

Raum, Verkehr und Gesellschaft: Analyse nationaler Datensätze für den Nachhaltigkeitsdiskurs

Kompetenzzentrum für Mobilität am ITW

Prof. (FH) Dr. Timo Ohnmacht

Forschungskordinator

T direkt +41 41 228 41 88

timo.ohnmacht@hslu.ch

Luzern 20.11.2019

Vortrag am **Kolloquium Sozialforschung HS 19**

Kultur- und Sozialwissenschaftliche Fakultät

Soziologisches Seminar

Universität Luzern

Inhalt

- Zu meiner Person
- Problembasierter Forschungszugang:
Raum, Verkehr und Gesellschaft → Energie
- Wie kommt der Raum in die Verkehrsverhaltensdaten I
Geokodierung und Etappenrouting des Mikrozensus Mobilität und Verkehr MZMV
- Wie kommt der Raum in die Verkehrsverhaltensdaten II
Data Matching: Die Erstellung eines Raumdatensatz
- Anwendungsbeispiel einer Modellierung
Thao und Ohnmacht (2019)
- Wie mündet «*empirische Evidenz*» in den Nachhaltigkeitsdiskurs?
Das Beispiel «Energie»: 2000-Watt Gesellschaft
- Fazit

PROBLEMBASIERTER FORSCHUNGSZUGANG: RAUM, VERKEHR UND GESELLSCHAFT→ ENERGIE

Pariser Klimaabkommen, Energiestrategie, Verkehrssektor

Pariser Klimaabkommen

- Pariser Klimaabkommen (**UNFCC, 2015**): Reduzieren der Treibhausgasemissionen, um den Temperaturanstieg auf nicht mehr als **2 °C** bis ins Jahr 2100 zu begrenzen (ideal **1.5 °C**).



Bildquelle: UNFC

Energiestrategie

- Bundesrat verfolgt mit Energiestrategie 2050 eine Netto-Null Emission, nicht mehr THGE ausstossen als aufgenommen werden kann (Wälder, Böden, Technik) (**BAFU, 2019**).



Bildquelle: BFE

Verkehrssektor

- Der Verkehrssektor ist für ein Drittel des Energieverbrauchs in der Schweiz verantwortlich (ohne Flugverkehr) (**BFS, 2018**).



Bildquelle: Eigene

!

- Eine Reduzierung der Treibhausgase ist nur möglich, wenn auch im Verkehrssektor stark eingespart wird.
- Emissionen aus dem Verkehr gehen erst seit 2009 geringfügig zurück (**BAFU, 2017**).

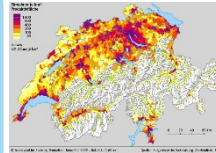


Bildquelle: SIA

Trends: Mobilität, Verkehr, Raum

Bevölkerung wächst

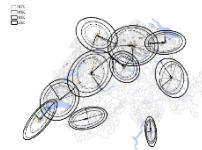
- Im Jahr 2019: 8.6 Millionen Menschen in der Schweiz
- Im Jahr 2035: 10 Millionen Menschen
(BFS, 2015)



Bildquelle: BFS

Distanzen wachsen

- CH-Bevölkerung legt 37 km/Tag zurück (+17 %, 1994 - 2015),
- die Fahrzeit ist konstant (~90 min/Tag)
(BFS/ARE, 2017)
- +25% im Personenverkehr (Pkm) für 2040 (*Referenz*)
(ARE, 2016)



Bildquelle: Botte (2003)

Zersiedelung / Bodennutzung

- Ein Viertel der Baufläche liegt ausserhalb der Bauzone
(Schwick, et al. 2010).
- 0.25 m²/Sekunde mehr Häuser und Strassen
(Bodennutzungswandel nach **BFS, 2019a**)



Bildquelle: Eigene

Infrastrukturkosten steigen

- Im Jahr 2015 betrugen die Kosten für den Bau und Unterhalt von Strassen und öffentlichen Verkehrsmitteln 15.2 Milliarden Franken **(BFS, 2019b).**



Bildquelle: Key Stone

Bewältigungsstrategien

Dekarbonisierung

- Förderung des Langsamverkehrs, Elektromobilität, öffentlicher Verkehr, *Shared Mobility* (Besetzungsgrade PW erhöhen, «nutzen anstatt besitzen»)



Bildquelle: FB, verschwundenes Luzern

Kurze Wege & „attraktive“ Dichte

- Lebensstil der kurzen Wege (Wohnstätten sind die Arbeitsstätten)
- Mix: Wohnen, Arbeit, Freizeit, Einkaufen («attraktive» Dichte)



Bildquelle: Bubenhofer et al (2018)

Verkehrspolitische Ziele

- u.a. Pendlerwege / Arbeitswege reduzieren
- Verkehrszweck «Arbeit» = 24 % der Tagesdistanzen (**BFS/ARE, 2017, S. 38**).



Bildquelle: BFS

Koordination Siedlung und Verkehr

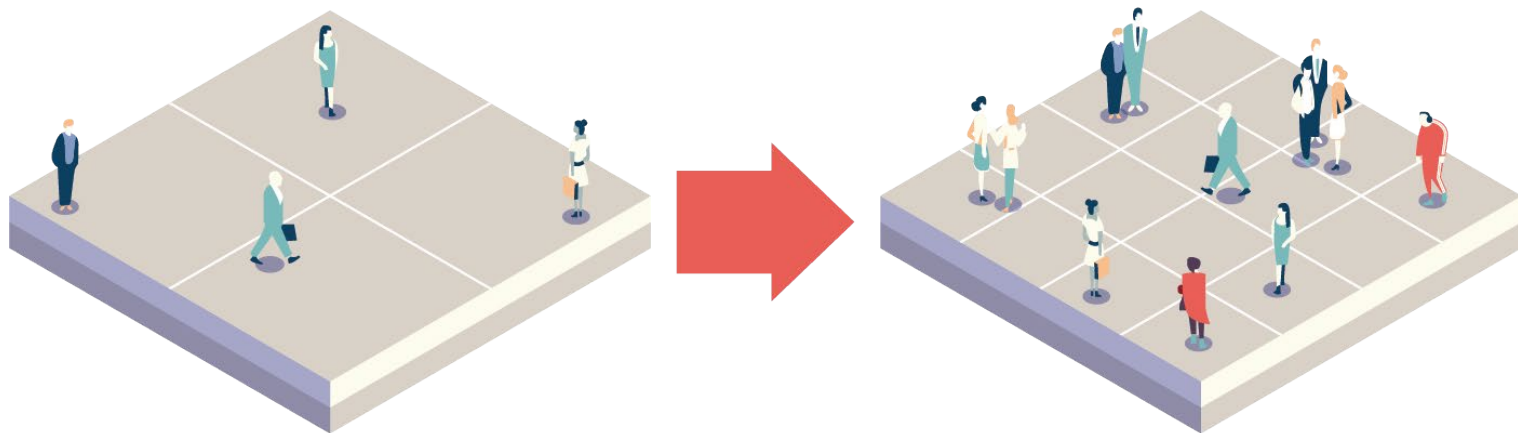
- Dichte erhöhen
 - Verkehrssparsamer Raum
 - Raumsparbarer Verkehr
- vgl. Raumkonzept Schweiz (2012)



Bildquelle: ARE

Politisches Ziel: Erhöhung der Nutzungsdichte

- *Mehr Einwohner und/oder Beschäftigte auf gleicher Fläche*

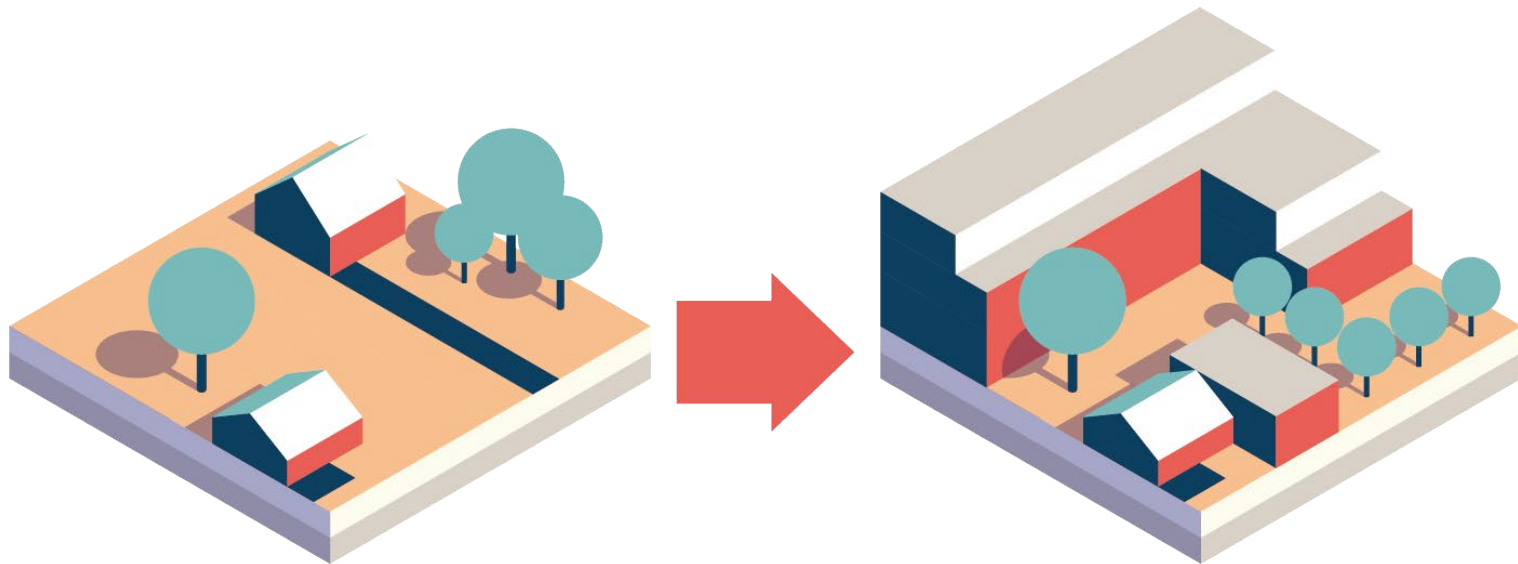


Bildquelle: Bubenhofer, Jonas; Hengsberger, Jürgen; Hool, Anna; Stahel, Alex; Ohnmacht, Timo; Vu, Thi Thao; Kielinger, Thomas & Roth, Pascal (2018). **Folgen der Innenentwicklung für den Verkehr und die Planungsprozesse** (Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten No. SVI 2015/003).

Politisches Ziel:

Erhöhung der baulichen Dichte

- *Mehr Bauvolumen, Geschossflächen*

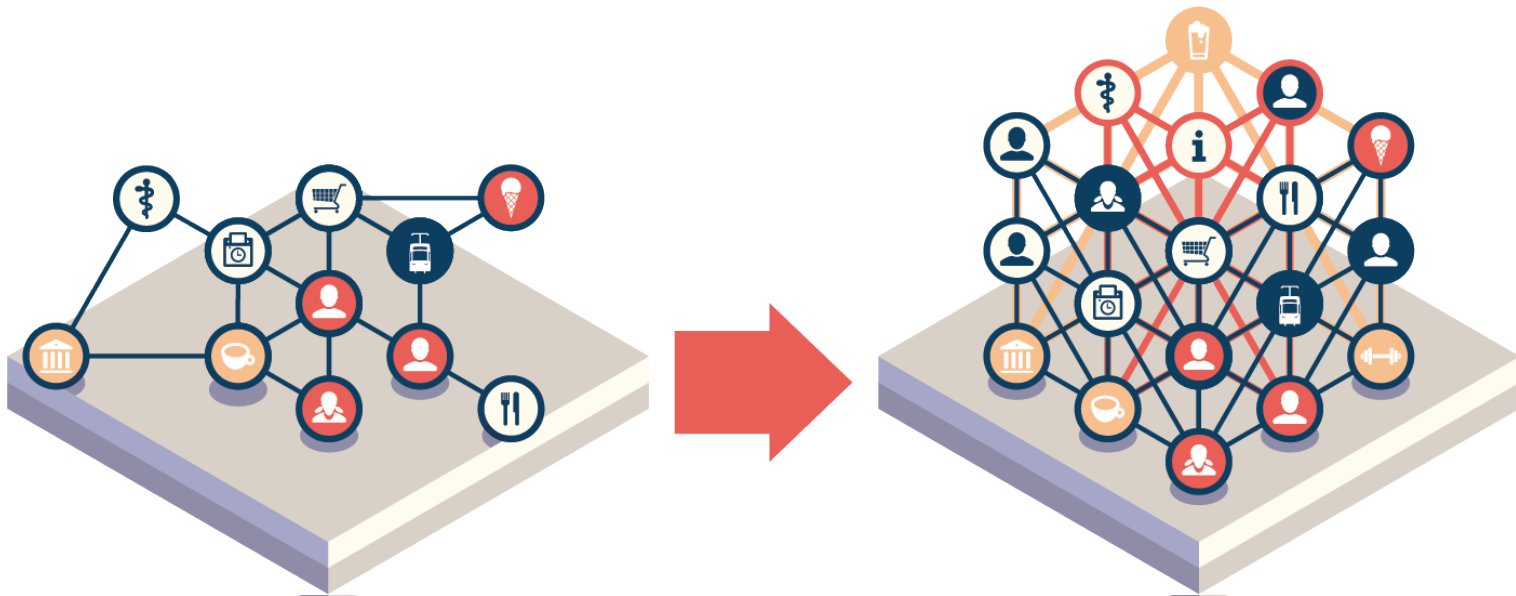


Bildquelle: Bubenhofer, Jonas; Hengsberger, Jürgen; Hool, Anna; Stahel, Alex; Ohnmacht, Timo; Vu, Thi Thao; Kielinger, Thomas & Roth, Pascal (2018). **Folgen der Innenentwicklung für den Verkehr und die Planungsprozesse** (Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten No. SVI 2015/003).

Politisches Ziel:

Erhöhung der sozialen Interaktionsdichte

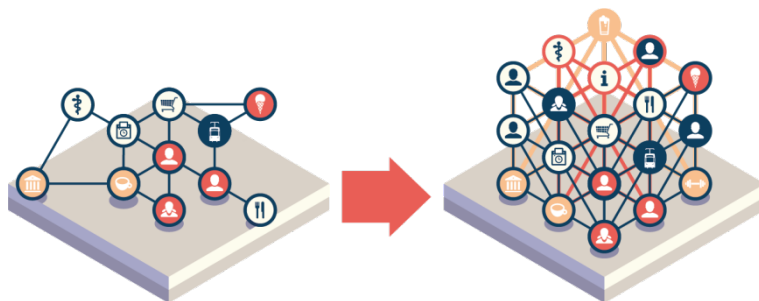
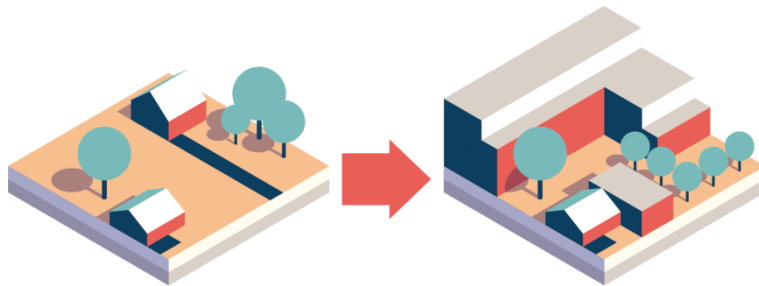
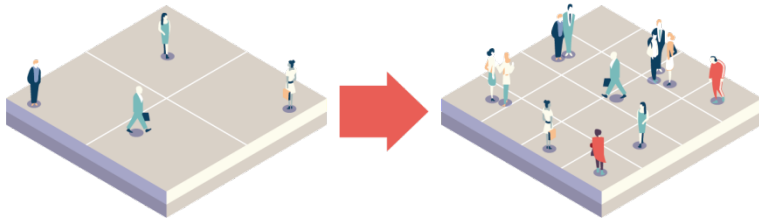
- *Mehr Begegnung, Aufenthalt, Multifunktionalität*



Bildquelle: Bubenhofer, Jonas; Hengsberger, Jürgen; Hool, Anna; Stahel, Alex; **Ohnmacht, Timo**; Vu, Thi Thao; Kielinger, Thomas & Roth, Pascal (2018). **Folgen der Innenentwicklung für den Verkehr und die Planungsprozesse** (Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten No. SVI 2015/003).

Forschungsfrage:

Auswirkungen der Innenentwicklung auf den Verkehr?



Höhere
Mobilitätsnachfrage vor
Ort

(= Anzahl Personen x 3.3 Wege/Tag)

Funktionaler Mix

(= soziale Interaktion, Stadt/Lebensstil
der kurzen Wege)

→ Effekte der Dichte,
Nutzung und
Erreichbarkeit auf den
Verkehr

Quantitativer «Feld»zugang

- Digitalisierung und «Datenwelten»
- Räumliche Lokalisation von **Bundes-Daten** wie etwa Gemeindegrenzen, Postleitzahlen, Hektaren oder Punktdaten (xy-Koordinaten)
- Verknüpfung von Merkmalen aus *Raum, Verkehr und Gesellschaft* aus nationalen Datensätzen (Bundesstatistik)

Leitfragen :

1. *Wie kommt der Raum überhaupt in die Daten?*
2. *Wie werden Daten verknüpft?*
3. *Wie werden Wechselwirkungen, Zusammenhänge modelliert und analysiert?*
4. *Wie mündet empirische Evidenz in den Nachhaltigkeitsdiskurs? (**Energie als «Zielvariable»**)*

WIE KOMMT DER RAUM IN DIE VERKEHRSVERHALTENS DATEN I

GEEKODIERUNG UND ETAPPENROUTING DES
MIKROZENSUS MOBILITÄT UND VERKEHR MZMV

Auftraggeber MZMV = MikroZensus Mobilität und Verkehr

- Bundesamt für Statistik (BFS)
 - Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
 - Bundesamt für Strassen (ASTRA)
 - Bundesamt für Verkehr (BAV)
 - Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)
 - Beiträge Dritter
(BAG, ETHZ, EPFL, Kantone + Regionen)
- Aufstockung der Stichprobe für regionale Auswertungen
- Thematische Erhebung der revidierten VZ

Hauptziele des MZMV

- **Beschreibung des Mobilitätsverhaltens**, d.h. Erhebung von Informationen der Schweizer Wohnbevölkerung
 - Wie lange und wie oft sind die Leute täglich unterwegs?
 - Welche Verkehrsmittel benutzen sie für den Weg zur Arbeit, zur Schule, zum Einkaufen auf Ausflügen und Reisen?
- **Aufbereitung von Datengrundlagen** für verkehrs-, raum-, umwelt- und energiepolitische Entscheide beim Personenverkehr
 - Agglomerationspolitik
 - z.B. Förderung des öffentlichen Verkehrs und des Langsamverkehrs
- **Abbildung der zeitlichen Entwicklung** des Verkehrsverhaltens; Verhaltensänderungen frühzeitig erkennen (Zeitreihen)

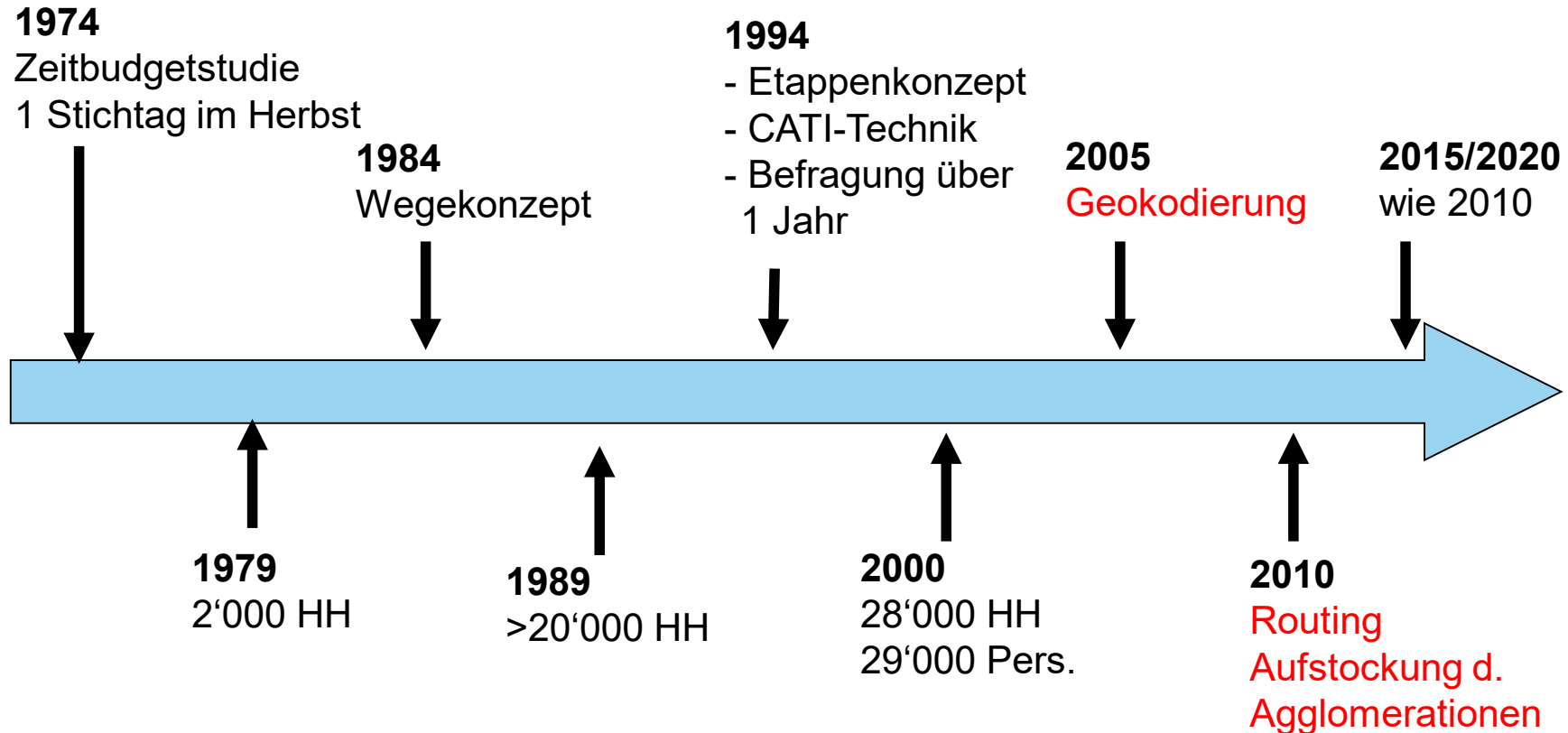
Hintergründe zum MZMV

- **Fünffährliche Erhebung zum Verkehrsverhalten** der CH Wohnbevölkerung (ab 6 Jahren)
- integrierter Bestandteil der neuen schweizerischen Volkszählung (Revision 2010) und des Projekts SHAPE (*System der Haushalt- u. Personenstatistik*)

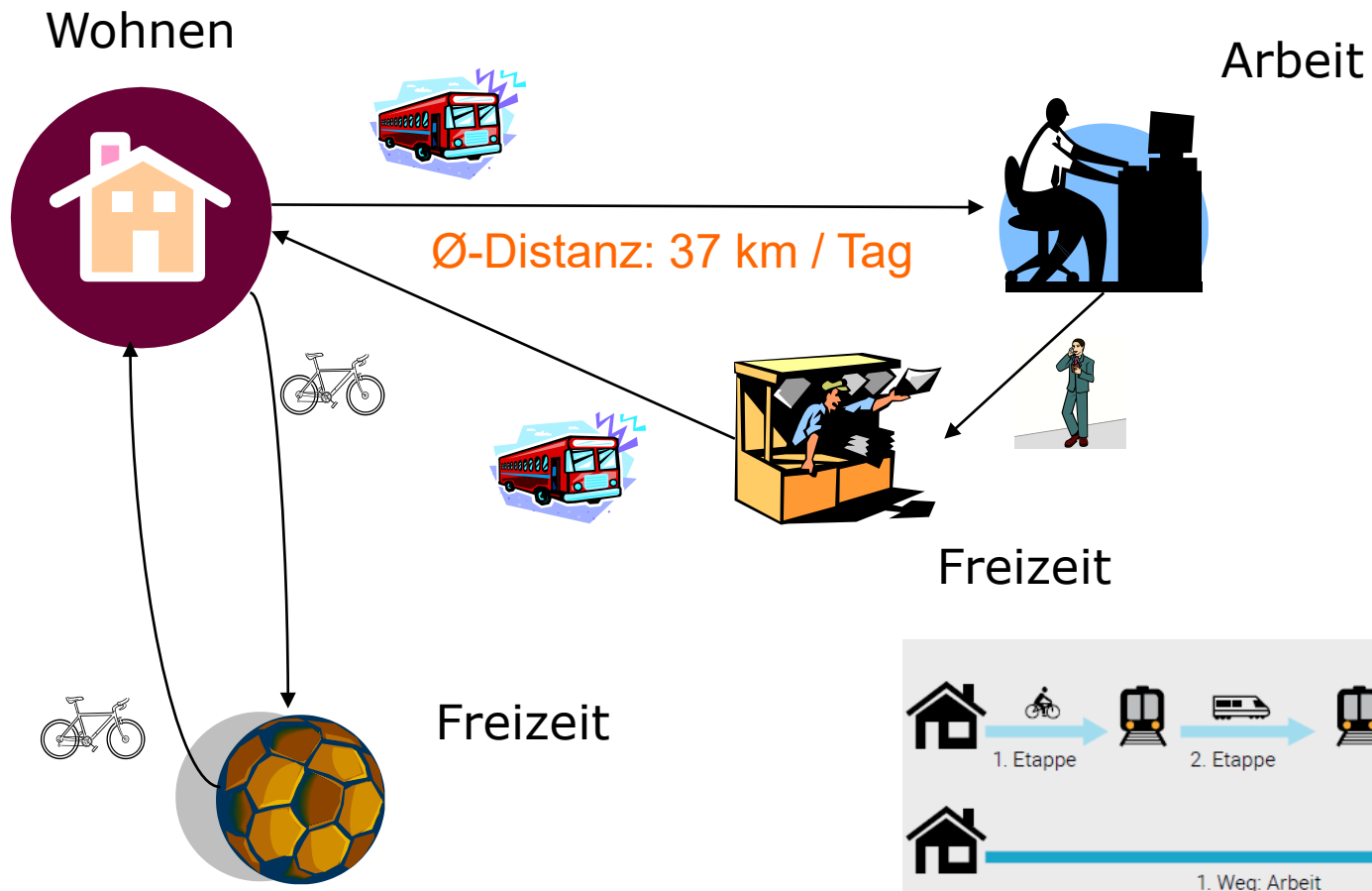


Quelle: BFS/ARE (2017)

Geschichte des Mikrozensus



Mobilität an einem Stichtag

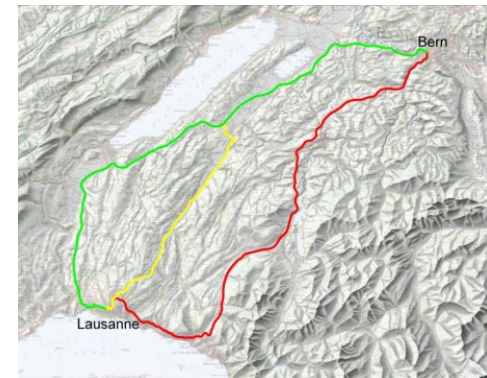


Routing

Erfassung des Etappenverlaufs auf einem digitalen Strassen- oder Schienennetz.

Vorteile

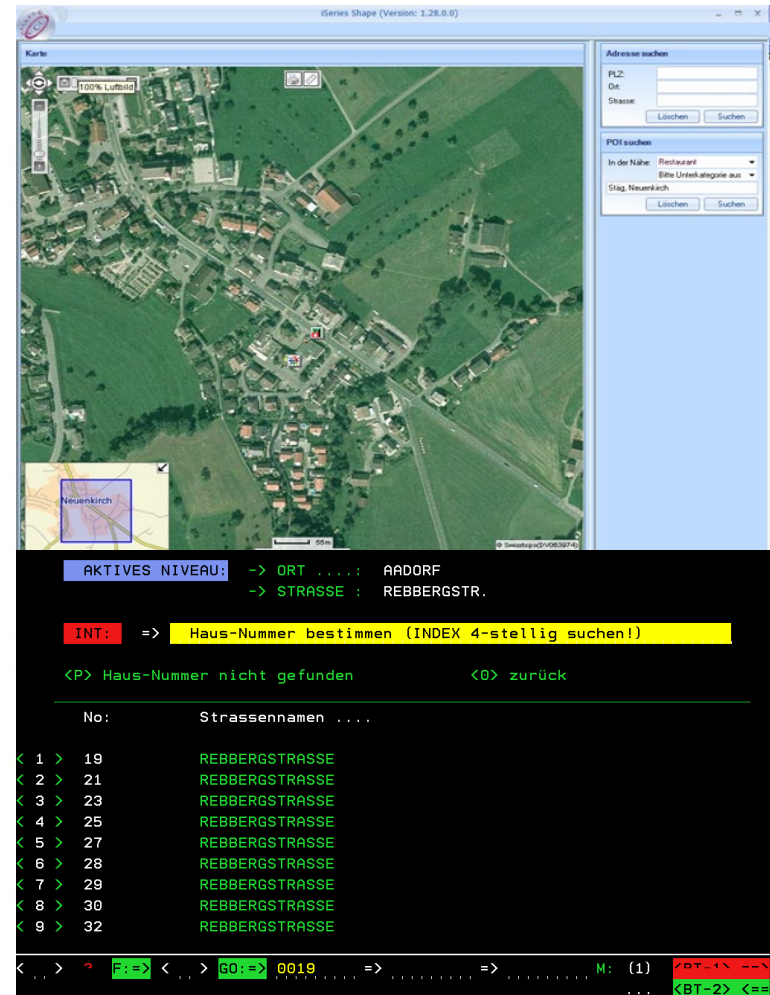
- Bessere Datenqualität der erhobenen Distanzen (objektive Distanzen vs. Distanzschätzungen)
(sh. Ohnmacht/Kowald 2014).
- Erweiterte Analysemöglichkeiten nach
 - Strassenklassen
 - Zugarten
 - Teilräumen (Agglomerationen)



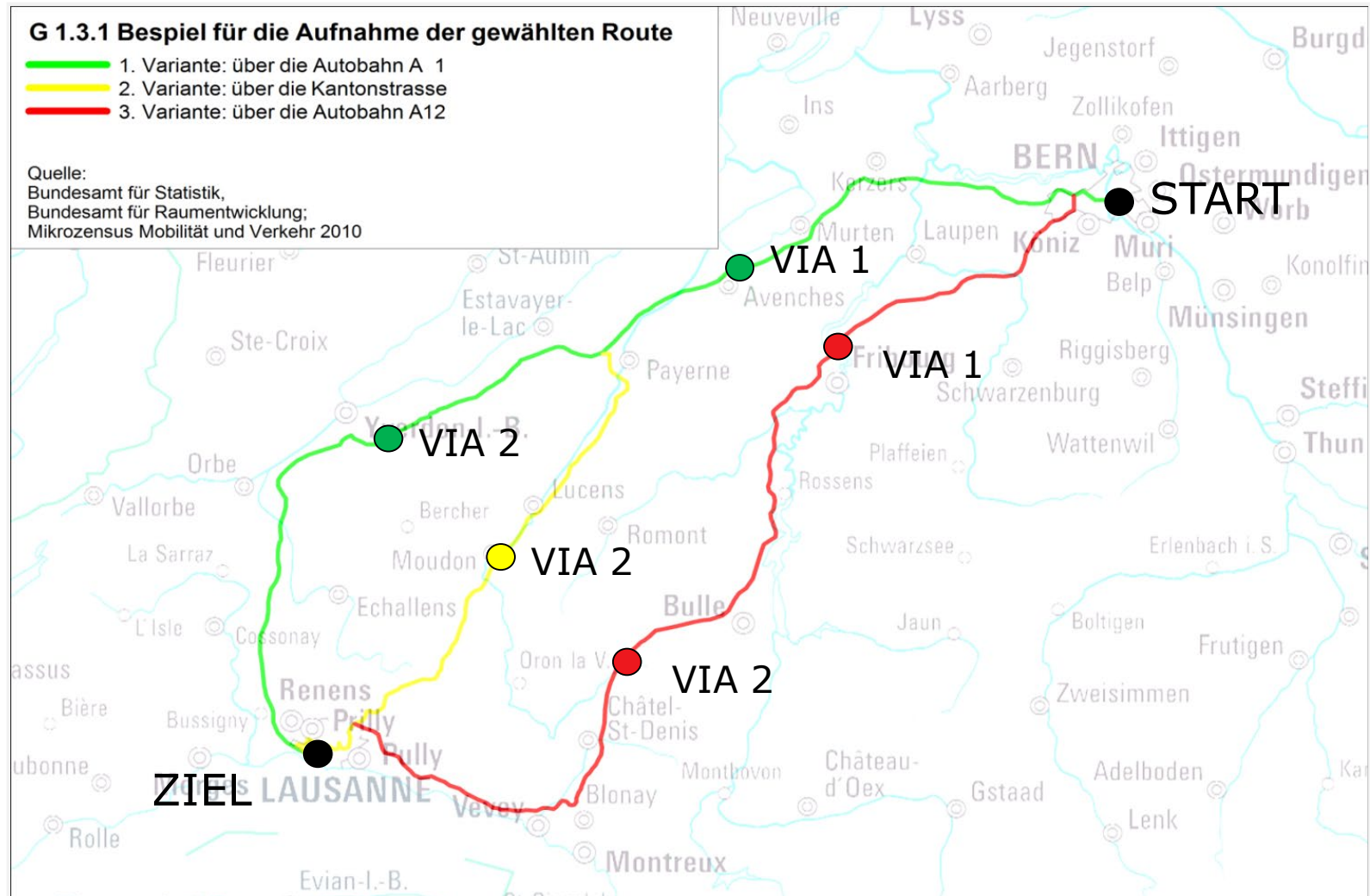
Fragebogen: Pragmatische Routingkriterien

| | LV (zu Fuss, Velo) | | MIV (Auto, Motorrad) | ÖV (Bahn, Bus, Tram, Schiff, ...) |
|--|---|------------------------------|--|---|
| Etappen | Alle Etappen | Rundwege | Alle Etappen | Alle Etappen |
| Verifikation mit Distanzkriterium | KEINE Verifikation | ≥ 3 km | ≥ 3 km | ≥ 0 km |
| | | Erfassung eines Routenpunkts | Erfassung von zwei verifizierbaren Routenpunkten | Erfassung der gewählten Route mittels möglicher Kurse im genannten Zeitfenster (Haltestellen = Routenpunkte) |
| Verwendung Distanzen für Verkehrsstatistik | Nein, da Fuss- und Velonetze derzeit zu grob und Qualität nicht validierbar (Schleichwege etc.) | | Ja, wenn plausibel (Distanz und Ø-Geschwindigkeit) | Ja, wenn plausibel (Distanz und Ø-Geschwindigkeit) |

Im Feld



Routenverifikation (Beispiel MIV)



Routing MIV

Selektierte POIs:

Blaue Route: schnellste Route

Rote Route: kürzeste Route

Etappen

| | Abfahrt | Startpunkt | Verkehrsmittel | Zweck | Zielpunkt | Ankunft | Dauer |
|---|---------|--|----------------|-------|--|---------|-------|
| ► | 06:45 | 001002, MUEHLEBACHWEG 1, 6030 EBIKO.. | FUSS | 01 | 001004, EBIKON, LOEWEN 8577157, 6030.. | 06:4 | |
| | 06:56 | 005004, EBIKON, LOEWEN 8577157, 6030.. | BUS | 01 | 005006, LUZERN, BAHNHOF 8508450, 600.. | 07:0 | |
| | 07:11 | 007006, LUZERN, BAHNHOF 8508450, 600.. | FUSS | 02 | 007008, SPANNORTSTR. 7, 6003 LUZERN | 07:2 | |
| | 09:15 | 009008, SPANNORTSTR. 7, 6003 LUZERN | AUTO | 07 | 009029, LANGENSANDHOEHE 8, 6005 HO.. | 09:30 | 0 min |

Routing ÖV

Karte

Adresse suchen

PLZ:

Ort:

Strasse:

POI suchen

In der Nähe:

Bitte POI auswählen!

RE

10:57 Luzern / Lucerna / Lucerne / Iz

11:06 Malters

11:15-11:14 Wolhusen

11:22 Entlebuch

▶ 11:30-11:29 Schüpfheim

11:37 Escholz matt

11:45-11:44 Trubschachen

11:54-11:52 Langnau i. E.

12:08-12:06 Konolfingen

12:26 Bern / BN / Berna / Berne

IR

11:00 Luzern / Lucerna / Lucerne / Iz

11:18-11:17 Sursee

11:32-11:31 Zofingen

Neubaustrecke

12:04-12:00 Bern / BN / Berna / Ber...

Erfolgsquote Routingkriterien

- **Qualität der Geokoodierung (Voraussetzung)**

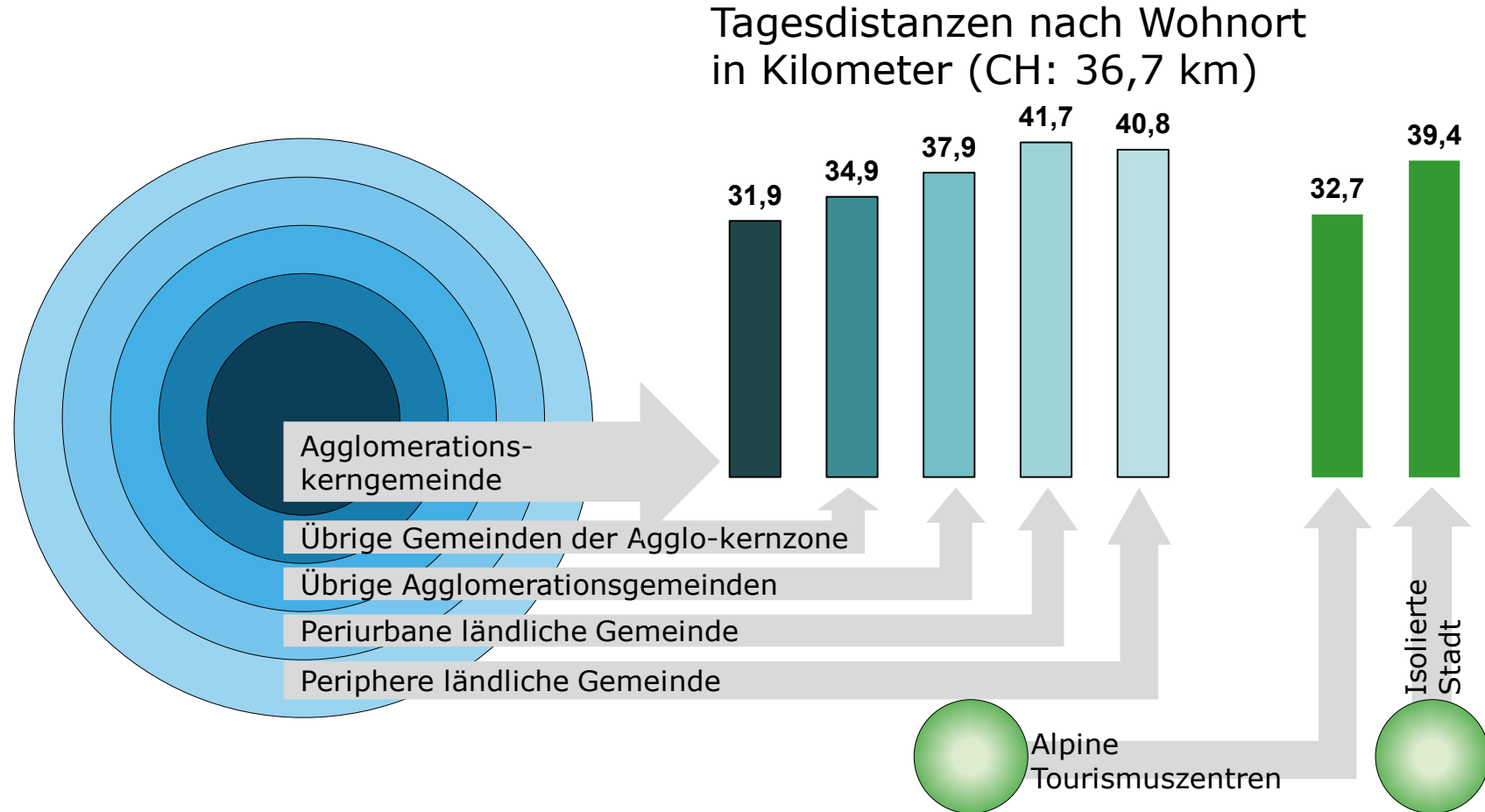
Anteil adressscharfer Punkte ist hoch (**93%** der Etappenpunkte und **97%** der Wohnorte adressscharf)

- **Neueinführung des Routings hat sich bewährt**

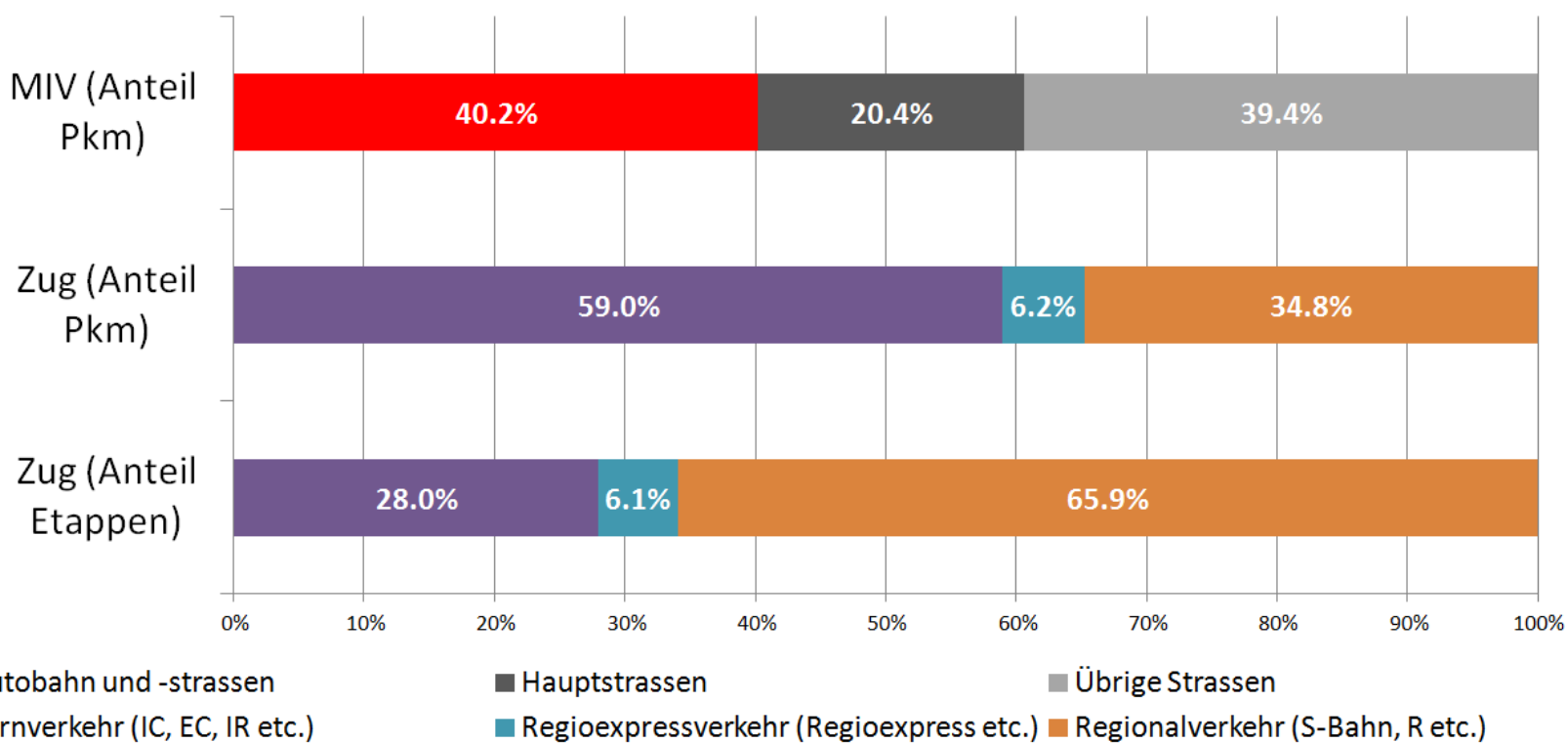
87% der zu routenden Etappen wurden erfolgreich geroutet:

| | |
|----------------|------------|
| - MIV-Etappen: | 96% |
| - öV-Etappen: | 81% |
| - Bus: | 74% |
| - Bahn: | 89% |

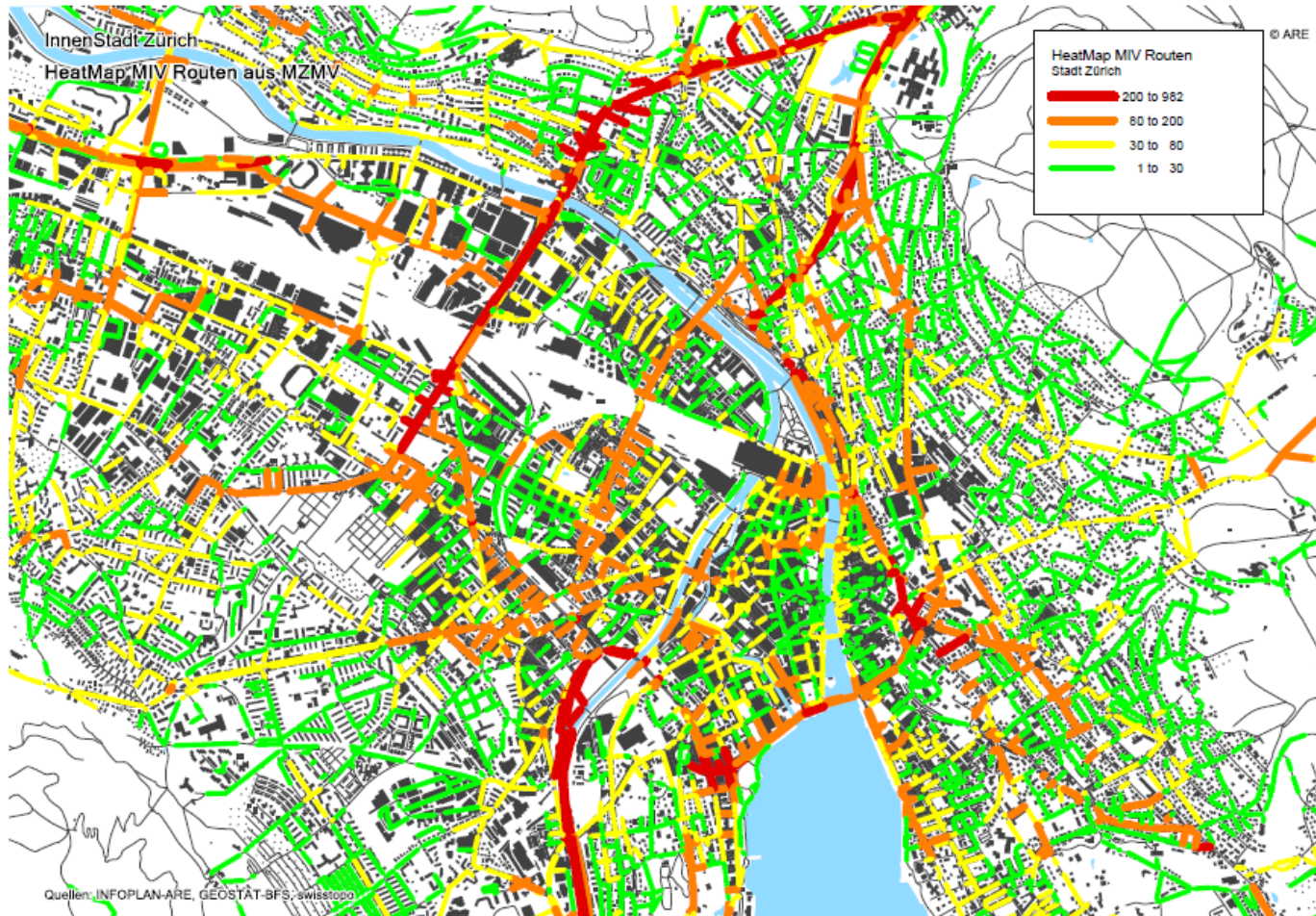
Räumliche Unterschiede beim Verkehrsverhalten

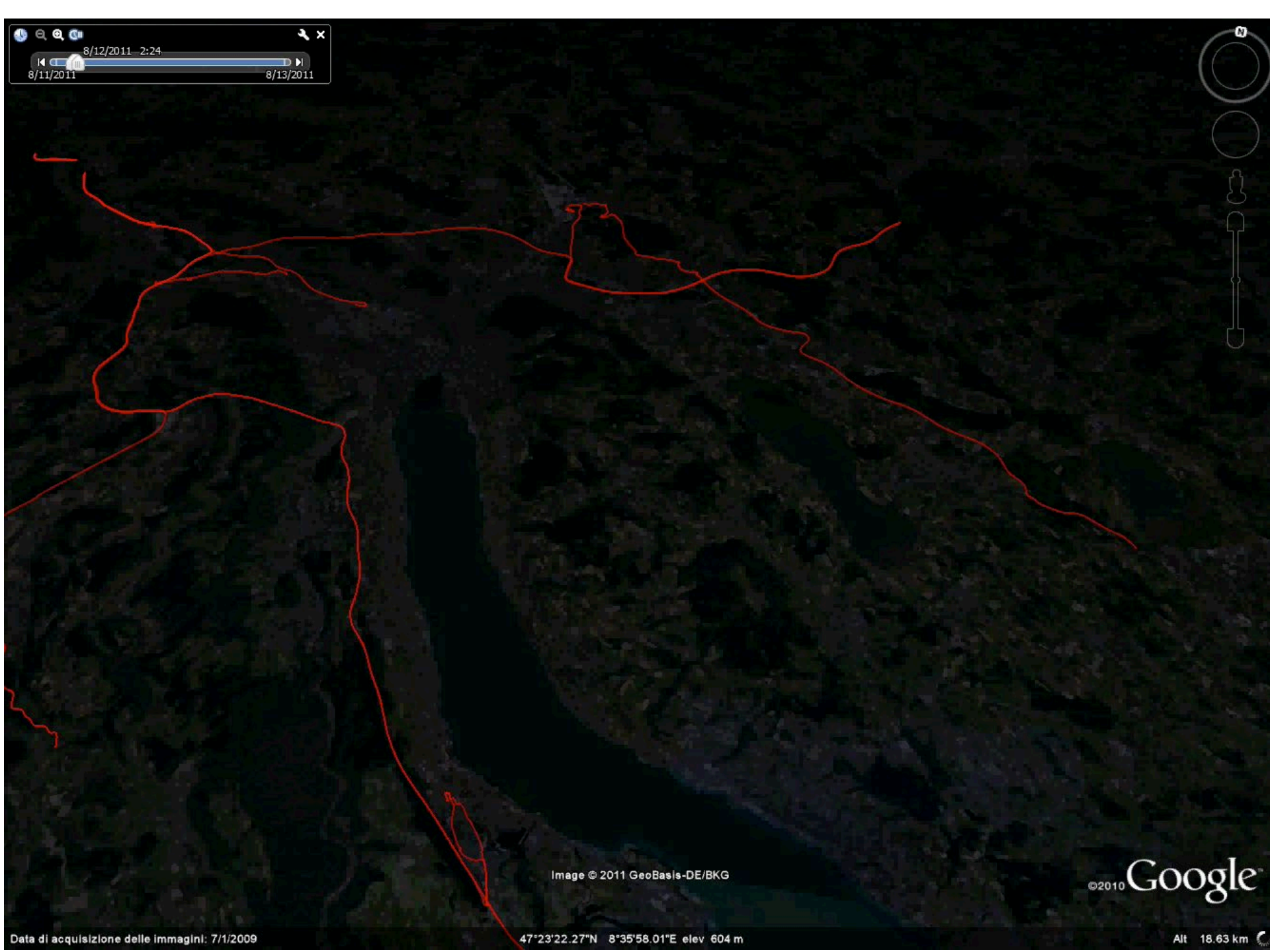


Benutzung des Strassennetzes und der Züge



Objektdatenbank (*Heat Map*)





8/12/2011 - 2:24
8/11/2011 8/13/2011

Navigation controls including a compass, zoom in/out buttons, a street view pegman, and a scale bar.

Image © 2011 GeoBasis-DE/BKG

©2010 Google

Data di acquisizione delle immagini: 7/1/2009

47°23'22.27"N 8°35'58.01"E elev 604 m

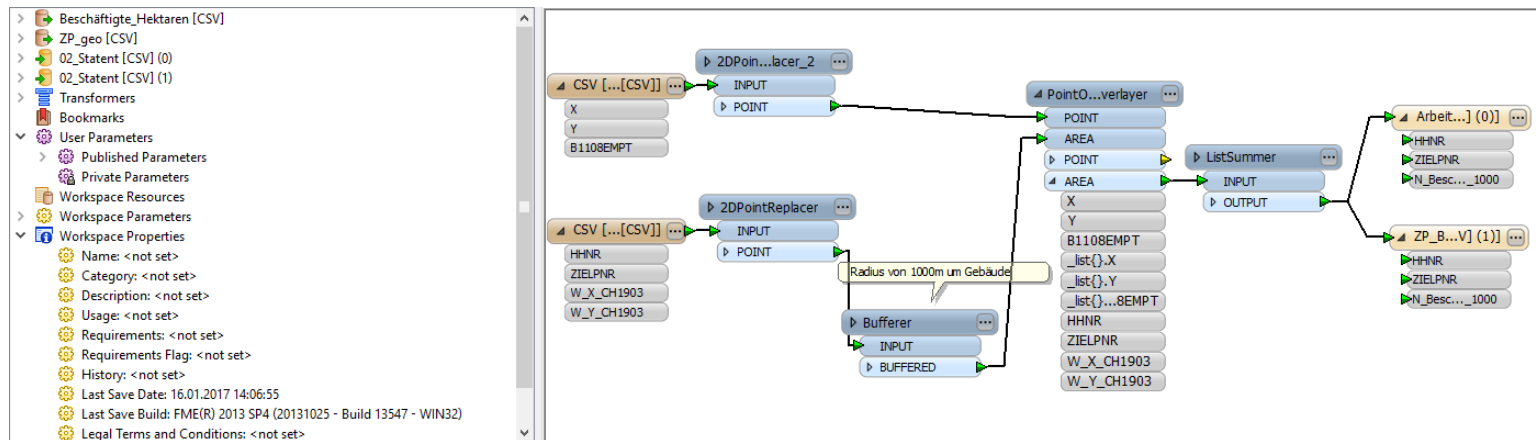
Alt 18.63 km

WIE KOMMT DER RAUM IN DIE VERKEHRSVERHALTENS DATEN II

DATA MATCHING: DIE ERSTELLUNG EINES
RAUMDATENSATZ

Datenhandling

- Ermittlung der Standortgunst durch ein Set von Indikatoren
- GIS: MapInfo / QGis
- Datentransformation: FME, Beispiel: Statent «Beschäftigte»

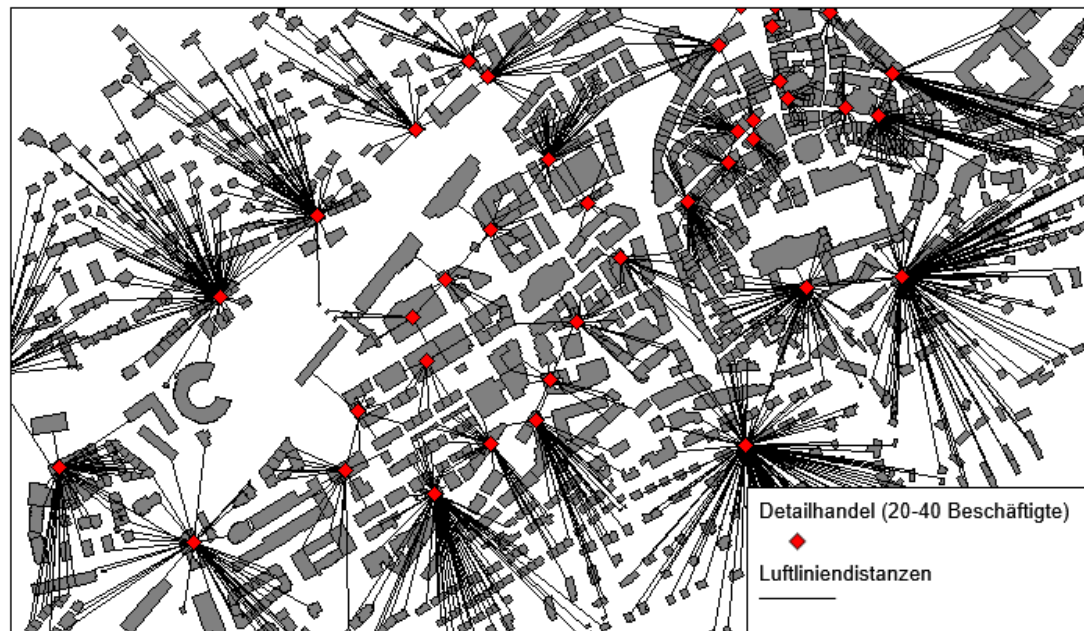


- Datenaufbereitung: SPSS
- Datenmodellierung: R

Bildquelle:
Eigene Darstellung

GIS – Distanzen zu *Kino, Post, Bar, Restaurants, Detailhandel* usw.

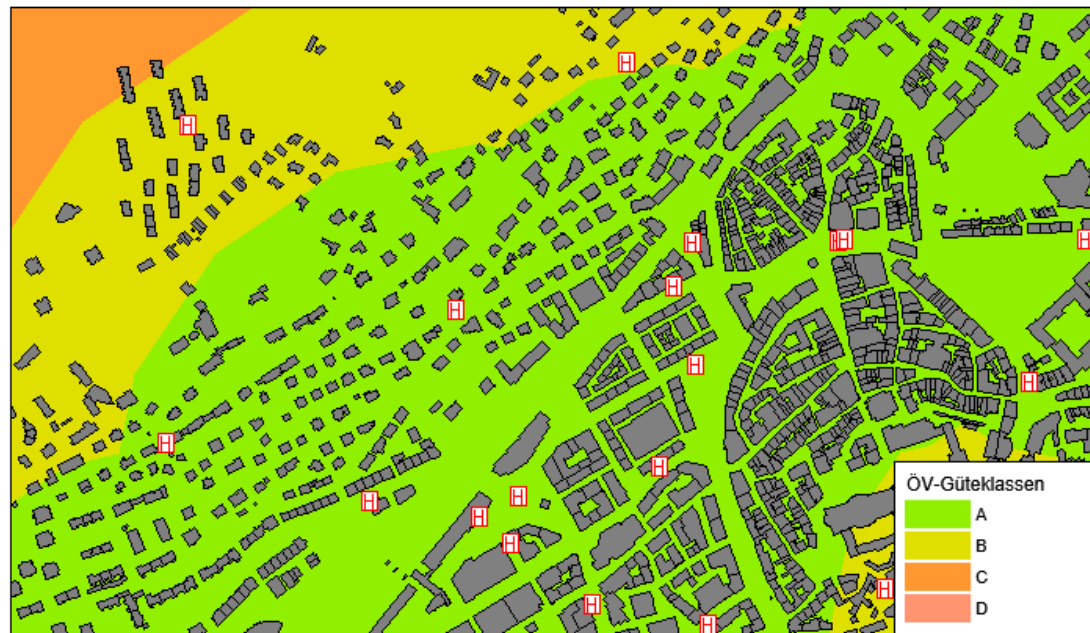
- **Datensatz:** Statistik der Unternehmensstruktur STATENT (BFS), basierend auf NOGA-Codes werden Distanzen ab Haustürkoordinaten berechnet.



Bildquelle:
Eigene Darstellung

GIS – öV Güteklassen

- **Datensatz:** Güteklassen des öffentlichen Verkehrs (ARE), beziehbar im Web-GIS ARE (Kategorien A bis D, E = keine Erschliessung)



Bildquelle:
Eigene Darstellung

GIS – Einwohnerdichte ($r = 1 \text{ km}$)

- **Datensatz:** Statistik der Bevölkerung und der Haushalte STATPOP (BFS)



Bildquelle:
Eigene Darstellung

GIS – Beschäftigtendichte (r = 1 km)

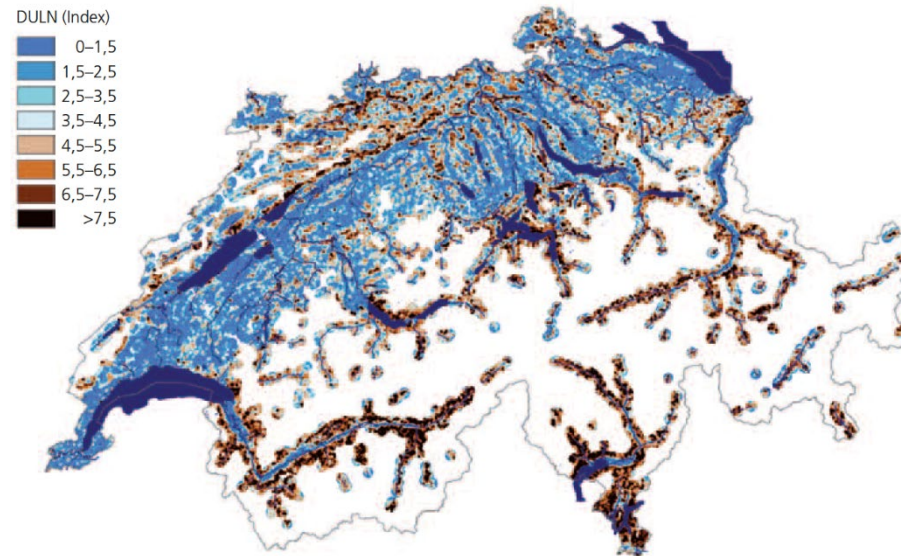
- **Datensatz:** Statistik der Unternehmensstruktur STATENT (BFS)



Bildquelle:
Eigene Darstellung

GIS - Naherholungsqualität

- **Datensatz:** Naherholungsqualität (finanziert durch BAFU)



Quelle: Kienast et al. (2012)

World Conference on Transport Research – WCTR 2019 Mumbai 26-31 May 2019

The Impact of the Built Environment on Travel Behavior: The Swiss Experience based on two National Travel Surveys

Vu Thi Thao,* Timo Ohnmacht**

**Lucerne University of Applied Sciences and Arts – Business, Competence Center for Mobility, Rösslimatte 48, 6002 Lucerne, Switzerland*

Research in Transportation Business & Management xxx (xxxx) xxxxx



Contents lists available at ScienceDirect

Research in Transportation Business & Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rtbm



The impact of the built environment on travel behavior: The Swiss experience based on two National Travel Surveys

Vu Thi Thao, Timo Ohnmacht*

Lucerne University of Applied Sciences and Arts – Business, Competence Center for Mobility, Rösslimatte 48, 6002 Lucerne, Switzerland

ARTICLE INFO

Keywords:

Built environment
Travel behavior
National travel surveys
Transport policy

ABSTRACT

This paper examines the effects of the built environment on travel behavior (i.e., number of trips and distance traveled) differentiated by mode of transport while statistically controlling for both mobility tool ownership and sociodemographic factors. The statistical analysis is based on two combined datasets stemming from the Swiss National Travel Surveys for 2010 and 2015. One key finding is that high population and employment densities, frequent public transportation, short distances to points of interest (e.g., bars, cinema, sports facilities) and high-quality local recreation at one's place of residence reduce daily distances traveled by car. This finding underpins recent activities in spatial planning undertaken by the Swiss government in order to reduce energy consumption triggered by motorized individual travel. Finally, we recommend incorporating the attributes of individuals' residential self-selection into the framework of national travel surveys, an attribute still missing from the Swiss Travel Census. This is of particular importance in order to statistically control the effect of the built environment using a further dimension that could enhance debates on transport policies and measures.

ANWENDUNGSBEISPIEL EINER MODELLIERUNG: THAO UND OHNMACHT (2019)

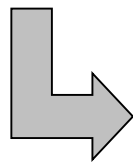
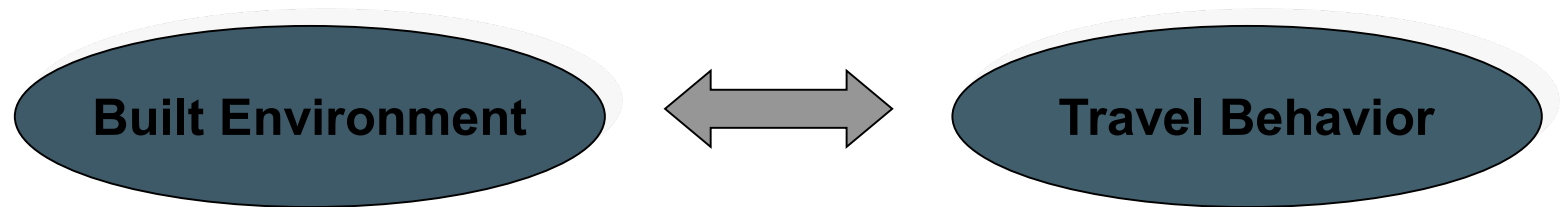
Literature Review

RQ: The size of the contribution of the built environment in relation to explaining variations in travel behavior when controlling for other influencing factors (e.g. individual attributes)

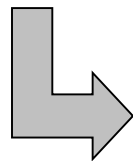
- **In a nutshell:** the empirical findings lead to debates about the strength of the impact of the built environment if the influence stemming from other influencing dimensions are statistically controlled for (*ceteris paribus*).

RG: Drawback: mostly North America-study and local contexts.
Lack of studies based on NTS and all MoT

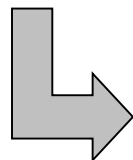
Research Questions



the effects on trips and distance by MoT

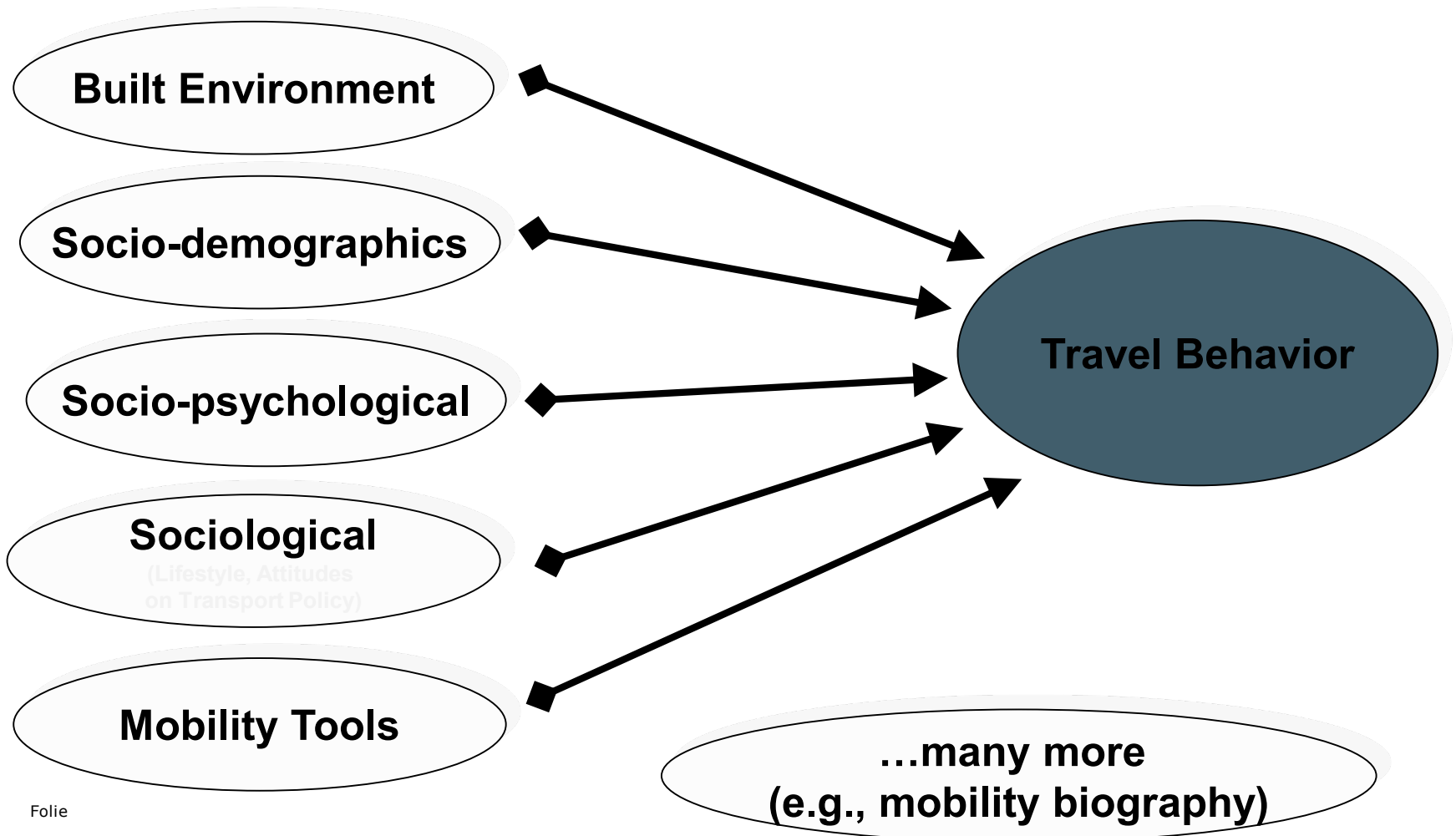


Big Data/Mining: 2 NTS + BE (GIS, census Data)

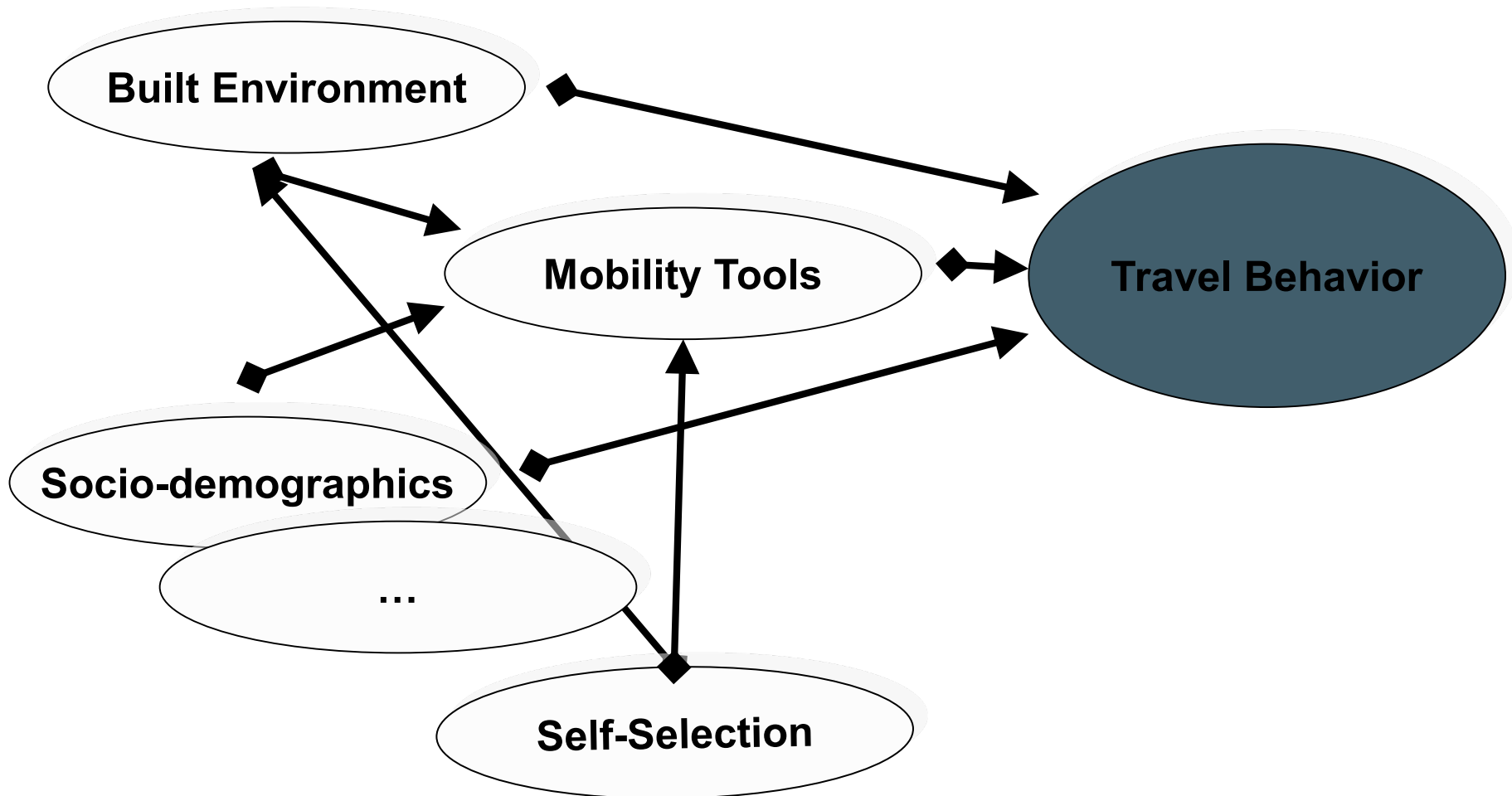


Ranking the BE effects

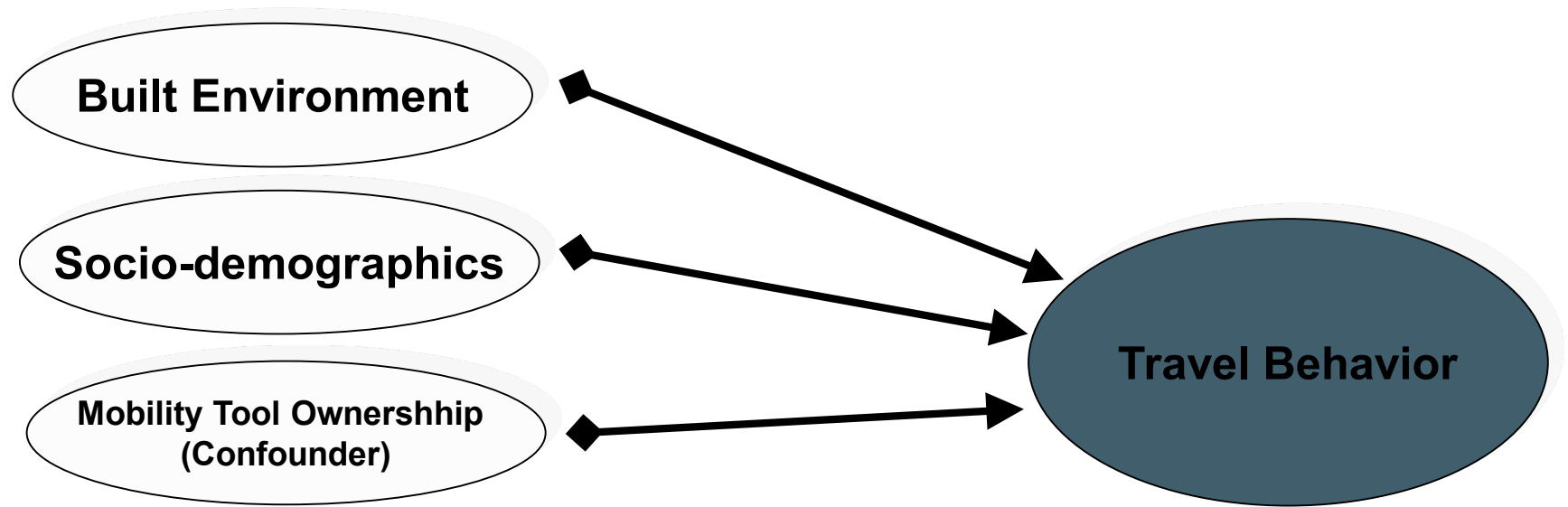
Explaining Variance of Travel Behaviour (Influencing Dimensions)



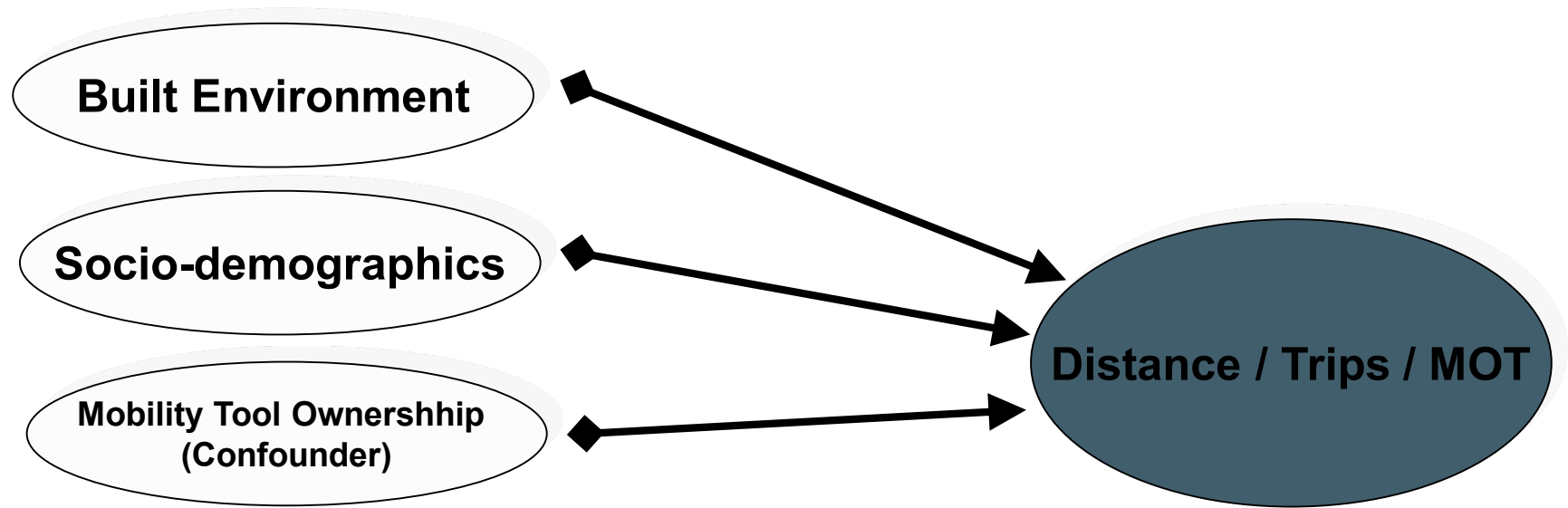
Influencing Dimensions: Mediation Models, Endogenous vs. Exogenous



This approach is based on the possibilities of the Swiss NTS



This approach is based on the possibilities of the Swiss NTS



- **Linear regression models** with logarithmic transformations of the dependent variable (linear-log models) (Christensen, 2000)
- **Simulation** the effects of the built environment on travel behavior to demonstrate and rank the effect sizes more clearly
- **Duan smearing estimate** for unbiased estimator based on linear-log models (Duan, 1983)

Table A2

Impacts of built environment, mobility tools and sociodemography on daily distance.

| | | Daily distance by HPM | | | Daily distance by car | | | Daily distance by PT | | |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------------|--------|------------------------|-----------------------|--------|------------------------|----------------------|--------|------------------------|
| Variables | | b | SE | t values | b | SE | t values | b | SE | t values |
| Intercept | | 0.342 | 0.064 | 5.343 _{***} | 2.186 | 0.094 | 23.141 _{***} | 0.561 | 0.070 | 7.986 _{***} |
| Built environment (BE) | | | | | | | | | | |
| Population density | When more densely | 0.002 | 0.0003 | 5.885 _{***} | -0.007 | 0.0004 | -15.426 _{***} | -0.001 | 0.0003 | -1.742 [†] |
| Employment density | When more densely | 0.001 | 0.0002 | 6.317 _{***} | -0.004 | 0.0004 | -15.426 _{***} | -0.0004 | 0.0002 | 1.684 [†] |
| Points of interests | When further away | -0.003 | 0.001 | -2.794 _{**} | 0.014 | 0.002 | 8.250 _{***} | -0.0002 | 0.001 | -0.143 |
| Local natural recreation | When better | 0.0004 | 0.0001 | 4.030 _{***} | -0.001 | 0.0002 | 8.250 _{***} | 0.0002 | 0.0001 | 1.450 |
| Public transportation | A | -0.0001 | 0.018 | -0.007 | -0.0712 | 0.027 | -2.632 _{**} | 0.013 | 0.020 | 0.657 |
| ref.: E | B | 0.025 | 0.016 | 1.609 | -0.124 | 0.023 | -5.307 _{***} | 0.043 | 0.017 | 2.452 _* |
| | C | 0.036 | 0.015 | 2.372 _* | -0.118 | 0.022 | -5.251 _{***} | 0.032 | 0.017 | 1.893 [†] |
| | D | 0.004 | 0.015 | 0.297 | -0.018 | 0.022 | -0.838 | 0.010 | 0.016 | 0.631 |
| Mobility tools (MT) | | | | | | | | | | |
| Car availability | Yes | -0.322 | 0.016 | -19.963 _{***} | 1.111 | 0.024 | 46.800 _{***} | -0.486 | 0.018 | -27.547 _{***} |
| Bicycle availability | Yes | 0.333 | 0.013 | 25.167 _{***} | -0.185 | 0.019 | -9.471 _{***} | 0.115 | 0.015 | 7.962 _{***} |
| PT season tickets | Yes | 0.316 | 0.011 | 27.610 _{***} | -0.845 | 0.017 | -49.937 _{***} | 1.391 | 0.012 | 110.688 _{***} |
| Sociodemographic characteristics (SD) | | | | | | | | | | |
| Gender | Man | -0.042 | 0.009 | -4.268 _{***} | 0.263 | 0.015 | 18.011 _{***} | 0.005 | 0.011 | 0.440 |
| Age | Up to 17 | -0.067 | 0.058 | -1.146 | 0.544 | 0.086 | 6.343 _{***} | 0.357 | 0.064 | 5.604 _{***} |
| Ref.: 65+ | 18-35 | -0.117 | 0.027 | -4.237 _{***} | 0.432 | 0.041 | 10.624 _{***} | 0.275 | 0.030 | 9.114 _{***} |
| | 36-64 | -0.031 | 0.026 | -1.165 | 0.236 | 0.039 | 6.037 _{***} | 0.099 | 0.029 | 3.421 _{***} |
| Household (HH) | ≤ 4000 | -0.055 | 0.020 | -2.750 _{**} | -0.431 | 0.029 | -14.496 _{***} | -0.168 | 0.022 | -7.598 _{***} |
| income (CHF) | > 4000 to 10,000 | -0.035 | 0.011 | -3.194 _{**} | -0.153 | 0.016 | -9.457 _{***} | -0.128 | 0.012 | -10.662 _{***} |
| ref.: above 10,000 | | | | | | | | | | |
| HH structure | Family | -0.055 | 0.014 | -3.961 | -0.076 | 0.20 | -3.729 _{***} | -0.167 | 0.015 | -10.977 _{***} |
| Ref. single-person HH | Multi-person HH | -0.007 | 0.015 | -0.465 | -0.096 | 0.022 | -4.404 _{***} | -0.084 | 0.016 | -5.149 _{***} |
| Year 2015, ref. 2010 | Yes | 0.012 | 0.010 | 1.206 | 0.064 | 0.015 | 4.257 | -0.081 | 0.011 | -7.231 _{***} |
| Explained variance | Total | 5.78 | | | 19.66 | | | 26.58 | | |
| (Adjusted-R ²) in % | Only BE | 1.60 | | | 7.10 | | | 1.25 | | |

B = Beta-Coefficient, SE = Standard Error, PT = Public Transport.

*** $p < .001$ ** $p < .01$ * $p < .05$ † $p < .1$

Impacts of Built Environment, Mobility Tools and Social Demography on Daily Distance

| | | Change | | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------|-------------|-------------|------------|
| Factor | Effect Direction | Effect Size | | | |
| | | Daily Distance | ...only HPM | ...only Car | ...only PT |
| Built Environment | | | | | |
| Population density | When more densely | ----- | ++ | ---- | - |
| Employment density | When more densely | -- | ++ | --- | + |
| Points of interest | When further away | + | - | ++ | n.s. |
| Local natural recreation | When better | - | + | - | n.s. |
| Public transportation quality | A | - | n.s. | - | n.s. |
| | B | - | n.s. | - | + |
| | C | - | + | - | + |
| | D | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| | Ref.: E | | | | |

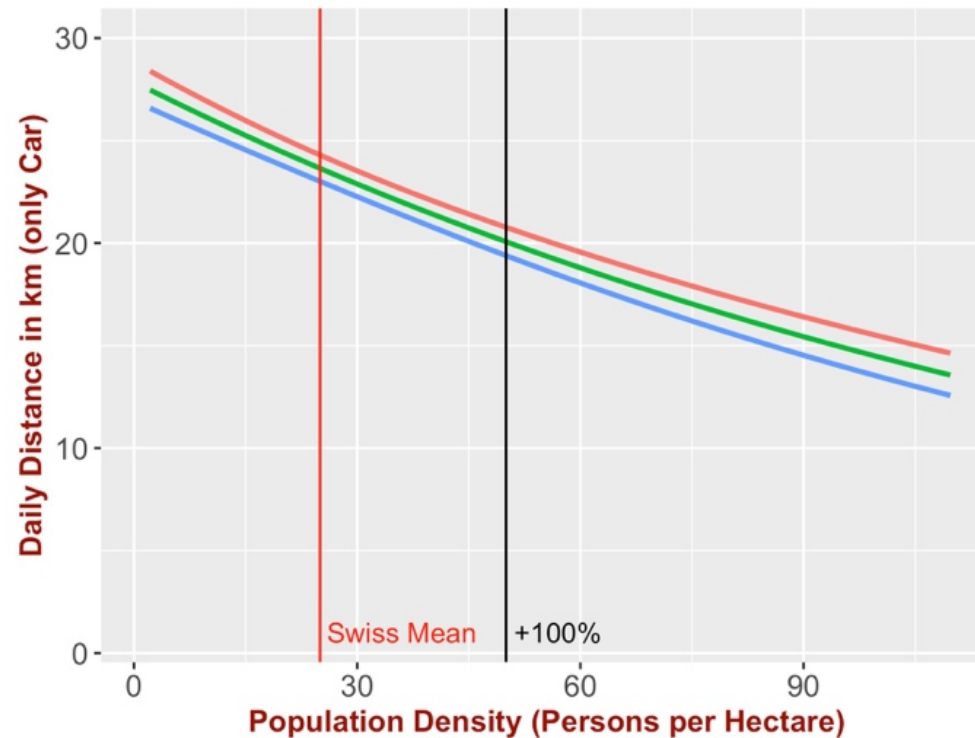
Impacts of Built Environment, Mobility Tools and Social Demography on Daily Distance

| | | Change | | | |
|----------------------|------------------|----------------|-------------|-------------|------------|
| Factor | Effect Direction | Effect Size | | | |
| | | Daily Distance | ...only HPM | ...only Car | ...only PT |
| | | | | | |
| Mobility Tools (MT) | | | | | |
| Car availability | Yes | +++++ | - - - - | +++++ | - - - - |
| Bicycle availability | Yes | + | +++++ | - - | ++ |
| PT season tickets | Yes | +++ | +++++ | - - - - | +++++ |

Impacts of Built Environment, Mobility Tools and Social Demography on Daily Distance

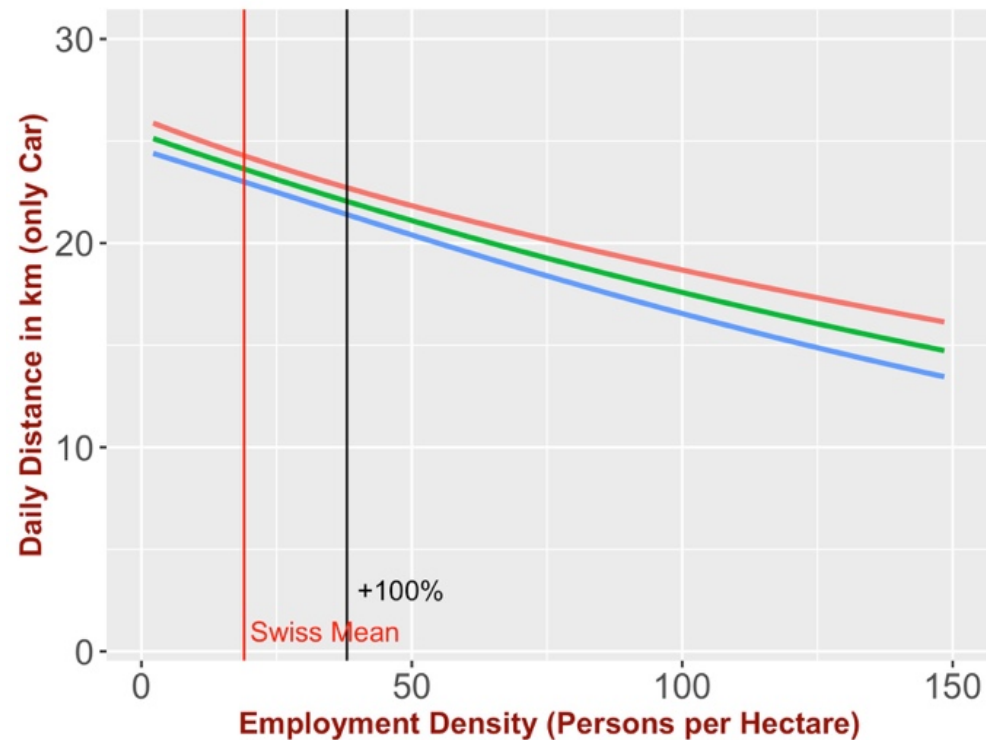
| Factor | Effect Direction | Change | | | |
|------------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|-------------|------------|
| | | Daily Distance | ...only HPM | ...only Car | ...only PT |
| Gender | Man | +++ | - | +++ | n.s. |
| Age | Up to 17 | +++++ | n.s. | ++++ | ++++ |
| | 18-35 | +++++ | -- | ++++ | +++ |
| | 36-64 | ++++ | n.s. | +++ | ++ |
| | Ref.: 65+ | | | | |
| | | | | | |
| Household income (CHF) | Up to 4,000 | ----- | - | ----- | -- |
| | above 4,000 to 10,000 | --- | - | -- | -- |
| | Ref.: above 10,000 | | | | |
| | | | | | |
| Household structure | Family | --- | - | - | --- |
| | Multi-person household | -- | n.s. | - | - |
| | Ref.: Single-person household | | | | |
| | | | | | |
| Year 2015 | Ref: 2010 | n.s. | n.s. | + | - |
| Explained Variance (R²) in % | Total | 7.01 | 5.78 | 19.66 | 26.58 |
| | Only built environment | 2.51 | 1.60 | 7.10 | 1.25 |
| | Only MT and SD | 11.25 | 3.82 | 18.04 | 22.72 |

Rank No 1: Population Density



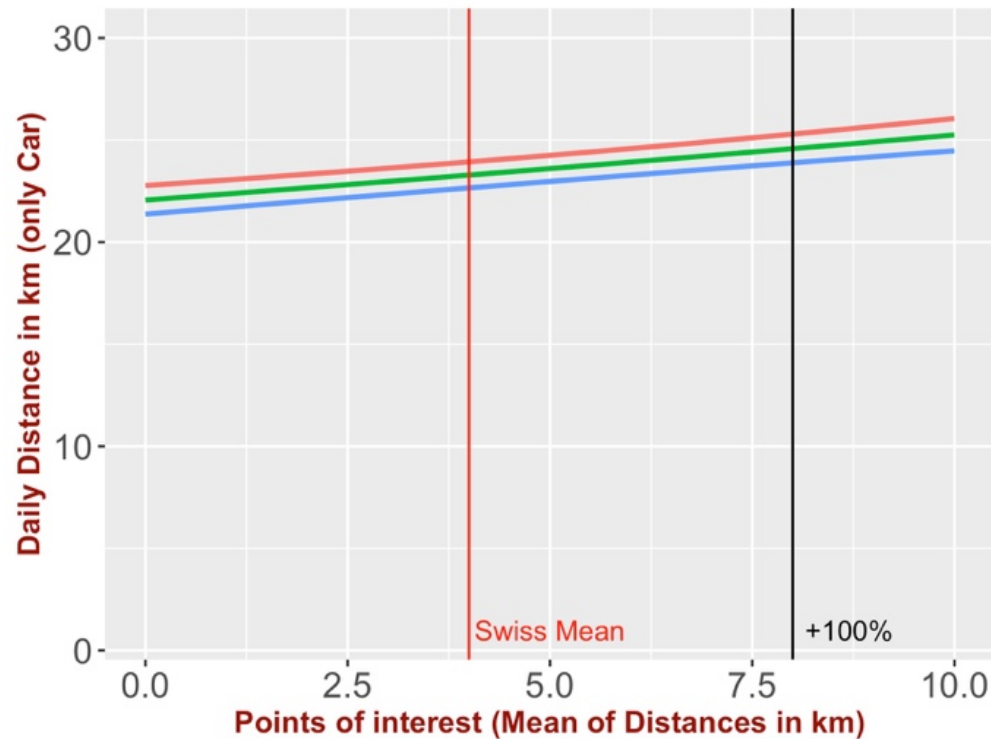
If population density is doubled from 25 (the Swiss mean) to 50 persons per hectare, daily distance traveled by car is predicted **to decrease by 16%, i.e. from 23.5 to 19.8 km per day.**

Rank No 2: Employment Density



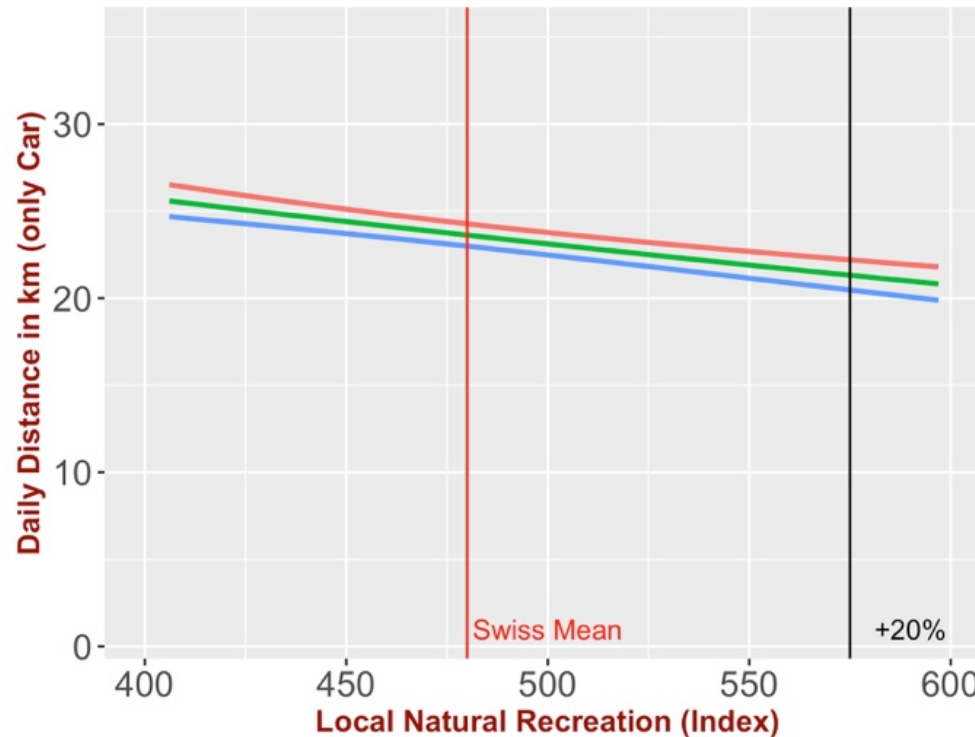
If employment density is doubled from 19 (the Swiss mean) to 38 persons per hectare, daily distance traveled by car is **predicted to decrease by 7%, i.e. from 23.6 to 22 km per day.**

Rank No 3: Points of interest



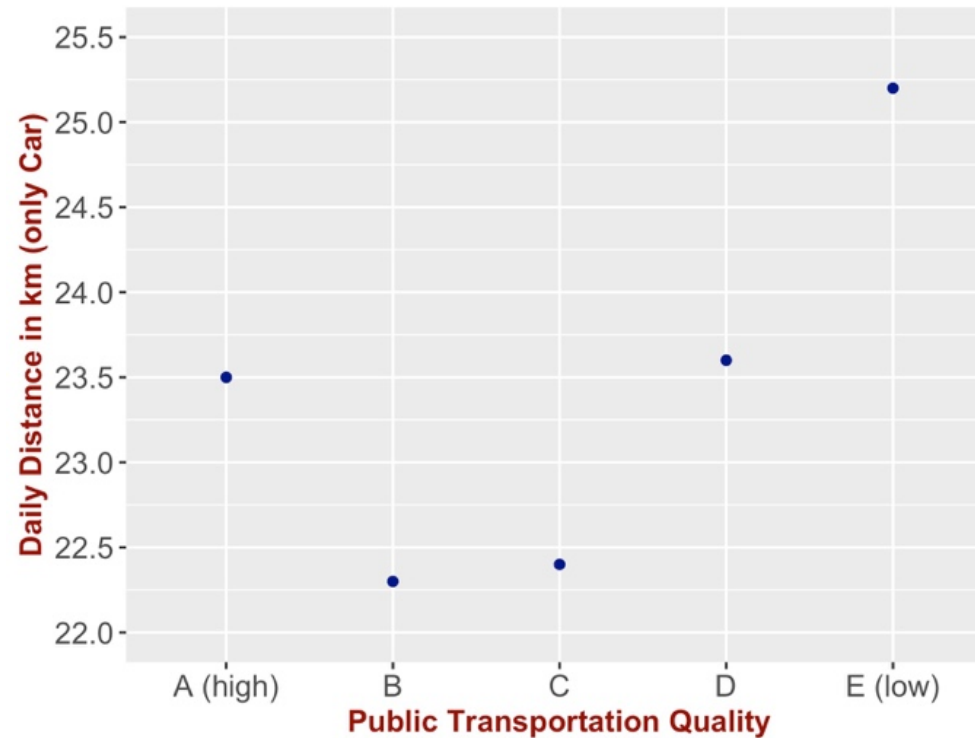
If the mean distance to points of interest is doubled from 4 to 8 kilometers, daily distance traveled by car is predicted to **increase by 11%, i.e. from 22.2 to 24.6 km per day.**

Rank No 4: Local natural recreation



If the index for local natural recreation increases by 20% from 480 (the Swiss mean) to 576, daily distance traveled by car is predicted **to decrease by 9.4%, i.e. from 23.5 to 21.3 km per day.**

Rank No 5: Public transportation



Interestingly, the highest public transportation quality A which is found in city centers is associated with higher distances by car than B and C (relative to E).

Results

- 1. SD**
- 2. MT**
- 3. BE**

- Sociodemographic characteristics and mobility tool ownership have the strongest effect on travel behavior, followed by the built environment.

BE → CAR

- The Built Environment has the highest relevance with regard to car travel (significant effects and effect sizes)

- 1. Density**
- 2. POIs**
- 3. Natural recreation**
- 4. PT**

- High population and employment density, low distance to points of interests (bars, cinema, sports) and high-quality local recreation, combined with good public transportation services, all reduce automobile travel.

!

- This result are not surprising but it is supported very prominent in the data.
- It underpins recent activities with evidence.

Further Research

residential self- selection

- The statistical analysis could not measure the impacts of residential self-selection for travel behavior because the Swiss National Transport Surveys do not include this information

!

- We suggest that information on residential self-selection should be incorporated into the next planned NTS in Switzerland.
 - Statement Items (*Preferences*)

WIE MÜNDET EMPIRISCHE EVIDENZ IN DEN NACHHALTIGKEITSDISKURS? DAS BEISPIEL 2000 WATT-GESELLSCHAFT

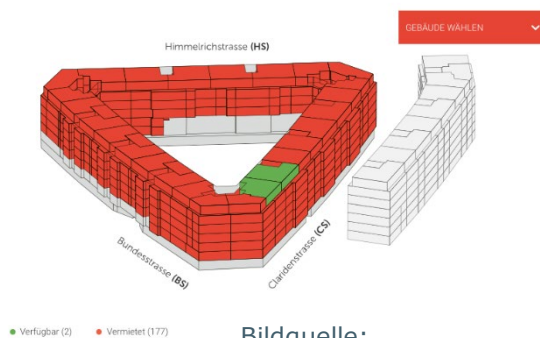
Exkurs: Neue Monte Rosa-Hütte: Guter Wille am falschen Platz?



Minergie P-Standard: Stadt vs. Land



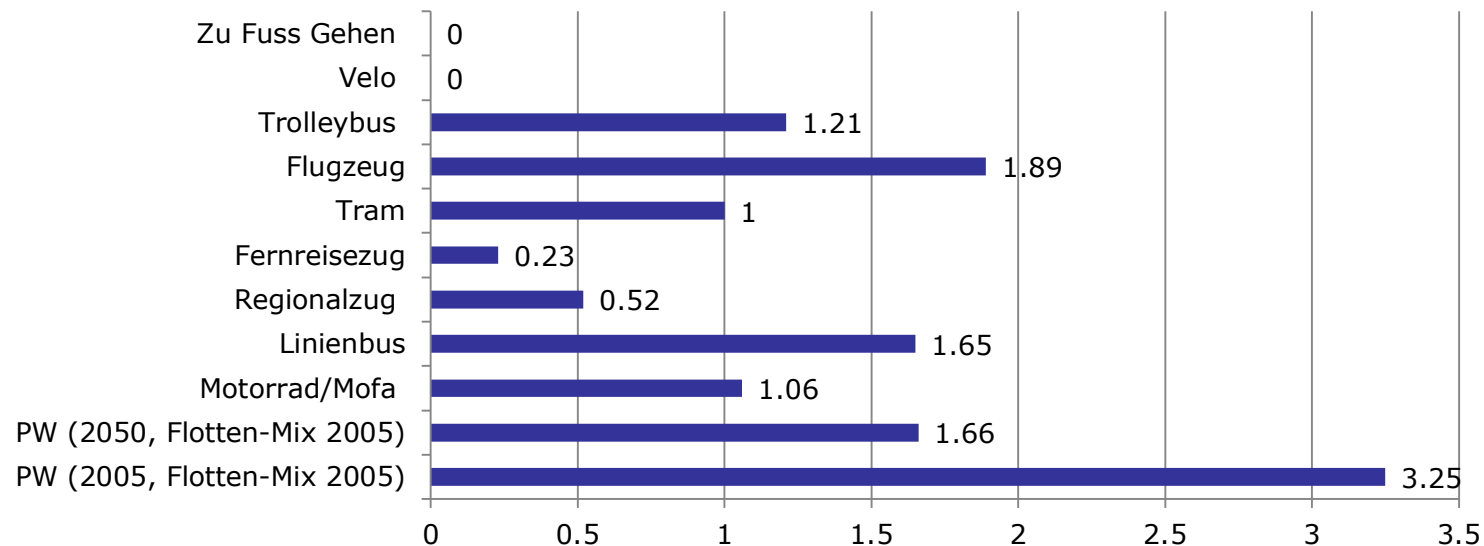
Bildquelle:
Eigene Darstellung



Bildquelle:
abl

Verkehrsmittel PE/km (nach mobitool, ecoinvent)

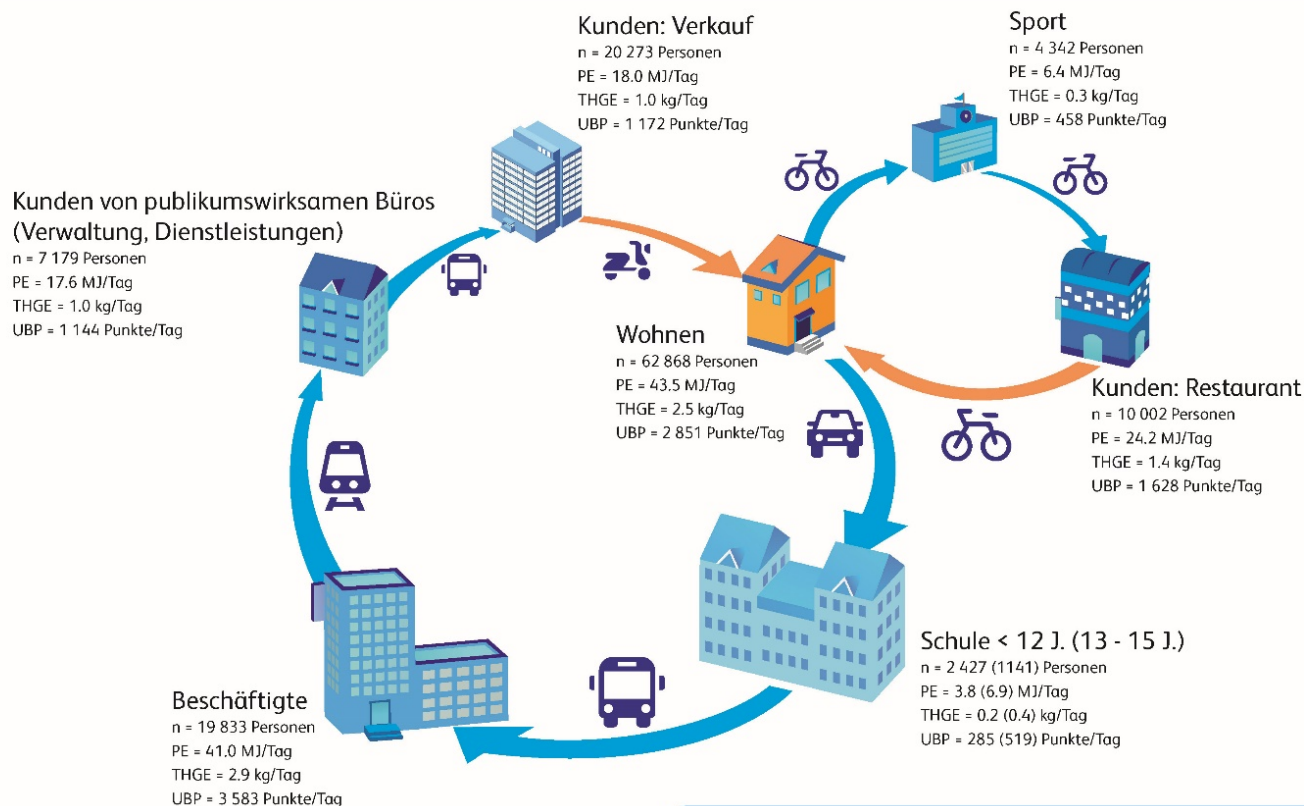
Primärenergiefaktoren (MJ/Pkm)



- Betrieb des Fahrzeugs (inkl. Bereitstellung des Treibstoffs)
- die Verkehrsinfrastruktur (Bau, Unterhalt und Rückbau)
- Fahrzeug (Herstellung, Unterhalt, Entsorgung)

Zuordnung der Mobilität zu Gebäuden

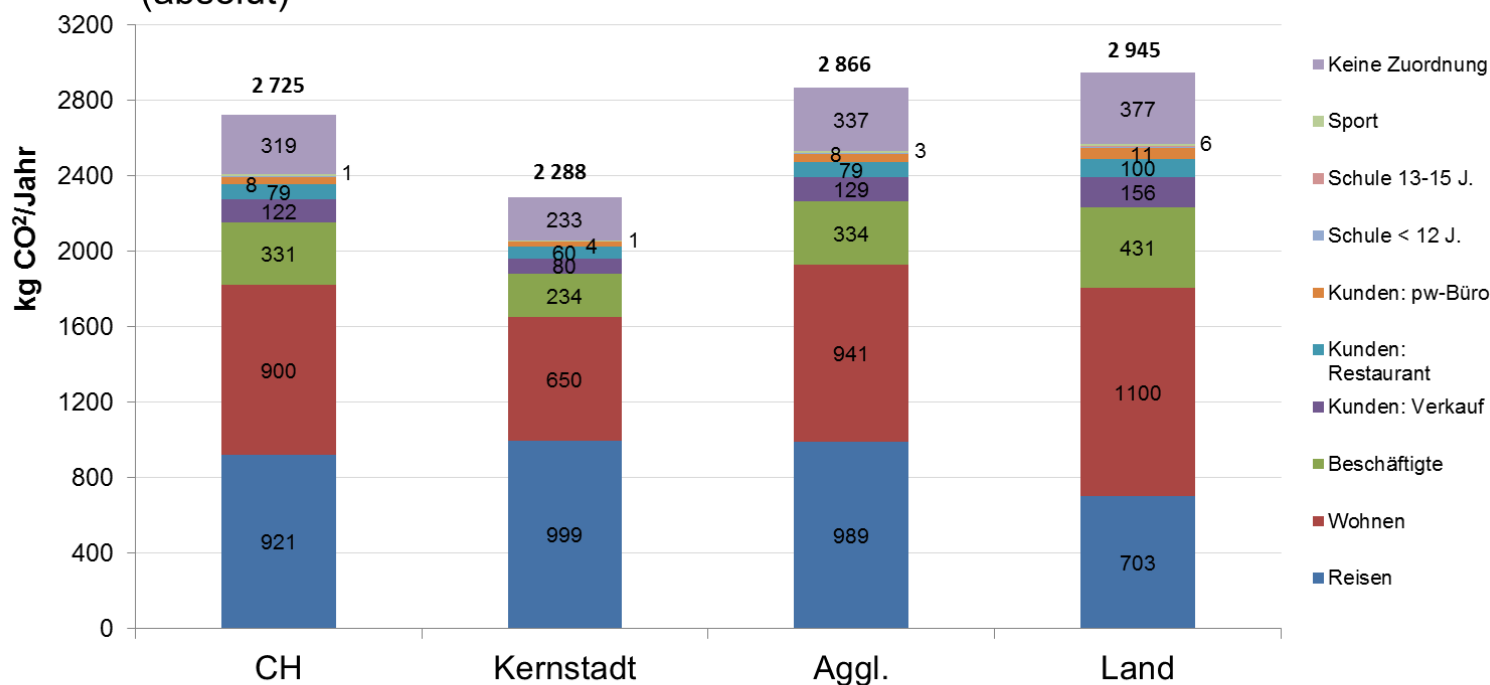
Tagesablauf Mobilität und Energie (den Gebäudenutzungen zugeordnet)



n = Anzahl Beobachtungen (Zielpersonen)
PE = Primärenergie

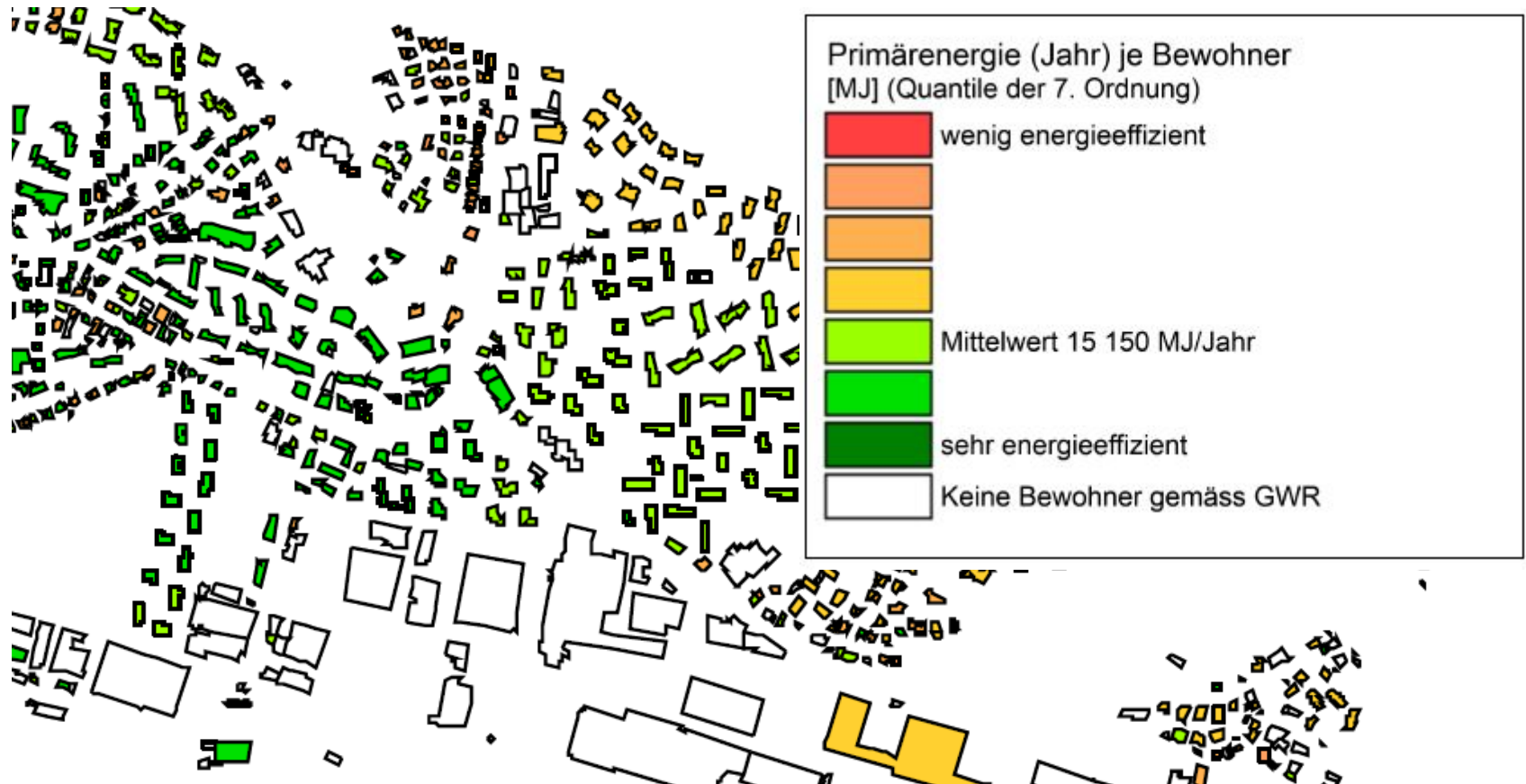
THGE = Treibhausgasemissionen
UBP = Umweltbelastungspunkte

Treibhausgasemissionen (THGE) pro Person und Jahr für die nicht-alltägliche Mobilität (Tagesreisen + Reisen mit Übernachtung) und Alltagsmobilität differenziert nach Raumstruktur des Wohnorts (absolut)

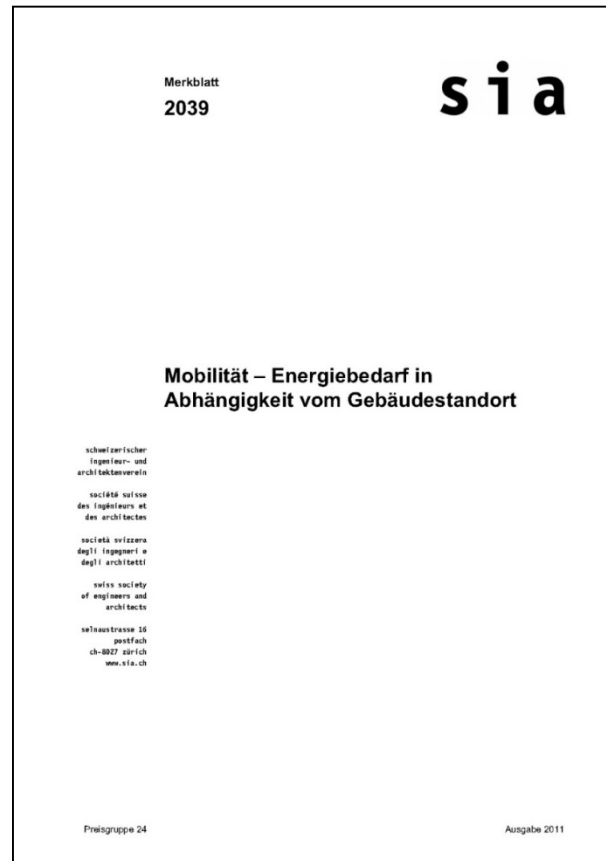


Basis: 18855 Zielpersonen bei Reisen mit Übernachtungen, 18803 Zielpersonen bei Tagesreisen, 62868 Personen bei der Alltagsmobilität, Aggl. = Übrige Agglomerationsgemeinden
 Filter: Zielpersonen befragt zu Modul Reisen mit Übernachtungen / Tagesreisen mit gültigen Angaben zur Distanz der ausgewählten Reisen
 Gewicht: Personengewicht für Reisen (korrigiert um Anzahl ausgewählter Reisen und um Reisen ohne Distanzangaben) und Zielpersonen
 Quelle: Eigene Berechnungen nach Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Raumentwicklung; Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010
 © Planungsbüro Jud, HSLU-W, SIA MB 2039

Gebäudeparkmodell KT SG (EnergyGIS) mit SIA MB 2039



Grundlage für Zertifizierung



Schätzmodell – MZMV 2010 + Raumdaten

| Parameter für die Simulation des Wohnmodells /PE Log-Lineares Regressionsmodell | | | |
|--|--------------------------------|-------------------------------|---|
| Einflussvariablen | Wertebereich | Werte der Variablen (Eingabe) | Produkt 1 |
| <i>Konstante</i> | | | 1.565 |
| 1 Distanz zur nächsten öV Haltestellen | Distanz in km | 5 | 0.228 |
| 2 Bevölkerungsdichte (Im Umkreis von 1km Radius) | Bev.Dichte pro km ² | 7000 | -0.719 |
| 3 Distanz zum nächsten GrosseGeschaeft_BUR | Distanz in km | 5 | -0.034 |
| 4 Distanz zum nächsten KleineSupermaerkte_BUR | Distanz in km | 2 | -0.006 |
| 5 Naherholungsqualität (dglN500mx) | | 470 | -0.779 |
| <u>Durchschnitt(exp(ε))</u> | | | Summe: 0.255 |
| | | | Wahrschei 0.564 |
| | | | Ungewichtet: |
| | | | Primärenergie (PE) pro Person und Tag (MJ): |
| | | | 53.05588 |

| | |
|---------------------|-----|
| Bewohner in Gebäude | 30 |
| Jahr | 365 |

580961.9

FAZIT UND AUSBLICK

Fazit

- CH zeichnet sich durch eine wertvolle Datenlandschaft aus
- Vorteil ist, dass Daten räumlich referenzierbar sind (meist punktgenau!)
- Daten lassen sich dadurch gut «verschneiden» (Schlüsselvariable «Raum»)
- Raum, Verkehr, Gesellschaft und Energie können «integriert» untersucht werden
- *Transdisziplinarität*: die Methoden stehen im Vordergrund anstatt die Disziplin(en)
- klassische «regressionsartig Modelle» an grossen Datensätzen (*cause&effect* , strukturprüfende Verfahren)
- Simulationsmodelle werden «handlungswirksam» (Normen, Zertifizierungen von 2000 Watt Arealen)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit !



Bildquelle: ZH Kalkbreite,
2000 Watt Gesellschaft

Literatur (1)

- BFS, ARE (2017) Mobilität in der Schweiz – Ergebnisse des Mikrozensus 2015 zum Verkehrsverhalten, Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Raumentwicklung, Neuchâtel/Bern.
- BFS. (2015). Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 2015–2045. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- BFS. (2019a). Arealstatistik Schweiz Erhebung der Bodennutzung und der Bodenbedeckung. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- BFS. (2019b). Kosten und Finanzierung des Verkehrs. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- Botte, M. (2003). Strukturen des Pendelns in der Schweiz, Diplomarbeit, Fakultät für Bauingenieurwesen, TU Dresden, August 2003.
- Bubenhofer, J.; Hengsberger, J.; Hool, A.; Stahel, A.; Ohnmacht, T.; Vu, Thi Thao; Kielinger, T. & Roth, P. (2018). Folgen der Innenentwicklung für den Verkehr und die Planungsprozesse (Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten No. SVI 2015/003).
- Degenhardt, B., F. Kienast und M. Buchecker (2012). Einflussfaktoren des Naherholungsverhaltens im periurbanen Raum, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 161 (3) 75–80.

Literatur (2)

- Kienast, F., B. Degenhardt, B. Weilenmann, Y. Wäger und M. Buchecker (2012). Gis-assisted mapping of landscape suitability for nearby recreation, *Landscape and Urban Planning*, 105 (4) 385–399.
- mobitool (2015). Umweltdaten & Emissionsfaktoren von mobitool, Version November 2010 v1.1 (ecoinvent v2.2), Nachhaltige Mobilität für Unternehmen, ein Gemeinschaftsprojekt von SBB, Swisscom, BKW, Öbu, unterstützt durch EnergieSchweiz.
- Ohnmacht, T. & Kowald, M. (2014). Route-recording on high resolution transportation network databases for National Transport Surveys: An option for valid and reliable distance measures? *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 39(2), 53-62. doi: 10.1016/j.trc.2013.11.022
- Schwick, C., Jaeger, J., & Bertiller, R. (2010). Landschaftszersiedelung Schweiz: Quantitative Analyse 1935 bis 2002 und Folgerungen für die Raumplanung Wissenschaftlicher Abschlussbericht. 2010. Haupt Verlag. Bern.
- SIA (2016). Mobilität - Energiebedarf in Abhängigkeit vom Gebäudestandort (SIA MB 2039), schweizerischer ingenieur- und architektenverein SIA, Zürich.
- Tschopp, M. (2007). Erreichbarkeitsveränderungen und räumliche Entwicklungen in der Schweiz 1950-2000, Dissertation Universität Zürich

Literatur (3)

UNFCCC. (2015). Adoption of the Paris Agreement: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). UNFCCC Secretariat. New York.

Vu, Thao Thi & Ohnmacht, T. (26.05.2019). The Impact of the Built Environment on Travel Behaviour: The Swiss Experience based on two National Travel Surveys. 15th World Conference on Transport Research, Mumbai, Indien.

Wegener, M. und F. Fürst (1999). Land-use transport interaction: State of the Art, Berichte aus dem Institut für Raumplanung, 46, IRPUD, Universität Dortmund.