

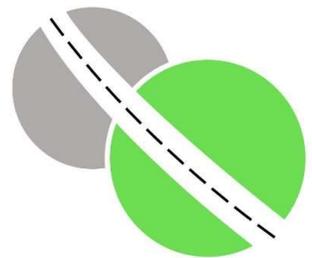
Möglichkeiten und Grenzen von Verkehrsmodellen

Betrachtungen zur Erstellung des Verkehrsmodell Heidelberg
und dessen Prognosen

Heidelberg, 16.7.2019

Diese Präsentation basiert auf einem Vortrag, der am 16. Juli 2019 im Forum Masterplan Neuenheimer
Feld/Neckarbogen gehalten wurde. Zur Verbesserung der Verständlichkeit wurden vom Verfasser für die
Veröffentlichung redaktionelle Anpassungen vorgenommen.

PD Dr.-Ing. habil. Christian Schiller



verkehrsprgnosen.de

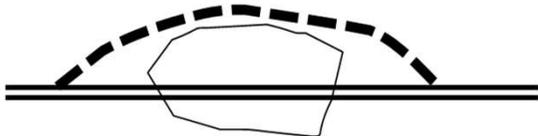
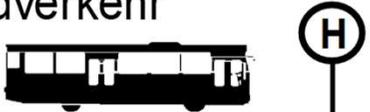
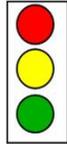
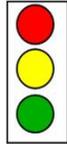
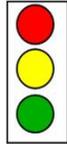
Grundsätzliche Fragen...

- Warum Modelle?
- Welche Wirkungen können modelliert werden?
- Welches Wissen ist dafür notwendig?
- Was ist vorhanden?
- Was wird modelliert?
- Was wird nicht modelliert?
- Prognose INF HD ...

Warum Modelle?

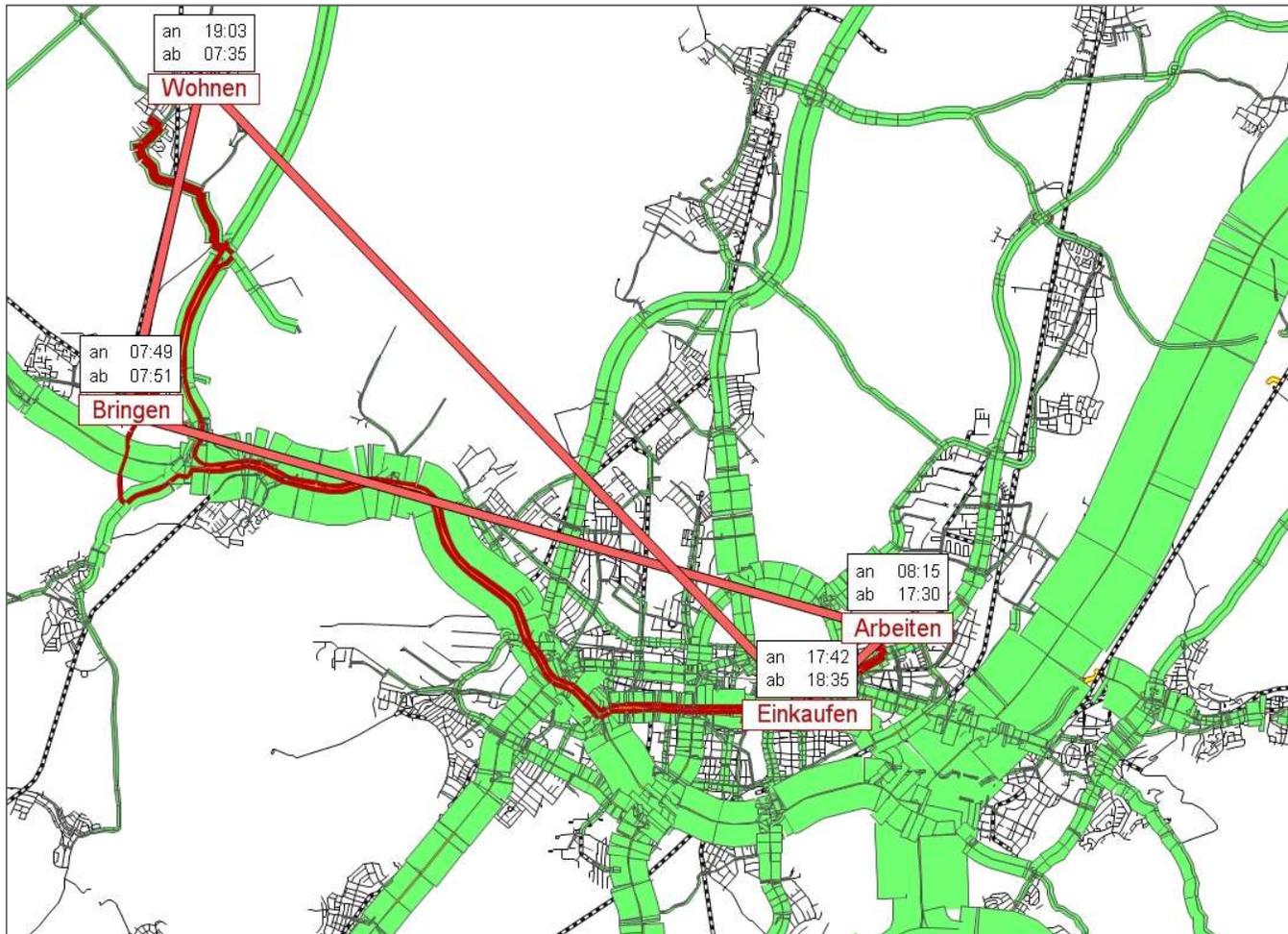
- Modelle ermöglichen es
 - vergangene Zustände bzw. den Ist-Zustand zu rekonstruieren
 - mit neuen Eingangsdaten zukünftige Zustände zu prognostizieren
 - Entwicklungen und geplante Maßnahmen zu analysieren
- Modelle
 - sind ein vereinfachtes Abbild der realen Welt
 - dienen der Vorbereitung von Entscheidungen, die in der realen Welt getroffen werden
 - können nicht alle Wünsche/Forderungen erfüllen

Welche Wirkungen können modelliert werden?

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Infrastrukturmaßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmen im ÖV und Radverkehr 										
<ul style="list-style-type: none"> ▪ veränderte Siedlungsstruktur <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Hier entsteht ein Gewerbegebiet </div>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ demographische Entwicklung 										
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmen des Mobility Pricing 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ veränderte Energiepreise <table border="1" data-bbox="1534 965 1780 1125"> <tbody> <tr> <td>Super</td> <td>1</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Diesel</td> <td>1</td> <td>9</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Super	1	9	9	Diesel	1	9	5		
Super	1	9	9								
Diesel	1	9	5								
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Steuerungsmaßnahmen <table data-bbox="481 1236 1030 1380"> <tbody> <tr> <td rowspan="3">  </td> <td>Programm 1</td> <td>Programm 2</td> </tr> <tr> <td>$t_u = 60s$</td> <td>$t_u = 90s$</td> </tr> <tr> <td>$t_{g1} = 20s$</td> <td>$t_{g1} = 30s$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$t_{g2} = 28s$</td> <td>$t_{g2} = 48s$</td> </tr> </tbody> </table>		Programm 1	Programm 2	$t_u = 60s$	$t_u = 90s$	$t_{g1} = 20s$	$t_{g1} = 30s$		$t_{g2} = 28s$	$t_{g2} = 48s$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ordnungspolitische Maßnahmen 
		Programm 1	Programm 2								
		$t_u = 60s$	$t_u = 90s$								
	$t_{g1} = 20s$	$t_{g1} = 30s$									
	$t_{g2} = 28s$	$t_{g2} = 48s$									

© NFS Friedrich / Schiller

Welches Wissen ist dafür notwendig?



für eine Stichprobe von Individuen

- wie oft Aktivitätenhäufigkeit
- wohin Aktivitätenorte
- womit Verkehrsmittel
- wann Abfahrtszeit
- mit wem allein / in Begleitung
- auf welcher Route räumlicher Verlauf
- Geschwindigkeit zeitlicher Verlauf

© NFS Friedrich / Schiller
(Beispielabbildung Karlsruhe)

Was ist vorhanden? - IV-Angebot



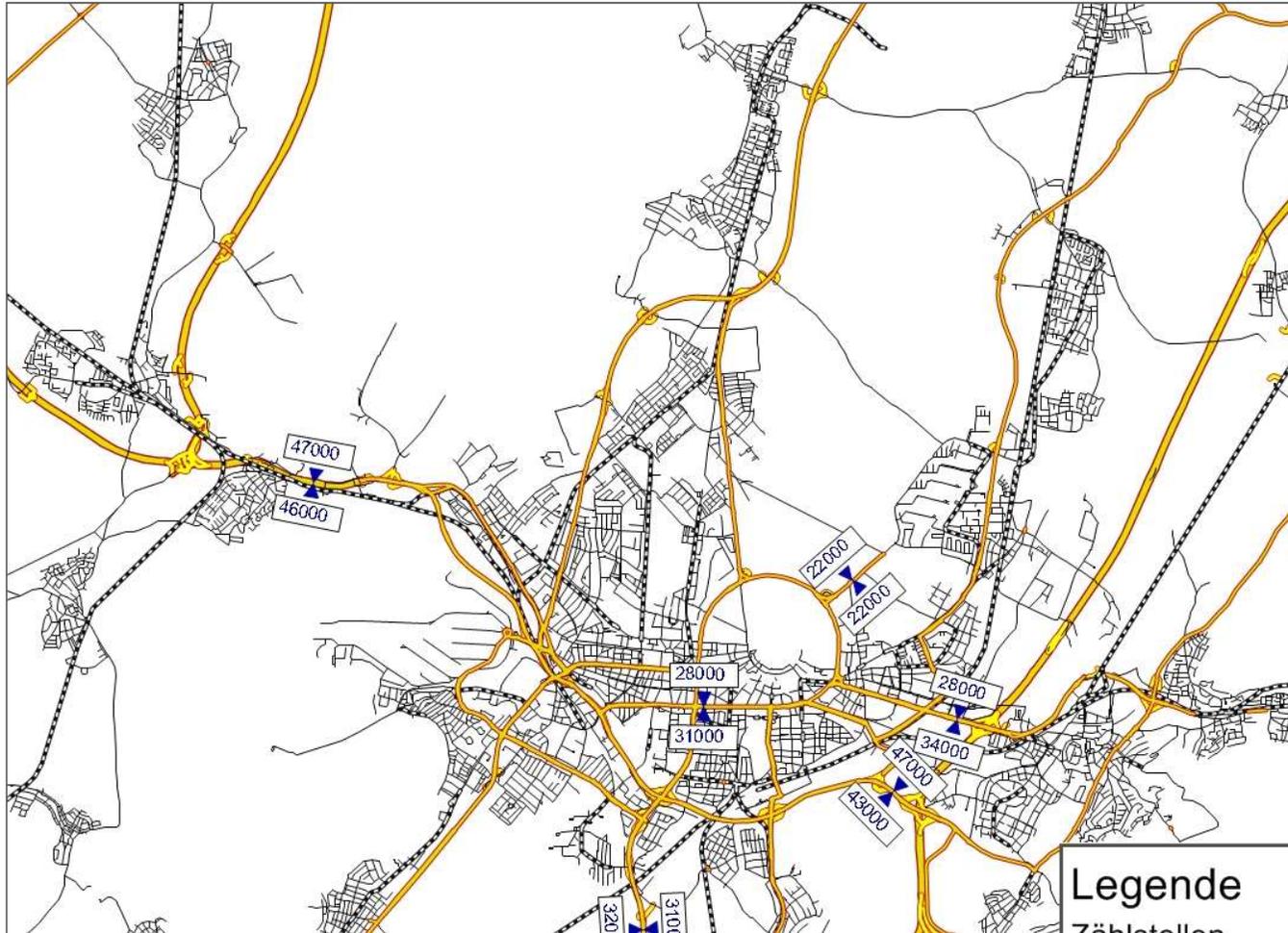
© NFS Friedrich / Schiller
(Beispielabbildung Karlsruhe)

Was ist vorhanden? - ÖV-Angebot



© NFS Friedrich / Schiller
(Beispielabbildung Karlsruhe)

Was ist vorhanden? - Zähldaten



© NFS Friedrich / Schiller
(Beispielabbildung Karlsruhe)

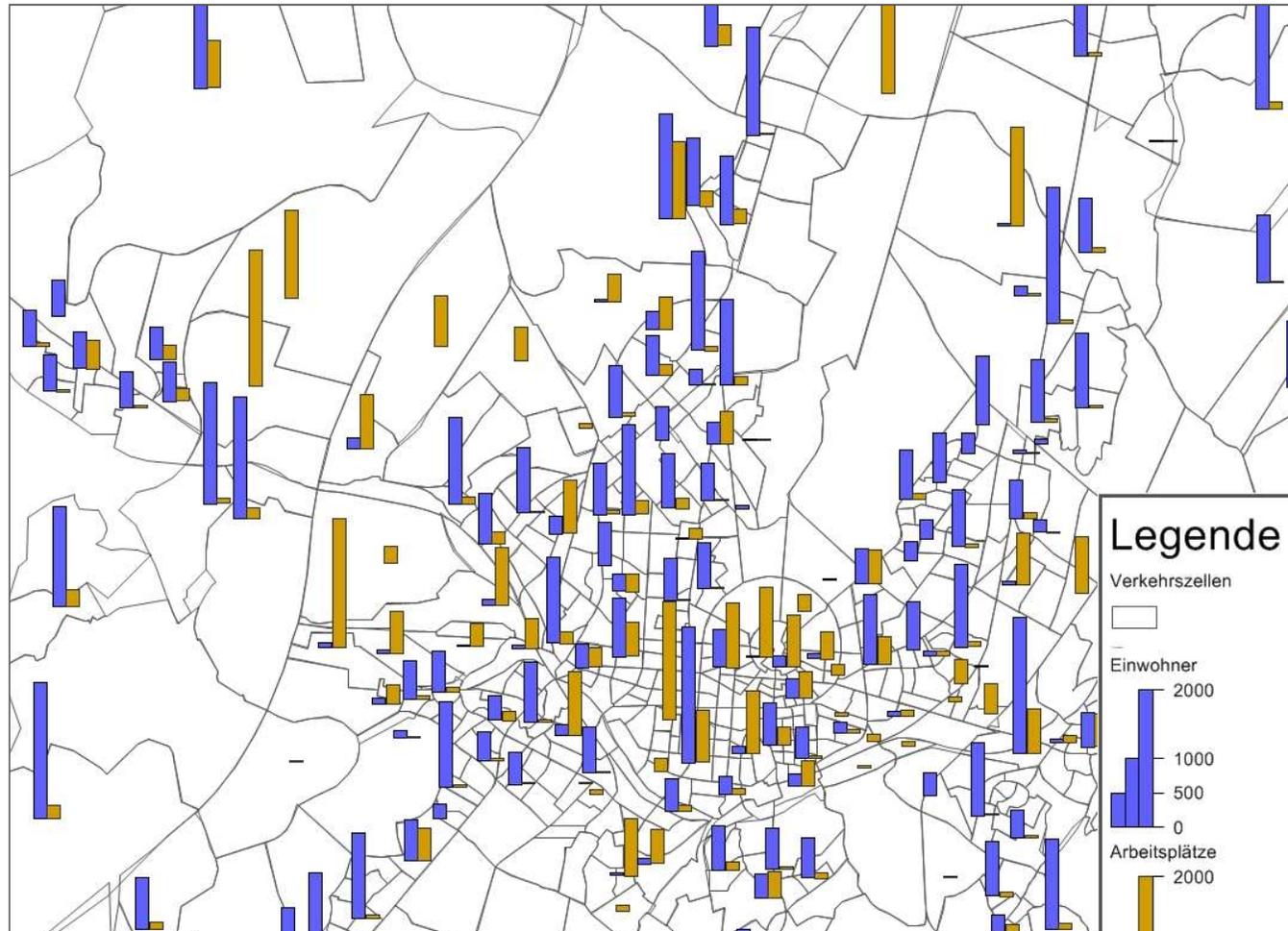
Was ist vorhanden? - Befragungsdaten



Stichprobengröße
1‰ bis 1%

© NFS Friedrich / Schiller
(Beispielabbildung Karlsruhe)

Was ist vorhanden? - Strukturdaten



© NFS Friedrich / Schiller
(Beispielabbildung Karlsruhe)

Wie wird das Vorhandene verknüpft?

Zielwahl (Informationsgewinnminimierung)

- Informationsgewinnminimierung

- kann auch als Lösung des konvexen Optimierungsproblems

$$I(v_{ij} \| B_{ij}) = \sum_i \sum_j \left[v_{ij} \cdot \ln \left(\frac{v_{ij}}{B_{ij}} \right) - v_{ij} \right] \rightarrow \text{Min!}$$

mit affin-linearen Nebenbedingungen beschrieben werden

- durch Anwendung der Multiplikationsmethode von LAGRANGE kann eine LAGRANGE-Funktion

$$\begin{aligned} \Phi = & \sum_i \sum_j \left[v_{ij} \cdot \ln \left(\frac{v_{ij}}{B_{ij}} \right) - v_{ij} \right] \\ & + \sum_i \kappa_i \cdot \left(Q_i^{\min} - \sum_j v_{ij} \right) + \sum_i \lambda_i \cdot \left(\sum_j v_{ij} - Q_i^{\max} \right) \\ & + \sum_j \mu_j \cdot \left(Z_j^{\min} - \sum_i v_{ij} \right) + \sum_j \nu_j \cdot \left(\sum_i v_{ij} - Z_j^{\max} \right) \end{aligned}$$

Folie 82

Zielwahl (Informationsgewinnminimierung)

- Informationsgewinnminimierung

mit folgenden KUHN-TUCKER-Bedingungen entwickelt werden

$$\begin{aligned} \Phi = & \sum_i \sum_j \left[v_{ij} \cdot \ln \left(\frac{v_{ij}}{B_{ij}} \right) - v_{ij} \right] \\ & + \sum_i \kappa_i \cdot \left(Q_i^{\min} - \sum_j v_{ij} \right) + \sum_i \lambda_i \cdot \left(\sum_j v_{ij} - Q_i^{\max} \right) \\ & + \sum_j \mu_j \cdot \left(Z_j^{\min} - \sum_i v_{ij} \right) + \sum_j \nu_j \cdot \left(\sum_i v_{ij} - Z_j^{\max} \right) \\ & \ln \left(\frac{v_{ij}}{B_{ij}} \right) + (\lambda_i - \kappa_i) + (\nu_j - \mu_j) = 0 \\ & Q_i^{\min} - \sum_j v_{ij} \leq 0 \\ & \sum_j v_{ij} - Q_i^{\max} \leq 0 \\ & Z_j^{\min} - \sum_i v_{ij} \leq 0 \\ & \sum_i v_{ij} - Z_j^{\max} \leq 0 \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_i & \geq 0 \\ \kappa_i & \geq 0 \\ \mu_j & \geq 0 \\ \nu_j & \geq 0 \end{aligned} \right\} \text{Nichtnegativitätsbedingungen}$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_i \lambda_i \cdot \left(Q_i^{\min} - \sum_j v_{ij} \right) & = 0 \\ \sum_i \kappa_i \cdot \left(\sum_j v_{ij} - Q_i^{\max} \right) & = 0 \\ \sum_j \mu_j \cdot \left(Z_j^{\min} - \sum_i v_{ij} \right) & = 0 \\ \sum_j \nu_j \cdot \left(\sum_i v_{ij} - Z_j^{\max} \right) & = 0 \end{aligned} \right\} \text{Komplementaritätsbedingung}$$

Folie 83

Was wird in HD modelliert?

- verkehrsrelevante Entscheidungen von Individuen
 - Standortwahl
 - Fahrzeugbeschaffungswahl
 - Zeitkartenbeschaffungswahl

- **Aktivitätenwahl**
- **Zielwahl**
- **Moduswahl**
- **Abfahrtszeitwahl (Spitzenstunden)**
- **Routenwahl**

Was wird in HD modelliert?

- das Modell zeigt den Mittelwert
- die mittlere Realität zeigt keine Abweichungen
- die tägliche Realität zeigt Abweichungen
- Modell/Mittelwert und mittlere Realität stimmen für die Grundgesamtheit überein
 - z.B. alle Personen einer Personengruppe

Qualitätssicherung, Kalibrierung, Validierung

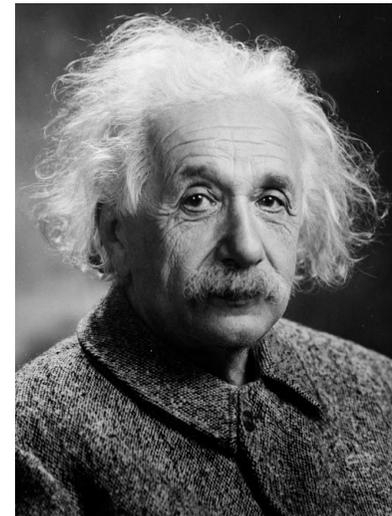
- Vergleich von
 - Mobilitätsraten der Verkehrserzeugung aus Befragungen
 - Reiseweiten, Reisezeiten je Zweck und Raum (Einzelwerte und Verteilungen)
 - Modal-Split Anteile je Zweck und Raum (Einzelwerte und Verteilungen)
 - Streckenbelastungen MIV, ÖPV, Rad
 - Screenlines

Was wird in HD nicht modelliert?

- mikroskopische Entscheidungen von einzelnen Personen
 - Abfahrtszeitwahl (alle Zeitscheiben)
 - Geschwindigkeitswahl
 - Fahrstreifenwahl
 - Fahrzeugfolgeabstandswahl
- Lupenbetrachtungen
 - Knotenpunkte
 - Anschlussstellen
- keine direkte Modellierung des Wirtschaftsverkehrs

Fazit

- “Make a model as simple as possible, but not simpler”
- “Essentially, all models are wrong, but some are useful. The practical question is how wrong do they have to be to not be useful.”
- nicht das große Ganze aus dem Blick verlieren
 - Modelle sind ein Hilfsmittel zur Vorbereitung von Entscheidungen!
 - Wir modellieren nicht um des Modellierens willen!



© wikipedia

Prognose INF HD

- erste Prognoseergebnisse für Masterplan liegen vor
- (natürlich) unterschiedliche Ergebnisse
- es sind Ungenauigkeiten/Fehler entstanden durch:
 - von einigen Teams nicht berücksichtigte Strukturdaten
 - unterschiedliche Modellierungsphilosophien (z. B. Anbindungen)
 - Probleme bei der Umsetzung des Verkehrsnetzes (z. B. neue Verkehrssysteme, Einarbeitung der Haltestellen in das Tarifsystem)
 - spürbaren Zeitdruck
- tatsächlicher Vergleich derzeit schwierig → Daten z.Z. nicht gänzlich verwendbar → Homogenisierung der Modelle

Q & A

