

MATSim: Open-Source Verkehrssimulation

Vortrag: Michael Zilske

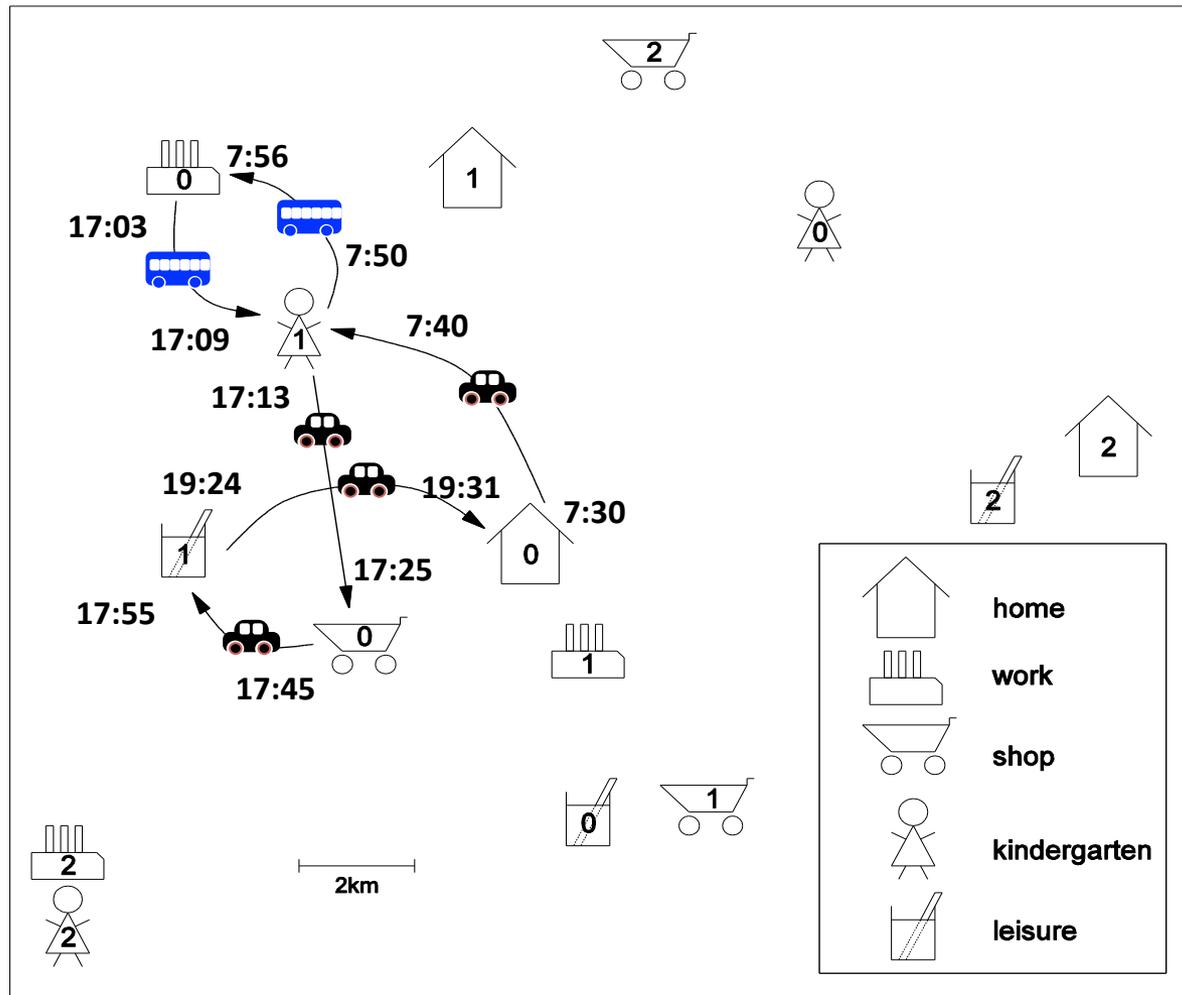
Verkehrssimulation

- Reaktion eines Verkehrssystems auf eine Massnahme vorhersagen.
- Verkehrssystem beinhaltet Nutzer.
Idealerweise geht es ihnen nach der Massnahme besser als vorher.
- Multiagentensimulation, um Verhalten einzelner Nutzer abbilden zu können.

Physik und Verhalten

- Physische Schicht: Agenten führen ihre Pläne gemeinsam aus und konkurrieren um die Kapazität des Verkehrssystems
- Mentale Schicht: Agenten bewerten den Nutzen ihrer Pläne, betrachten ihre Alternativen und ändern einen Aspekt ihres Verhaltens
- Iterieren, bis ein Gleichgewichtszustand erreicht wird

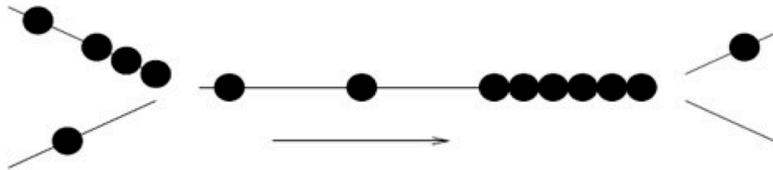
Aktivitätenbasiertes Verkehrsnachfragemodell



Massnahme und Reaktionen

- Beispiel: Abend-Maut
 - Mautbereich umfahren
 - Früher fahren
 - Zum öffentlichen Verkehr wechseln
- Agentenorientiert heisst hier: Wer früher von der Arbeit nach Hause fährt, muss früher kommen, d.h. Abend-Maut schlägt auf Morgenverkehr durch. Das geht mit nur flussbasierten Systemen nicht.

Warteschlangenmodell des Verkehrsflusses



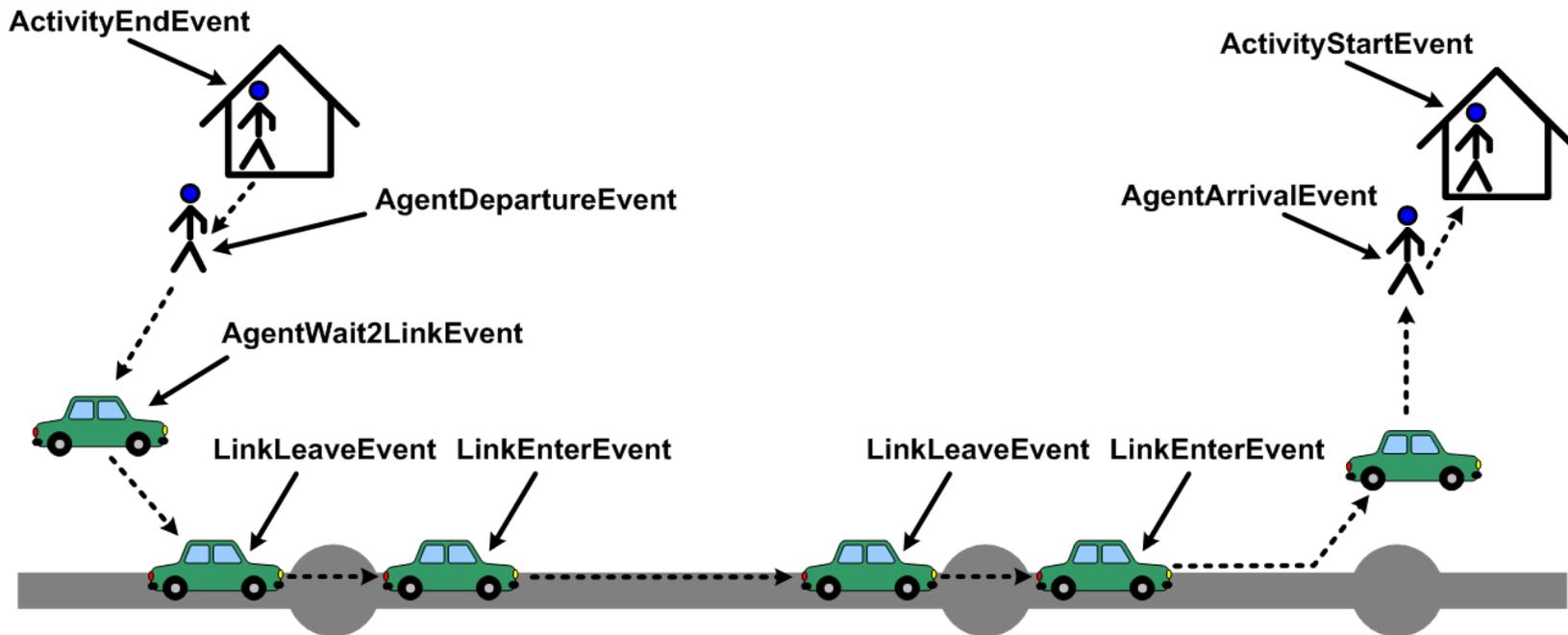
$$q = Q(\text{Länge, Kapazität, Freigeschwindigkeit})$$

- Fahrzeug fährt in Kante ein, durchfährt sie mit der *Freigeschwindigkeit*.
- Ausfluss der Kante wird mit spezifischer *Flusskapazität* bedient.
- Wenn die Fahrzeugschlange *länger* wird als die Kante, ist sie voll: Niemand kann mehr einfahren.

Öffentlicher Verkehr

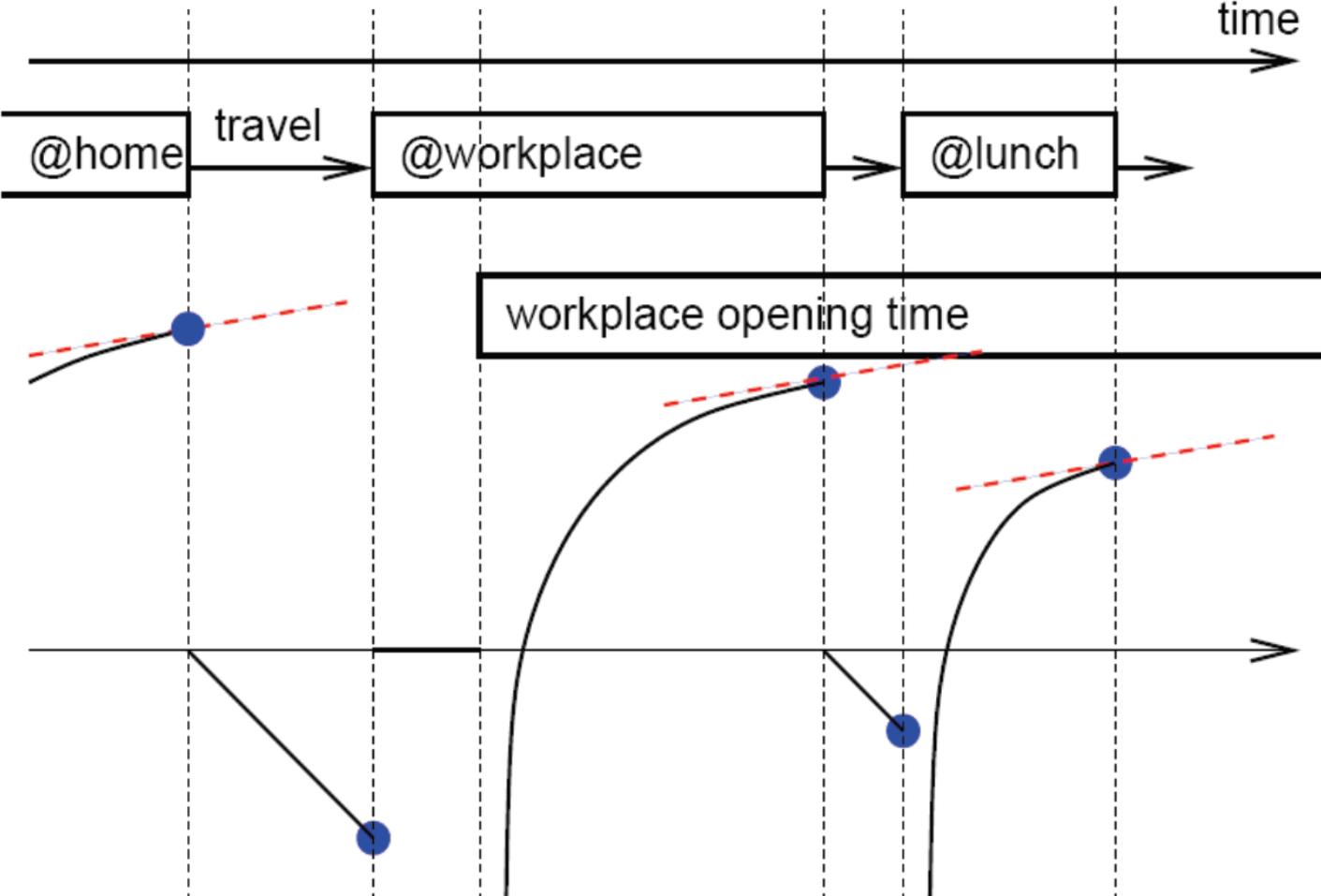
- Fährt nach Fahrplan
- Fahrzeuge teilen sich Fahrbahn mit Autos, können also mit diesen im Stau stehen
- Fahrgäste können Bus verpassen
- Ein- und Aussteigende Fahrgäste verursachen Verzögerung

Events

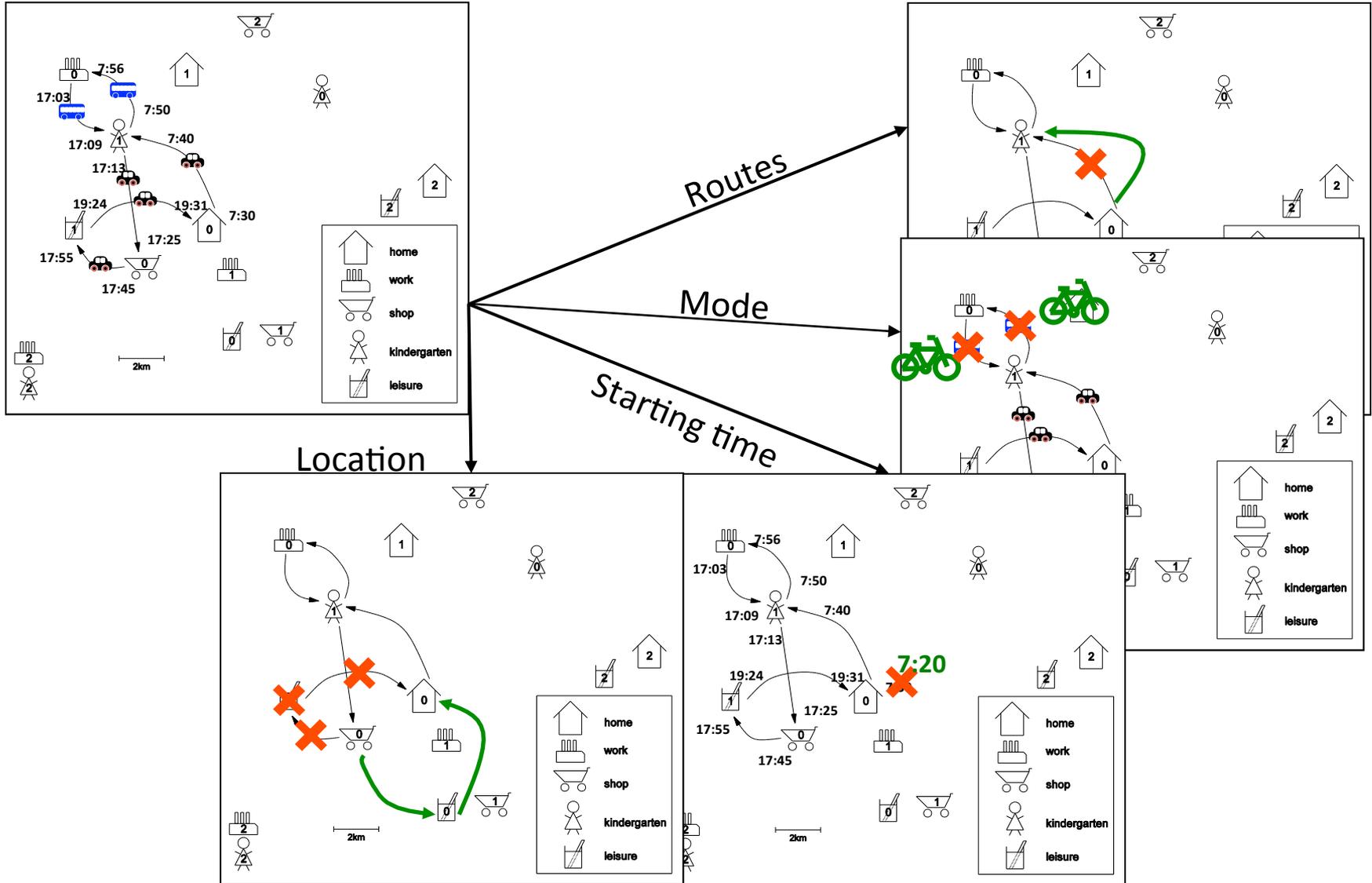


Physische Simulation produziert einen Strom aus Events, der den Ablauf des Tages komplett beschreibt (Abfahrts- und Ankunftszeiten, Durchfahrt von Strassensegmenten, verpasste Busse, bezahlte Maut, usw.)

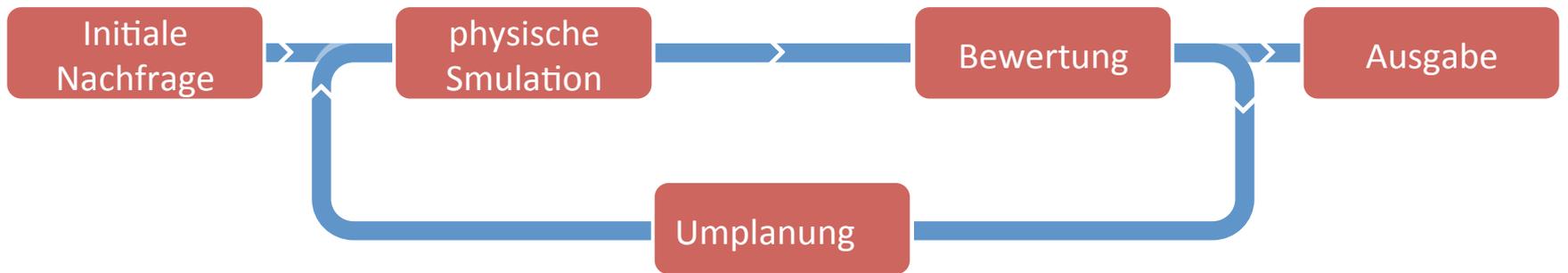
Bewertung



Umplanung



Iteration

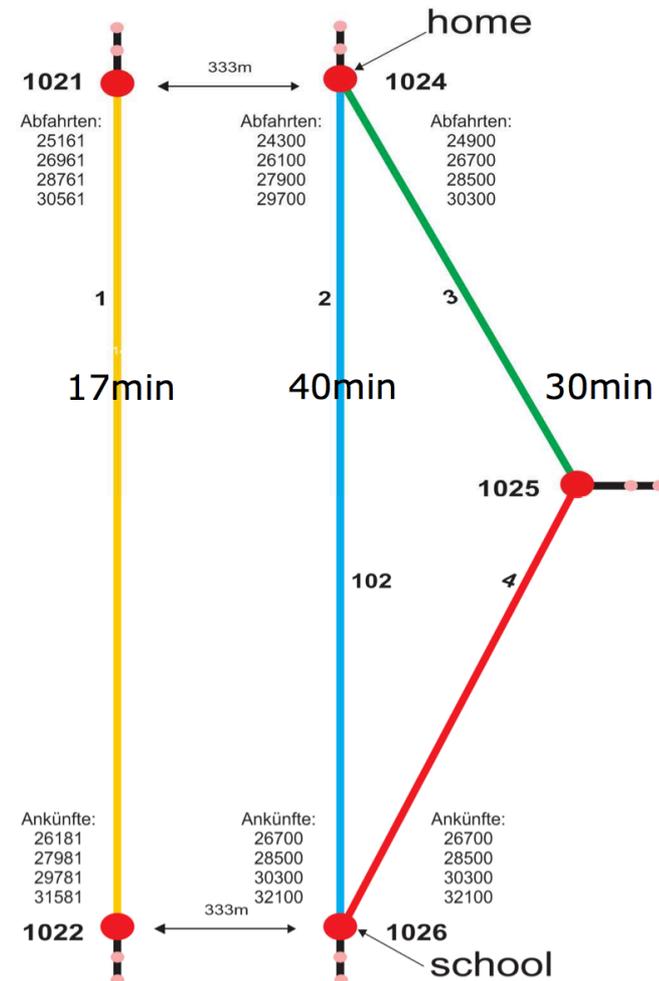


Was passiert?

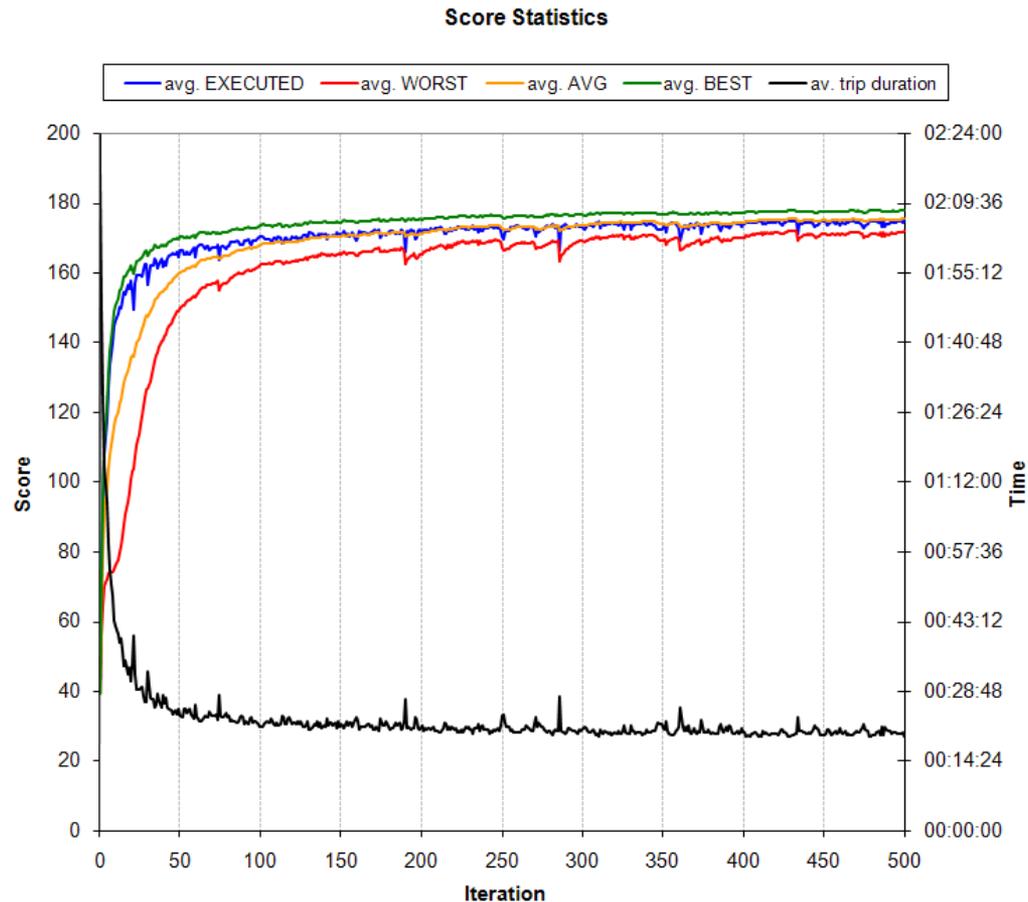
- In der ersten Iteration benutzen alle den schnellsten Weg
- Das gibt Stau und absurde Reisezeiten
- In der nächsten Iteration benutzen einige (10%) stattdessen den schnellsten Weg bezüglich der *eben erfahrenen* Reisezeiten
- Verkehr verteilt sich bis zu einem Gleichgewichtszustand

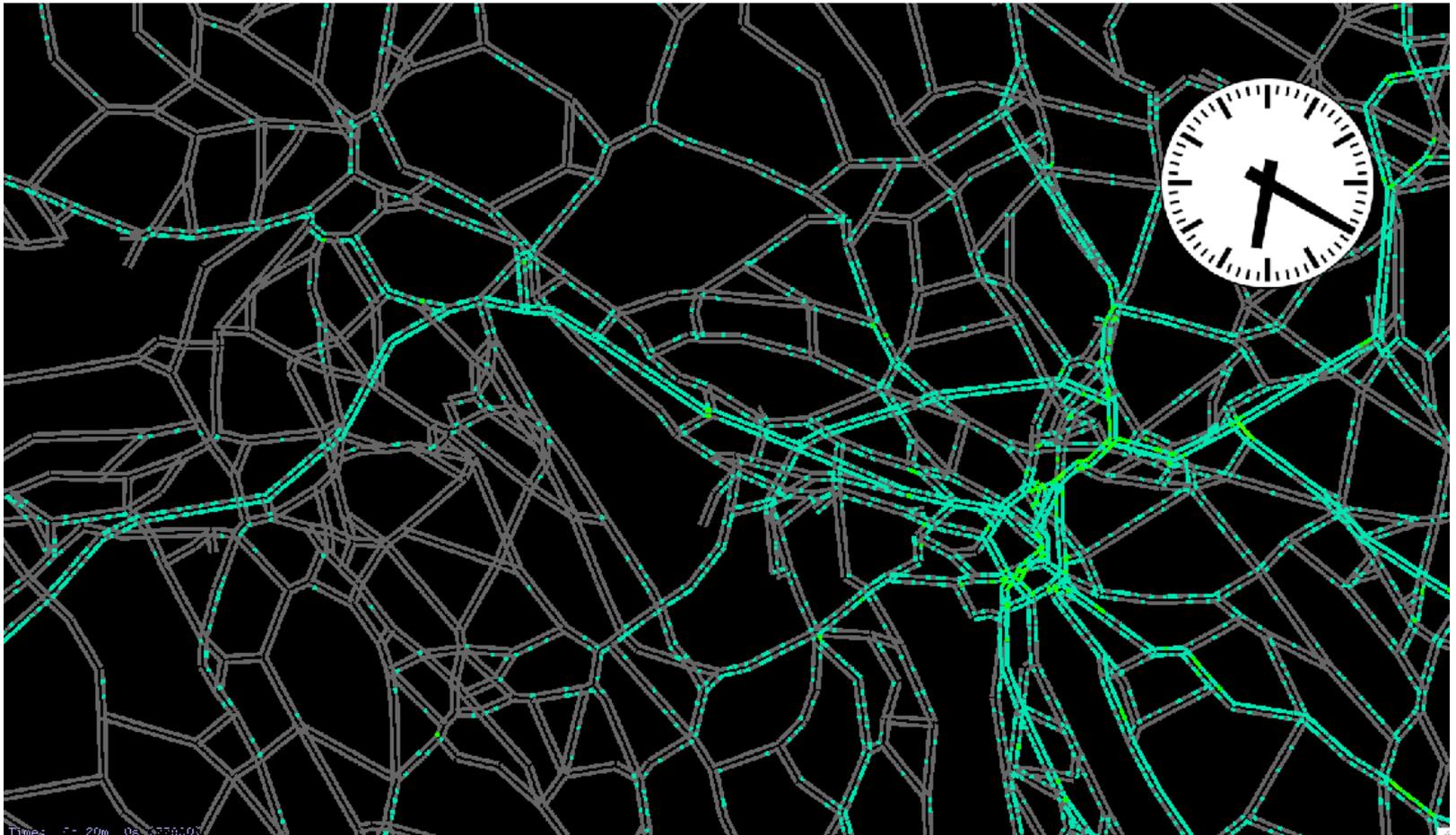
Kapazitätsbeschränkter ÖV

- Zu viele Agenten benutzen dieselbe Buslinie
- Agenten lernen, dass sie nicht in den Bus passen
- Agenten verteilen sich auf Alternativen
- Möglicherweise heterogene Bevölkerung (unterschiedliche Präferenzen bezüglich Gehentfernung, Anzahl Umsteigevorgänge)

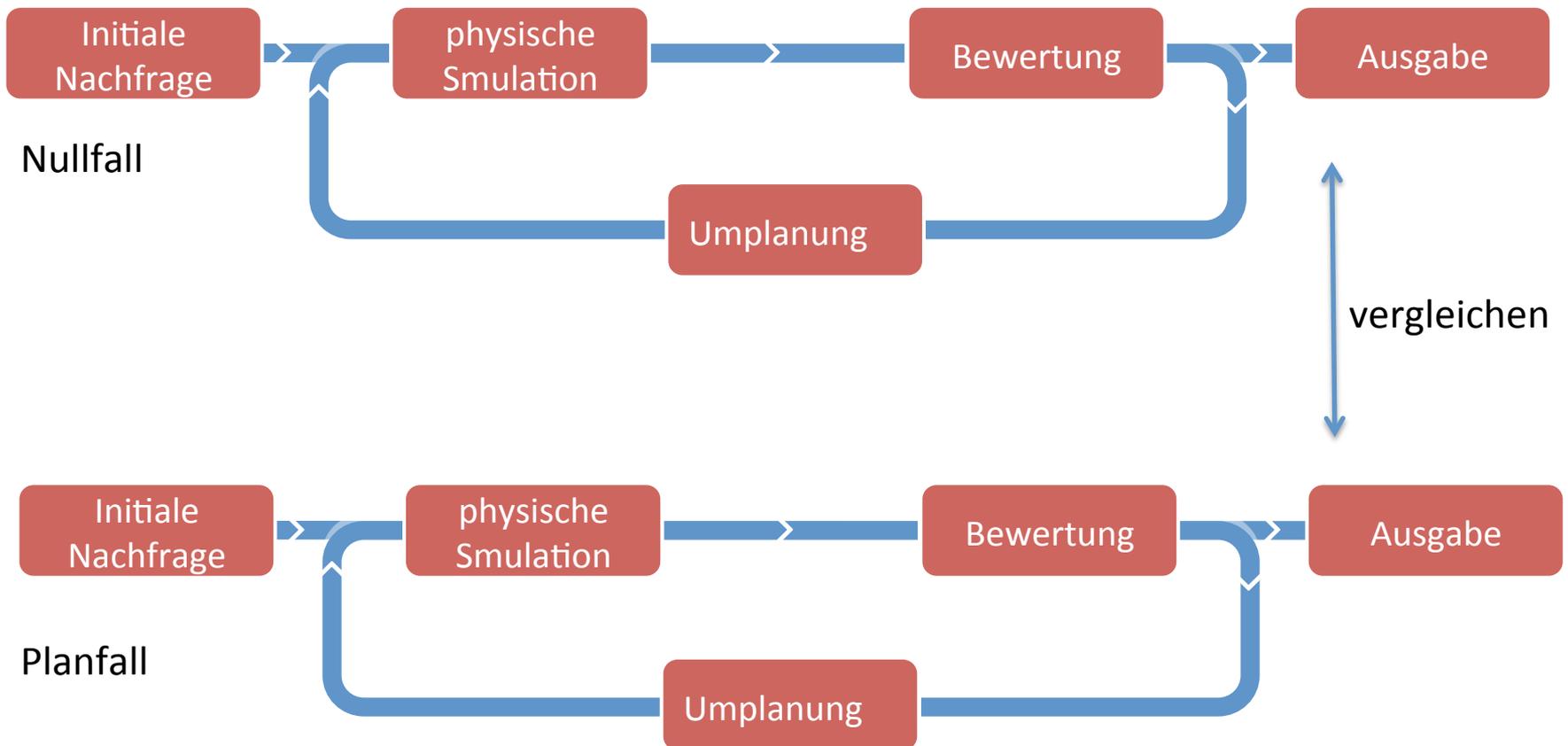


Entwicklung von Nutzen und Reisezeiten über die Iterationen



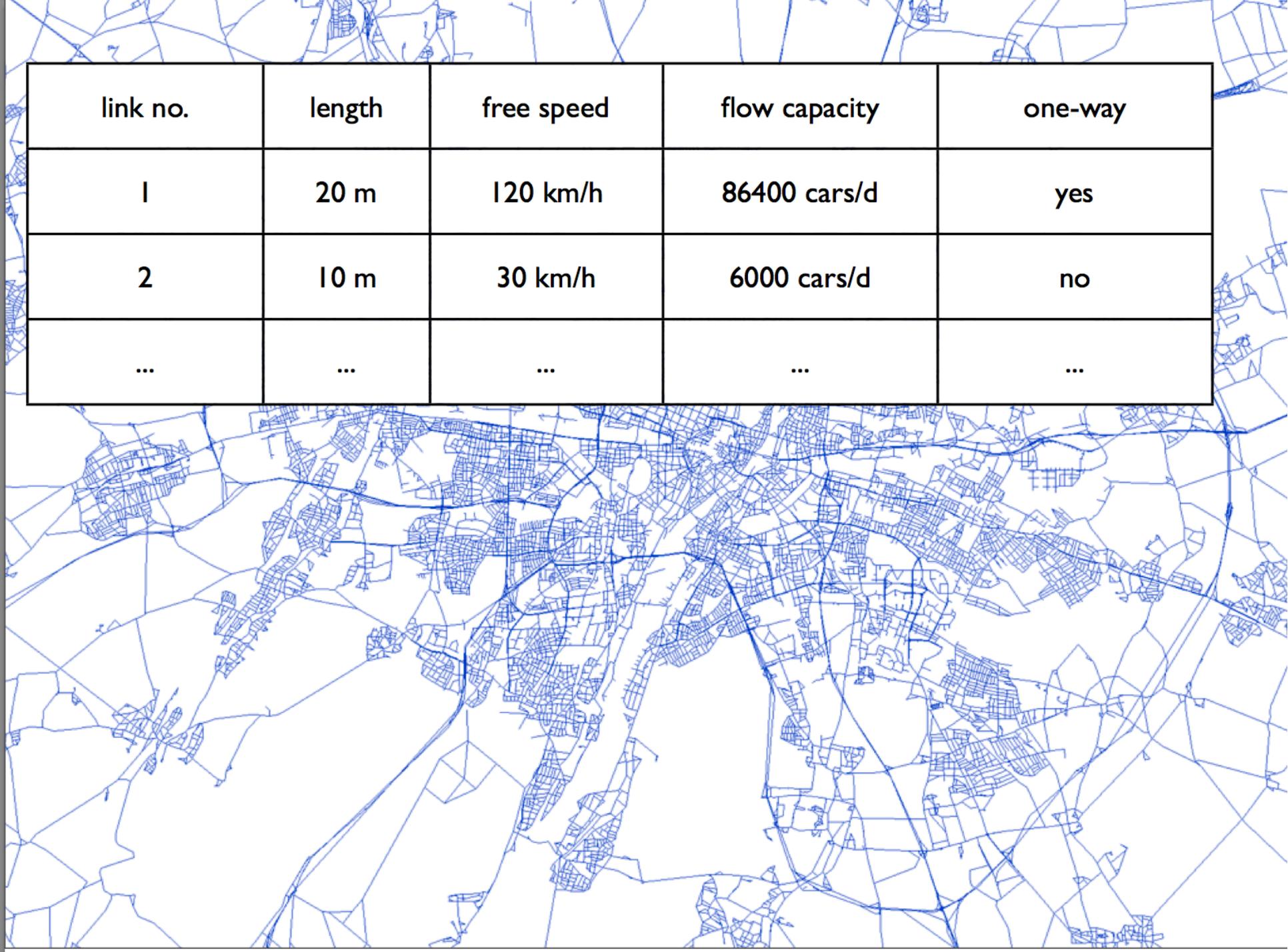


Bewertung einer Massnahme



Angebotsmodell

- Strassennetz, kapazitätsbeschränkt
 - aus OpenStreetMap
- Öffentlicher Verkehr
 - GTFS-Fahrpläne



link no.	length	free speed	flow capacity	one-way
1	20 m	120 km/h	86400 cars/d	yes
2	10 m	30 km/h	6000 cars/d	no
...

Öffentlicher Verkehr

- Zwei deutsche GTFS-Datensätze:
 - Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg (2011)
 - SWU Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm (aktuell)
- Großartig wären: Exakte Busrouten, 1:1 abbildbar auf GTFS-Kurse

Nachfragemodell: Synthetische Bevölkerung

```
<person id="241">  
  <plan>  
    <act type="home" x="123.4" y="445.6"  
      end_time="07:00:00" />  
    <act type="work" x="13.5" y="440.5"  
      end_time="17:00:00" />  
    <act type="home" x="123.4" y="445.6" />  
  </plan>  
</person>
```

- Meistens aus Mobilitätsumfragen: Teuer zu beschaffen
- Suche nach Alternativen

MATSim

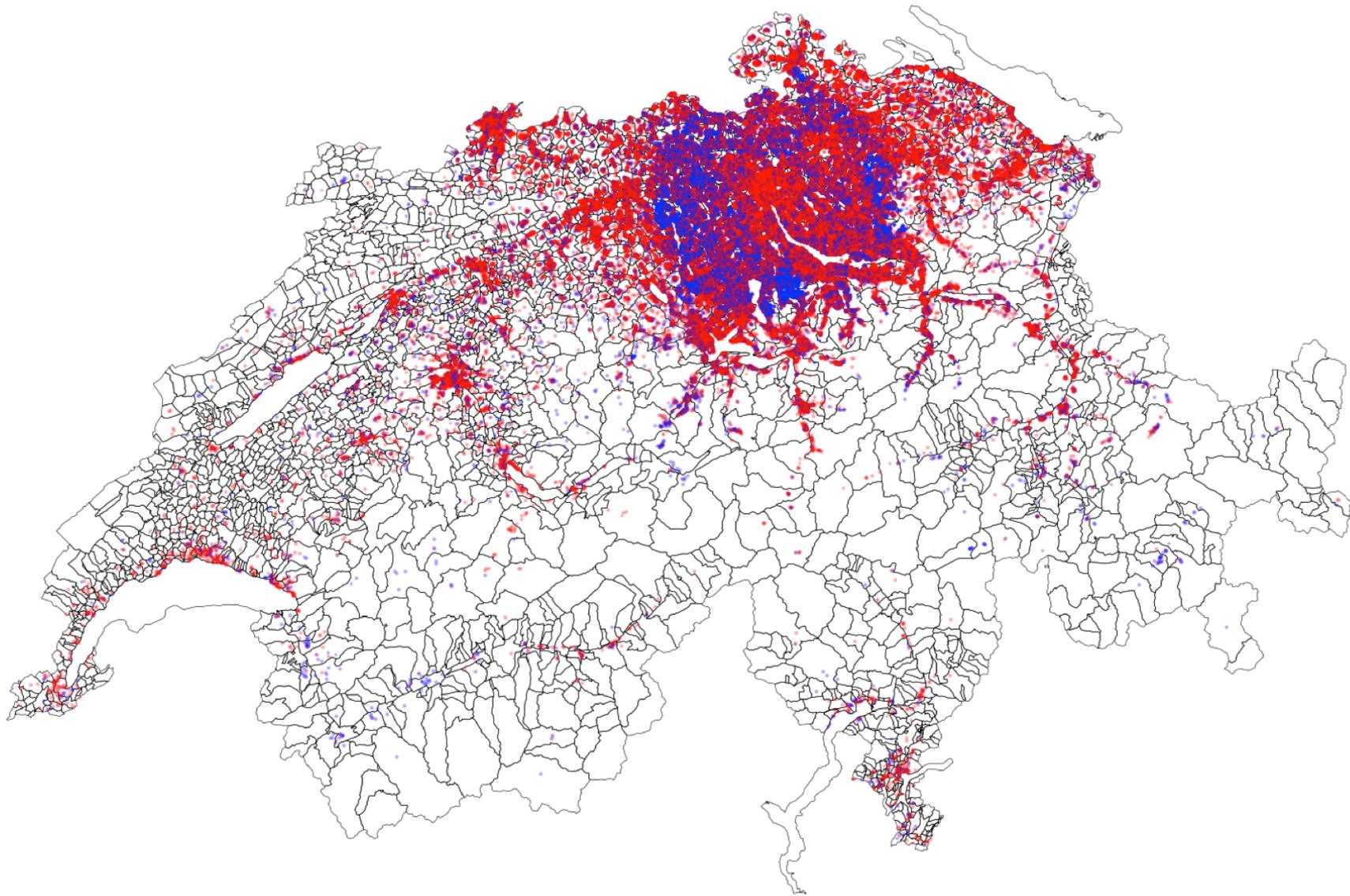
- Agenten- und aktivitätenbasierte Simulation von Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage
- Freie Software (GPL)
- In Java geschrieben
- Projekt von Technischer Universität Berlin, ETH Zürich und Senozon AG (Zürich)
- Kommerzieller Support verfügbar

Modular austauschbar

- Erzeugung der Nachfrage
- Physische Simulation
- Umplanungsstrategien
- Bewertungsfunktion
- Analysen

Innovative Verkehrssysteme

- Zur physischen Simulation prinzipiell leicht hinzuzufügen (durch Java-Programmierung): z.B. Carsharing (stationsgebunden oder nicht)
- Man muss eine Kostenfunktion angeben. Im Beispiel Carsharing aber plausibel: Fussweg zum Auto + Autofahrtzeit + Leihkosten
- Simulationsergebnis: Wer (mit Wohn- und Arbeitsort) würde für welche Wege auf dieses Angebot wechseln?





Technische Universität Berlin
Institut für Land- und Seeverkehr
Fachgebiet Verkehrssystemplanung und Verkehrstelematik



Multi-Agent Transport Simulation Toolkit

<http://www.matsim.org>

Code-Teile evtl. von allgemeinem Interesse

- Router (Strasse und ÖV)
 - Wir können ganz gut ÖV-routen (in Ulm ca. 2000 Routen/s auf diesem Laptop)