

Fahrzeuglayout und Bahnsteiginfrastruktur - korrespondierender Einfluss auf die Haltezeit

Dr. **Bernhard Rüger**

TU-Wien, Forschungsbereich für Eisenbahnwesen

netwiss OG

FH-St.Pölten, Bahntechnologie und Mobilität

www.TrainOptimizer.com

Einleitung

Bei allen Planungen, die sich auf die **Fahrgäste** beziehen, müssen diese im **Mittelpunkt** aller Untersuchungen stehen!

Seit knapp 20 Jahren werden am Forschungsbereich für Eisenbahnwesen der TU-Wien intensive Forschungen in den Bereichen

- Verhalten
- Bedürfnisse und Erwartungen

..... entlang der gesamten Mobilitätskette durchgeführt!

In 15 Projekten wurden das Verhalten und die Bedürfnisse der Fahrgäste während ihres Aufenthalts im Bahnhof in vielen verschiedenen Phasen analysiert.

Schwerpunkt dieser Präsentation ist das Verhalten am Bahnsteig und beim Einstieg in das Fahrzeug.

Methoden - Fahrgastverhalten im Zug

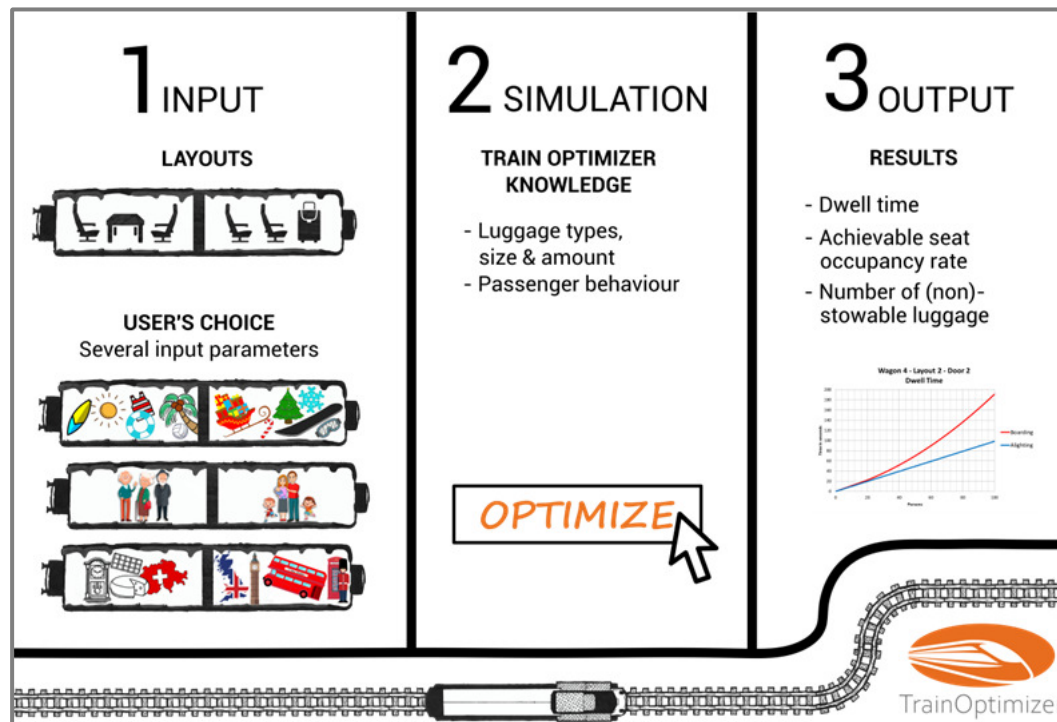
Analyse des Fahrgastverhaltens

- **Tatsächliches Verhalten** von ca. 300.000 Fahrgästen in Zügen (Nahverkehr und Fernverkehr)
 - **Genauere Messungen** der **Fahrgastwechselzeit** von über 20.000 Fahrgästen
- In über 100 verschiedenen Fahrzeugtypen des Nah- und Fernverkehrs in Europa

Fahrgastbedürfnisse und –erwartungen– Befragungen

- Über 50.000 Fahrgäste EU-weit

Outcome: Simulationstool TrainOptimizer®



Methoden - Fahrgastverhalten am Bahnsteig

Fahrgastverteilung und Verhalten am Bahnsteig:

- Beobachtung: Etwa 2.000 Passagiere wurden nach ihrer Warteposition am Bahnsteig analysiert
- Automatische Fahrgastzählung: Die automatische Fahrgastzählung von ca. 4 Millionen Einstiegssituationen der Wiener U-Bahn wurde analysiert.
- ***Zusammenarbeit mit Abschlussarbeiten an der FH-St.Pölten***

Bahnsteig – Fahrgastverteilung

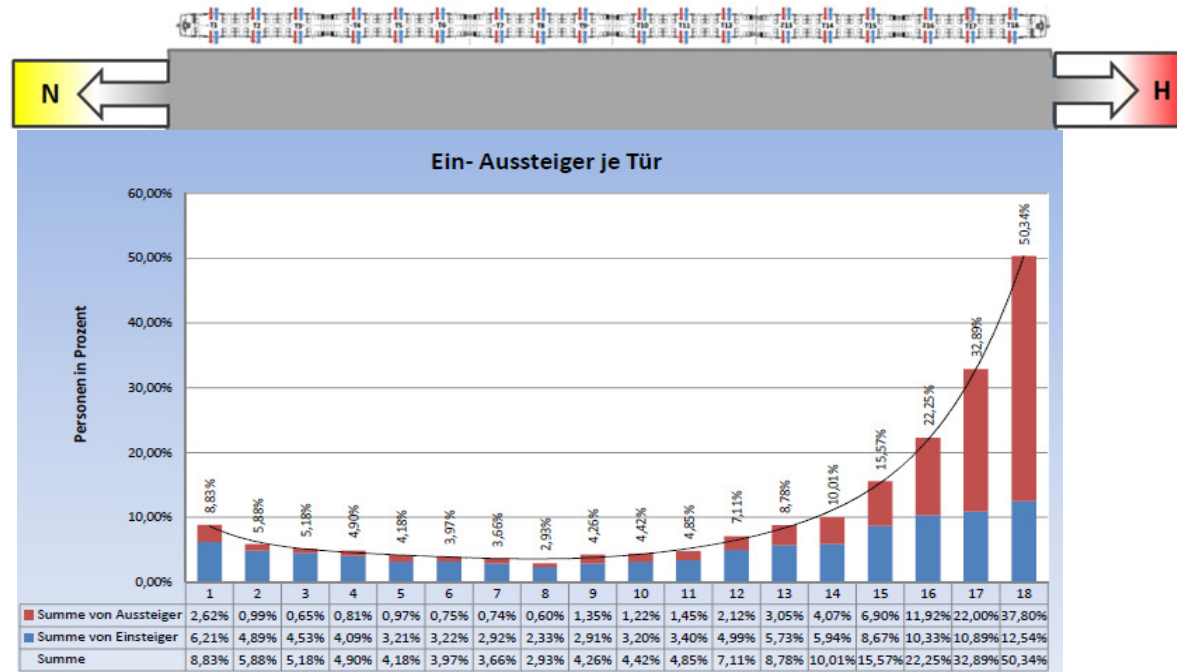
Keine gleichmäßige Nutzung aller Türen → einige Türen sind stark überbelegt!

Überlinearer Zeitbedarf an überfrequentierten Türen → weitere Erhöhung der Fahrgastwechselzeit

Größte Auswirkung hat die Gestaltung der Bahnsteige → **Systemkundige Fahrgäste** wissen genau, **wo** sie den **nächstgelegenen Ausgang** erwarten können.

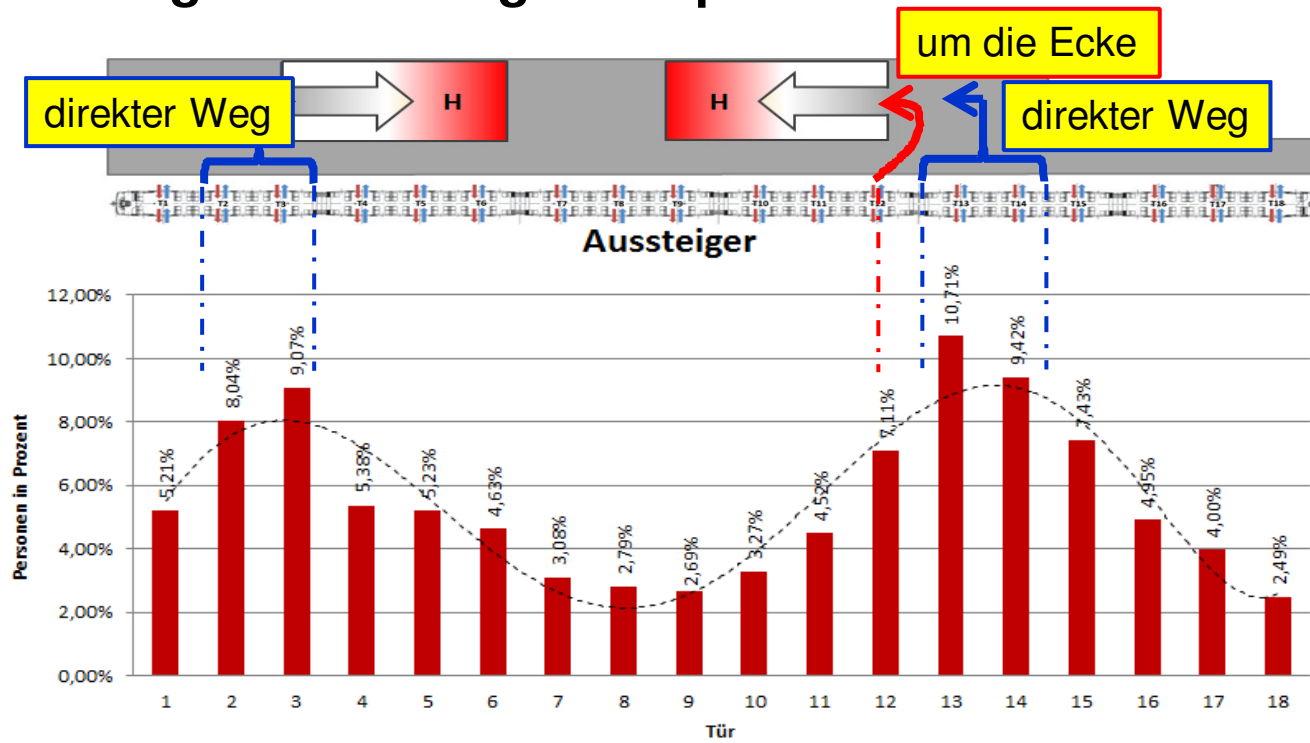
→ In der Regel nutzen sie jene Tür zum Einsteigen, wo sie an der Zielstation den kürzesten Weg zum nächsten Ausgang haben.

Fahrgastverteilung - Beispiel 1



Quelle: Eigner, Thomas; Fahrgastverteilung im U-Bahn-Verkehr; Bachelorarbeit FH-St.Pölten, 2014

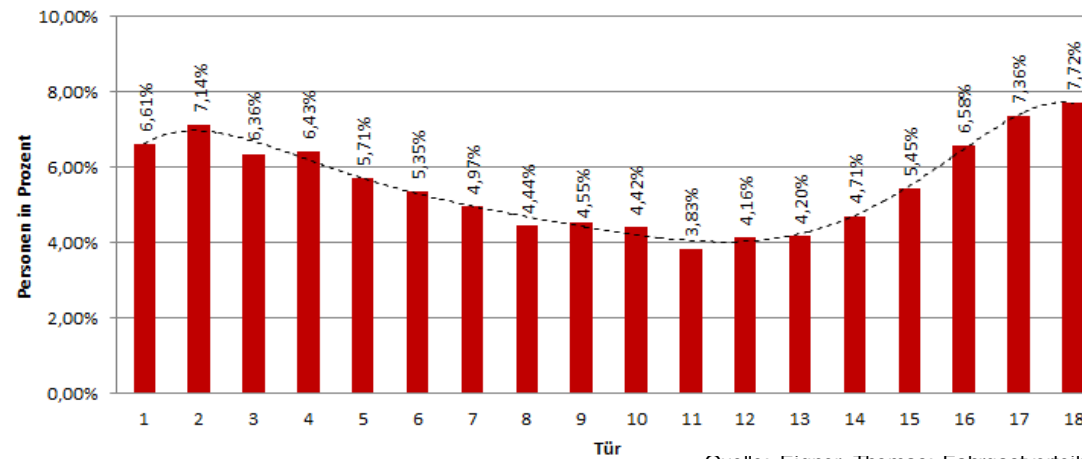
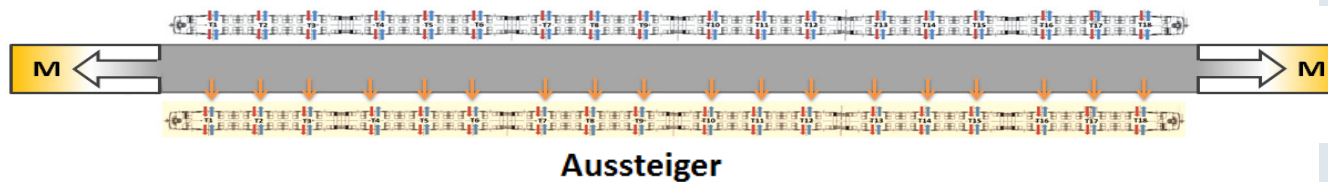
Fahrgastverteilung - Beispiel 2



Quelle: Eigner, Thomas; Fahrgastverteilung im U-Bahn-Verkehr; Bachelorarbeit FH-St.Pölten, 2014

Fahrgastverteilung - Beispiel 3

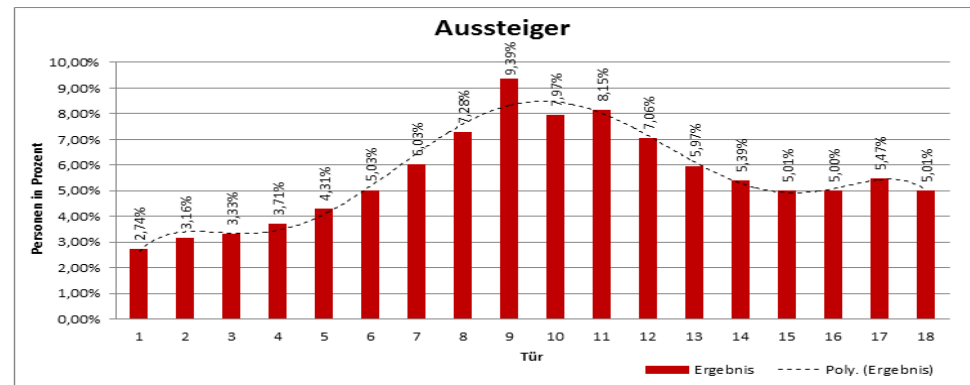
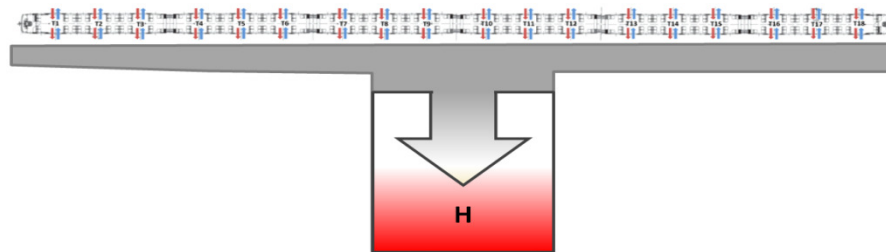
Zwei mittelstark frequentierte Ausgänge und Umstieg am selben Bahnsteig



Quelle: Eigner, Thomas; Fahrgastverteilung im U-Bahn-Verkehr; Bachelorarbeit FH-St.Pölten, 2014

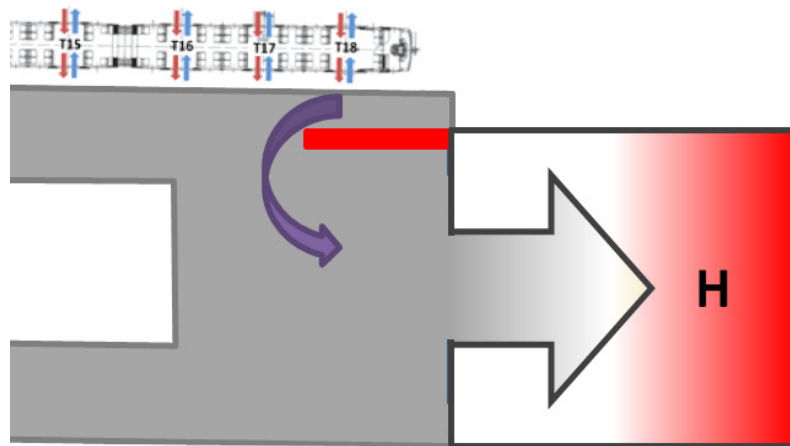
Fahrgastverteilung - Beispiel 4

Ein breiterer Hauptausgang in der Mitte des Bahnsteigs

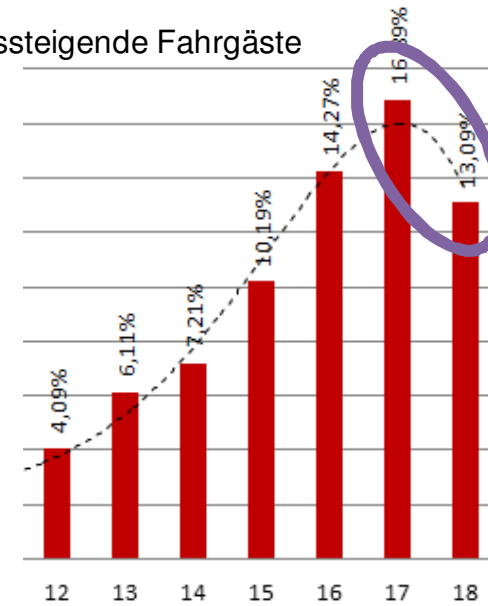


Quelle: Eigner, Thomas; Fahrgastverteilung im U-Bahn-Verkehr; Bachelorarbeit FH-St.Pölten, 2014

Einbauten (Beispiel Wand)



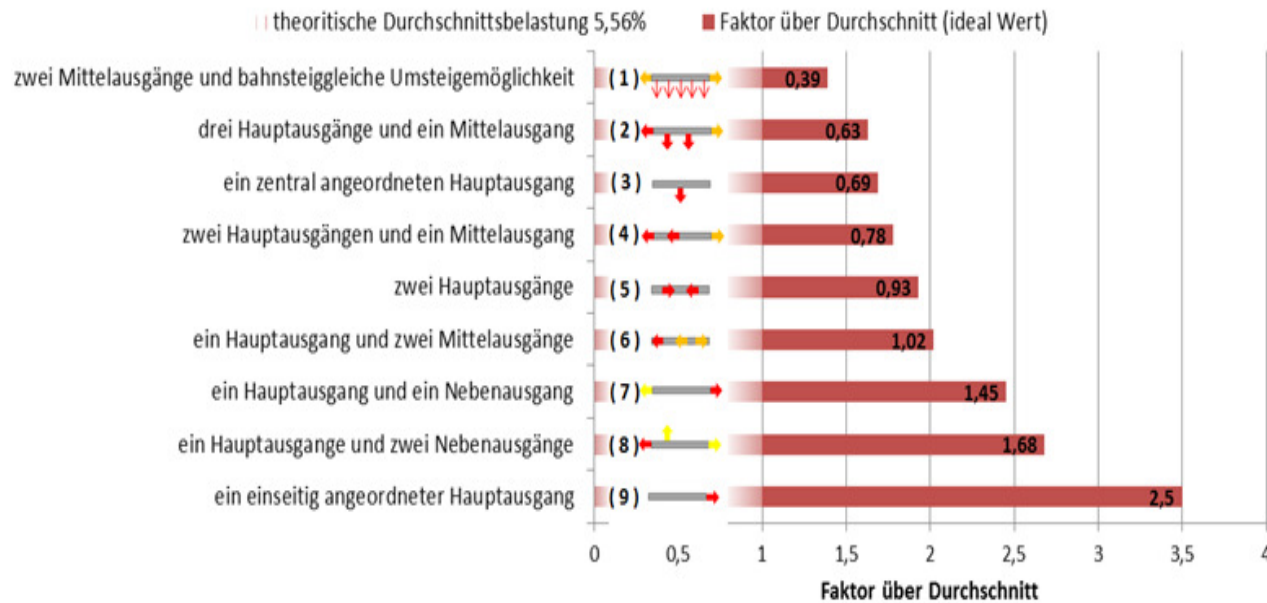
Aussteigende Fahrgäste



Quelle: Eigner, Thomas; Fahrgastverteilung im U-Bahn-Verkehr; Bachelorarbeit FH-St.Pölten, 2014

Vergleich verschiedener Bahnsteigtypen

Aussteigende Fahrgäste in Prozent der am stärksten frequentierten Tür je Bahnsteigtyp



Quelle: Eigner, Thomas; Fahrgastverteilung im U-Bahn-Verkehr; Bachelorarbeit FH-St.Pölten, 2014

Effekt bahnsteiggleiches Umsteigen

Systemkundige Fahrgäste denken über die Umsteigestation hinaus.

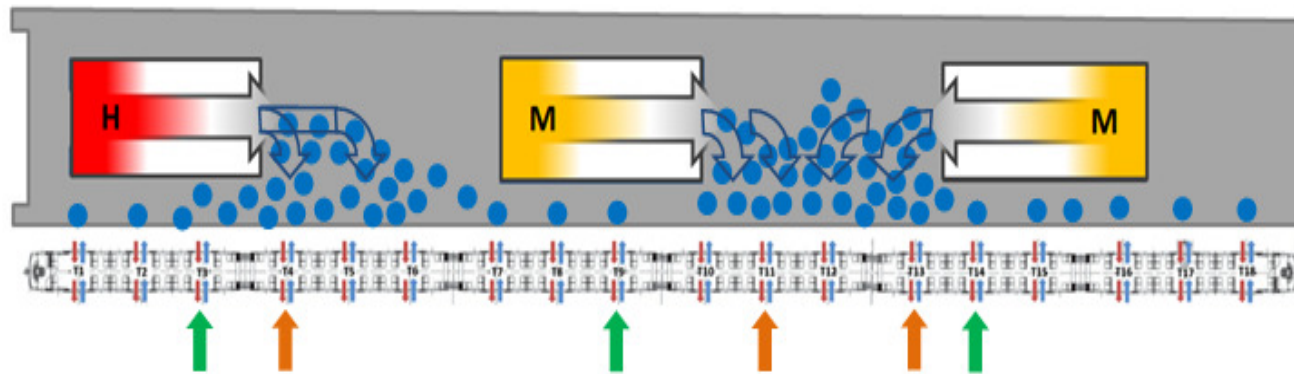
Beispiel Wien - Fahrgäste U4/U6 mit Umstieg in Längenfeldgasse:

Positionierung beim Einstieg bei einer Linie in Abhängigkeit des nächstgelegenen Ausgangs bei der anderen Linie.

→ Anordnung der Zu-/Abgänge einer Linie beeinflusst die Fahrgastverteilung einer anderen Linie.

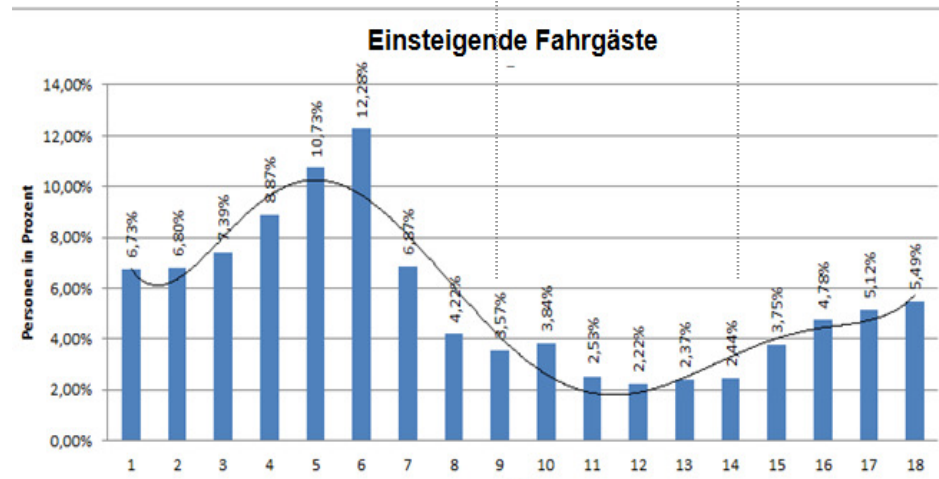
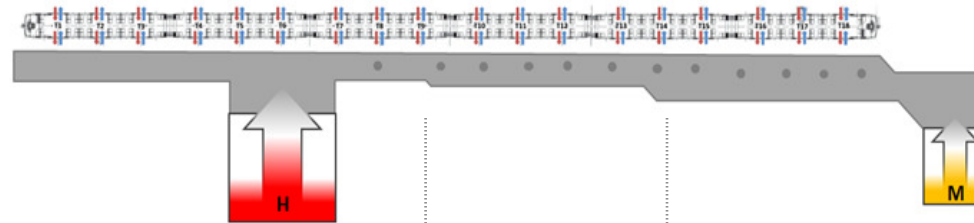
Fahrgastfluss je Zugang - Einsteiger

H = Hauptzugang, M = mittelfrequenterer Zugang



Quelle: Eigner, Thomas; Fahrgastverteilung im U-Bahn-Verkehr; Bachelorarbeit FH-St.Pölten, 2014

Zugänge, Bahnsteigbreiten



Quelle: Eigner, Thomas; Fahrgastverteilung im U-Bahn-Verkehr; Bachelorarbeit FH-St.Pölten, 2014

Verteilung einsteigender Fahrgäste

Kurze Zugfolgen → nicht alle Fahrgäste haben die Zeit, die gewünschte Tür aufzusuchen.

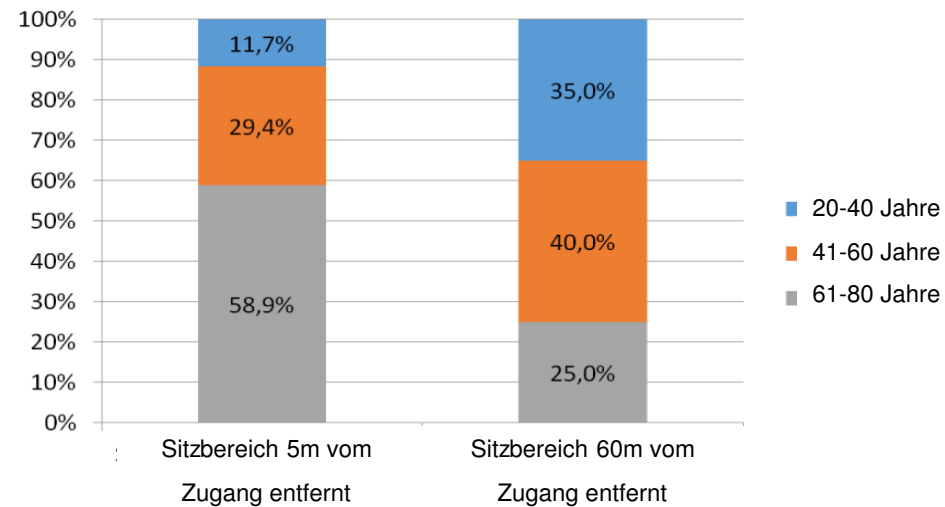
„Nachspringer“ – Fahrgäste, die nur knapp den Zug erreichen und die nächst beste Türe nutzen

Orts-/systemunkundige Personen, welche die Ausgestaltung der Zielstation nicht kennen.

Abhängigkeit der Zugänge und der Türbelegung einsteigender Fahrgäste → Überlagerung mit starker Aussteigeranzahl

Wartebereiche - Sitzplätze

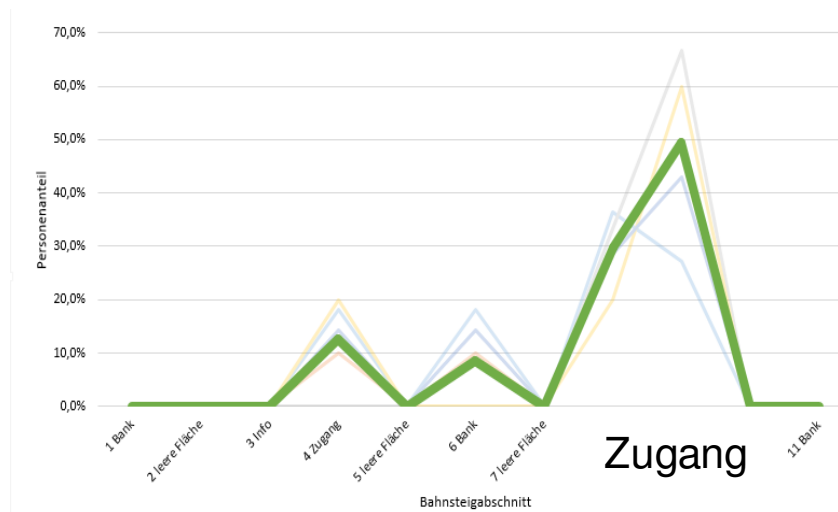
Ältere Menschen bleiben näher am Bahnsteigzugang,
jüngere Menschen nutzen auch die Bänke in der Ferne.



Quelle: Vgl. Delac, Marco; Fahrgastverteilung auf dem Bahnsteig; Wiener S-Bahn Stammstrecke, Bachelorarbeit FH-St.Pölten, 2014

Passagiere mit schwerem Gepäck

Passagiere mit schwerem **Gepäck** bleiben in der **Nähe des Zugangs** stehen. V.a. systemunkundige Touristen warten sie in der Nähe des Zugangs.



Quelle: Delac, Marco; Fahrgastverteilung auf dem Bahnsteig; Wiener S-Bahn Stammstrecke, Bachelorarbeit FH-St.Pölten, 2014

Fahrgastwechselzeit - Haupteinflussfaktoren

Fahrgäste

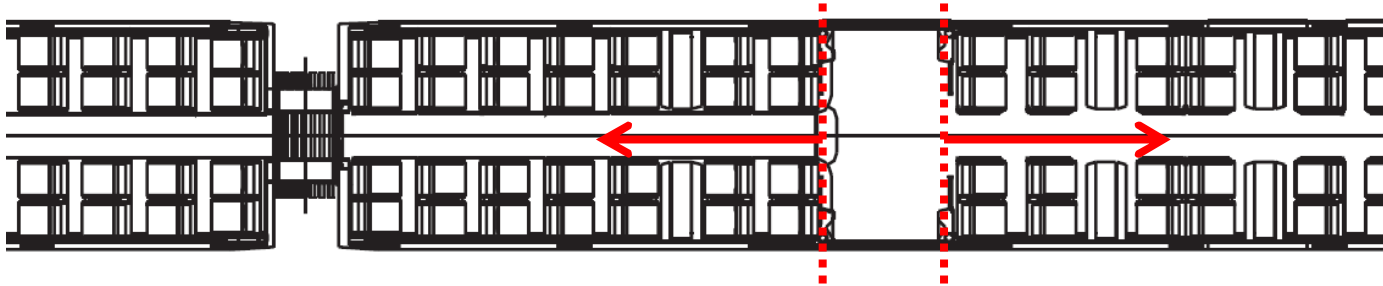
- Alter/Geschlecht
- Mobilitätseinschränkungen
- Mitnahme von Gepäck

Fahrzeuggestaltung

- Einstieg – Level Bording, Stufen, Spalt(überbrückung)
- Türbreite – Eine, zwei oder mehrere Gehspuren möglich?
- Auffangbereich
- Innenraum – Erreichbarkeit der Plätze
- Gangbreiten
- Gepäckablagen (Fernverkehr oder ÖV als Zubringer)

Fahrgastfluss – Innenraum – wichtigste Einflüsse

1. Innenraum ab Einstiegsraum betrachten

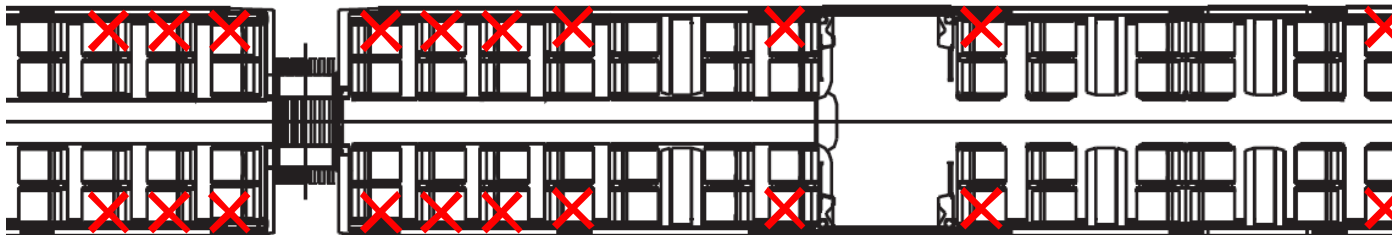


Wagenlayout bei offenen Übergängen mit Nebenwagen kombiniert betrachten.

Layout-Quelle: <https://www.oebb.at/dam/jcr:b697320b-4493-48f2-a9f4-b8ff3af4d4ec/datenblatt-cityjet-eco.pdf>

Fahrgastfluss – Innenraum – wichtigste Einflüsse

2. Sitzplatzwahl



Fahrgäste meiden nach Möglichkeit „eingesperrte“
Sitzplätze

→ Reihenbestuhlung: Fensterplatz

Layout-Quelle: <https://www.oebb.at/dam/jcr:b697320b-4493-48f2-a9f4-b8ff3af4d4ec/datenblatt-cityjet-eco.pdf>

Fahrgastfluss – Innenraum – wichtigste Einflüsse

2. Sitzplatzwahl



Fahrgäste meiden nach Möglichkeit „eingesperrte“
Sitzplätze

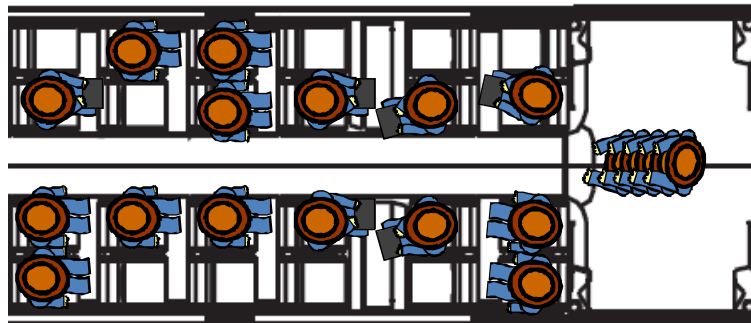
- Reihenbestuhlung: Fensterplatz
- Vis-à-vis-Bestuhlung mit Tisch: Fensterplatz

Layout-Quelle: <https://www.oebb.at/dam/jcr:b697320b-4493-48f2-a9f4-b8ff3af4d4ec/datenblatt-cityjet-eco.pdf>

Fahrgastfluss – Innenraum – wichtigste Einflüsse

2. Sitzplatzwahl – Probleme durch „gemiedene“ Sitze

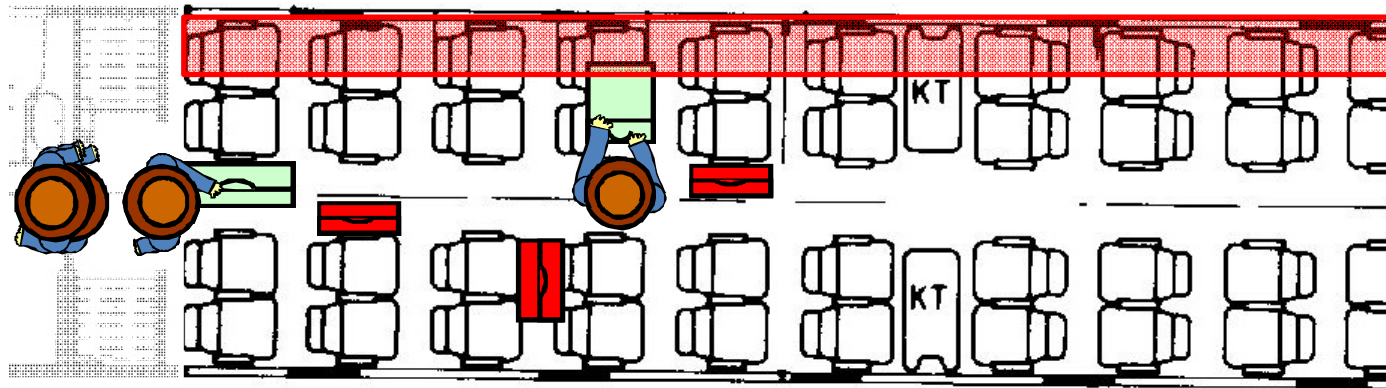
- Defacto-Sitzplatzverlust, geringere Kapazität
- Beeinträchtigungen im Fahrgastwechsel
 - Fahrgäste, die zu Fensterplätzen gelangen wollen, verursachen einen **Rückstau**



Layout-Quelle: <https://www.oebb.at/dam/jcr:b697320b-4493-48f2-a9f4-b8ff3af4d4ec/datenblatt-cityjet-eco.pdf>

Fahrgastfluss – Innenraum – wichtigste Einflüsse

3. Gepäck – Keine Ablagen oder nur Überkopfablagen
→ Gepäck im Gang, auf/vor Sitzen



Fahrgastfluss – Innenraum – wichtigste Einflüsse

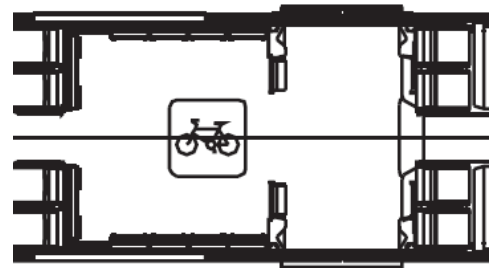
2. Sitzplatzwahl – Gute Erreichbarkeit der Sitze schaffen

→ Teilweise Einzelsitze

→ Mehr Vis-à-vis-Bestuhlung ohne große Tische

3. Erreichbarkeit der Sitze & Gepäck/Kinderwagen/Räder:

→ Mehrzweckabteile mit Klappsitzen

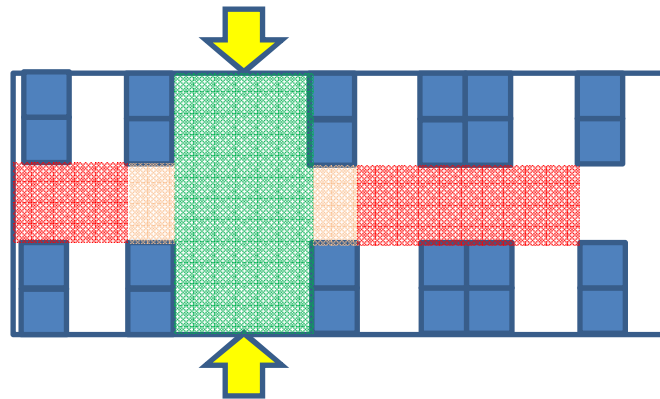


Layout-Quelle: <https://www.oebb.at/dam/jcr:b697320b-4493-48f2-a9f4-b8ff3af4d4ec/datenblatt-cityjet-eco.pdf>

Einstiegsraum - Innenraum

Fahrgastströme

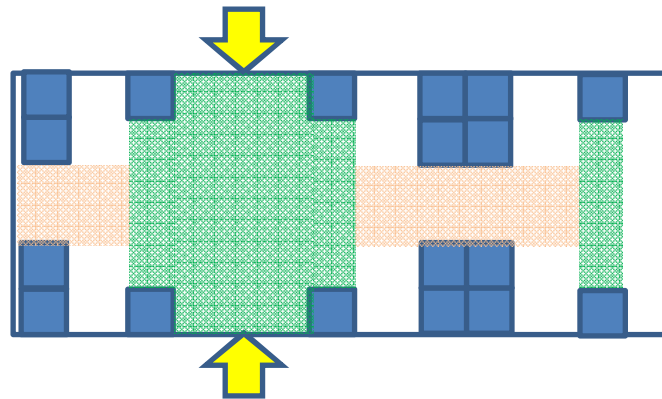
„Unbeliebte Sitze“ & „unbeliebte Aufenthaltsbereiche“ →
„eingesperrt sein“



Einstieg: Max. 3,5 Pers/m²!
Gang: Max. 1,5 Pers/m!
Gang: Laufmeter!!

Einstiegsraum - Innenraum

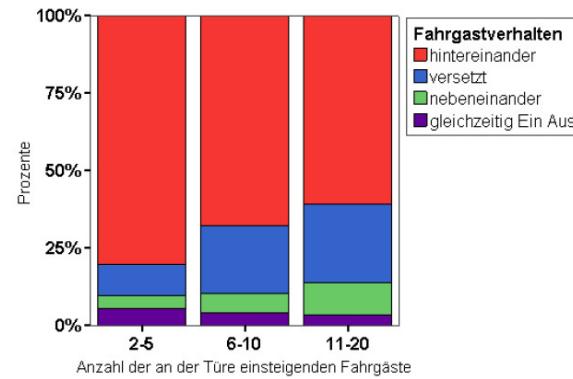
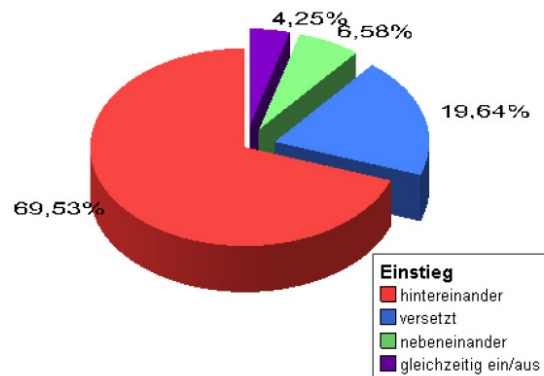
Für Auslastung und Fahrgastfluss besser:



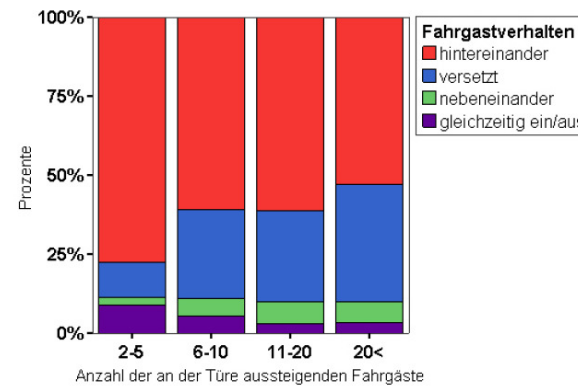
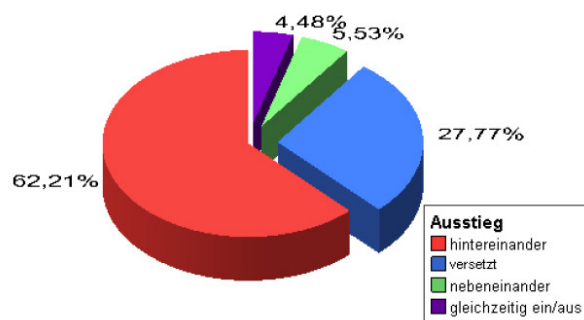
Einstieg: Max. 3,5 Pers/m²!
Gang: Max. 1,5 Pers/m!
Gang: Laufmeter!!

Fahrgastströme (Türbreite – 130cm Level Boarding)

Fahrgastverhalten beim Einsteigen

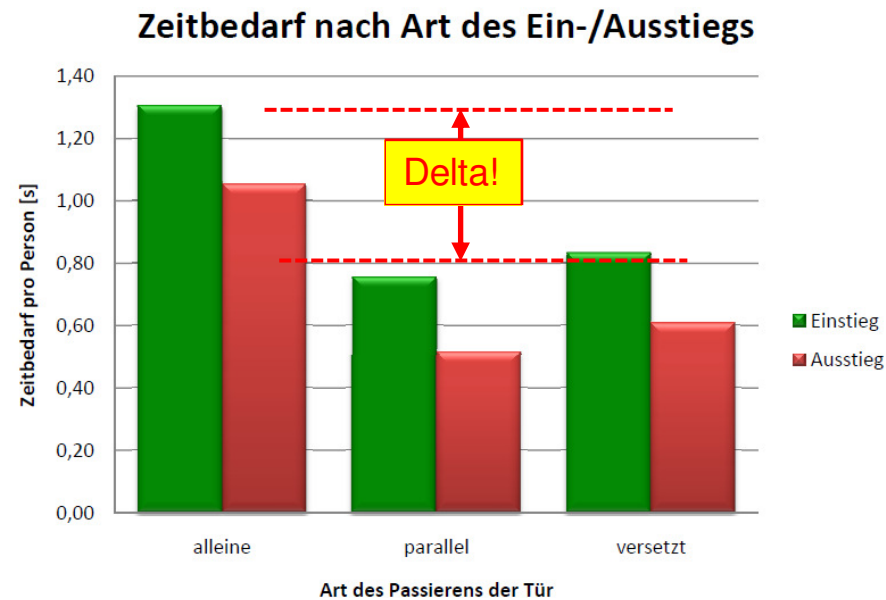


Fahrgastverhalten beim Aussteigen



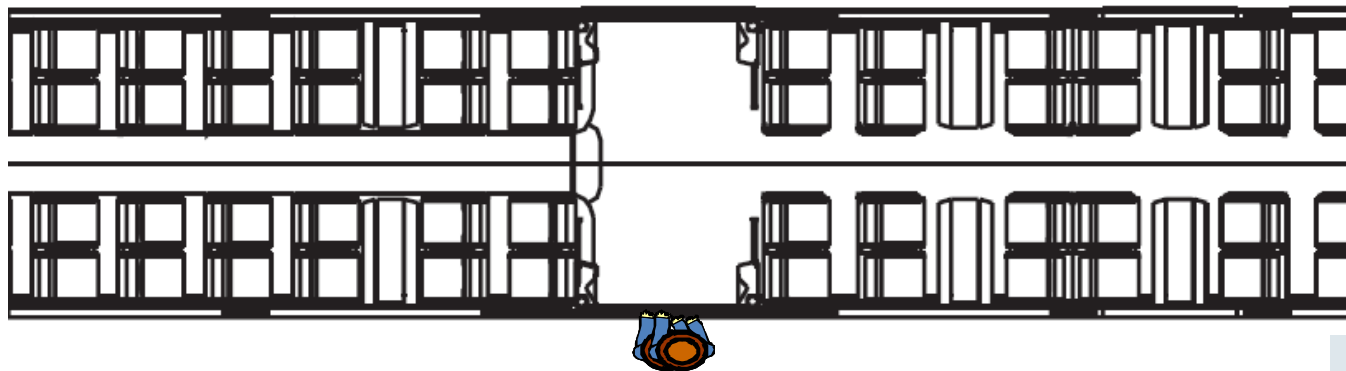
Fahrgastwechselzeit - Türbreite

Türbreite 160cm → nahezu alle Fahrgäste steigen parallel aus und ein – große Zeitdifferenz!



Zusammenspiel Innenraum - Einstieg

Aufteilung Fahrgaststrom – Rückstau aus dem Innenraum wird reduziert

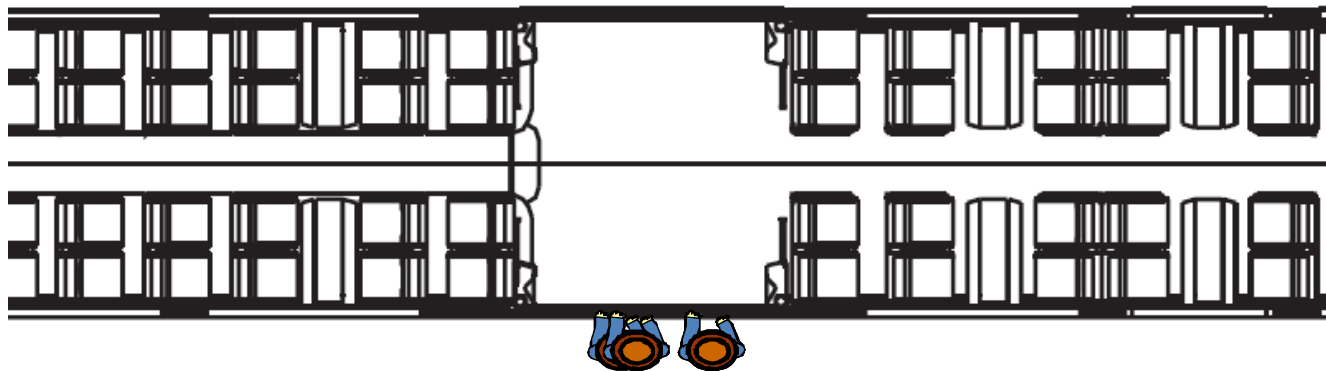


Problem: Türbreiten unter 160cm – Einstieg hauptsächlich hintereinander

Layout-Quelle: <https://www.oebb.at/dam/jcr:b697320b-4493-48f2-a9f4-b8ff3af4d4ec/datenblatt-cityjet-eco.pdf>

Zusammenspiel Innenraum - Einstieg

Aufteilung Fahrgaststrom – Breitere Türe (mind. 160cm)



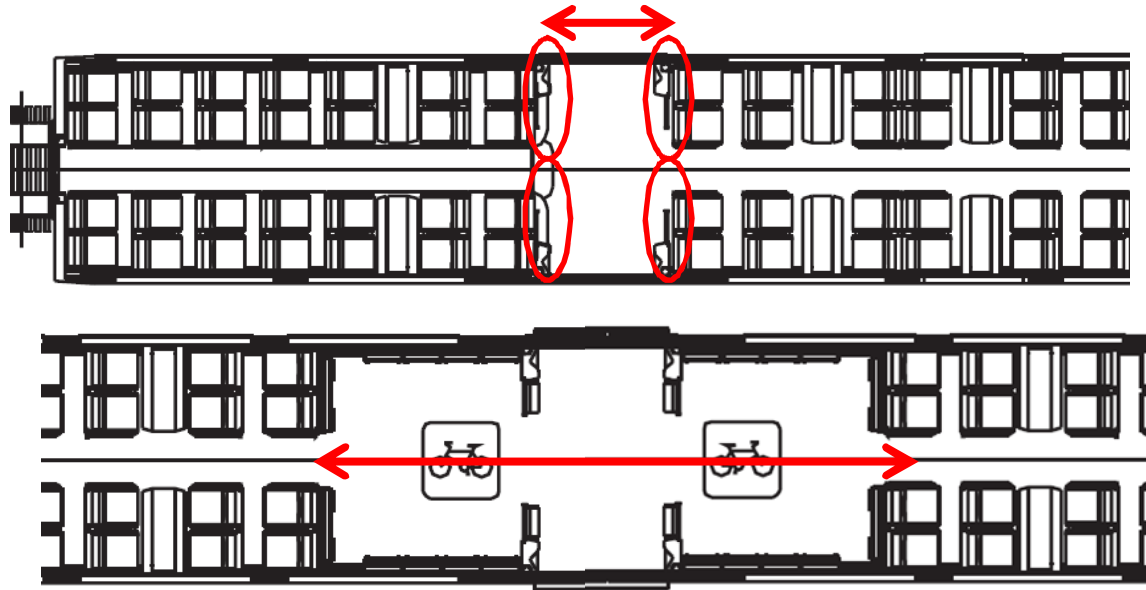
Rückstau aus Innenraum tritt schneller auf

Layout-Quelle: <https://www.oebb.at/dam/jcr:b697320b-4493-48f2-a9f4-b8ff3af4d4ec/datenblatt-cityjet-eco.pdf>

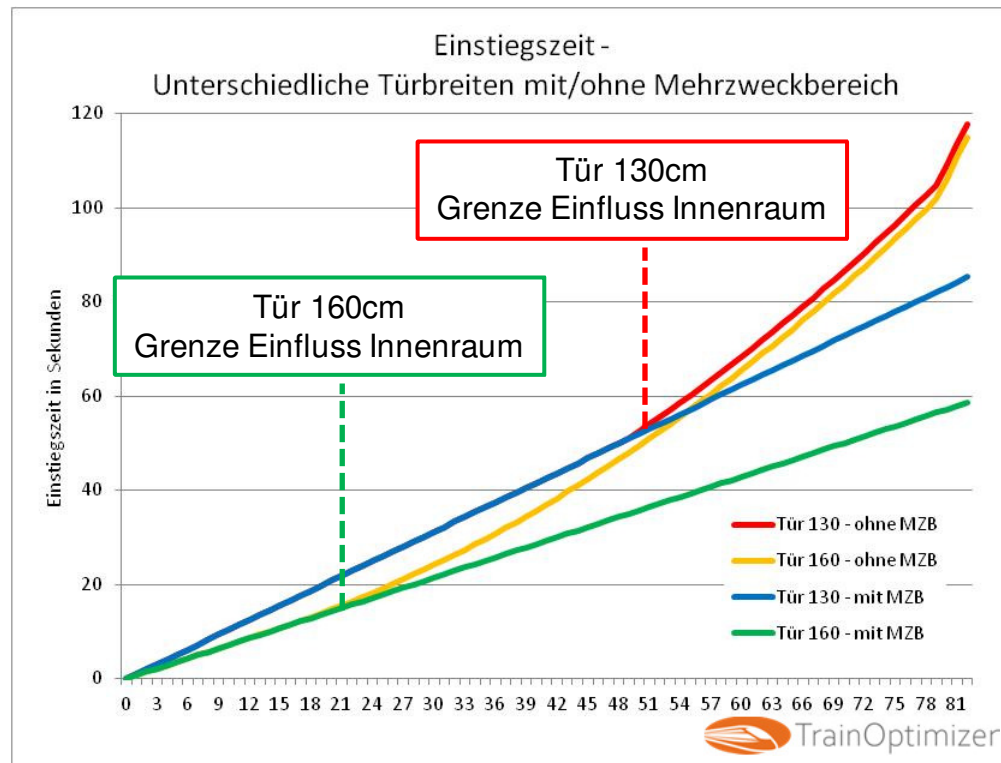
Wichtig für kurzen Fahrgastwechsel

Türbreite mind. 160cm – Standback mind. 25cm

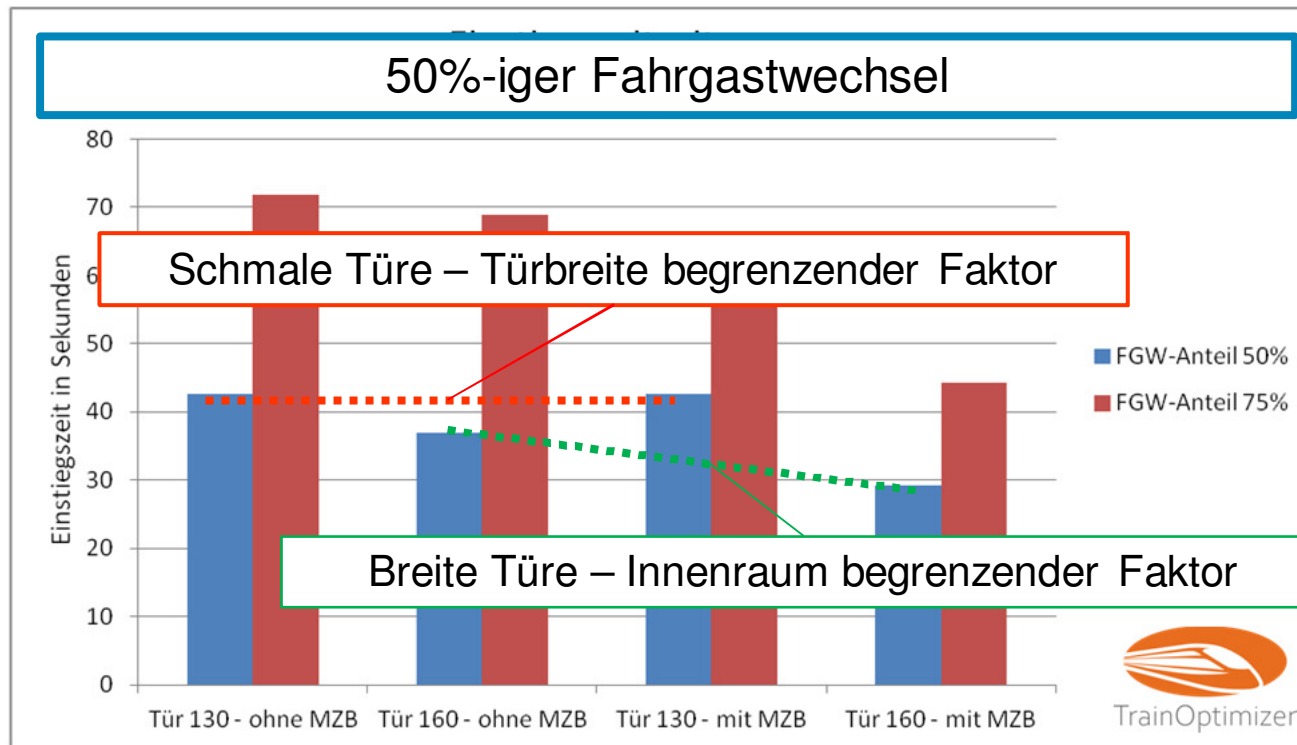
Guter Abfluss des Fahrgaststromes im Innenraum



Layoutvergleich – Türbreite/Mehrzweckbereich



Layoutvergleich – Türbreite/Mehrzweckbereich

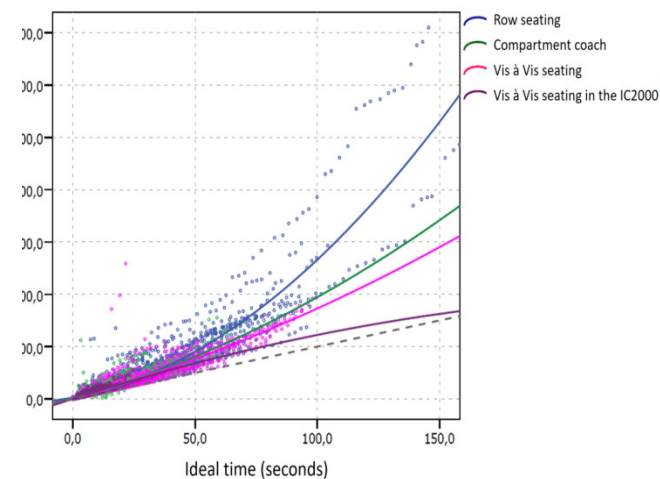
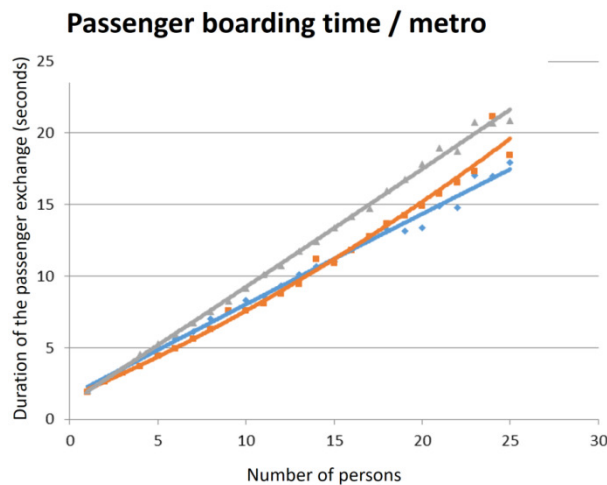


Zusammenwirken Bahnsteig - Fahrgastwechselzeit

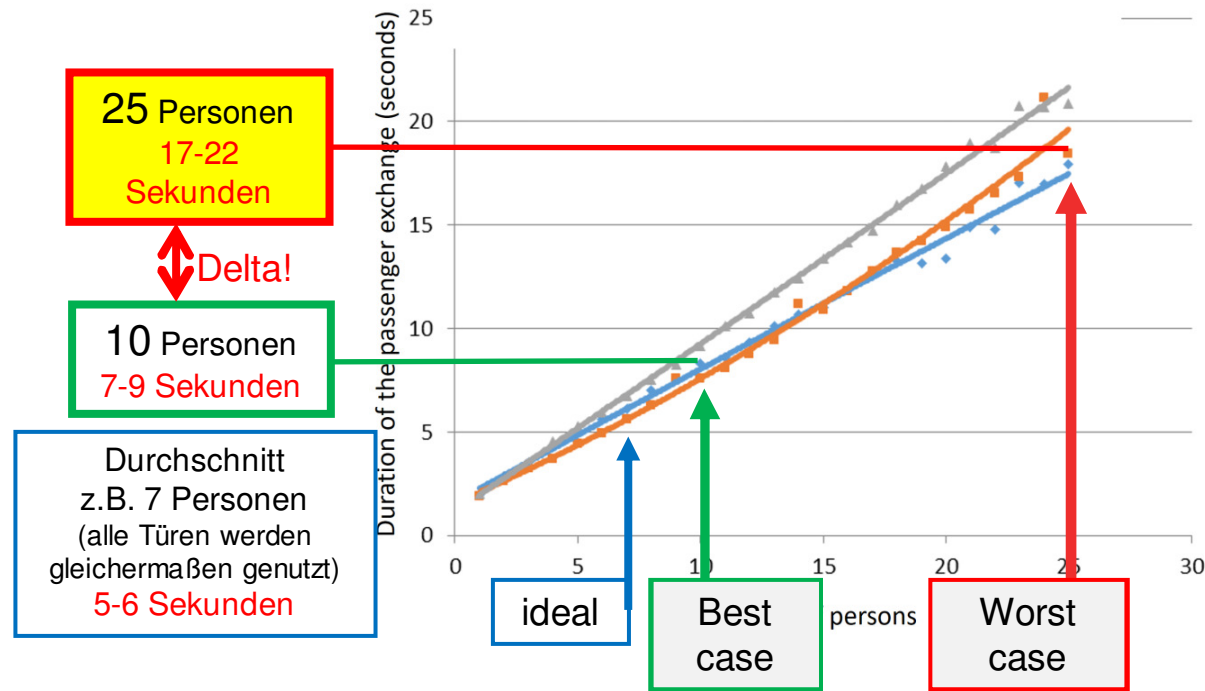
Fahrgastwechselzeit → starker Einfluss auf die Haltezeit

Im Fernverkehr steigt die Einstiegszeit mit höherer Potenz,
im Nahverkehr ist sie annähernd linear.

Je mehr Passagiere, desto länger die Haltezeit.



Fahrgastwechselzeit - maßgebliche Tür



Schlussfolgerung - Bahnsteiggestaltung

Zugang zum Bahnsteig:

- Es ist mehr als ein Zugang erforderlich
- Nicht nur am Ende des Bahnsteigs, sondern besser zusätzlich im Viertels- oder in den Drittelpunkt
- Entlang der Linie nicht immer genau an den gleichen Stellen → unterschiedliche Gestaltung der Bahnsteige im Netz

Schlussfolgerung - Fahrzeuggestaltung

Fahrzeuginnenraum - Rascher Passagierfluss:

- Keine/wenig „eingesperrte“ Sitzplätze
- Gangbreiten über 60cm
- Gute Gepäcksunterbringung (v.a. bei Zubringer zu Flughäfen oder großen Bahnhöfen)
- Ausreichend Mehrzweckbereiche
- Gute Aufteilung des Fahrgaststromes, gleichmäßige Türaufteilung

Einstieg:

- Level Boarding – Spaltüberbrückung
- Türbreiten mind. 160cm



Besten Dank für Ihr Interesse!

Dr. Bernhard RÜGER
Bernhard.Rueger@netwiss.at
Bernhard.Rueger@tuwien.ac.at

