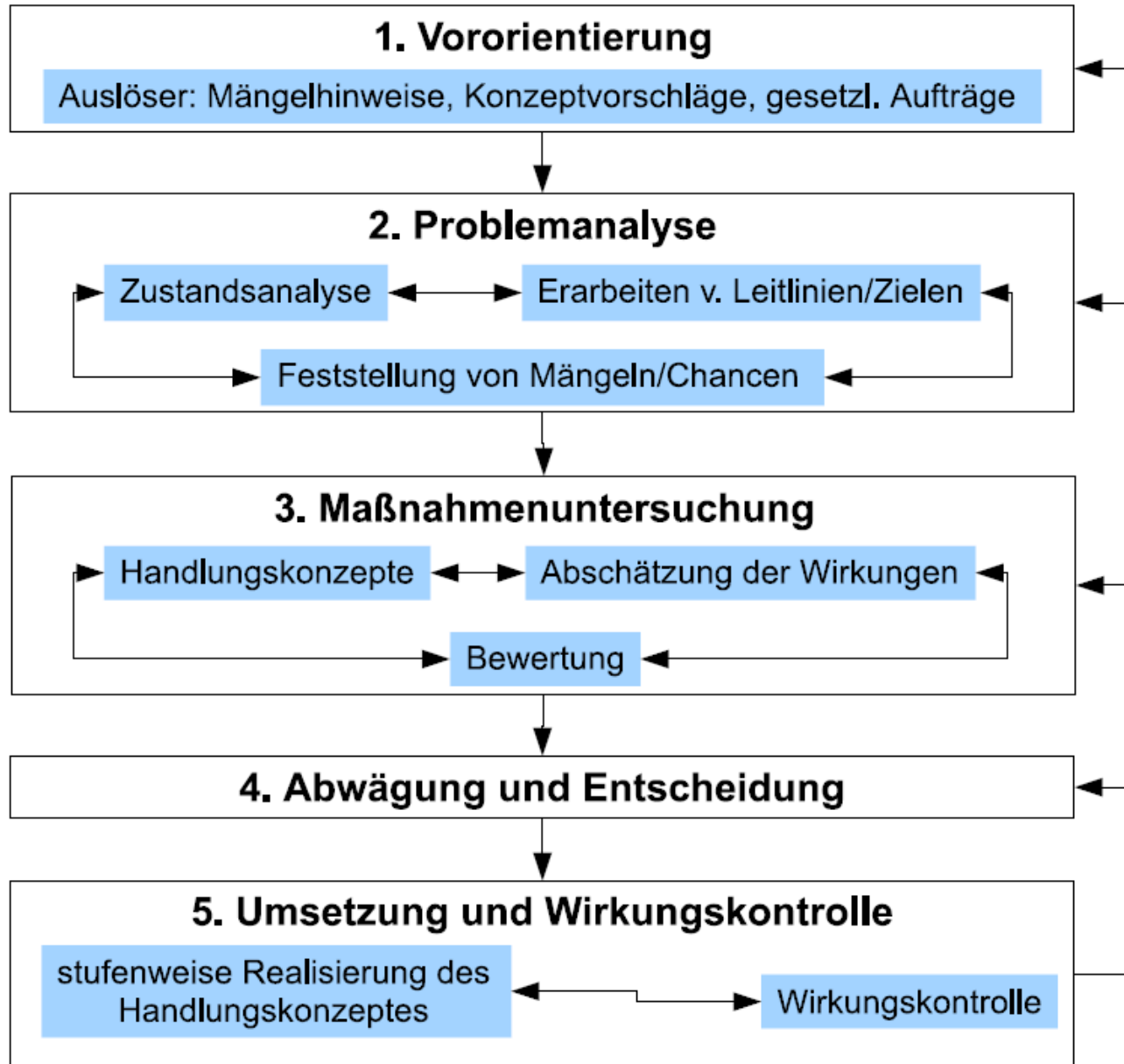


# Vier-Stufen-Verfahren

Kai Nagel

nagel@vsp.tu-berlin.de

# Einleitung





## Trenne so weit wie möglich:

1. (Verkehrs-)Zustand (ohne Maßnahme, mit Maßnahme)
  - → Grundlagen der Modellierung und Simulation im Verkehr im WiSe
2. Analyse und Bewertung
  - → Verkehrssystemanalyse im SoSe

## Hier:

Kurzer Einblick in "Bewertung von Verkehrsmaßnahmen"

Längerer Einblick in "Modellierung und Simulation"

- 4-Stufen-Prozess ("state of practice")
- Multi-agenten-Simulation (Zukunft)

# Bewertung von Verkehrsmaßnahmen

In der Vergangenheit (und USA) oft: Fahrleistung (vehicle miles traveled, VMT).

System ist dann gut, wenn möglichst viele km gefahren werden.

Idee dahinter: Maß für die technische Leistung des Systems.

Konsequenz allerdings: Bzgl. Kriterium "Fahrleistung":



Die selbe Raumüberwindung erzeugt mehr FZ-km, wenn sie als schneller Umweg (Autobahn) realisiert wird, und wird daher laut diesem Kriterium so gebaut.

Resultiert in (zu) viel Straßenbau ...

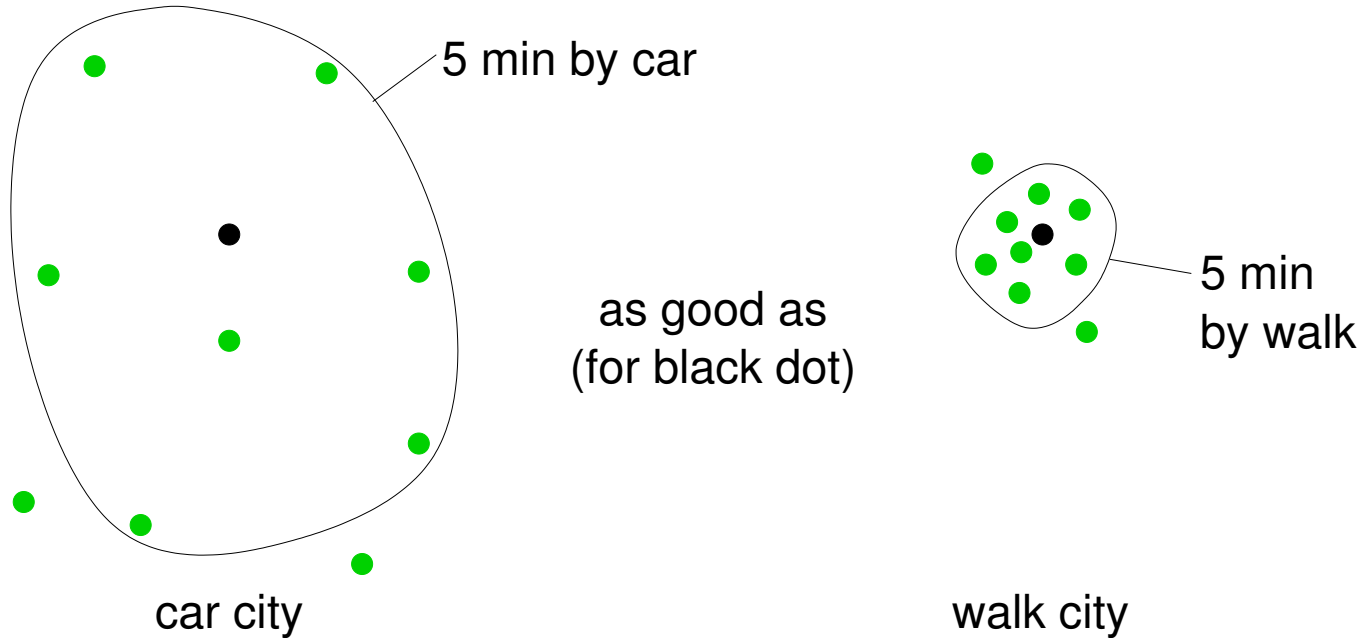


Mögliche Definition: Anzahl (sinnvoller) Ziele, die innerhalb von  $X_{\min}$  mit beliebigem Verkehrsmittel erreicht werden können.

System ist dann gut, wenn möglichst viele Ziele innerhalb von  $X_{\min}$  mit beliebigem Verkehrsmittel erreicht werden können.

Idee dahinter: Was zählt, sind die resultierenden Wahlmöglichkeiten für Aktivitäten.

Bzgl. Kriterium "Erreichbarkeit":



In beiden Fällen kann die gleiche Anzahl von Zielen innerhalb von 5min erreicht werden.

**Nutzen:** Im Verkehrsbereich oft so etwas wie

$$U = -\beta_t t - \beta_m m - \beta_n n - \dots$$

mit:  $t$  = travel time,  $m$  = (monetary) price,  $n$  = noise, ...

Z.B.  $\beta_t = 6/h$ ,  $\beta_m = 1/Eu$ . Damit: 1h genauso viel wert wie 6Eu (**value of time, VoT**).

Nutzen von Verkehr selber meist negativ (wie oben); positiver Nutzen entsteht durch Kompensation am Zielort.

Wenn man die Nutzenfunktion hat, dann wie folgt:

Betrachte System ohne eine Maßnahme (**Null-Fall**).

Betrachte System mit Maßnahme (**Maßnahmen-Fall, Plan-Fall**).

Vergleiche Nutzen-Gewinne der Maßnahme mit Kosten der Maßnahme.

Z.B.:

Zeitgewinn von 10min bei 3000 Personen/Tag = 500h/Tag.

		bei VoT von 6Eu/h
pro Jahr	$300 * 500h$ $= 150'000h$	$6Eu/h * 150'000h$ $= \mathbf{900'000Eu}$
auf 30 Jahre (Projekthaltbarkeit)	$30 * 150'000h$ $= 4'500'000h$	$30 * 900'000Eu$ $= \mathbf{27'000'000Eu}$

Genau genommen muss man Kosten und Nutzen diskontieren. Das kann man sich in einfachen Fällen vorstellen wie eine Kreditfinanzierung über die Laufzeit.

<http://www.zinsen-berechnen.de/kreditrechner.php>

<b>Kreditbetrag:</b>	▶ 13.835.205,92 Euro
<b>Bearbeitungsgebühr:</b>	keine
<b>Zinssatz:</b>	<input type="text" value="5,00"/> % p.a. nomin: ▾
<b>Rückzahlungsrate:</b>	<input type="text" value="900.000,00"/> Euro
<b>Ratenintervall:</b>	<input type="text" value="jährlich"/> ▾
<b>Laufzeit:</b>	<input type="text" value="30"/> Jahre ▾
<input type="checkbox"/> <b>Tilgungsfreie Zeit:</b>	keine
<b>Restschuld:</b>	<input type="text" value="0,00"/> Euro
<input type="button" value="Berechnen"/>	

Der errechnete Kreditbetrag ist:	13.835.205,92 Euro
Zinsen und Gebühren gesamt:	13.164.794,09 Euro
Gesamtaufwand:	27.000.000,01 Euro

→ Wenn man jedes Jahr entsprechend dem jährlichen Nutzen zurückzahlt, dann darf man nicht mehr als knapp 14'000'000 Eu investieren.

## Hauptproblem der KNA:

Man muss jeglichen Nutzen auf Geldeinheiten umrechnen muss (Monetarisierung). Sonst kann man nicht mit Baukosten vergleichen.

## “Value of Time” ...

... lässt sich (vielleicht wider Erwarten) eigentlich ganz gut bestimmen, ist aber (a) einkommensabhängig, und (b) abhängig vom Zweck einer Reise (privat, pendeln, beruflich).

## Umrechnung von Emissionen (einschl. Lärm), Sicherheit, ...

... ist deutlich problematischer.

***Lebensqualität ist nicht einfach monetarisierbar.***

# 4-Stufen-Prozess, Übersicht



(4-step-process; 4-stage-process)

1. **Verkehrserzeugung** (trip generation)

Quellen/Senken.  $O_i, D_j$

2. **Zielwahl** (Verkehrsverteilung; trip distribution)

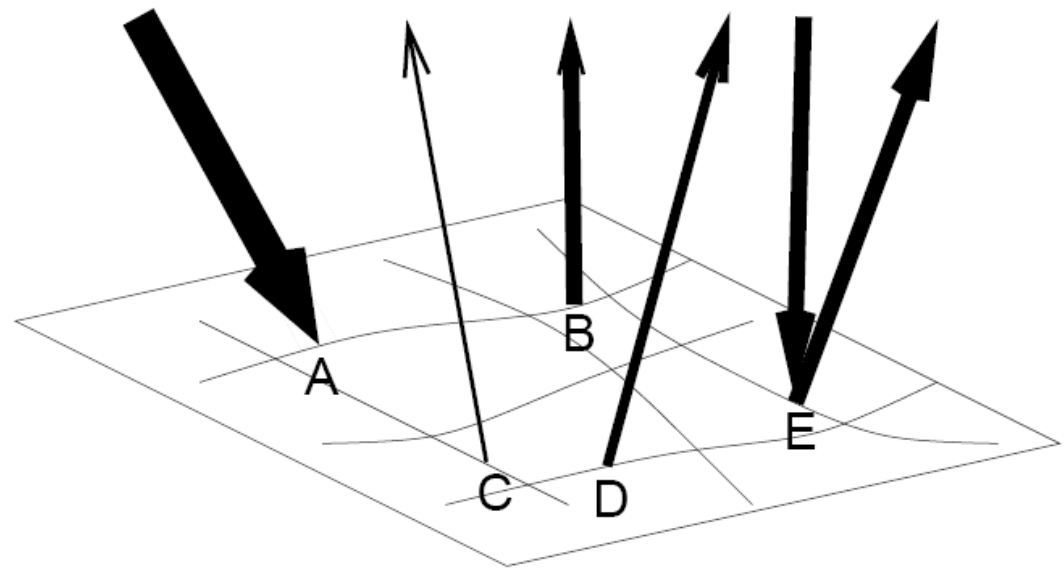
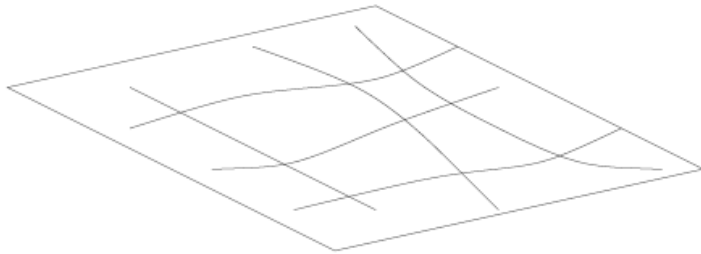
Zuordnung von Quellen zu Senken.  $T_{ij}$

3. **Verkehrsmittelwahl** (modal split)

Absplittung der Fahrten, die kein Auto verwenden

4. **Umlegung** ((route) assignment)

Routen für Fahrten mit dem Auto



Resultat:

Quellen/Senken von Fahrten

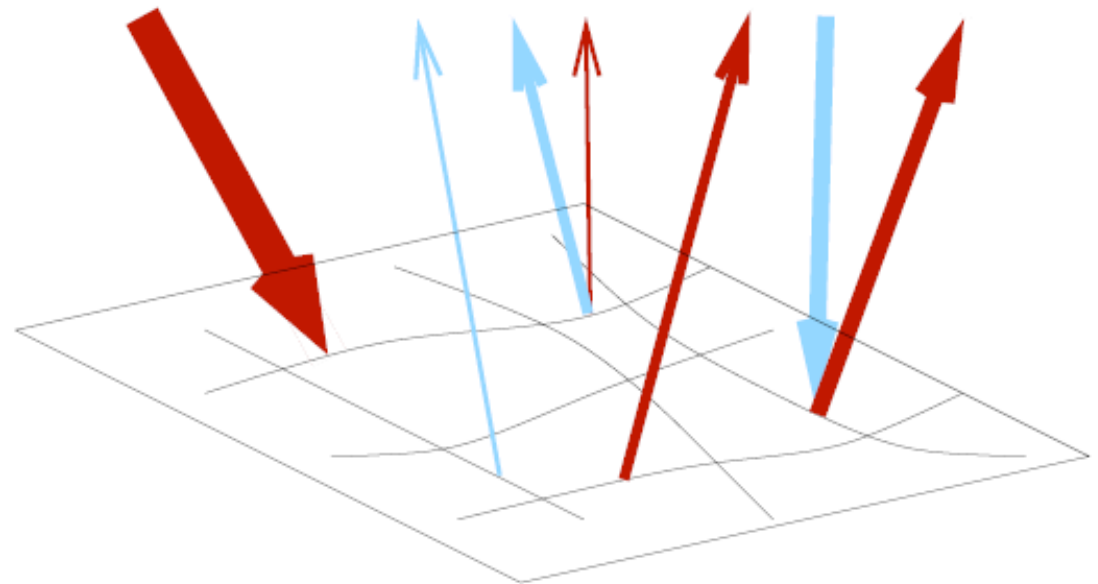
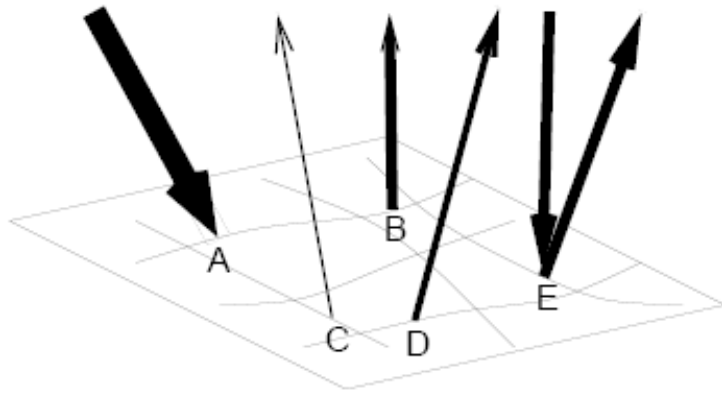
Vektoren der Quellen/Senken:

$$O = [6, 0, 0, 0, 3] \quad D = [0, 3, 1, 2, 3] \quad (2)$$

Als Randeinträge einer Matrix (wird gleich klar, warum das Sinn macht)

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

(3)



Resultat:

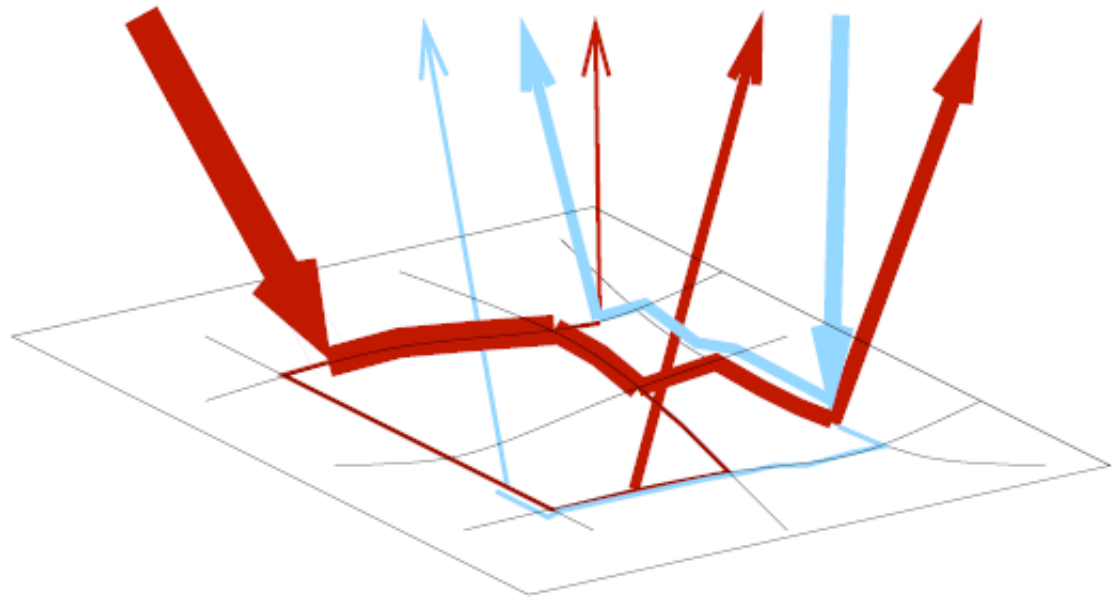
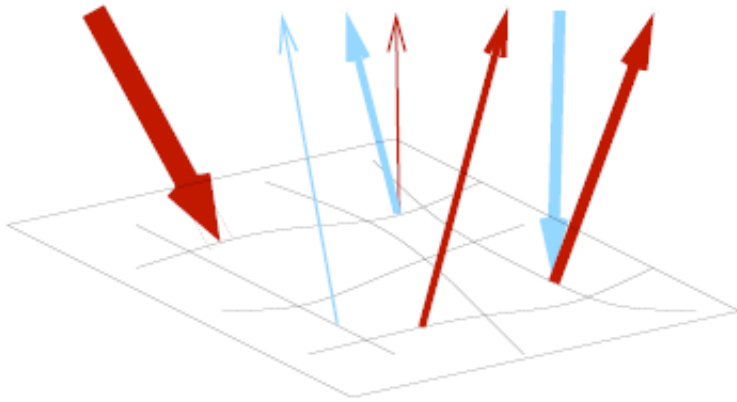
Fahrten nach Start- und Zielort

$N_{dp}$ \ $N_{ar}$	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

Der "innere" Teil (innerhalb der Doppellinien) ist die Start-Ziel-Matrix (origin destination matrix, OD matrix).

Absplittung derjenigen Fahrten, die nicht das Auto nehmen.

(Traditionell: Auto vs Rest :-)



Resultat:  
Routen