

## Bevorzugter Zitierstil für diesen Vortrag

---

Axhausen, K.W. (2006) Stadt und Verkehr: Konzepte und Modelle,  
ETH Alumni Deutschland, München, Mai 2006.

# Stadt und Verkehr: Konzepte und Modelle

KW Axhausen

IVT

ETH

Zürich

Mai 2006

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

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

# Drei Themen

---

- Verkehrsverhalten: Soll und Haben
- Zur Dynamik des Verkehrssystems: Gütermärkte und Aktivitätenräume
- Agenten und Verkehrsflüsse

# Was wird untersucht ?

---

- Verkehrsplanung sieht zwei Aspekte:
  - Langfristige Bindungen: Optimale Abstimmung von
    - Wohnort, Arbeitsplatz und Mobilitätswerkzeuge
    - Art und Umfang der festen Verpflichtungen
  - Optimale Abwicklung des Alltags:
    - Zeitplanung für Verpflichtungen, „Projekte“ und Bedürfnisse

# Verkehrsverhalten: Soll und Haben

---

# Soll und Haben

---

Wir unterstellen, dass Verkehrsteilnehmer die Kosten und Nutzen ihrer Handlungen abwägen (können):

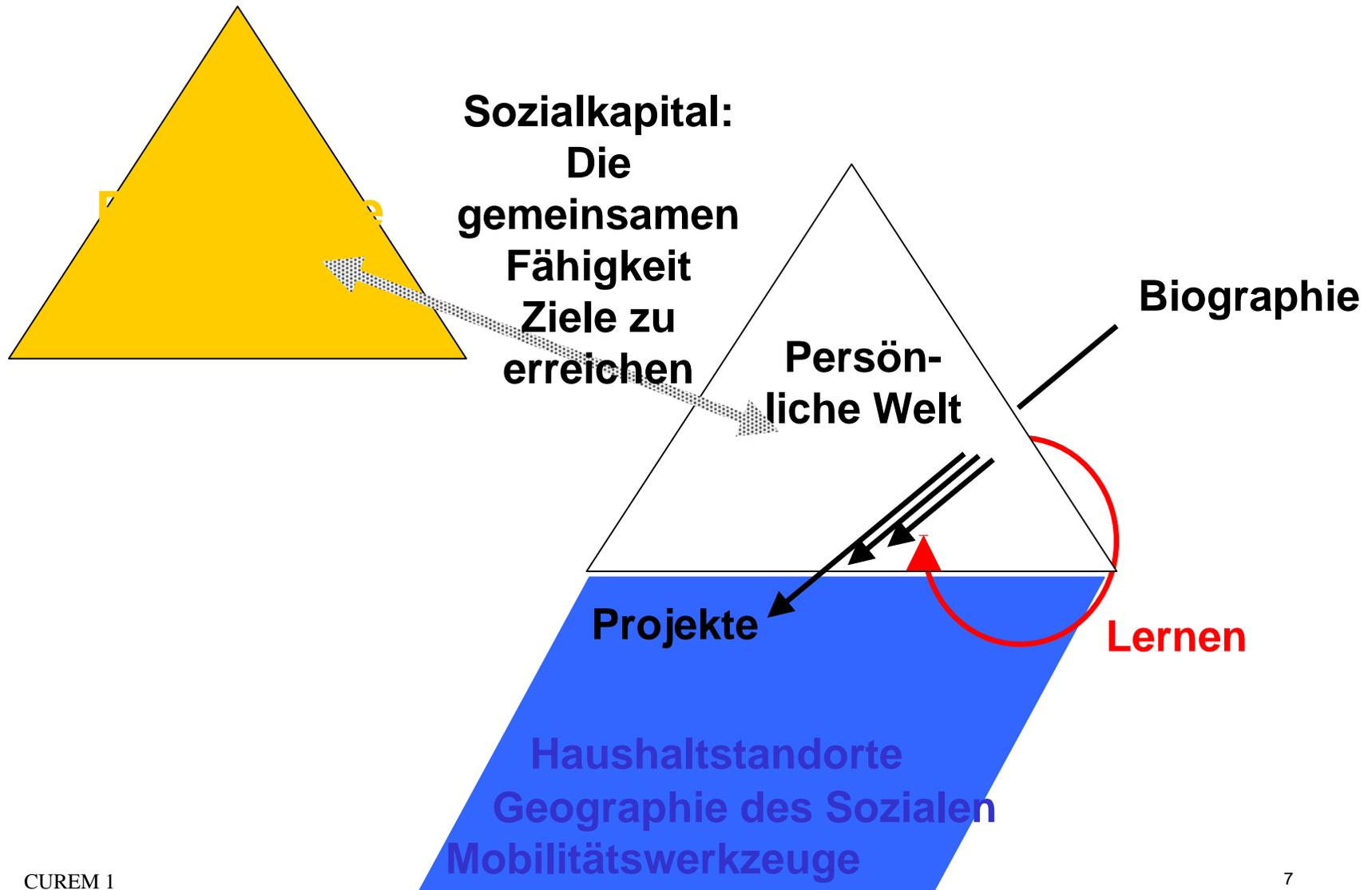
- Nutzen der Aktivität (Genuss, Verdienst)
- Kosten der Aktivität
- Generalisierte Kosten des Weges
- Nutzen der Reisezeit

aber der Lösungsraum ist eingeschränkt wegen

- Zeitdruck für die Entscheidung
- Wissensstands der persönlichen Welt
- Grenzen der Abwägungsfähigkeit (Anzahl Variablen)
- Zulässige Alternativen

# Der vernetzte Reisende

---



# Generalisierte Kosten des Verkehrs

---

Summe der entscheidungsrelevanten und (subjektiv) risiko- und komfortgewichteten Ressourcenverbräuche der Fahrt:

- Elemente der Reisezeit ( $d_{i,RZ}$ )
- (Subjektiv entscheidungsrelevante) Ausgaben (monetäre Kosten) ( $m_{imr}$ )

# Generalisierte Kosten: Elemente der Reisezeit

---

IV

ÖV

Zugangszeit zum Fahrzeug

Zugangszeit zur ersten  
Zugangsstelle

Rüstzeit

Fahrscheinerwerb

Wartezeit

Fahrtzeit inklusive Pausen und  
Fahrzeugwechsel  
Parkplatzsuchzeit, Abrüstzeit

Fahrtzeit inklusive Haltezeiten,  
Umsteigen und Umsteigezeiten

Abgangszeit zum Ziel

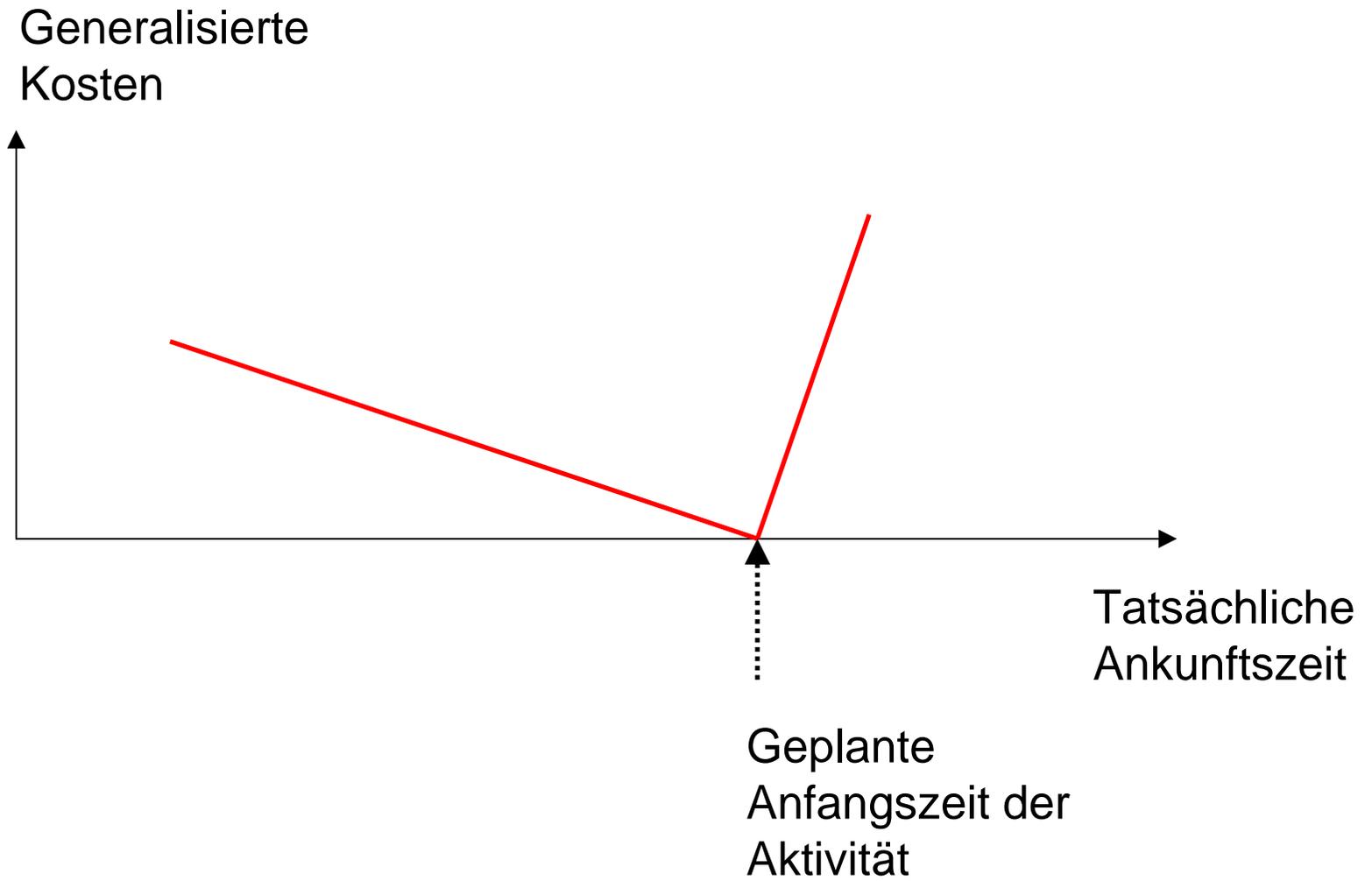
Abgangszeit zum Ziel

Geplante Verfrühung/Verspätung

Geplante Verfrühung/Verspätung

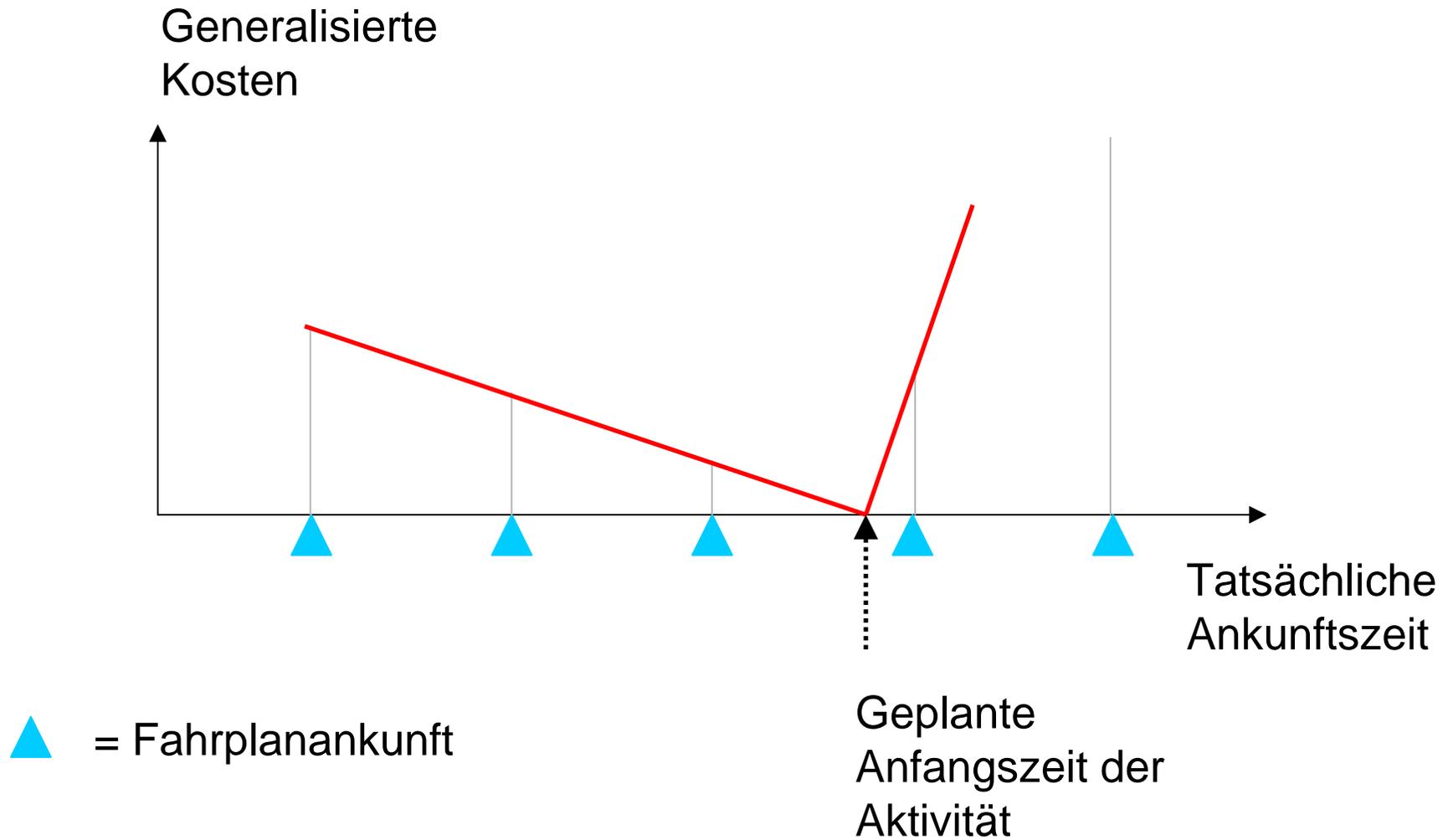
# Exkurs: Verfrühung/Verspätung

---



# Exkurs: Systemnachteil vertakteter Verkehre

---



# Zeitplanung (scheduling)

---

Entscheidung über:

- Welche Aktivität (und damit deren Kosten)
- Wann,
- Für wie lange
- Mit wem
- Wo durchzuführen

Nachgeordnet ist:

- Mit welchem Verkehrsmittel
- Auf welcher Route

# Dimensionen des Verkehr(sverhaltens)

---

## Ausser-Haus-Zeit

Verteilung der Ausser-Haus-Zeit auf Aktivitäten und Reisezeiten  
Abfolge der Aktivitäten und ihre Anfangszeitpunkte  
(Mitreisende und Mitteilnehmer der Aktivität)

Ort

Verkehrsmittel

Route/Verbindung

# Wird wer Strassen sät, Verkehr ernten ?

---

Ein Schwerpunkt der amerikanischen Literatur ist die Nachfrageelastizität (vkm) hinsichtlich der Spurkilometer:

$$\varepsilon(I \mid \text{Spurkilometer})$$

d.h. ob im Aggregat die Kapazität des Strassennetzes die Menge der gefahrenen Kilometer erhöht, insbesondere

$$\varepsilon(I \mid \text{Spurkilometer}) > 0 ?$$

## $\varepsilon(I \mid \text{Spurkilometer})$ : Die besten Ergebnisse

---

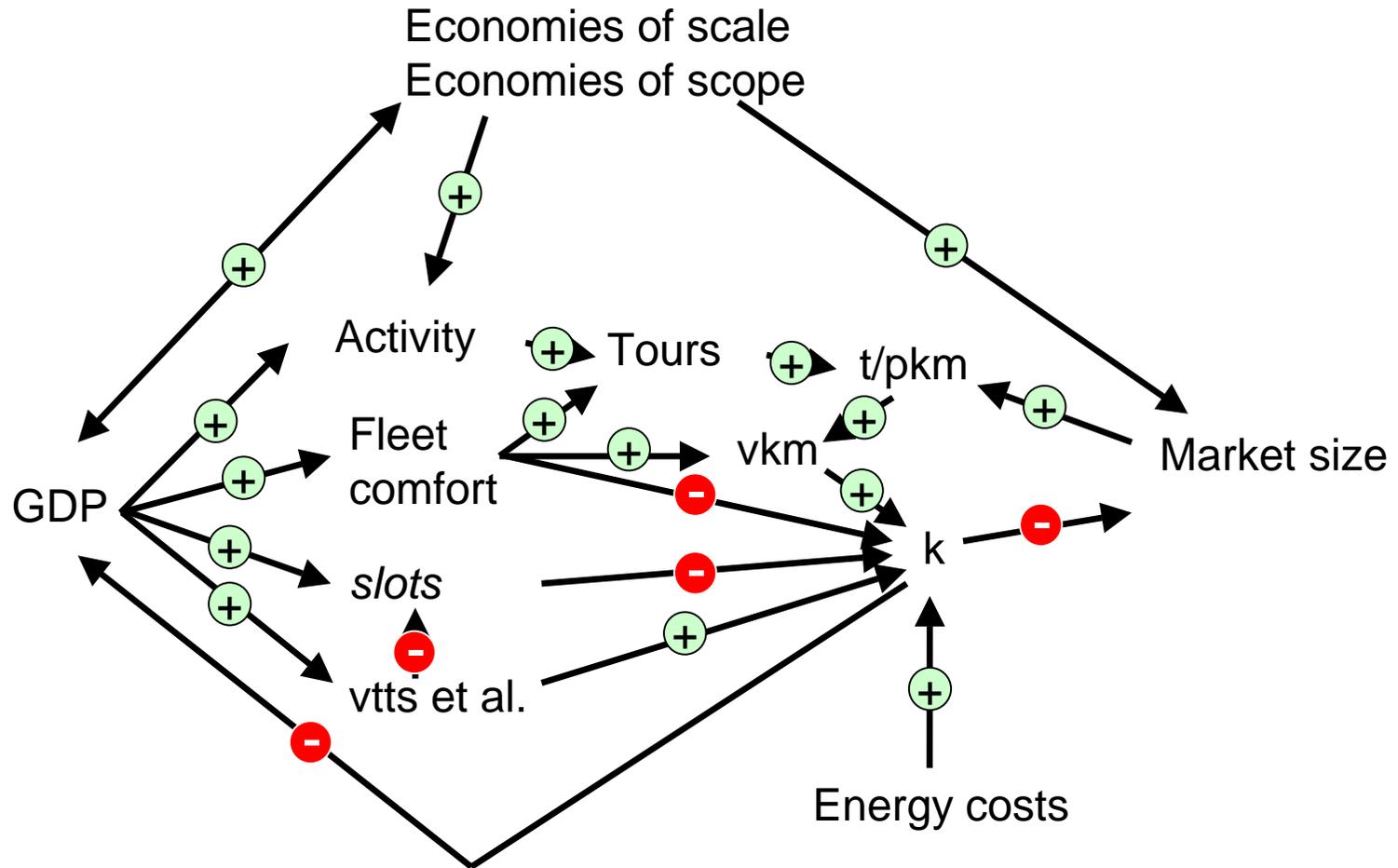
Cervero und Hansen (2002):

	$\varepsilon(I \mid \text{Spurkilometer})$	$\varepsilon(\text{Spurkilometer} \mid I)$
Kurzfristig	0.56	0.33
Langfristig	0.78-0.84	0.66

# Zur Dynamik des Verkehrssystems

---

# Grösse der Güter-Märkte: Eine Hypothese

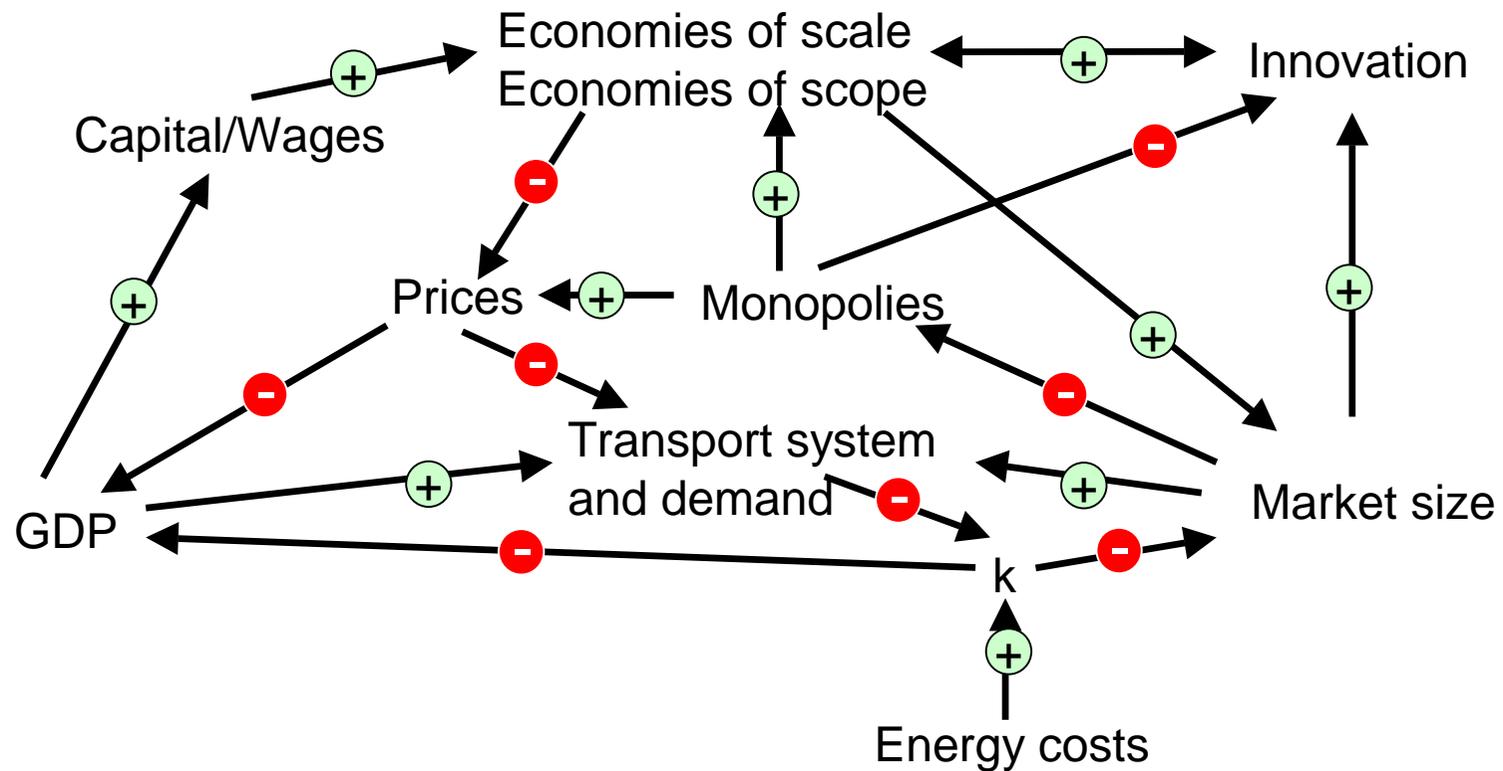


⊕ Elasticity > 0

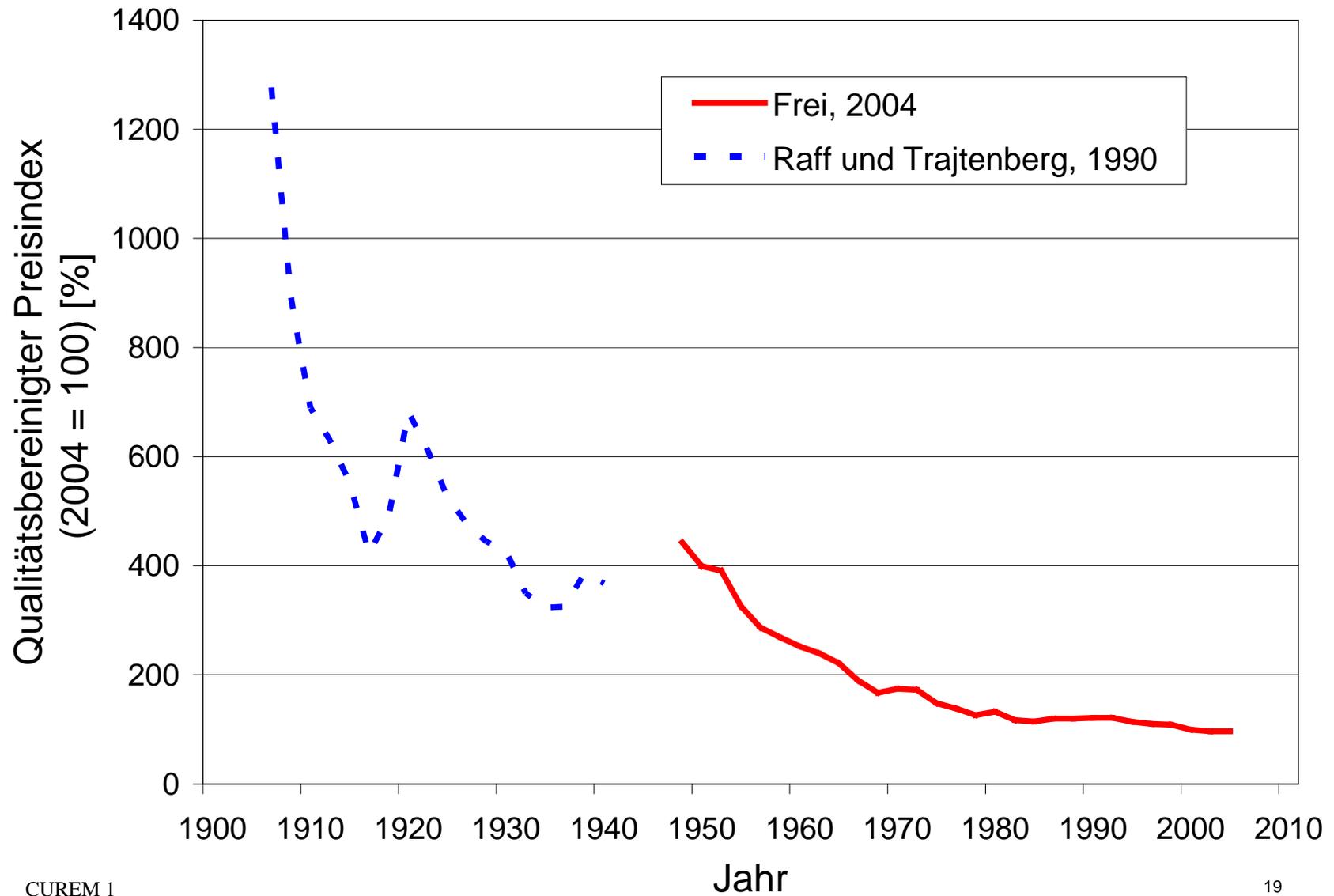
⊖ Elasticity < 0

Slots: possibilities to move goods or people  
For a given infrastructure and commercial and private fleet

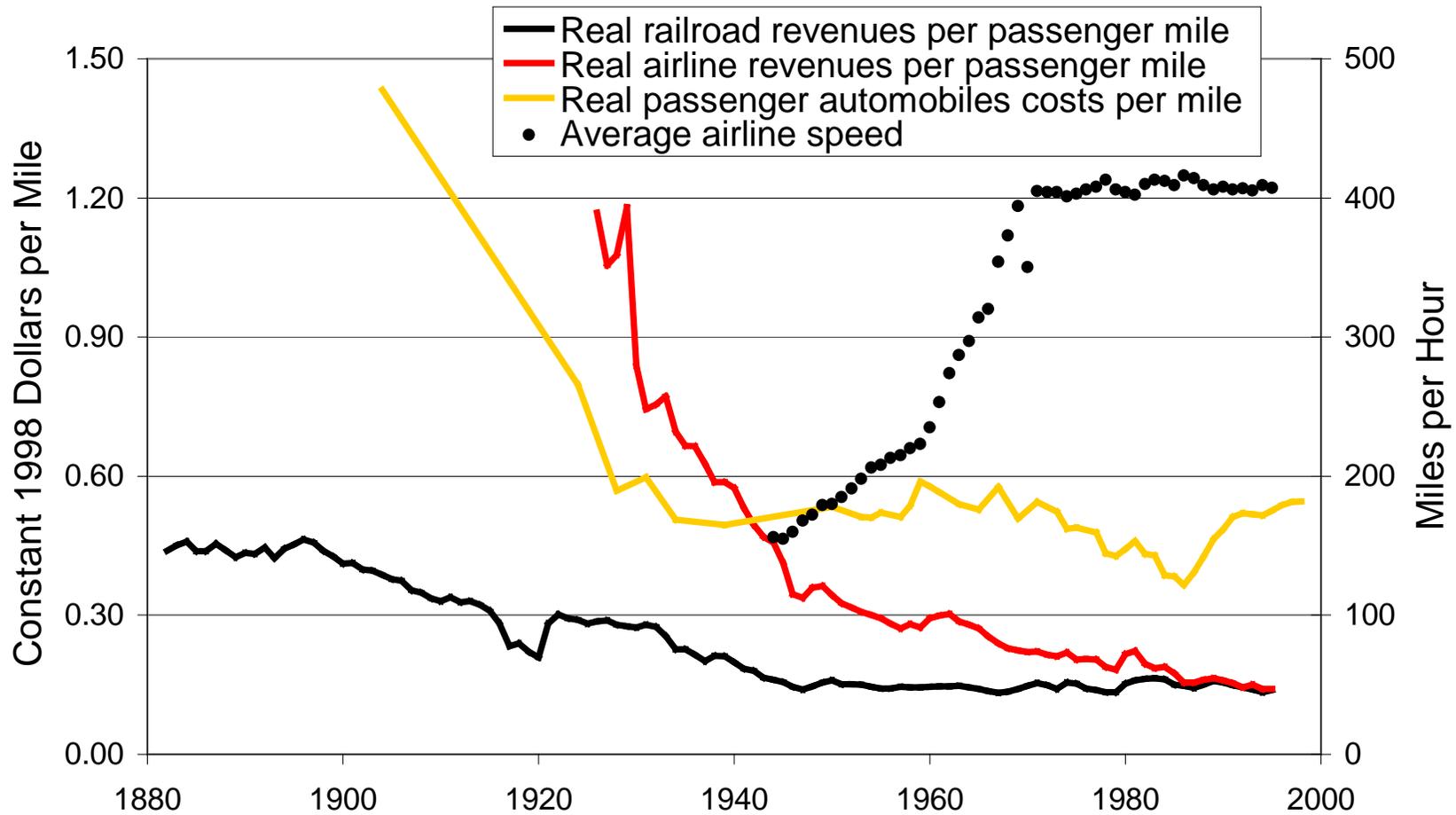
# Grösse der Güter-Märkte: Eine Hypothese



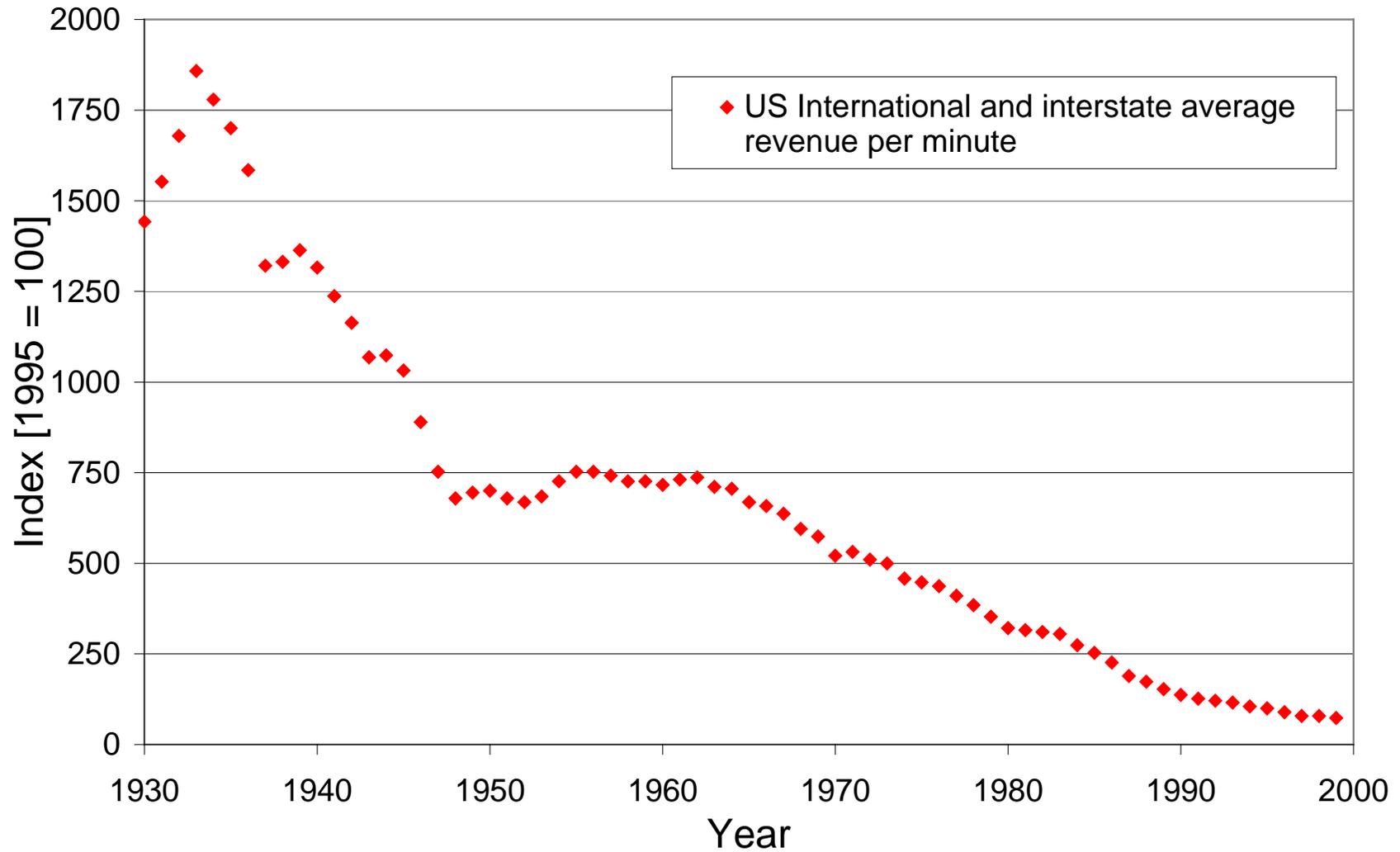
# Preisverfall der Pkws



# Kostenverfall der km-Preise



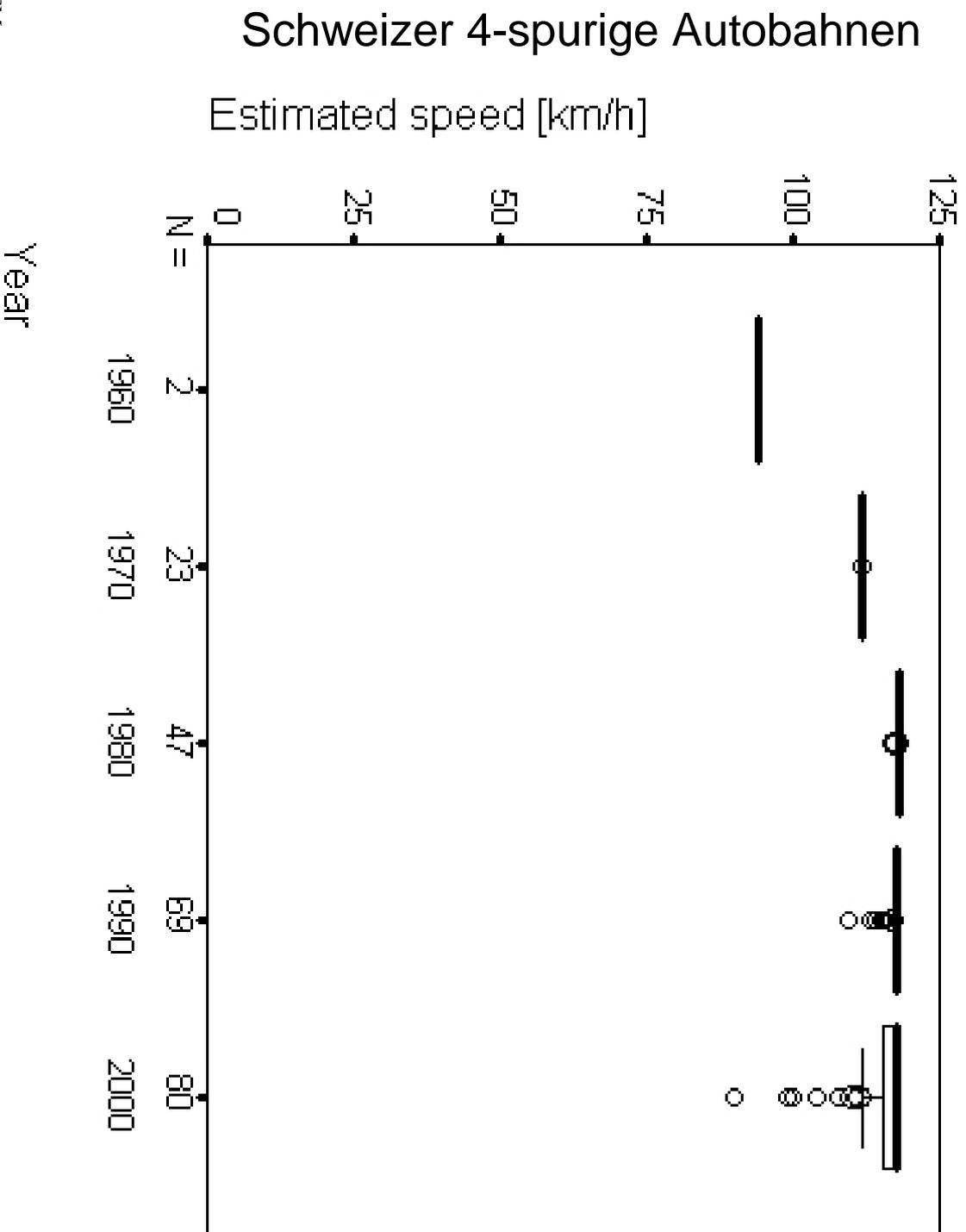
# Preisverfall in der Telekommunikation



# Autobahngeschwindigkeiten in der Schweiz

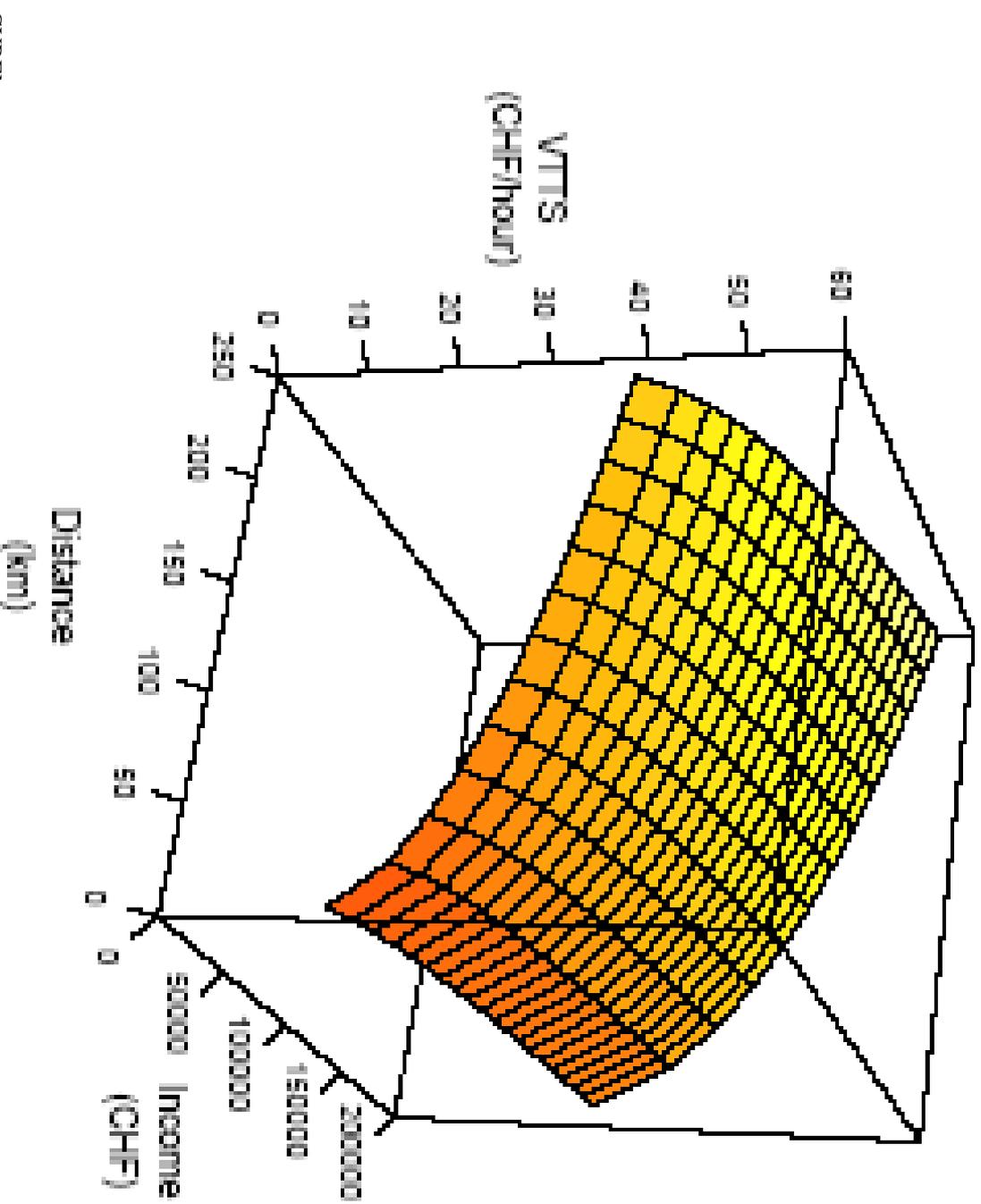
Axhausen und Fröhlich, 2004

CUREM



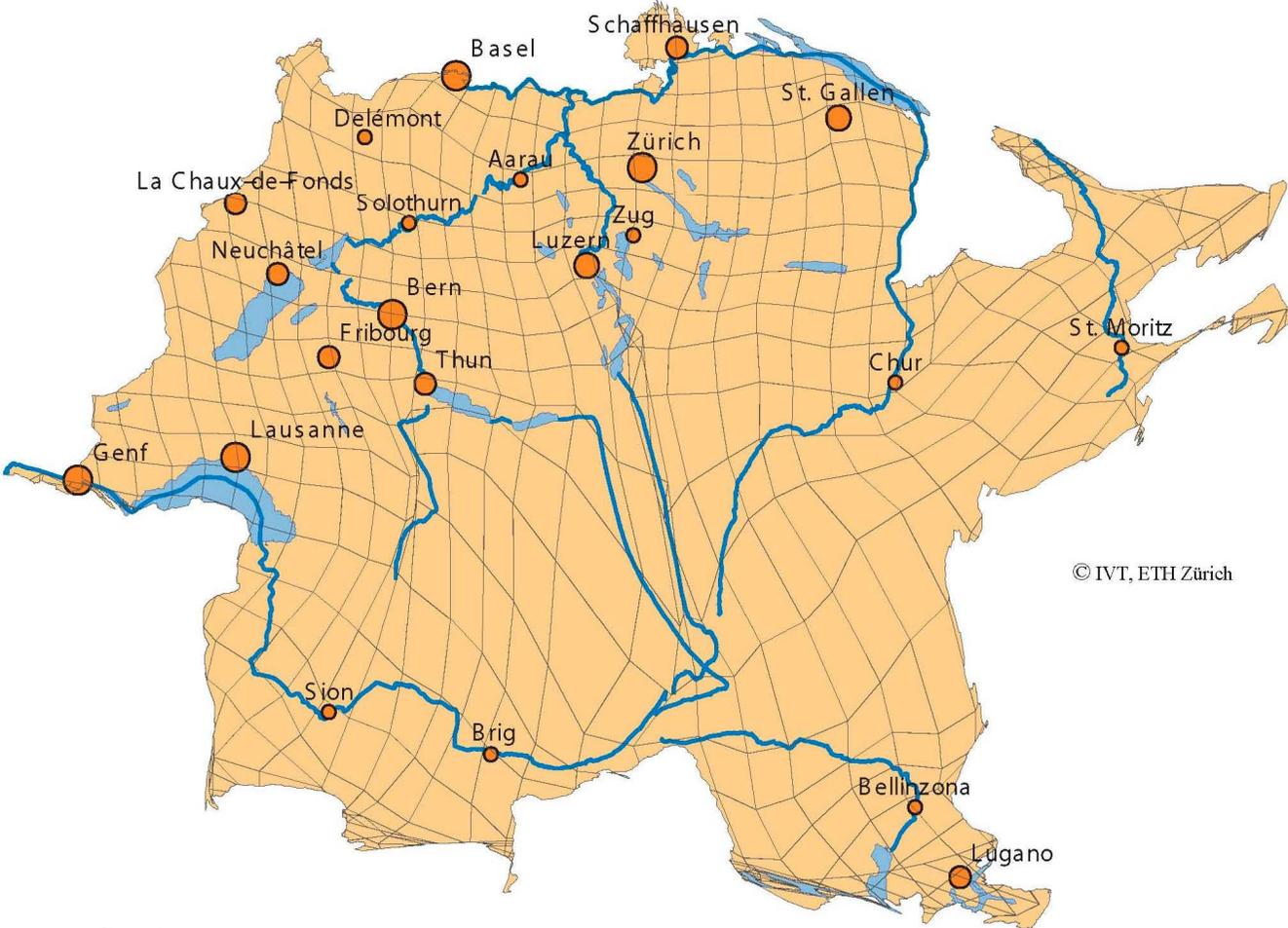
# Wachsende Ungeduld für freie Fahrt

Axhausen, Hess, König, Bierlaire, Bates and Abay, 2006



CUREN

# “Strassen” - Schweiz (1950)



© IVT, ETH Zürich

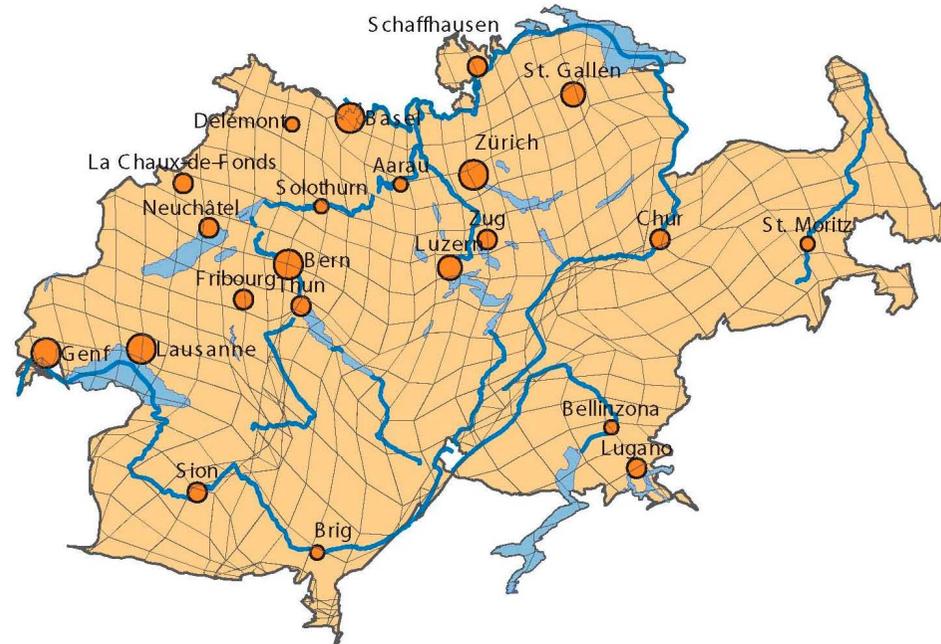
Scherer, 2004

CUREM 1

1 Stunde  
10km x10km Raster

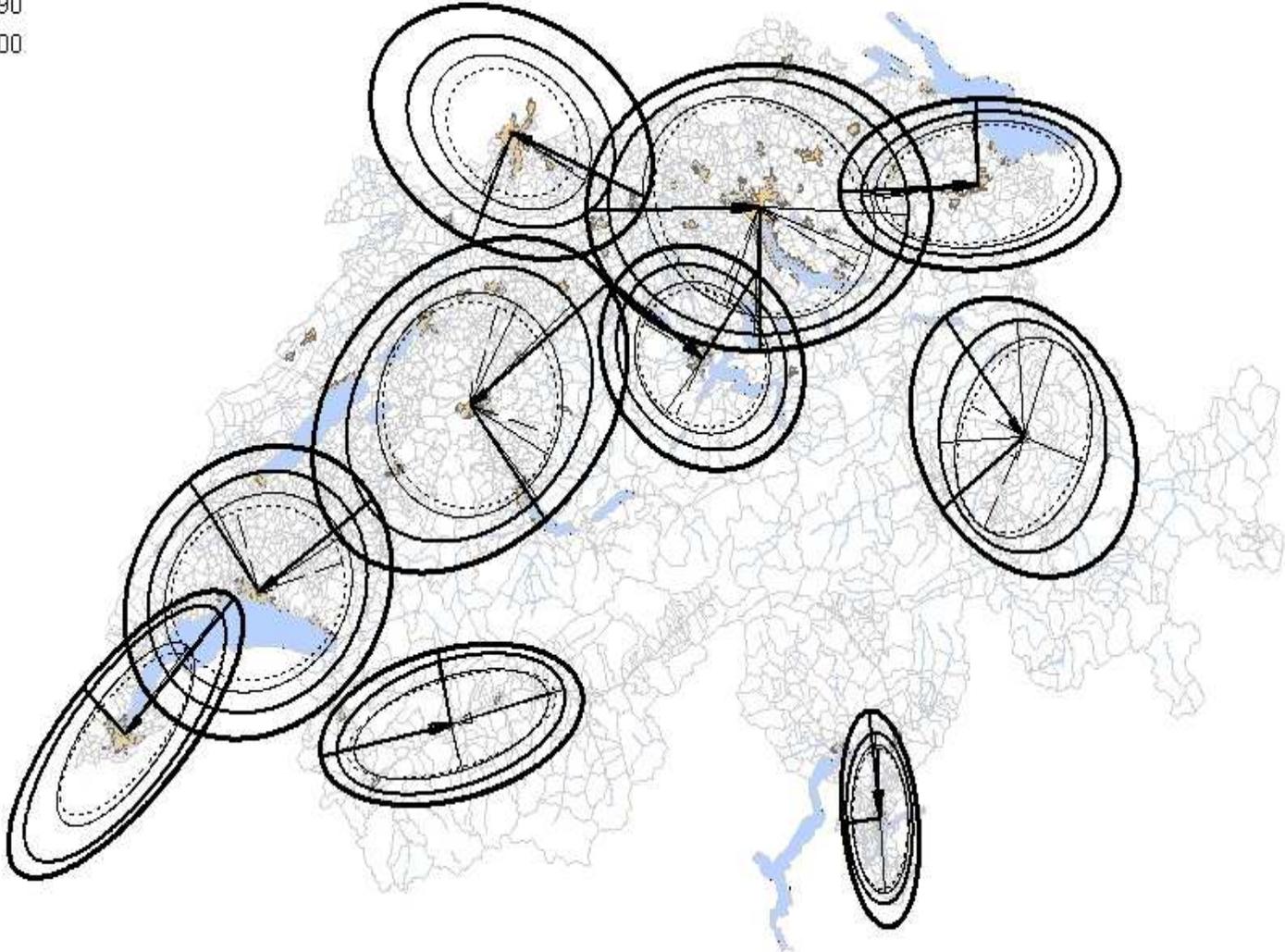
# “Strassen” - Schweiz (2000)

---



# Suburbanisierte Schweiz

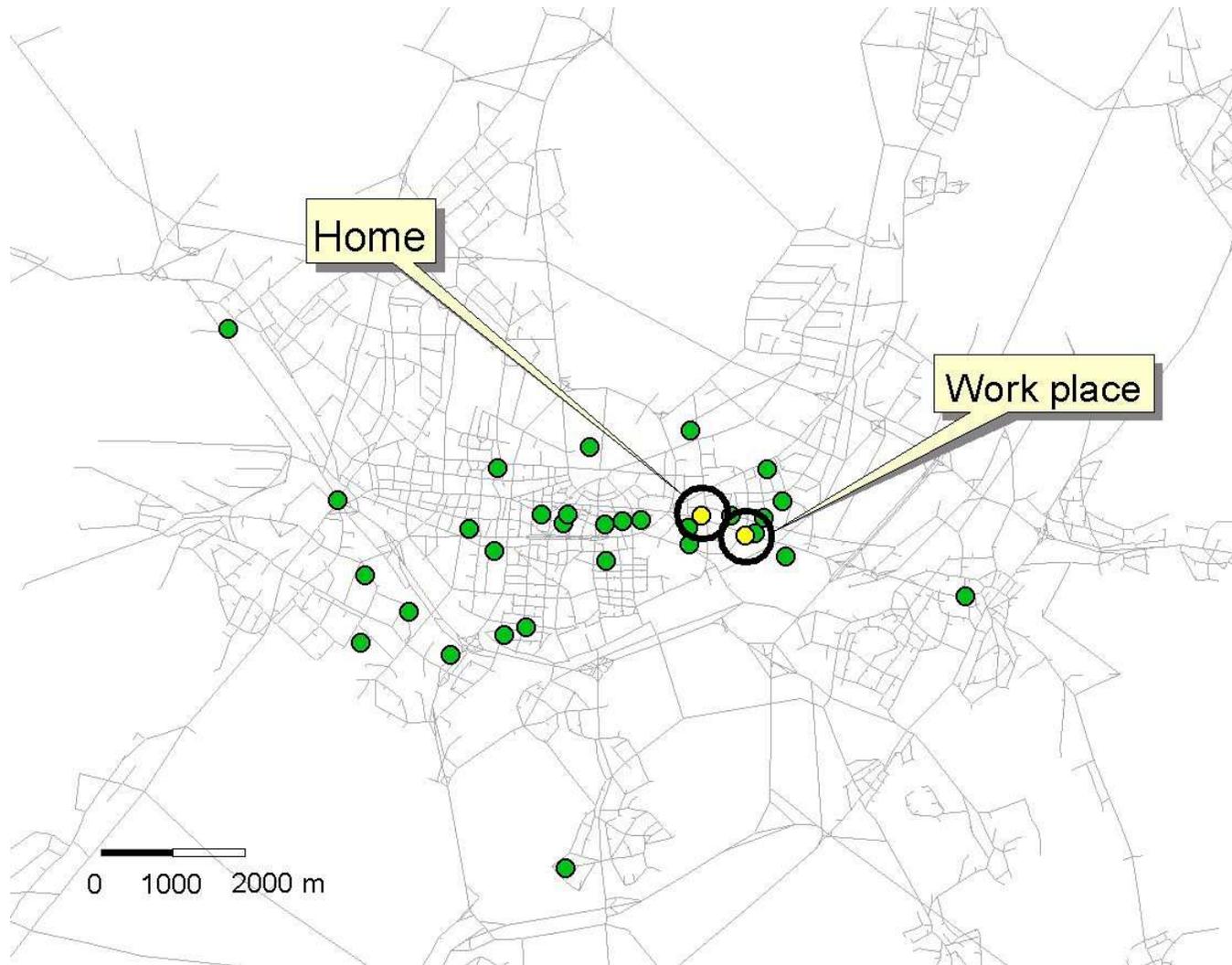
- 1970
- 1980
- 1990
- 2000



Nach Botte, 2003

CUREM 1

# Ein lokaler Aktivitätenraum



Female, 24  
Full time  
Single  
216 trips / 6  
weeks

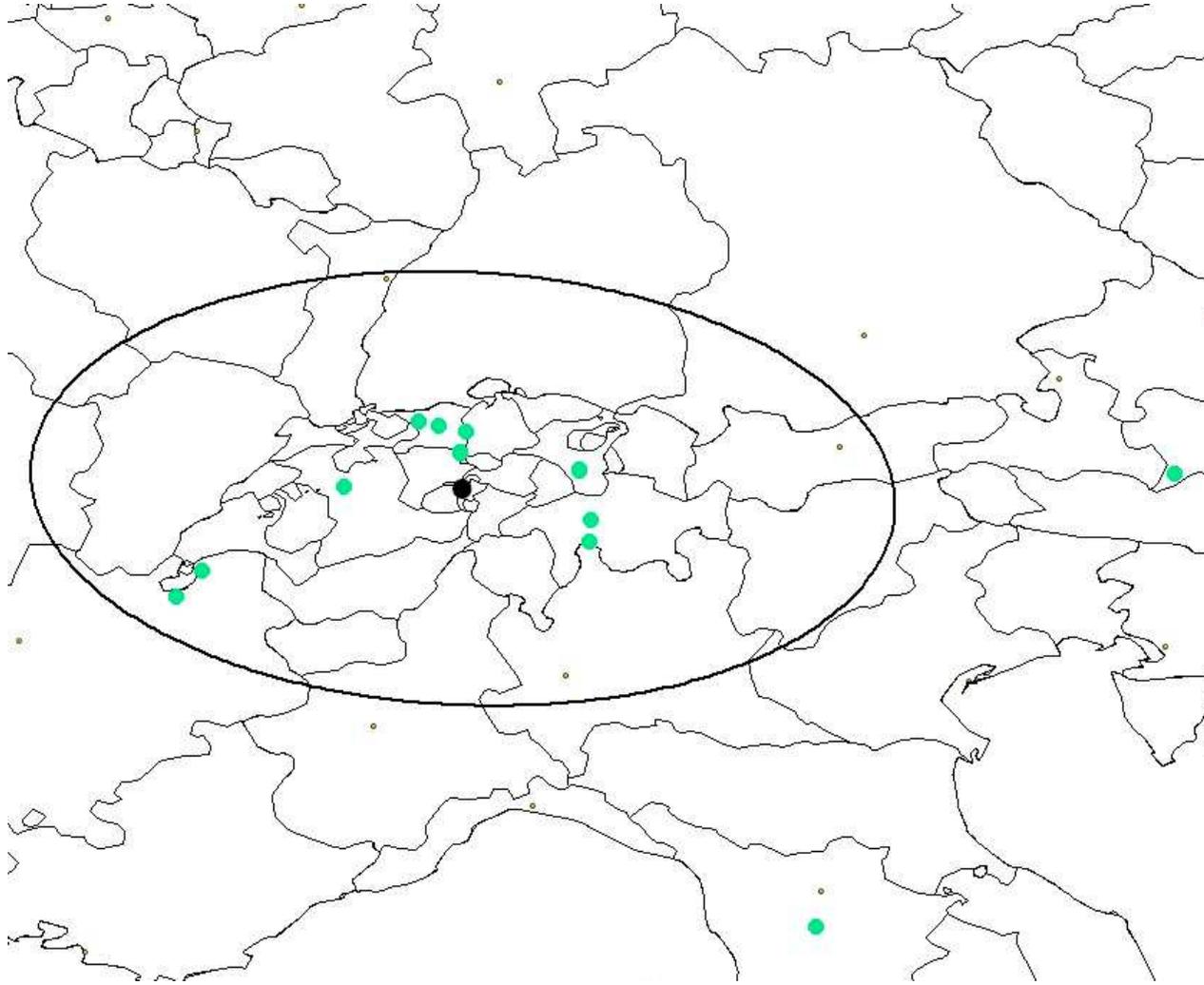
Schönfelder

12000761

CUREM 1

# Eine Geographie des Sozialen

---



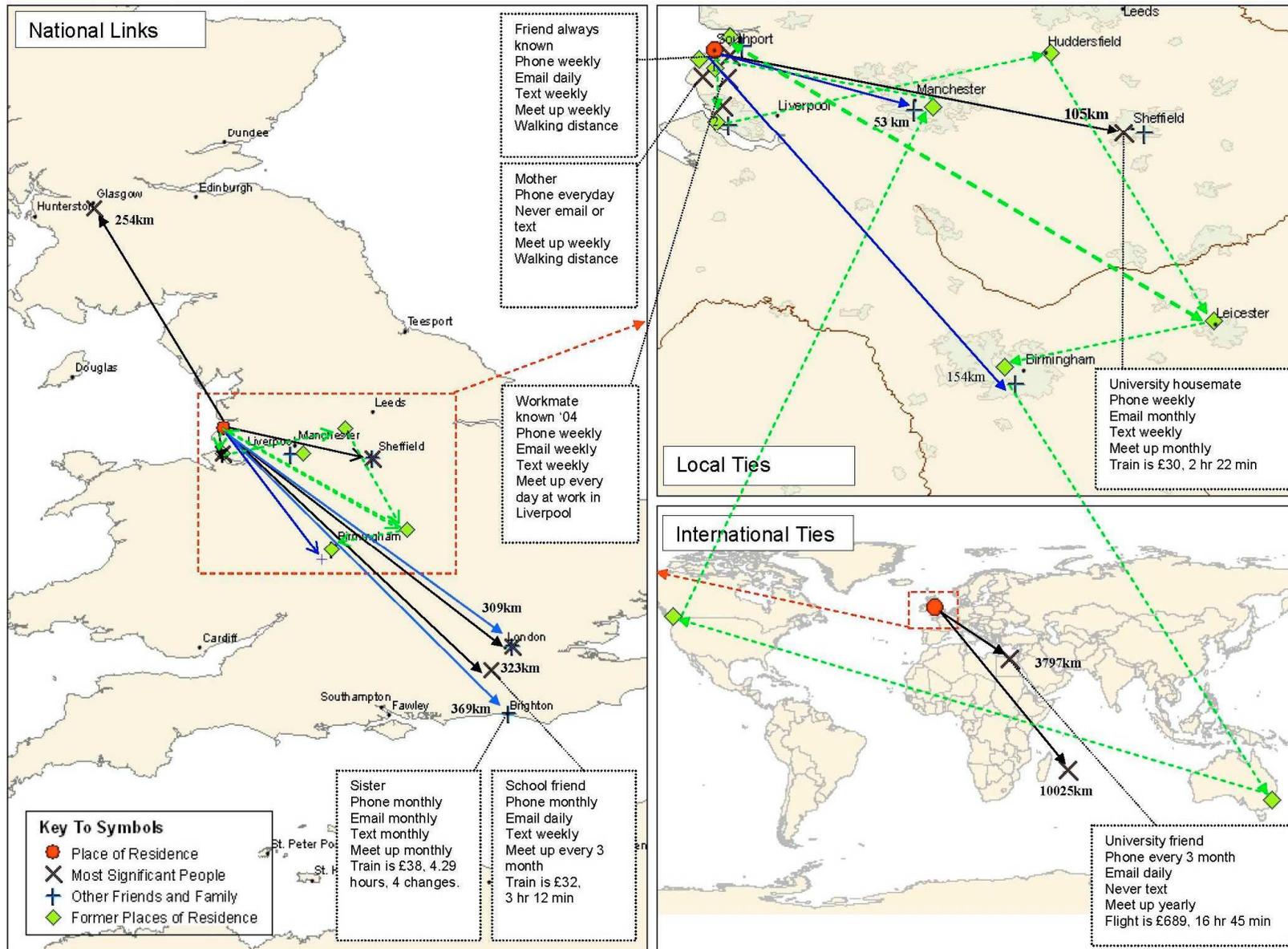
Weiblich, 28,  
4 Umzüge,

Ohnmacht, 2004

CUREM 1

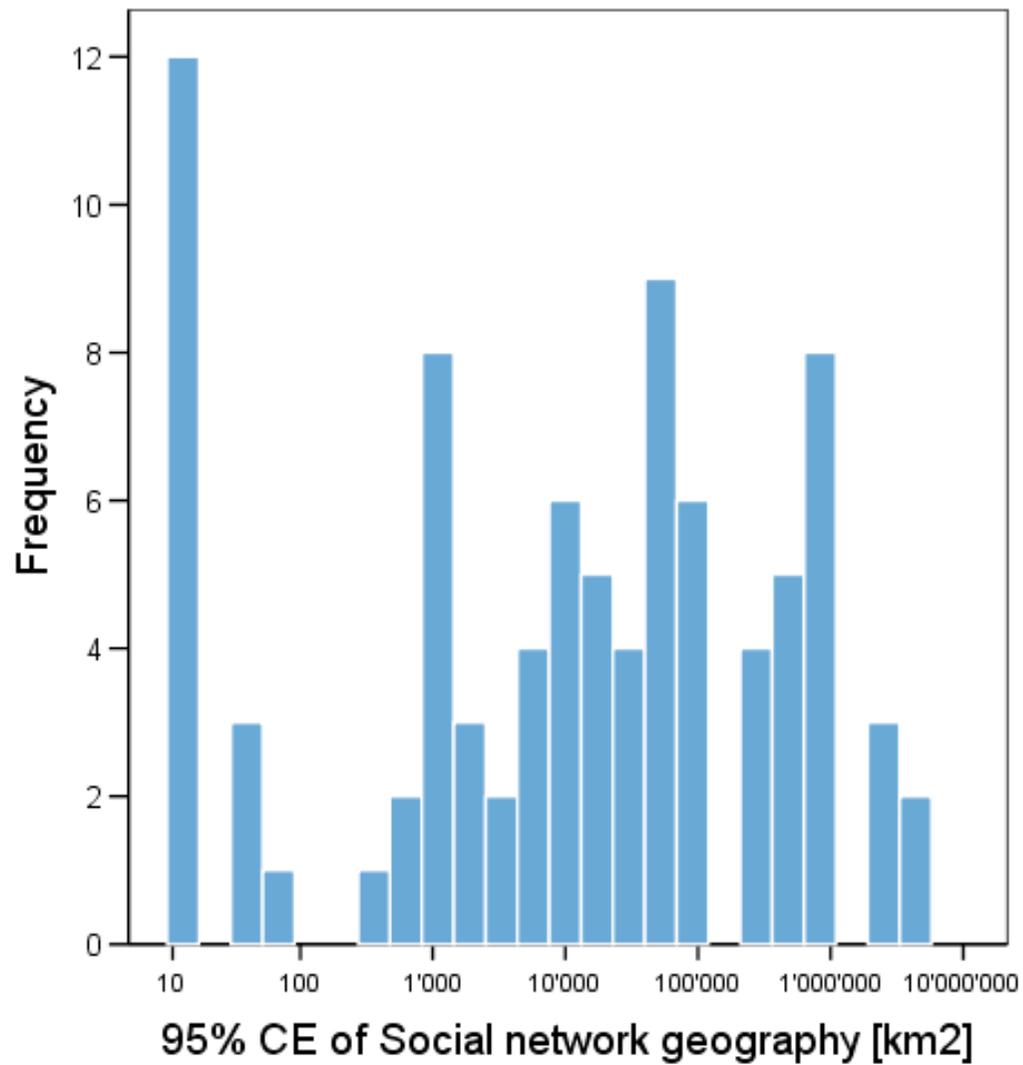
28

# Biographie eines britischen Architekten, Anfangs 30



# Verteilung der Geographine des Sozialen

---



Masszahl:  
95% Konfidenz-  
ellipse

# Agenten und Verkehrsflüsse

---

# Ansätze

---

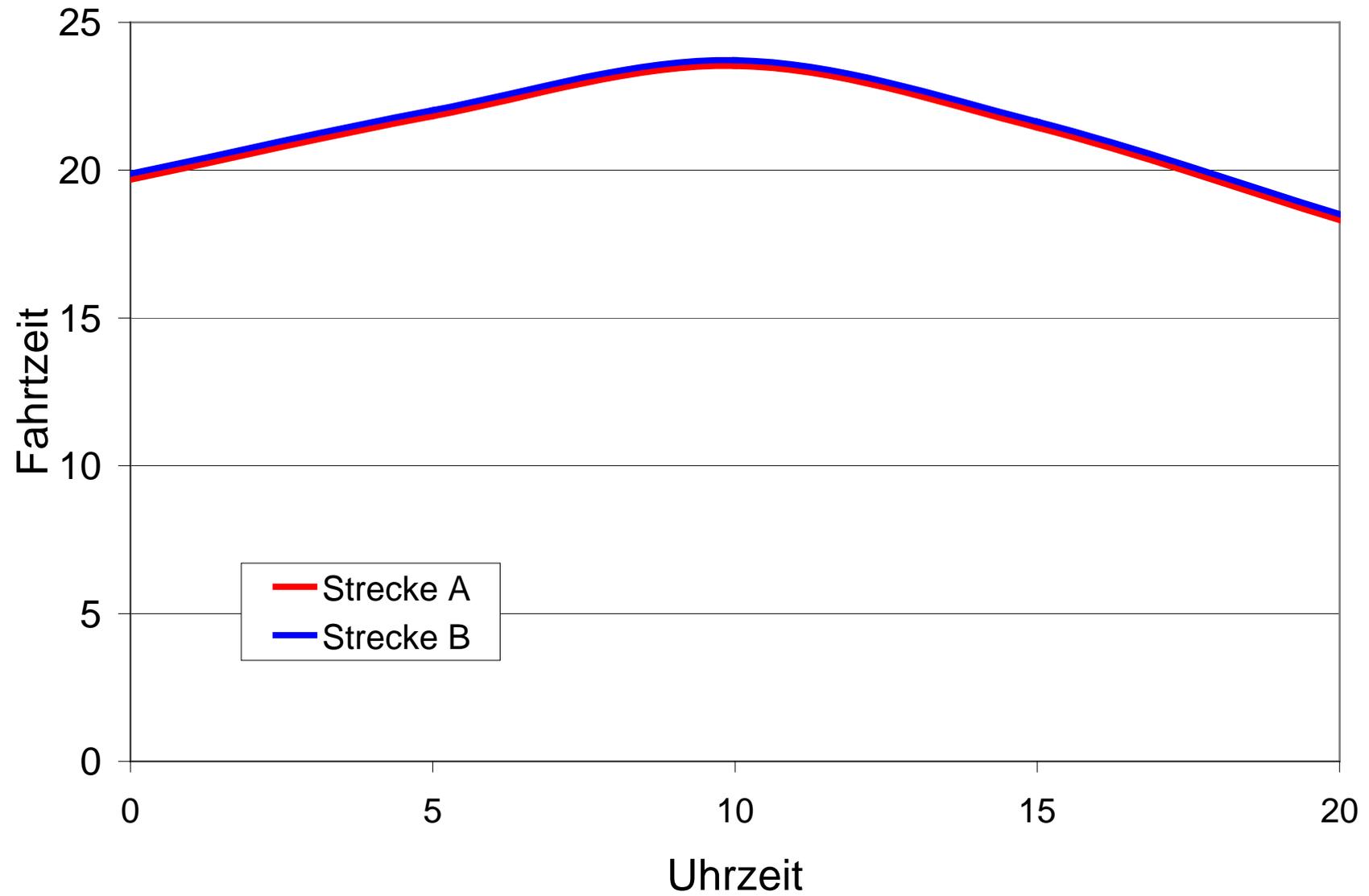
- Aggregierte Gleichgewichte in Netzen:

Die generalisierten Kosten aller verwendeten Wege zwischen zwei Punkten sind gleich

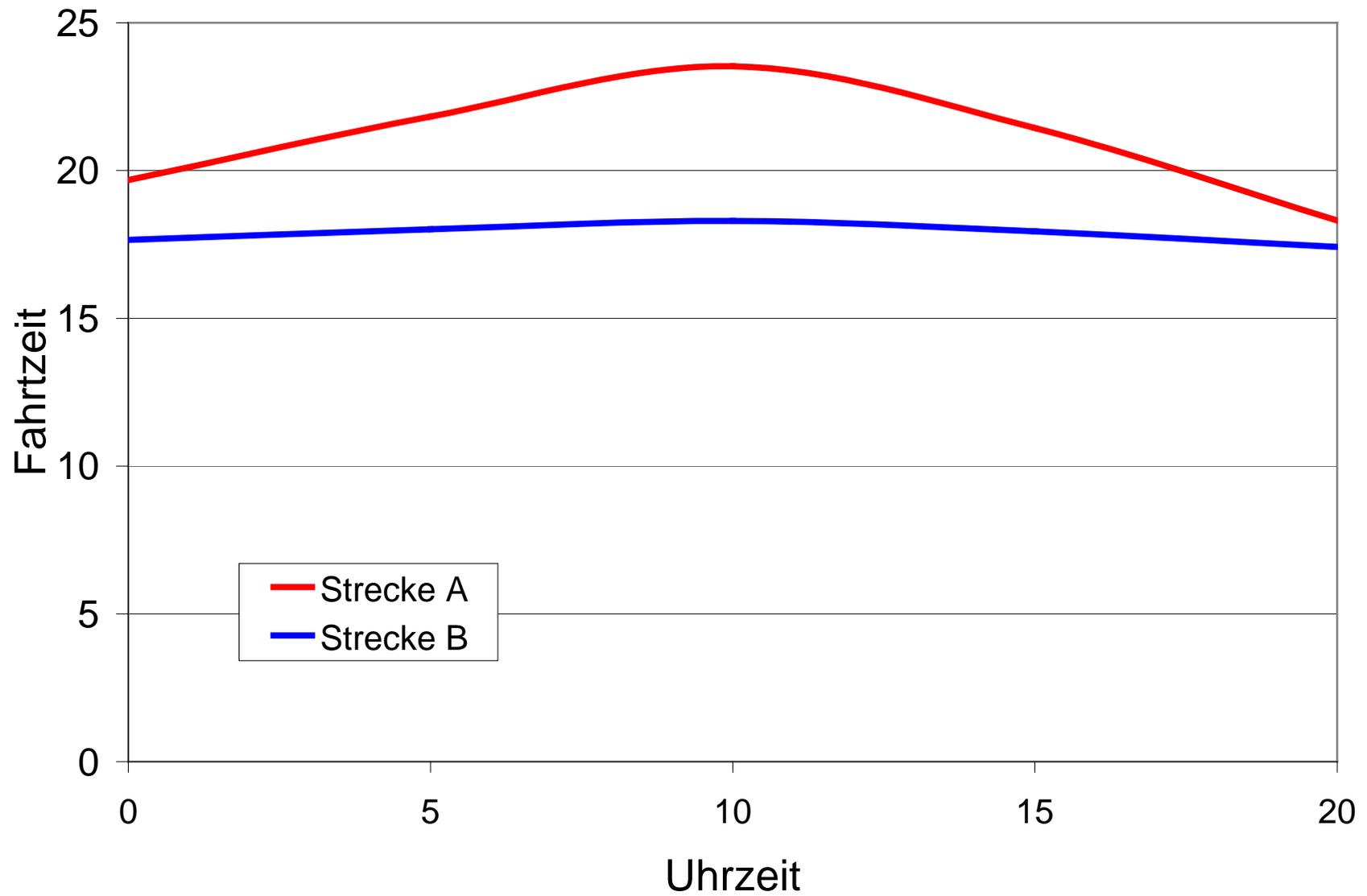
- Mikroskopische Simulation der Entscheidungen von “Agenten”

# Downs Paradox: Ausgangslage

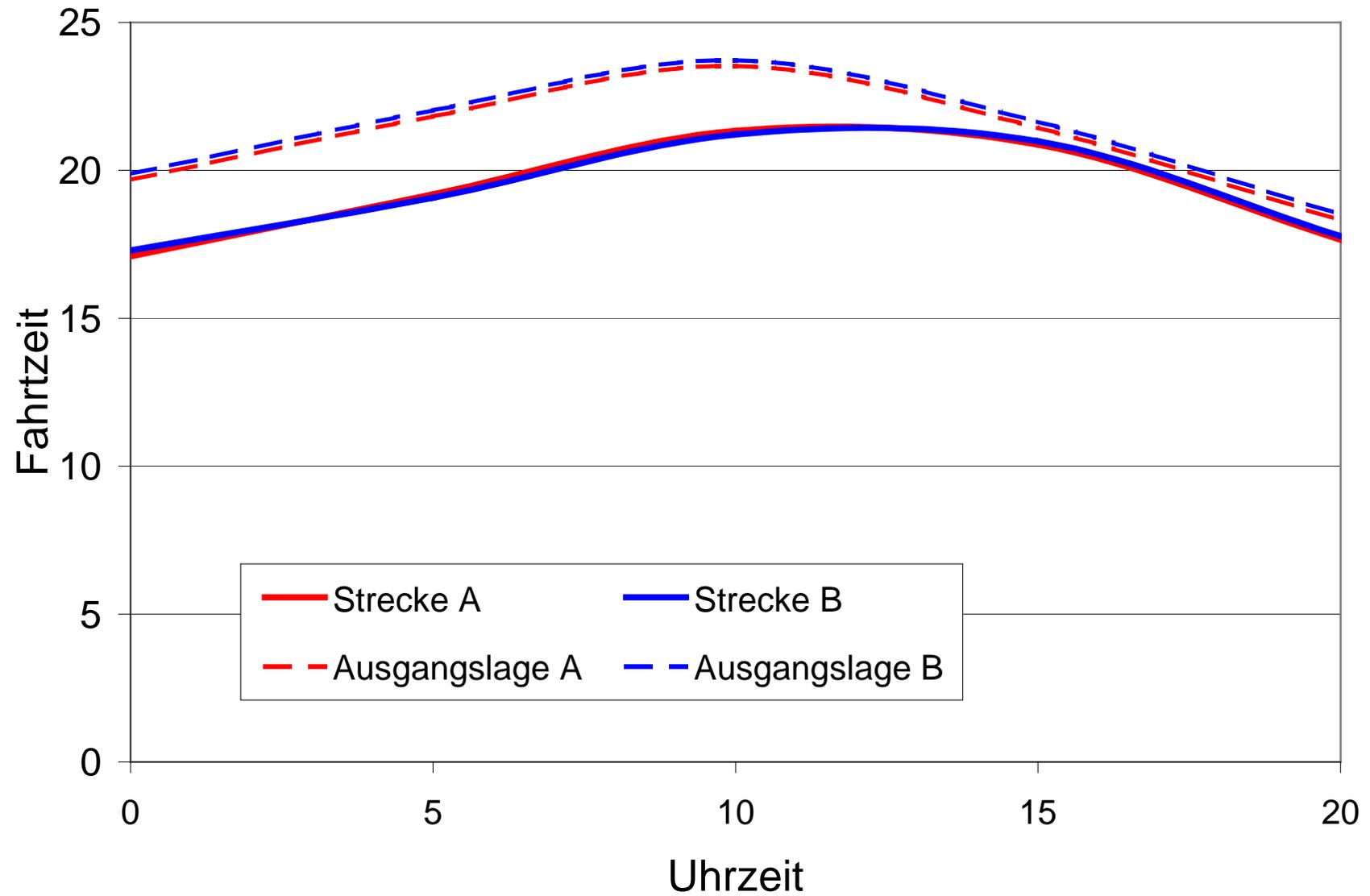
---



# Downs Paradox: Mit weiterer Spur auf Strecke B



# Downs Paradox: Nach Arbitrage



# Nationales Verkehrsmodell: Software

---

Verkehrsnachfrage:

- VISEVA (Prof. Lohse, TU Dresden) (PTV AG, Karlsruhe)

Umlegung mIV und ÖV:

- VISUM (PTV AG, Karlsruhe)

# Nationales Verkehrsmodell: Datenquellen

---

## Struktur der Verkehrsnachfrage:

- Mikrozensus Verkehr 2000
- Volkszählung 2000

## Netze mIV:

- IVT auf Grundlage MicroGIS

## Netze ÖV:

- IVT auf Grundlage HAFAS-Datenbank der SBB

## Zählungen:

- Automatische Zählstellen des Bundes und der Kantone
- Zählungen alpenquerender und Grenzverkehr
- ICN – Modell des interregionalen Schweizer ÖV

## Verkehrserzeugung

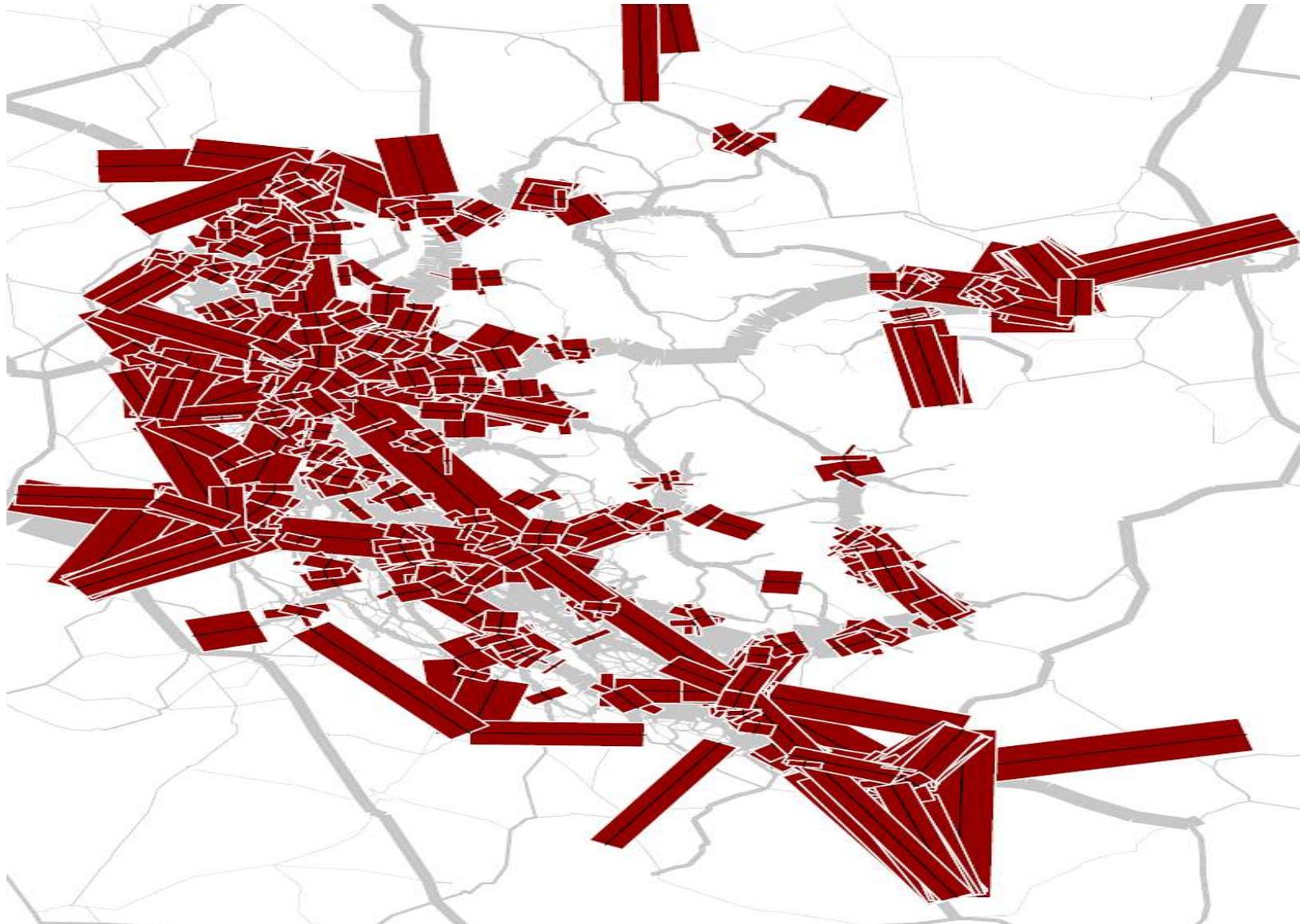
---

	Berechnete Wege in Mio. und [%]	MZ 2000 [%]
Arbeit	7,98 Mio. [28.1 %]	28.2
Ausbildung	2,91 Mio. [10.3 %]	10.3
Nutzfahrt	1,78 Mio. [6.3 %]	5.1
Einkauf	4,91 Mio. [17.3 %]	17.9
Freizeit, Sonstiges	10,80 Mio. [38.0 %]	38.5
Total	28,39 Mio. [100 %]	[100 %]

---

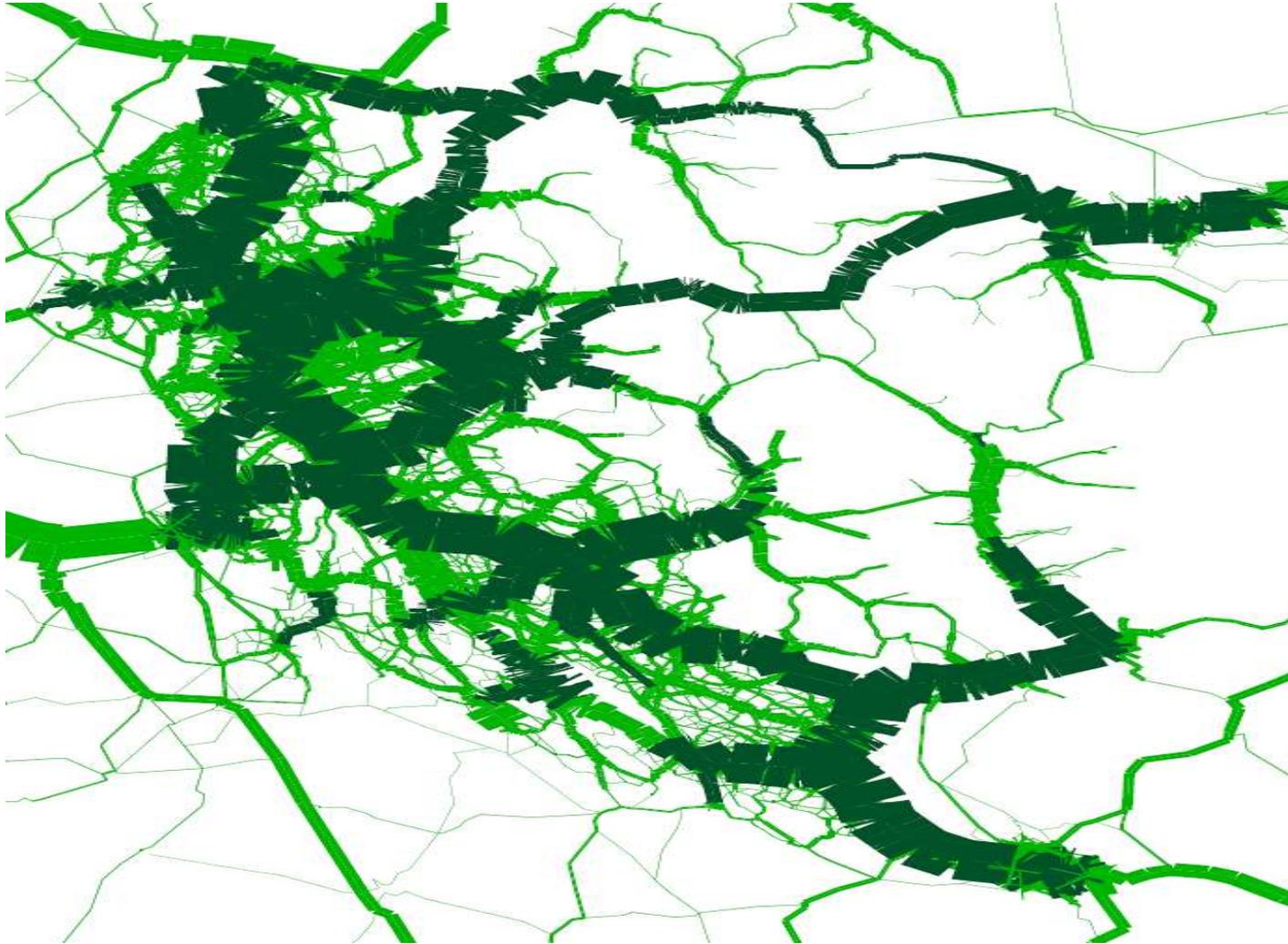
# mIV - Verflechtungen über 2000 Fahrten/Tag

---



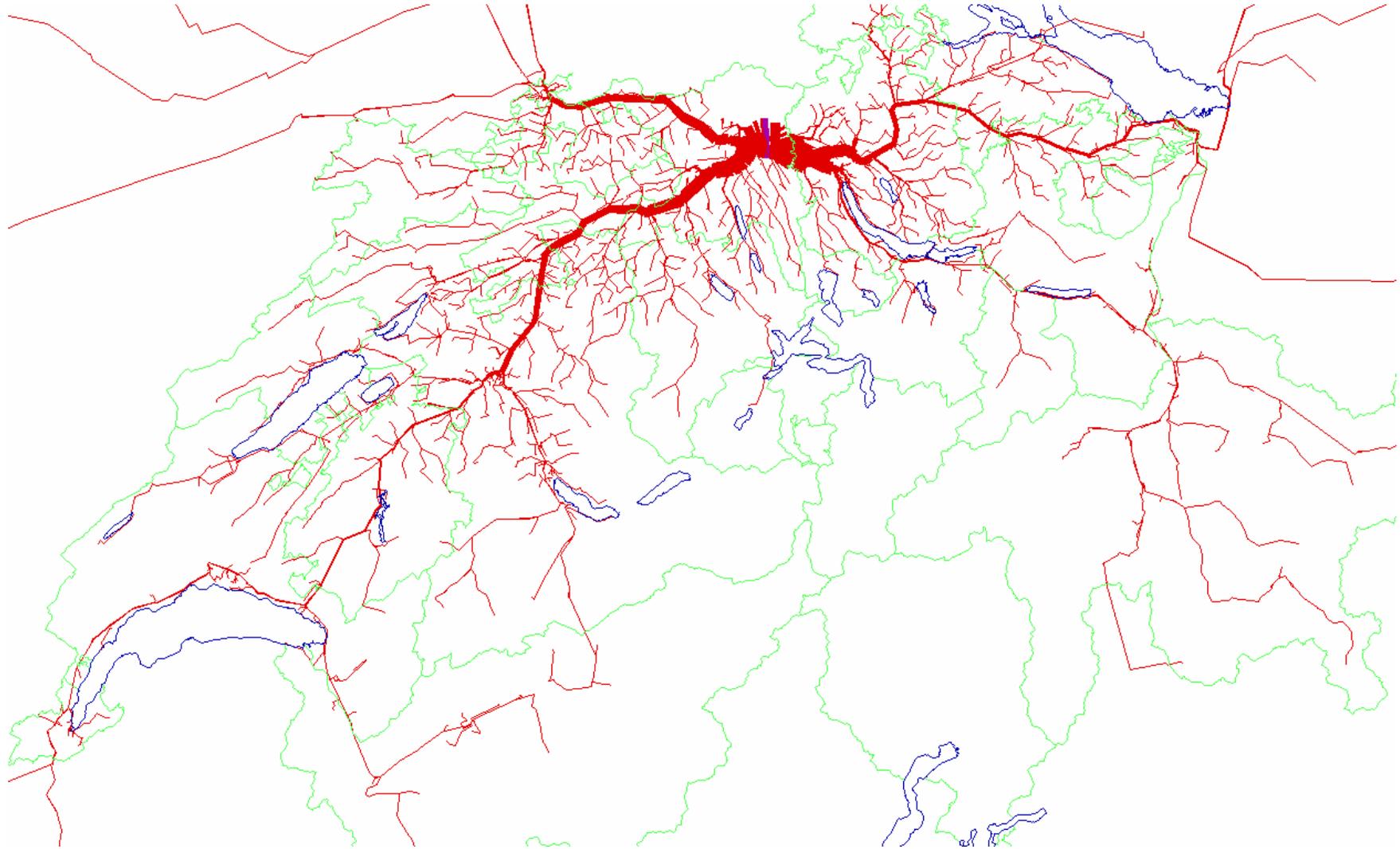
# Belastungen Strassennetz

---



# Spinnenanalyse mIV (Baregg-Tunnel)

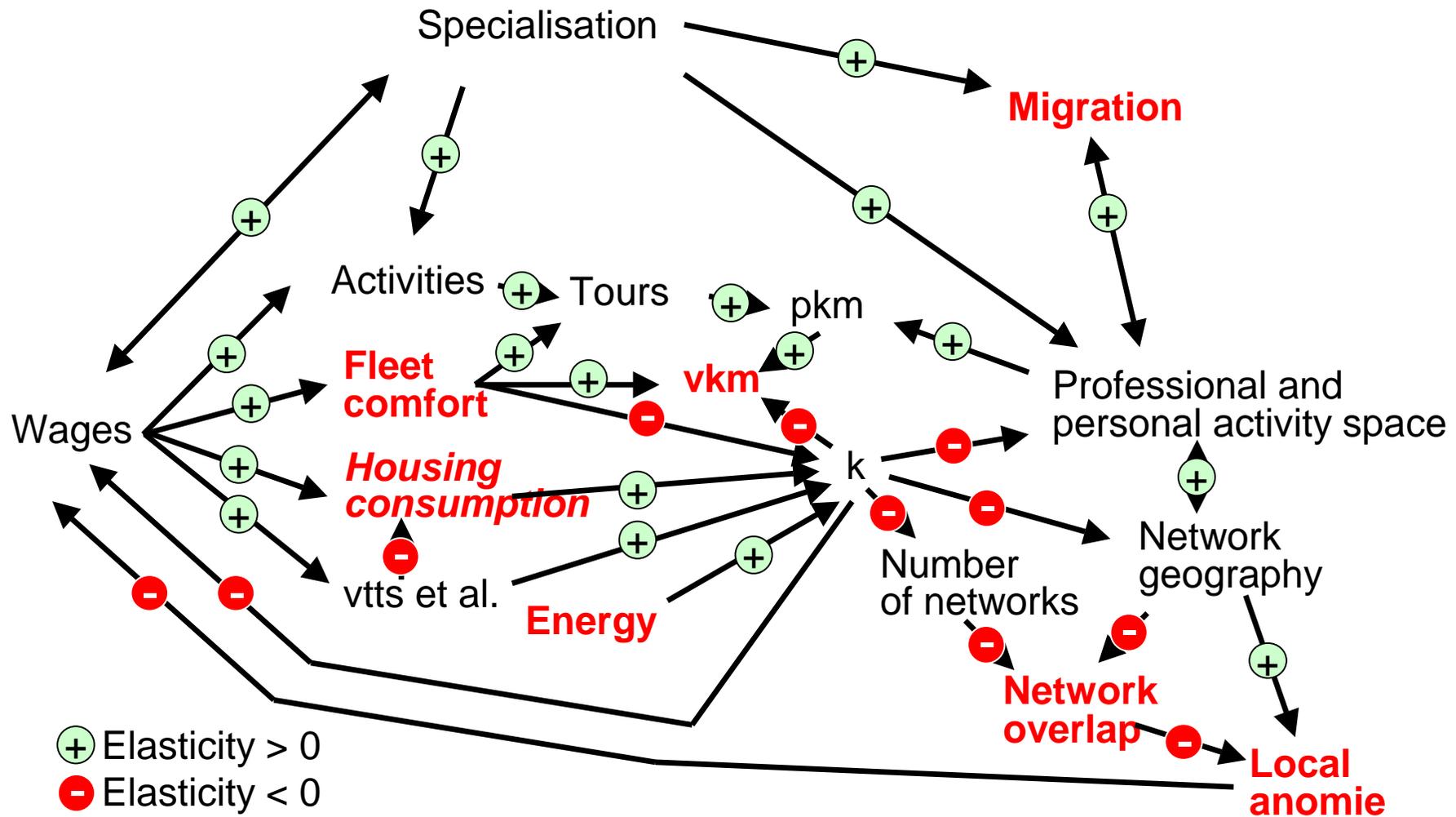
---



# Wie weiter ?

---

# Aktivitätenräume und Externalitäten



# Literatur

---

# Literatur und Referenzen

---

- Axhausen, K.W. (2003) Social networks and travel: Some hypotheses, *Arbeitsberichte Verkehr- und Raumplanung*, **197**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
- Axhausen, K.W. und P. Fröhlich (2004) Public investment and accessibility change, in P. Marti und A. Müller (Hrsg.) Festschrift Schalcher, vdf, Zürich.
- Botte, M. (2003) Strukturen des Pendelns in der Schweiz, Diplomarbeit, Fakultät für Bauingenieurwesen, TU Dresden, August 2003.
- Putnam, R.D. (1999) *Bowling Alone: The collapse and revival of American community*, Schuster and Schuster, New York.
- Schönfelder, S. and K.W. Axhausen (2004) Structure and innovation of human activity spaces, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **258**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Schönfelder, S. and K.W. Axhausen (2003) On the variability of human activity spaces, in M. Koll-Schretzenmayr, M. Keiner und G. Nussbaumer (eds.) *The Real and Virtual Worlds of Spatial Planning*, 237-262, Springer, Heidelberg.
- Tschopp, M., R. Sieber, P. Keller und K.W. Axhausen (2003) Demographie und Raum in der Schweiz, *DISP*, **153**, 25-32.

# Anhang

---

# 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

---

Unfallrisiko

Unfallrisiko

Gefährdung durch Verbrechen

Gefährdung durch Verbrechen

Umgebungsqualität

Umgebungsqualität

Komfort des Fahrzeugs

Komfort des Fahrzeugs

Fahrkomfort

Fahrkomfort

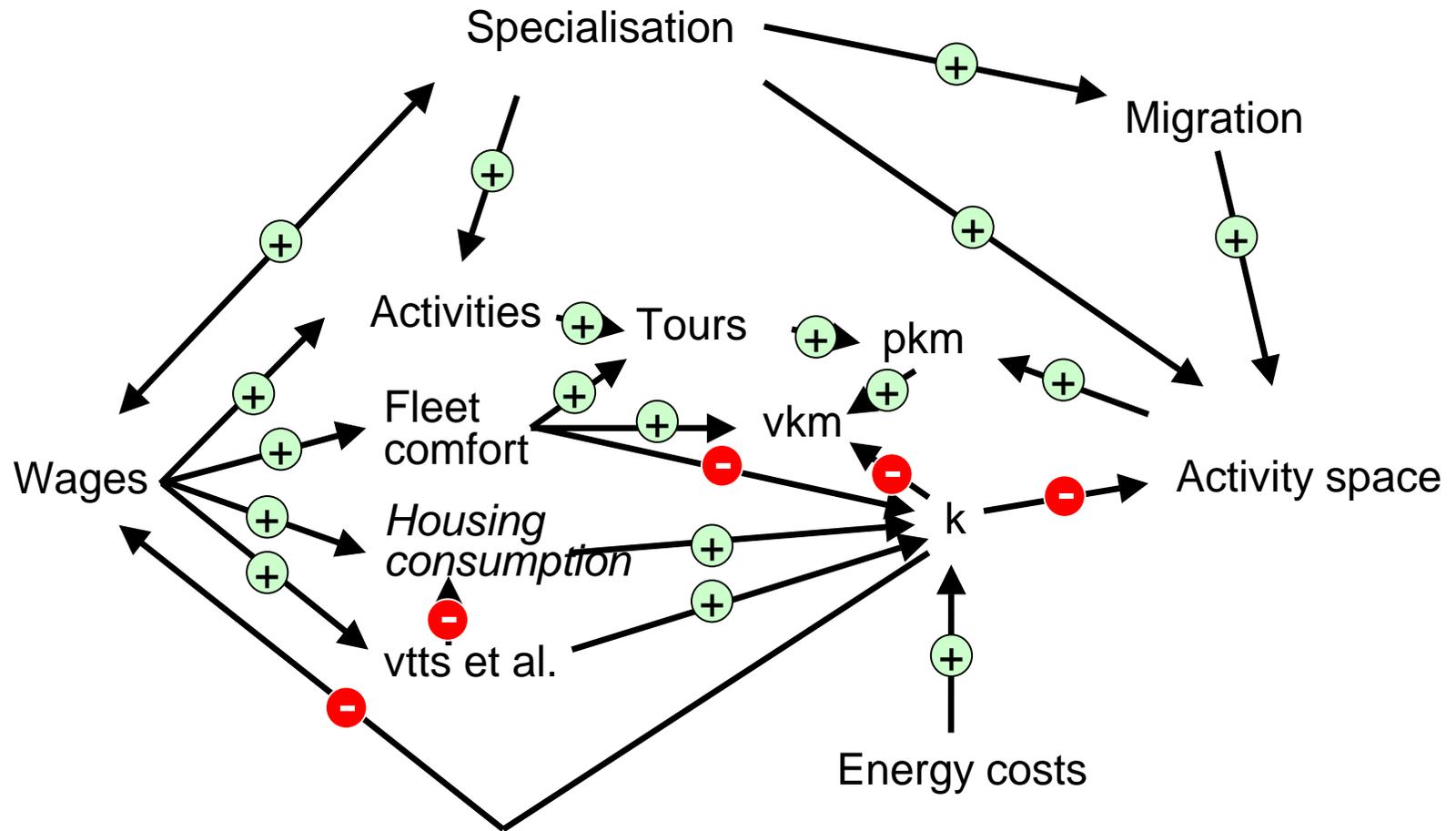
Fahrstress

Aufenthaltsstress

Informationsdichte und -qualität

Informationsdichte und -qualität

# Grösse der Aktivitätenräume: Eine Hypothese



⊕ Elasticity > 0

⊖ Elasticity < 0

k: personal short term generalised costs of travel

# ÖV - Verflechtungen über 500 Fahrten/Tag

---



# Belastungen Schienennetz

---

