

11. März, 2010, Transinfra, Fribourg

1

Michael Balmer, balmer@ivt.baug.ethz.ch

Agentenbasierte Integration von aktivitätenbasierter Nachfragemodellierung und dynamischer Umlegung für grosse Szenarien: Die Schweiz im Detail

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

Übersicht

2

- *Motivation: Gestern und Heute*
- *Einführung: Multi-Agent Transport Simulation*
- *Umsetzung: Die Schweiz im Detail*
- *Resultate: Die Schweiz in Zahlen*
- *Diskussion: Stärken und Schwächen*

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

3

Motivation: Gestern und Heute

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

4

Planungsfragen Gestern

Fricktal Autobahn A3:

- Tagesvolumen
- Volumen zu den Spitzenstunden
- Erreichbarkeiten
- Reisezeiten
- Modal Split
- ...

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

Planungsfragen Heute 5

Zeitabhängiges Roadpricing in Zürich

- Wer zahlt? Wieviel? Wann?
- Wer meidet die Kosten? Zeitlich? Räumlich?
- Wer wechselt auf den ÖV?
- Welche Regionen profitieren davon? Zeitlich? Monetär?
- Welche Läden profitieren davon? Zeitlich? Monetär?
- Was ist der volkswirtschaftliche Nutzen?
- ...

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

Planungsfragen Heute 6

30% Elektrofahrzeuge:

- Wie gross sind die Nutzlasten von „Speed Charging“ Tankstellen?
- Wann sind die Lastspitzen zu erwarten?
- Welche Anreize muss man geben um Lastspitzen zu verteilen?
- Wem muss man diese Anreize schaffen?
- ...

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

ABD & DTA 7

Aktivitätenbasierte Nachfragemodellierung

Matrizen

N_{dp} \ N_{ar}	A: 0	B: 3	C: 1	D: 2	E: 3
A: 6	0	1	0	2	3
B: 0	0	0	0	0	0
C: 0	0	0	0	0	0
D: 0	0	0	0	0	0
E: 3	0	2	1	0	0

Dyn. Umlegung

Verkehrsflüsse

Reisekosten

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

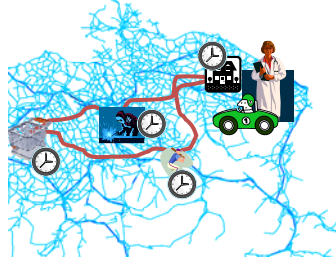
WAnr? 8

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

ABD & DTA Integriert

9

Aktivitätenbasierte Nachfragemodellierung (inkl. Routen!)



Individuelle, dynamische
mikroskopische
Kostenanteile

Individueller Tagesplan



Physikalische Simulation

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

10

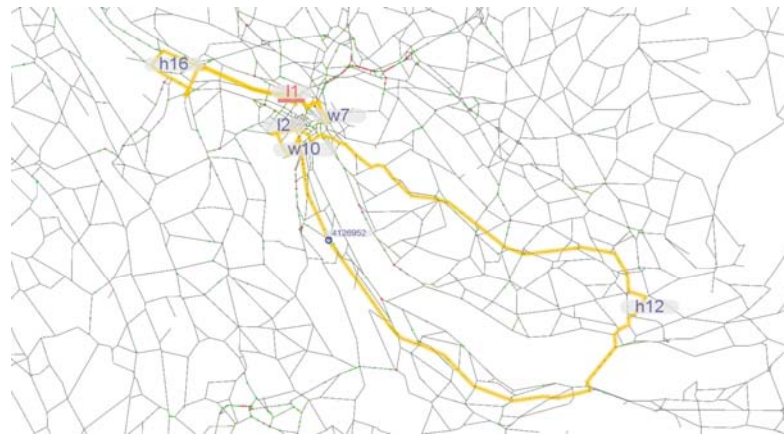
*Einführung:
Multi-Agent Transport Simulation*

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

MATSim (1)

11

Dynamisches, individuelles, mikroskopisches Nachfragemodell



MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

MATSim (2)

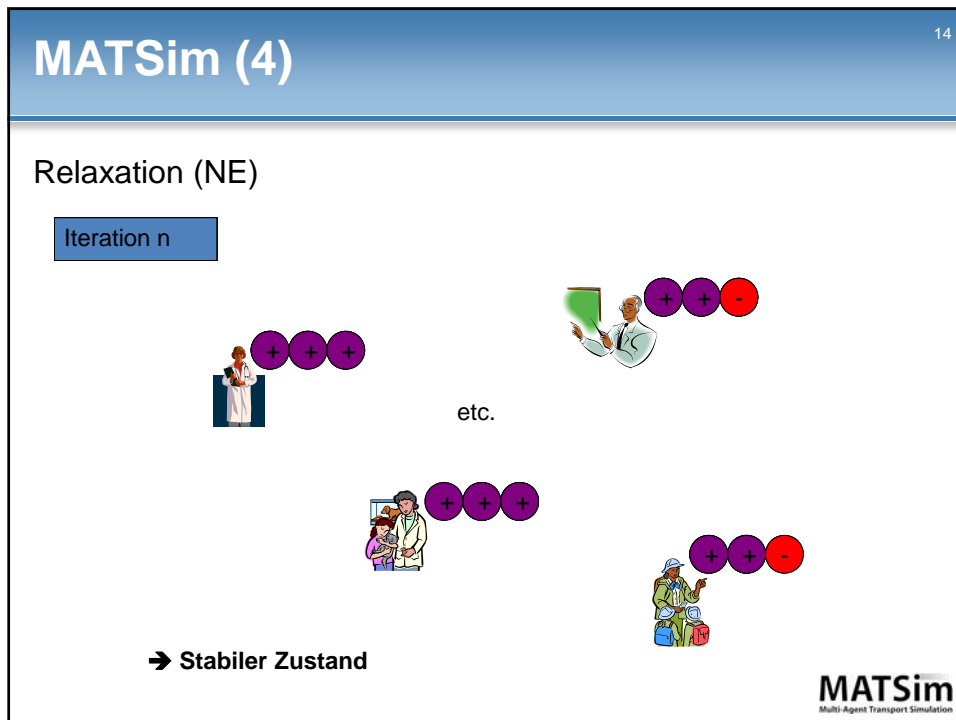
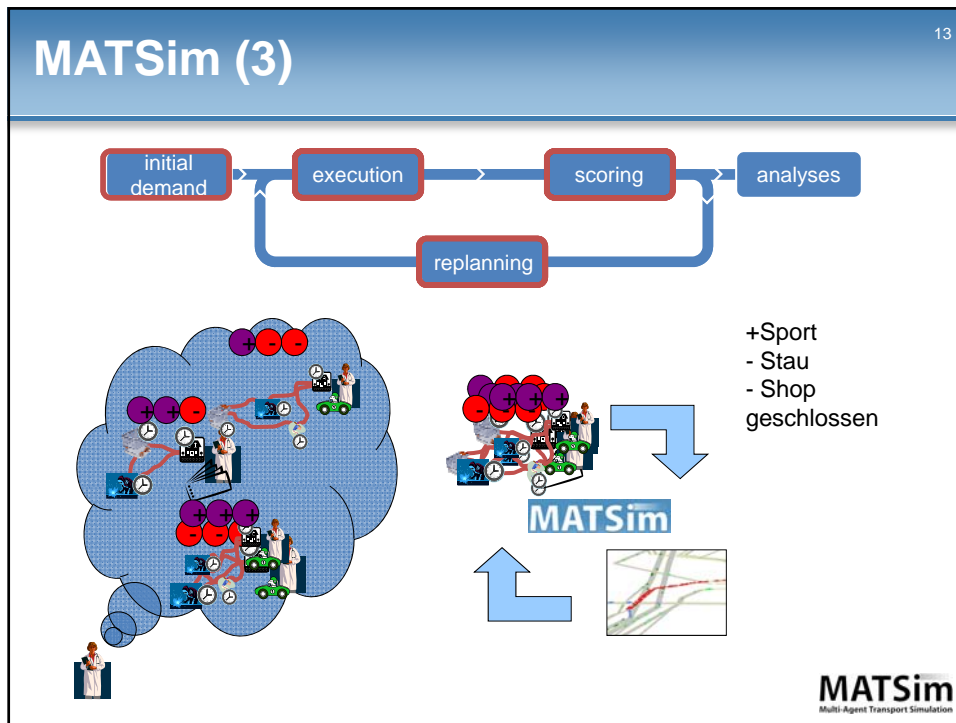
12

Detailgrad der Informationen jedes Individuums



(Quelle: Rieser, 2008, MATSim Seminar, Castasegna)

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

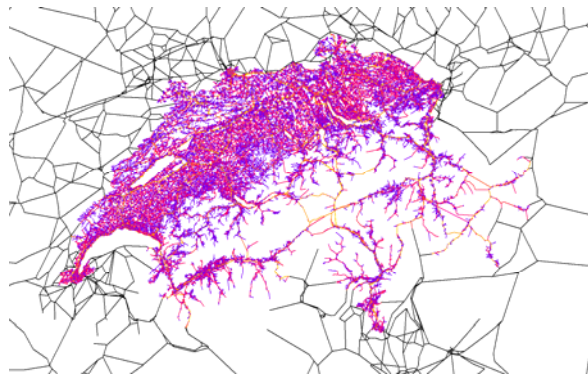


Umsetzung: Die Schweiz im Detail

Daten: Strassennetz

Verkehrsnetz:

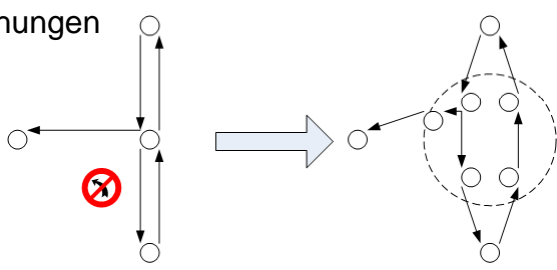
- Hochaufgelöstes Navigationsnetz (Teleatlas) inklusive der Modellierung der Abbiegebeziehungen



17


Daten: Strassennetz (2)

Abbiegebeziehungen



→ Teleatlas Netz mit 1.3Mio Kanten

Netzoptimierung



→ Teleatlas Netz mit 1Mio Kanten

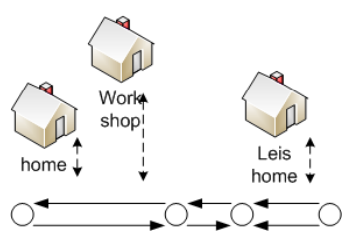
MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

18

Daten: Aktivitäten

Gebäude & Aktivitätengelegenheiten:

- ~1.61 Mio Gebäude
- ~1.72 Mio Aktivitätsoptionen
- 11 unterscheidbare Aktivitätentypen
- Kapazitäten, Öffnungszeiten



→ ~950'000 „Zonen“

Datenquellen: Datapuls Gebäudedatensatz 2008 & Eidgenössischen Betriebszählung 2001 (Meister, 2008)

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

Daten: IIDM

19

Personen:

- Id, Attribute (z.B. Alter, Führerscheinbesitz, Zeitkarten, etc.)
- Orte der primäre Aktivitäten („Home“, „Work“, „Education“)
- Persönliche Präferenzen (gewünschte Gesamtdauer pro Aktivitätentyp pro Tag)

Nachfrage:

- Dynamische, individuelle Nachfrage für jede alle Bewohner des Szenarios (hier: die gesamte Schweiz)

Datenquellen: MZ 2005, Zensus 2000 & Datapuls Personendatensatz
(Balmer *et al*, 2008, 2009; Ciari *et al*, 2008)

Simulation

20

Mehr Realismus des Warteschlangenmodells:

- „returning gaps“ (Charypar, 2007)

- Event-basiert statt Zeitschritt-basiert (Charypar, 2006-2008)
- Parallele Event-Verarbeitung (Waraich, 2009)

Nutzen (1)

initial demand >
 execution >
 scoring >
 analyses 21

replanning

Erweiterungen des auf dem Vickery Modell basierenden Nutzenfunktion von Charypar und Nagel, 2006:

$$U_{plan} = \sum_{i=1}^n (U_{act,i} + U_{travel,i})$$

→ Aktivitäten:

$$U_{act,i} = (U_{cum,j} - U_{cum,j-1}) \cdot f_p + U_{wait,i} + U_{short,i}$$

$$U_{cum,j} = \begin{cases} \max\left(0, \beta_{perf} \cdot t^* \cdot \ln\left(\frac{\sum_{k=1}^j t_{perf,k}}{t_0}\right)\right) & j > 0 \\ 0 & j = 0 \end{cases}$$

$$f_p = \begin{cases} \min\left(\beta_{load,1} \cdot \left(\frac{load}{capacity}\right)^{\beta_{load,2}}, 0.5\right) & \text{, if activity type} \in \{\text{shop, leisure}\} \\ 1.0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Nutzen (2)

initial demand >
 execution >
 scoring >
 analyses 22

replanning

→ Reisen:

$$U_{travel,i,car} = const_{car} + \beta_{tt,car} \cdot t_{car} + \beta_{cost,car} \cdot c_{car}$$

$$U_{travel,i,pt} = \beta_{tt,walk} \cdot (t_{access} + t_{egress}) + \beta_{tt,pt} \cdot t_{pt} + \beta_{cost,pt} \cdot c_{pt}$$

$$U_{travel,i,bike} = const_{bike} + \beta_{tt,bike} \cdot t_{bike}$$

$$U_{travel,i,walk} = \beta_{tt,walk} \cdot t_{walk}$$

→ Reisezeiten:

- MIV: Mikrosimulation (Warteschlangenmodell)
- LIV: Euklidische Distanz mit fixer Reisegeschwindigkeit
- OeV:

zone1

Time pt matrix (> 0)

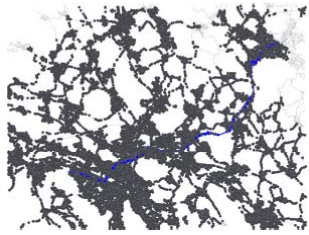
zone2

→ Zur Zeit ist MATSim ein hybrides Modell!

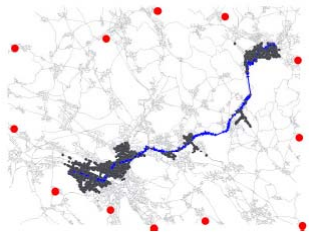
Suchraum (1)

initial demand > execution > scoring > analyses 23
replanning

Router Modul:
 → least-cost router auf dynamischen geographischen Netzen
 (Landmarks-A* Router, Lefebvre, 2007)



Basic/Iteration-ID Dijkstra




Landmarks A* (using 12 landmarks)

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

Suchraum (2)

initial demand > execution > scoring > analyses 24
replanning

Planomat Modul:
 → Gesamtplanoptimierung (genetischer Algorithmus) der Zeiten
 und Verkehrsmittel auf Subtour-Basis



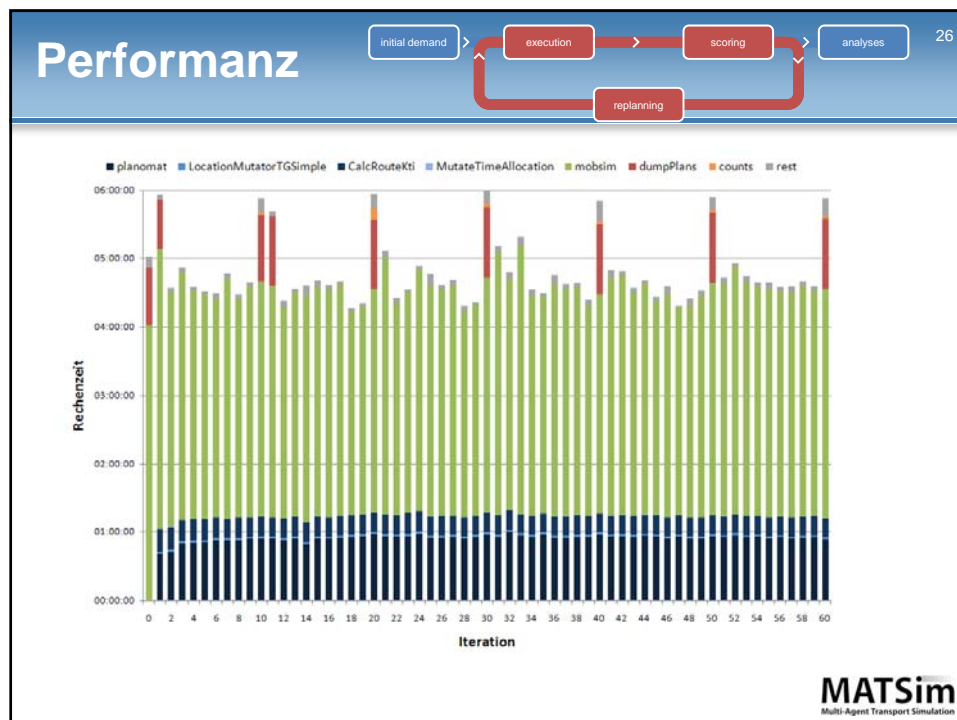
(Meister, 2010)

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

Suchraum (3) 25

Secondary Location Choice Modul:

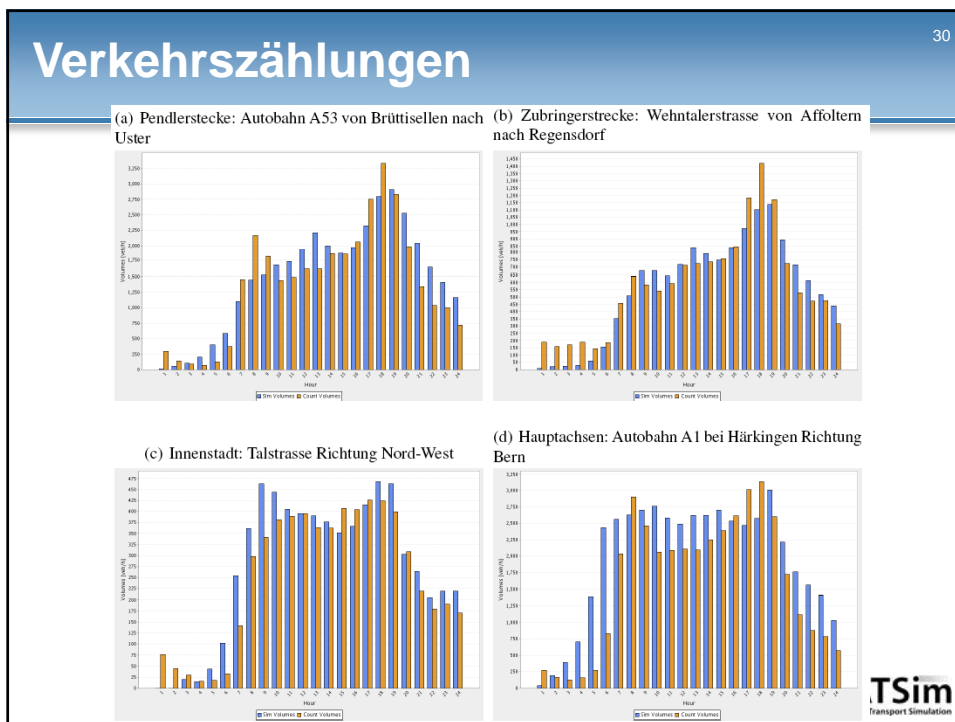
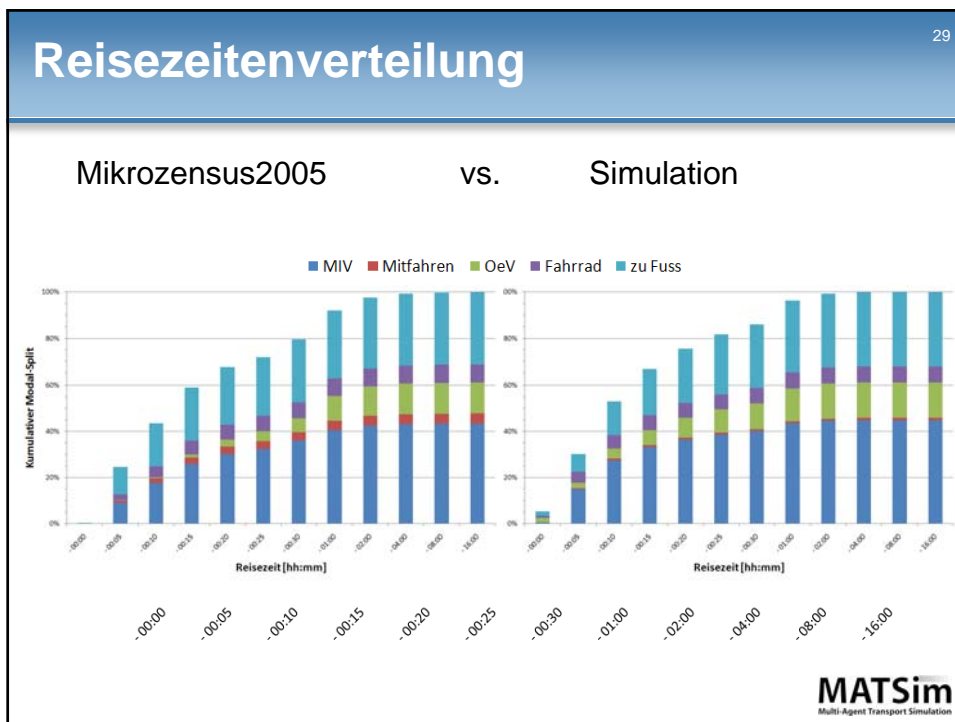
- Selektion möglicher Orte für Sekundäre Aktivitäten anhand geschätztem Zeitbudget für An-, Abreise und Dauer der Aktivität (Choice set generation)
- Zufällige Wahl im Set
(Horni, 2009)

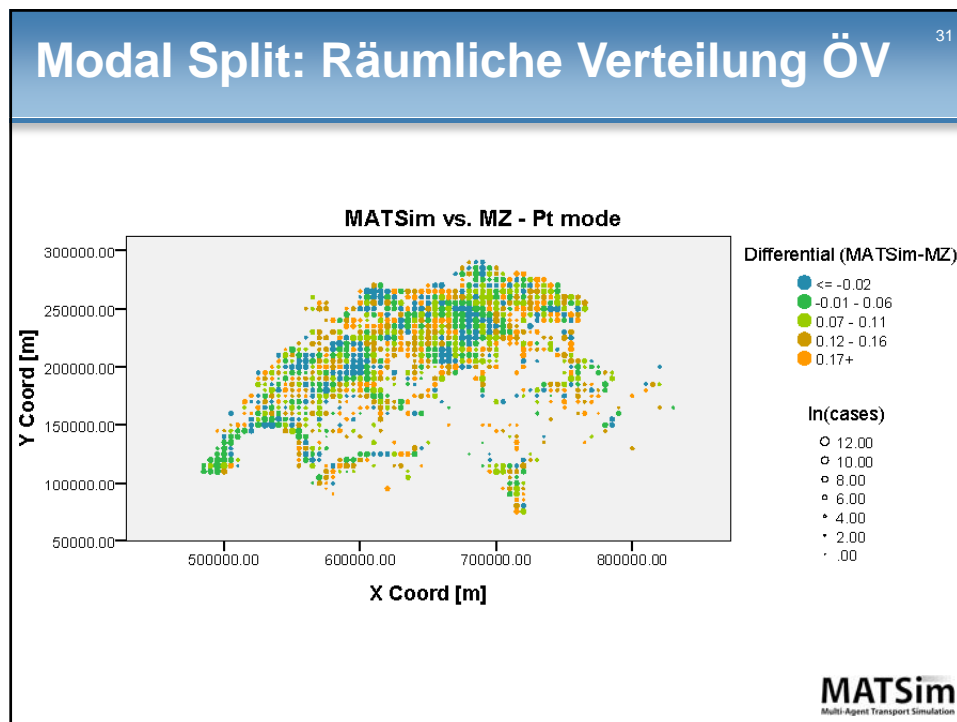


*Resultate:
Die Schweiz in Zahlen*

Modal Split

Verkehrsmittel	MZ 2005	MATSim
MIV	43.3 %	44.9 %
Mitfahren	4.4 %	0.9 %
OeV	13.4 %	15.3 %
Fahrrad	7.6 %	6.6 %
zu Fuss	31.3 %	32.2 %





32

*Diskussion:
Stärken und Schwächen*

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

Diskussion (1)

33

- + Vollständige Integration zwischen ABD & DTA
- + Güte vergleichbar mit Makromodellen
- + Vollständige (Sozio-)Demographie vorhanden während des gesamten Prozesses → hochaufgelöste (Kanten-, resp. Gebäude-fein), zeitkontinuierliche Informationen
- + Grösse, Geschwindigkeit
- + Feedback
- + Flexibilität in den Analysen
- + modular, flexibel, erweiterbar
- + Open-Source

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

Diskussion (2)

34

- /+ „Datenhunger“
- /+ Kalibration
- Sensitiv auf Datenfehler
- Aufwändige Analysen
- Keine vollständige mathematische Grundlage
- Einfache Modelle, die schwierig zu erklären sind

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

Zum Schluss

35

„Agentensimulation in der Verkehrsplanung ist nicht Convenience Food. Man muss noch selbst auf's Feld gehen, aber man kann auswählen, was man einpflanzt.“

Die Planer sollten das Gemüse wählen und die Rechenzentren (die es noch nicht gibt) sollten die Gartenarbeiten übernehmen. So können die Planer zum Schluss ein leckeres Menü für den Auftraggeber zubereiten.

<http://matsim.org>

<http://www.ivt.ethz.ch/vpl/publications/reports/ab613.pdf>

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation