

Bevorzugter Zitierstil für diesen Vortrag

Axhausen, K.W. und Ph. Fröhlich (2004) Erreichbarkeitsuntersuchungen für Luft, Schiene und Straße, Vortrag, PTV Anwenderseminar, Oktober 2004.

1

Erreichbarkeitsuntersuchungen für Luft, Schiene und Straße

KW Axhausen und Ph. Fröhlich

IVT
ETH
Zürich

Oktober 2004

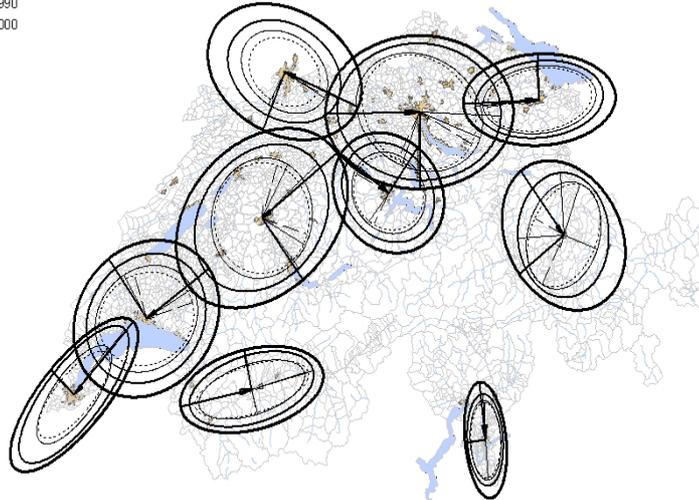
 Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Sichtbare Wirkung der Erreichbarkeit: Schweiz ab 1970

1970
1980
1990
2000



Nach Botte, 2003

Pendlereinzugsbereiche der 10 grössten Schweizer Städte auf Grundlage der Pendlermatrizen der Volkszählungen ³

Erreichbarkeit: Wie messen ? (1)

Eine Quelle zu einem Ziel:

- Verknüpfung (einer bestimmten Qualität vorhanden)
- Reisezeit unter einem bestimmten Grenzwert
- Generalisierte Kosten (gewichtete Summe aller Ressourcenverbräuche) unter einem bestimmten Grenzwert

4

Erreichbarkeit: Wie messen ? (2)

Von einer Quelle zu allen/vielen Zielen:

- Anzahl Orte, die in einem der obigen Sinne erreichbar sind
- Summe der Gelegenheiten, die einem der obigen Sinne erreichbar sind
- Summe der gewichteten Gelegenheiten (Potential)

$$E_i = \sum_{k_{ij}=0}^{k_{ij} < k_{\max}} X_j f(k_{ij})$$

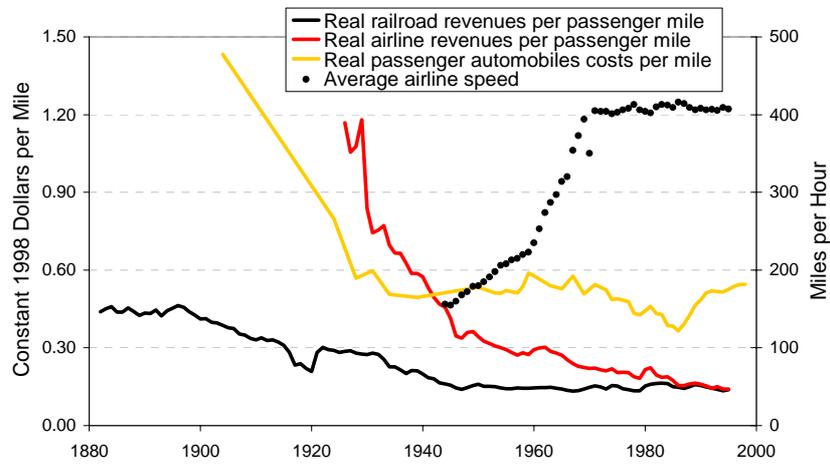
5

Logik der Erreichbarkeit

Verkehrssystem	Anbieter	Nachfrager
Niedrigere (Gen.) Nutzerkosten	Grössere Märkte	Bessere Auswahl
Höhere Verkehrs- leistungen Bessere Aus- lastung	Spezialisierung Höhere Löhne Produktivitäts- wachstum	Bessere Qualität Niedrigere Preise
Mehr Mittel zur Erweiterung/Erhaltung		

6

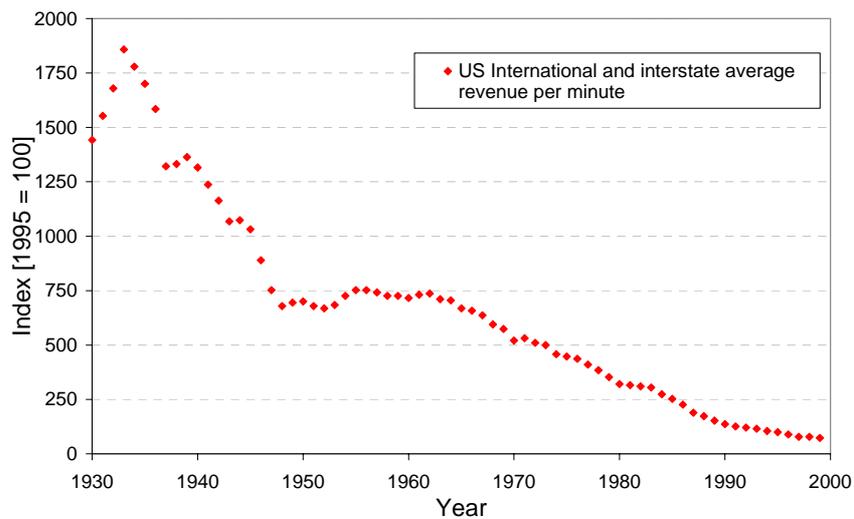
Hintergrund: Kostenverfall im Verkehr



Adapted from Rhode and Strumpf (2003)

7

Hintergrund: Kostenverfall in der Telekommunikation



Adapted from FCC (2001)

8

(Forschungs)fragen

Wie verändert sich die Erreichbarkeit als Funktion von Netz und Angebot ?

Wie genau muss man sein ?

Wie gross sind die messbaren Effekte auf die Volkswirtschaft ?
(z.B. Produktivität, Einkommen, Bevölkerung)

Hat sich die Grösse der Effekte über die Jahre verändert ?

9

Untersuchung 1: COST 340

Kontext:

- SNF/BBW/BAV finanziertes Projekt mit ViaStoria und IH, Neuenburg

Ziel:

- Erfassung der Erreichbarkeitsveränderungen seit 1950 (1850) in der Schweiz
- Schätzung der ökonomischen Reaktion auf die Veränderungen

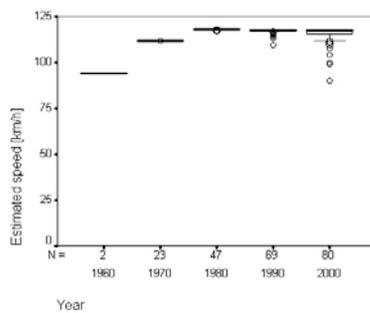
10

Modellaufbau Strasse

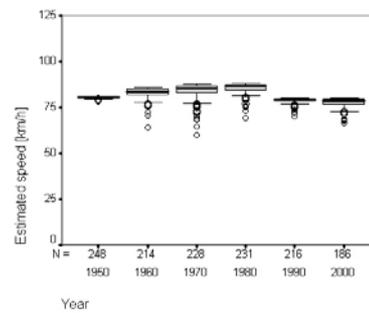
- Räumliche Auflösung: etwa 3'200 (Schweizer Gemeinden und NUTS 2/3 in 350 km um die Schweiz)
- Netzwerkauflösung: CH: 20'000 Strecken, davon 5'500 bearbeitet
EU: 30'000 Strecken, davon 1'000 bearbeitet
- Streckeneigenschaften: Mittlere Geschwindigkeiten nach Typ und Jahrzehnt
- Intrazonale Reisezeiten: Mittlere Distanz
- Nachfragematrix: Nur 2000 aus dem nationalen Modell
- Umlegeverfahren: Bestweg (Wardrops Gleichgewicht für 2000 mit Nachfragematrixe)

11

Geschwindigkeitsentwicklung auf Schweizer Strassen



2-spurige Autobahnen



Hauptstrassen

12

Modellaufbau Schiene

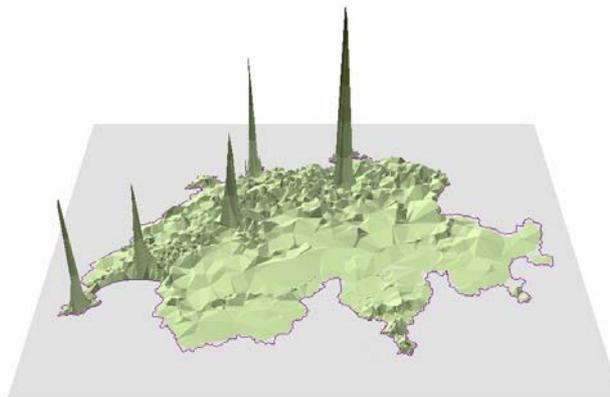
- Räumliche Auflösung: wie oben
- Netzwerkauflösung: Alle Bahnhöfe von SBB und Nebenbahnen seit 1850 (Wägge)
- Streckeneigenschaften: Fahrpläne ab 1950 (alle Fahrplankurse)

1950	6'000 Kurse an 1'800 Bahnhöfen
2000	11'000 Kurse an 1'900 Bahnhöfen
- Zugangszeiten: Strassenentfernungen mit Busgeschwindigkeit
- Umlegeverfahren: "Fahrplanfein 3"

13

Erreichbarkeiten Strasse (1950)

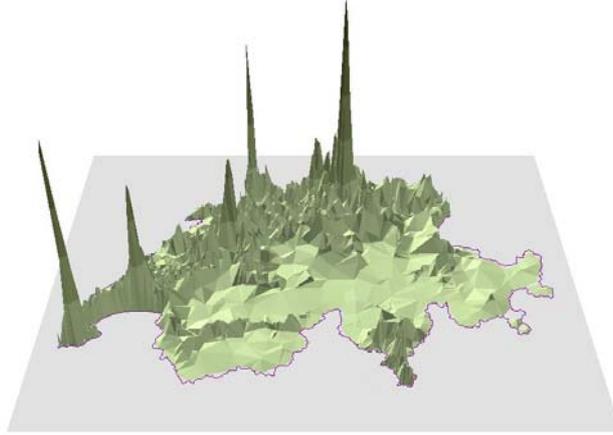
Fröhlich



14

Erreichbarkeiten Strasse (2000)

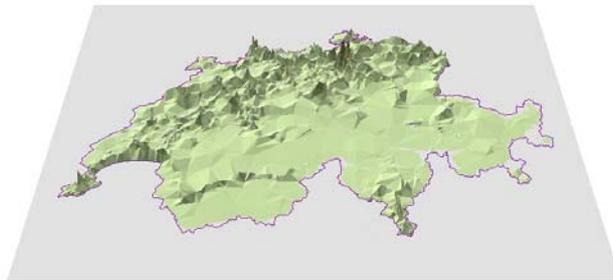
Fröhlich



15

Erreichbarkeiten Schiene (1950)

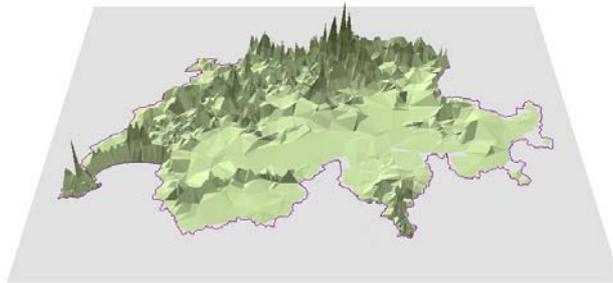
Fröhlich



16

Erreichbarkeiten Schiene (2000)

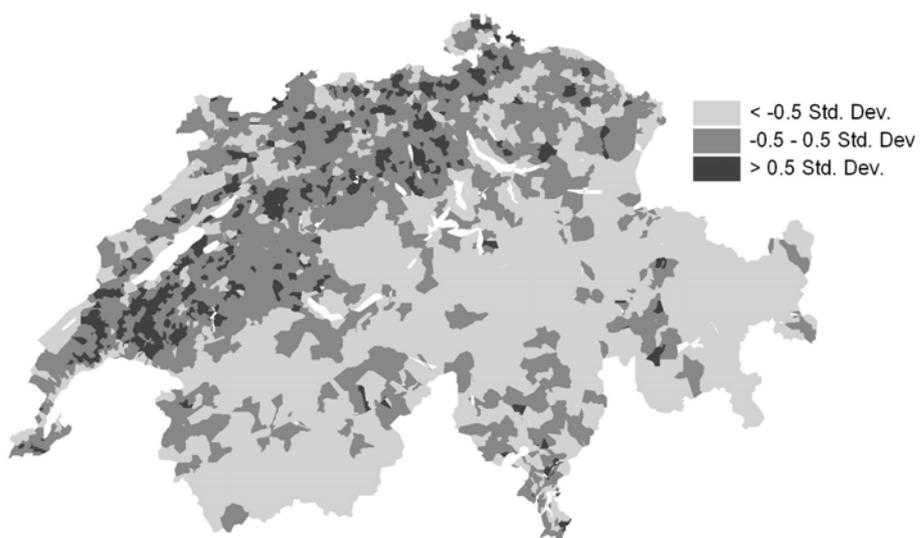
Fröhlich



17

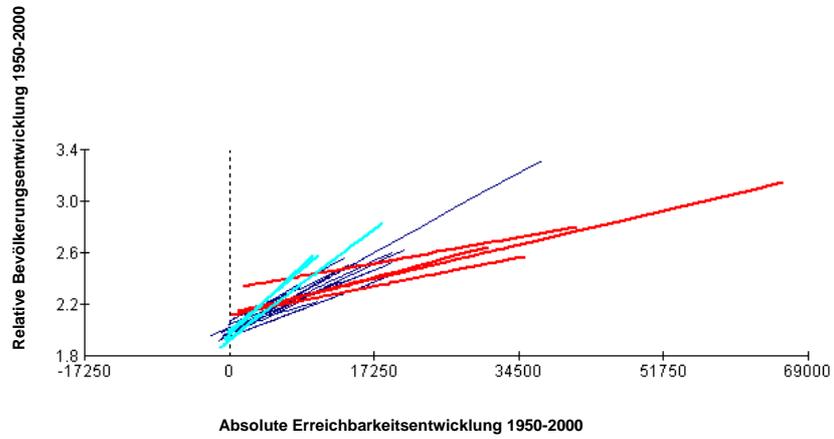
Verhältnisse IV zu ÖV Erreichbarkeiten (2000)

Fröhlich



18

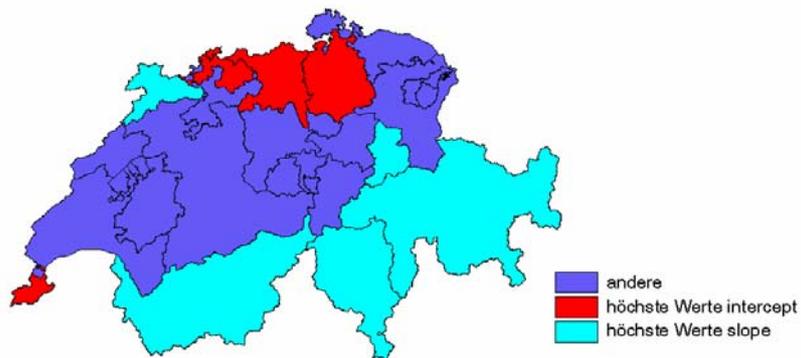
Schweiz: Erreichbarkeit vs Bevölkerung 1950-2000



Tschopp

19

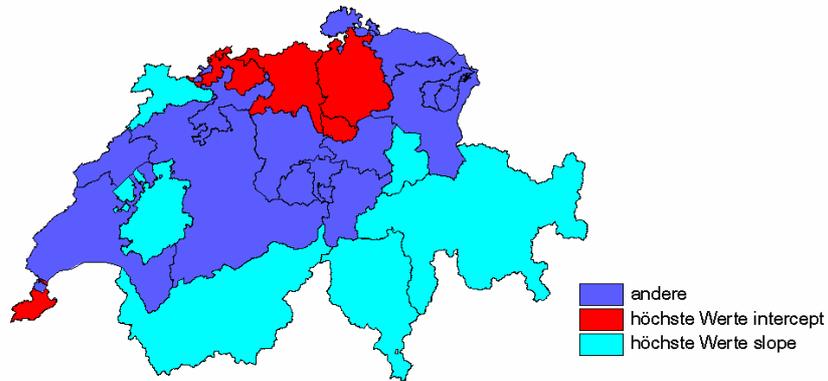
Schweiz – IV Erreichbarkeiten: Kantone 1950-2000



Tschopp

20

Schweiz - ÖV Erreichbarkeit: Kantone 1950-2000



Tschopp

21

Untersuchung 2: BAK International Benchmarking Club

Kontext:

- Multi-Klientenstudie zur regionalwirtschaftlichen Situation

Ziel:

- Erfassung der Erreichbarkeit für europäische Regionen, insbesondere erweiterter Alpenraum
- Alle interregionalen Verkehrsmittel (Strasse, Schiene, Luftverkehr)
- Gelegenheiten (Potential): regionales GDP

22

Netze

Räumliche Auflösung:

- Etwa NUTS 3 im Kern; NUTS 2 sonst

Schiene:

- Korrigierter IRPUD Graph
- Cook European Timetable (Alle „IC“ – Kurse europaweit; im Kern ab Niveau „IR“)
- Flughafenlinien (85), wo vorhanden, sonst 2.5 fache der Strassenfahrzeit

Strasse:

- PTV Europagraph

23

Netz: Luftverkehr

OAG Datenbank (September 2002) (alle Flüge mit Flugnummern und Entfernung der Codeshare-Flüge)

IRPUD Flughafenkoordinaten, aussereuropäische Flughäfen nicht georeferenziert.

Ergänzt um:

Einsteigezeiten gemäss LX/LH (Extras für USA und Israel, insbesondere EI AI)

Drei Klassen von Umsteigezeiten nach Flughafenfunktion

24

Netze: Luftverkehr – September 2002

Knoten	611	
Flughäfen (Zonen)	349	(228 europäische Flughäfen plus die wichtigsten 121 (Umsteige-) Flughäfen im Rest der Welt)

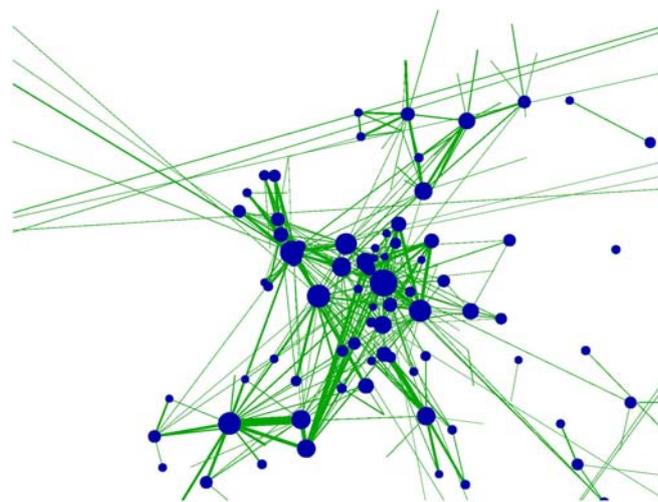
Strecken	8'904
Flüge (= Linien)	4'9967

Berücksichtigung der zeitlichen Verfügbarkeit mit gewichteten Zeitfenstern

25

Luftverkehr: Europa

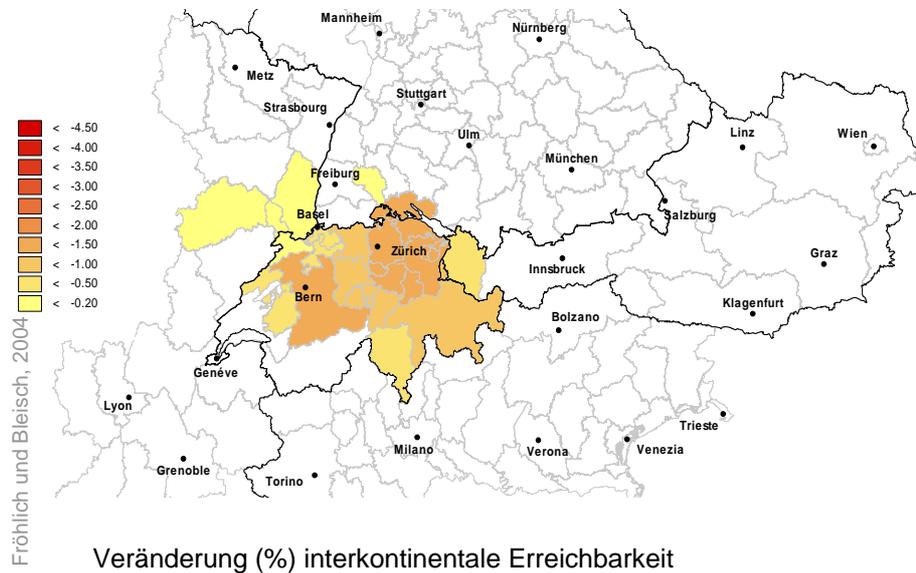
Bleisch und Fröhlich, 2003



Kreis ~ Abflüge; Bandbreite ~ Anzahl Flüge, wenn > 10

26

Regionale Wirkung: Wenn Flughafen Zürich kein Hub



Ausblick

Praxis:

- Verbesserung Anbindungen
- Intrazonale Reisezeiten für europäische Modelle
- Historische Nachfragematrizen und Modellparameter

Forschung:

- Elastizitäten der Raumwirtschaft auf die Erreichbarkeit über die Zeit (bei Kontrolle für die anderen Faktoren)

Erreichbarkeit als Potential

$$E_i = \sum_{k_{ij}=0}^{k_{ij} < k_{\max}} X_j f(k_{ij})$$

E_i	Erreichbarkeit von Ort i aus
i	Ausgangsort i
j	Zielort j
X_j	Gelegenheiten am Ort j
k_{ij}	Generalisierte Kosten des Widerstands zwischen i und j
$f()$	Gewichtungsfunktion

Hierarchische Regression: Modellaufbau (1)

$$y_{ij} = \beta_{0ij}x_0 + \beta_{1j}x_{1ij}$$

wo:

$$\beta_{0ij} = \beta_0 + u_{0j} + e_{0ij}$$

und:

$$\beta_{1j} = \beta_1 + u_{1j}$$

31

Hierarchische Regression: Modellaufbau (2)

wobei:

- y : relative Bevölkerungsveränderung
- $\beta_{1,2}$: Parameter
- x_0 : Konstante
- x_1 : absolute Erreichbarkeitsveränderung
- u : Residuen
- e : Residuen
- i : Level 1 (Gemeinde)
- j : Level 2 (Kanton)

32

Literatur

- 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., S. Beige und M. Bernard (2004) Perspektiven des Schweizerischen Verkehrs bis 2030: Module M04 und M05 Besitz von Mobilitätswerkzeugen – Fahrleistungen/Betriebsleistungen und Verkehrsleistungen, Bericht an das ARE, 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.
- Bleisch, A. und Ph. Fröhlich (2003) Die Erreichbarkeit von Regionen, IBC Modul Erreichbarkeit Phase 1, Schlussbericht, (Hg.) BAK Basel Economics, Basel.
- FCC (2001) Long distance telecommunication industry, FCC, Washington, D.C.
- Fröhlich, Ph. and K.W. Axhausen (2004) Sensitivity of accessibility measurements to the underlying transport network model, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **245**, IVT, ETH Zürich, Zürich.

33

Literatur

- Fröhlich, Ph., T. Frey, S. Reubi und H.-U. Schiedt (2004) Entwicklung des Transitverkehrs-Systems und deren Auswirkung auf die Raumnutzung in der Schweiz (COST 340): Verkehrsnetz-Datenbank, Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung, 208, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Fröhlich, Ph. und A. Bleisch (2004) Which transport modes are essential?, Vortrag, Basel, Juni 2004.
- Gätzi, M. (2004) Raumstruktur und Erreichbarkeit, Diplomarbeit, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Galor, O. und D.N. Weil (2000) Population, technology, and growth: From Malthusian stagnation to the demographic transition and beyond, *American Economic Review*, 90 (4) 806-828.
- Rhode, P.W. und K.S. Strumpf (2003) Assessing the importance of Tiebout sorting: Local heterogeneity from 1850 to 1990, *American Economic Review*, 93 (5) 1648-1677.
- Tschopp, M., R. Sieber, P. Keller und K.W. Axhausen (2003) Demographie und Raum in der Schweiz, *DISP*, 153, 25-32.
- Tschopp, M., P. Fröhlich und K. W. Axhausen (2004) Bevölkerung und Erreichbarkeitsentwicklung in der Schweiz zwischen 1950 und 2000 – ein Vergleich, Vortrag präsentiert an der Hochschultagung „Strassen- und Verkehrswesen“, St. Mariental, September 2004.
- Wägli, H.G. (1998) Schienennetz Schweiz. Ein technisch-historischer Atlas, AS Verlag & Buchkonzept AG, Zürich.

34