

Bevorzugter Zitierstil für diesen Vortrag

Zöllig, C., P. Schirmer, K. Müller und B.R. Bodenmann (2011) Simulation von Flächennutzungsentwicklungen am Beispiel Zürich, *4. Symposium des PNGI* Planungsnetzwerk geo-Innovation*, Karlsruhe, September 2011.

Simulation von Flächennutzungsentwicklungen am Beispiel Zürich

Christof Zöllig

IVT
ETH
Zürich

September 2011

 Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Übersicht

- SustainCity
- Wechselwirkung Flächennutzung und Transportsystem
- Erreichbarkeit
- Integrierte Flächennutzungs- und Transportmodelle
- Fallbeispiel Zürich
- Fazit

SustainCity: Mikrosimulation für nachhaltigere Städte

- Finanziert durch 7. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission
- Januar 2010 bis 2012
- Projektleitung: Prof. Kay W. Axhausen (IVT, ETH Zürich)
- Wissenschaftliche Projektleitung: Prof. André de Palma (ENS Cachan)
- 10 weitere Projektpartner
- www.sustaincity.eu



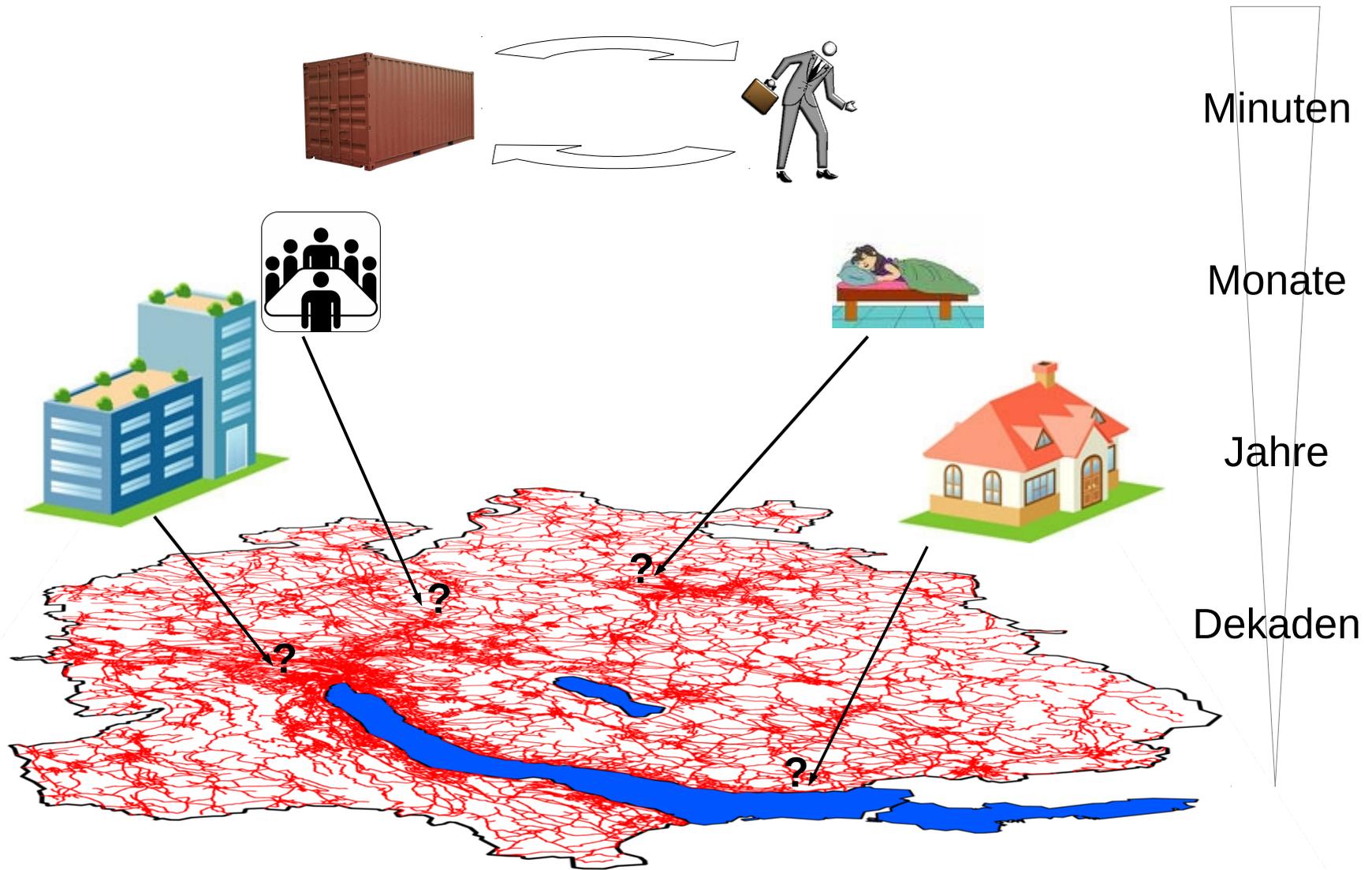
SustainCity - Ziele

- Integration von Flächennutzungs – und Transportmodell in einer Mikrosimulation
- Verbesserung von integrierten Flächennutzungs- und Transportmodellen

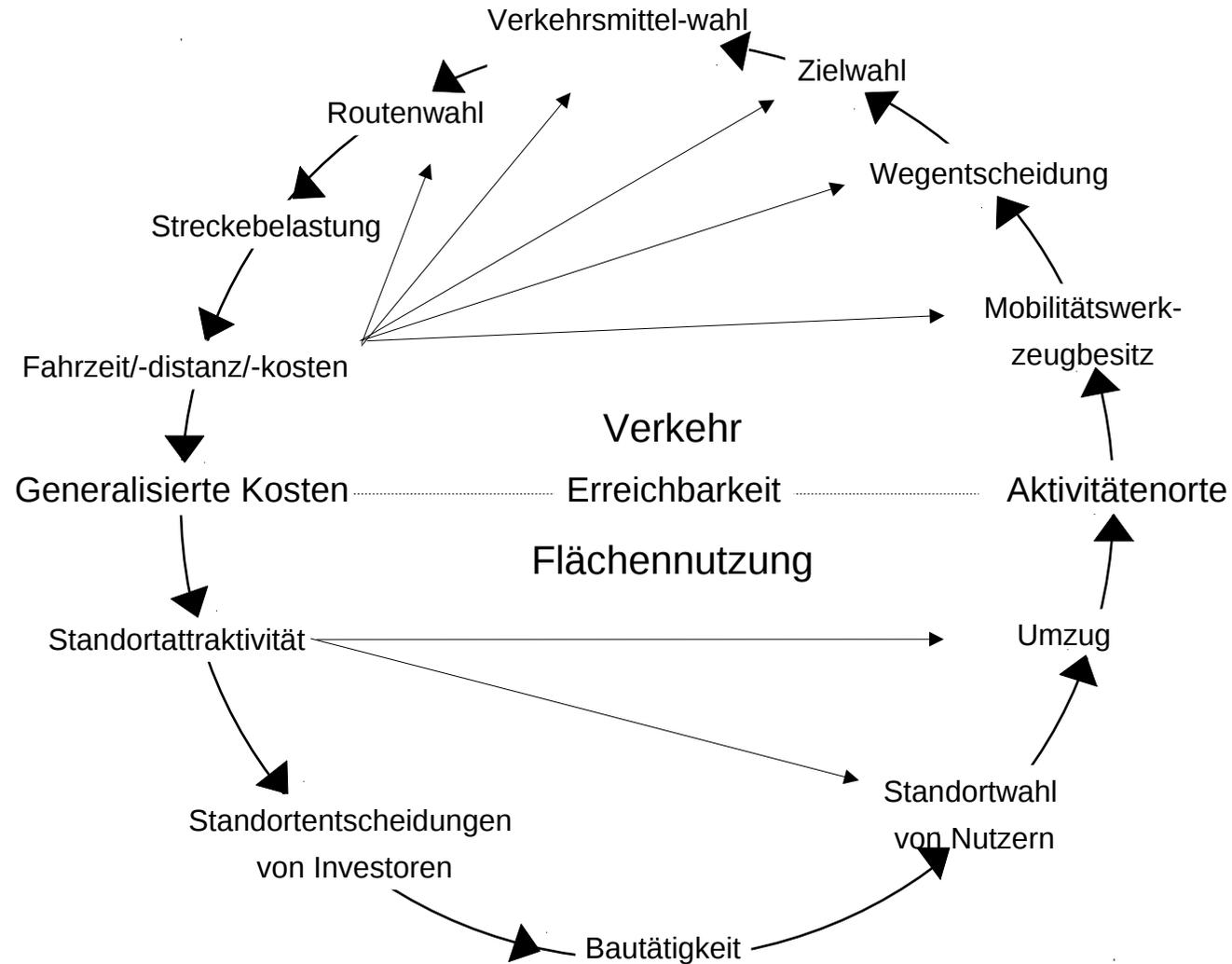
nämlich

- Theoretische Entwicklungen
- Integration eines Demographiemoduls
- Berücksichtigung unterschiedlicher Massstabsebenen (räumlich und zeitlich)
- Zusammenführung von MATSim und UrbanSim
- Fallbeispiele Zürich, Brüssel und Paris
- Politikempfehlungen

Prozesse der Raumentwicklung



Wechselwirkung Flächennutzung und Transportsystem



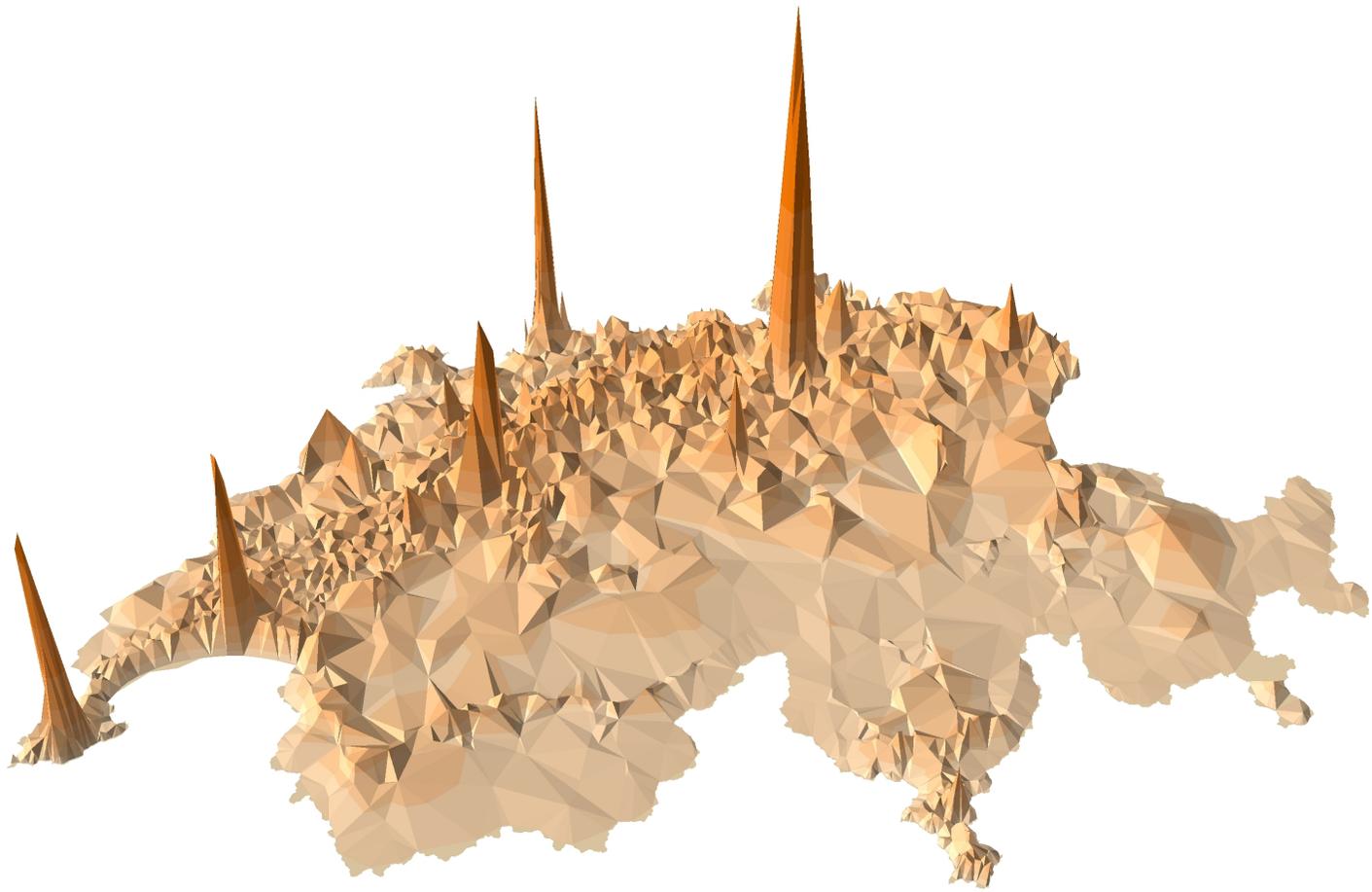
Erreichbarkeit

„... Summe der gewichteten Gelegenheiten, die man von einer bestimmten Quelle (Adresse, Zone, Gemeinde, usw.) aus erreichen kann.“ (Axhausen und Hurni, 2005, 10)

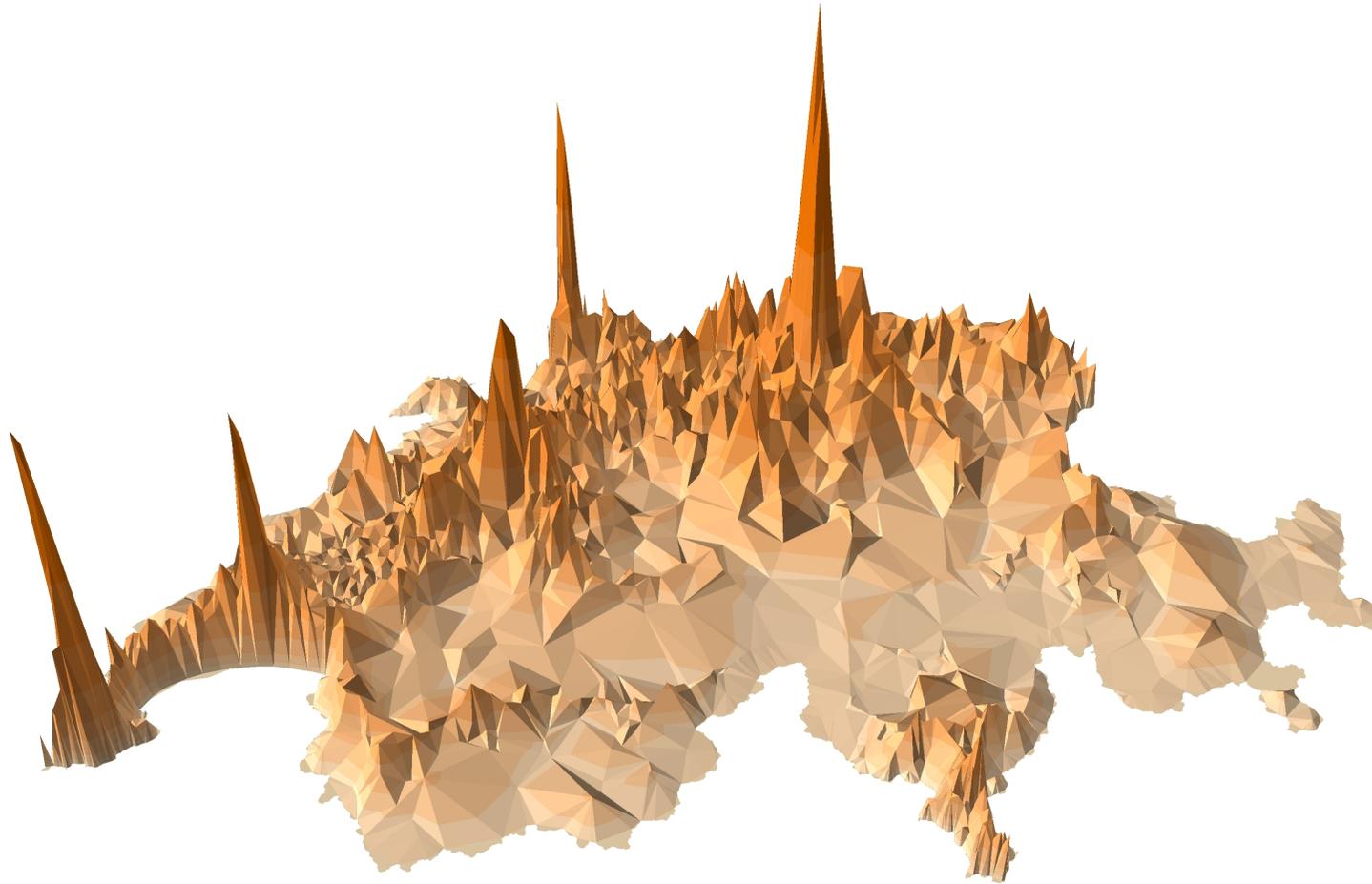
$$E_i = \sum_{j=1}^{j=\max} X_j e^{-\beta k_{ij}}$$

- E_i Erreichbarkeit von Ort i aus
- i Ausgangsort i
- j Zielort j
- X_j Gelegenheiten am Ort j
- β Widerstandsfaktor
- k Generalisierte Kosten des Widerstands zwischen i und j

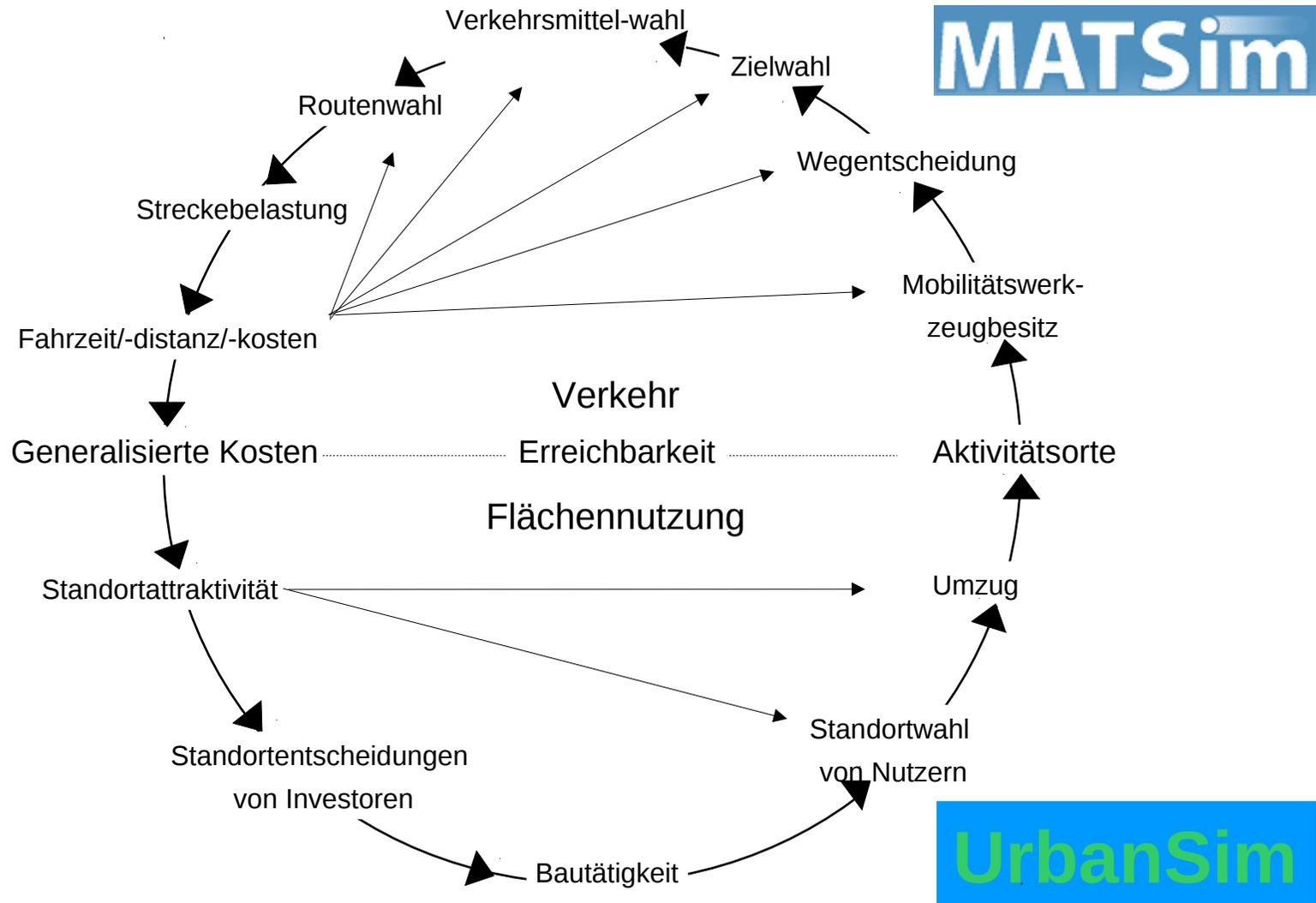
Erreichbarkeitsgebirge 1950



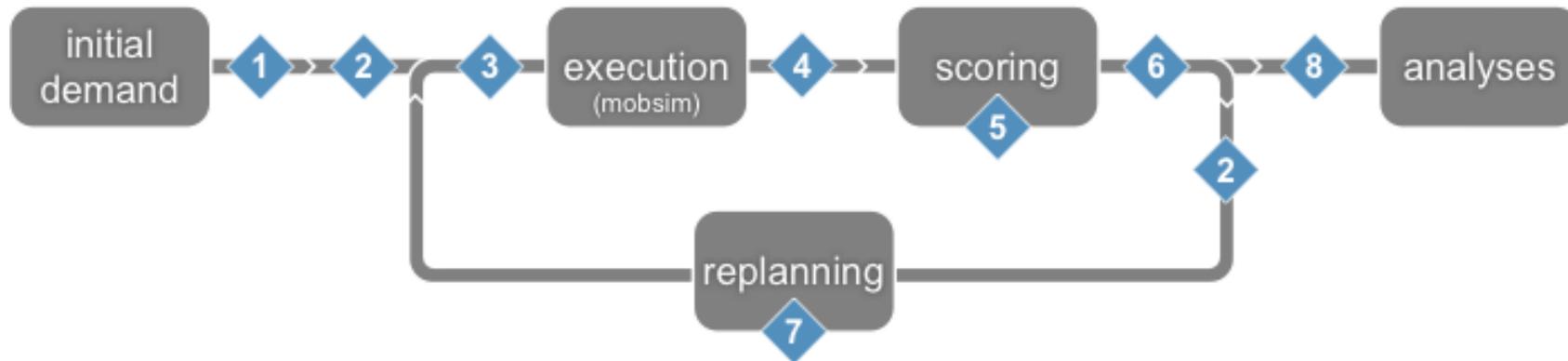
Erreichbarkeitsgebirge 2000



Integrierte Flächennutzungs- und Transportmodelle

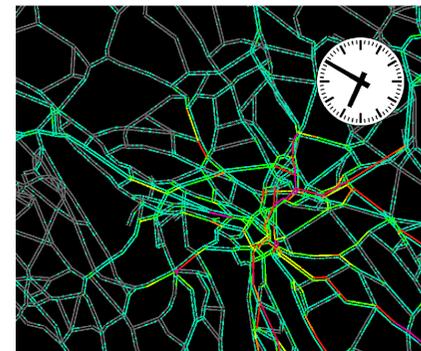
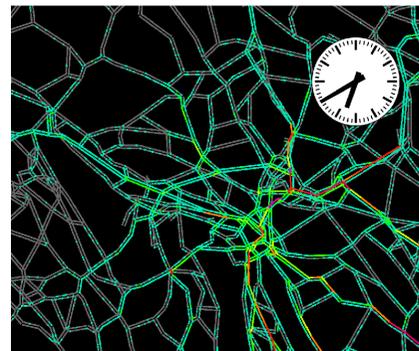
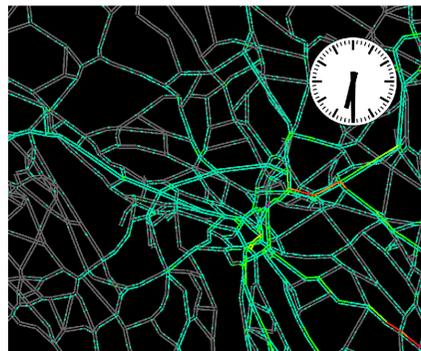
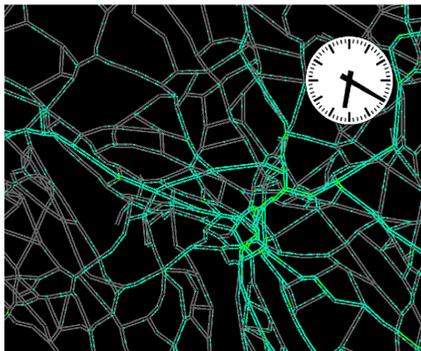


MATSim – Multi-Agent Transport Simulation Toolkit

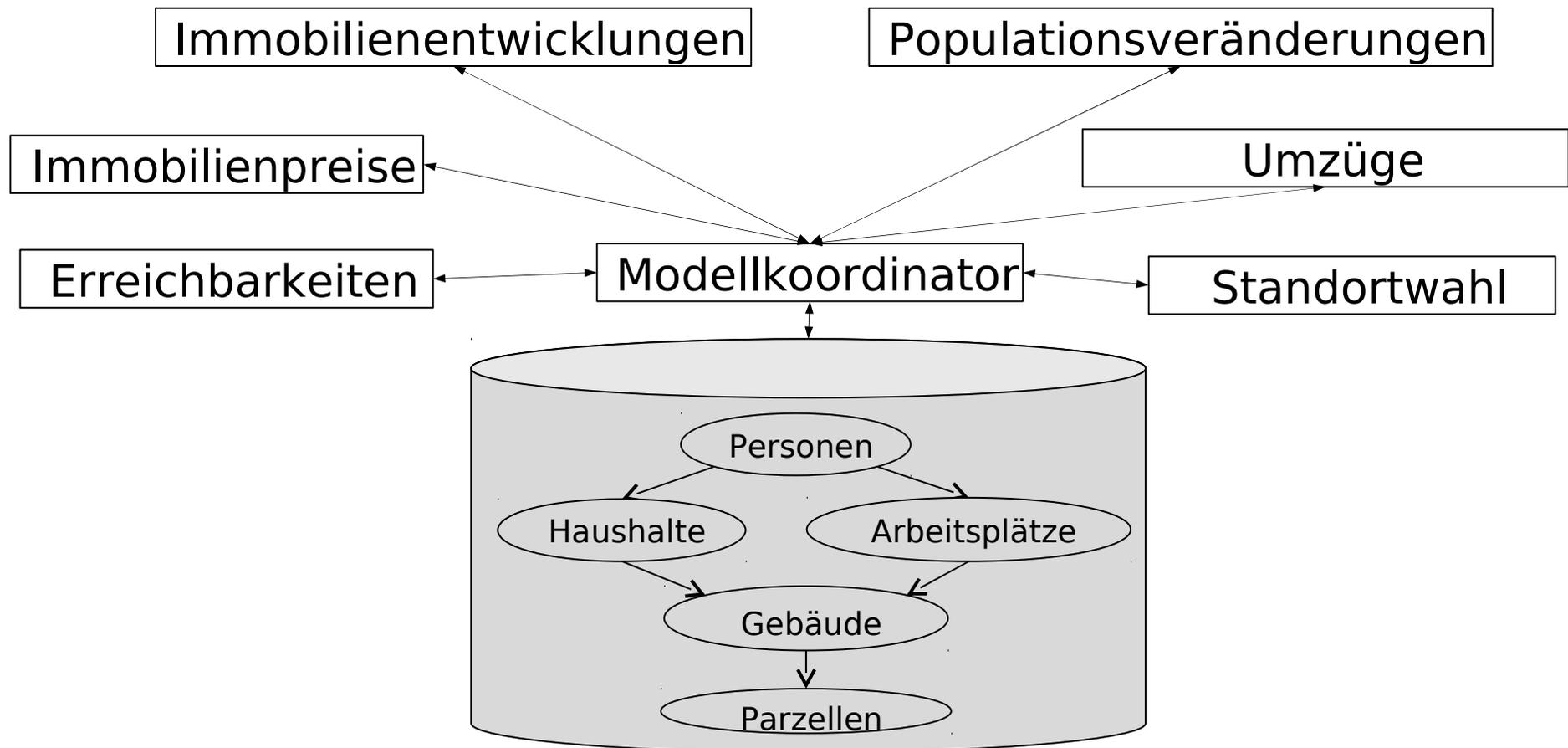


Controler Events:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 Simulation Starts ("Startup") | 5 Scoring |
| 2 Iteration Starts | 6 Iteration Ends |
| 3 Before Mobsim | 7 Replanning |
| 4 After Mobsim | 8 Simulation Ends ("Shutdown") |



UrbanSim



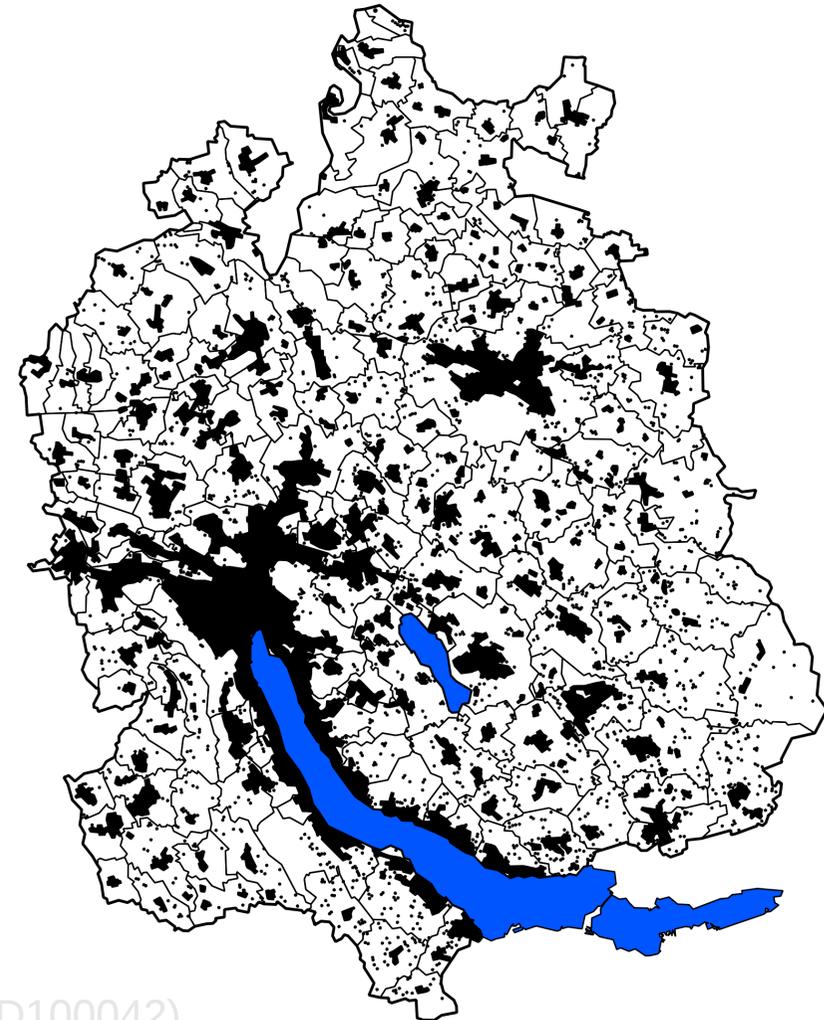
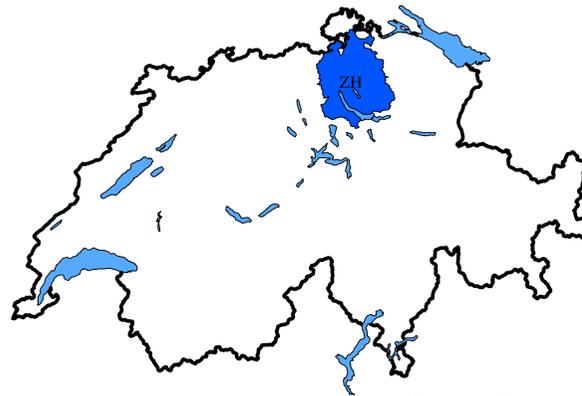
Szenarios

- Zonenpläne
- Verkehrsnetz

Fallbeispiel Zürich

Abgrenzung

- Simulationsgebiet Kanton Zürich
- Basisjahr 2000
- Kalibrationsperiode 2000 – 2010
- Simulationsperiode 2010 – 2030



© swisstopo (JD100042)

Arbeitsschritte

Daten

- Beschaffung
- Sichtung
- Aufbereitung

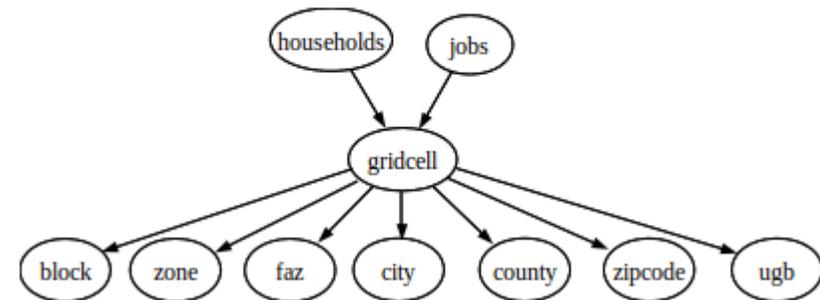
Modellierung

- Klassifizierung
- Spezifizierung
- Parameterschätzung
- Annahmen / Szenarien

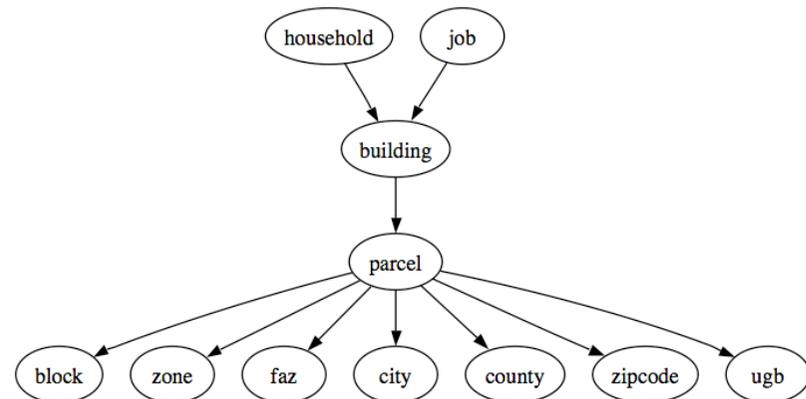
Simulation

- Validierung / Kalibrierung
- Evaluierung von Szenarien

Modellstruktur Rasterzellenversion



Modellstruktur Parzellenversion



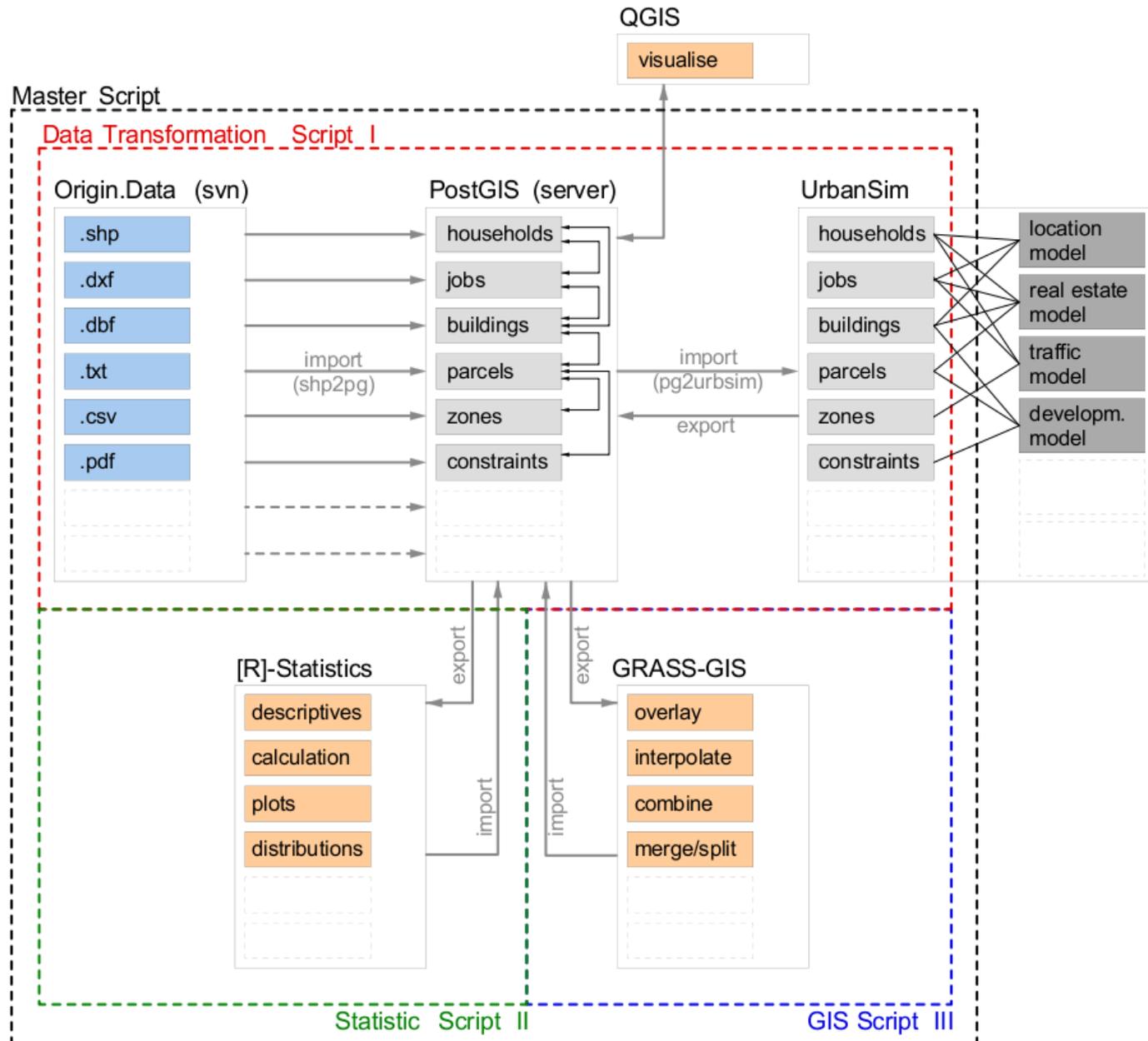
Quelle: Waddell, P. (2010)

Datenbedürfnisse

- Simulierte Einheiten
 - Parzellen, Gebäude, Haushalte, Personen, Arbeitsplätze
- Geometrien zur Aggregation, Visualisierung und Analyse
 - Parzellen, Zonen Verkehrsmodell, Gemeinden, Regionen
- Reisezeiten von Zone zu Zone
 - Netzwerk
- Modellspezifikationen und Koeffizienten
 - Klassifizierungen, Modellschätzungen, Herleitung von Raten
- Szenarios
 - Bevölkerungs- und Arbeitsplatzentwicklung
 - Projekte / Massnahmen

Quellen: Datenlieferanten, Synthese, Umfragen

Datenhaltung und -aufbereitung



Datenbeschaffung – Datenlieferanten

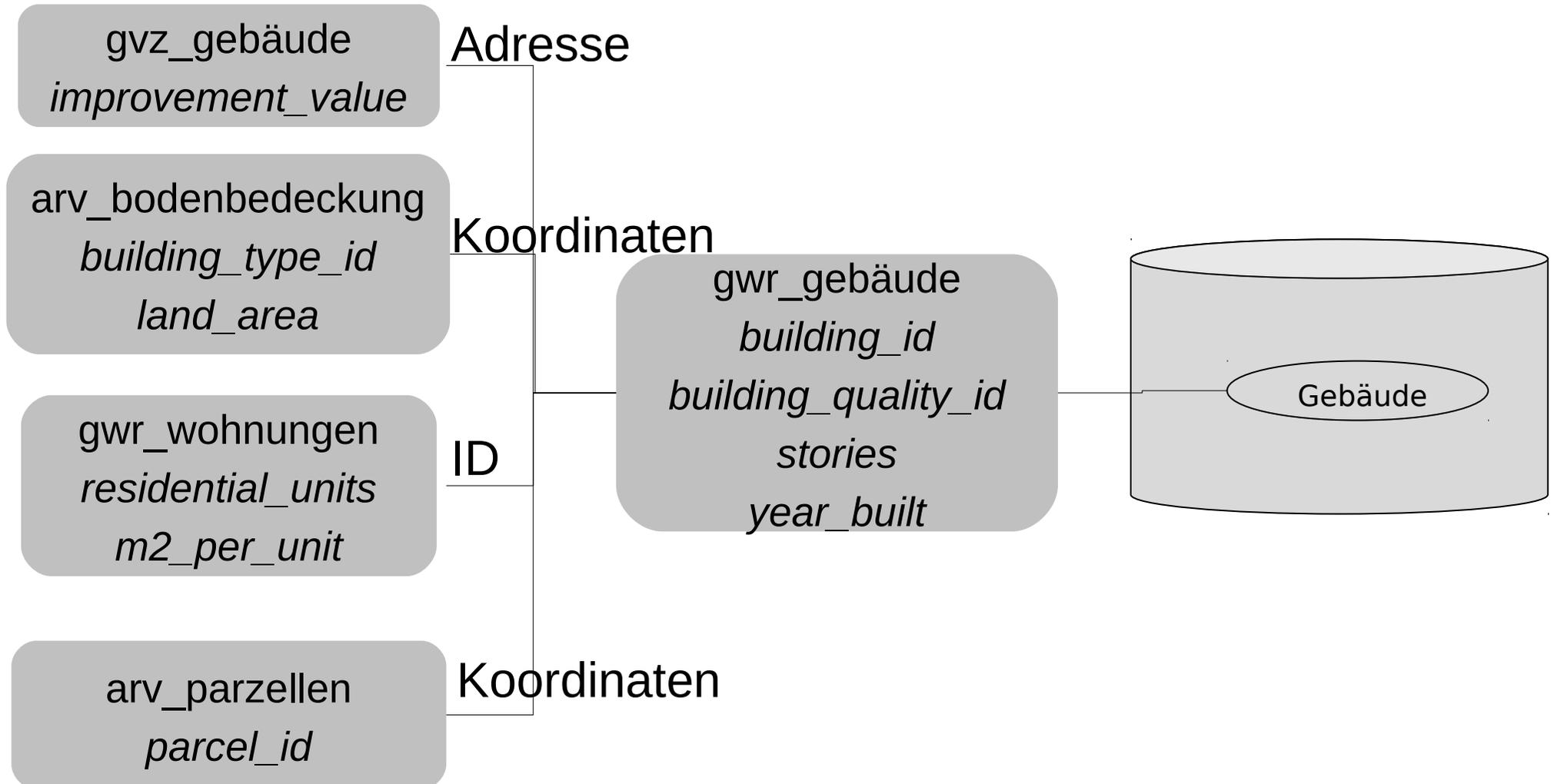
Verwaltungsebene	Datenherr	Datensatz
National	Swisstopo, Bundesamt für Landestopographie	Topographische Karten (Pixel, Vektor)
		Digitales Höhenmodell
	BfS, Bundesamt für Statistik	Gemeindegrenzen
		Bevölkerungszählung
Kantonal	GVZ, Gebäudeversicherung Kanton Zürich	Betriebszählung
	ARV, Amt für Raumentwicklung und Vermessung	Mikrozensus Verkehrsverhalten
		Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)
		Gebäudedaten
		Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)
	Tiefbauamt	Leerstandsziffern
		Bauzonen und Überbauungsstand
		Kataster
		Kantonaler Richtplan
	Statistisches Amt Kanton Zürich	Orthophotos
Kantonales Verkehrsmodell		
Haltestellen des öffentliche Verkehrs		
Gemeinde	SSZ, Statistik Stadt Zürich	Lärmkarten (Verkehrs- und Schiesslärm)
		Bevölkerungsentwicklung
Private	DOCUMEDIA (Baublatt)	Landpreise pro Zone und Gemeinde
		Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)
		Bauprojekte

Datensichtung – Unterschiede in Grundlagendaten

Entität	Datenherr	Anzahl	Räumliche Auflösung	Periode	Datentyp
Gebäude	BFS	255801 (2010)	Adressen und Koordinaten [m]	2004-2010	Tabelle
	ARV	212497 (2010)	Koordinaten [m]	2010	Tabelle
	GVZ	286468 (2000)	Adressen	2000	Tabelle
	ARV	313622 (2010)	Koordinaten [cm]	2005, 2007-2010	Interlis
Wohnung	BFS	671169 (2010)	Gebäude (via EGID)	2004-2010	Tabelle
	ARV, SSZ	478378 (2010)	Gebäude (via EGID)	2010	Tabelle
Eingang	BFS	261650 (2010)	Adressen und Koordinaten [m]	2004-2010	Tabelle
	ARV, SSZ	237481 (2010)	Koordinaten [m] (und Adressen)	2010	Tabelle
Neue Gebäude	GVZ	40849 (2000-2010)	Adressen	2001-2010	Tabelle
Bauprojekte	ARV, SSZ	57734 (2010)	Gebäude (via EPROID)	1967-2015	Tabelle
	DOCUMEDIA	60056 (1998-2012)	Adressen	1998-2012	Tabelle
Parzellen	ARV	367314 (2010)	Koordinaten [cm]	2005, 2007-2010	Interlis

Datenaufbereitung – Datenintegration

Match über



Datenaufbereitung - Populationssynthese

Aktuelle Situation

Individualdaten der Volkszählung 2000

- 172 Attribute
- Personen gruppiert in Haushalte
- Räumliche Auflösung: Hektarscharf
- Information zum Arbeitsplatz
 - Gemeinde, Ausbildung, Arbeitsmarktstatus, Wirtschaftssektor

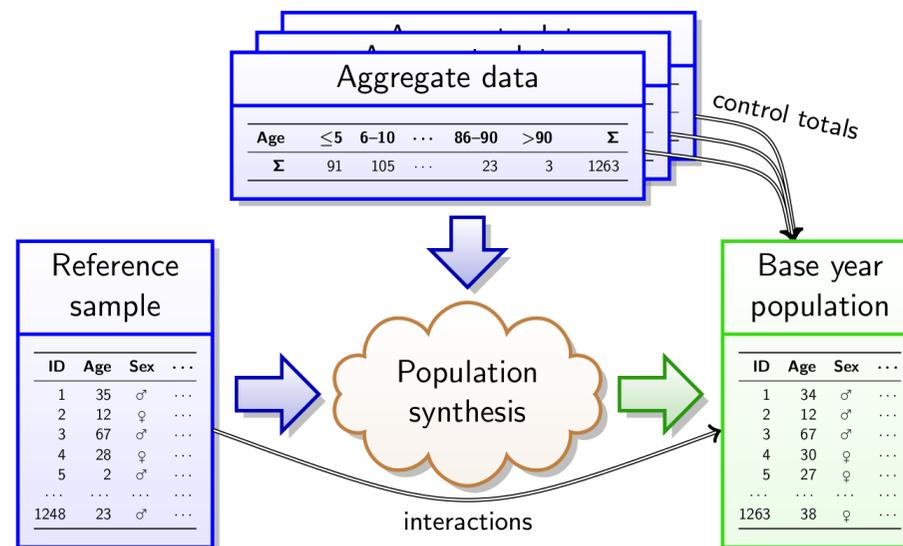
Fehlende Attribute:

- Einkommen
- Besitz Mobilitätswerkzeuge
- Zuordnung zu Arbeitsplatz und Gebäuden

Datenschutz erschwert / verhindert Zusammenarbeit

Datenaufbereitung - Populationssynthese

- Kombination einer Stichprobe von Individualdaten und aggregierten Daten
- Akkurate Replikation der Haushaltsstruktur
- Hierarchical Iterative Proportional Fitting (Müller und Axhausen, 2011)
- Validierung gegen den vollen Zensus möglich

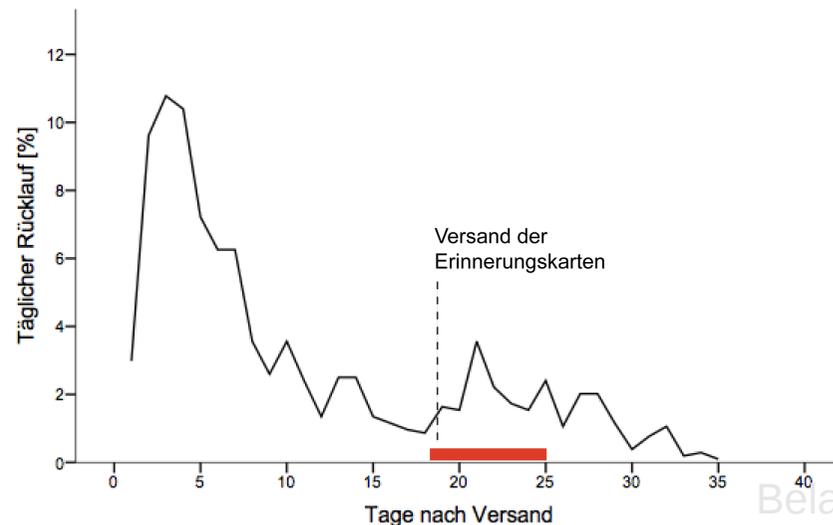


Datenbeschaffung - Befragungen

- 5300 im Juli / August 2010 umgezogene Personen (15% aller Umziehenden)
- Abfrage von:
 - Haushaltsattribute (inkl. Arbeitsplatz)
 - Attribute des vorherigen und jetzigen Wohnortes
 - Wohnorte sozialer Kontakte
 - Lebensstil der Haushalte

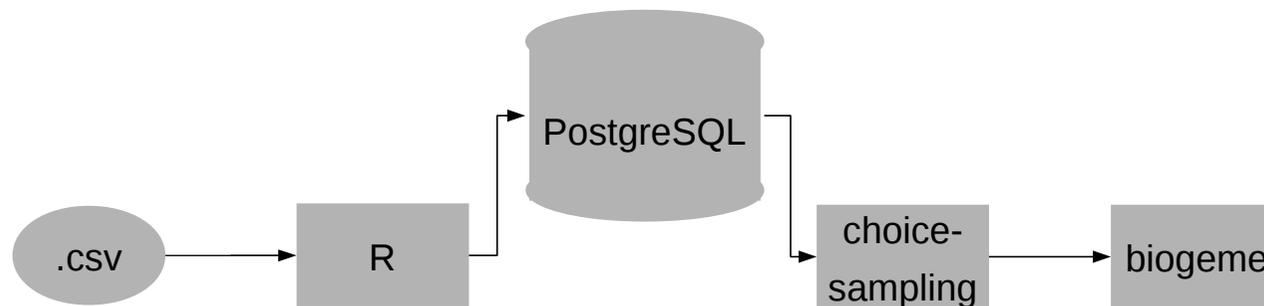
		Lebensstilklassen	
		Nach Belart	Nach Otte
Adresse von sozialen Kontakten	Ja	A	C
	Nein	B	D

- Rücklauf
 - 22.8 % der Angeschriebenen
 - 2.1% der Umziehenden



Datenaufbereitung – Zusammenstellung Alternativen

- Basis für nicht gewählte Alternativen: Angebote auf www.comparis.ch
- Gewichtung:
 - Comparis Mietpreise im Schnitt 15.5% höher als in der Umfrage
 - Comparis Kaufpreise im Schnitt 16.5% höher als in der Umfrage
- Strategie Stichprobenziehung
 - Zufällige Ziehung von 49 Alternativen



Modellierung - Spezifizierung

Nutzen der Wohnstandortwahl

$$V(j) = \beta_{\text{Verh. Miete/Einkommen}} * \text{Verhältnis Miete/Einkommen} \quad n=683$$

+ $\beta_{\text{Nettowohnfl./sqrt(Haushaltsmitgl.)}} * \text{Nettowohnfläche/sqrt(Haushaltsmitglieder)}$ $\rho^2 = 0.1117$

+ $\beta_{\text{Distanz zum Arb.ort}} * \text{Distanz zum Arbeitsort in km}^{\text{Exponent Distanz zum Arb.ort}}$

+ $\beta_{\text{Autoreisezeit nach Zürich Bürkliplatz}} * \text{Autoreisezeit nach Zürich Bürkliplatz in min}$

+ $\beta_{\text{Erreichbarkeit ÖV}} * \log(\text{Erreichbarkeit mit ÖV}) * \text{Dummy „kein Auto“}$

+ $\beta_{\text{Haushalte gleicher Grösse}} * \text{Anzahl Haushalte gleicher Grösse in } r=1\text{km}$

+ $\beta_{\text{Bev.dichte}} * \text{Bevölkerungsdichte in } r=1\text{km} * \text{Dummy „Haushalt junger Erwachsener“}$

+ $\beta_{\text{Kinderdichte}} * \text{Kinderdichte in } r=500\text{m} * \text{Dummy „Haushalt mit Kindern unter 12 Jahren“}$

+ $\beta_{\text{Lärm}} * \text{Dummy „Nähe zu Autobahn oder Bahngeleisen“}$

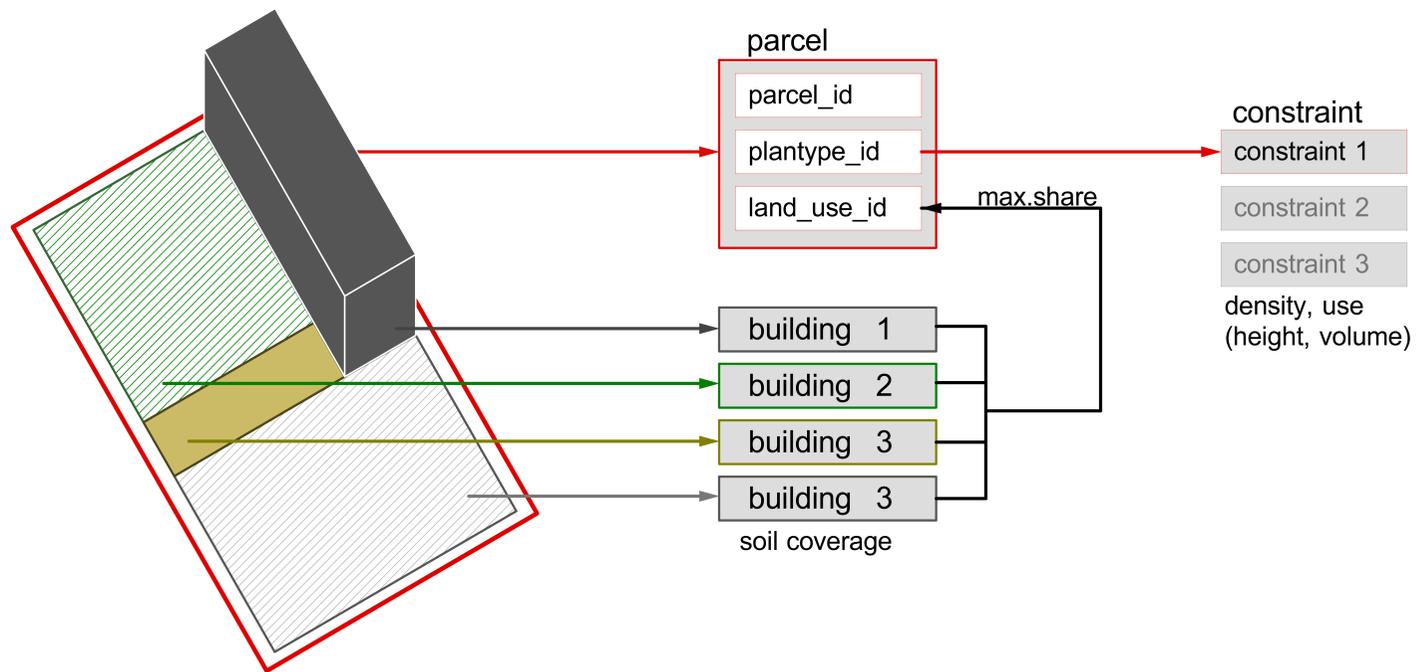
+ $\beta_{\text{Steuerindex}} * \text{Steuerindex der Gemeinde}$

+ $\beta_{\text{Mietleerstand}} * \text{Mietleerstand in der Gemeinde}$

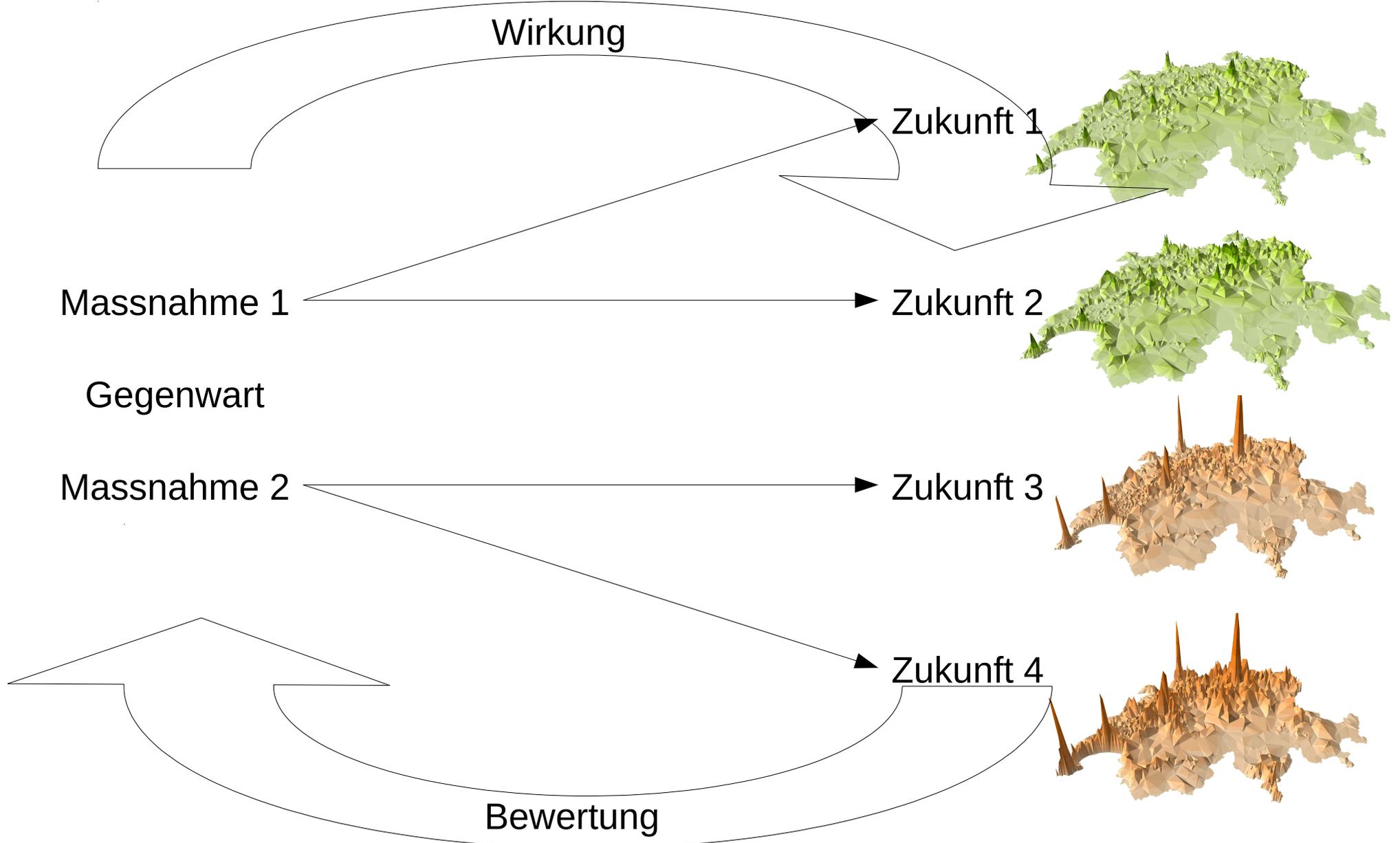
Modellierung – Geschätzte Parameter

Parameter	Wert	t-Test
Verhältnis Miete/Einkommen	-5.51	-11.07
log(Pro-Kopf-Nettowohnfläche)	0.982	8.01
Mittlere Distanz zu den sozialen Kontakten gewichtet nach Anzahl Treffen pro Monat [km]	-8.16	-1.81
Exponent Distanz zu den sozialen Kontakten	0.223	2.66
Mittlere Distanz zu den Arbeits-/ Ausbildungsorten der Haushaltsmitglieder [km]	-1.59	-2.76
Exponent Distanz zu den Arbeitsorten	0.374	4.72
Reisezeit nach Zürich Bürkliplatz [min]	0.0199	4.38
log(Erreichbarkeit mit ÖV) * Dummy „kein Auto“	0.41	3.77
log(Erreichbarkeit mit MIV) * Dummy „Auto vorhanden“	-0.298	-3.99
Prozentualer Anteil Haushalte gleicher Grösse in r=1km	0.0157	1.77
Bevölkerungsdichte in r=1km	0.00994	4.37
Mietleerstand in der Gemeinde	-0.106	-2.03
Anzahl Beobachtungen		683
$LL(0)$		-2'671.91
$LL(max)$		-2'103.37
ρ^2		0.2128

Modellierung - Klassifizierungen



Simulation



Fazit

- Erreichbarkeit ist ein starkes Konzept zur integrativen Verkehrs- und Raumplanung
- Mikrosimulation bietet vielseitige Analysemöglichkeiten
- Die Visualisierung spielt eine entscheidende Rolle
 - bei grossen Datenmengen
 - zur Kommunikation
- Mikrosimulation ist daten- und zeitintensiv
- Einfach verfügbare, harmonisierte Datengrundlagen sind willkommen
- Lohnt sich der Aufwand?

Referenzen

- Axhausen, K.W. und L. Hurni (eds.) (2005) *Zeitkarten Schweiz 1950 - 2000*, IVT and IKA, ETH Zürich, Zürich.
- Belart, B. (2011) *Wohnstandortwahl im Grossraum Zürich*, Masterarbeit, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Fröhlich, F. und K.W. Axhausen (2002) *Development of car-based accessibility in Switzerland from 1950 through 2000: First results*, Konferenzbeitrag *2nd Swiss Transport Research Conference*, Ascona, März 2002.
- Müller, K. and K.W. Axhausen (2011) *Hierarchical IPF: Generating a synthetic population for Switzerland*, paper presented at 51th ERSA Conference, Barcelona, September 2011.
- Waddell, P. A. (2010) *Overview of UrbanSim and the Open Platform for Urban Simulation*, Vortrag, *UrbanSim Tutorial*, Zürich
- Wegener, M. und F. Fürst (1999) *Land-use transport interaction: State of the Art*, *Berichte aus dem Institut für Raumplanung*, **46**, IRPUD, Universität Dortmund.