

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**).

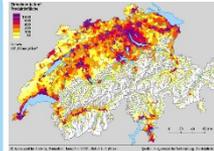


Bildquelle: SIA

Trends: Mobilität, Verkehr, Raum

Bevölkerung wächst

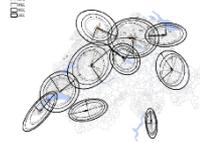
- Im Jahr 2019: 8.6 Millionen Menschen in der Schweiz
- Im Jahr 2035: 10 Millionen Menschen
(BFS, 2015)



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 betrug 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
 - Raumsparamer Verkehr
- vgl. Raumkonzept Schweiz (2012)

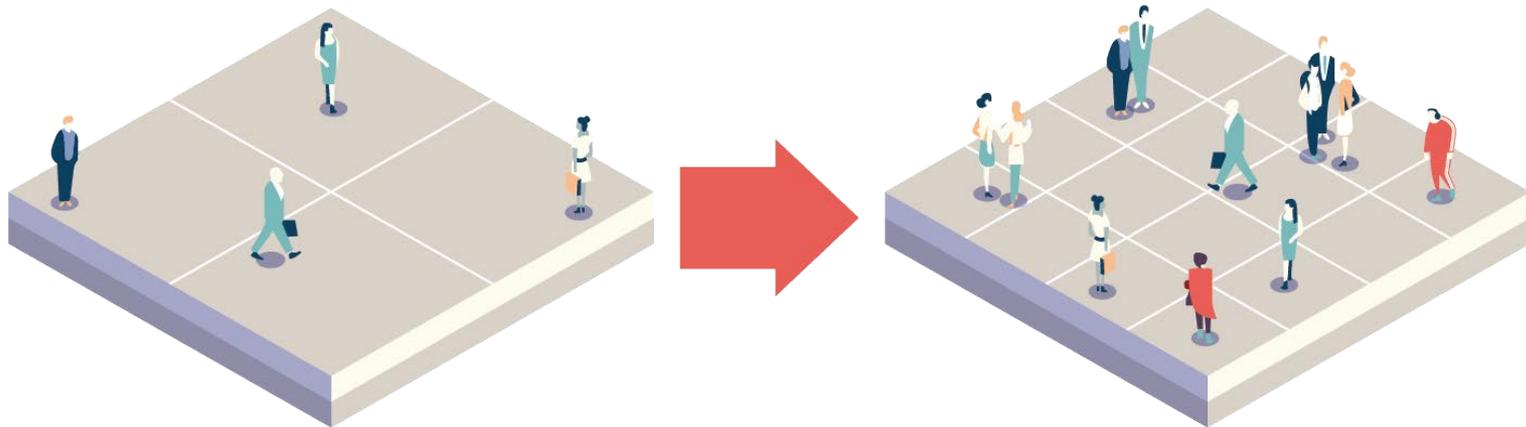


Bildquelle: ARE

Politisches Ziel:

Erhöhung der Nutzungsdichte

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

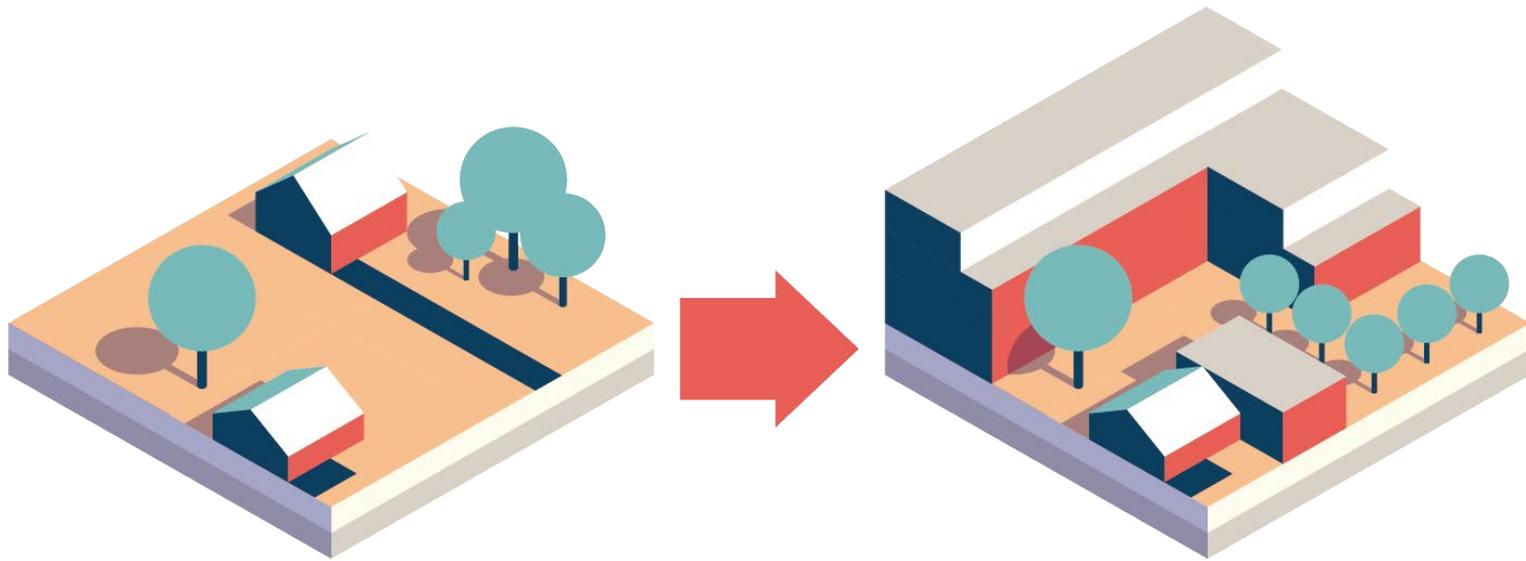


Bildquelle: Bubenhofer, Jonas; Hengsberger, Jürgen; Hool, Anna; Stahel, Alex; Ohnmacht, Timo; Vu, Thi Thao; Kielinger, Thomas & Roth, Pascal (2018). **Folgen der Innenentwicklung für den Verkehr und die Planungsprozesse** (Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten No. SVI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

Politisches Ziel:

Erhöhung der baulichen Dichte

- *Mehr Bauvolumen, Geschossflächen*

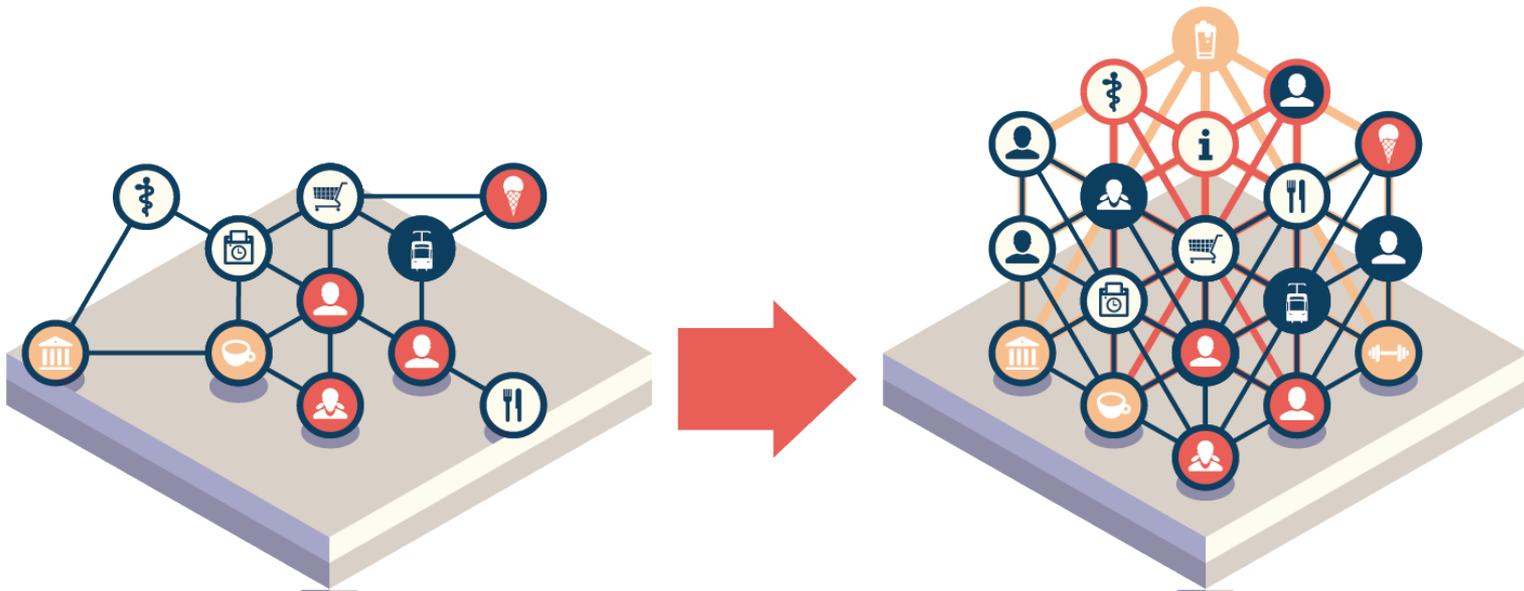


Bildquelle: Bubenhofer, Jonas; Hengsberger, Jürgen; Hool, Anna; Stahel, Alex; Ohnmacht, Timo; Vu, Thi Thao; Kielinger, Thomas & Roth, Pascal (2018). **Folgen der Innenentwicklung für den Verkehr und die Planungsprozesse** (Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten No. SVI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

Politisches Ziel:

Erhöhung der sozialen Interaktionsdichte

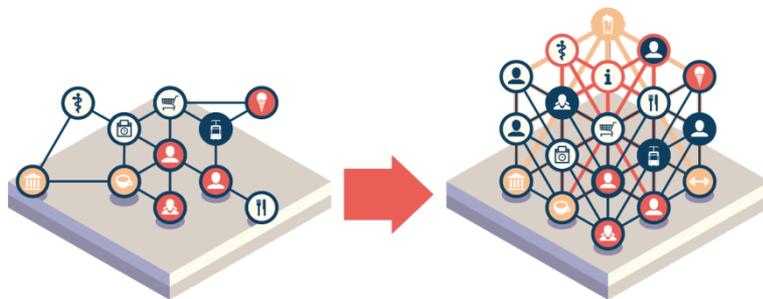
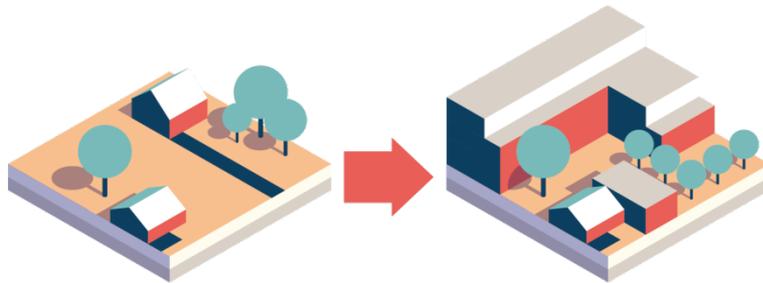
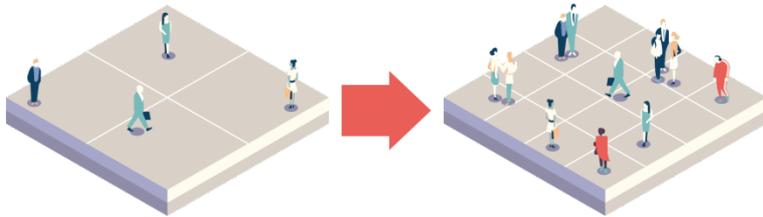
- *Mehr Begegnung, Aufenthalt, Multifunktionalität*



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)

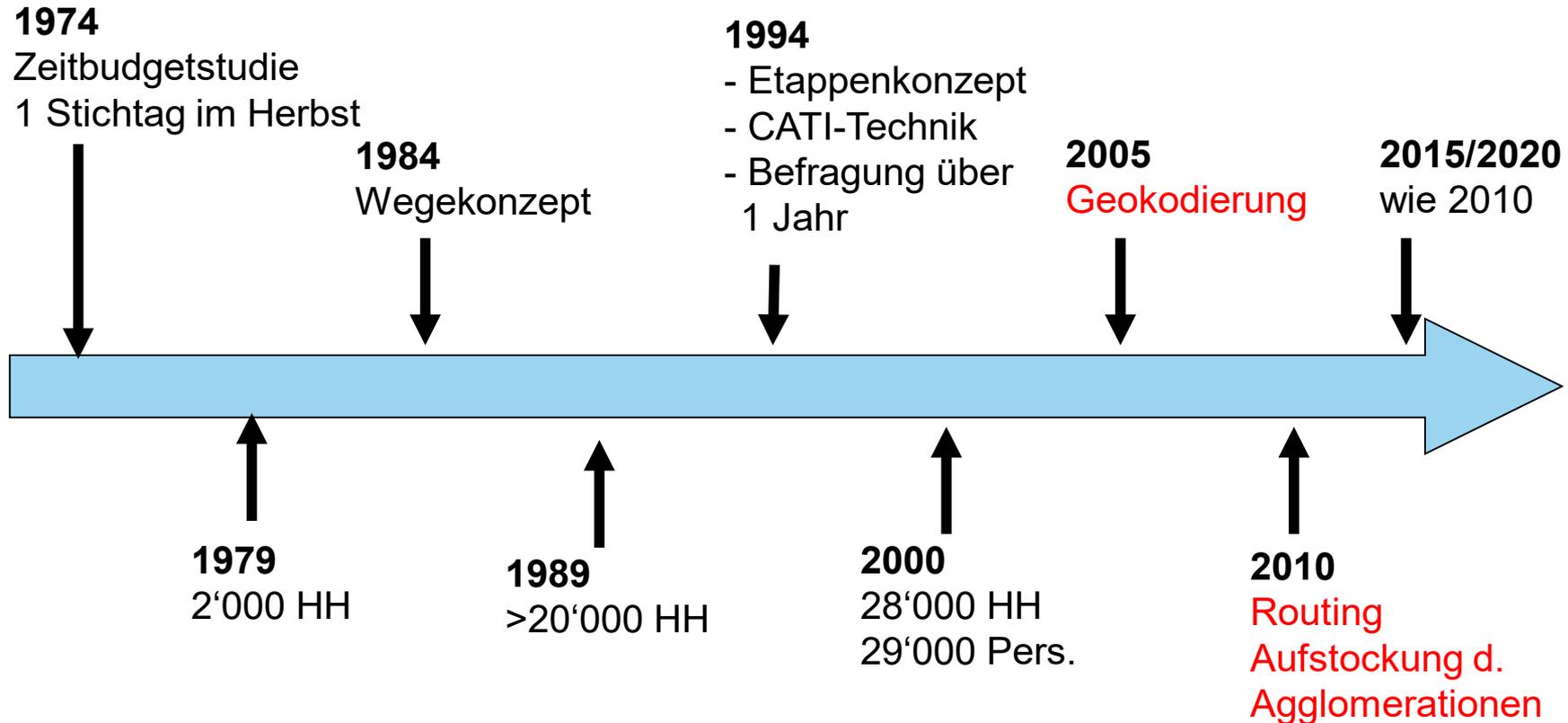
Hintergründe zum MZMV

- **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*)

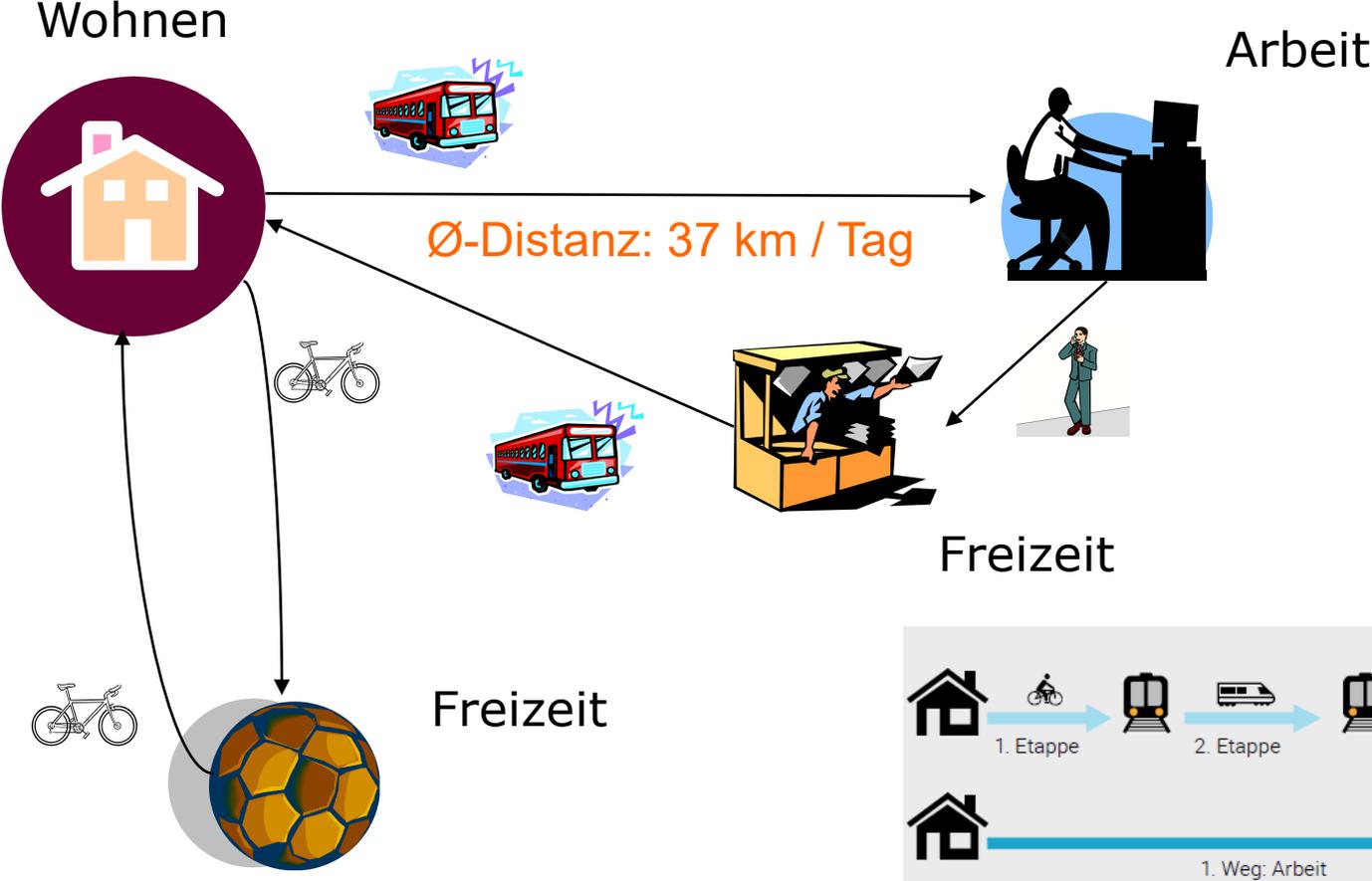


Quelle: BFS/ARE (2017)

Geschichte des Mikrozensus



Mobilität an einem Stichtag

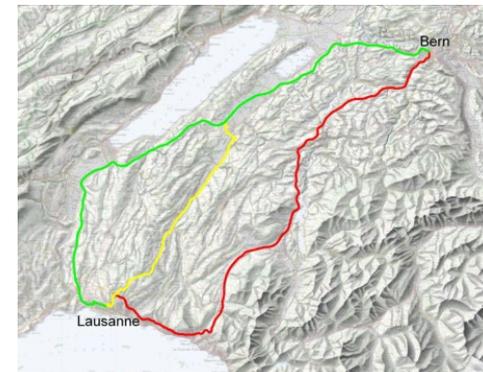


Routing

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 <u>(Haltestellen = Routenpunkte)</u>
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



ISeries Shape (Version: 1.28.0.0)

Karte: 100% Luftbild

Adresse suchen
PLZ:
Ort:
Strasse:
Löschen Suchen

POI suchen
In der Nähe: Restaurant
Bitte Unterkategorie aus:
Stag, Neuenkirch
Löschen Suchen

AKTIVES NIVEAU: -> ORT : AADORF
-> STRASSE : REBBERGSTR.

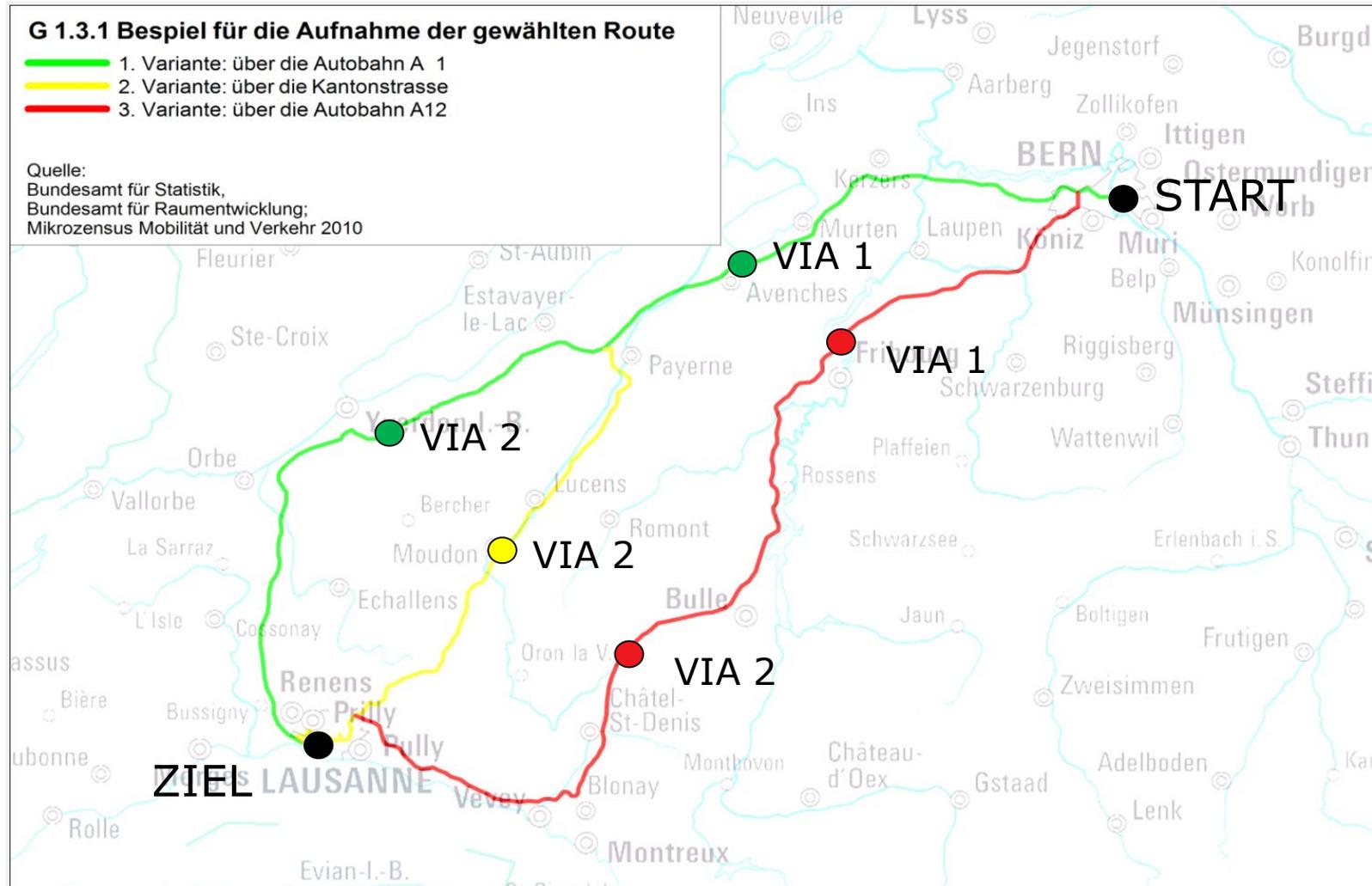
INT: => Haus-Nummer bestimmen (INDEX 4-stellig suchen!)

<P> Haus-Nummer nicht gefunden <0> zurück

No:	Strassennamen
< 1 >	19 REBBERGSTRASSE
< 2 >	21 REBBERGSTRASSE
< 3 >	23 REBBERGSTRASSE
< 4 >	25 REBBERGSTRASSE
< 5 >	27 REBBERGSTRASSE
< 6 >	28 REBBERGSTRASSE
< 7 >	29 REBBERGSTRASSE
< 8 >	30 REBBERGSTRASSE
< 9 >	32 REBBERGSTRASSE

< > F:=> < > GO:=> 0019 => => M: (1) <BT-1> <BT-2> <=>

Routenverifikation (Beispiel MIV)



Routing MIV

Selektierte POIs:

Blaue Route: schnellste Route

Rote Route: kürzeste Route

Adresse suchen

PLZ:
 Ort:
 Strasse:

POI suchen

In der Nähe: Sport
 Tennis

Bitte POI auswählen!

Route Blau

- Luzern
- Luzern, Spannortstrasse
- Luzern, Bireggstrasse
- Luzern, Sternmattstrasse
- Luzern, Voltrastrasse
- Luzern, Moosmattstrasse
- Horw, Horwerstrasse
- Horw, Kantonsstrasse

5.0km / 11min

Route Rot

- Luzern
- Luzern, Spannortstrasse
- Luzern, Bireggstrasse
- Luzern, Sternmattstrasse
- Luzern, Geissensteinring
- Luzern, Weinberglistrasse
- Luzern, Tribschenstrasse
- Luzern, Langensandstrasse
- Horw, Stutzstrasse
- Horw, Mühlstrasse

Etappen						
Abfahrt	Startpunkt	Verkehrsmittel	Zweck	Zielpunkt	Ankunft	Dauer
06:45	001002, MUEHLEBACHWEG 1, 6030 EBIKO..	FUSS	01	001004, EBIKON, LOEWEN 8577157, 6030..	06:45	0 min
06:56	005004, EBIKON, LOEWEN 8577157, 6030..	BUS	01	005006, LUZERN, BAHNHOF 8508450, 600..	07:00	04 min
07:11	007006, LUZERN, BAHNHOF 8508450, 600..	FUSS	02	007008, SPANNORTSTR. 7, 6003 LUZERN	07:20	09 min
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:

Löschen Suchen

POI suchen

In der Nähe: Transport

Bus

Bitte POI auswählen!

Löschen Suchen

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 Escholzmatt
- 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...

© Navteq
© NOVASY

Erfolgsquote Routingkriterien

- **Qualität der Geokoodierung (Voraussetzung)**

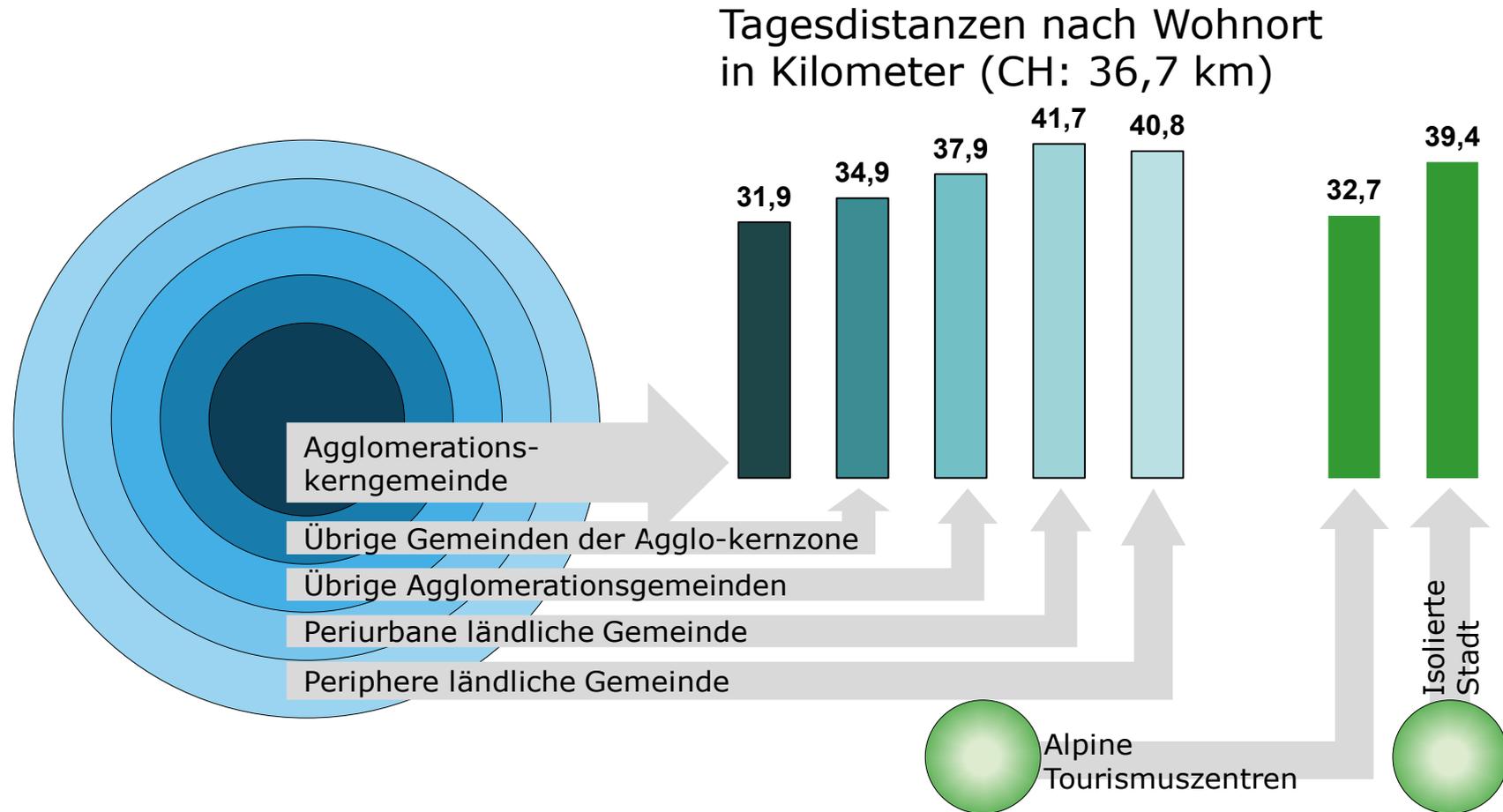
Anteil adressscharfer Punkte ist hoch (**93%** der Etappenpunkte und **97%** der Wohnorte adressscharf)

- **Neueinführung des Routings hat sich bewährt**

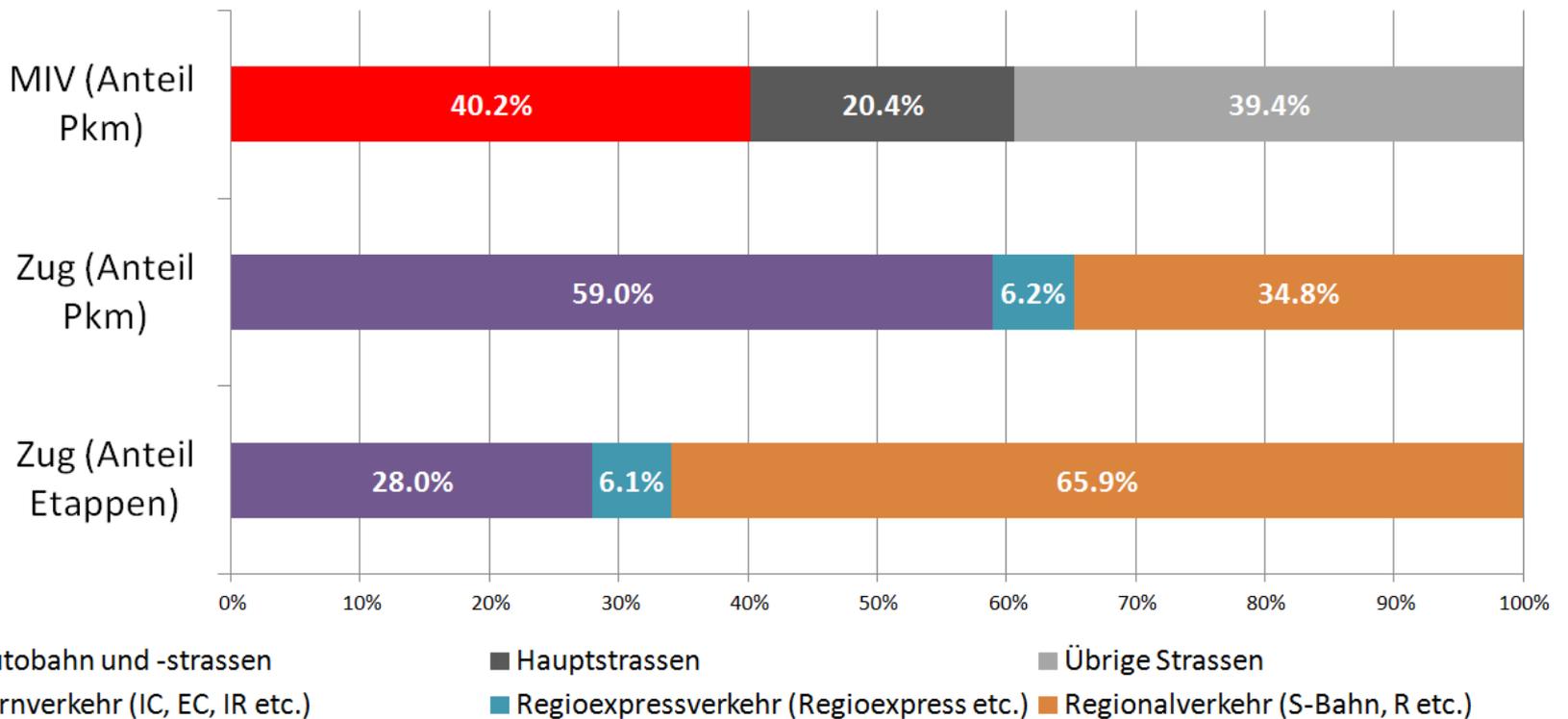
87% der zu routenden Etappen wurden erfolgreich geroutet:

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

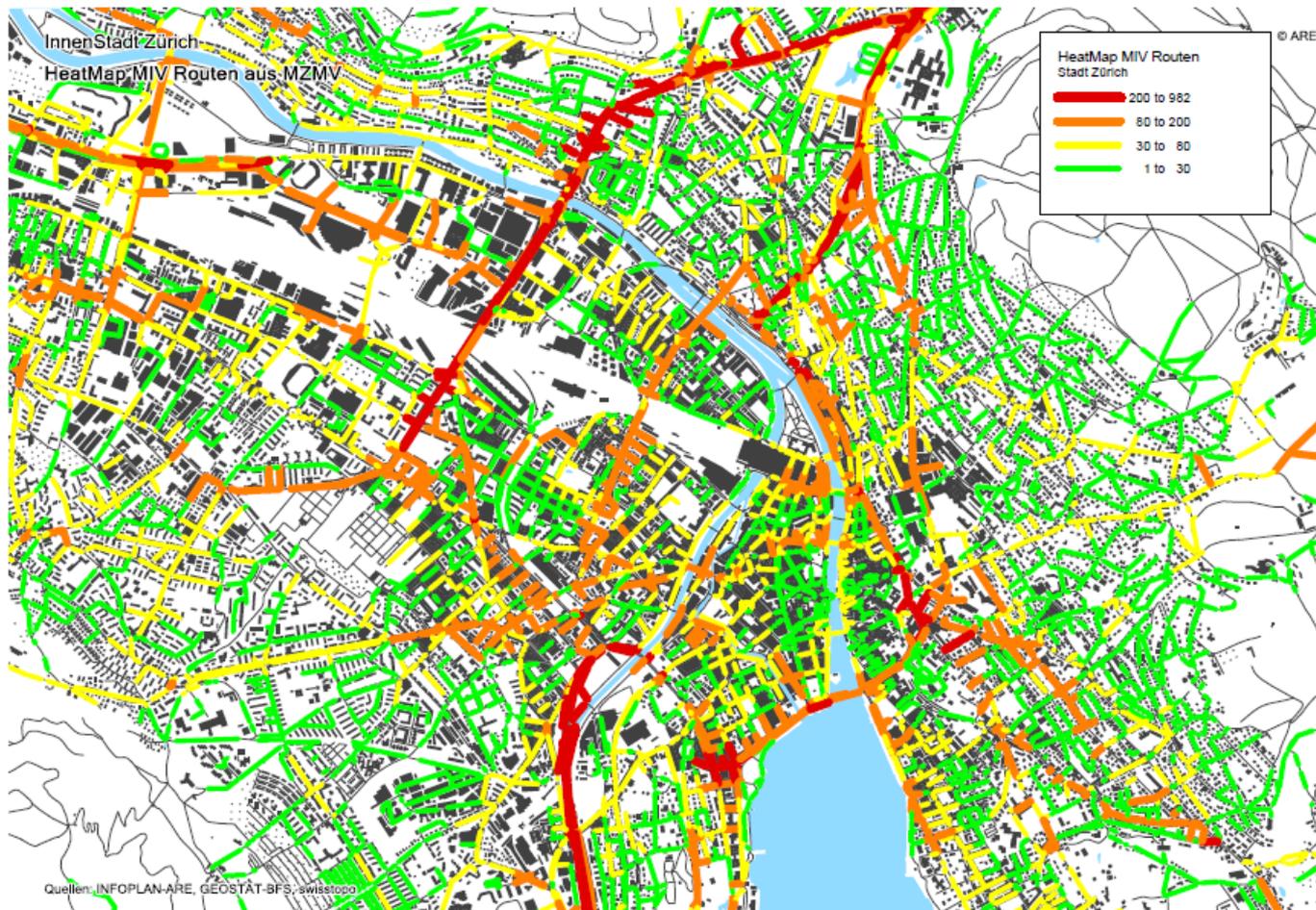
Räumliche Unterschiede beim Verkehrsverhalten



Benutzung des Strassennetzes und der Züge



Objektdatenbank (Heat Map)



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



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

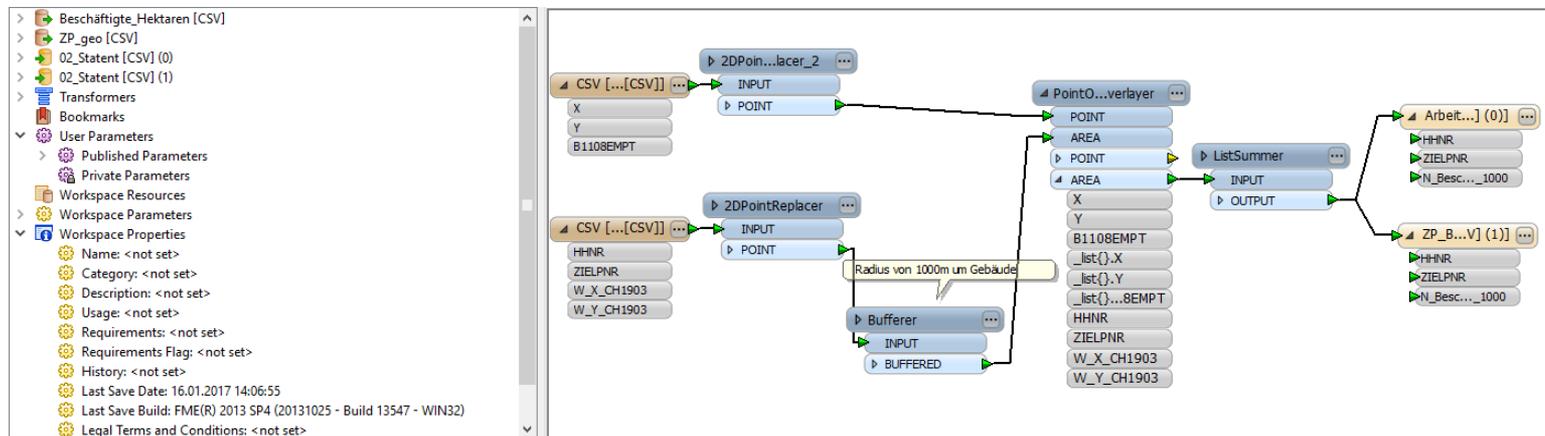
Alt 18.63 km

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)

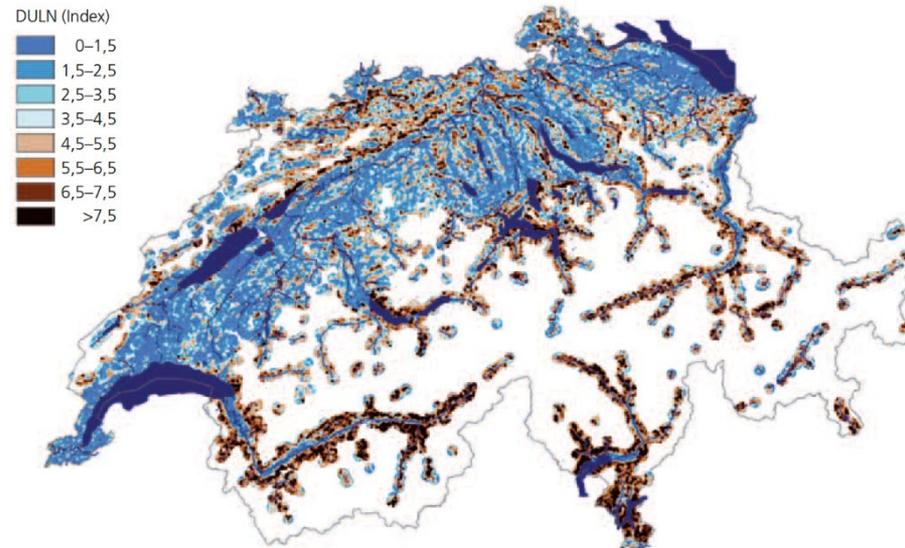
- **Datensatz:** Statistik der Unternehmensstruktur STATENT (BFS)



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)

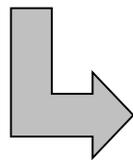
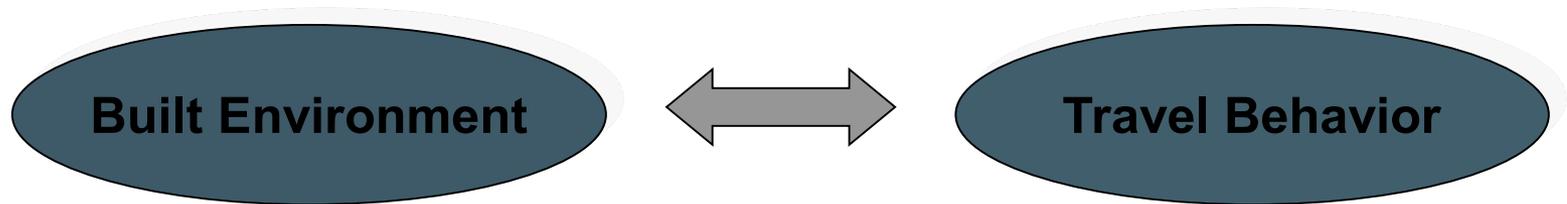
Literature Review

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)

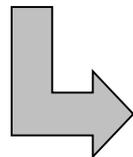
- **In a nutshell:** the empirical findings lead to debates about the strength of the impact of the built environment if the influence stemming from other influencing dimensions are statistically controlled for (*ceteris paribus*).

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

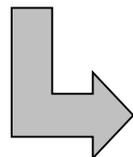
Research Questions



the effects on trips and distance by MoT

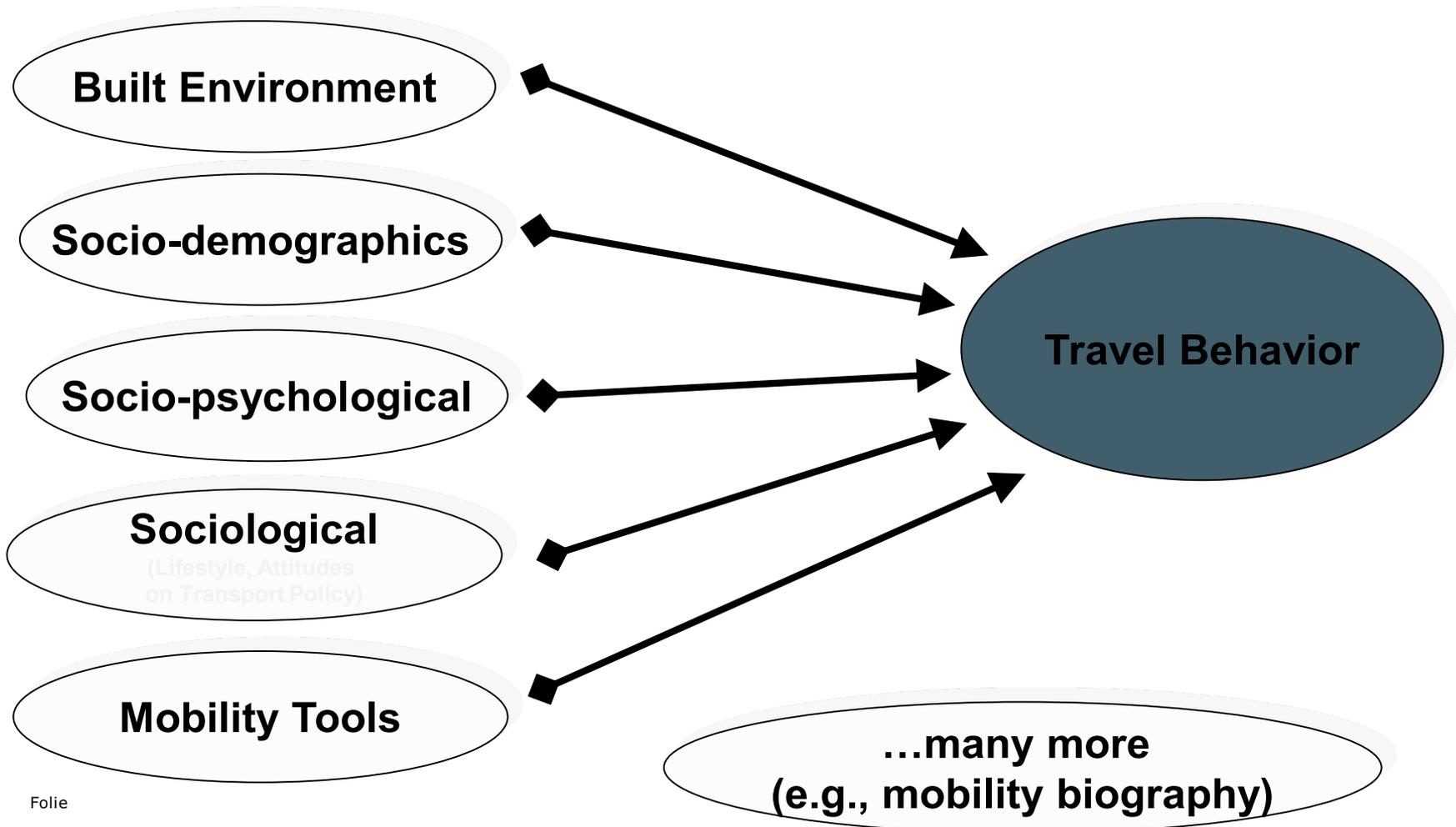


Big Data/Mining: 2 NTS + BE (GIS, census Data)

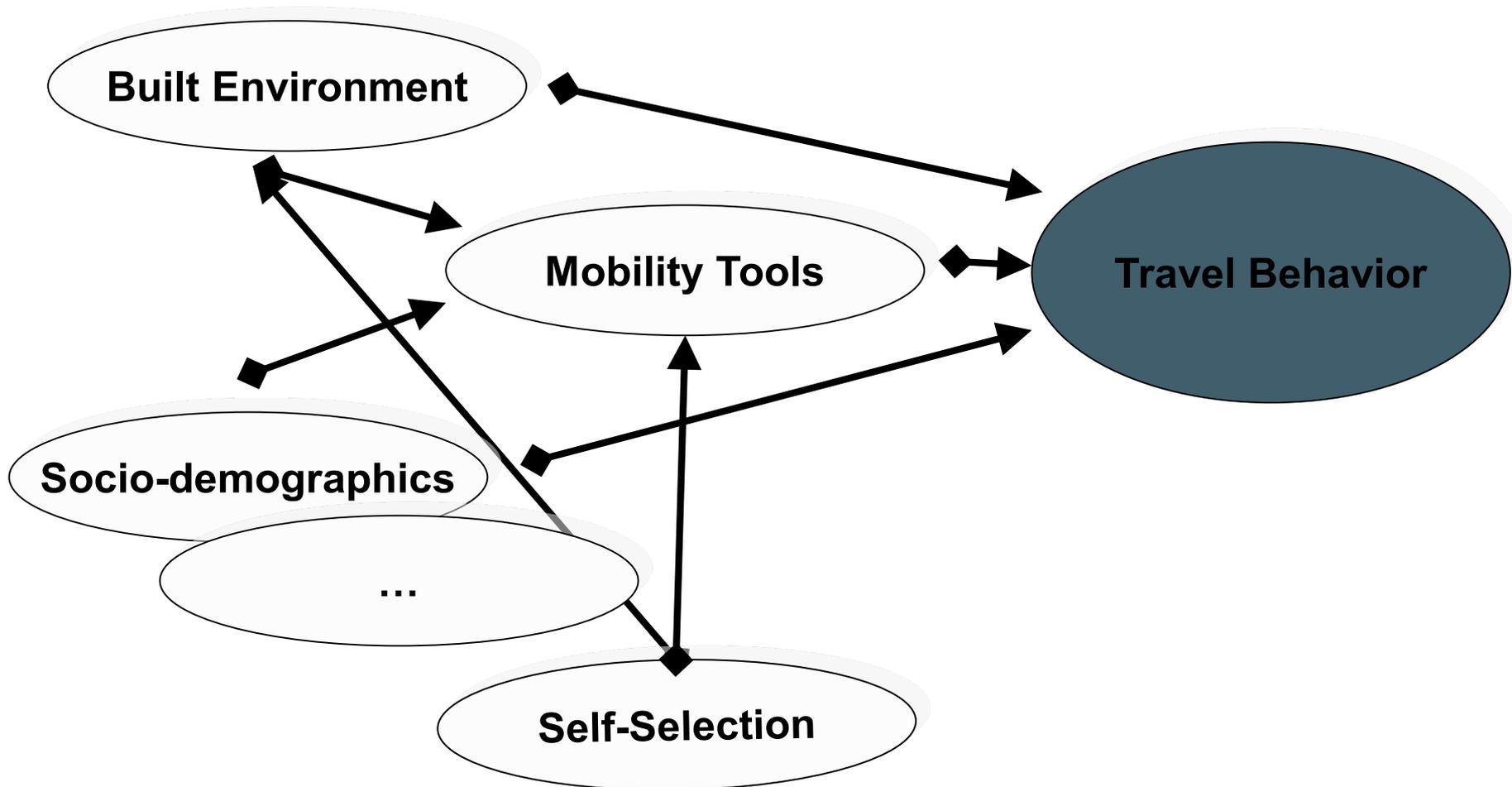


Ranking the BE effects

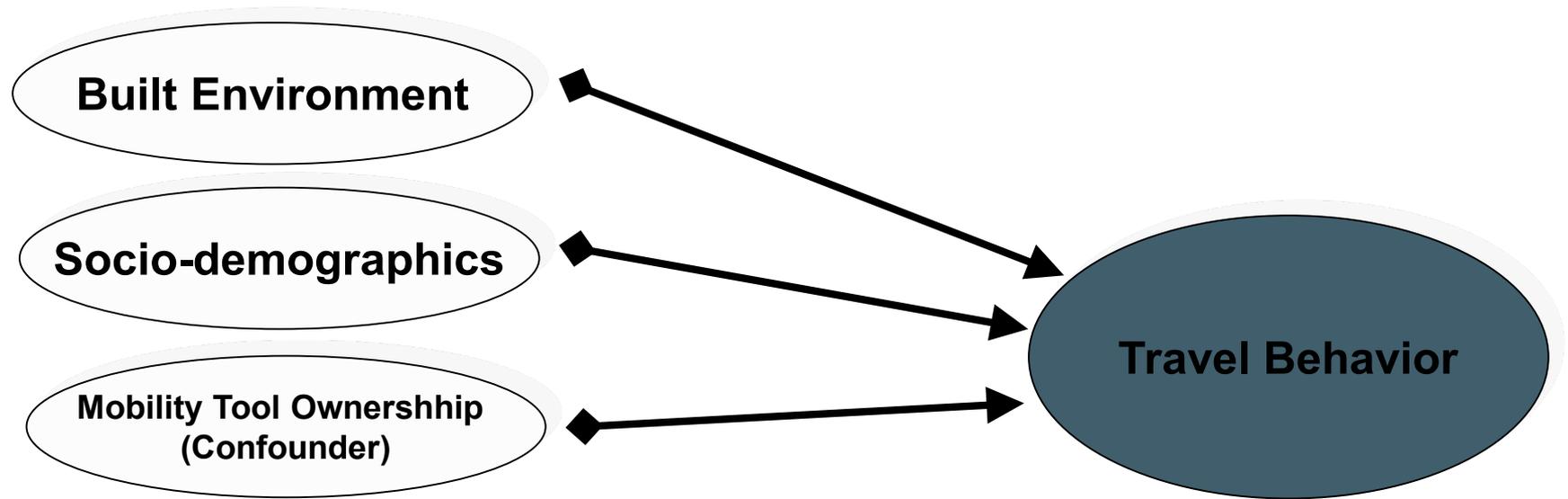
Explaining Variance of Travel Behaviour (Influencing Dimensions)



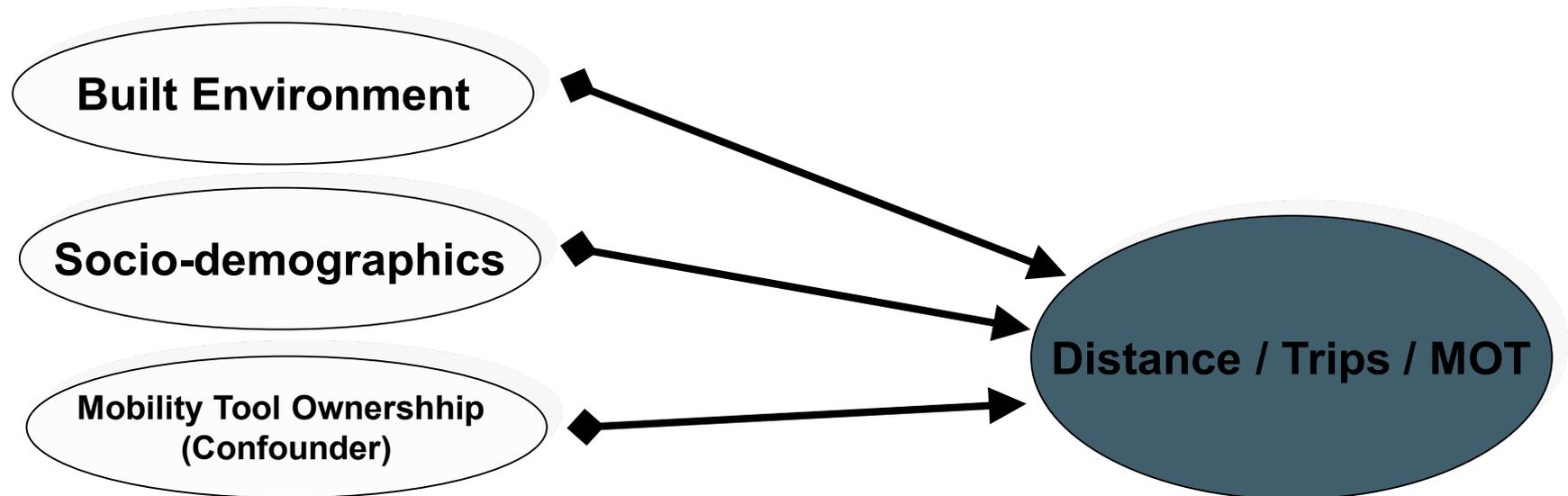
Influencing Dimensions: Mediation Modells, Endogenous vs. Exogenous



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.

Variables		Daily distance by HPM			Daily distance by car			Daily distance by PT		
		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				

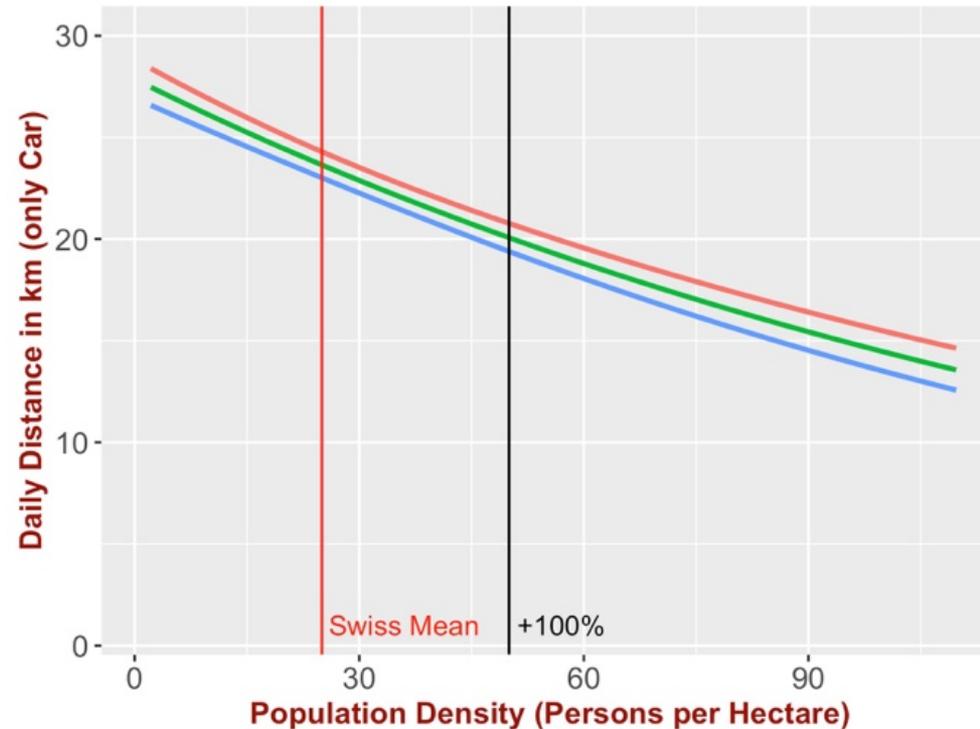
Impacts of Built Environment, Mobility Tools and Social Demography on Daily Distance

Factor	Effect Direction	Change			
		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

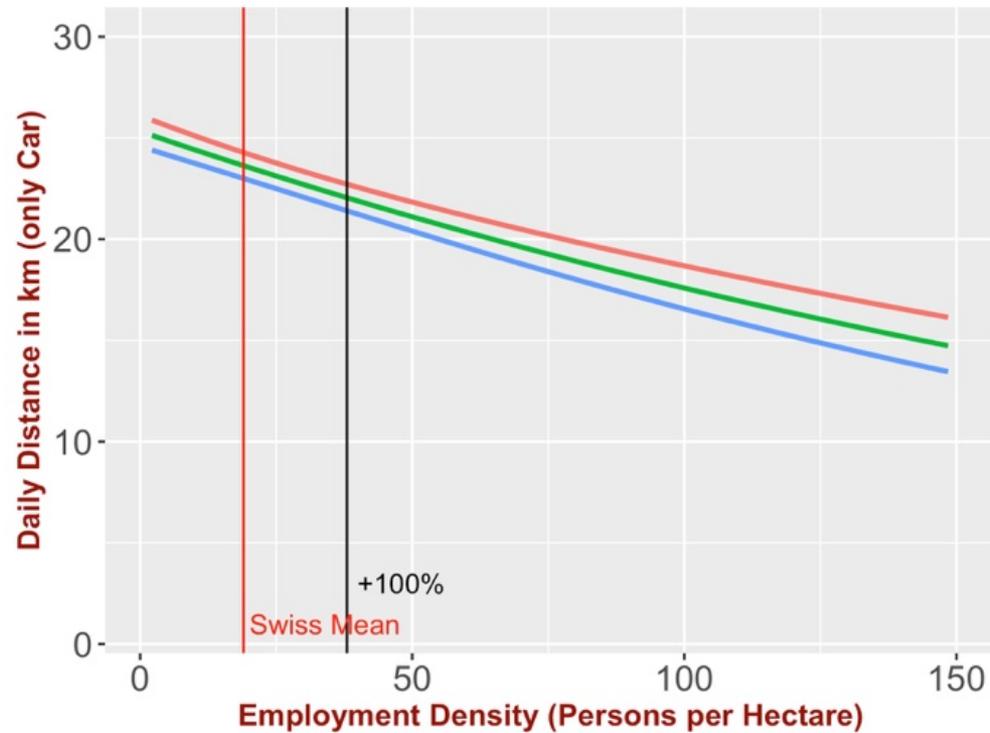
Factor	Effect Direction	Change			
		Effect Size			
		Daily Distance	...only HPM	...only Car	...only PT
Gender	Man	+++	-	+++	n.s.
Age	Up to 17	+++++	n.s.	++++	++++
	18-35	+++++	--	++++	+++
	36-64	++++	n.s.	+++	++
	Ref.: 65+				
Household income (CHF)	Up to 4,000	-----	-	-----	--
	above 4,000 to 10,000	---	-	--	--
	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 (R ²) 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



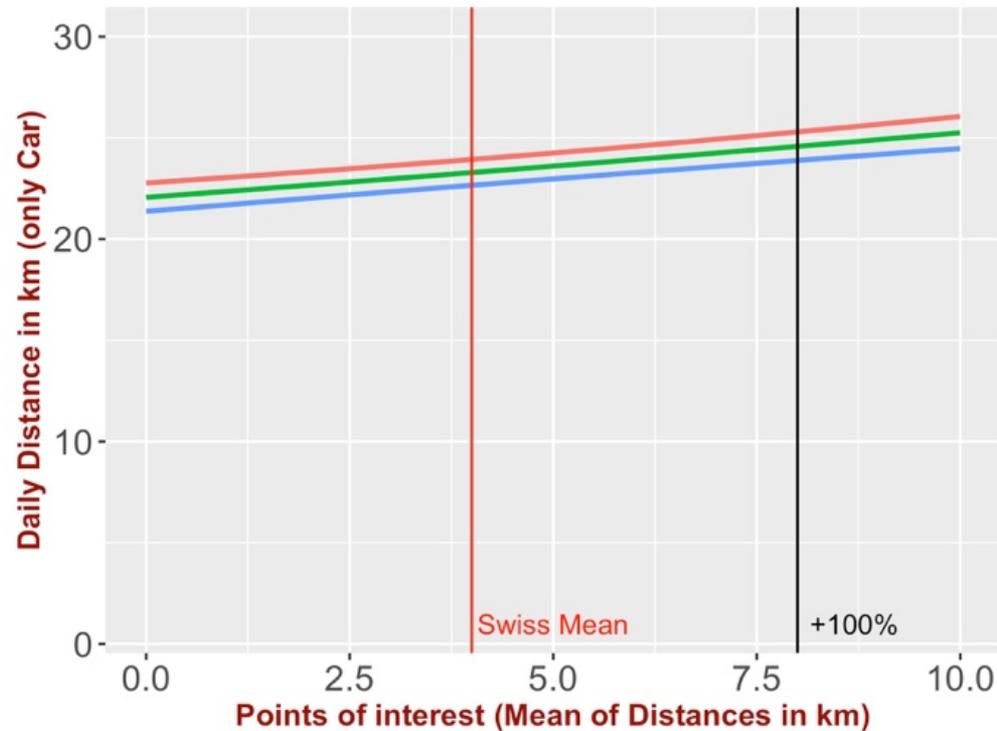
If population density is doubled from 25 (the Swiss mean) to 50 persons per hectare, daily distance traveled by car is predicted **to decrease by 16%, i.e. from 23.5 to 19.8 km per day.**

Rank No 2: Employment Density



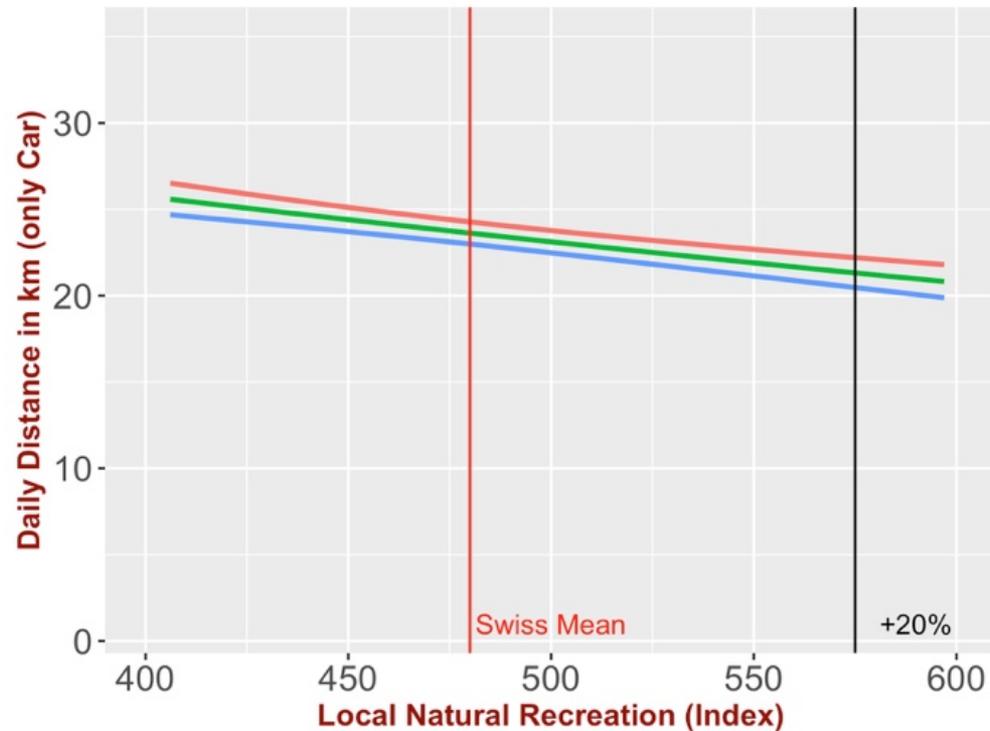
If employment density is doubled from 19 (the Swiss mean) to 38 persons per hectare, daily distance traveled by car is **predicted to decrease by 7%, i.e. from 23.6 to 22 km per day.**

Rank No 3: Points of interest



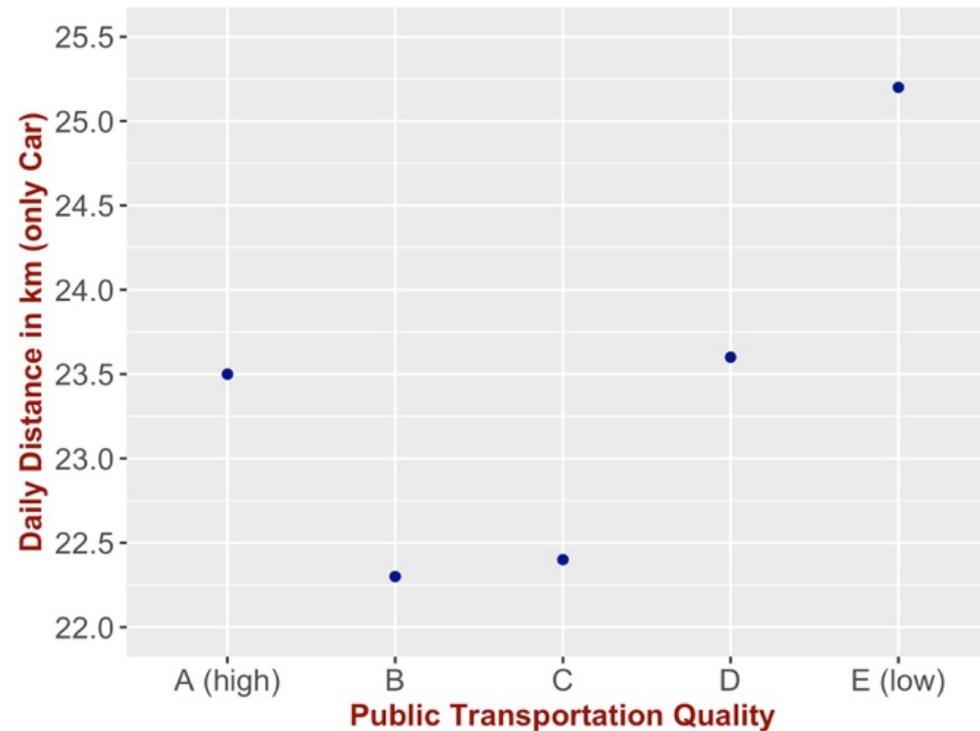
If the mean distance to points of interest is doubled from 4 to 8 kilometers, daily distance traveled by car is predicted to **increase by 11%, i.e. from 22.2 to 24.6 km per day.**

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

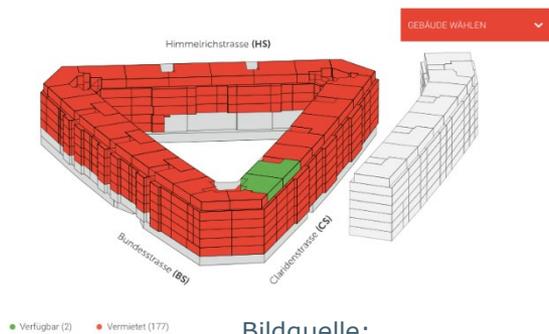
Exkurs: Neue Monte Rosa-Hütte: Guter Wille am falschen Platz?



Minergie P-Standard: Stadt vs. Land



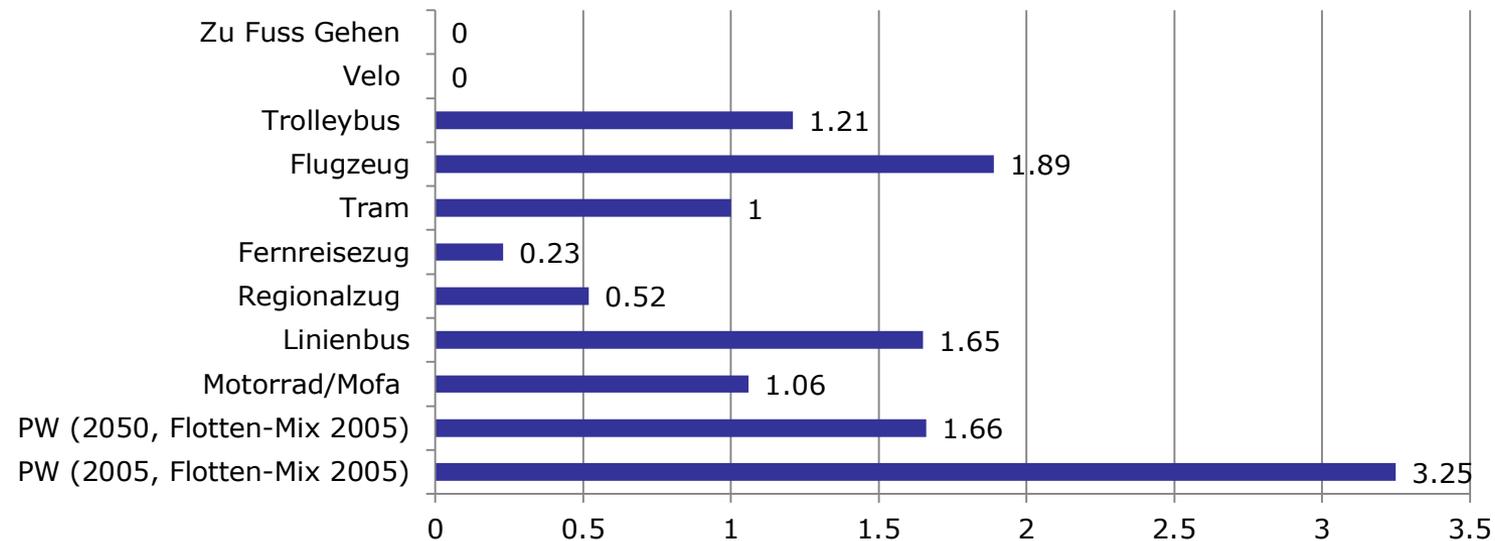
Bildquelle:
Eigene Darstellung



Bildquelle:
abl

Verkehrsmittel PE/km (nach mobitool, ecoinvent)

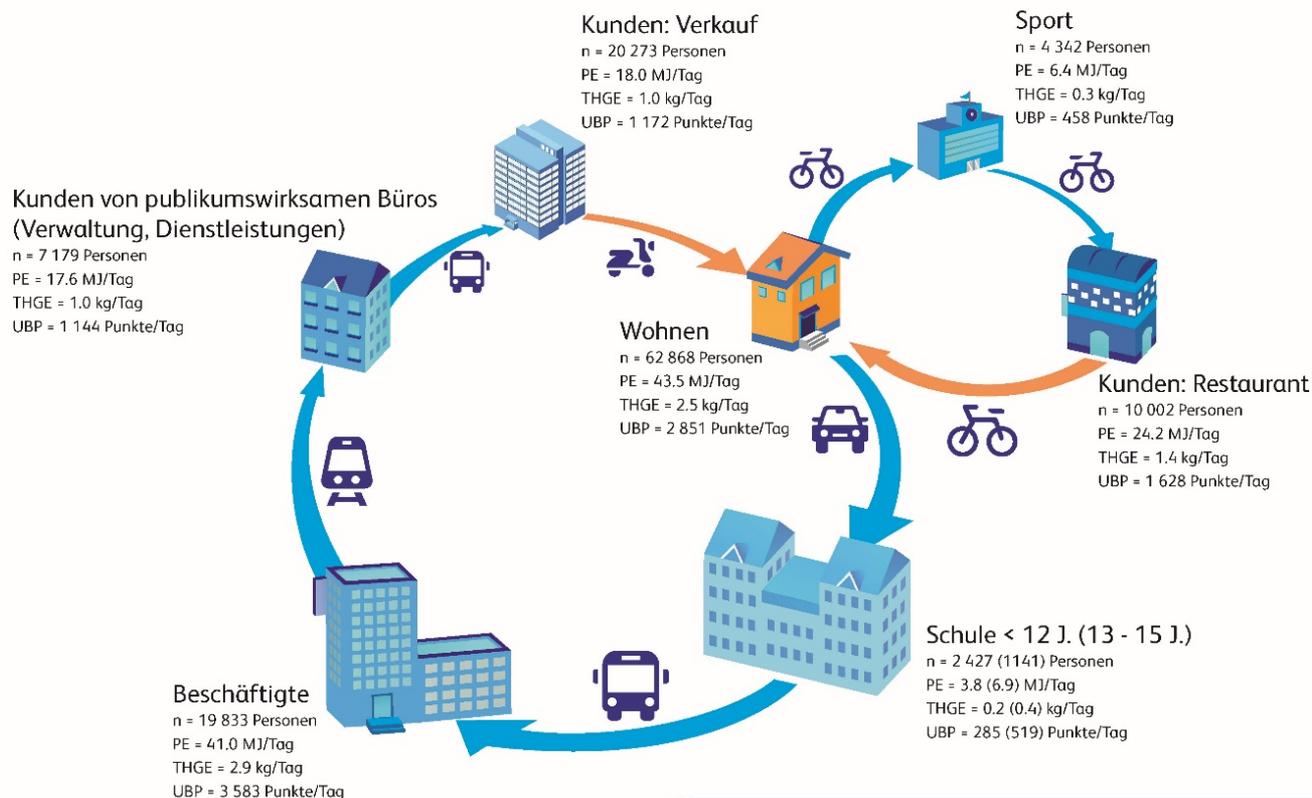
Primärenergiefaktoren (MJ/Pkm)



- 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)

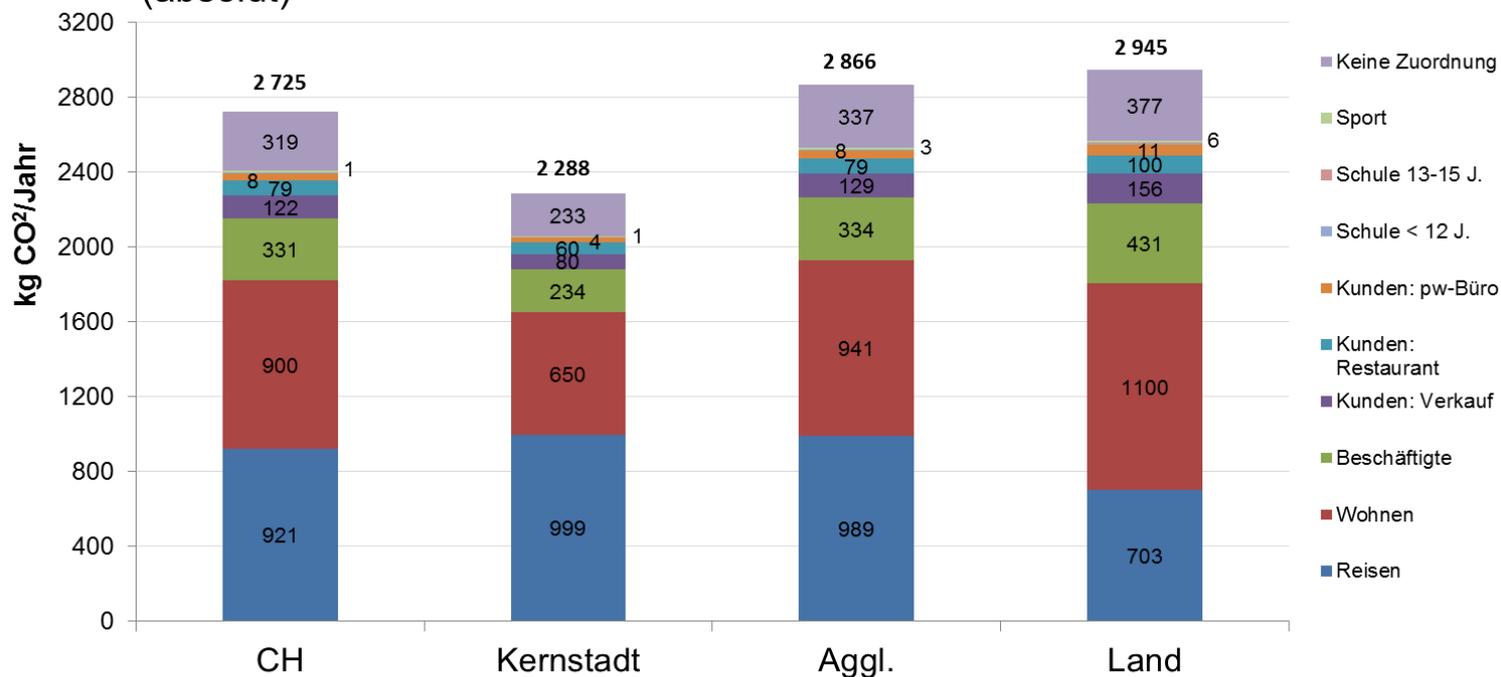


n = Anzahl Beobachtungen (Zielpersonen)
PE = Primärenergie

THGE = Treibhausgasemissionen
UBP = Umweltbelastungspunkte

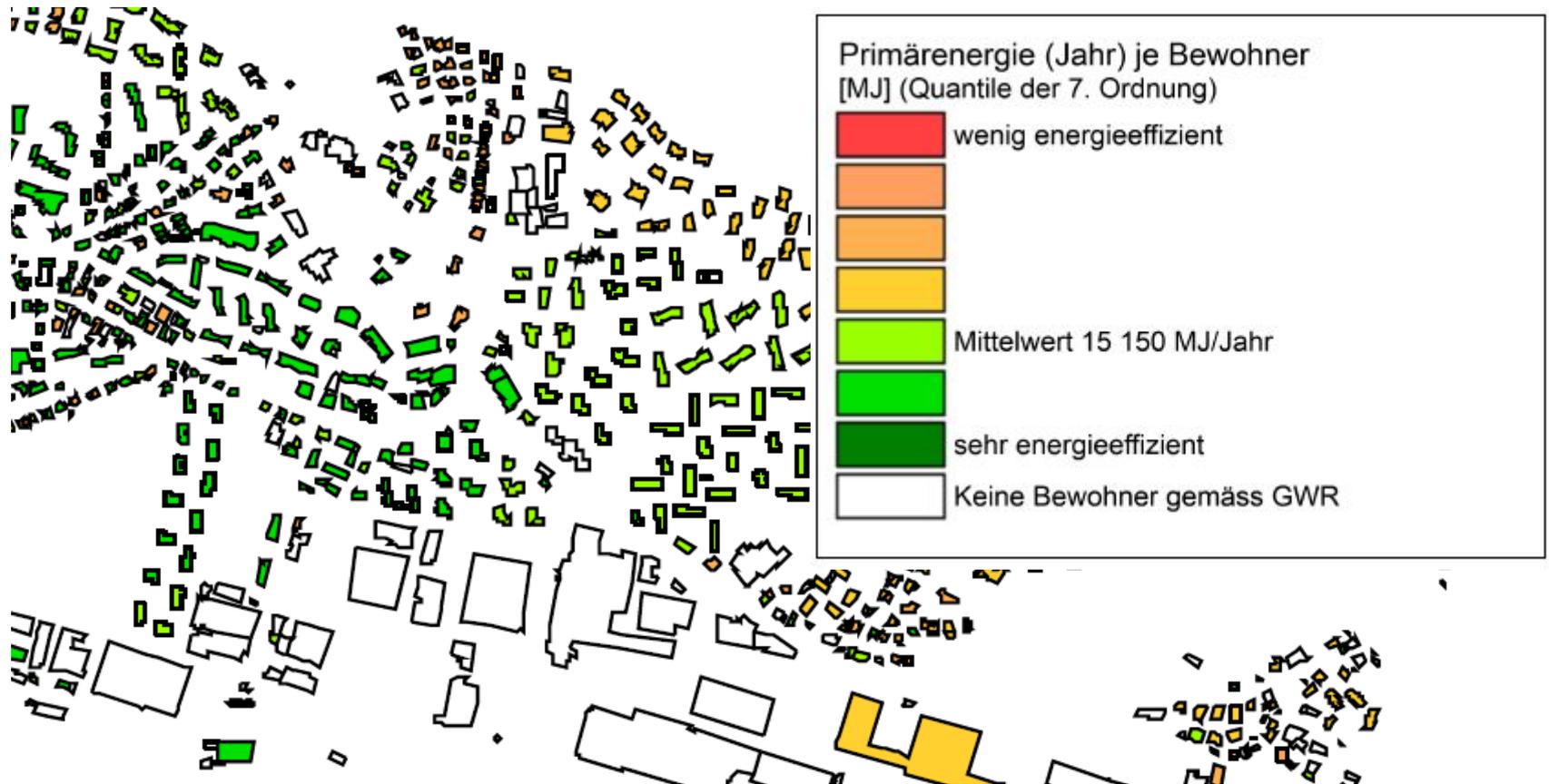
Bildquelle:
Eigene Darstellung

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

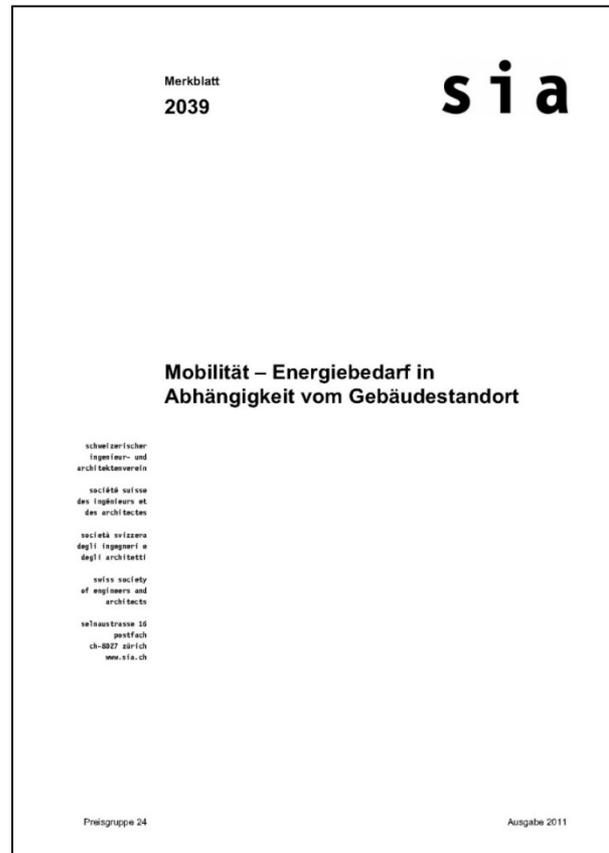


Basis: 18855 Zielpersonen bei Reisen mit Übernachtungen, 18803 Zielpersonen bei Tagesreisen, 62868 Personen bei der Alltagsmobilität, Aggl. = Übrige Agglomerationsgemeinden
 Filter: Zielpersonen befragt zu Modul Reisen mit Übernachtungen / Tagesreisen mit gültigen Angaben zur Distanz der ausgewählten 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 GrosseGeschaefte_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
			Wahrscheinlichkeit: 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.