteigen: <b>2 mal</b>
	Intervall (Fahrplanktakt): <b>15 Minuten</b>
	Komfort: <b>ICN</b>
Preis (Reisekosten): <b>5 Fr.</b>	Preis (Reisekosten): <b>6 Fr.</b>
Wahrscheinlichkeit für eine mindestens 10 -Min. Verspätung ist: <b>20%</b>	Wahrscheinlichkeit für eine mindestens 10 -Min. Verspätung ist: <b>5%</b>

Ihre Wahl? 

## Beispiel: *stated-choice* Frage

### Gegeben ist folgende Situation:

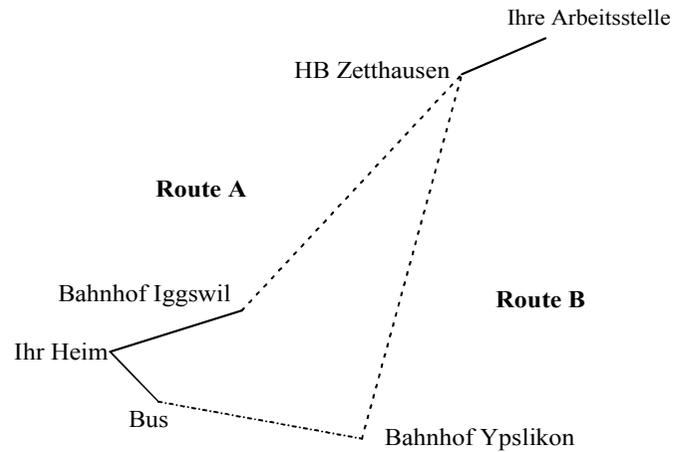
**Öffentlicher Verkehr:** Es fährt eine ..... Strassenbahn  
 Strassenbahn fährt ..... alle 6 min  
 Strassenbahn ist ..... in 0 von 10 Fällen unpünktlich  
 Umsteigen ..... nein  
 Fahrt dauert ..... insgesamt 20 min  
 Fusswege von/zur Haltestelle dauern ..... insgesamt 7 min  
 Fahrt mit der Strassenbahn kostet ..... 2.50 DM

**Rad:** Fussweg bis zum Rad ..... 1 min  
 Fahrzeit mit dem Rad ist ..... 8 min  
 Zum abstellen des Rades gibt es ..... keinen Fahrradständer  
 Fussweg vom abgestellten Rad zum Ziel ... 1 min  
 Als Radweg ausgebaut sind ..... 15 % der Strecke

**zu Fuss:** Gehzeit ist ..... 23 min

**Ihre Entscheidung wäre:** Strassenbahn \_\_\_\_ Rad \_\_\_\_ zu Fuss \_\_\_\_

## Beispiel: *stated choice*



Fahrzeit **Route A:** 50 Minuten

Fahrzeit **Route B:** 45 Minuten

Aufgrund Ihrer Erfahrung **verpassen Sie an 2 Tagen der Woche den Anschluss**, weil der Bus unpünktlich ist.

**Dann** benötigen Sie für die **Route B 75 Minuten**.

Aber das wissen Sie ja erst, wenn Sie bereits unterwegs sind. Welche Route wählen Sie für diesen täglichen Weg?

Antwort:

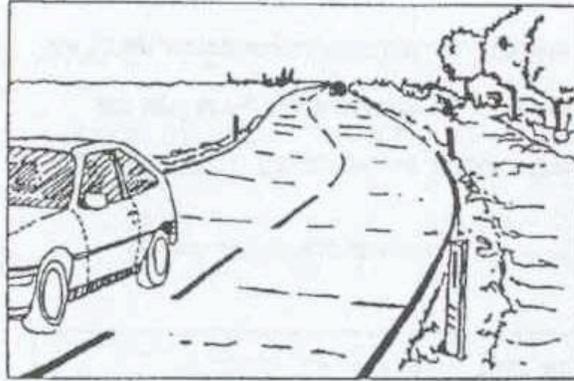
Ich wähle Route A.

Ich wähle Route B.

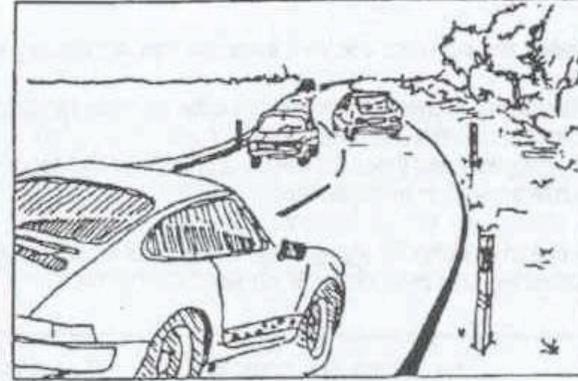
# Beispiel: *stated choice*

---

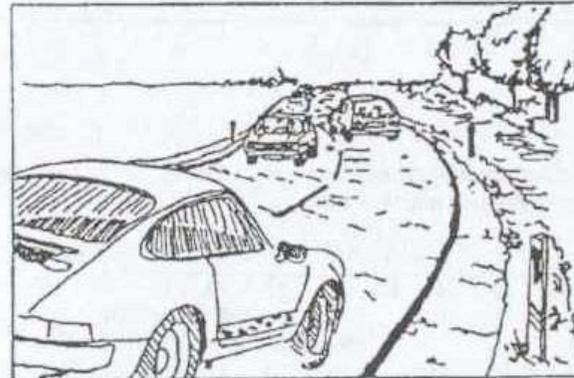
Leutzbach, Buck und Axhausen, 1986



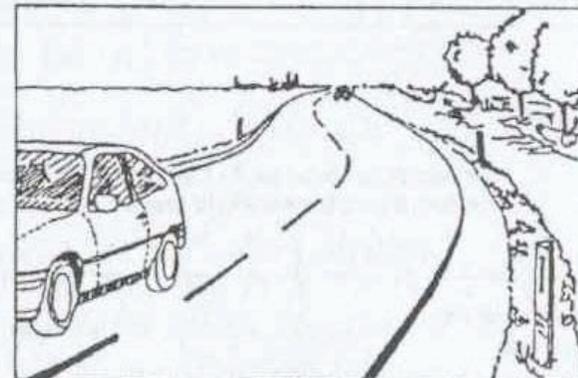
a



c



b



d

# SR - Protokoll

---

- Rekrutierung
- Erfassung eines relevanten Weges und Entscheidungssituation
- Erfassung der sozio-demographischen Eigenschaften
- (Rekrutierung, falls eine laufende Befragung verfügbar ist)
- Erzeugung des SR – Experiments um den erfassten Weg
- SR – Befragung
- Erinnerung(en)

# Generalisierte Kosten

---

# Elemente der generalisierten Kosten eines Weges

---

IV

ÖV

---

Zugangszeit zum Fahrzeug

Zugangszeit zur ersten  
Zugangsstelle

Rüstzeit

Fahrscheinerwerb

*(Wartezeit)*

Fahrtzeit inklusive Pausen und  
Fahrzeugwechsel

Fahrtzeit inklusive Haltezeiten,  
Umsteigen und Umsteigezeiten

Parkplatzsuchzeit, Abrüstzeit

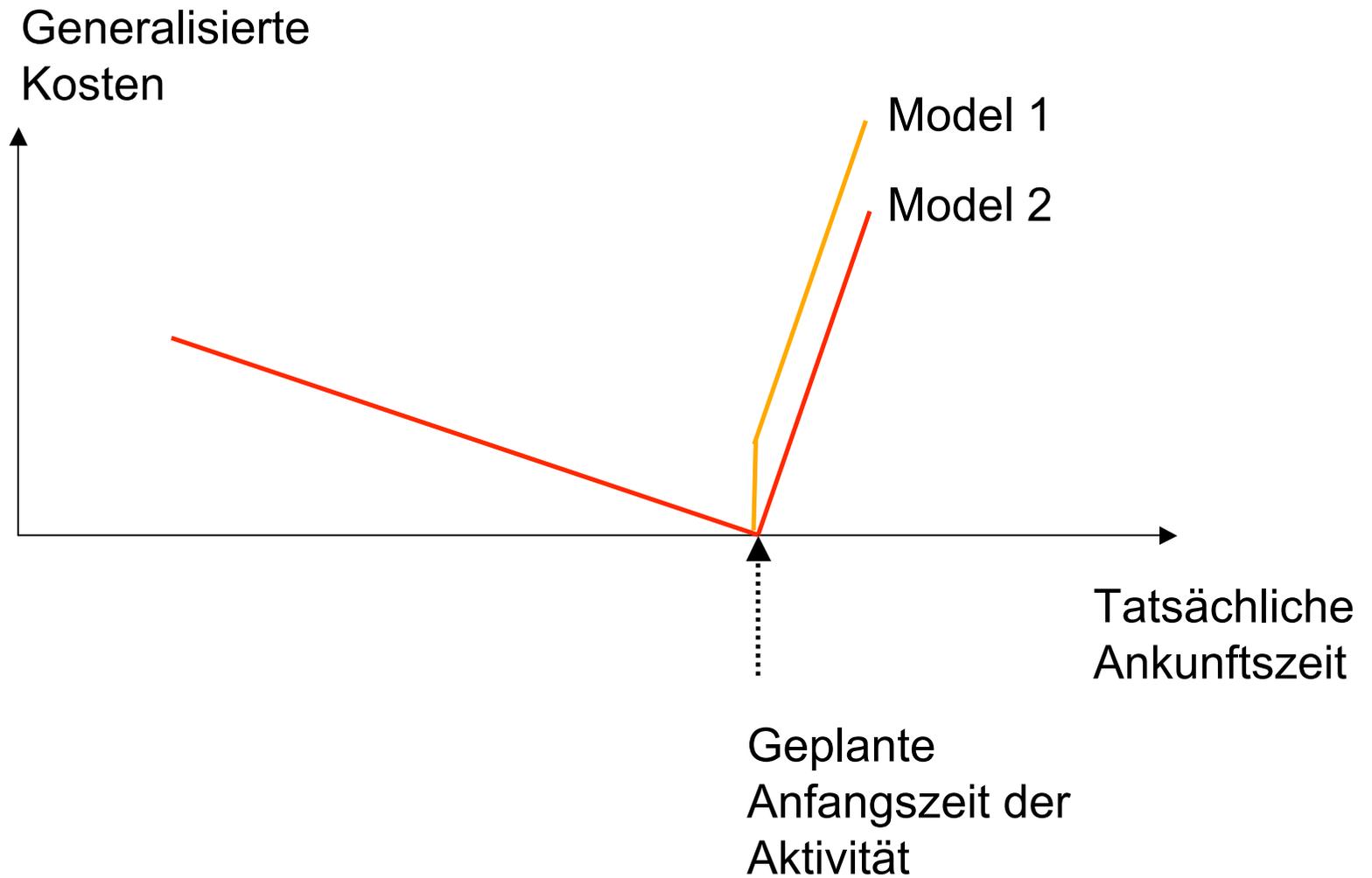
Abgangszeit zum Ziel

Abgangszeit zum Ziel

Geplante Verfrühung/Verspätung Geplante Verfrühung/Verspätung

# Exkurs: Verfrühung/Verspätung

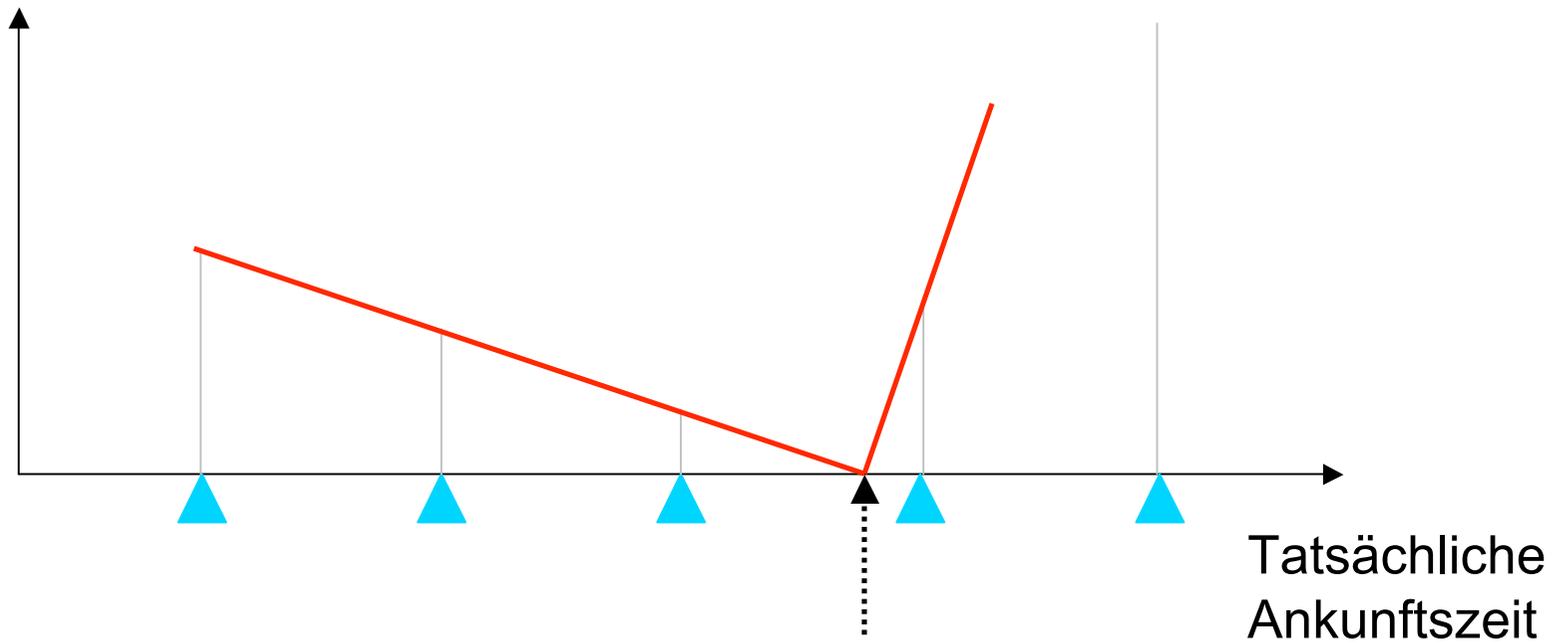
---



# Exkurs: Verfrühung /Verspätung

---

Generalisierte  
Kosten



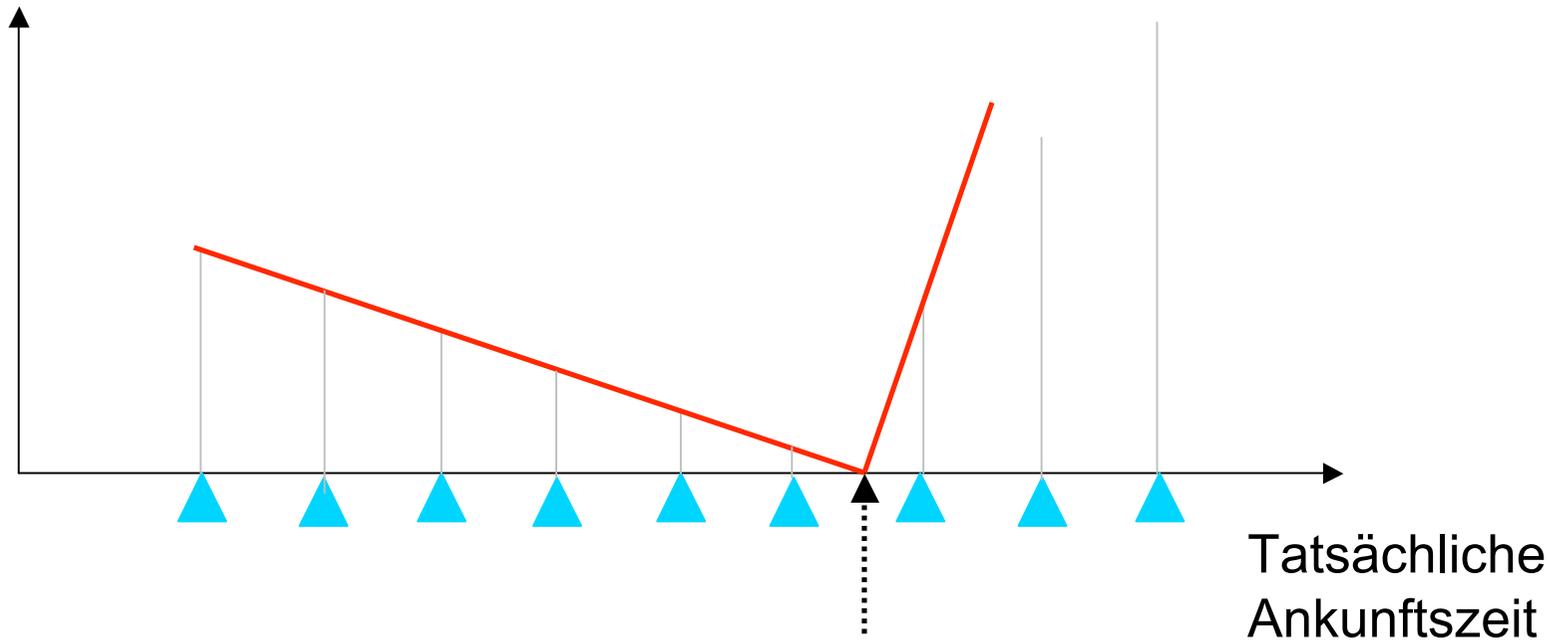
▲ = Fahrplanankunft

Geplante  
Anfangszeit der  
Aktivität

# Exkurs: Verfrühung /Verspätung

---

Generalisierte  
Kosten

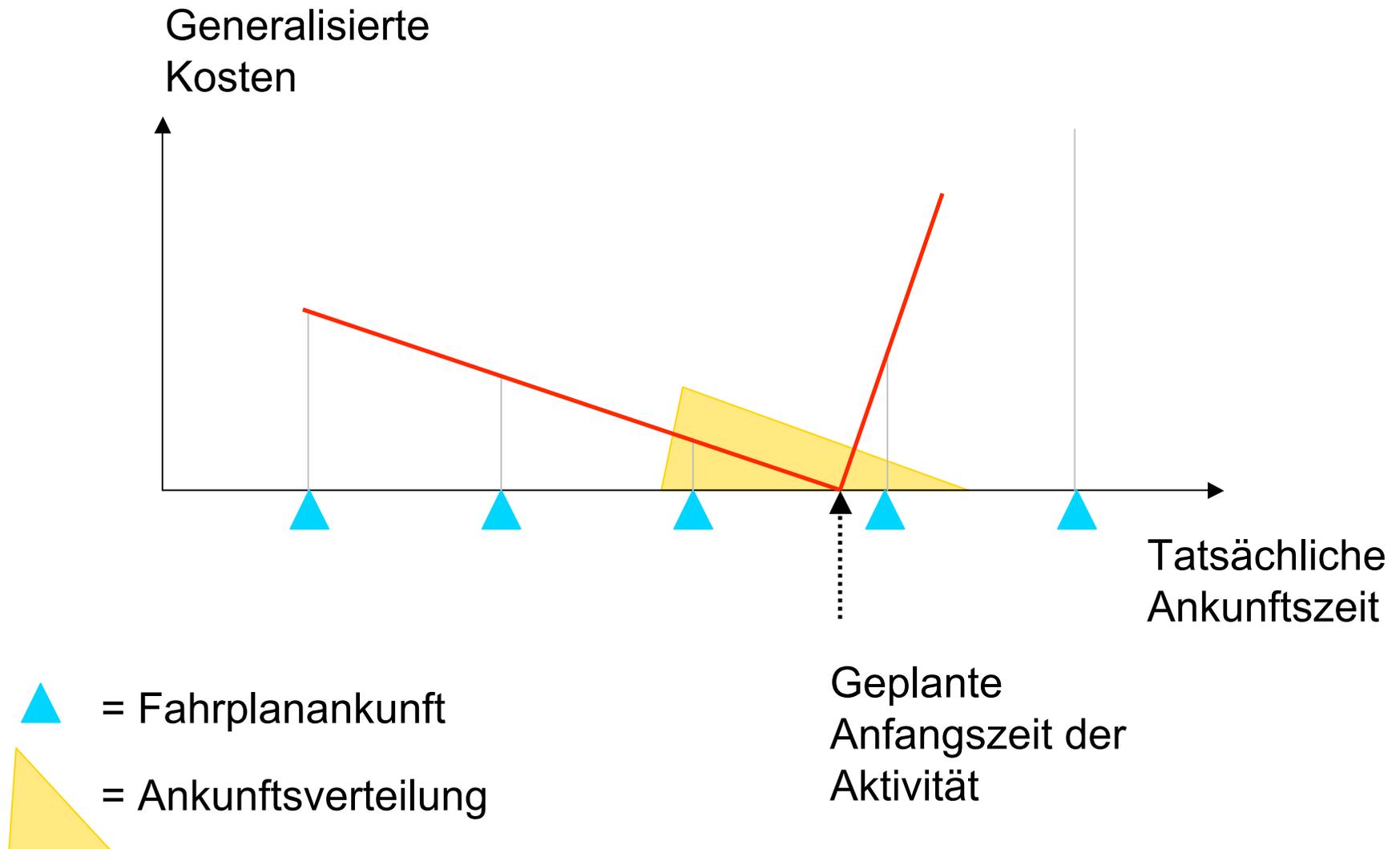


▲ = Fahrplanankunft

Geplante  
Anfangszeit der  
Aktivität

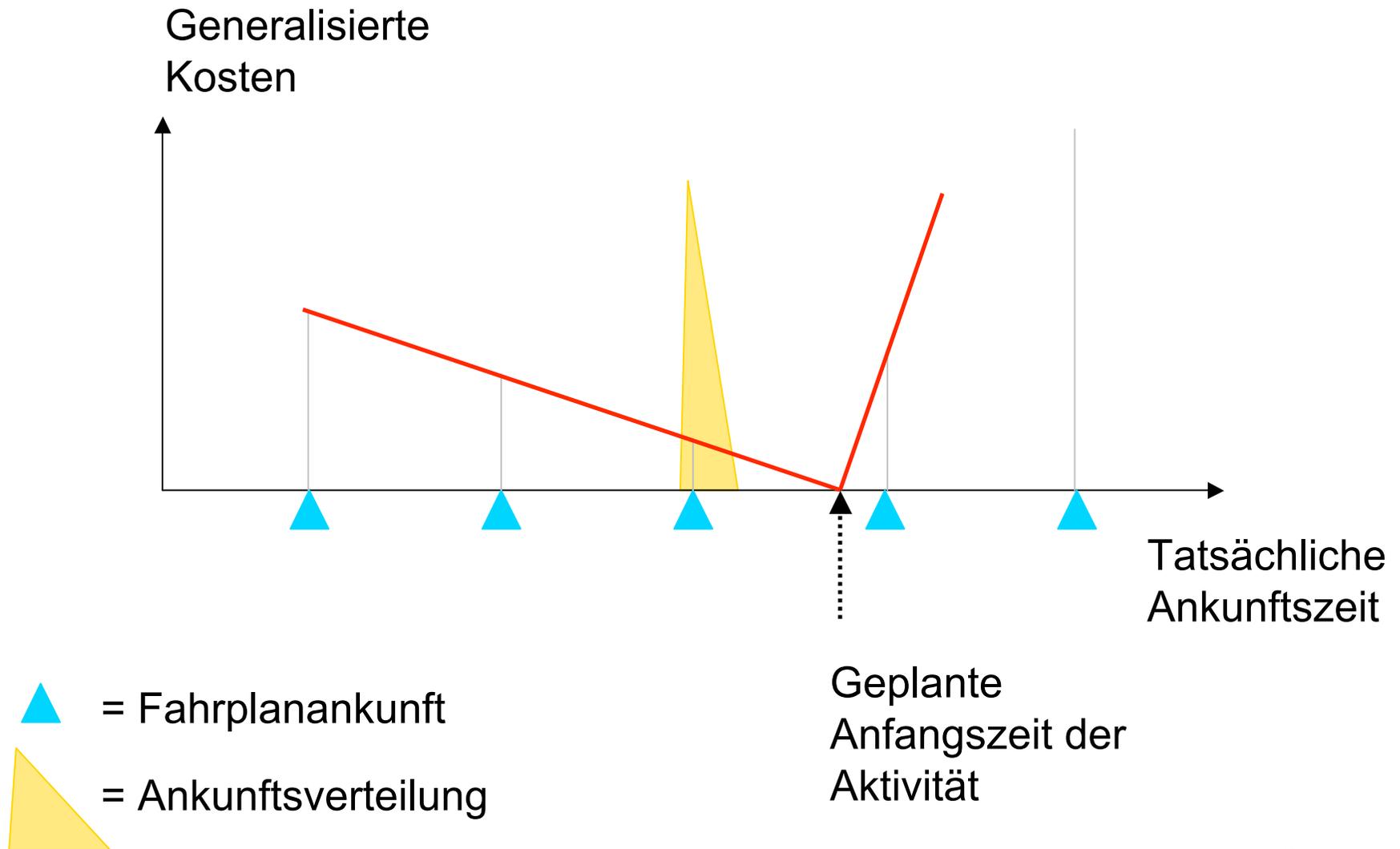
# Exkurs: Verfrühung /Verspätung

---



# Exkurs: Verfrühung /Verspätung

---



# Generalisierte Kosten: Elemente der monetären Kosten

---

Art	IV	ÖV
Feste	Altersabhängige Abschreibung Steuer, Versicherung Abstellplatz/plätze (Beiträge)	Monats- oder Jahreskarte  Halbtaxabo
Vermeidbare	Kraftstoff Mauten, Parkgebühren Reifen, Instandhaltung Reparaturen Gebrauchsabhängige Abschreibung (Miete)	Einzelfahrschein

# Bestimmung der entscheidungsrelevanten Kosten

---

Zwei Kriterien:

- Kostenträgerschaft (selbst, Dritte mit/ohne sozialen Verpflichtungen)
- Zeithorizont der Entscheidung

# Generalisierte Kosten: Elemente des Komfort

---

IV

ÖV

---

Unfallsrisiko

Unfallrisiko

Gefährdung durch Verbrechen

Gefährdung durch Verbrechen

Umgebungsqualität

Umgebungsqualität

Komfort des Fahrzeugs

Komfort des Fahrzeugs

Fahrkomfort

Fahrkomfort

Fahrstress

Aufenthaltsstress

Informationsdichte und -qualität

Informationsdichte und -qualität