

Reisendenlenkung an Bahnsteigen



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

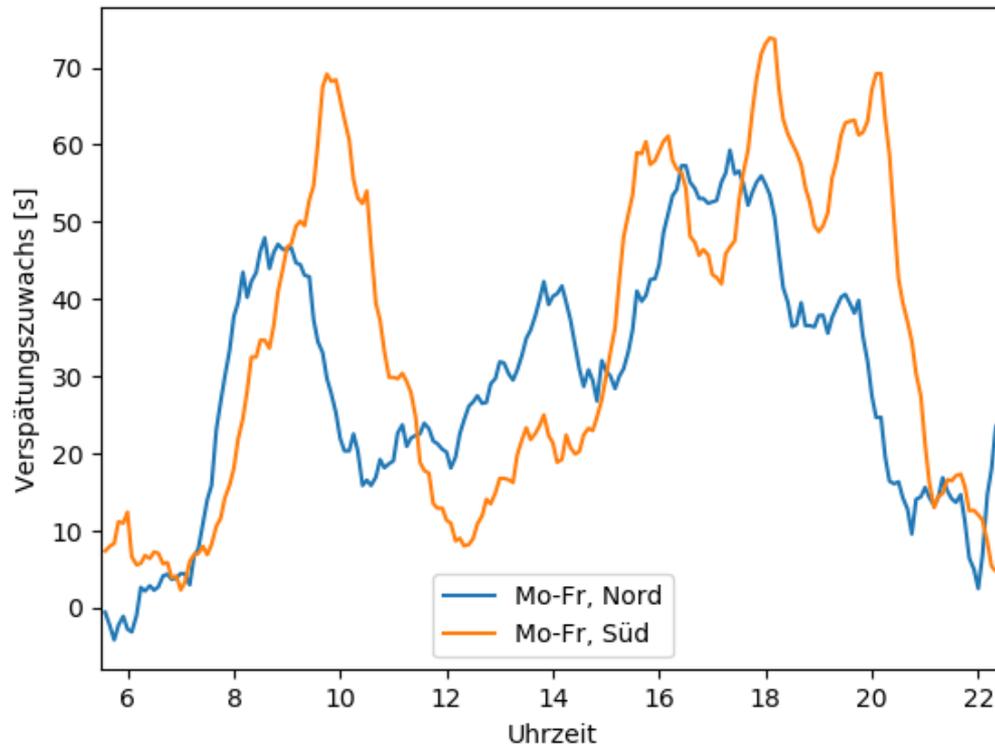
Eisenbahntechnisches Kolloquium 2019

Forschungsprojekt in Kooperation mit
Institut für Arbeitswissenschaften, TU Darmstadt



Überschreitungen der Haltezeit führen insbesondere in den Hauptverkehrszeiten zu Verspätungen

Verspätungszuwachs im City-Tunnel Frankfurt



- 974 S-Bahn-Fahrten pro Tag ¹
- ca. 540.000 S-Bahn-Nutzer pro Tag ²
- in der Hauptverkehrszeit
 - bis zu 24 Züge pro Richtung in 60 min
 - Mindestzugfolgezeit ca. 2 min
- Fahrgastwechselzeit im City-Tunnel 36 s ³

eigene Darstellung basierend auf RIS-Daten

¹rmv.de: RMV in Zahlen

²deutschebahn.com: S-Bahn Rhein-Main

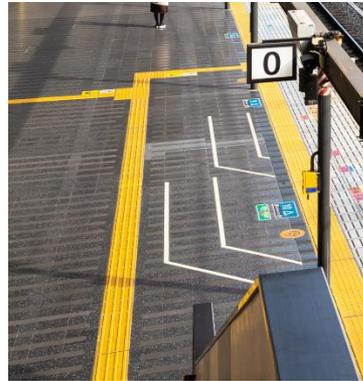
³S-Bahn Rhein-Main



Es werden effektive Maßnahmen zur Reisendenlenkung gesucht



Quelle: DB Station & Service



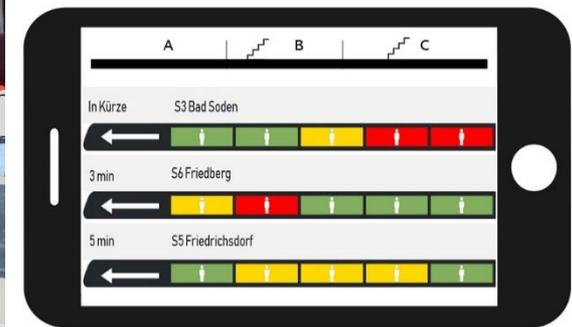
Quelle: shutterstock



Quelle: shutterstock



Quelle: DB Station & Service



Quelle: TU Darmstadt, Institut für Arbeitswissenschaften / Institut für Bahnsysteme Bahntechnik



Ausgangssituation

- **Haltezeitüberschreitungen** führen zu Verspätung
- **Kapazitätsgrenzen** sind erreicht
- Viele **bestehende Ansätze** zur Reisendenlenkung

Motivation

- Welches Verhalten führt zu Haltezeitüberschreitungen?
- Wie kann eine **effektive Reisendenlenkung** erzielt werden?

Ziele

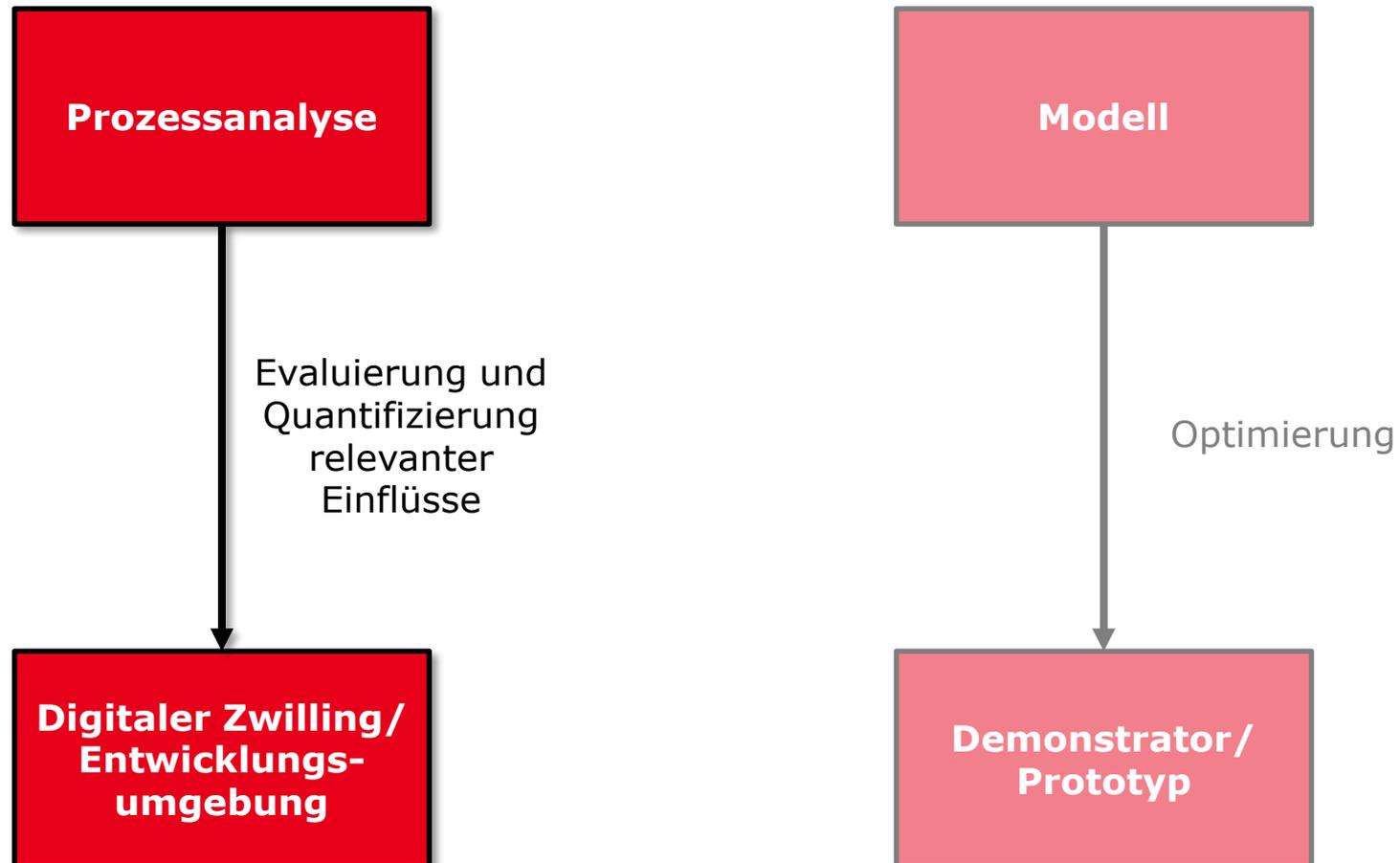
- **Sammlung und Bewertung** bestehender Ansätze
- Entwicklung eines **Gesamtkonzeptes** zur Reisendenlenkung hinsichtlich Fahrgastwechselzeit

Nutzen

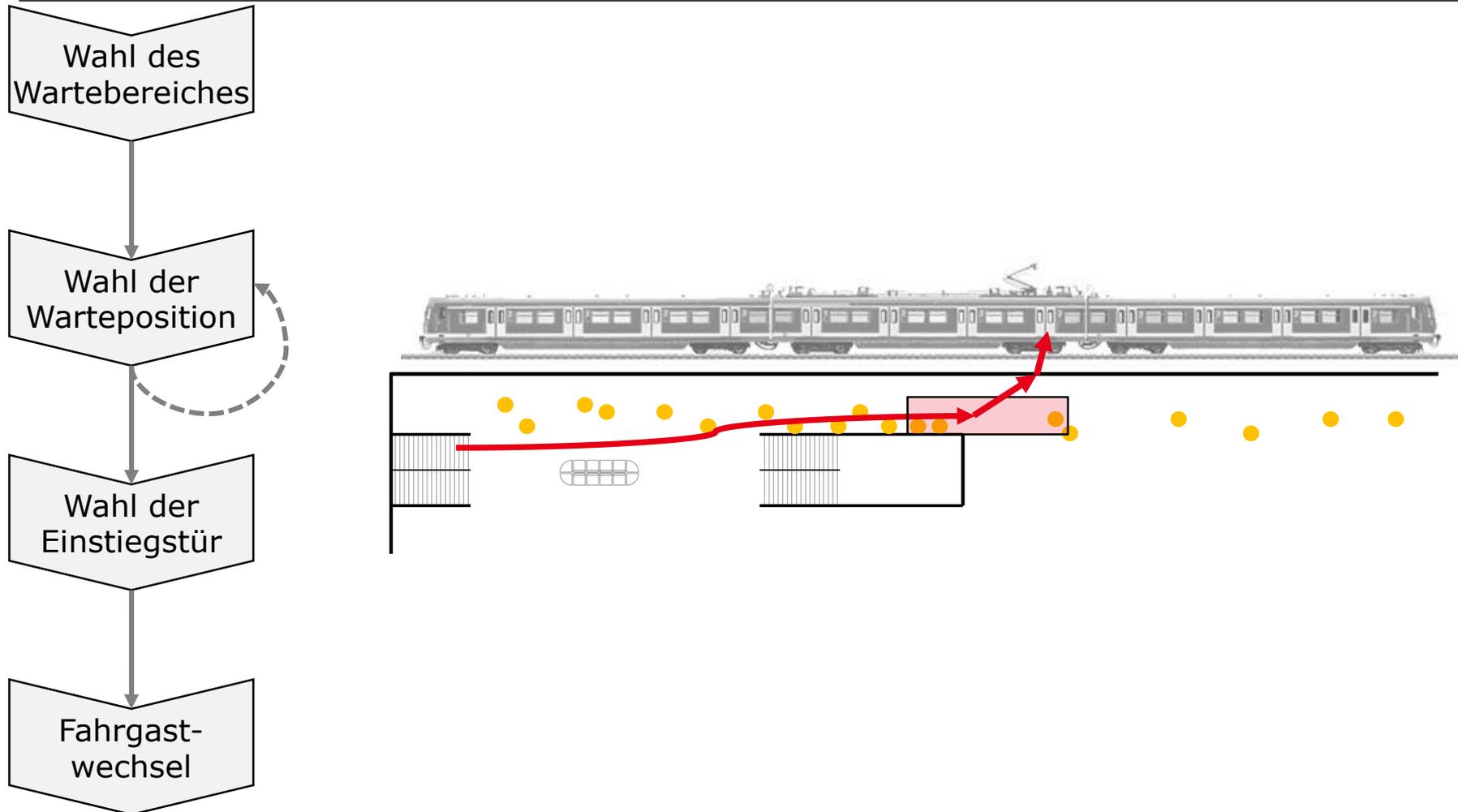
- Steigerung der **Pünktlichkeit**
- **Kundenfreundlichkeit**



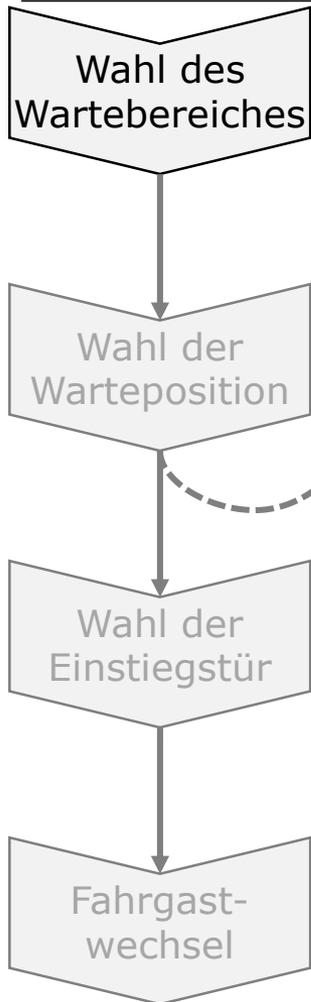
Das methodische Vorgehen umfasst eine verhaltenspsychologische Untersuchung und die Modellierung des Fahrgastwechsels



Bei der Modellierung werden vier relevante Verhaltensprozesse am Bahnsteig berücksichtigt



Der Wartebereich wird in Form von drei Verhaltensweisen gewählt



Pendler

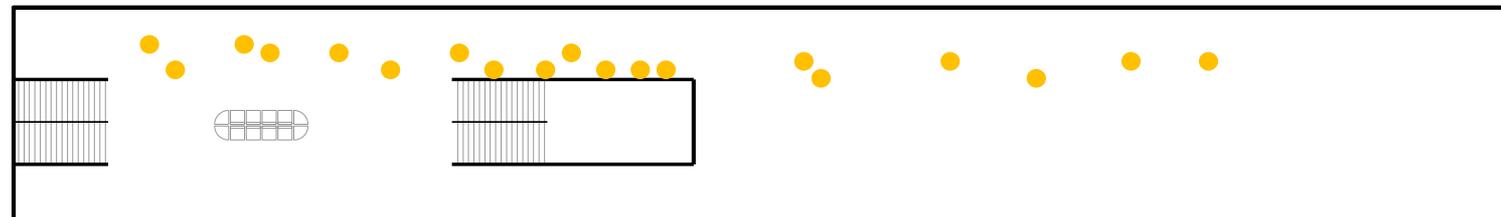
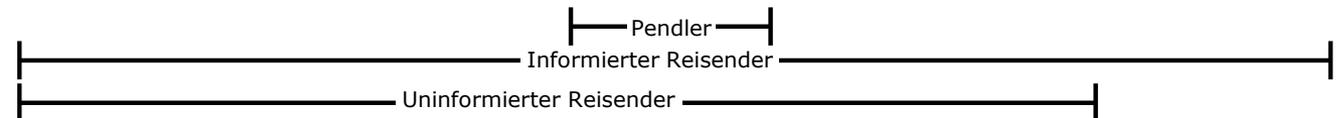
- steigt so ein, dass er am Zielbahnhof einen kurzen Ausstieg hat

Informierter Reisender

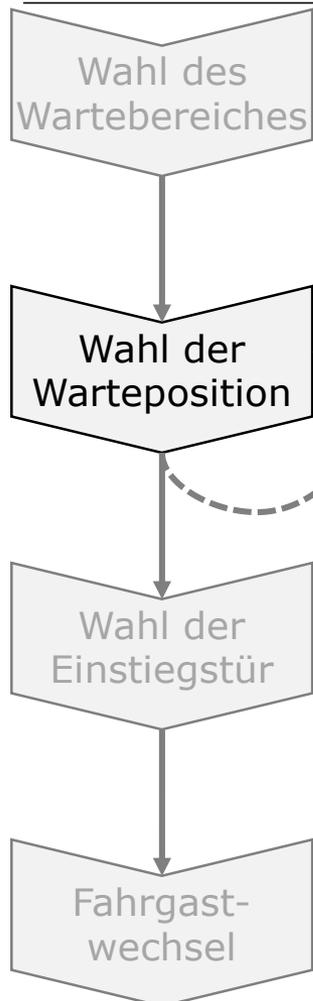
- weiß, wo der Zug halten wird
 - aus Erfahrung oder
 - Information über Zugzielanzeiger

Uninformierter Reisender

- orientiert sich an anderen Reisenden
 - bei vielen Reisenden \Rightarrow zwischen allen anderen Wartenden
 - bei wenigen Wartenden \Rightarrow in einem nahen Bereich



Für die Wahl der Warteposition wurden stereotypische Verhaltensweisen ermittelt

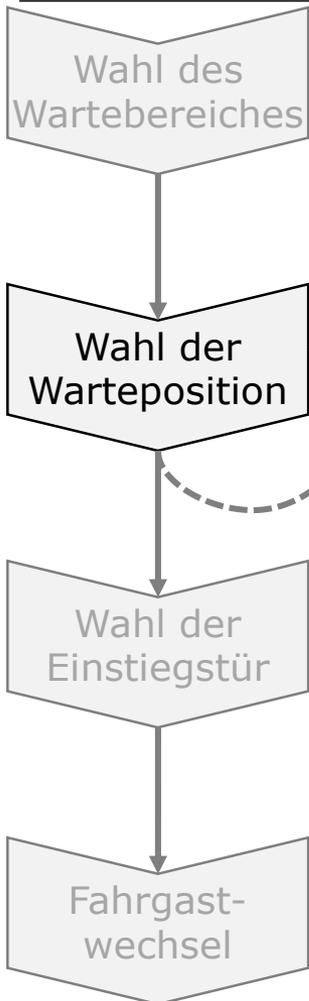


Relevante Einflüsse bei der Wahl der Warteposition

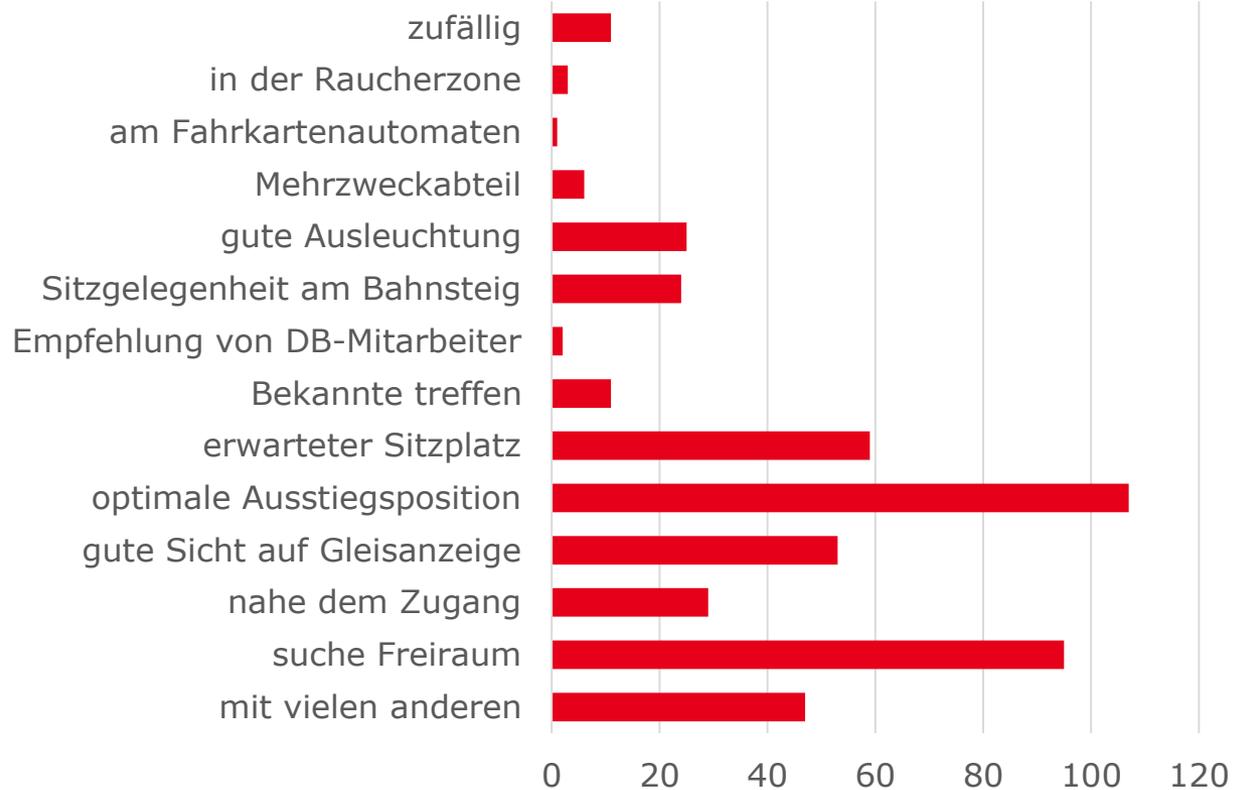
- viel Platz zu anderen Reisenden
- nahe dem Bstg.-Zugang
- in der Nähe von anderen Reisenden
- Ausstiegsposition
- gute Sicht auf Anzeigen
- erwartete Position des Mehrzweckbereichs
- erwarteter Sitzplatz im Zug
- Wände zum Anlehnen
- Sitzgelegenheiten
- Sicht auf Anzeigen
- Unterhaltungsangebot
- gute Ausleuchtung



Für die Wahl der Warteposition wurden stereotypische Verhaltensweisen evaluiert



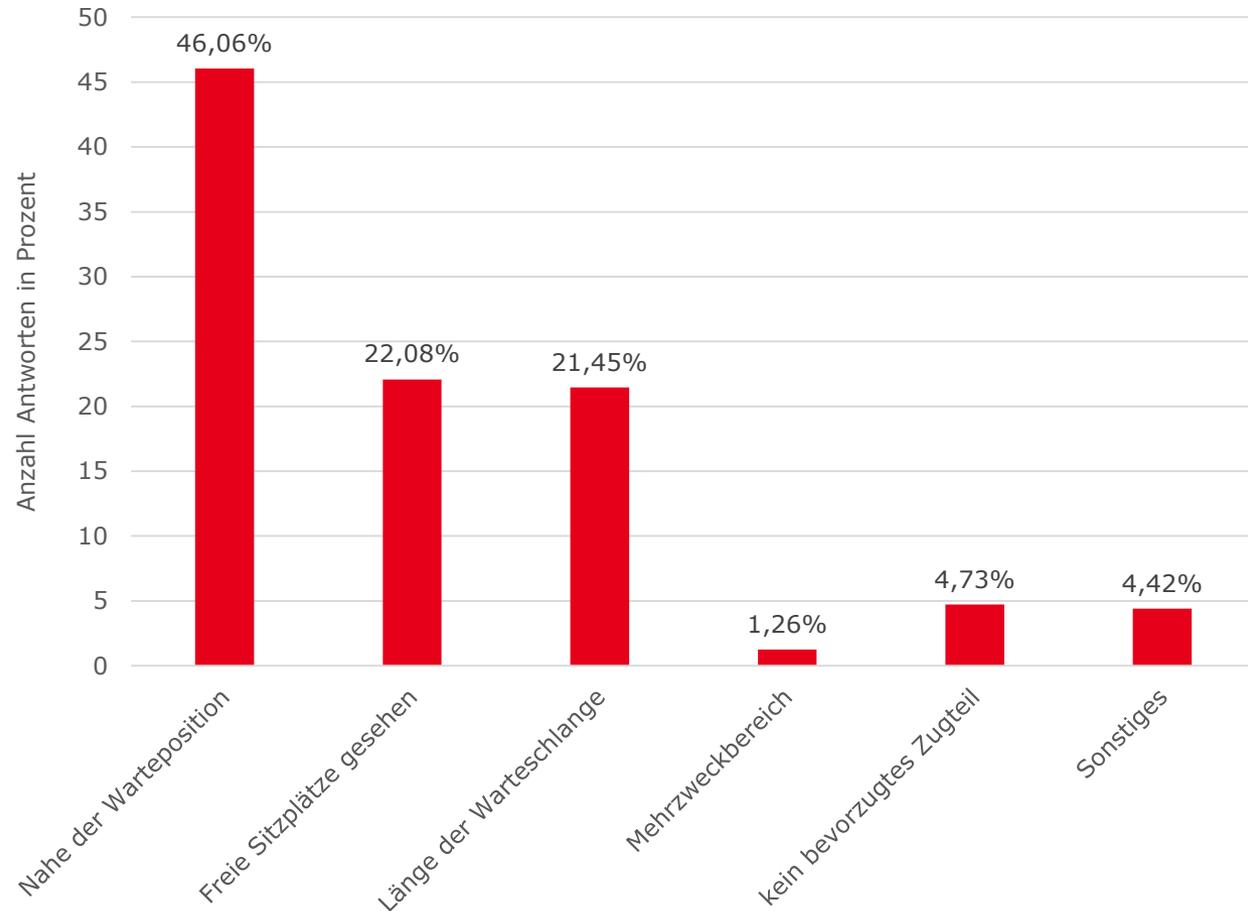
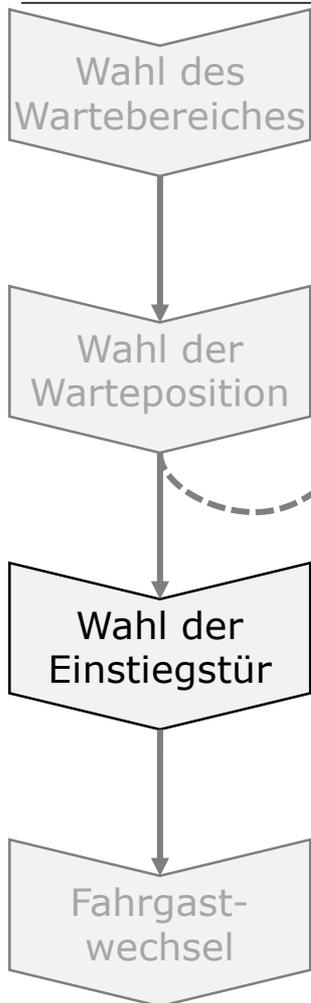
Welche Aussagen beschreiben die Wahl Ihrer Warteposition am besten?



Institut für Arbeitswissenschaften:
Ergebnisse der Befragung



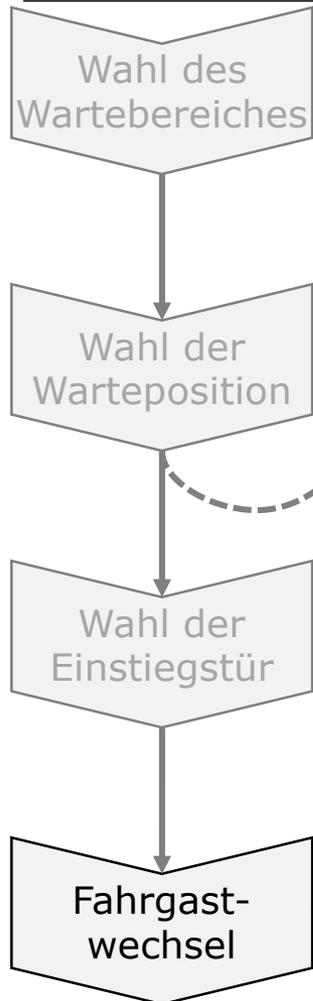
Für die Wahl der Einstiegstür ist die Nähe zur Warteposition ausschlaggebend



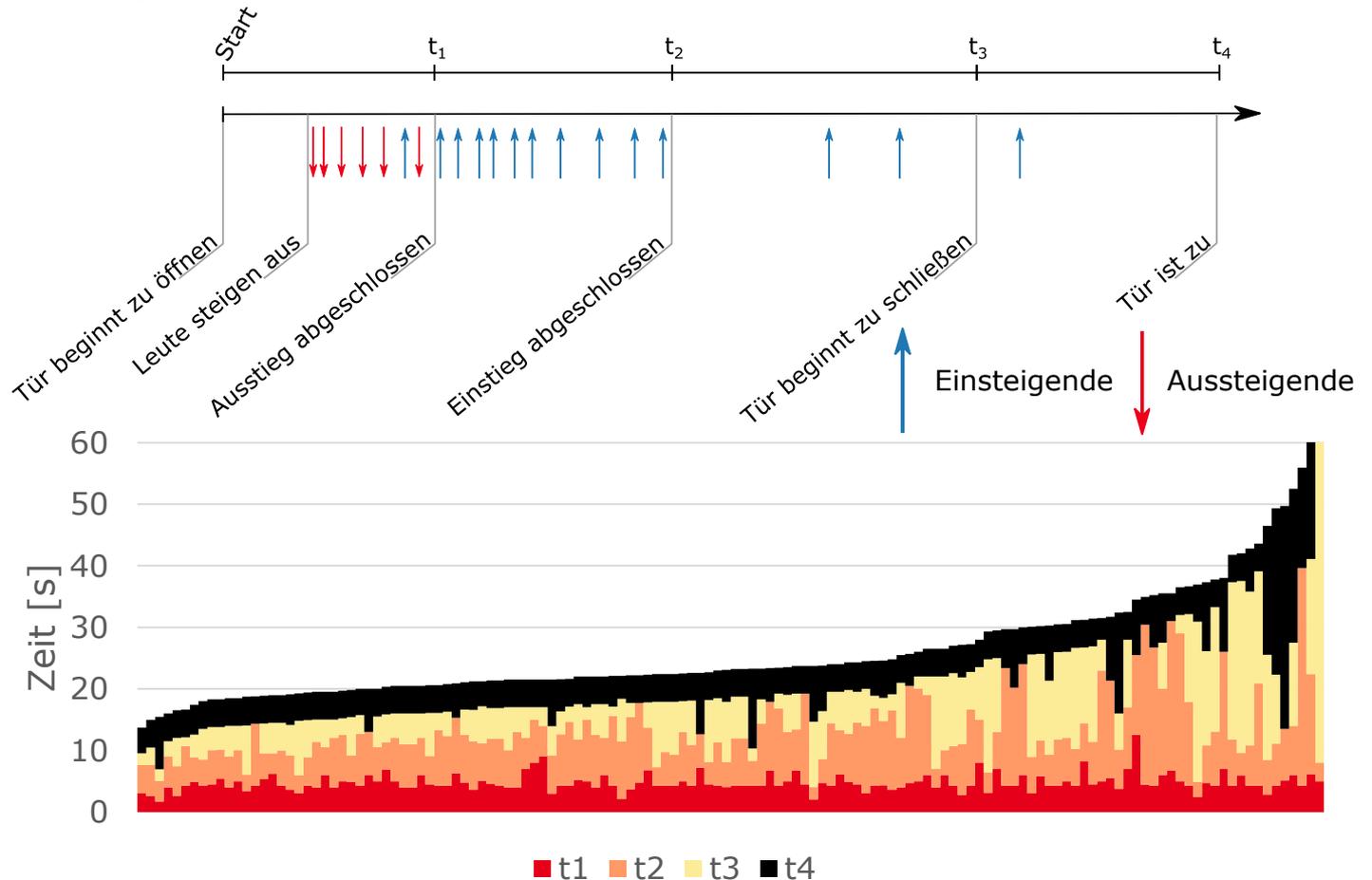
Institut für Arbeitswissenschaften:
Ergebnisse der Befragung



Die größten Haltezeitüberschreitungen werden von Nachzüglern verursacht



Halteprozess



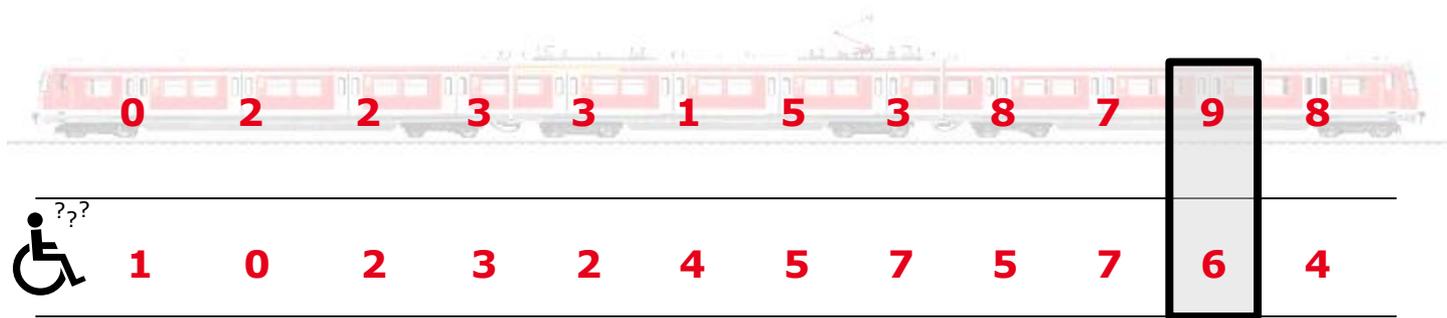
Die mittlere FGWZ bestimmt sich aus der Anzahl und Homogenität der Reisenden

Wahl des
Wartebereiches

Wahl der
Warte-
position

Wahl der
Einstiegstür

Fahrgast-
wechsel



Fahrgastwechselzeit des Zuges

$$T = \max_i t_i$$

Fahrgastwechselzeit an einer Tür

$$t_i = t_{\text{Aus}} + t_{\text{Ein}}$$

Aus-/Einsteigezeit an einer Tür

$$t_{\text{Aus}} = n_i \cdot \tau_{\text{Aus}}$$

Differenzierung nach Fahrgasttypen

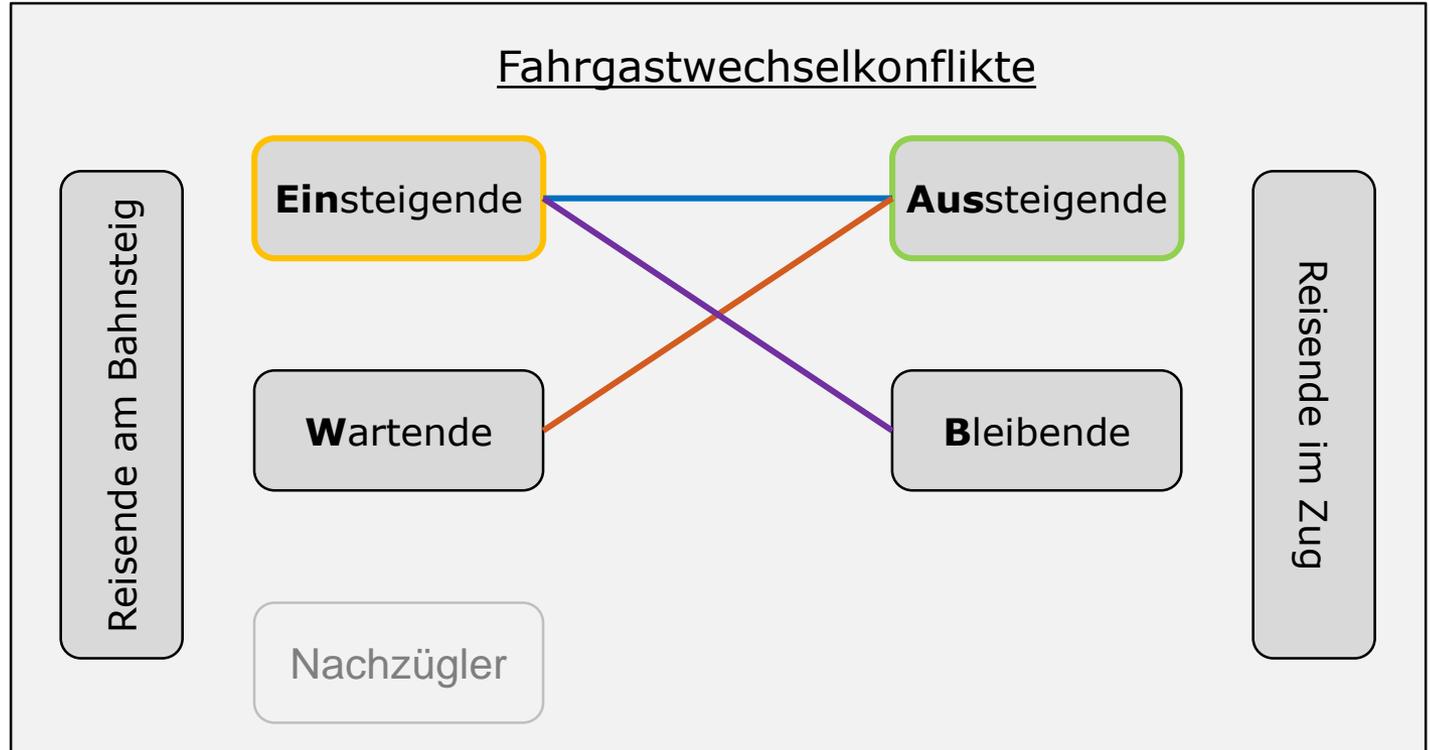
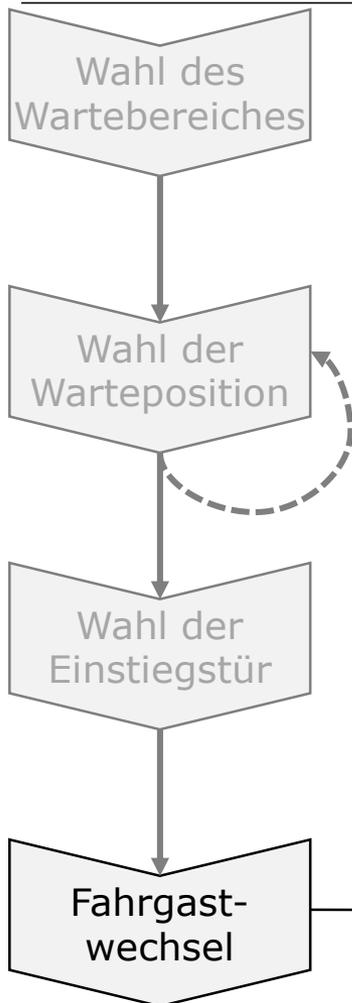
$$t_{\text{Aus},i} = \underbrace{n_{i,l} \cdot \tau_{\text{Aus},l}}_{\text{nicht eingeschränkt}} + \underbrace{n_{i,m} \cdot \tau_{\text{Aus},m}}_{\text{leicht eingeschränkt}} + \dots ?$$

nicht
eingeschränkt leicht
eingeschränkt

$n_{i,l}$ Anzahl der Fahrgäste des Typs l an Tür i
 $\tau_{\text{Aus},l}$ mitt. Aussteigezeit für einen Fahrgast des Typs l



Es sind fünf Konfliktparteien am Fahrgastwechsel beteiligt



Jeder Konflikt trägt zur Fahrgastwechselzeit an einer Türe bei:

$$t_i = \underbrace{t_{\text{Aus}}}_{\text{green}} + \underbrace{t_{\text{Ein}}}_{\text{yellow}} + \underbrace{t_{\text{Aus,Ein}}}_{\text{blue}} + \underbrace{t_{\text{W,Aus}}}_{\text{orange}} + \underbrace{t_{\text{B,Ein}}}_{\text{purple}}$$



Alle grundlegenden Taktiken zur Beschleunigung des Fahrgastwechsels lassen sich in dem vorgestellten Modell abbilden

Verteilung der Reisenden am Bahnsteig

- Reisende an allen Türen gleichmäßig einsteigen lassen
- Reisende nicht im Bereich der Bahnsteigzugänge einsteigen lassen
- Reisende dort, wo wenige Leute aussteigen, einsteigen lassen

Reduktion der Anzahl der Beteiligten am Fahrgastwechsel

- Zahl der Einsteiger reduzieren (durch Wechsel auf späteren Zug)
- Zahl der Personen am Bahnsteig reduzieren
- Zahl der Nachzügler reduzieren

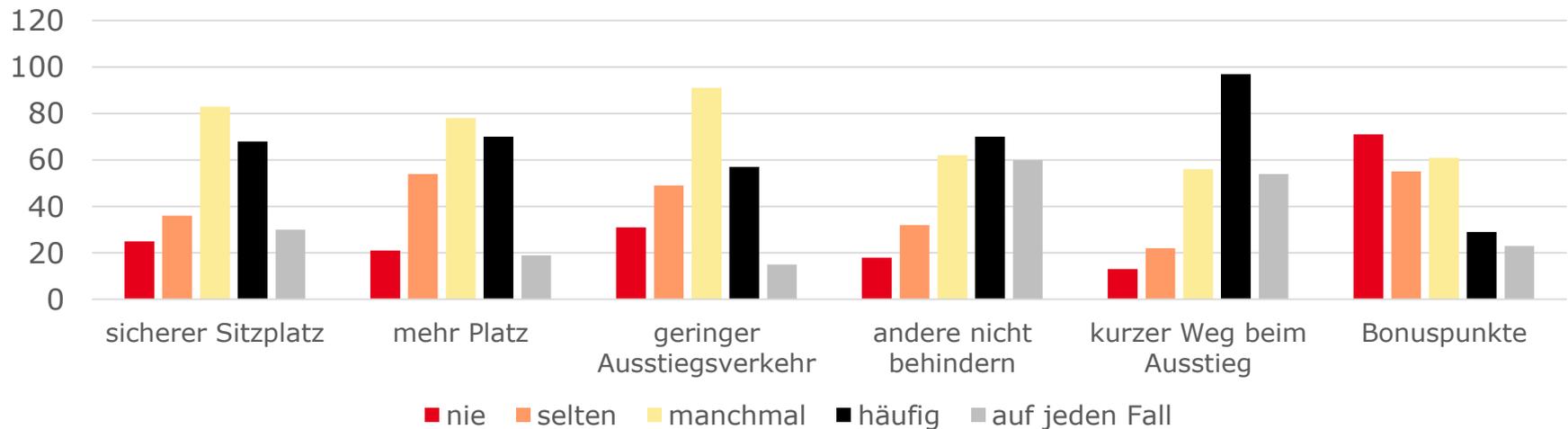
Beschleunigung des Ein-/Ausstiegsprozesses an einer Tür

- Reisende im Fahrzeug (hinter der Tür) besser verteilen
- Aussteiger schneller abführen
- MER an entsprechenden Türen einsteigen lassen
- Optimierung des Türschließprozesses



Eine Reisendenlenkung hinsichtlich eines kurzen Wegs beim Ausstieg scheint am vielversprechendsten

Wie wahrscheinlich würden Sie Ihre Warteposition ändern für...?
(n = 245)



- Die Information der Ausstiegsposition verspricht eine hohe Befolgung
- Fahrgäste bestehen nicht auf einen Sitzplatz
- Bonuspunkte stellen keinen wirksamen Anreiz zur Verhaltensänderung dar



Quantifizierung der Fahrgastwechselzeitreduktion durch Maßnahmen zur Reisendenlenkung

Wie gut lassen sich diese umsetzen hinsichtlich

- Kosten
- Befolgungsgrad

Entwicklung eines „Baukastens“ zur dynamischen Reisendenlenkung

Erweiterung des Modells auf mehrere S-Bahnstationen

