

The Art and Science of Transportation Research in the AI Era

Transport modelling

Dr.-Ing. Wei Jiang



Dr.-Ing. Wei Jiang

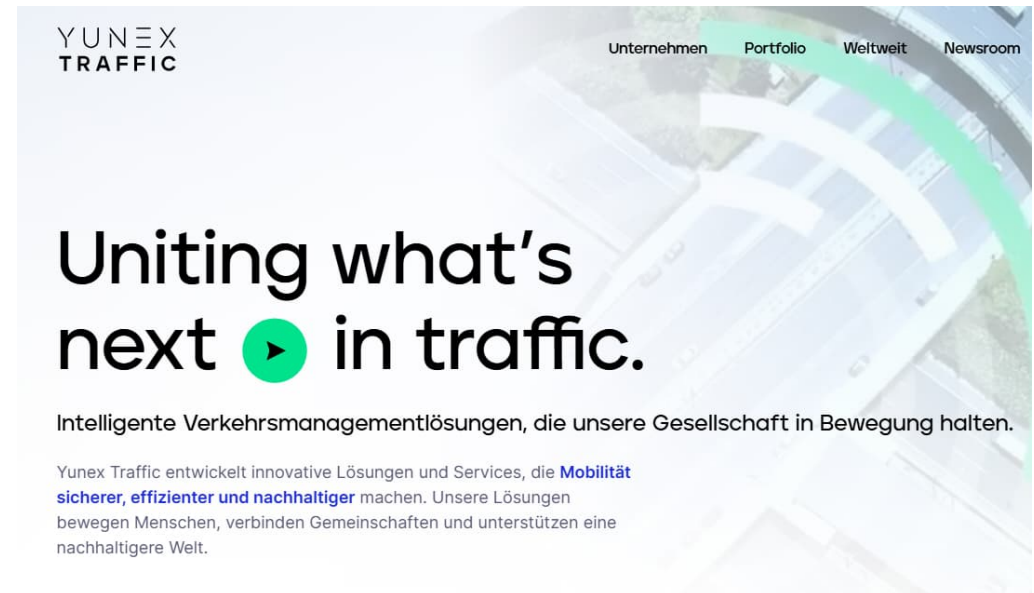


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- Current position: traffic engineer
- Company: Yunex Traffic GmbH
- Education:
 - M.Sc in the field of Infrastructure Planning
 - Doctoral study at the institute under the supervision of Prof. Boltze
- Focus:
 - Traffic signal systems
 - Traffic simulation
 - Transport-related environmental impacts
- E-Mail: wj.jiang@yunextraffic.com



Learning goals



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- #1** Understand the structure and components of macroscopic transport model
- #2** Understand the structure and components of microscopic traffic flow simulation
- #3** Understand the differences between them
- #4** Be able to create a small network using microscopic traffic flow simulation

Agenda



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

#1

Macroscopic transport model

#2

Microscopic traffic flow simulation

Agenda



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

#1

Macroscopic transport model

#2

Microscopic traffic flow simulation

#1.1 Features



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- Analytical model
- Model current traffic volumes
- Forecast traffic volumes
- Used for private or freight transport

#1.2 Causes of transport (1)

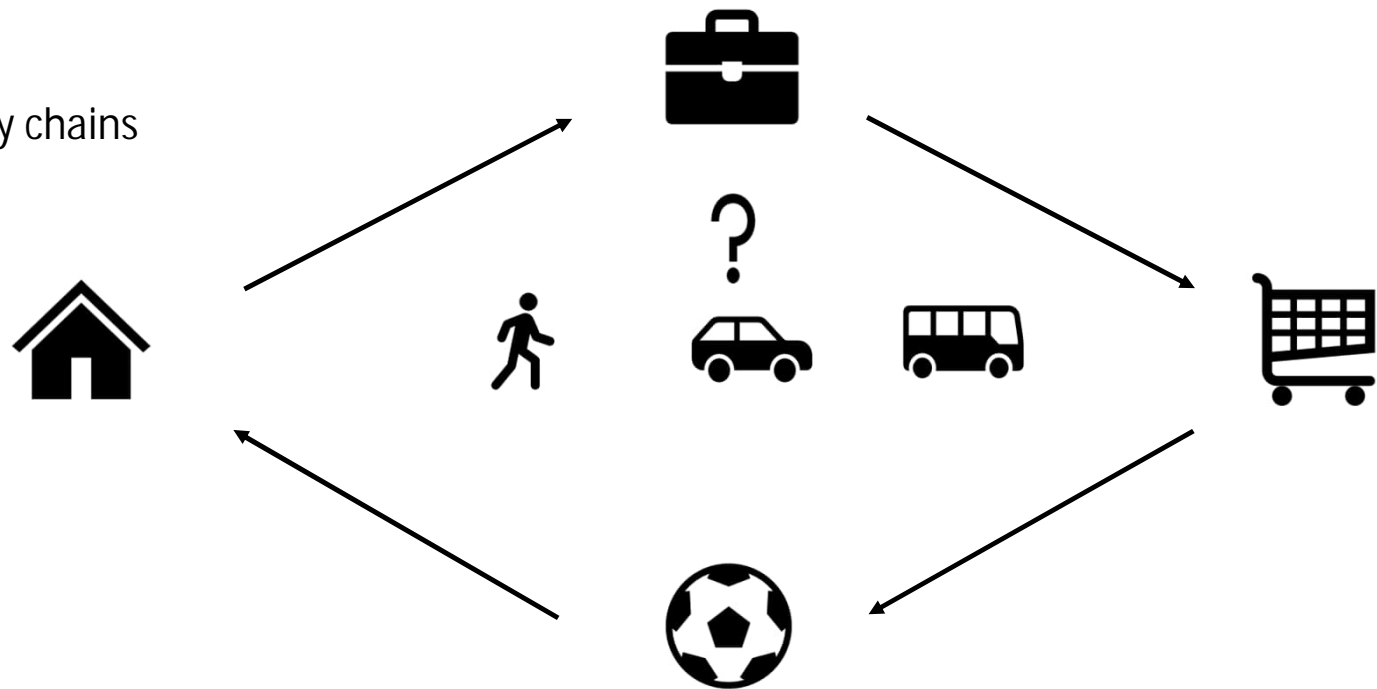


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- Human needs
- Activities and activity chains



#1.2 Causes of transport (2)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

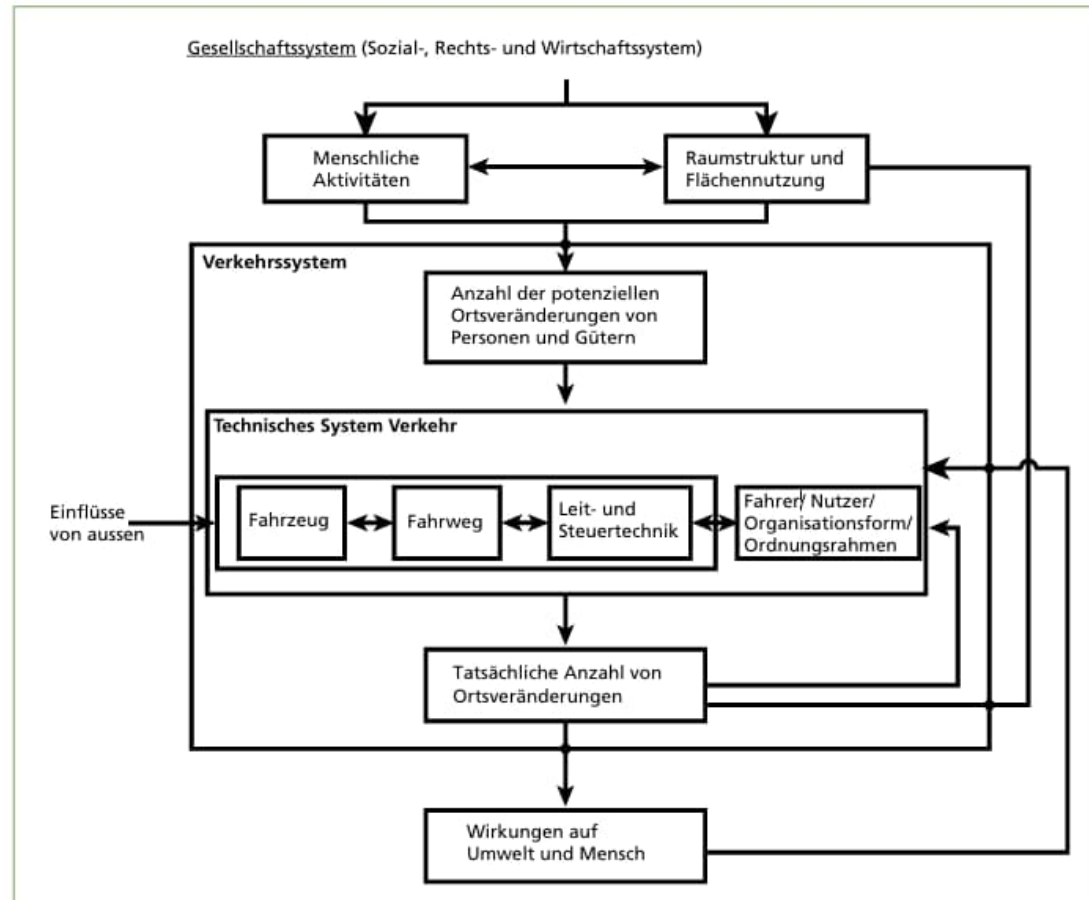


Image source:
Köhler, 2014

#1.3 Transport-related decisions



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- Where is the destination?
- Which travel mode is chosen?
- Which route to take?
- When does the trip start?
- How long does the trip take?

#1.4 Activity: inputs and results



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

Brainstorming



#1.5 Structure of the transport model



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

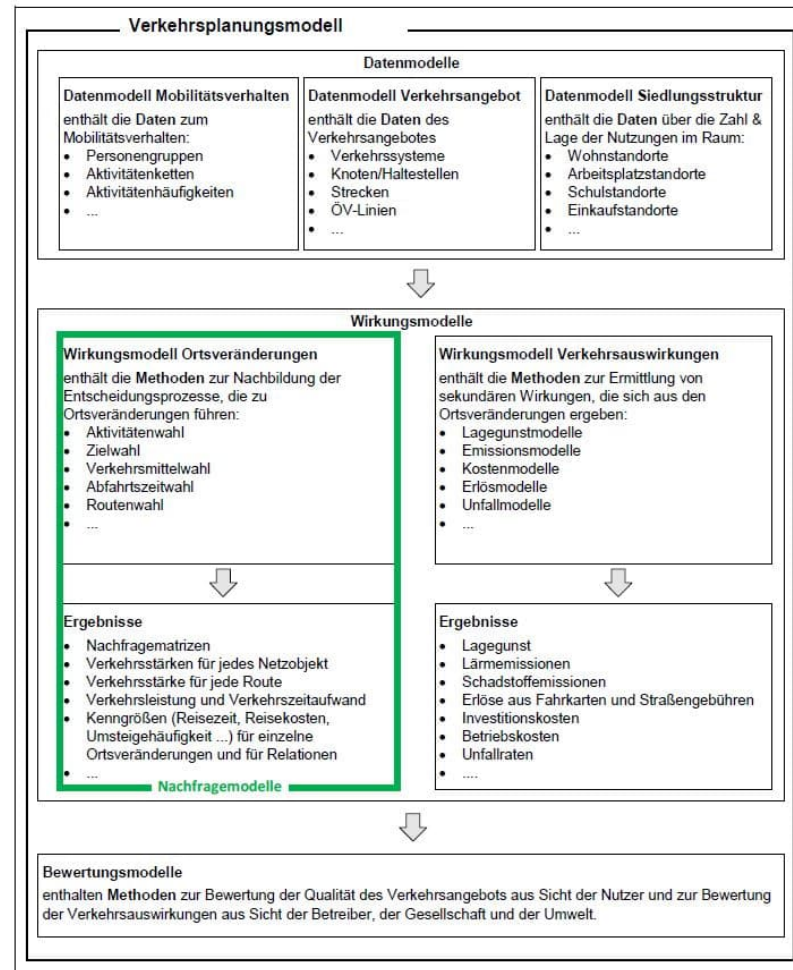


Image source:
Friedrich, 2011

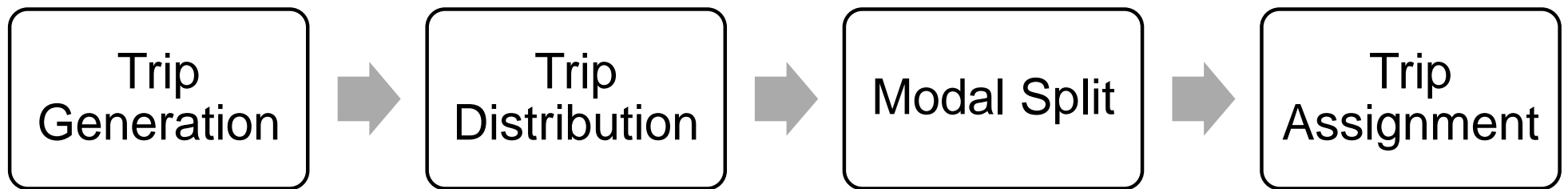
#1.6 Four steps model



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt



#1.7 Simulation steps of the transport model



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

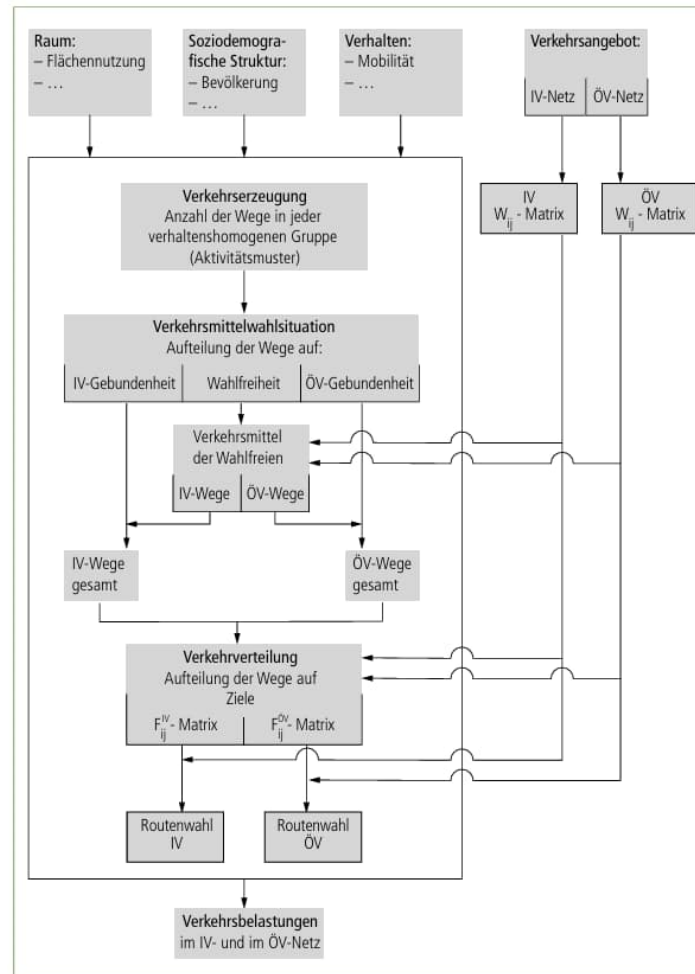


Image source:
Köhler, 2014

#1.8 Example PTV VISUM (1)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

Transport demand model – travel behavior

- Total population size
- Categorised in 20 homogeneous groups
- 17 activity types
- Activity chains, eg. home – work – home, home – education – home, home – work – leisure - home

#1.8 Example PTV VISUM (2)

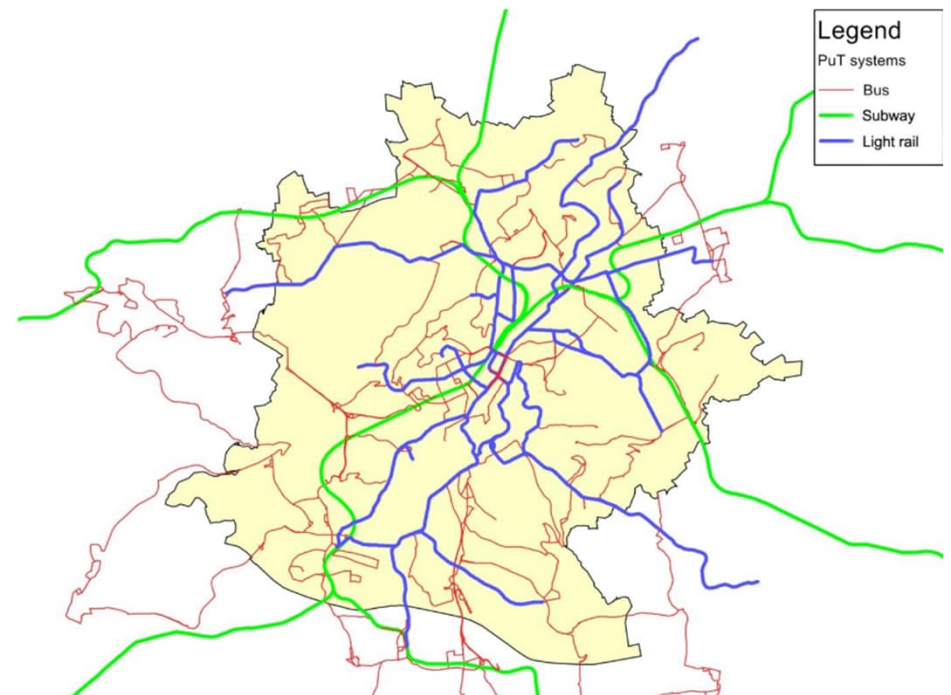
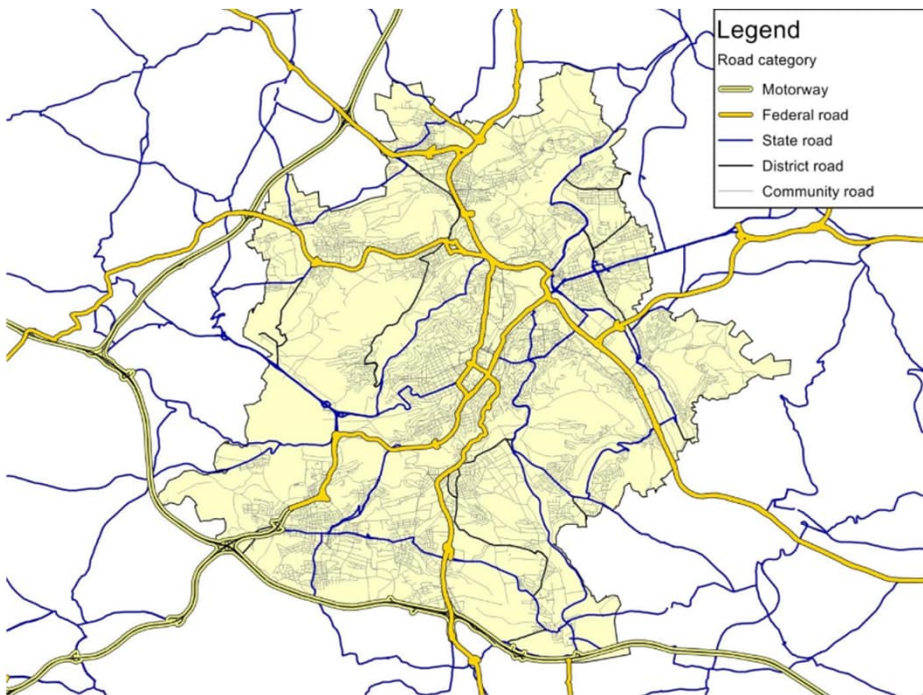


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

Transport demand model – transport supply



#1.8 Example PTV VISUM (2)

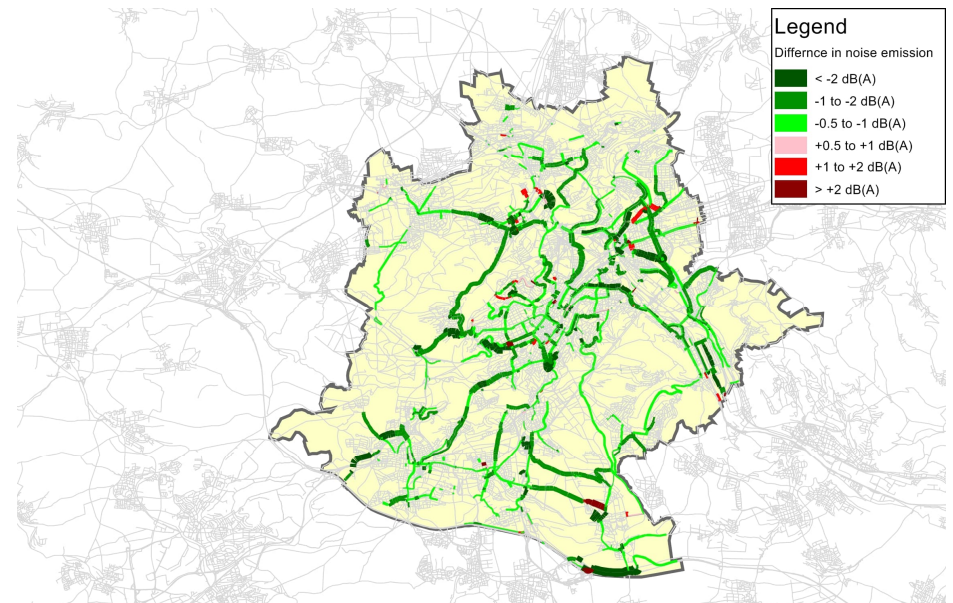
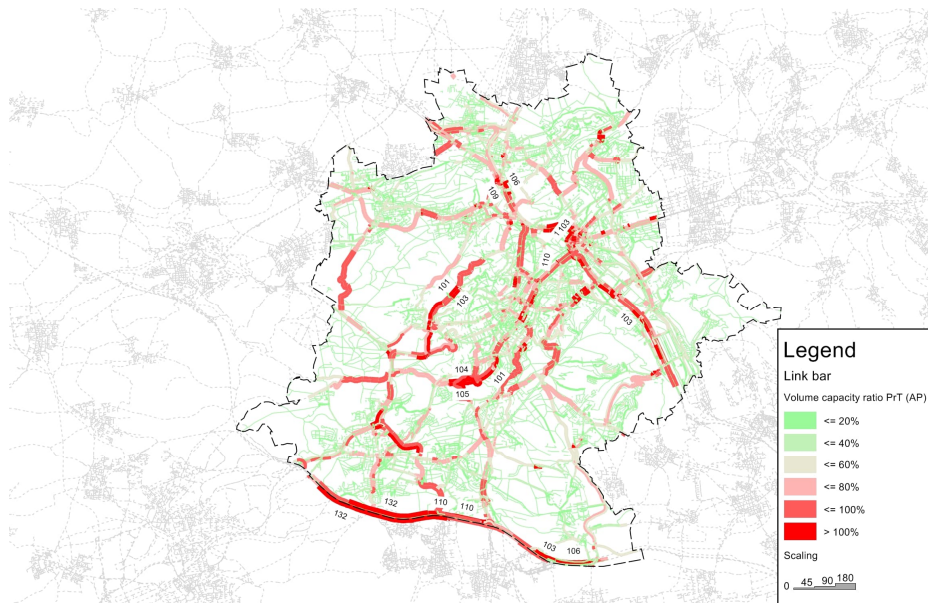


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

Evaluation model – transport and emissions



#1.9 Agent-based demand model

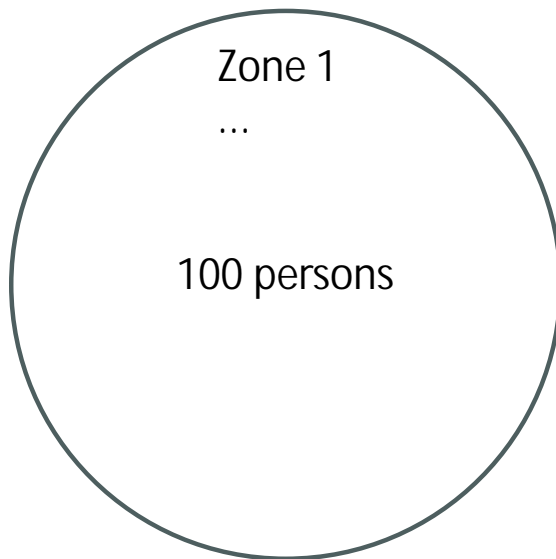


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

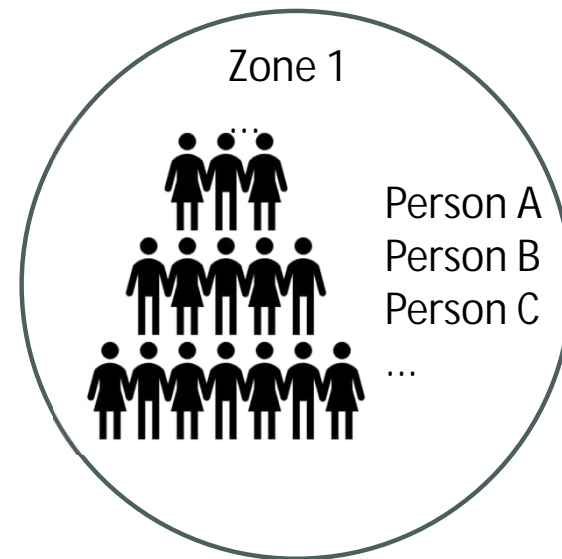


Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

Macroscopic transport model



Agent-based demand model



#1.10 Summary of the macroscopic transport model



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- Transport arises from human needs.
- Four step model to model transport demands.
- Input data are travel demands, transport supply and land use data.
- Results include traffic volumes in the transport network, transport-related emissions etc..
- Agent-based demand model can simulate each individual.

Agenda



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

#1

Macroscopic transport model

#2

Microscopic traffic flow simulation

#2.1 Features



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- Simulate traffic flow
- Simulate the movements of each road user
- Possible to simulate multiple traffic modes, eg. walking, cycling, motorised private transport, public transport and heavy transport
- Simulate complex interactions between different road users
- Use mathematical models
- With the help of GIS (geoinformation system)

#2.2 Use cases



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

Traffic flow simulation is particularly useful for modelling urban traffic. Here are some examples in practice:

- Test and plan traffic signal control
- Evaluate and optimise the traffic flow quality in the current or planned scenarios
- Evaluate and optimise the pedestrian facility
- Use as the basis for further emission modelling

#2.3 Structure



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

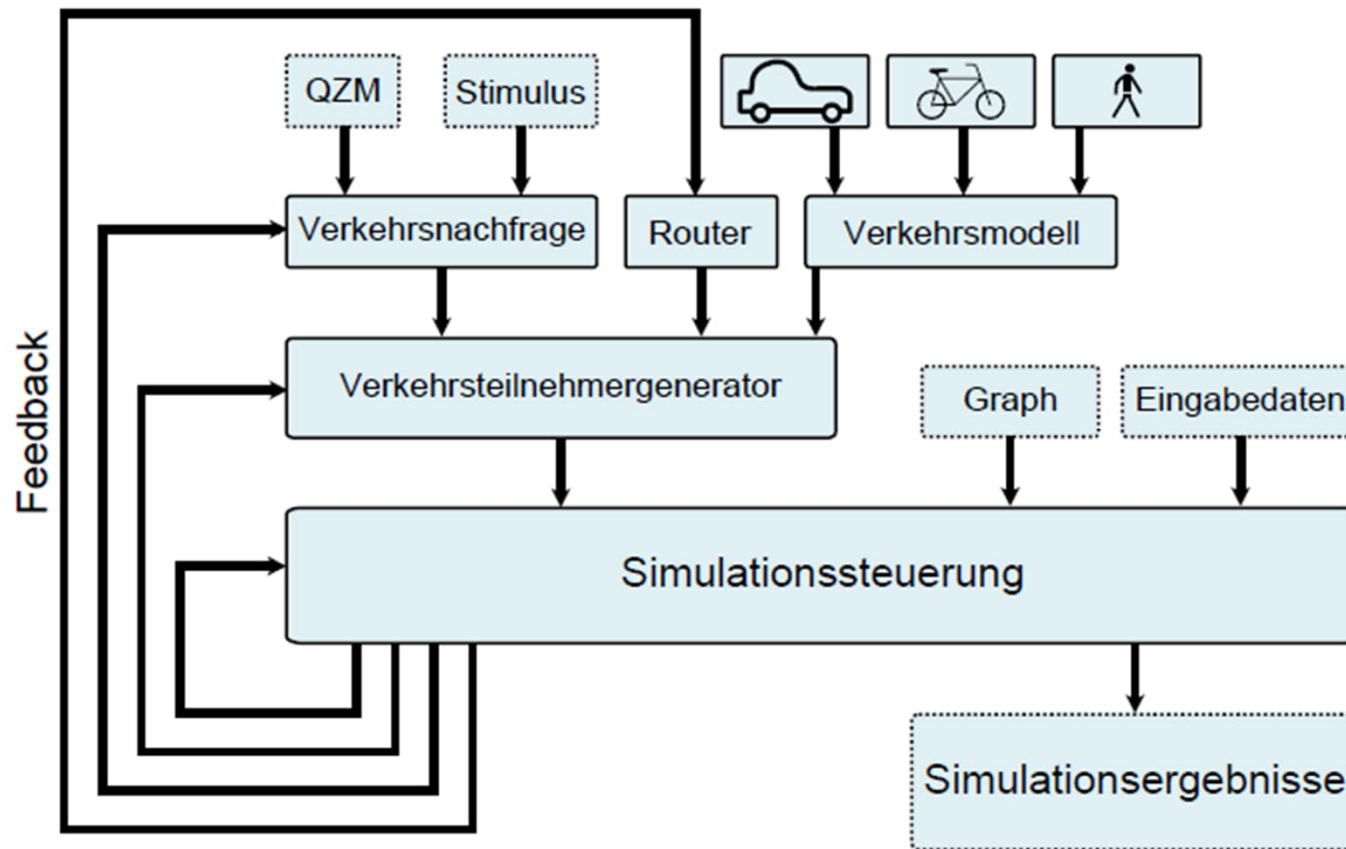
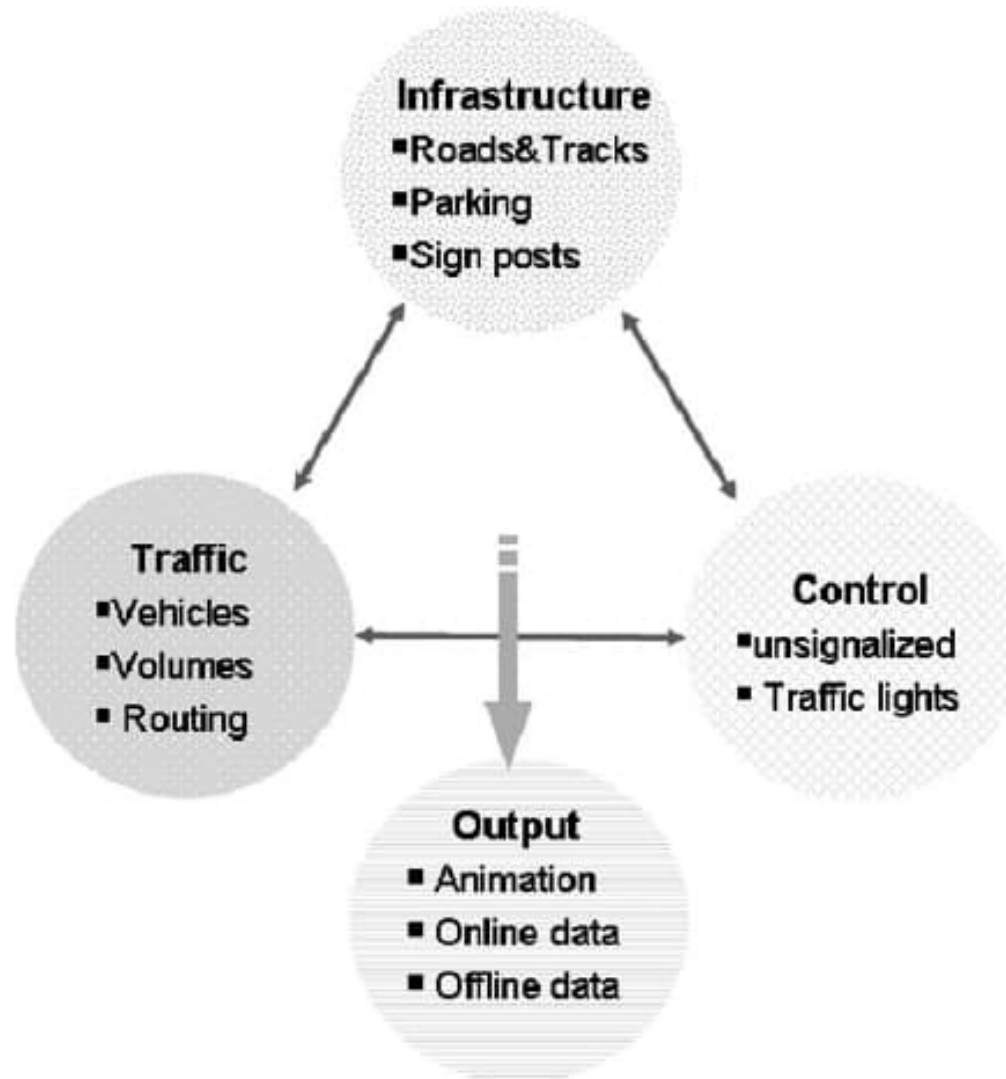


Image source:
Dallmeyer, 2014

#2.4 Inputs and results



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

Image source:
Fellendorf, 2011

#2.4 Results



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- Typical results include delay, travel time, stops, queues, speeds, and density.
- Vehicle projectory data can be exported.
- Aggregation levels are free to be chosen.
- Possible to create video clips with vehicles animated in 2D or 3D level.
- Exported data can be further used to estimate environmental-related parameters.

#2.5 Model calibration and validation



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

Model calibration

Adjust model parameters so that the simulation model can better represent the field traffic condition

Model validation

Test the calibrated model on independent, unseen data to assess its generalisation ability and overall accuracy

#2.6 Examples for traffic simulation systems



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- Aimsun



- PTV Vissim



- Corsim



- Transim

- Matsim



- Integration

- Hutsim

- Sumo



SUMO
SIMULATION OF URBAN MOBILITY

Image source: <https://www.aimsun.com/>;
<https://www.ptvgroup.com/de/produkte/ptv-vissim>
<https://en.wikipedia.org/wiki/CORSIM>
<https://www.ivt.ethz.ch/forschung/matsim.html>
<https://github.com/eclipse-sumo/sumo>

#2.6 Example Aimsun



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt



Image source:
<https://www.aimsun.com/>

#2.6 Example PTV Vissim (1)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

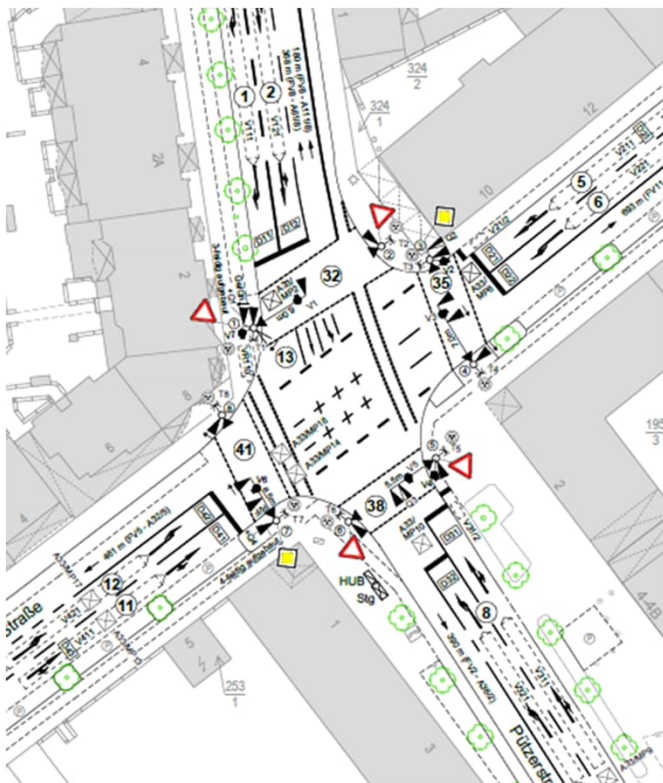
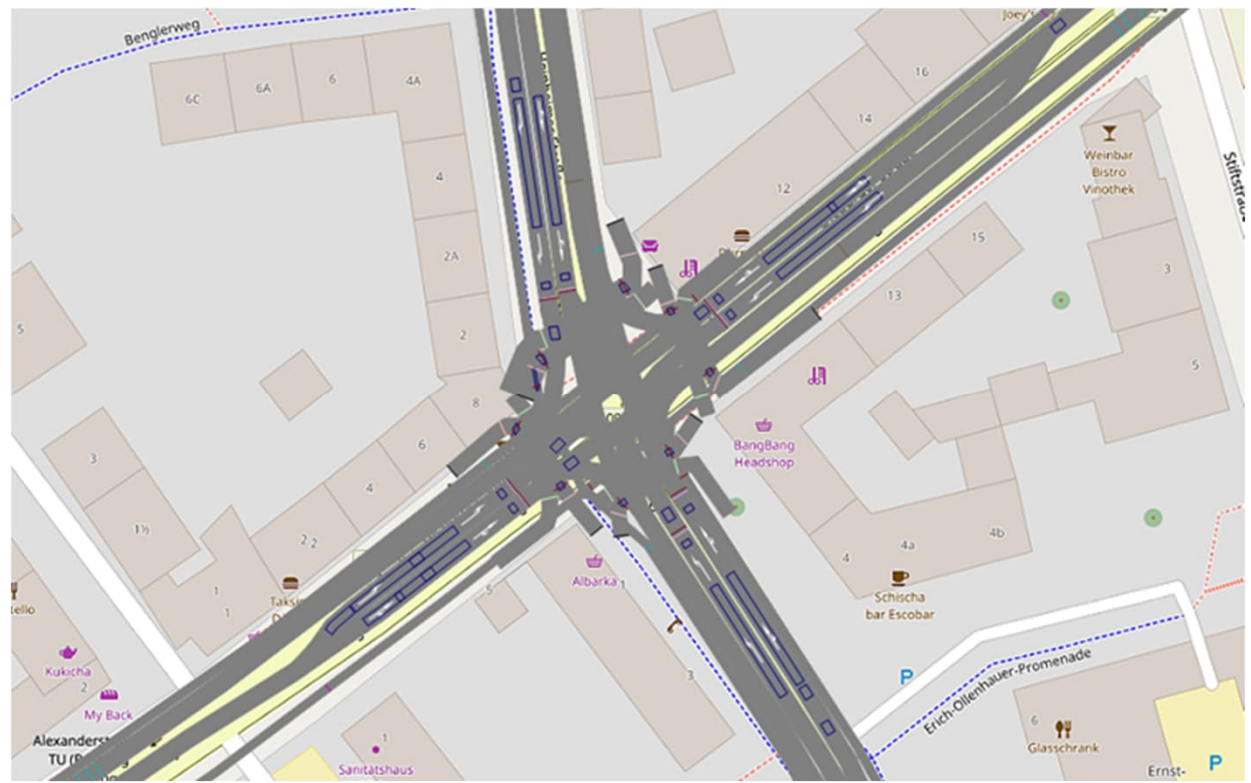


Image source: Straßenverkehrs- und Tiefbauamt Stadt Darmstadt



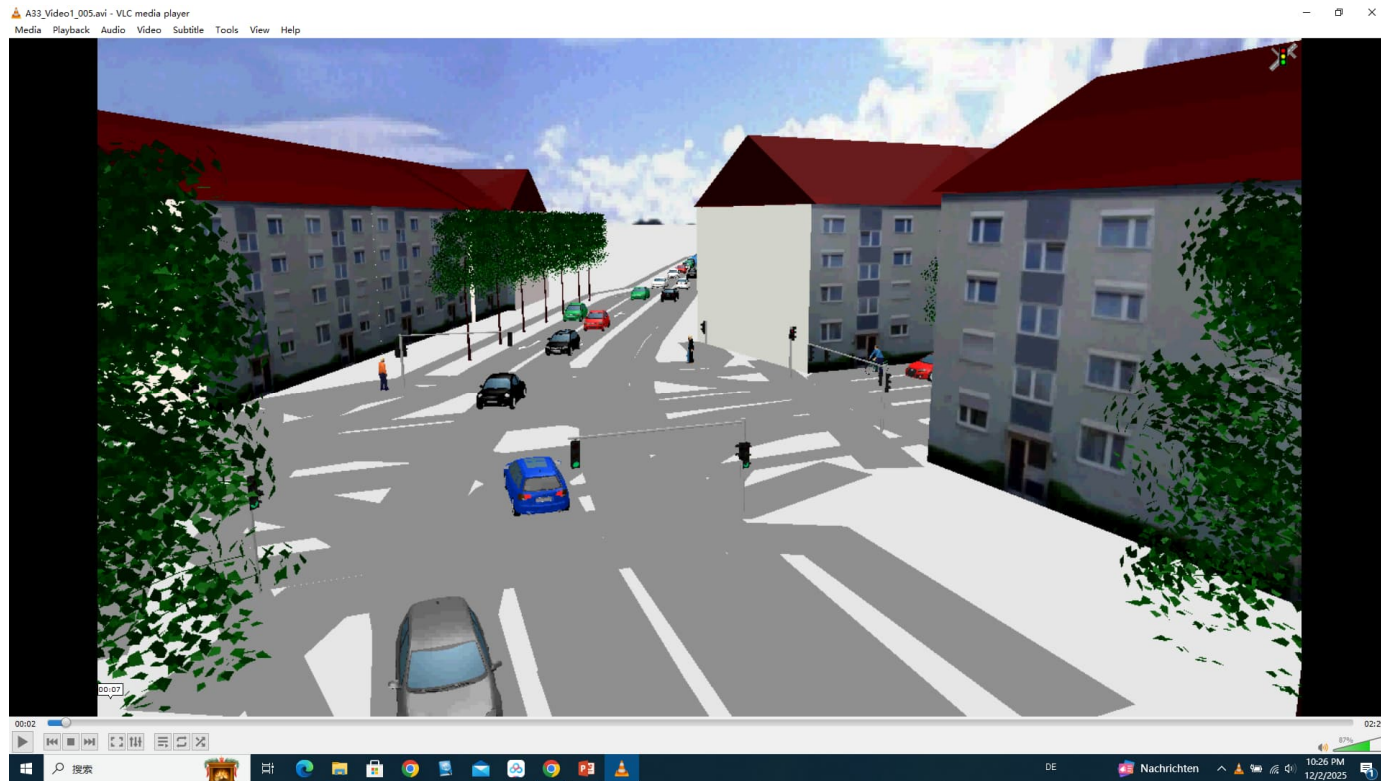
#2.6 Example PTV Vissim (2)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt



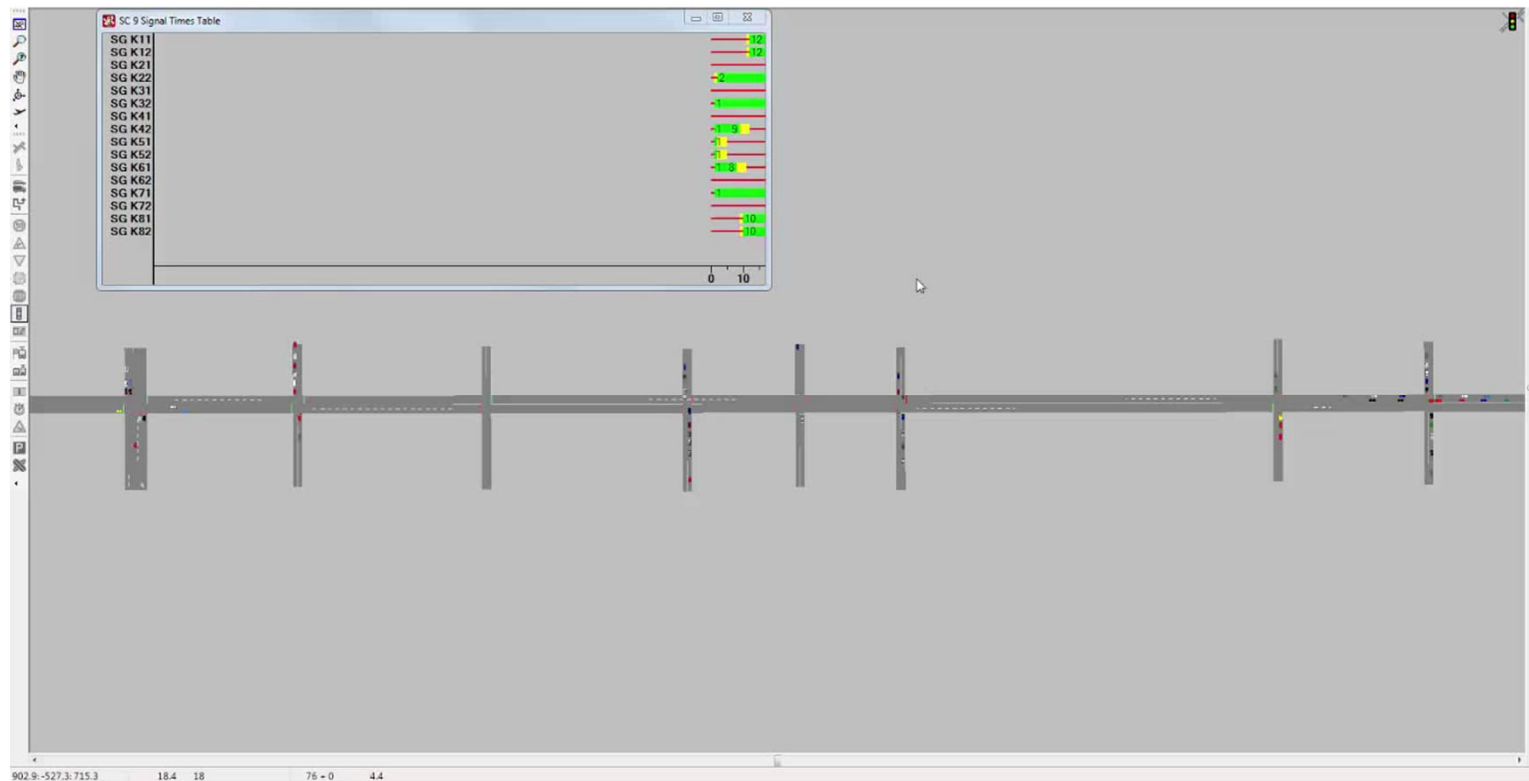
#2.6 PTV Vissim (3)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt



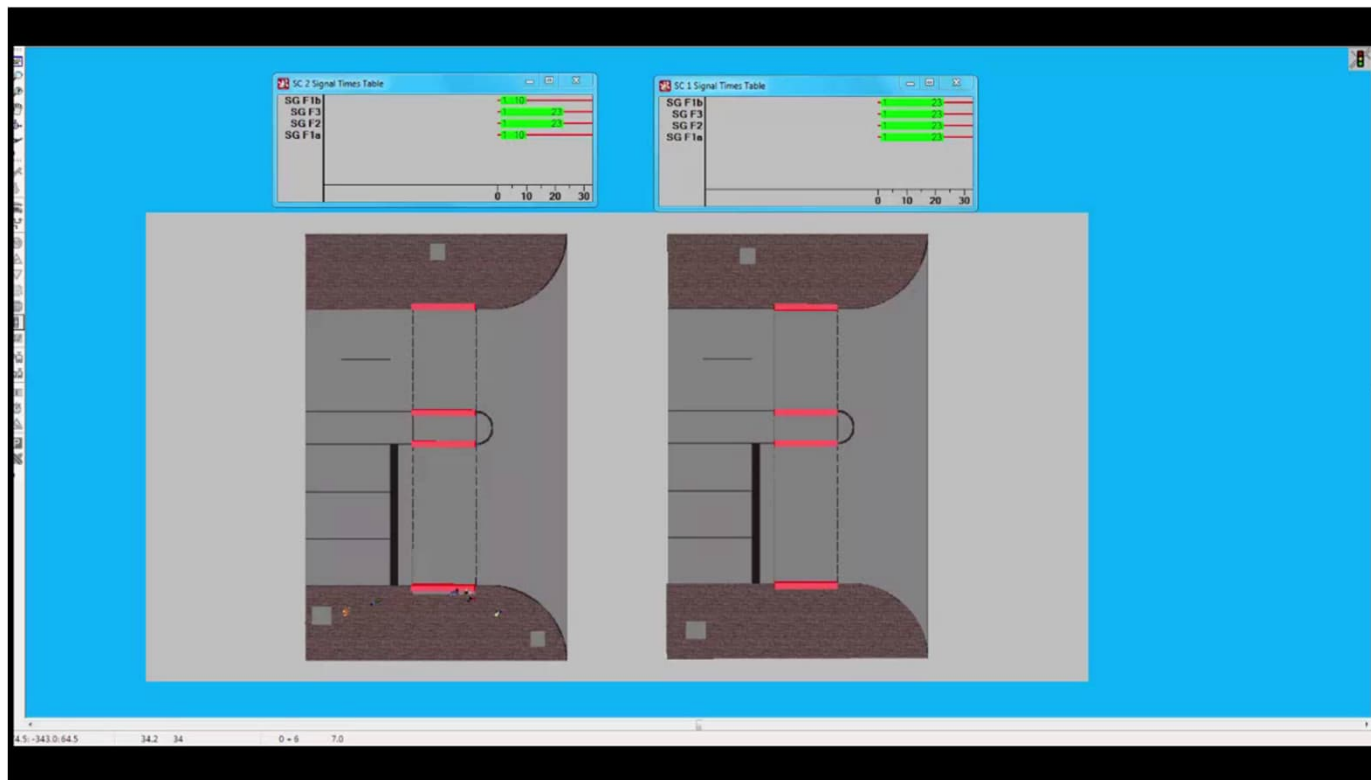
#2.6 Example PTV Vissim (4)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt



#2.7 Activity: let's create a network



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

Please go to the notebook.

Please...



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- Apply for a trial license for the Aimsun Next Software under this link:

<https://www.aimsun.com/free-trial/>

- Download and install the software
- Open github and download the background image for the intersection

#2.8 Summary of the microscopic traffic flow simulation



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- The microscopic traffic flow simulation aims to model the traffic flow using mathematical models.
- The model requires information about infrastructures, traffic demands and control rules.
- Results include delay, travel time, stops, queues, speeds, and density in different aggregated levels.
- Keep the model calibration and validation in mind.

Learning goals



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- #1** Understand the structure and components of macroscopic transport model
- #2** Understand the structure and components of microscopic traffic flow simulation
- #3** Understand the differences between them
- #4** Be able to create a small network using microscopic traffic flow simulation

References



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Verkehrsplanung
und Verkehrstechnik
TU Darmstadt

- Dallmeyer, J. (2014). Simulation des Straßenverkehrs in der Großstadt. Springer Vieweg, Wiesbaden.
- Fellendorf, M. (2011). Microscopic traffic flow simulator VISSIM
- Friedrich, M. (2011). Wie viele? Wohin? Womit? Was können uns Verkehrsnachfragemodelle wirklich sagen? Tagungsbeitrag HEUREKA 11 - Optimierung in Verkehr und Transport.
- Köhler, Uwe. (2014). Einführung in die Verkehrsplanung.: Grundlagen, Modellbildung, Verkehrsprognose, Verkehrsnetze. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.