

# MATSim: Open-Source Verkehrssimulation

Vortrag: Michael Zilske

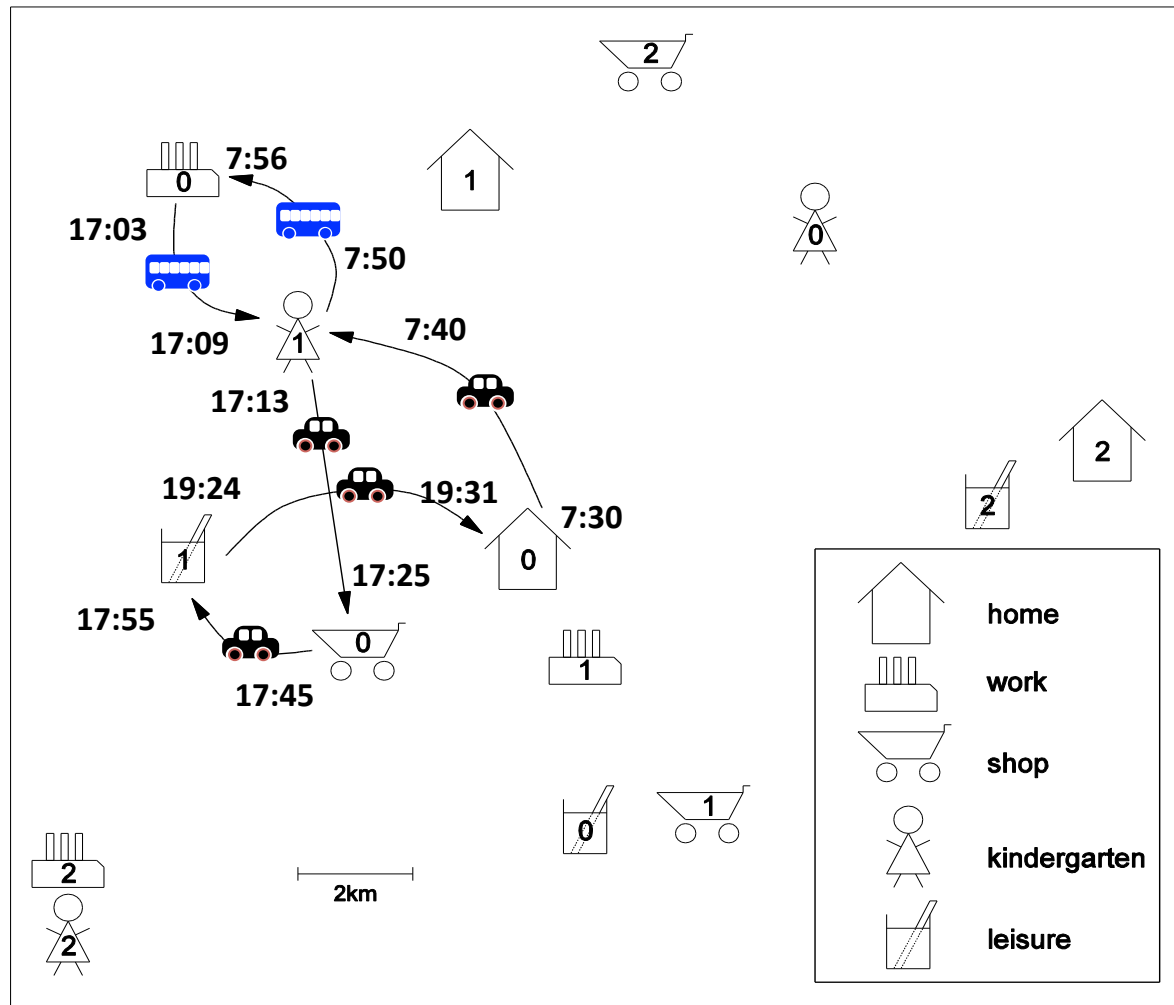
# Verkehrssimulation

- 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

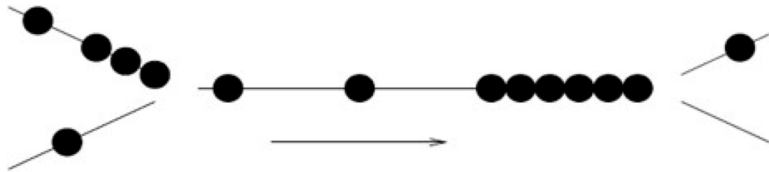
# Aktivitätenbasiertes Verkehrsnachfragemodell



# 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



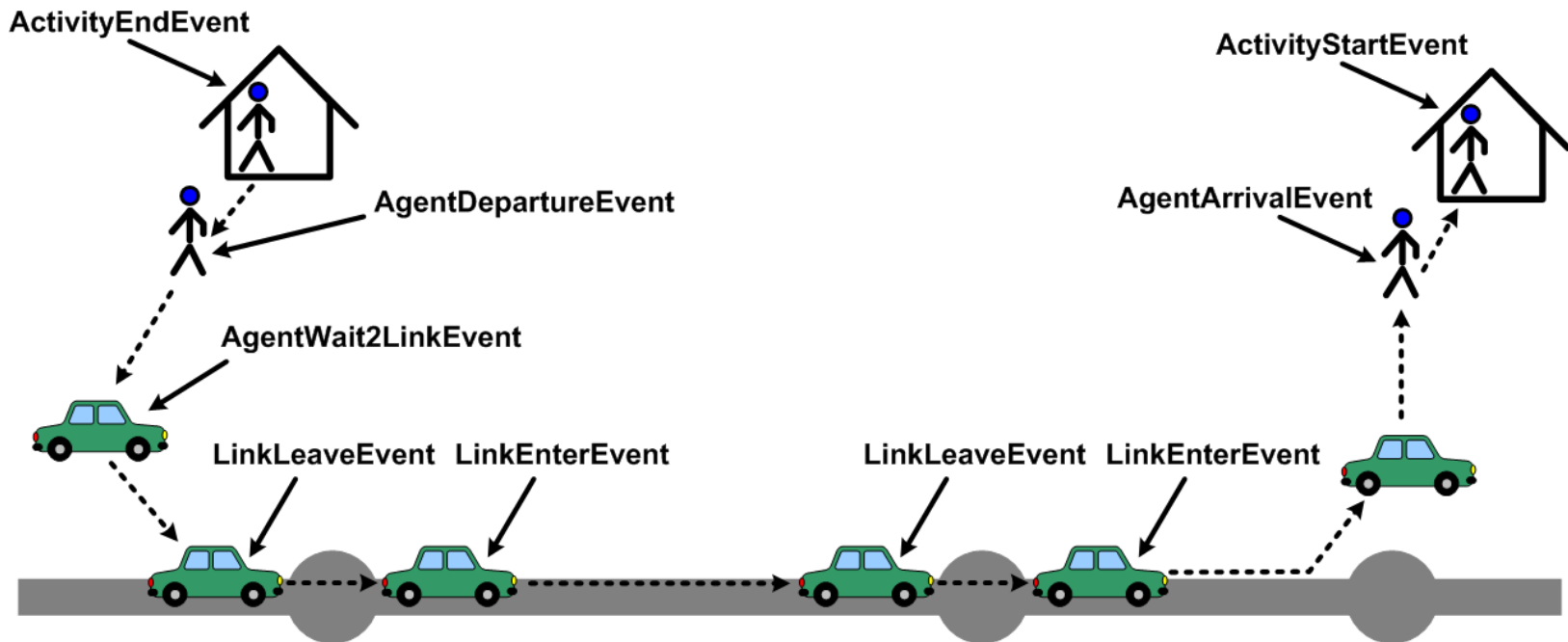
$$q = Q(\text{Länge, Kapazität, Freigeschwindigkeit})$$

- 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

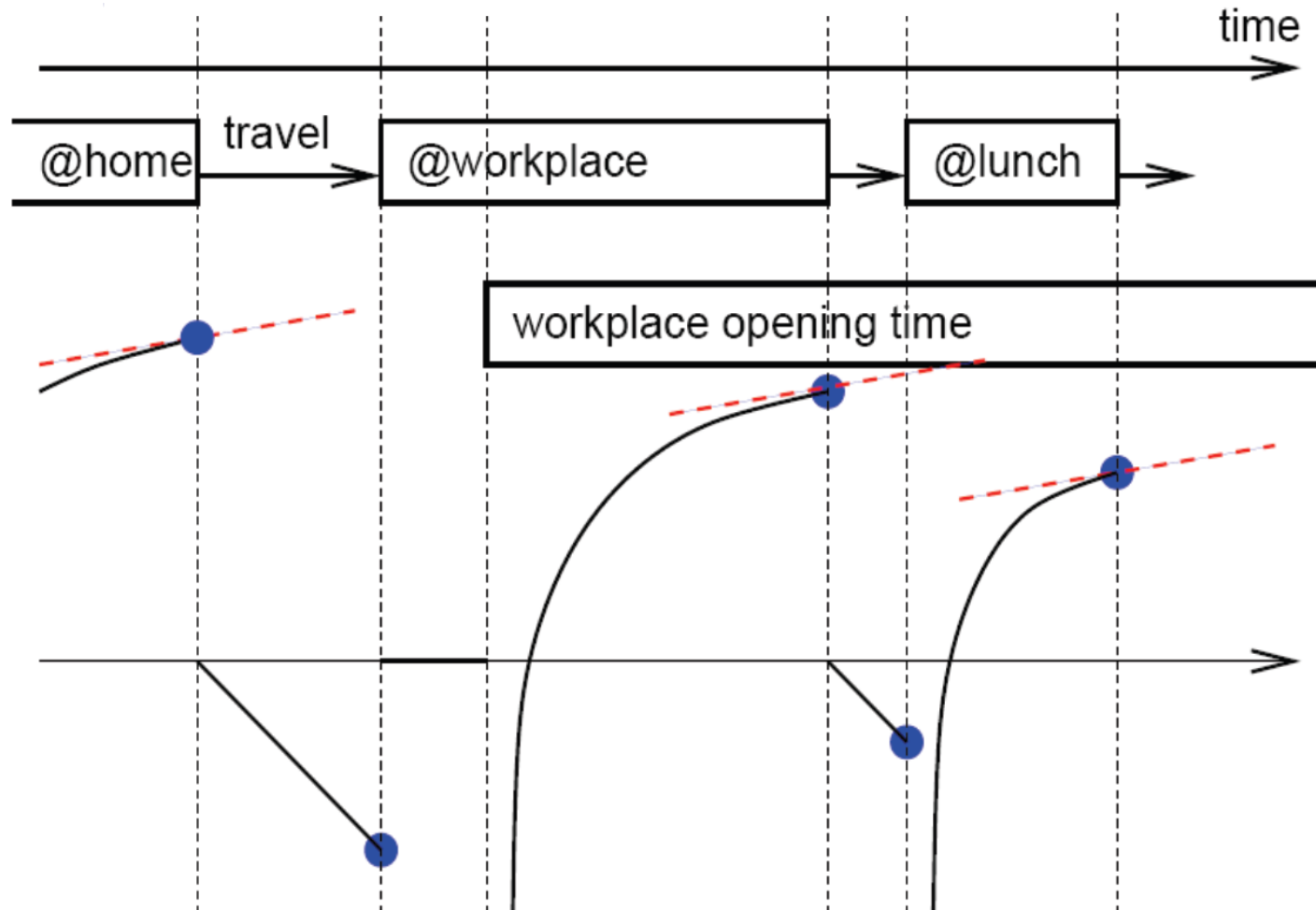
- Fährt nach Fahrplan
- Fahrzeuge teilen sich Fahrbahn mit Autos, können also mit diesen im Stau stehen
- Fahrgäste können Bus verpassen
- Ein- und Aussteigende Fahrgäste verursachen Verzögerung

# Events

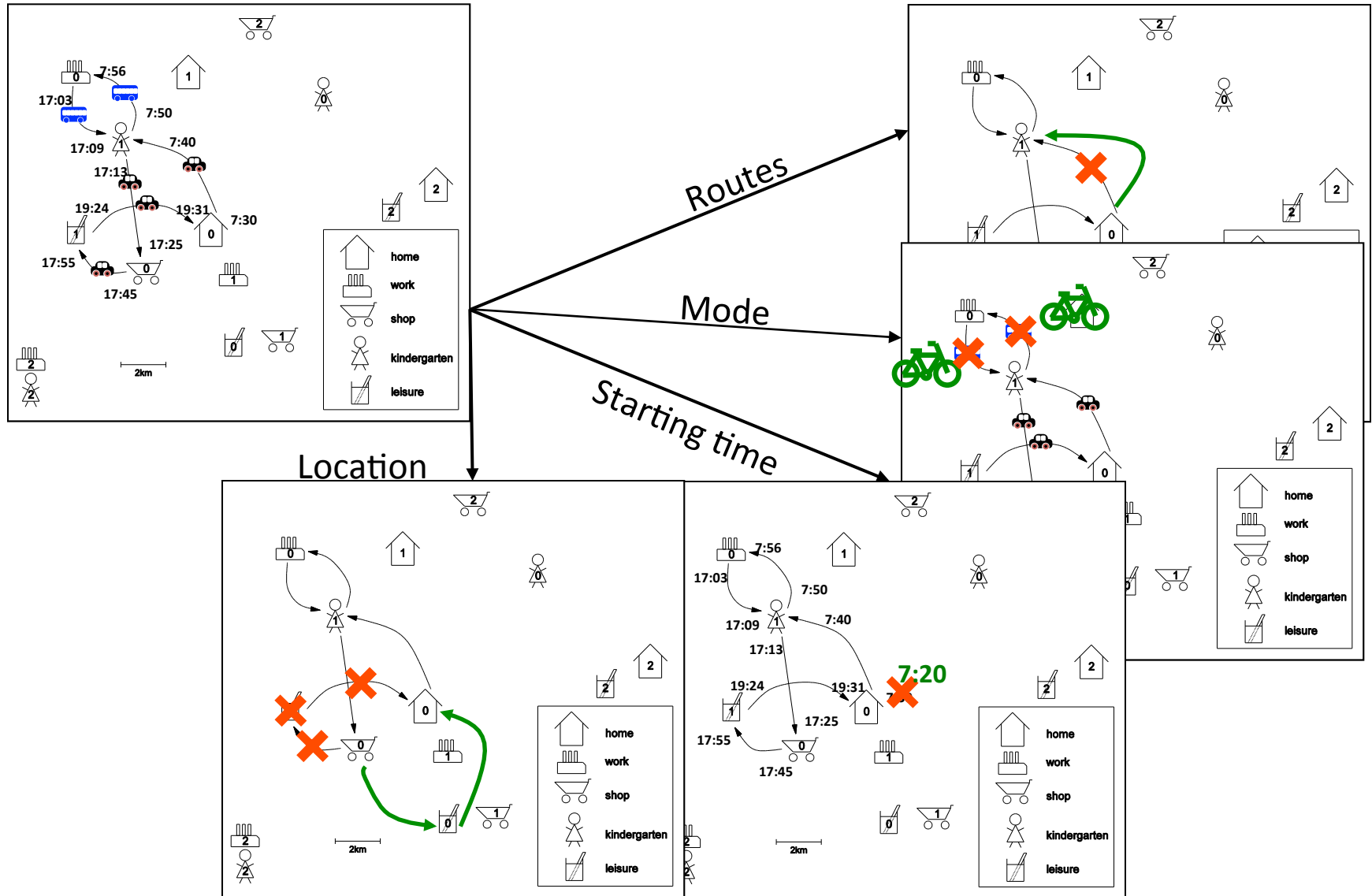


Physische Simulation produziert einen Strom aus Events, der den Ablauf des Tages komplett beschreibt (Abfahrts- und Ankunftszeiten, Durchfahrt von Strassensegmenten, verpasste Busse, bezahlte Maut, usw.)

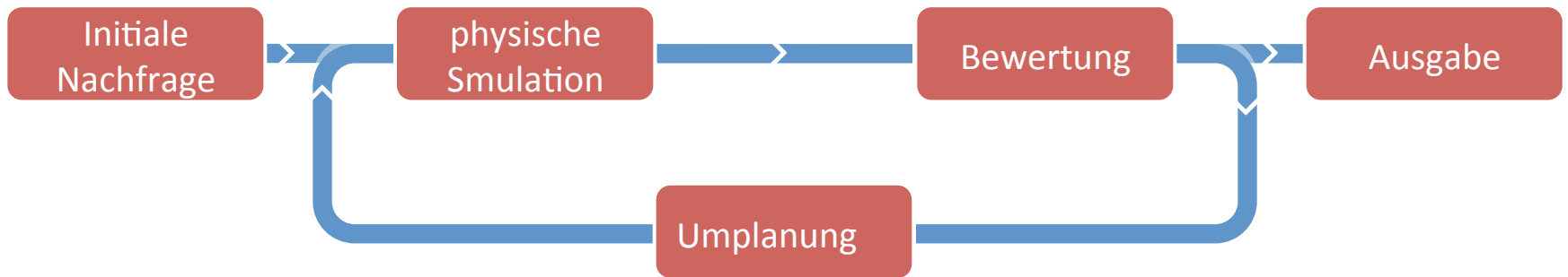
# Bewertung



# Umplanung



# Iteration

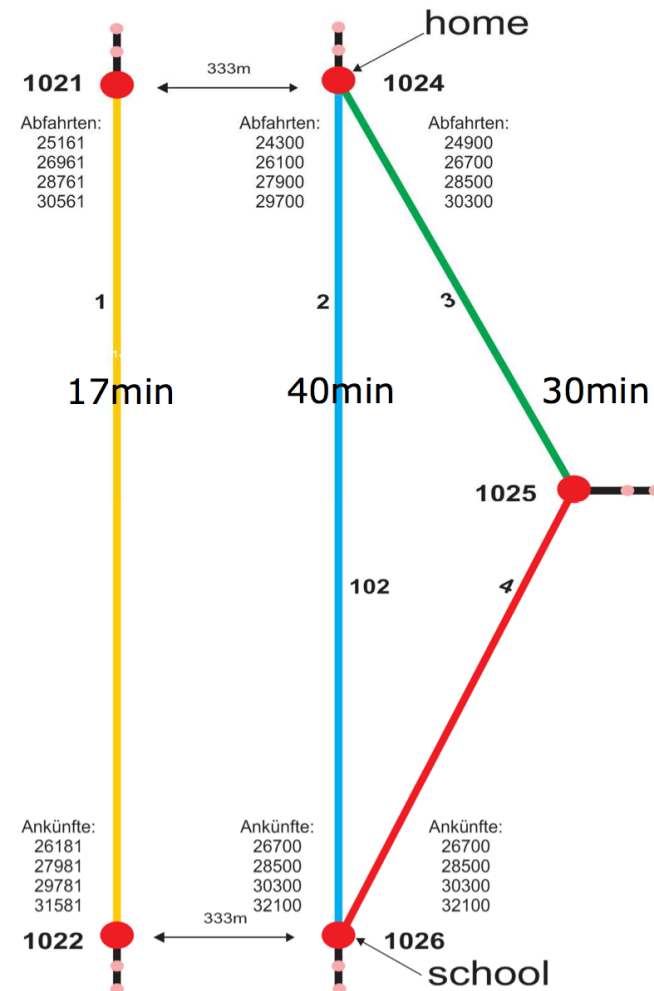


# Was passiert?

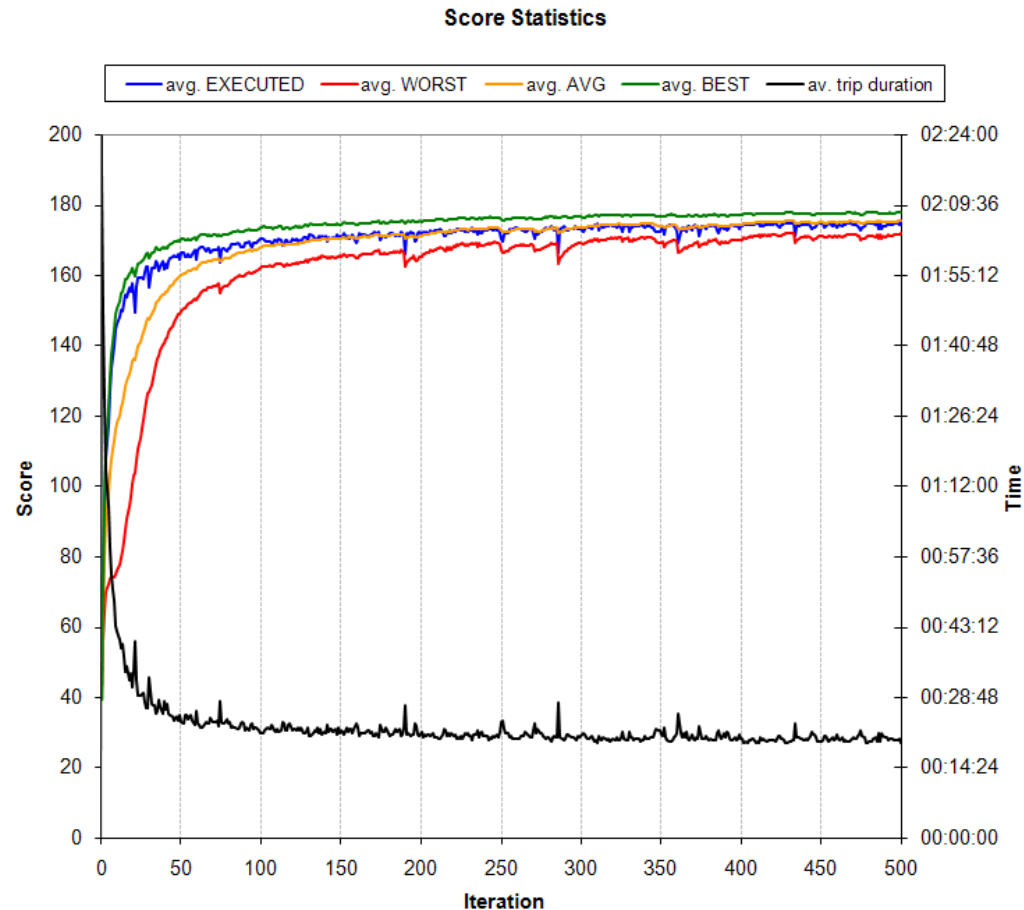
- In der ersten Iteration benutzen alle den schnellsten Weg
- Das gibt Stau und absurde Reisezeiten
- In der nächsten Iteration benutzen einige (10%) stattdessen den schnellsten Weg bezüglich der *eben erfahrenen* Reisezeiten
- Verkehr verteilt sich bis zu einem Gleichgewichtszustand

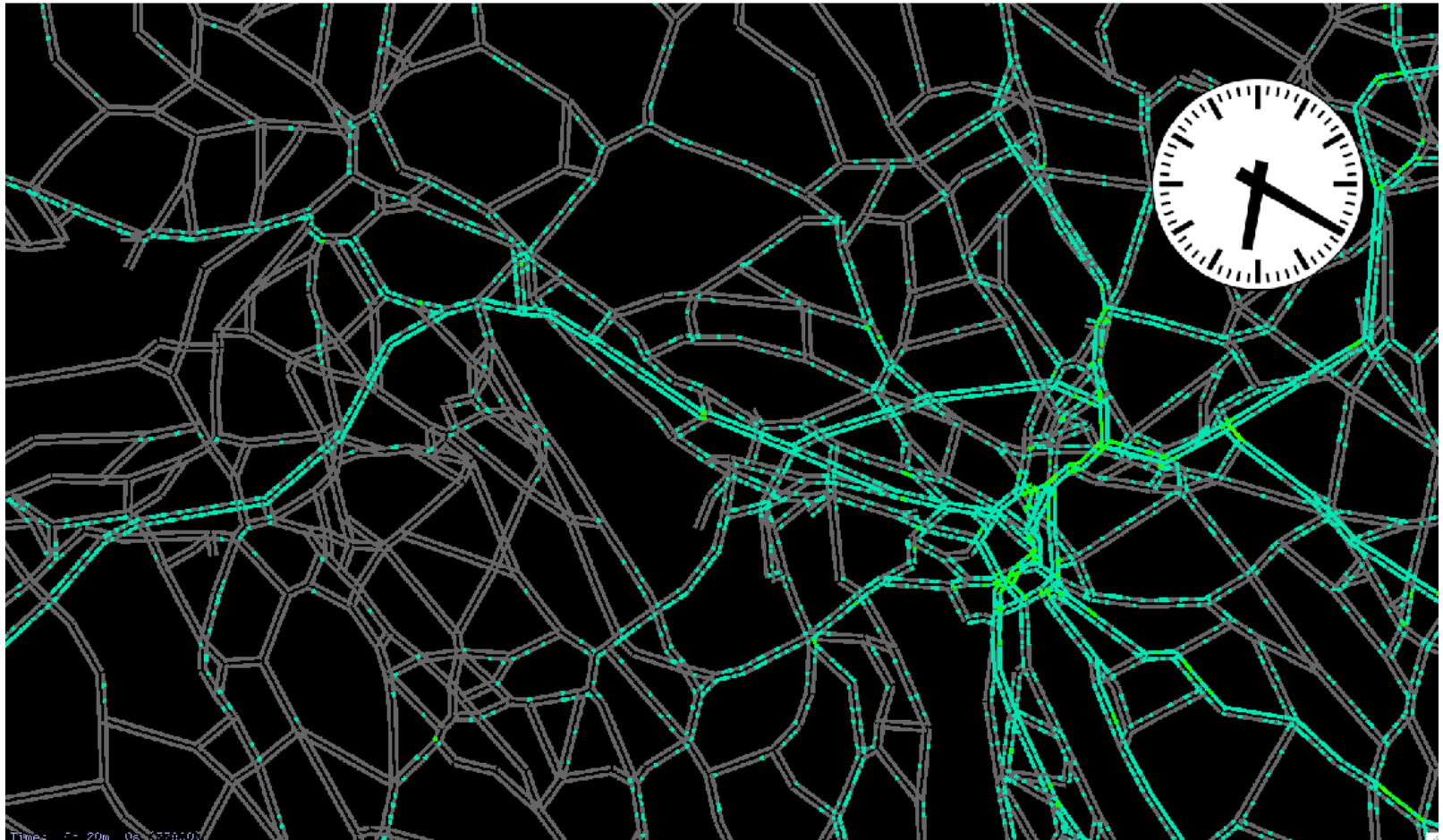
# Kapazitätsbeschränkter ÖV

- 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)

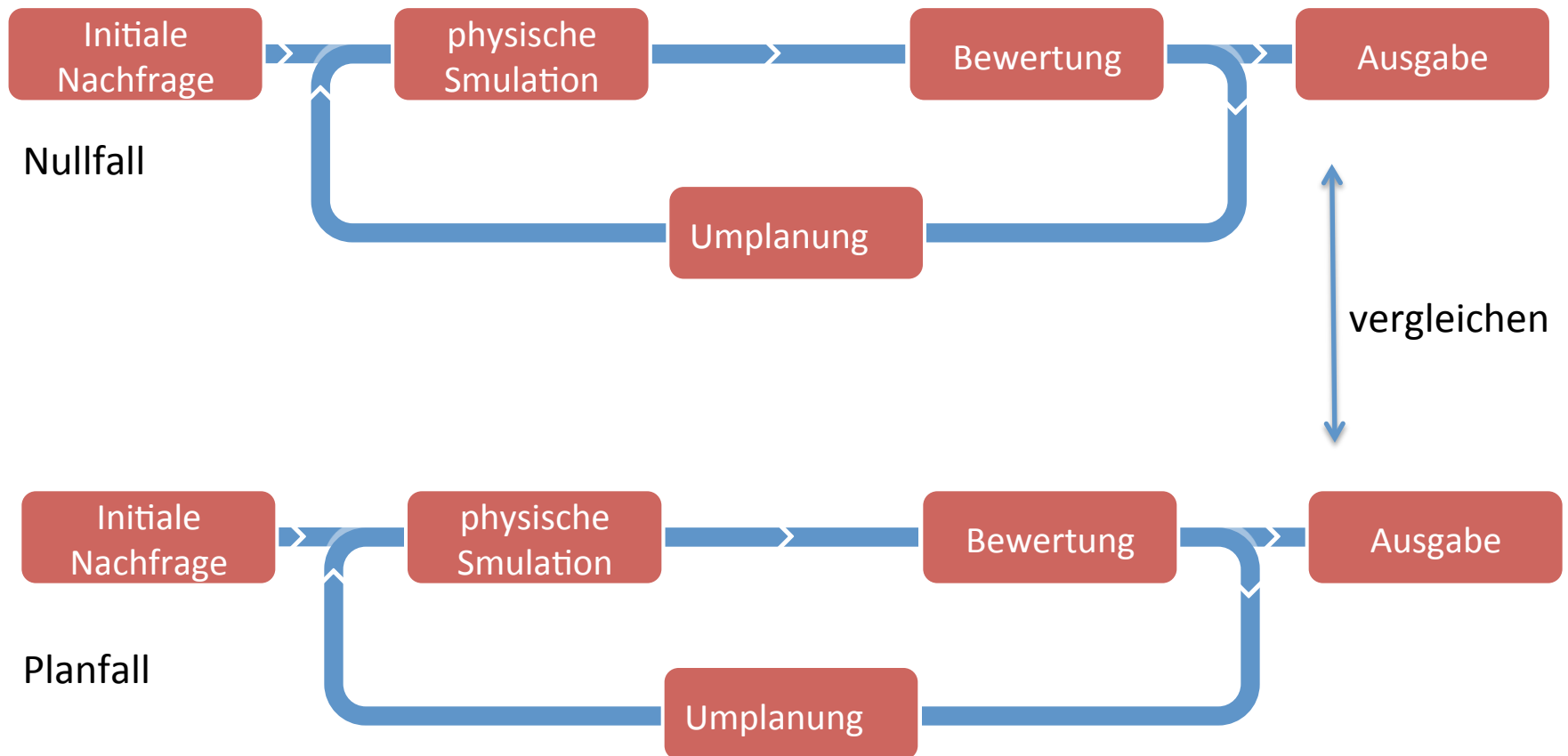


# Entwicklung von Nutzen und Reisezeiten über die Iterationen



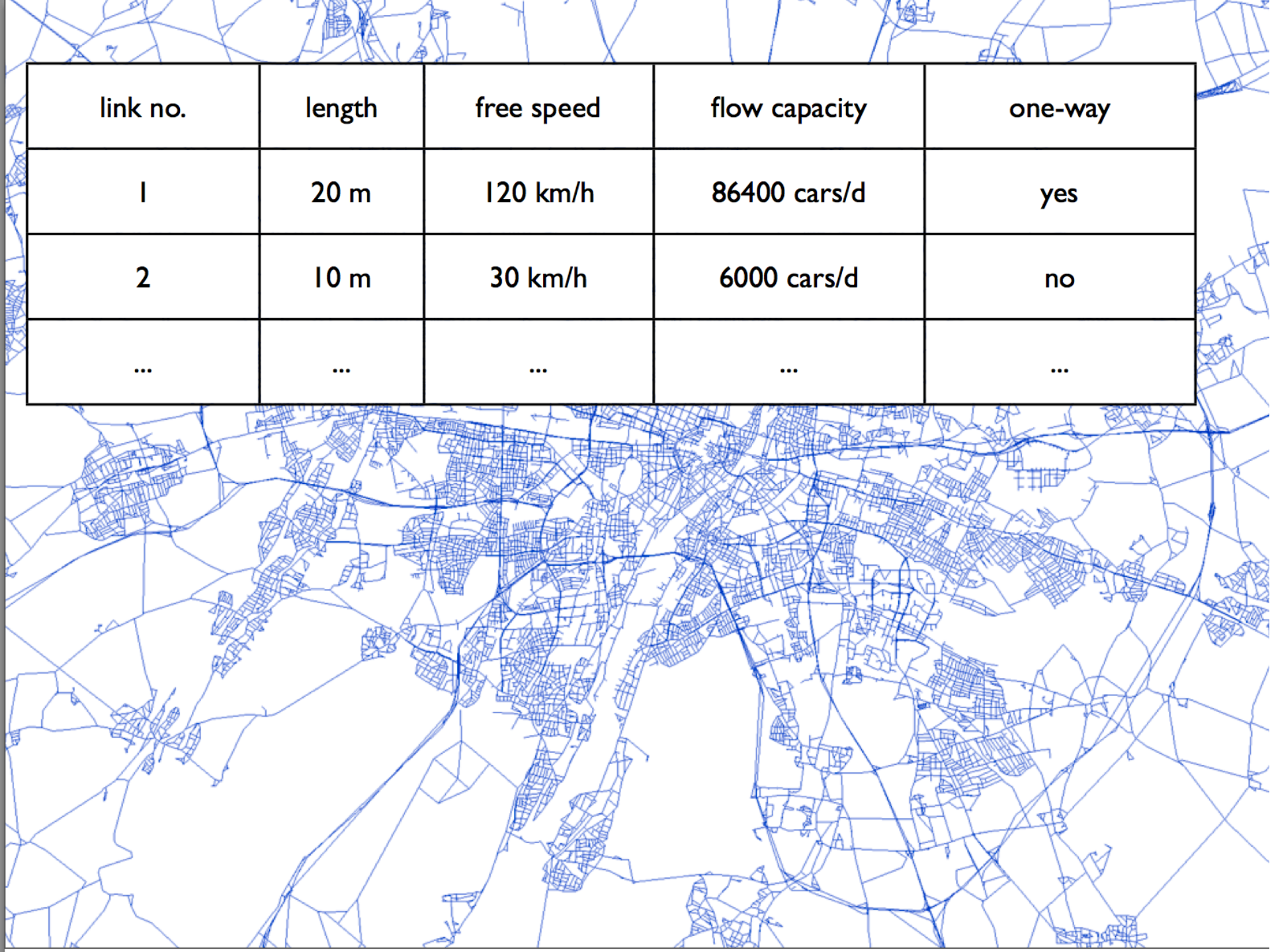


# Bewertung einer Massnahme



# Angebotsmodell

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

A detailed blue line map of a city street network, showing a dense grid of roads and some larger thoroughfares. The map is visible in the background of the table.

| 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

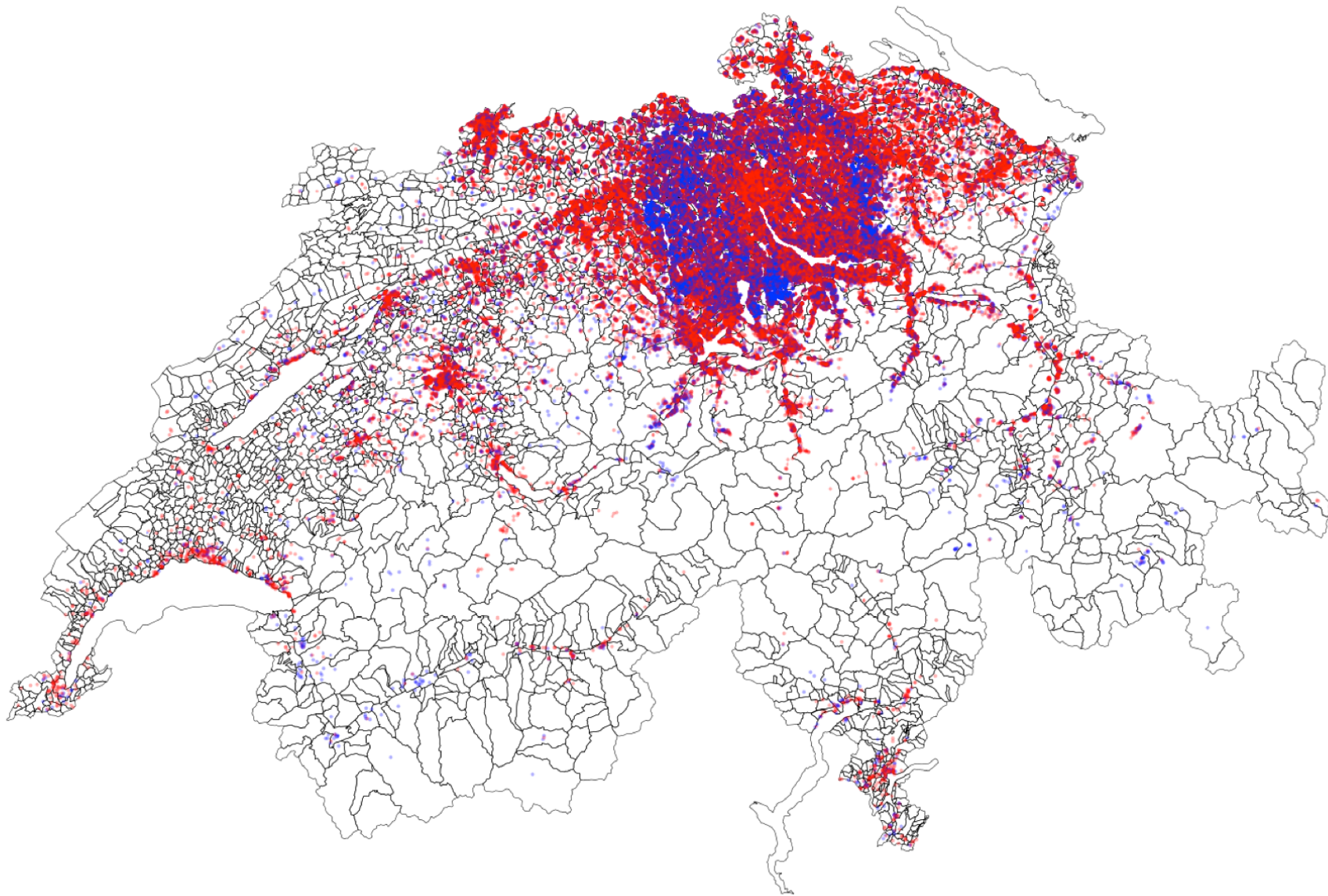
- Agenten- und aktivitätenbasierte Simulation von Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage
- Freie Software (GPL)
- In Java geschrieben
- Projekt von Technischer Universität Berlin, ETH Zürich und Senozon AG (Zürich)
- Kommerzieller Support verfügbar

# 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)