

## Bevorzugter Zitierstil

---

Vrtic, M. (2005) Simultanes Routen- und Verkehrsmittelwahlmodell, *Heureka '05*, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Köln.

# Simultanes Routen- und Verkehrsmittelwahlmodell

M Vrtic

März 2005

 Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme  
Institute for Transport Planning and Systems

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

## Problem: Sequentielle Routen- und Verkehrsmittelwahlmodelle

---

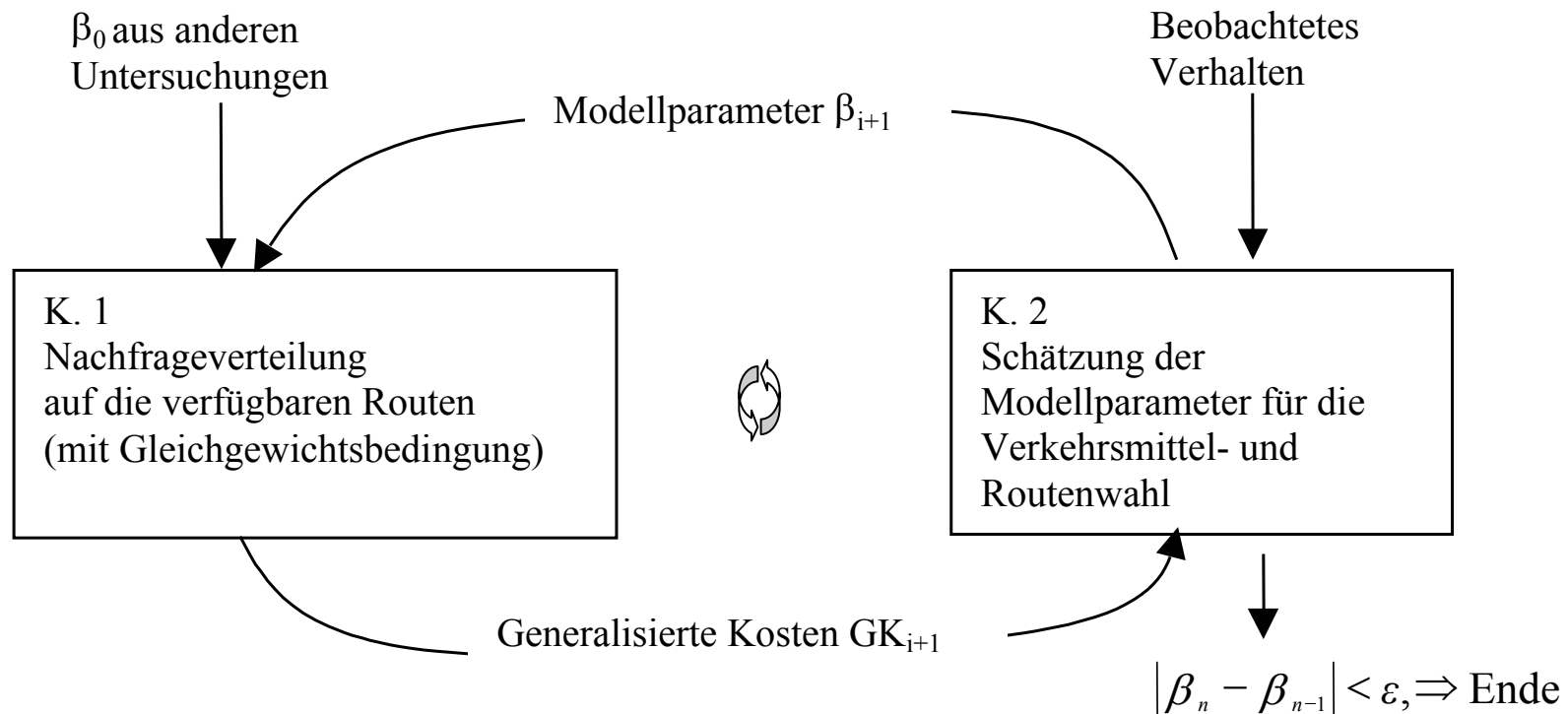
- Routen- und Verkehrsmittelwahl mit unterschiedlichen
  - Ansätzen
  - Nutzenfunktionen
  - Modellparametern
- Konsistenz:
  - Umlegung mit mehreren Routen
  - Angebotsbeschreibung in der Verkehrsmittelwahl als Mittelwert
- Rückkoppelung Routenwahl-Verkehrsmittelwahl [Angebotsvariablen]
  - komplexe Modellstrukturen
  - kein konsistentes Gesamtgleichgewicht

# Ziel

---

- Routen- und Verkehrsmittelwahl konsistent zu lösen und in einen Gleichgewichtszustand zu bringen
- Konsistente Schätzung der Modellparameter
- Geeignetes Modell sowohl für schwach, als auch für stark belastete Strassennetze
- Unterschiedliche Wahrnehmung der Reisekosten und Netzbelastungen berücksichtigen

# Grundstruktur des Verfahrens



- Stochastisches Nutzergleichgewicht für simultane Nachfrageaufteilung  
- inneres Gleichgewicht der Nachfrageaufteilung
- Simultane Nachfrageaufteilung mit Kalibration der Modellparameter  
- äusseres Gleichgewicht
- VBA - Programm

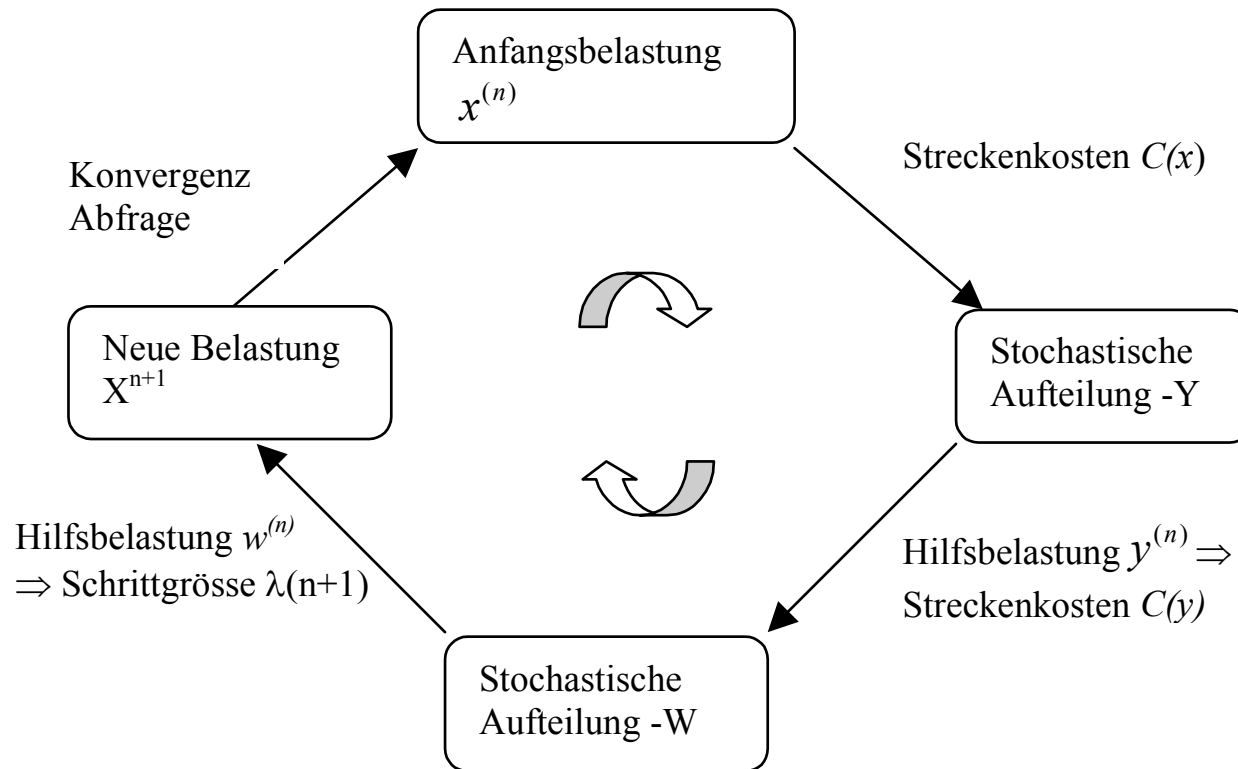
# Simultane Nachfrageaufteilung: Anforderungen

---

- Gleichgewichtsbedingungen
- Veränderliche Kosten (Belastungen) und unterschiedliche Wahrnehmung der Kosten
- Ähnlichkeiten bzw. Streckenüberlappungen (IAA)
- Analytische Handhabbarkeit

# Stochastisches Nutzergleichgewicht (SUE)

---



# SUE: Lösungsalgorithmus

---

$$f_i^{rs} = q^{rs} \cdot P_i^{rs} \quad \Rightarrow \quad x_a = \sum_{rs} \sum_i q^{rs} \cdot P_i^{rs} \cdot \delta_{ai}^{rs} \quad x_a = y_a \quad \forall a$$

Lösungsalgorithmus (Maher und Hughes, 1998)

$$g = \frac{\partial z}{\partial \lambda} = - \sum_a (y_a^{(n)} - x_a^{(n)}) \cdot \frac{dc_a}{dx_a} \cdot (y_a^{(\lambda)} - x_a^{(\lambda)})$$

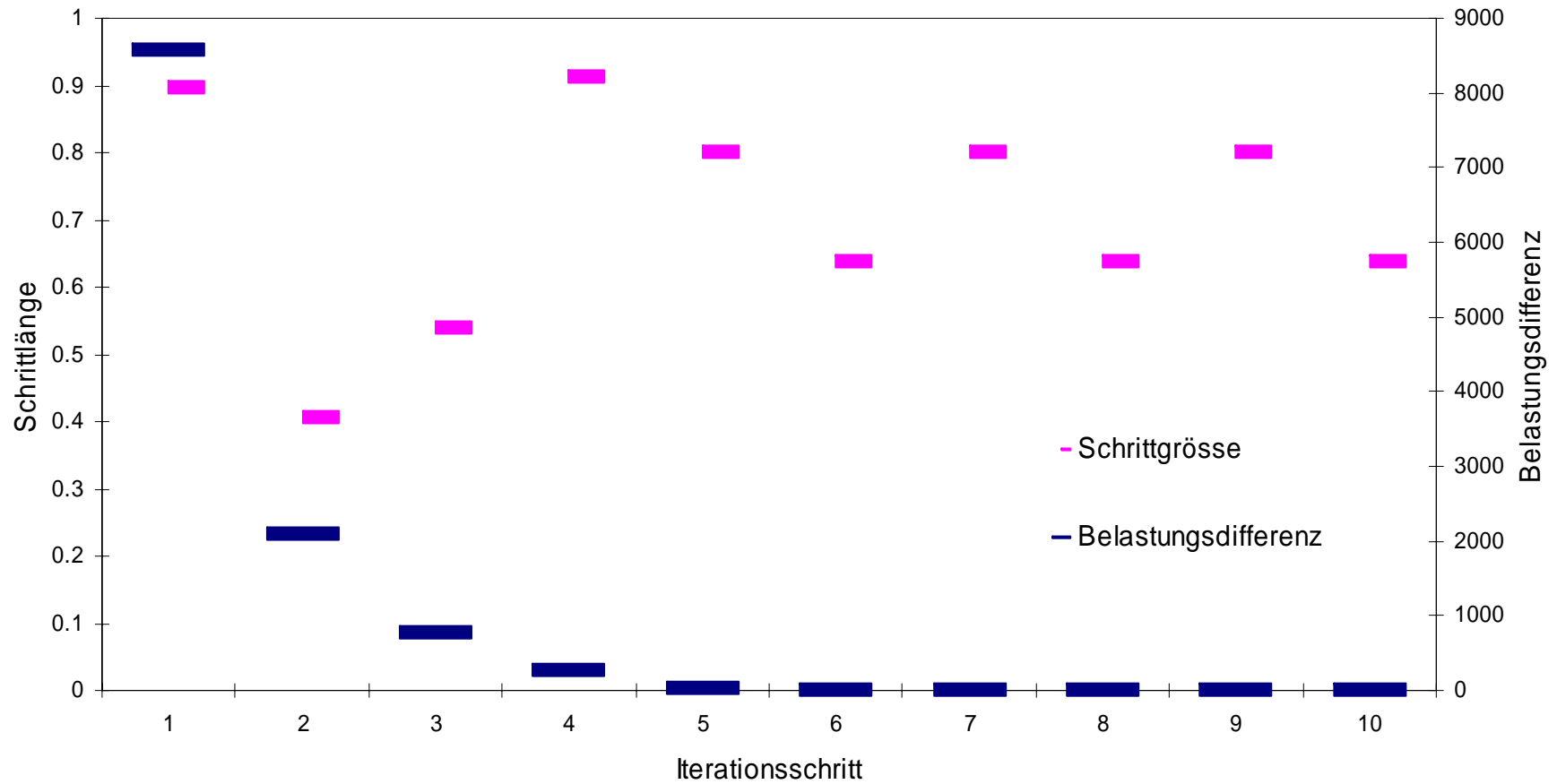
$$g_0 = - \sum_a (y_a - x_a)^2 \cdot \frac{dc_a}{dx_a} \quad g_1 = - \sum_a (y_a - x_a) \cdot (w_a - y_a) \cdot \frac{dc_a}{dx_a}$$

$$\lambda^{(n+1)} = -g_0 / (-g_0 + g_1)$$

$$x^{(n+1)} = (1 - \lambda) \cdot x^{(n)} + \lambda \cdot y^{(n)}$$



# Veränderung der Schrittgröße und Streckenbelastungen



# Entscheidungsansätze für die Nachfrageaufteilung

---

- Nested-Logit
- Cross-Nested-Logit
- C-Logit
- Path-Size-Logit
- Nested-C-Logit
- Probit-Modell (Vergleiche)

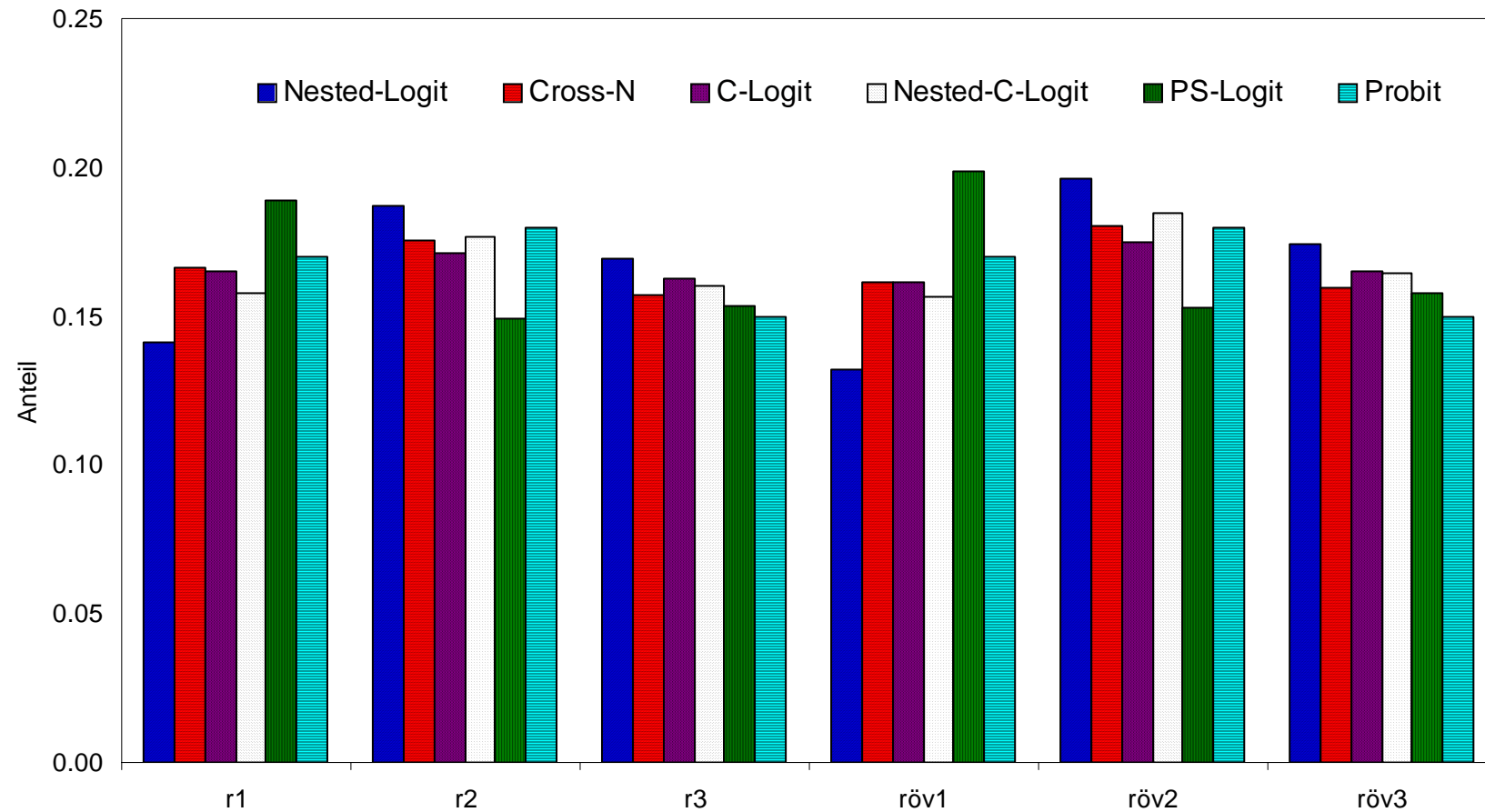
## Nested-C-Logit

---

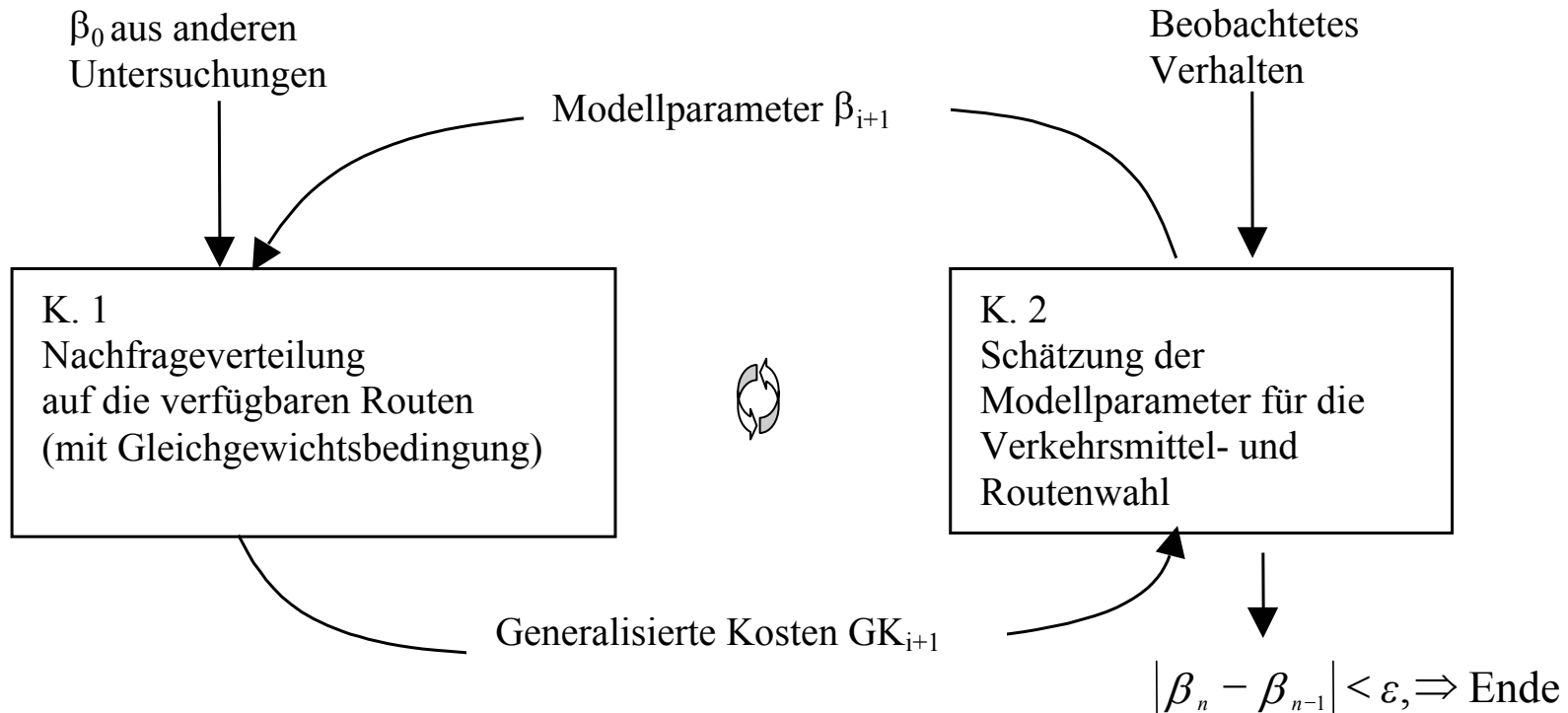
$$P(i, j) = \frac{\exp\left(\frac{V_{i|j} - cf_{i|j}}{\mu_j}\right) \cdot \exp\left\{\mu_j \cdot \ln\left(\sum_{i' \in j} \exp\left(\frac{V_{i'j} - cf_{i'j}}{\mu_j}\right)\right)\right\}}{\sum_{i' \in j} \exp\left(\frac{V_{i'|j} - cf_{i'|j}}{\mu_j}\right) \cdot \sum_{j'=1}^J \exp\left\{\mu_{j'} \cdot \ln\left(\sum_{i' \in j'} \exp\left(\frac{V_{i'j'} - cf_{i'j'}}{\mu_{j'}}\right)\right)\right\}}$$

$$cf_{ij} = \alpha \cdot \ln\left(1 + \sum_{i'j'} \left(\frac{L_{ij, i'j'}}{L_{ij}^{1/2} \cdot L_{i'j'}^{1/2}}\right)^\gamma\right)$$

# Vergleich - Netzbeispiel [Gleichgewichtsergebnisse]

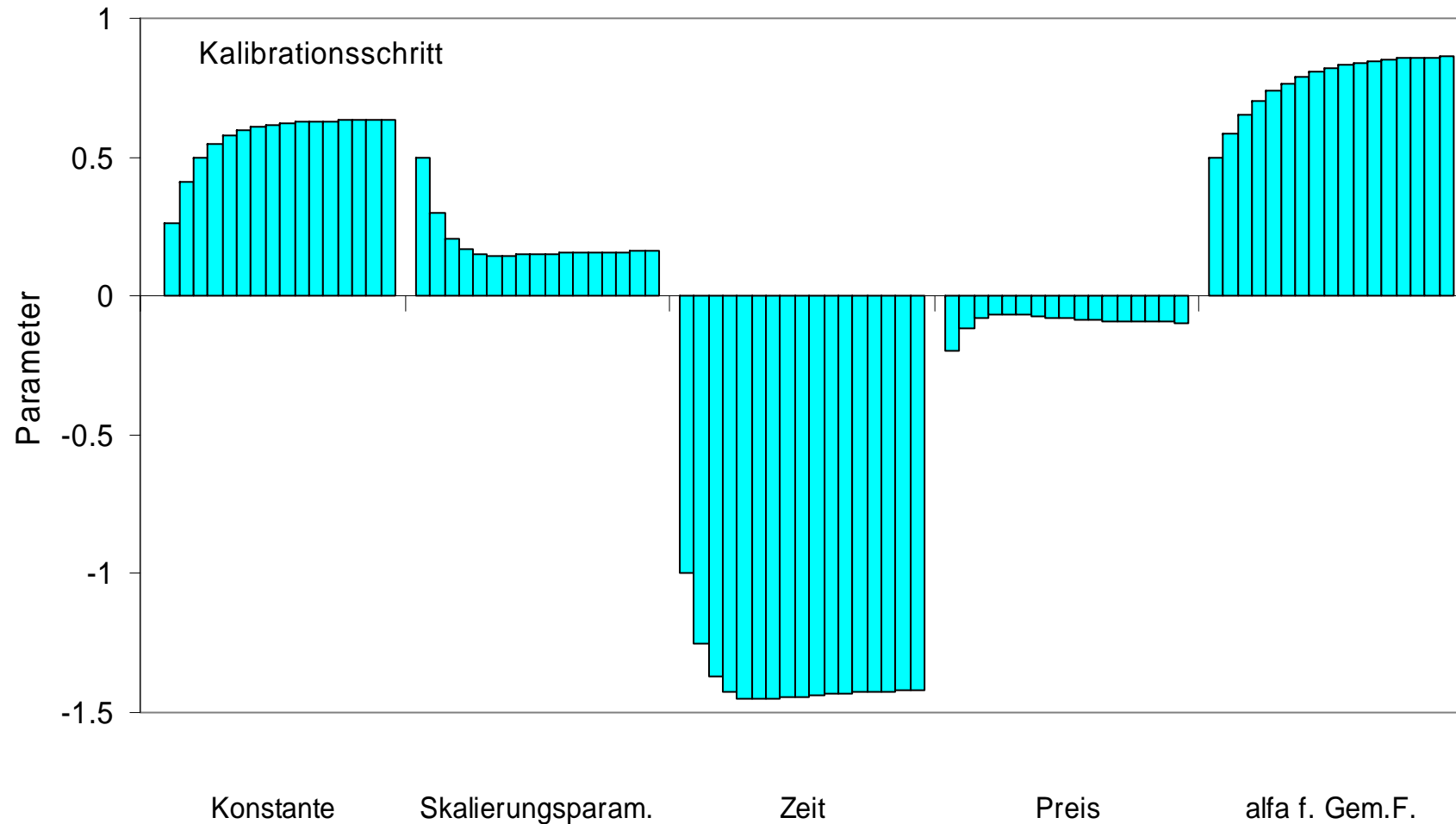


# Kalibrierung der Modellparameter



- Bestimmung der konsistenten Modellparameter
- Die Angebotsvariablen sind die Eingangsgrößen bei der Bestimmung der Modellparameter, deswegen
- ist ein Gleichgewicht zwischen der Umlegung im Netz und der Kalibrierung der Modellparameter nötig.

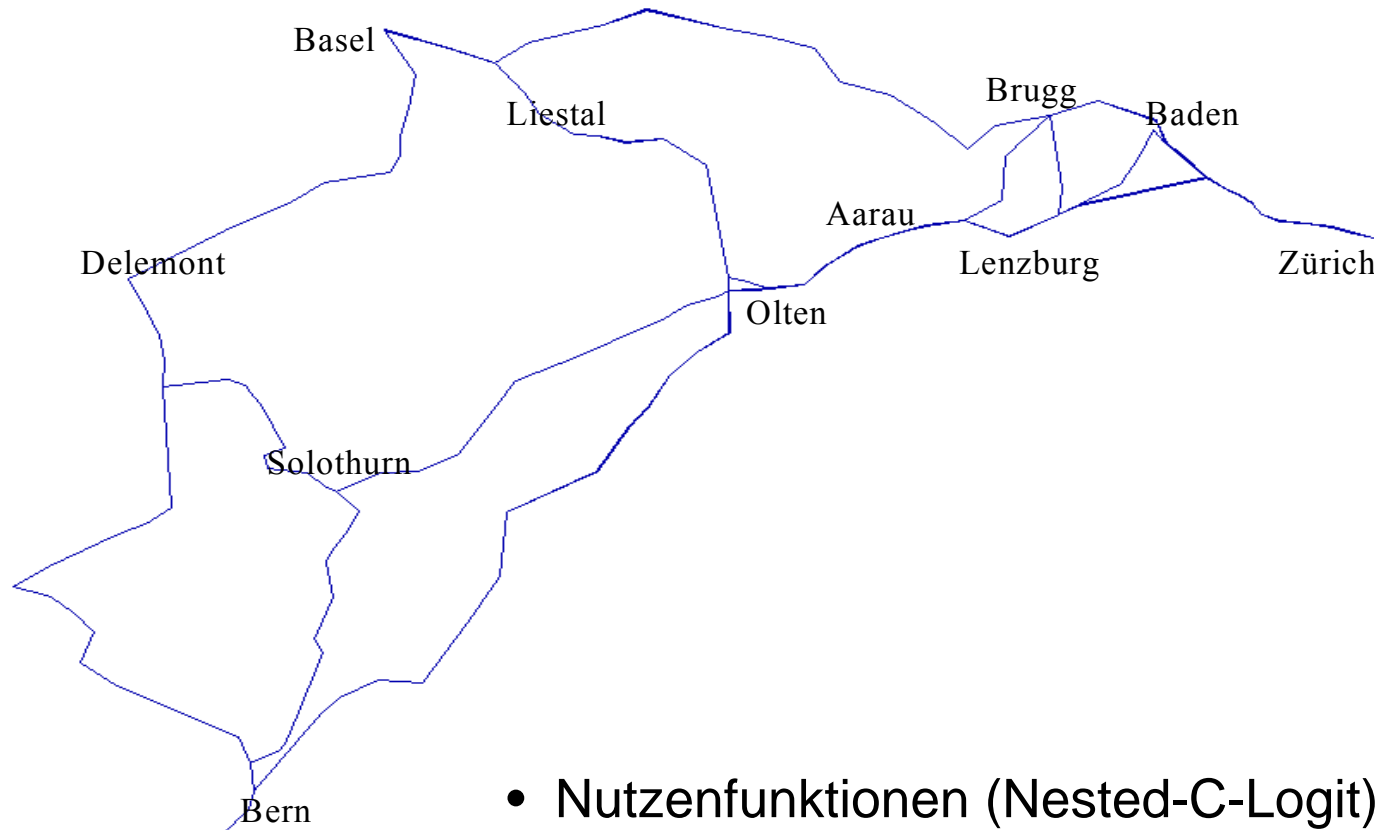
# Veränderung der Modellparameter



$$x^{(n+1)} = (1 - \lambda) \cdot x^{(n)} + \lambda \cdot y^{(n)}$$

# Anwendung : Dreieck Zürich-Bern-Base

---



- Nutzenfunktionen (Nested-C-Logit)

$$V_{i,j-\text{ÖV}} = \beta_t \cdot \text{Zeit} + \beta_p \cdot \text{Preis} + \beta_u \cdot \text{Umsteigezahl} + \beta_i \cdot \text{Intervall}$$

$$V_{i,j-\text{PW}} = \text{Konstante} + \beta_t \cdot \text{Zeit} + \beta_p \cdot \text{Preis}$$

## Anwendung : Anfängliche und endgültige Parameter

---

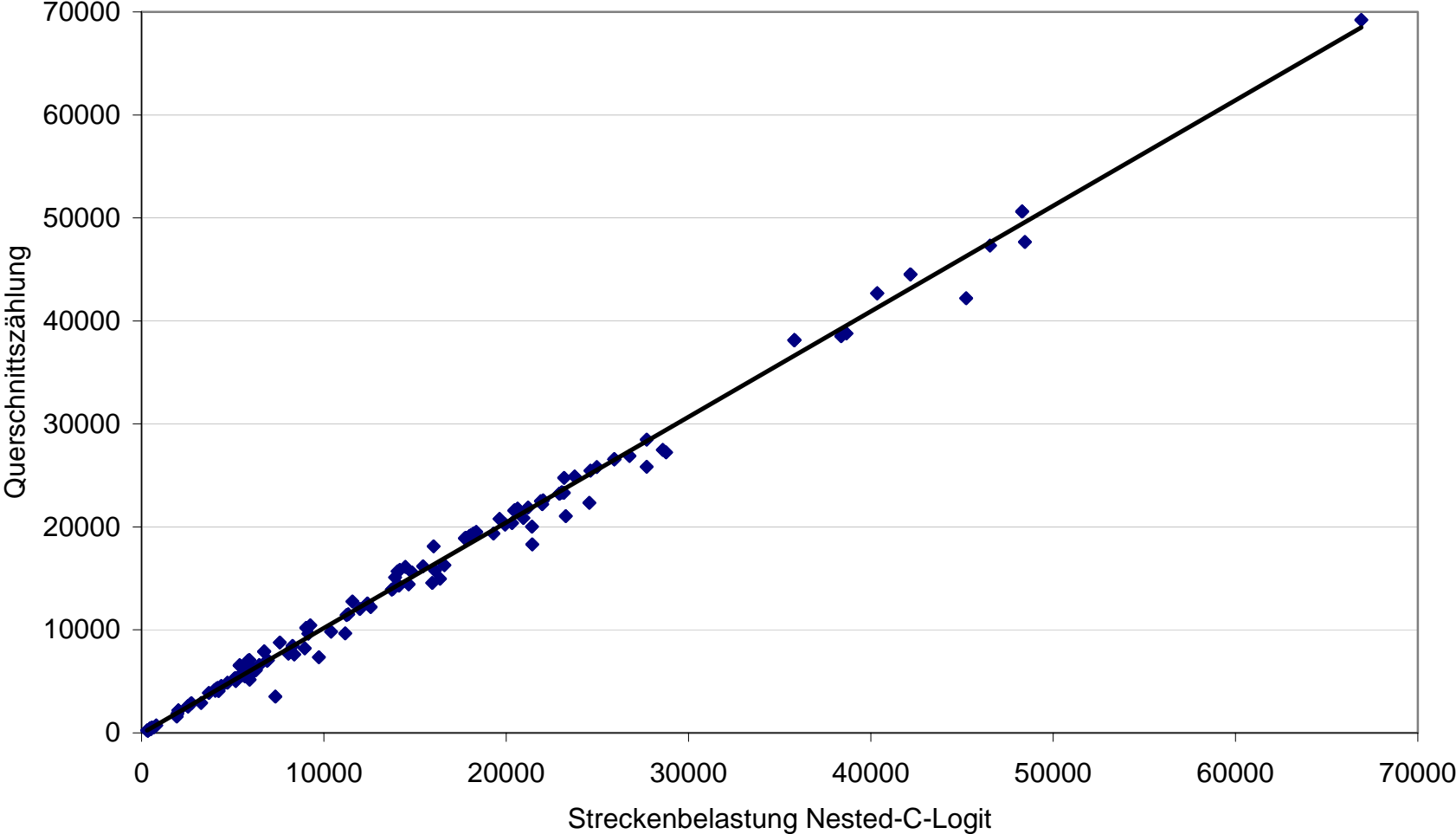
	Konstante	Skalierungs- parameter	Zeit	Preis	Umsteige- häufigkeit	Intervall	$\alpha$ für gemein. Faktor
Anfangs- parameter	0.000	0.500	-1.000	-0.200	-0.500	-0.500	0.500
Gleich- gewichts- parameter	0.029	0.177	-0.367	-0.030	-0.257	-0.370	0.191

N-Beobachtungen = 660  
 Log-likelihood ( $\beta$ ) = -114  
 Adj Pseudo  $R^2$  = 0.42

---

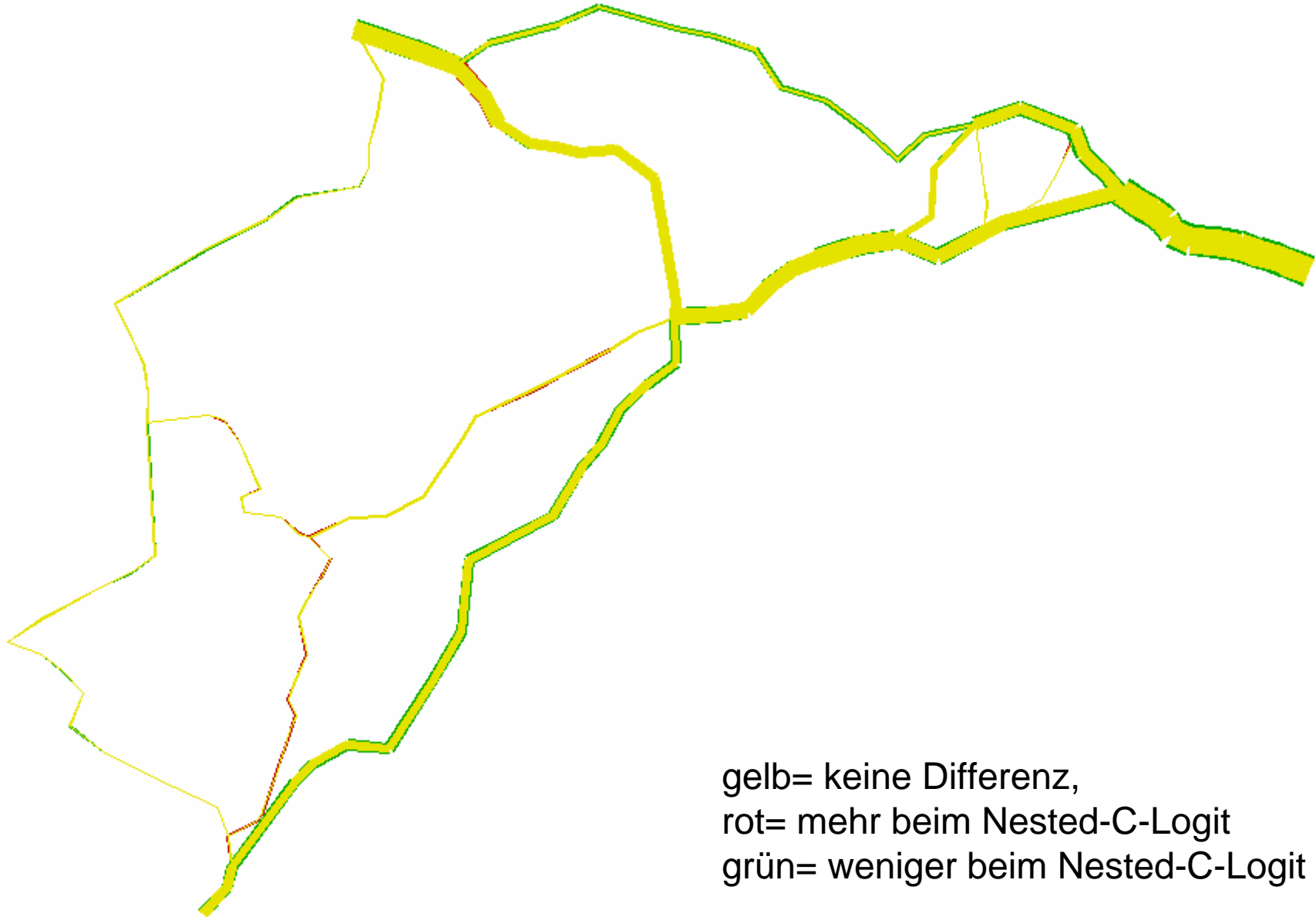


# Vergleich der Streckenbelastungen I



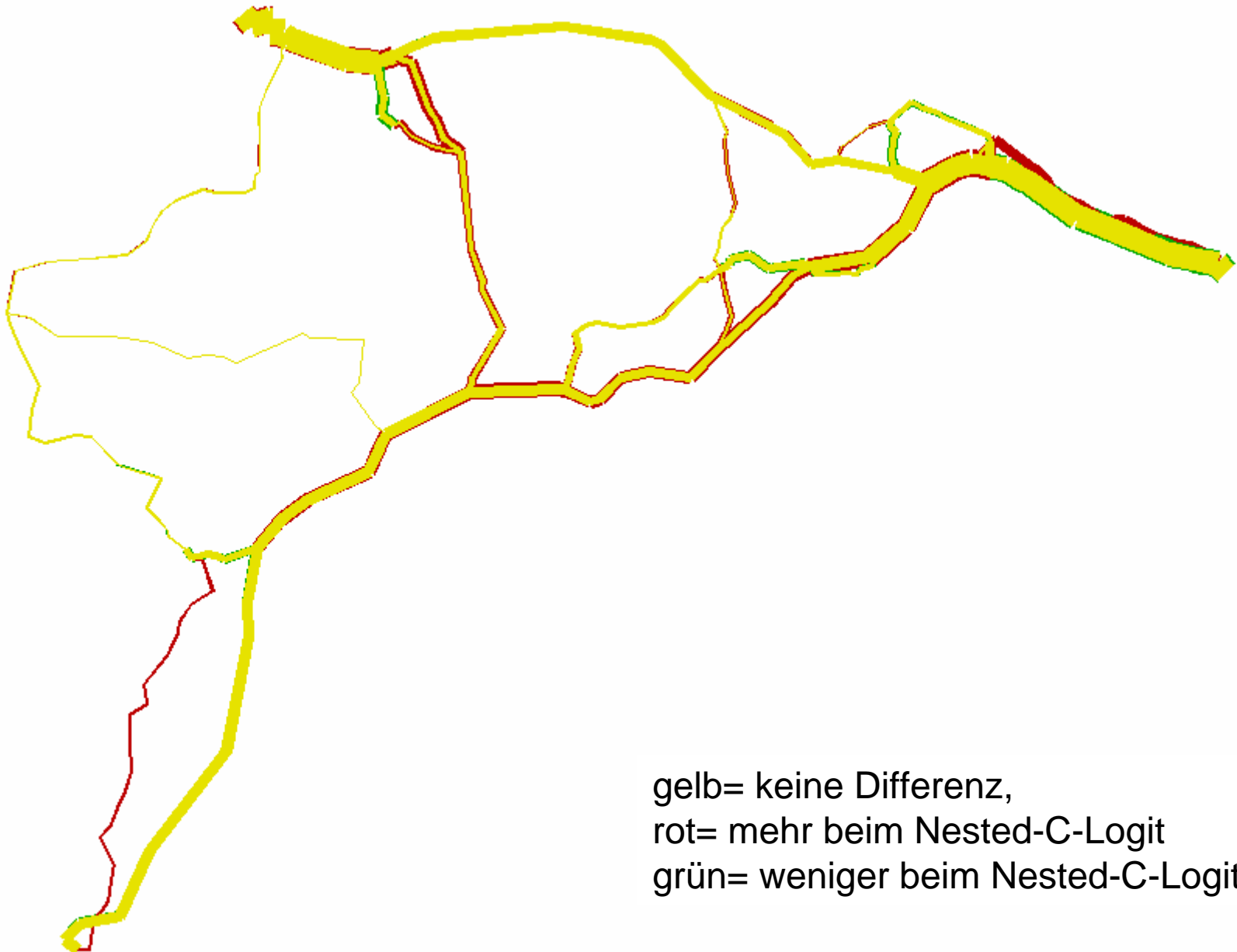
# Bahn: Differenz Nested-C-Logit / Nationales Bahnmodell

---



## Strasse: Differenz Nested-C-Logit / Nationales Strassenmodell

---



## Fortschritte:

---

- ein konsistentes Gleichgewicht zwischen den geschätzten Modellparametern der Nutzenfunktion und der Nachfrageaufteilung auf die vorhandenen Alternativen
- Die Entwicklung und Anwendung eines neuen Modellansatzes (Nested-C-Logit)
- Durch simultane Nachfrageaufteilung mit SUE ein konsistentes Gleichgewicht zwischen Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage mehrerer Verkehrsmittel zu berechnen

# Weiterentwicklung

---

- Für die praktische Anwendung auf beliebig grosse Netze (Abbildung von multimodalen Netzen, Eichung auf die Querschnittszählungen, Berechnung von Routenanteilen usw.)
- Erweiterung mit einem Zielwahlmodell (Simultanes Routen-, Verkehrsmittel- und Zielwahlmodell, Schnittstelle mit VISEVA)

# Fragen

---