

---

Eröffnungsvortrag des *VDI Gesamtverkehrsforums 2003*

## Zur Entwicklungsdynamik der Verkehrsnachfrage im Personenverkehr: Hintergründe und Erwartungen

**KW Axhausen**

**P Fröhlich**

**M Tschopp**

Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung 184

Oktober 2003

Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung

## **Zur Entwicklungsdynamik der Verkehrsnachfrage im Personenverkehr: Hintergründe und Erwartungen**

KW Axhausen  
P Fröhlich  
M Tschopp  
IVT  
ETH Zürich  
CH – 8093 Zürich

Telefon: +41-1-633 3943  
Telefax: +41-1-633 1057  
axhausen@ivt.baug.ethz.ch

Oktober 2003

### **Kurzfassung**

Der Aufsatz stellt aktuelle Ergebnisse zur Entwicklung des Verkehrsverhaltens und der Erreichbarkeit in der Schweiz seit 1950 dar.

### **Schlagworte**

Erreichbarkeit, Verkehrsverhalten, Netzentwicklung, Schweiz

### **Zitierungsver-schlag**

Axhausen, K.W., P. Fröhlich und M. Tschopp (2003) Zur Entwicklungsdynamik der Verkehrsnachfrage im Personenverkehr: Hintergründe und Erwartungen, VDI Berichte, 1799, 3-20, VDI Verlag, Düsseldorf.

Working paper

## **Dynamics of passenger traffic demand growth: Backgrounds and expectations**

KW Axhausen  
P Fröhlich  
M Tschopp  
IVT  
ETH Zürich  
CH – 8093 Zürich

Telephone: +41-1-633 3943  
Telefax: +41-1-633 1057  
axhausen@ivt.baug.ethz.ch

October 2003

### **Abstract**

The paper provides a brief overview of the development of accessibility and travel behaviour in Switzerland since 1950.

### **Keywords**

Switzerland, accessibility, travel behaviour, suburbanisation

### **Preferred citation style**

Axhausen, K.W., P. Fröhlich and M. Tschopp (2003) Zur Entwicklungsdynamik der Verkehrsnachfrage im Personenverkehr: Hintergründe und Erwartungen, VDI Berichte, 1799, 3-20, VDI Verlag, Düsseldorf.

# 1 Ausgangslage

Die Autobahnplanungen der 50'iger und 60'iger Jahre sind in den meisten OECD Ländern spätestens in den 90'iger Jahren umgesetzt gewesen. Der laufenden Ausbauplanung in Westeuropa, wenn man von dem Sonderfall Deutschland absieht, fehlt die mitreissende Logik, die die ursprüngliche Planung nach dem Krieg ausstrahlte. Es ist nicht nur die Herausforderung der Grünen, respektive der Idee der Nachhaltigkeit, sondern fast mehr, dass die Bausteine der ursprünglichen Logik durch die Entwicklungen der letzten 50 Jahre zerstört, oder zumindest angeschlagen worden sind.

Die Bausteine waren: Strassen sind öffentliche Güter; Autobahnen müssen zum Wohle der Fernverkehre national geplant und finanziert werden; die Erhöhung der Erreichbarkeit durch die Senkung der generalisierten Kosten des Verkehrs fördert das Wirtschaftswachstum und die nationale Kohäsion.

Wesentliche Teile der europäischen Fernstrassennetze sind heute im volkswirtschaftlichen Sinne keine öffentlichen Güter mehr: der tägliche Stau ist der Ausdruck einer massiven Rivalität um die Nutzung der Strassen; die Verfügbarkeit von GPS/GSM basierten Systemen, respektive von automatischen Kennzeichenerfassungssystemen, ermöglicht eine umfassende Zugangskontrolle der Strassen zu angemessenen Kosten.

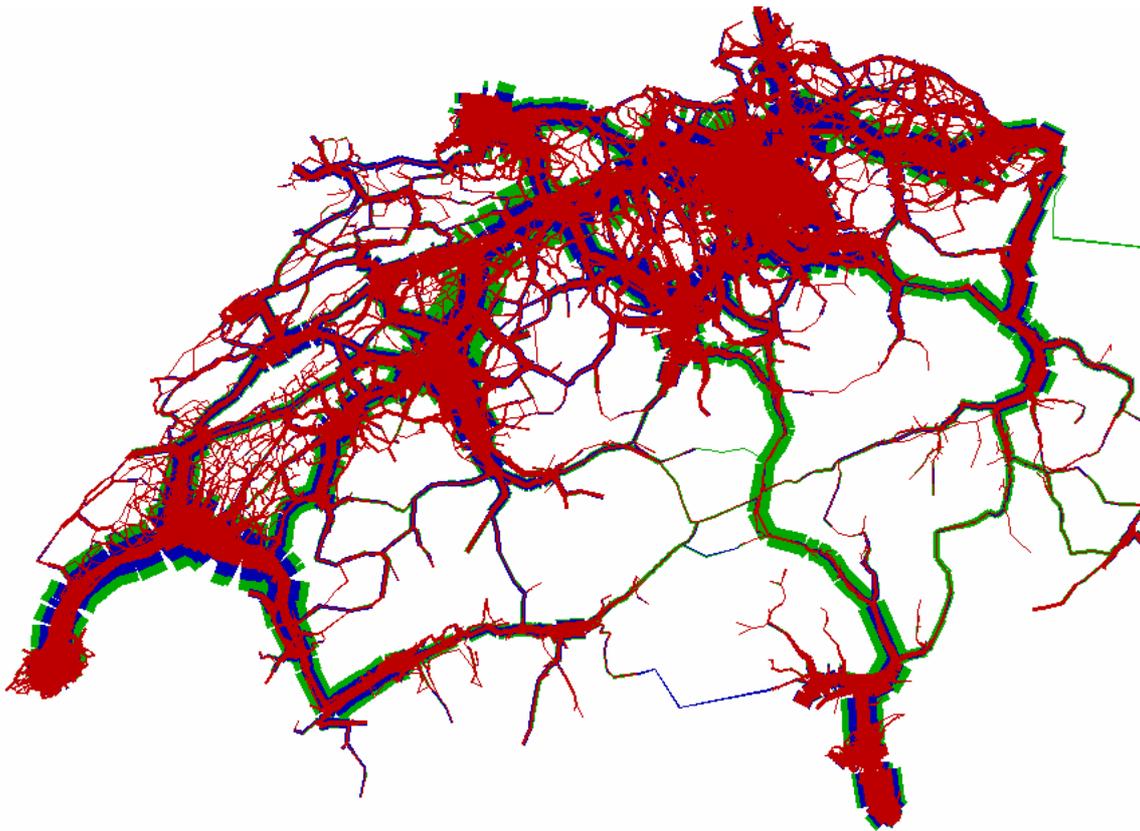
Wie schon in „Free roads and toll roads“ (1940), dem Gutachten, das den Weg für das staatlich geplante und finanzierte US-amerikanische Autobahnnetz vorgezeichnet hatte, klar wurde, sind die Autobahnverkehre vor allem lokale und regionale Verkehre (siehe Abbildung 1 und Abbildung 2). Die Begründung des nationalen Eingreifens liegt also heute mehr denn je in der effizienten Finanzierung durch national erhobene spezielle Verbrauchssteuern (Benzin, Schmieröle, Reifen, Fahrzeuge), respektive in der impliziten Umverteilung der Mittel zwischen den Agglomerations- und den ländlichen Räumen.

Nach einer Phase massiven Ausbaus der Strassennetze muss man sich fragen, ob ein weiterer Ausbau noch substantielle Verbesserungen der Erreichbarkeiten zur Folge haben kann. Könnte es sein, dass weitere Synergien in den vorhandenen grossen Netzen nicht mehr möglich sind. Es ist diese dritte Frage, die im Mittelpunkt dieses Aufsatzes stehen soll. Da die vorhandene Literatur nur relativ kleine Zeiträume untersucht, respektive nur relativ grosse räumliche Einheiten, z.B. US Bundesstaaten, sollen hier die ersten Ergebnisse einer räumlich detaillier-

ten (gemeindefeinen) und zeitlich langen (50 Jahre) Untersuchung vorgestellt werden, in der die Entwicklung der Erreichbarkeiten in der Schweiz nachvollzogen wird. Dieser Analyse soll aber eine Beschreibung des Schweizer Verkehrsmarkts im Personenverkehr vorangestellt werden, der sich trotz gewisser Eigenheiten nicht grundsätzlich vom OECD Muster unterscheidet.

Abbildung 1 Schweiz: WDTV nach Entfernungsklasse

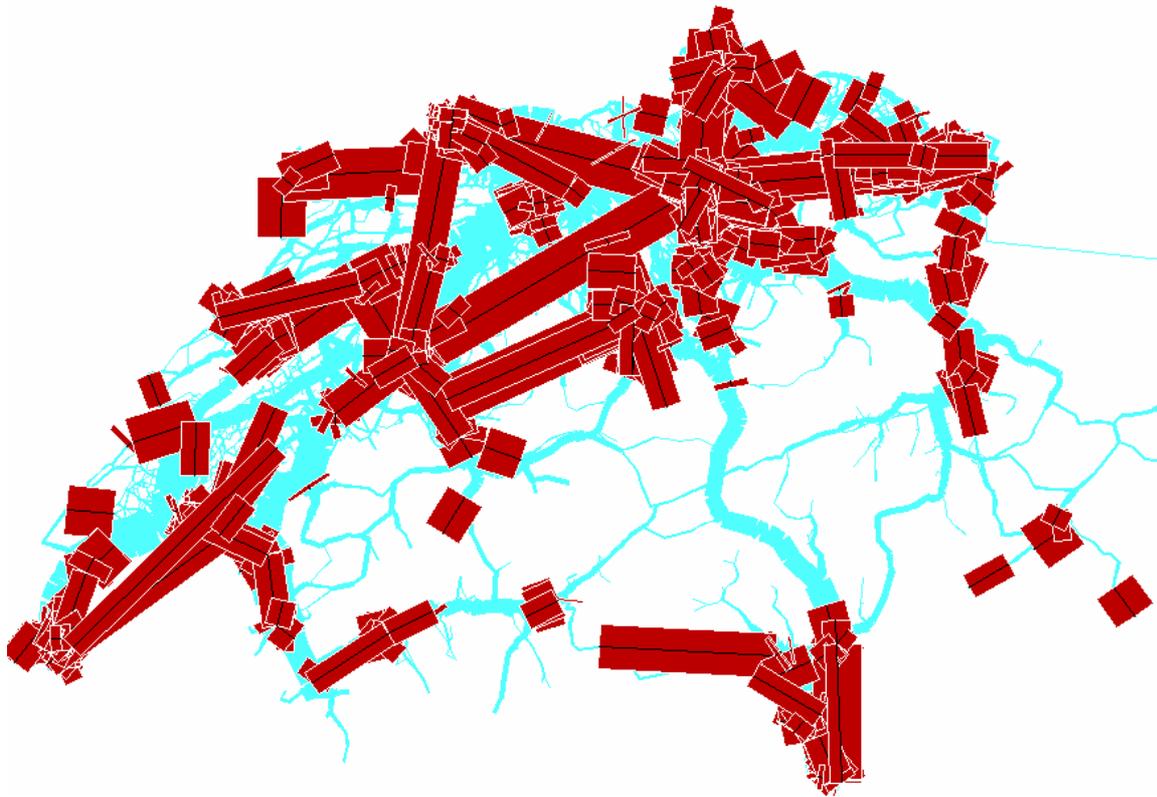
---



Quelle: Nationales Netzmodell Strasse IVT (Vrtic, Fröhlich und Axhausen, 2003)  
Balkenbreiten sind proportional zur Belastung; Rot: Verkehre unter 50km Entfernung; Blau: Verkehre zwischen 50 und 100 km; Grün: Verkehre über 100 km Entfernung

---

Abbildung 2 Schweiz: Strassenverkehrsverflechtungen 2000



Quelle: Nationales Netzmodell Strasse IVT (Vrtic, Fröhlich und Axhausen, 2003)  
Balkenbreiten sind proportional zur Stärke der Quelle-Ziel-Beziehung, aber mindestens 500 Fahrten pro Tag.

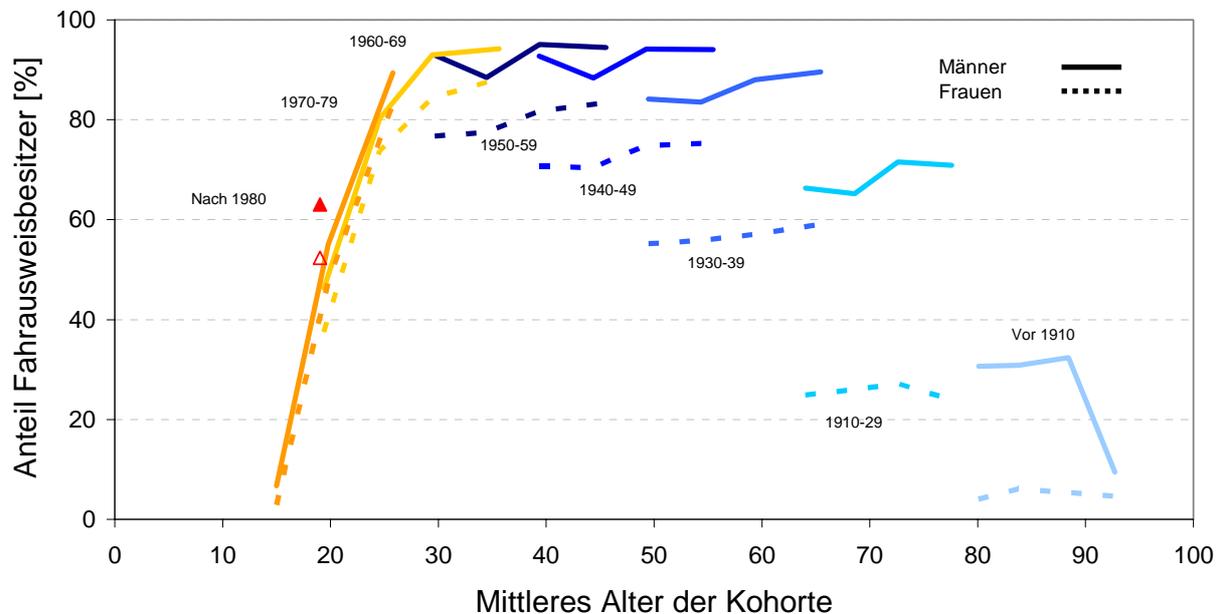
## 2 Anmerkungen zum Schweizer Personenverkehr

Seit Anfang der 70'iger Jahre führen das Bundesamt für Statistik und die fachlich zuständige Stelle der Bundesverwaltung, heute das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Befragungen zum Verkehrsverhalten der Schweizer Bevölkerung durch (Simma, 2003). Trotz grosser Änderungen im Befragungsprotokoll erlauben es die Daten aus diesen Mikrozensus Verkehr, das Verhalten verschiedener Geburtskohorten über die Jahre zu vergleichen.

Auch in der Schweiz fehlen Angaben zum Führerscheinbesitz in der unmittelbaren Nachkriegszeit. Die Ergebnisse aus späteren Jahren geben uns aber einen Eindruck von dieser massiven Veränderung, die den Zugang zum Automobil von der Ausnahme zur Regel für Männer und Frauen gemacht hat (Abbildung 3). Das Sättigungsniveau liegt zur Zeit bei etwa 95% bei

Männern und 90% bei Frauen, wobei aber zu erwarten ist, dass dieser Unterschied in den nächsten Jahren verschwinden wird.

Abbildung 3 Schweiz: Pkw-Führerscheinbesitz nach Kohorte und Geschlecht

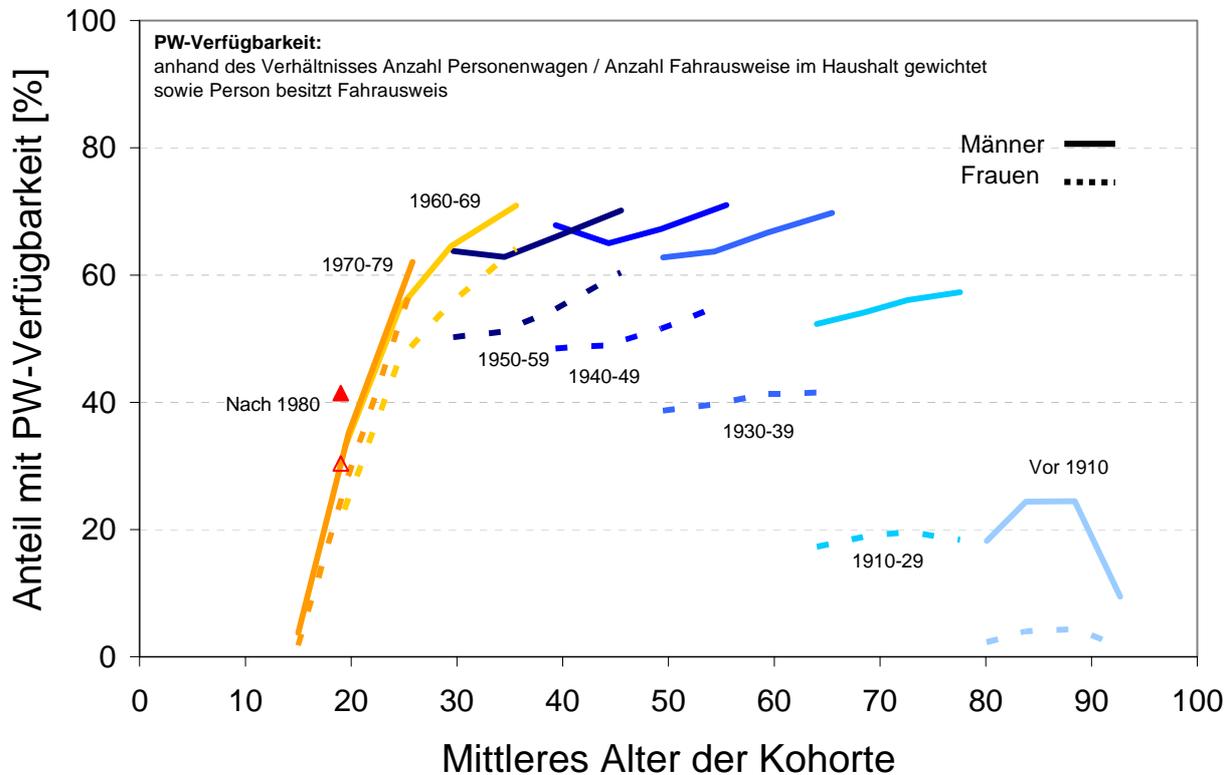


Quelle: MZ 1994 bis MZ 2000

Mit dem Verschwinden der Kohorten, die vor 1940 geboren wurden, verliert der Öffentliche Verkehr (ÖV) das letzte grosse Marktsegment, das auf seine Leistungen angewiesen ist. Der ÖV wird es dann im Wesentlichen mit Kunden zu tun haben, die von ihm überzeugt werden wollen. Die beiden anderen Marktsegmente, Auszubildende und Arme, denen man eine ÖV-Abhängigkeit unterstellt, können angesichts der in der Regel kurzen Wegelängen oft auf das zu Fuss gehen oder das Fahrrad ausweichen.

Die Entwicklung der Pkw-Verfügbarkeit läuft parallel zum Erwerb der Fahrausweise. Das Intervall zwischen Führerschein- und Pkw-Erwerb hat sich für die jüngeren Kohorten drastisch verringert (Axhausen, 1999). In der Regel wird spätestens mit der ersten richtigen Arbeitsstelle der Führerschein in einen immer verfügbaren Pkw umgewandelt. Die Mikrozensen haben hier leider keine einheitlichen Fragen gestellt, so dass Abbildung 4 auf eine einheitlich berechnete Näherung der Pkw-Verfügbarkeit zurückgreifen muss.

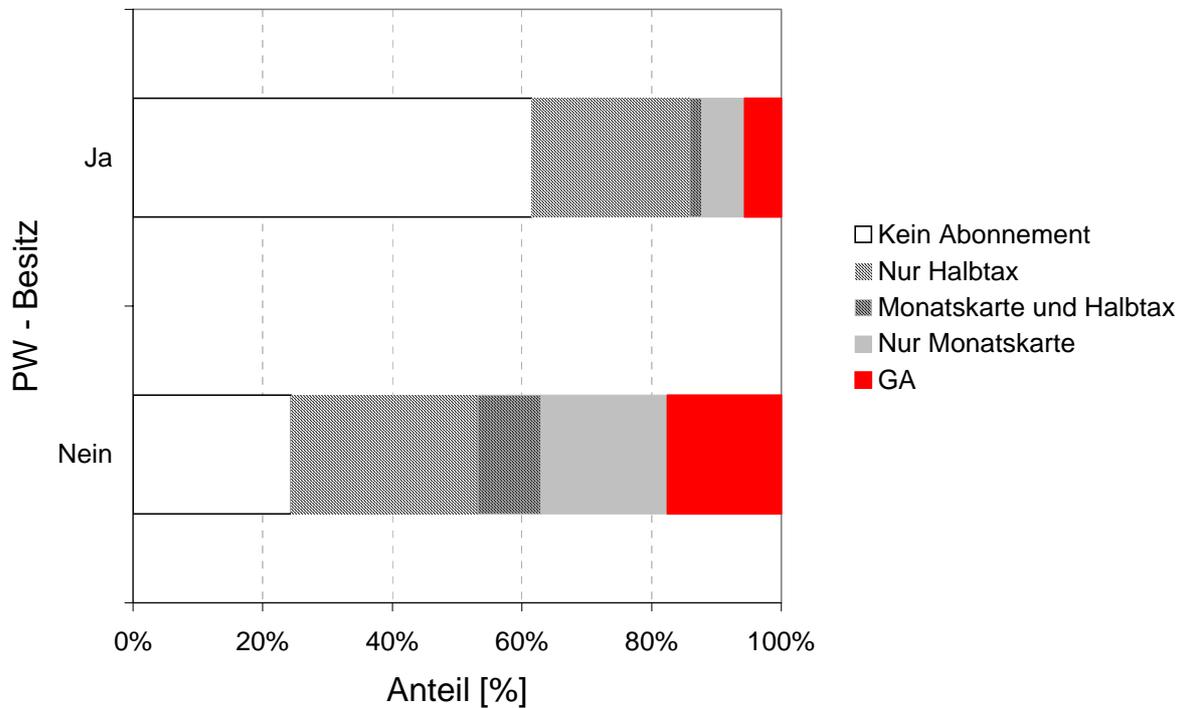
Abbildung 4 Schweiz: Pkw-Verfügbarkeit nach Kohorte und Geschlecht



Quelle: MZ 1994 bis MZ 2000

In der Schweiz hat der ÖV seine Marktposition besser erhalten können: etwa 6% der Bevölkerung besitzen ein Generalabonnement, d.h. einer Jahreskarte für praktisch den gesamten ÖV der Schweiz (Eisenbahn, lokale Anbieter, Fähren und viele Bergbahnen) und etwas über 30% besitzen ein Halbtaxabonnement, d.h. eine BahnCard Alt, die nicht nur auf der Eisenbahn zu einem 50% Rabatt berechtigt, sondern auch zu 20-30% Rabatt auf viele andere ÖV-Fahrscheine. Natürlich sind die Nicht-Pkw-Besitzer besser mit diesen Mobilitätswerkzeugen ausgestattet, aber auch die Pkw-Besitzer weisen hier überraschend hohe Besitzquoten aus (Abbildung 5).

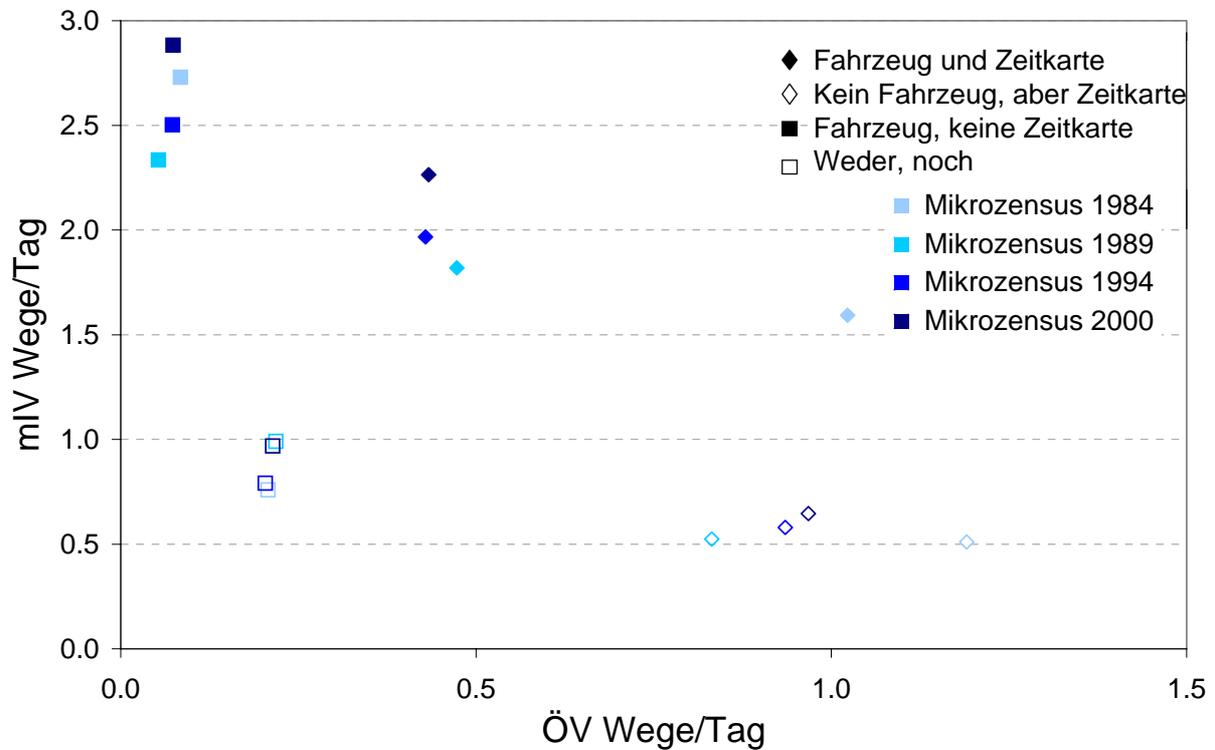
Abbildung 5 Besitz von ÖV-Zeitkarten nach Pkw-Verfügbarkeit



Quelle: Beige und Axhausen, 2003

Die Ausstattung mit Mobilitätswerkzeugen (Pkw und Zeitkarten) korreliert mit dem Verkehrsverhalten, da mit ihrem Besitz die Verkehrsteilnehmer die kurzfristigen finanziellen Grenzkosten ihrer Wege festlegen (siehe Abbildung 6). Die Wege zu Fuss und mit dem Fahrrad fehlen hier, insbesondere für die Verkehrsteilnehmer ohne Pkw und Zeitkarten. Die Werte für die Bundesrepublik und England sind vergleichbar.

Abbildung 6 Schweiz: 1984-2000: Anzahl täglicher Wege im ÖV und mIV nach Mobilitätswerkzeugsbesitz



Auch in der Schweiz ist in den letzten Jahren der Anteil der Personen ohne Pkw-Verfügbarkeit deutlich zurückgegangen, während gleichzeitig der Anteil von Haushalten mit mehr als einem Fahrzeug pro Führerscheinbesitzer auf knapp 6% angestiegen ist.

Die Summen der Wegelängen und -dauern wachsen weiter, wobei die Unterschiede zwischen 1994 und 2000 im nationalen Mittel nicht signifikant waren. Diese Ergebnisse überraschen nicht, da der Suburbanisierungsprozess immer noch im Gange ist.

### 3 Netzentwicklung und Erreichbarkeiten

Die Schweiz hat in den letzten 50 Jahren vor allem das Strassennetz ausgebaut. Das Streckennetz der Fernbahn, respektive der Regionalverkehre, blieb im Wesentlichen gleich, obwohl mit dem S-Bahntunnel Zürich und den aktuellen Ausbauten für das Programm „Bahn 2000 1. Etappe“ und den Neubauten der neuen Alpentransversale (NEAT) am Lötschberg und Gotthard Grossinvestitionen durchgeführt wurden/werden. Das Angebot an Zügen auf diesem Netz wurde aber massiv ausgebaut und beschleunigt. Neben dem Netz der Nationalstrassen, das praktisch fertig gestellt ist, bauten die Kantone im grösseren Umfang Hauptstrassen, teilweise mit Autobahnstandard, wie zum Beispiel im Züricher Oberland. Die Schweiz begann den Autobahnbau relativ spät, so dass die grossen Netzschlüsse teilweise erst in den 80'iger Jahren erfolgten.

Das IVT hat im Rahmen der COST Aktion 340 diesen Netzausbau nachvollzogen und verfügt jetzt über umlegungsfähige Netzmodelle für die Zeit ab 1950. Als nationale Datenbank erfasst sie die Veränderungen auf der Ebene der Hauptstrassen und Autobahnen. Die Kapazitäten, freien und mittleren Geschwindigkeiten wurden nach gründlicher Sichtung der vorhandenen Daten aus der Schweiz, Europa und Amerika geschätzt (Erath und Fröhlich, 2003). Die unten verwendeten Reisezeiten entsprechen der kürzesten Reisezeit für fixe streckentypspezifische mittlere Geschwindigkeiten, da Nachfragematrizen im Moment nicht für alle Jahre vorliegen.

Parallel dazu wurden für die Jahre 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 und 2000 eine Gemeindedatenbank aufgebaut, in der die wesentlichen Dimensionen der demographischen und ökonomischen Struktur beschrieben wird (Tschopp, Keller und Axhausen, 2003: Tschopp und Keller, 2003; Hauri, Schlich und Simma, 2002).

Erreichbarkeit (*accessibility*) ist sehr unterschiedlich verstandener und gemessener Begriff (Rietveld und Bruinsma, 1998 oder Geurs und Ritsema van Eck, 2001 und 2003). Im einfachsten Fall wird darunter das Vorhandensein einer physikalischen Verbindung, respektive einer (direkten) ÖV – Verbindung verstanden. Im nächsten Schritt wird berücksichtigt, dass die Nutzer Aktivitäten, Kunden, Arbeitsplätze erreichen möchten, indem zum Beispiel die Anzahl dieser Möglichkeiten gezählt werden, die innerhalb einer bestimmten Zeit/Kostenaufwandes erreicht werden können

Die umfassendste Definition berücksichtigt, dass die Attraktivität einer Gelegenheit sinkt je höher die generalisierten Kosten sind, um sie zu erreichen. Im einfachsten Fall sind die Kosten die Entfernung oder die Fahrtzeit, aber in komplexeren Formulierungen können die monetä-

ren Kosten und die Unbequemlichkeit einer Fahrt berücksichtigt werden (Umsteigehäufigkeit, Umsteigewartezeiten, Frequenz einer Verbindung etc.). Diese Gewichtung der Gelegenheiten erfolgt durch eine entsprechende Gewichtungsfunktion, die mit den Kosten überproportional fällt, wie zum Beispiel die negative Exponentialfunktion:

$$E_i = \sum_{\substack{c_{ij} \leq c_{\max} \\ \forall j}} X_j^\alpha f(c_{ij})$$

mit

$E_i$	Erreichbarkeit des Ortes i
$X_j$	Gelegenheiten am Ort j, z.B. Bevölkerung, Arbeitsplätze, Kinos, Wertschöpfung, etc.
$c_{ij}$	Generalisierte Kosten der Raumüberwindung zwischen i und j
$f()$	Gewichtungsfunktion der Kosten, z.B. die Exponentialfunktion $f(c_{ij}) = e^{-\beta c_{ij}}$
$c_{\max}$	Maximal akzeptable generalisierte Kosten für die relevante Aktivität
$\alpha$	Gewichtung der Anzahl der Gelegenheiten, in der Regel $\alpha=1$

Dieser Ansatz entspricht dem Ausdruck für die Konsumentenrente in einem mikroökonomischen Modell der Zielwahl, d.h. dieser Ausdruck ist nicht nur direkt plausibel, sondern auch aus der Theorie der Nutzenmaximierung herleitbar. Er ist ein Mass für den maximal erwartbaren Nutzen aus allen räumlich verteilten Gelegenheiten, die sich dem Verkehrsteilnehmer bieten (Ben-Akiva und Lerman, 1985).

Welche räumlichen Veränderungen der Erreichbarkeit, so gemessen, hat es nun in der Schweiz in den letzten 50 Jahren gegeben? Dies soll mit zwei Beispielen illustriert werden: den veränderten Erreichbarkeiten im Strassennetz und den veränderten Beiträgen des Luftverkehrs zu den Erreichbarkeiten der Schweizer Gemeinden.

Auf der Grundlage der erwähnten Netzmodelle (Fröhlich und Axhausen, 2002) wurde für alle Jahrzehnte die Erreichbarkeiten der Schweizer Gemeinden in den Grenzen von 1998 berechnet. In diesem ersten Durchgang wurden die Bevölkerung im jeweiligen Jahr als Mass der Gelegenheit verwendet, die mittlere Fahrtzeit als Mass der generalisierten Kosten, und  $\alpha$  wurde zu Eins und  $\beta = 0.2$  gesetzt. Diese beiden Parameterwerte sollen in späteren Arbeiten geschätzt werden. Da im Moment noch keine Nachfragematrizen für die verschiedenen Jahre vorliegen, war es nicht möglich mit den Fahrtzeiten aus einer Umlegung zu arbeiten. Auch dies ist geplant.

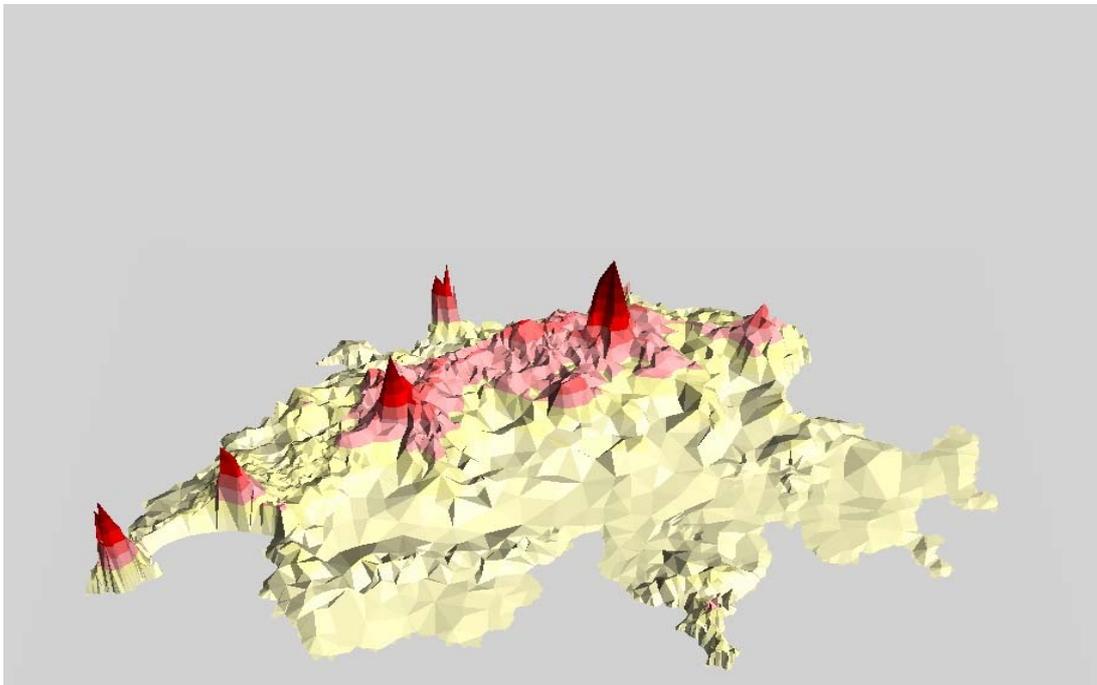
Die Bevölkerung der Gemeinde selbst leistet in diesen Ergebnissen einen Beitrag, wobei die entsprechende Annahmen für die Fahrzeiten innerhalb der Gemeinden getroffen wurden. Da die entsprechenden Daten leider nicht vorhanden sind, wurde nicht berücksichtigt, dass die Erreichbarkeiten von Basel, Genf und weniger ausgeprägt Lugano von den Gemeinden jenseits der Landesgrenze beeinflusst werden. Im Fall von Genf und Basel wohnen jeweils mehr als ein Drittel der Bevölkerung des Ballungsraums in Frankreich, respektive in Frankreich und Deutschland.

Der Vergleich von Abbildung 7 und Abbildung 8 zeigt, dass die Veränderungen enorm sind. Waren 1950 die grossen Städte der Schweiz die klar erkennbaren Spitzen der Erreichbarkeitslandschaft, so sind sie heute im Schweizer Mittelland zwischen St. Gallen und Bern nicht mehr erkennbar. Es hat eine massive Einebnung des Erreichbarkeitsgefälles gegeben, die das Ergebnis des Strassenausbaus, aber auch der Bevölkerungsumverteilung durch die Suburbanisierung gewesen ist.

Diese Einebnung bei massiver Erhöhung der Erreichbarkeit ist auch bei den internationalen Erreichbarkeiten sichtbar, die durch den Luftverkehr vermittelt werden. Leutenegger (2003) erstellte ein Netzmodell des europäischen Luftverkehrs in 1950 und auf der Grundlage der Daten von Fröhlich ein entsprechendes Modell für 2002. Die Modelle enthalten auch die wichtigsten Verbindungen nach Asien, Amerika und Afrika, so dass mit ihrer Hilfe die Reisezeiten zu den wichtigsten Wirtschaftsräumen der Welt, respektive zu allen Wirtschaftsräumen Europas berechnet werden können. Diese Erreichbarkeiten kommunizieren sich durch das Strassennetz an alle Gemeinden der Schweiz. Die Verbesserungen der Flugzeiten, die Verdichtung der Flugnetze und die grössere Dichte der internationalen Flughäfen hat die Erreichbarkeiten explodieren lassen (Abbildung 9 und Abbildung 10). Siehe auch Abbildung 11 für die Entwicklung der Verbindung Zürich – New York. Die Verbesserungen der Strassennetze führt dazu, dass die relativen Unterschiede zwischen den Gemeinden seit 1950 kleiner geworden sind, obwohl die absoluten Unterschiede sich massiv erhöht haben.

Abbildung 7 Erreichbarkeiten der Schweizer Gemeinden 1950 im Strassenverkehr

---

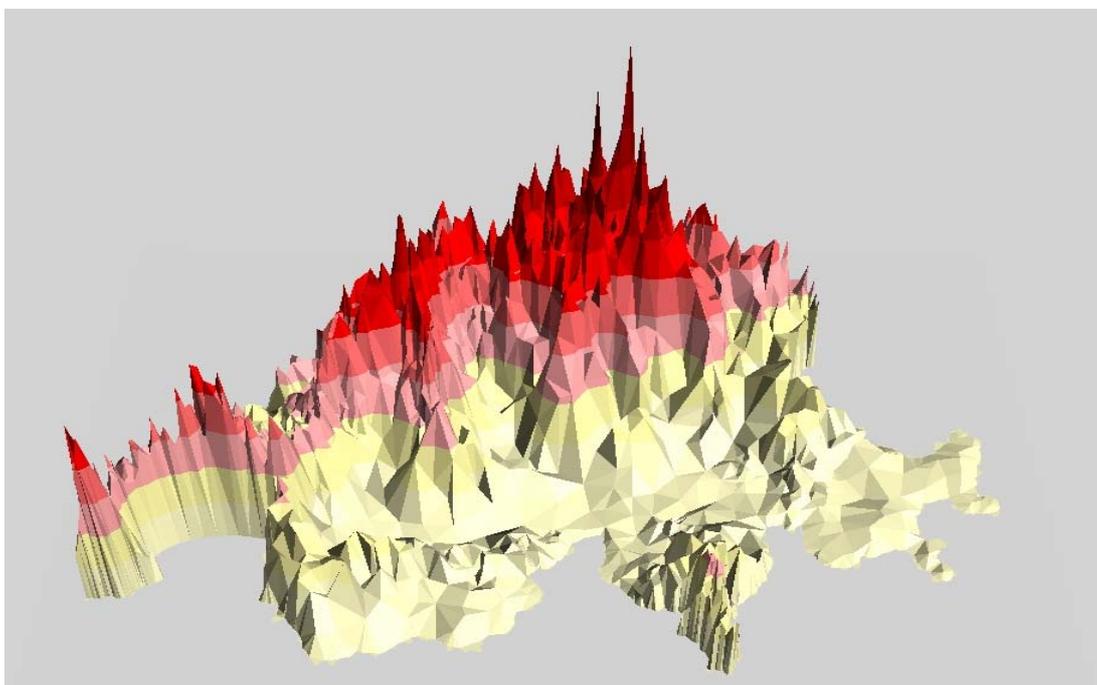


Quelle: Fröhlich, 2002

---

Abbildung 8 Erreichbarkeiten der Schweizer Gemeinden 2000 im Strassenverkehr

---

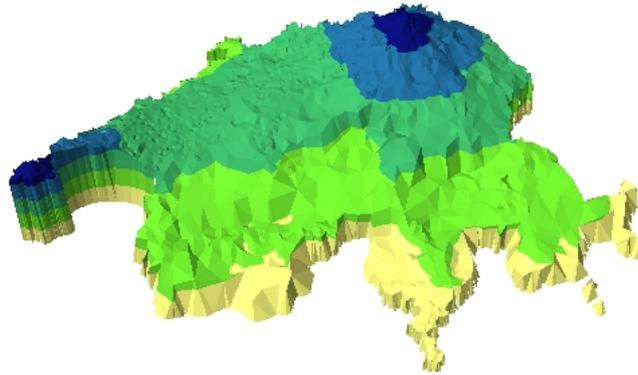


Quelle: Fröhlich, 2002

---

Abbildung 9 Beitrag europäischer und internationaler Ziele zur Erreichbarkeit Schweizer Gemeinden vermittelt durch den Luftverkehr (1950)

---

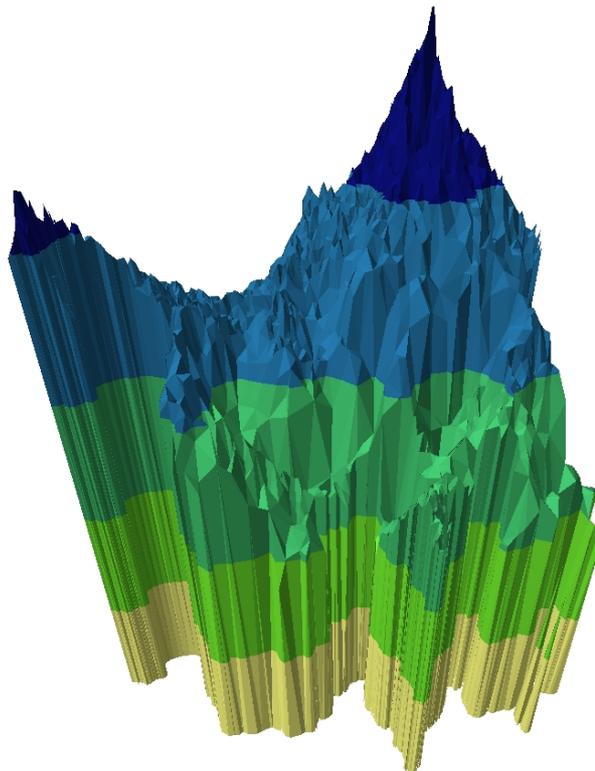


Quelle: Leutenegger, 2003

---

Abbildung 10 Beitrag europäischer und internationaler Ziele zur Erreichbarkeit Schweizer Gemeinden vermittelt durch den Luftverkehr (2002)

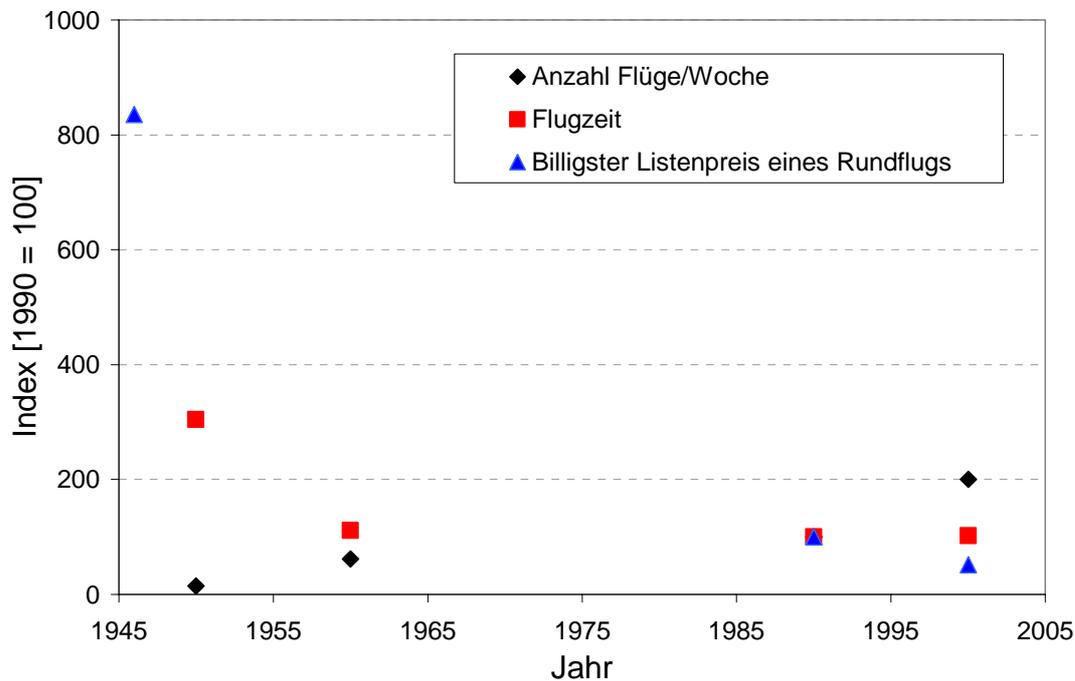
---



Quelle: Leutenegger, 2003; und Fröhlich

---

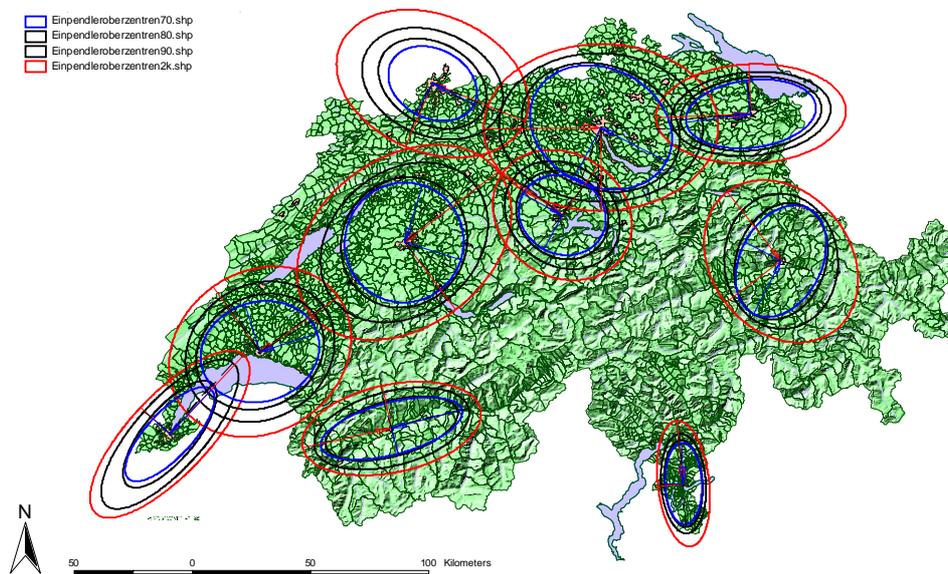
Abbildung 11 Entwicklung der Flugverbindung Zürich / New York seit 1950



## 4 Wirkungen

Die Arbeiten zur detaillierten ökonometrischen Abschätzung der wirtschaftlichen Folgen dieser Veränderungen haben am Institut erst begonnen, so dass noch keine Aussagen möglich sind. Es ist aber klar, dass diese Netzausbauten den Prozess der Suburbanisierung massiv unterstützt haben (siehe Abbildung 12 für die Expansion der Pendlereinzugbereiche der wichtigsten Schweizer Städte, hier als zwei-dimensionale 95% Konfidenzintervalle dargestellt. Für die methodischen Details siehe Botte, 2003, und vor allem Schönfelder und Axhausen, 2003). Die Suburbanisierung der Bevölkerung und der Arbeitsplätze war einer der zentralen Motoren des Wirtschaftswachstums der letzten Jahrzehnte, da sie den Firmen und den Haushalten produktivere Umgebungen zur Verfügung gestellt hat. Die Frage, ob die Suburbanisierung exakt die jetzt gebaute Form hätte annehmen müssen, muss hier nicht beantwortet werden.

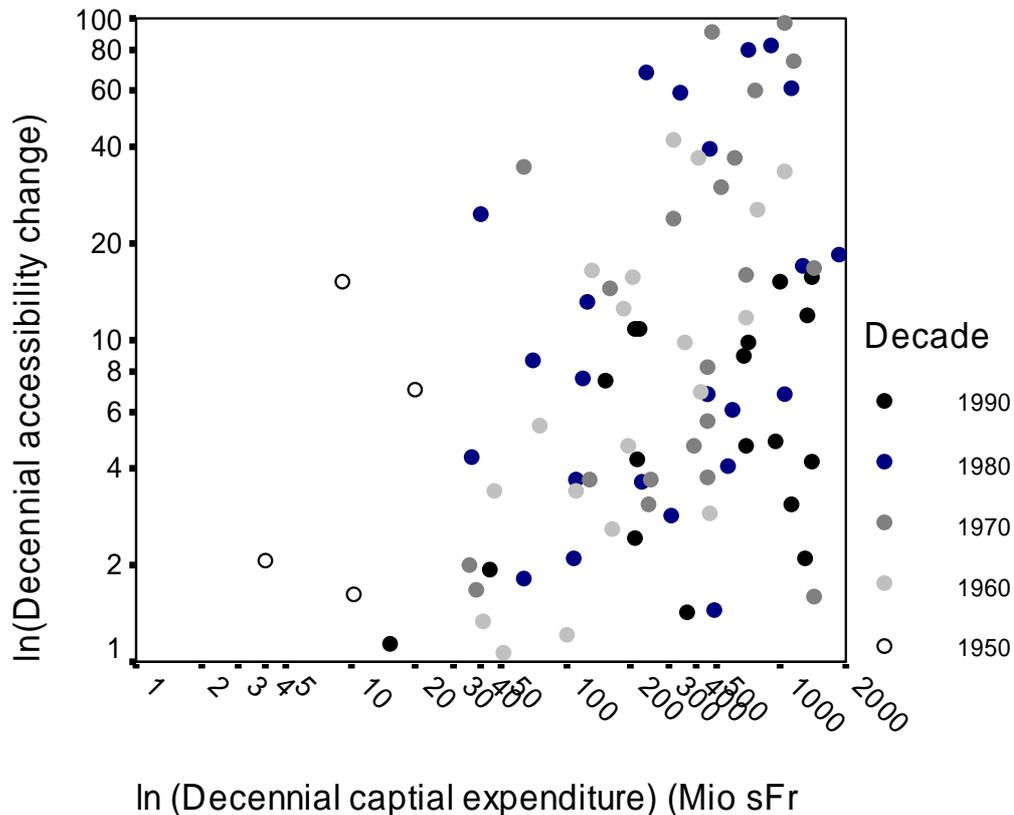
Abbildung 12 Konfidenzellipsen für die Pendlereinzugsbereich der wichtigsten Schweizer Städte von 1970 bis 2000



Quelle: Botte, 2003

Die bisher vorliegenden Ergebnisse deuten aber an, dass die bisherigen Ansätze, die versuchen die Wirkung öffentlichen Kapitals, wie zum Beispiel von Strassen, zu erfassen, unvollständig sind. Abbildung 13 zeigt für die Jahrzehnte ab 1950 und die Kantone den Zusammenhang zwischen öffentlichen Investitionen in die Nationalstrassen und die gleichzeitigen Erreichbarkeitveränderungen. Die Korrelationen sind ausgesprochen schwach und deuten an, dass die bisherigen Ansätze (siehe zum Beispiel Aschauer, 1989; Banister und Berechman, 2000; Boarnet und Haughwout, 2000; Bökemann und Kramar, 2000; Fujita, Krugman und Venabler, 1999; Gomez-Ibanez, 1996; Kesselring, Halbherr und Maggi, 1982; Lutter, 1980; Rotach, 1986; Seimetz, 1987; Sen, Sööt und Thakuria, 1998, Simmonds, 1999; Vickerman, 1991 und Wegener und Bökemann, 1998) überprüft werden müssen.

Abbildung 13 Zusammenhang zwischen Baukosten für Nationalstrassen und Erreichbarkeitenveränderungen in der Schweiz nach Kanton und Jahrzehnt (ab 1950)



Diese Überprüfung macht aber die verkehrspolitische Diskussion nicht einfacher. Weder diejenigen, die die Wachstumswirkungen abstreiten, noch diejenigen, die sie behaupten, können sich auf die bisherige Literatur verlassen, da diese entweder das falsche Mass (Investitionen) verwendet hat, oder zu kurz Zeiträume (10 bis 15 Jahre). Im Moment bietet es sich wirklich an, sich auf den Betrieb der Infrastrukturen zu konzentrieren, ihn zu optimieren, bevor man mit grossen neuen Investitionen beginnt.

## 5 Literatur

- Axhausen, K. W. (1999) Fahrerlaubnisse, PW's und Abos: Die Dynamik von Erwerb und Nutzung, Bericht für Univox 1999, Gfs, Zürich.
- Aschauer, D. (1989) Is public expenditure productive?, *Journal of monetary economics*, **23** (2) 177 – 200.
- Banister, D. und J. Berechman (2000) *Transport Investment and Economic Development*, UCL Press, London.
- Beige, S. und K.W. Axhausen (2003) Besitz von Mobilitätsressourcen und deren Nutzung sowie Änderungen des Wohnortes, Bericht für Univox 2003, GfS, Zürich
- Aschauer, D. (1991) Transportation spending and economic growth, Paper prepared for the American Public Transit Association, September.
- Boarnet, M. und A. Haughwout (2000) Do highways matter? Evidence and policy implications of highways' influence on metropolitan development, Departments of Urban and Regional Planning and Economics, University of California, Irvine.
- Bökemann, D. und H. Kramar (2000) Auswirkungen von Verkehrsinfrastrukturmassnahmen auf die regionale Standortqualität, *Schriftenreihe*, **109**, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.
- Botte, M (2003) Strukturen des Pendelns in der Schweiz, Diplomarbeit, ETH Zürich, Zürich.
- Cervero, R. und D. Aschauer (1998) *Economic Impact Analysis of Transit Investments: Guidebook for Practitioners*, Transit Cooperative Research Program, Washington D.C.
- Davis, J. S. (1999) Land Use Impacts of Transportation: A Guidebook, *National Cooperative Highway Research Program*, **423A**, Washington D.C.
- Erath, A. und P. Fröhlich (2003) Geschwindigkeiten im PW-Verkehr und Leistungsfähigkeiten von Strassen über die Zeit, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, **183**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich, Zürich.
- Fröhlich, P. (2002) Erreichbarkeits-Geschichte der Schweiz: Anwendung und erste Ergebnisse, IVT-Seminar, ETH Zürich, Juni 2002.
- Fröhlich, P. und K.W. Axhausen (2002) Development of car-based accessibility in Switzerland from 1950 through 2000: First results, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **111**, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH, Zürich.
- Fujita, M., P. Krugman, und A.J. Venables (1999) *The Spatial Economy : Cities, Regions, and International Trade*, MIT Press, Cambridge.
- Geurs, K. T. und J. R. Ritsema van Eck (2003) Evaluation of accessibility impacts of land-use scenarios: The implications of job competition, land-use, and infrastructure developments for the Netherlands, *Environment and Planning*, **30** (1) 69-87.
- Geurs, K.T. und J.R. Ritsema van Eck (2001) Accessibility measures: review and applications, *RIVM report*, **408505006**, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven.
- Gifford, J. L. (2003) *Flexible Urban Transportation*, Elsevier Science, Oxford.

- Gomez-Ibanez, J. A. (1996) *Economic returns from transportation investment*, Eno Transportation Foundation, Lansdowne.
- Kesselring, H., P. Halbherr und R. Maggi (1982) *Strassennetzausbau und raumwirtschaftliche Entwicklung*, Verlag Paul Haupt, Bern.
- Leutenegger, T. (2003) Erreichbarkeit der Schweiz im Luftverkehr seit 1950, Diplomarbeit, ETH Zürich.
- Lutter, H. (1980) Raumwirksamkeit von Fernstrassen, *Forschungen zur Raumentwicklung*, **8**, Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn.
- Rietveld, P. and F. Bruinsma (1998) *Is Transport Infrastructure Effective?: Transport Infrastructure and Accessibility: Impacts on the Space Economy*, Springer, Berlin.
- Rotach, M. (1986) *Siedlung - Verkehrsangebot - Verkehrsnachfrage*, Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Zürich.
- Seimetz, H.-J. (1987) *Raumstrukturelle Aspekte des Fernstrassenbaus*, Geographisches Institut der Johannes Gutenberg-Universität, Mainz.
- Sen, A., S. Sööt und V. Thakuriah (1998) Highways and urban decentralization, Urban Transportation Center, University of Illinois at Chicago, Chicago.
- Simma, A. (2003) History of Swiss travel surveys, paper presented at the 3<sup>rd</sup> STRC, Ascona, March 2003.
- Simma, A., D. Hauri und R. Schlich (2002) Beschreibung einer Datenbank zu den Schweizer Gemeinden, *Arbeitsberichte Verkehr- und Raumplanung*, **118**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Schönfelder S. und Axhausen K. W. (2003) Activity spaces: Measures of social exclusion? *Transportation Policy*, **10** (4).
- Tschopp, M., P. Keller und K. W. Axhausen (2003) Raumnutzung in der Schweiz: Eine historische Raumstruktur-Datenbank, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **165**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Tschopp, M. und P. Keller (2003) Raumstruktur-Datenbank: Gemeinde-Zuordnungstabelle, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **170**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Vickerman, R. W. (1991) *Infrastructure and Regional Development*, Pion Limited, London.
- Vrtic, M., P. Fröhlich and K.W. Axhausen (2003) Schweizerische Netzmodelle für Strassen- und Schienenverkehr, in T. Bieger, C. Laesser and R. Maggi (Hrsg.) *Jahrbuch 2002/2003 Schweizerische Verkehrswirtschaft*, 119-140, SVWG, St. Gallen.
- Wegener, M. und D. Bökemann (1998) The SASI Model: Model Structure, *Berichte aus dem Institut für Raumplanung*, **40**, Institut für Raumplanung, Universität Dortmund, Dortmund.