TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna University of Technology

TrainOptimizer

netwiss

Einfluss der Gepäckunterbringung auf das Fahrgastverhalten in Eisenbahnfahrzeugen

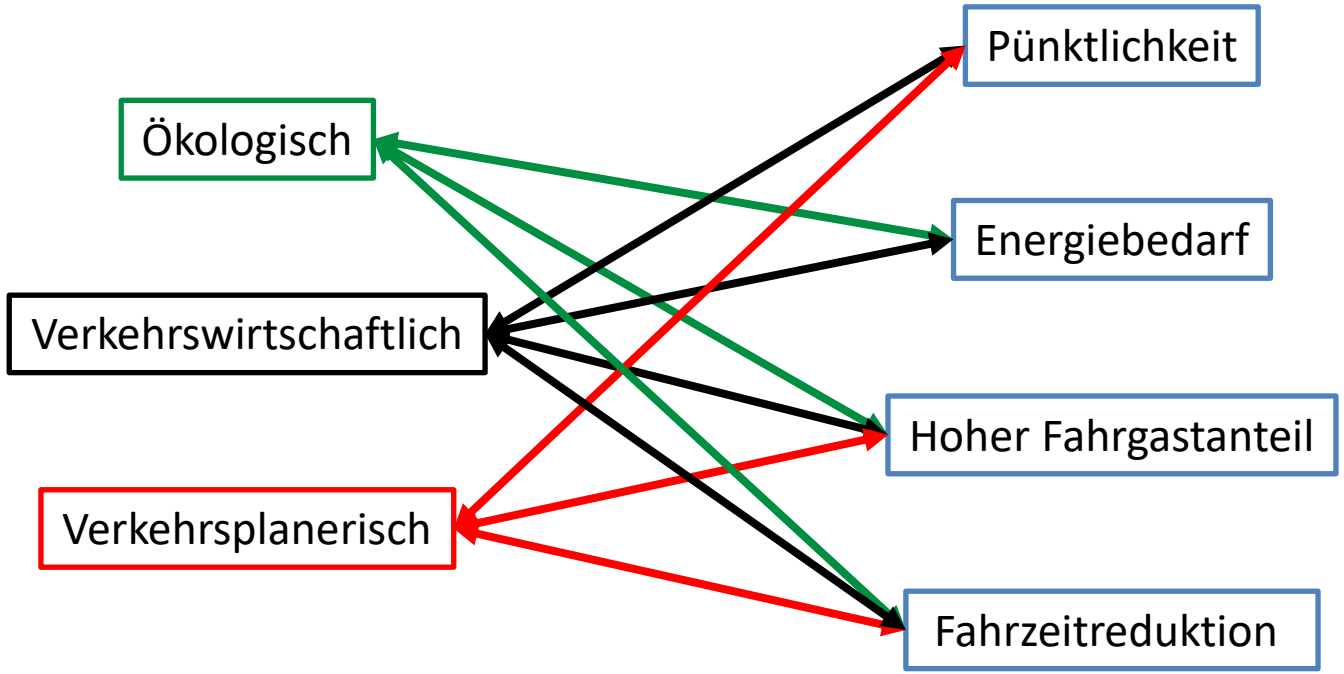
Dr. Bernhard **Rüger**

TU-Wien & netwiss

www.TrainOptimizer.com

Effizientes System Bahn – Vielzahl an Aspekten

Drei Kernaspekte und zugehörige Attribute exemplarisch herausgegriffen:



Fokus Fahrzeuginnenräume – ausgewählte Einflussfaktoren

- *Pünktlichkeit:*
  - Haltezeit
- *Energiebedarf:*
  - Pünktlichkeit - Verspätungen
- *Hoher Fahrgastanteil:*
  - Zufriedene Fahrgäste
  - Hoher erzielbarer defacto Auslastungsgrad
- *Fahrzeitreduktion:*
  - Haltezeit

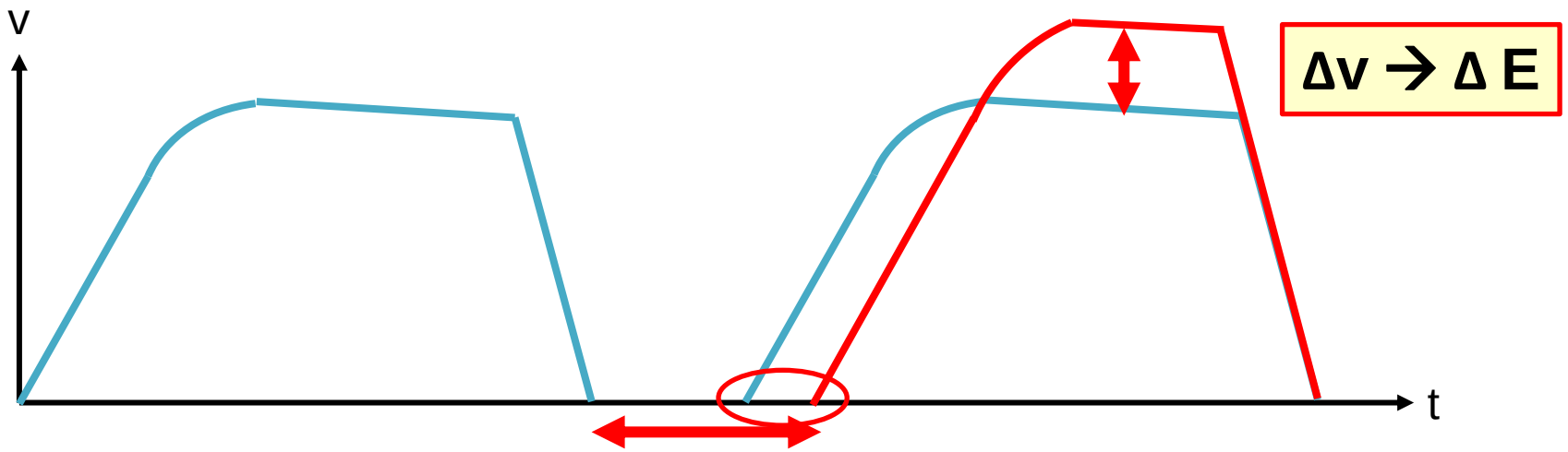
Einflussfaktoren – Nutzen, Zusammenhang

- *Pünktlichkeit:*
  - Betriebsqualität
  - Fahrgastzufriedenheit
- *Energiebedarf:*
  - Wirtschaftlichkeit
  - Nachhaltigkeit
- *Hoher Fahrgastanteil:*
  - Wirtschaftlichkeit
  - Nachhaltigkeitsziel
- *Fahrzeitreduktion:*
  - Attraktives Angebot
  - Erreichung von erforderlichen Kantenfahrzeiten
  - Fahrzeugmaßnahmen statt teure Infrastruktur

Energiebedarf - Fahrzeitreduktion – Pünktlichkeit

- *Energiebedarf - Fahrzeuggesamtkonzept*
  - Lange Wagen mit zwei Drehgestellen sind pro Laufmeter schwerer als kürzere Wagen mit Jakobsdrehgestellen oder kurze Wagenkästen mit Einzelrädern

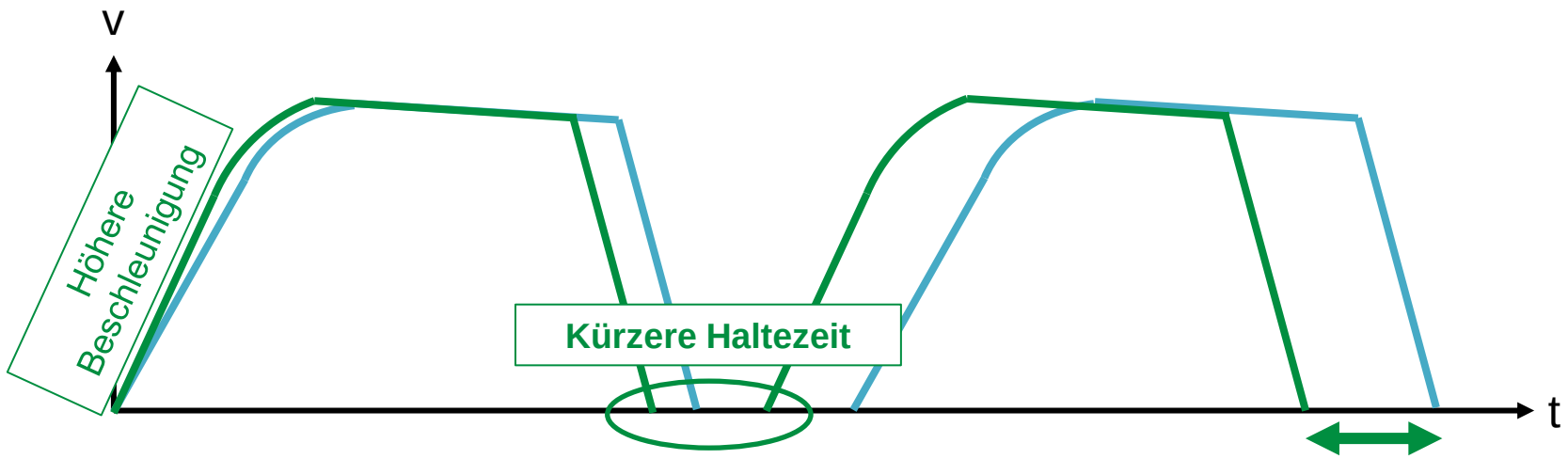
- *Energiebedarf – Fahrzeitreduktion - Pünktlichkeit*
  - Fahrschaubild – **Haltezeitüberschreitung:**



Energiebedarf - Fahrzeitreduktion – Pünktlichkeit

- *Energiebedarf - Fahrzeuggesamtkonzept*
  - Lange Wagen mit zwei Drehgestellen sind pro Laufmeter schwerer als kürzere Wagen mit Jakobsdrehgestellen oder kurze Wagenkästen mit Einzelrädern

- *Energiebedarf – Fahrzeitreduktion - Pünktlichkeit*
  - Fahrschaubild – **Fahrzeitreduktion:**



Forschung

- **20 Jahre Erfahrung im Themenbereich Gepäck**
- Kooperation ***netwiss*** – ***TU-Wien/Eisenbahnwesen***

- Ziel aller Projekte:

Finden des **Optimums** der
Bedürfnisse und Anforderungen zwischen
Reisenden und **Betreibern**

Effiziente Fahrzeuginnenräume

- Essentiell – exaktes **Wissen über:**
  - **Wünsche** und **Anforderungen**
  - **Erfahrungen**
  - **tatsächliches Verhalten** ..... der Reisenden

Nur, wenn das Fahrzeuglayout die Reisendenbedürfnisse in allen Bereichen erfüllt, kann es effizient sein!

Ergebnis der Projekte

Berechnungsmodel

- **Input:**
  - Anzahl der Reisenden
  - Verteilung der Reisenden (Alter, Geschlecht)
  - Reisezweckmix
  - Einlesen von Fahrzeuglayouts
- **Output:**
  - Fahrgastwechselzeit
  - Gepäckaufkommen
  - Gepäckunterbringung (welches Gepäck wird wo untergebracht?)
  - Welche Sitze werden benutzt, welche blockiert?
  - Tatsächlich erzielbarer Sitzplatzauslastungsgrad
  - Effizienz des Fahrzeuglayouts

1 INPUT

LAYOUTS

USER'S CHOICE

- Seasons
- Travel mixes
- Age distribution
- Specific regions
- Obligatory seat reservation

2 SIMULATION

TRAIN OPTIMIZER KNOWLEDGE

BAGGAGE TYPES, SIZE & AMOUNT
Based on travel purpose, age & sex

PASSENGER BEHAVIOUR
- Willingness to lift baggage
- Prefered stowages
- Prefered kind of storing
- Wish of visual contact

Based on age & sex of persons and baggage item

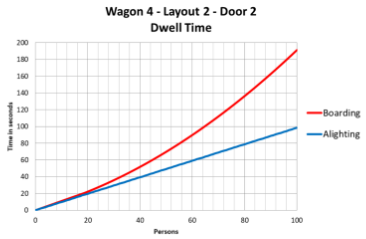
INFLUENCE ON DWELL TIME
Interaction between passengers, baggage & interiors

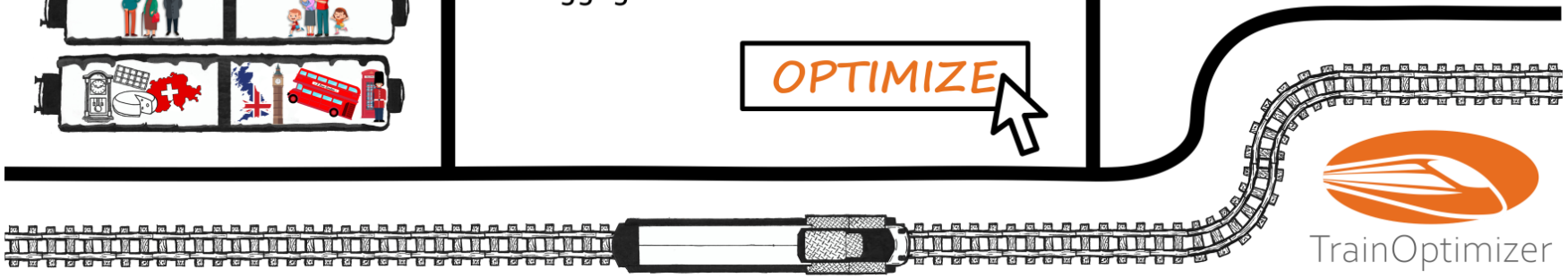
OPTIMIZE

3 OUTPUT

RESULTS

- Dwell time
- Achievable seat occupancy rate
- Number of (not) stowable baggage





www.TrainOptimizer.com

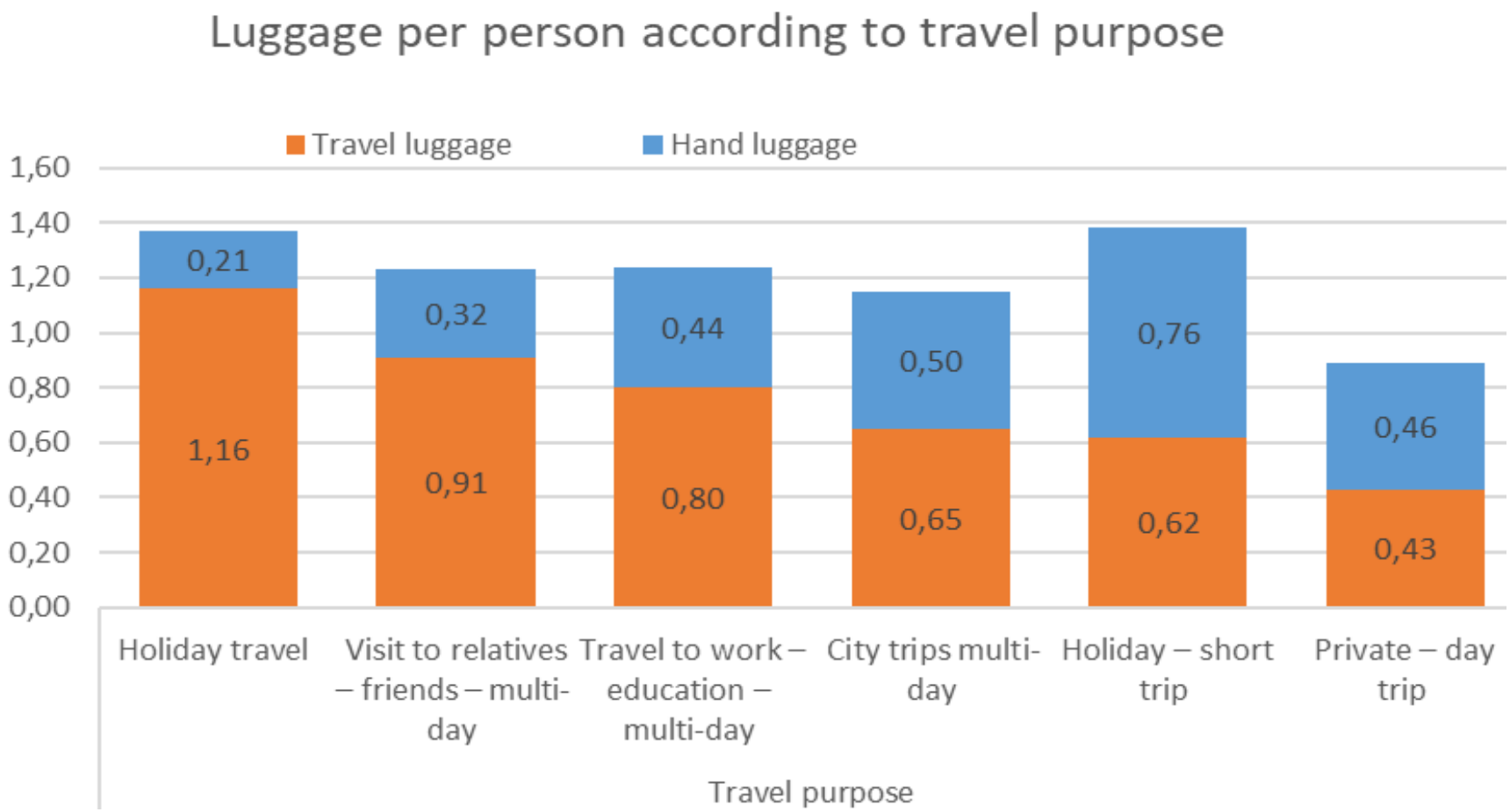
Gepäck – wer ist betroffen?

Nahezu jede Person in Fernverkehrszügen

→ Durchschnittlich:

- Ein Reisegepäckstück pro Person
- Zusätzlich Handgepäck

Anzahl Gepäckstücke (Bsp. AT)



Basisanforderungen - Gepäckunterbringung

→ Zwei Grundsätze:

- Reisende wollen das **Heben** des Gepäcks **vermeiden!**
- Reisende wünschen **Sichtkontakt** zum Gepäck!

→ Zusätzlich:

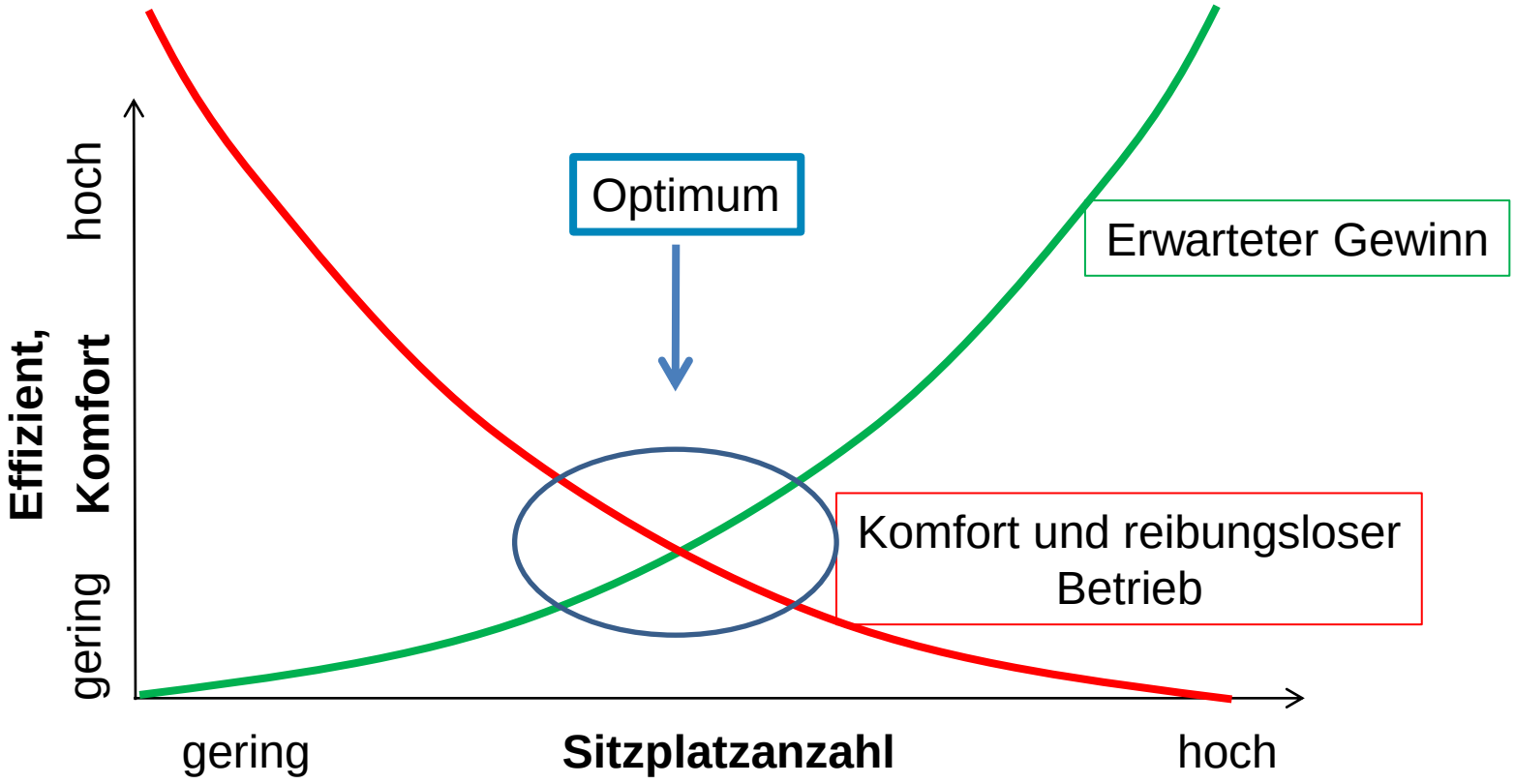
- **Ausreichend Platz** für die Gepäckunterbringung**!**

Missachtung der Grundsätze

→ ***Auswirkung:***

- Gepäck wird auf Sitzen, in Gängen etc. verstaut
- Sinkender **Sitzplatzauslastungsgrad**
- Behinderungen im Fahrgastfluss
- Längere **Fahrgastwechselzeiten**
- Sinkender Komfort

Fahrzeuglayout - Gesamtkonzept



Symbolzeichnung

Gepäckracks

- Beliebt bei Reisenden
- Hauptproblem:
  - **Anordnung** – am Ende des Innenraums oder im Einstiegsraum

    → Kein Sichtkontakt *(z.B. Rack beim Einstieg, nur zu 30% genutzt)*
  - **Abmessungen** der Gepäckracks stimmen oft nicht mehr mit aktuellem Gepäck überein

    → Ineffizienz

Zwischen Sitzrückenlehnen

- Sehr beliebt bei Reisenden!
  - Einfache Unterbringung, kein Heben, nahe zu den Reisenden
- Hauptproblem:
  - **Platz** zwischen den Sitzen stimmt nicht mehr mit aktuellen Gepäckabmessungen überein

    → Ineffizient

Einfluss des gesamten Layouts

Anordnung der

- Sitze
- Gepäckablagen

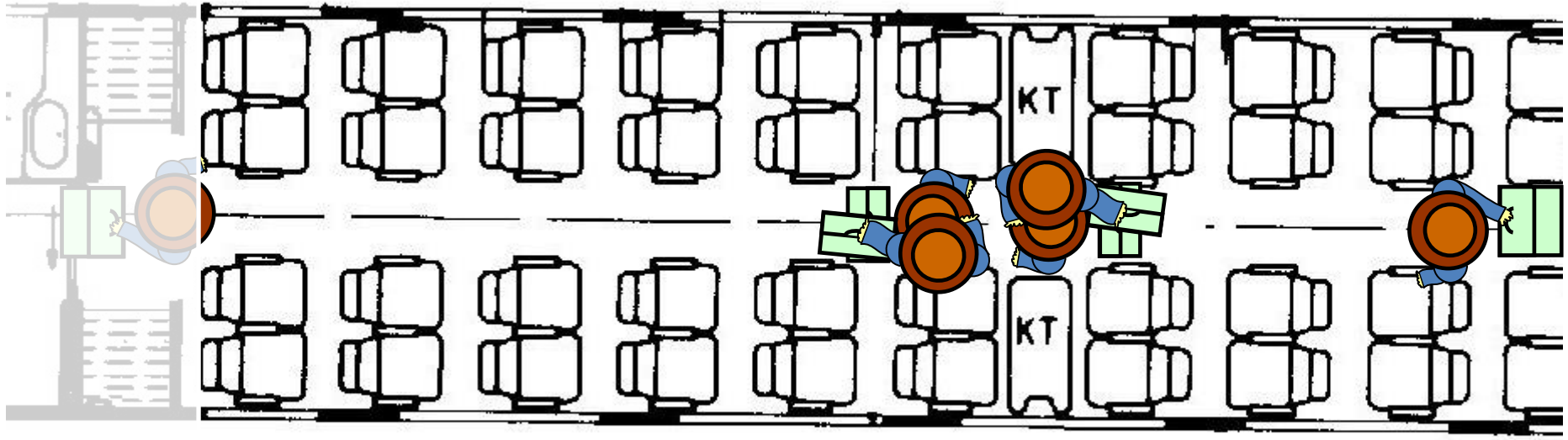
→ hat einen großen Einfluss auf:

- erzielbaren Sitzplatzauslastungsgrad
- Fahrgastwechselzeit

Zwei kurze Beispiele:

Reihenbestuhlung

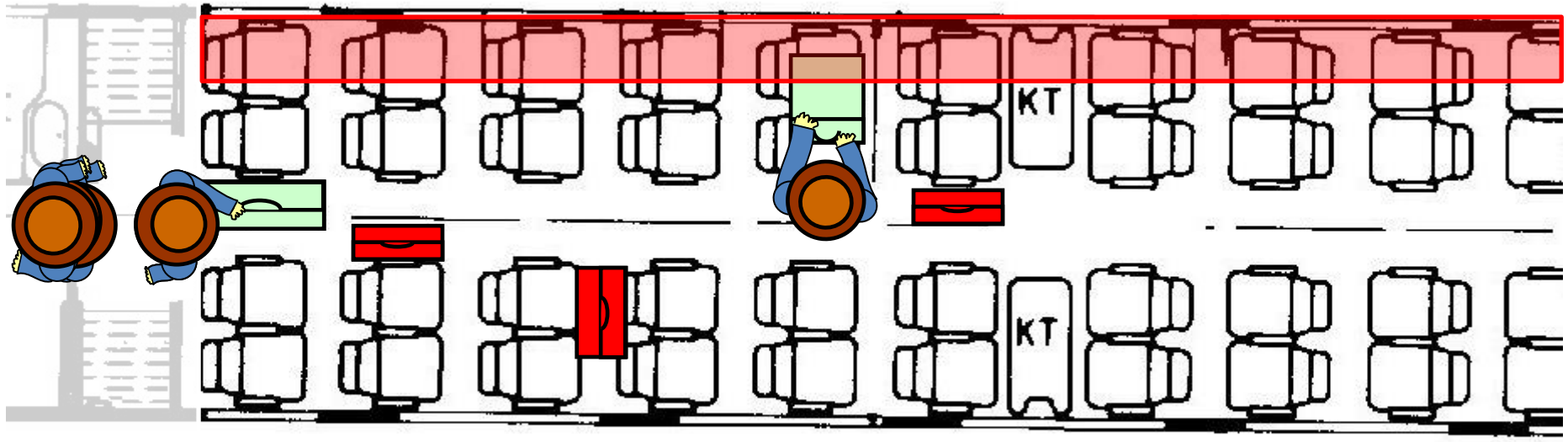
Entgegenkommende Reisende



Keine Ausweichräume

Reihenbestuhlung

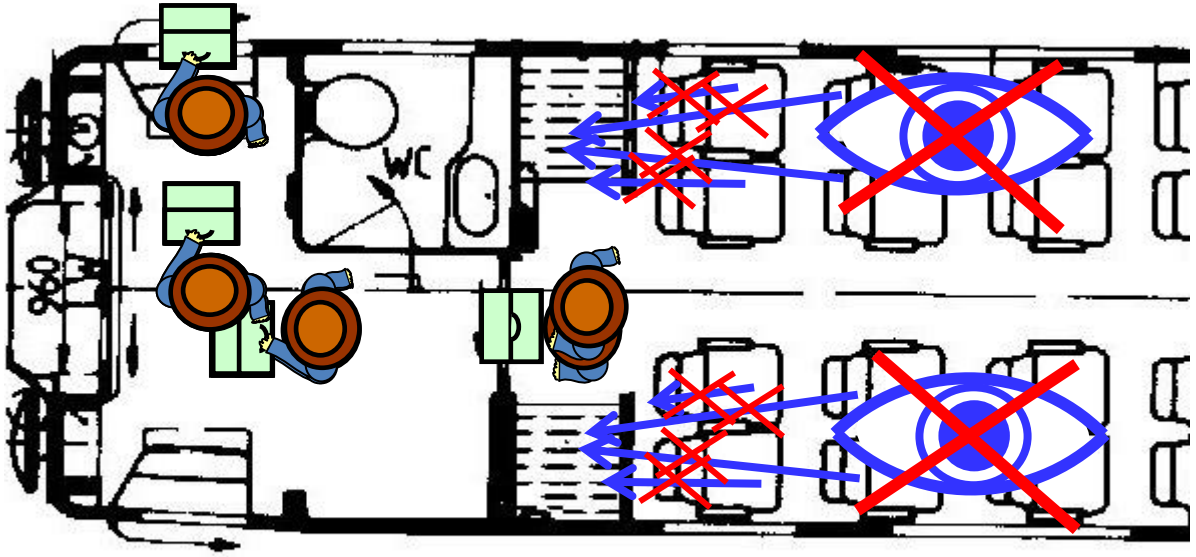
Nur Überkopfablagen
Unerwünscht und langer Zeitbedarf
Gepäck im Gang oder auf Sitzen



Rückstau nach wenigen Reisenden

Reihenbestuhlung mit Gepäckrack bei Eingang

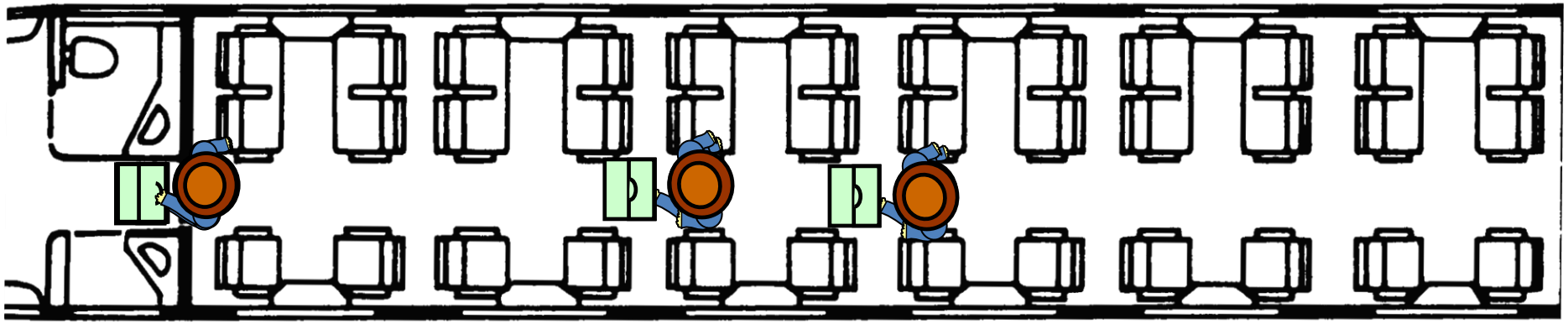
Kein Sichtkontakt



Rückstau nach wenigen Fahrgästen

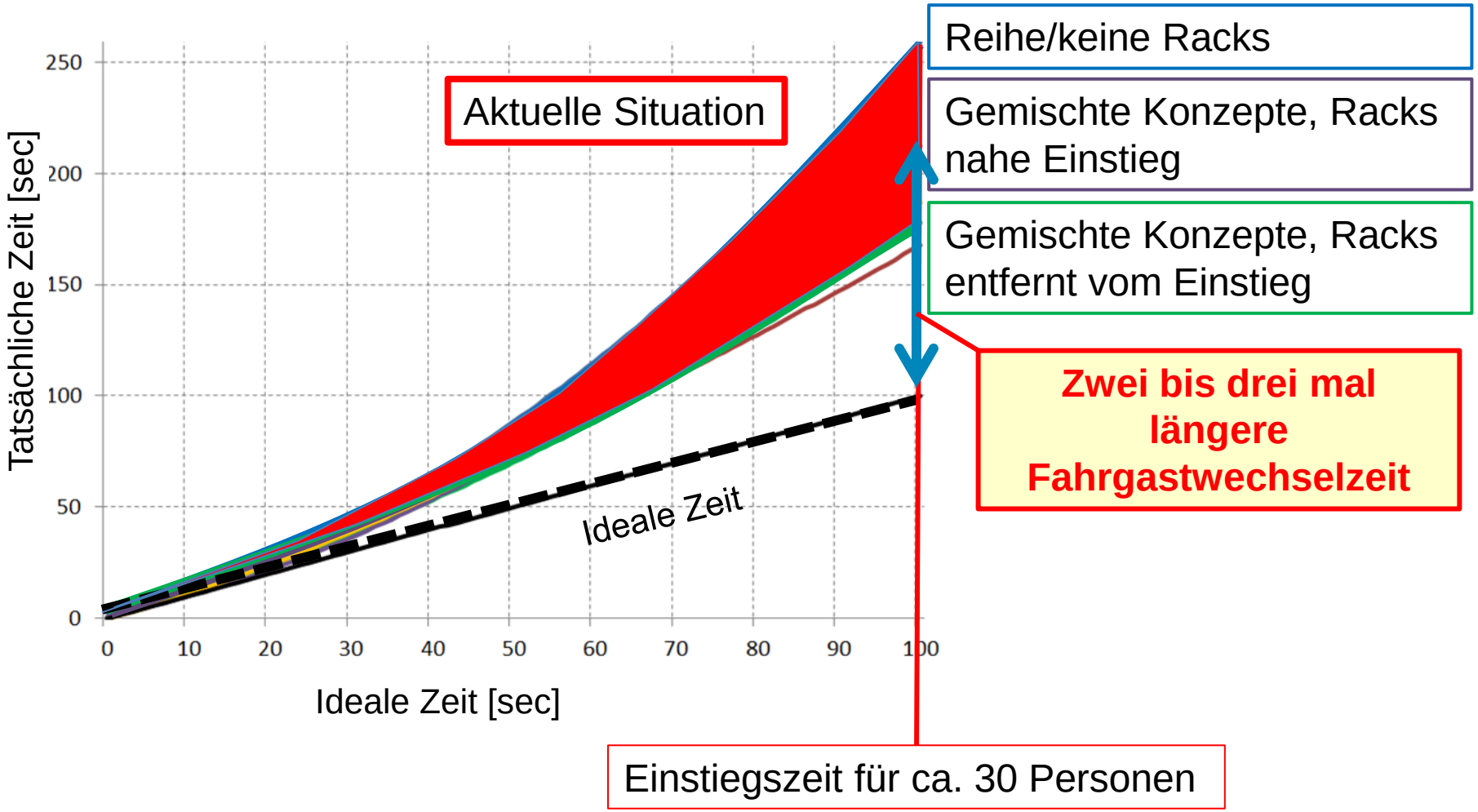
Vis-a-vis Bestuhlung

Gepäckunterbringung zwischen den Sitzen



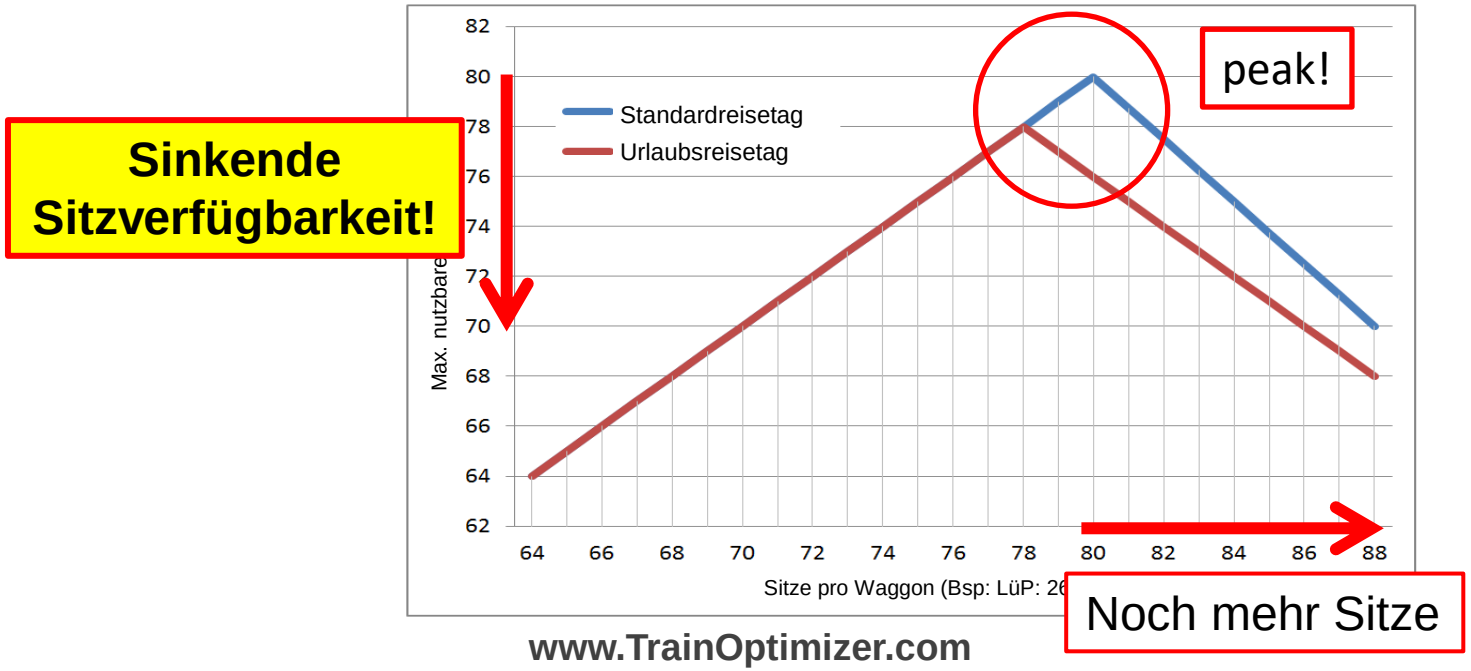
Ausreichend Platz erforderlich
→ Schnelle und einfache Unterbringung

Fahrgastwechselzeit – verschiedene Konzepte



Sitzplatzauslastungsgrad

- Sitzplatzmaximierung
  - → **Defcato-Auslastungsgrad ~80%**
  - → Weitere Sitze sind durch Gepäck belegt



Designempfehlungen

- Kein Hochheben des größeren Gepäcks
- Sichtkontakt zum Gepäck

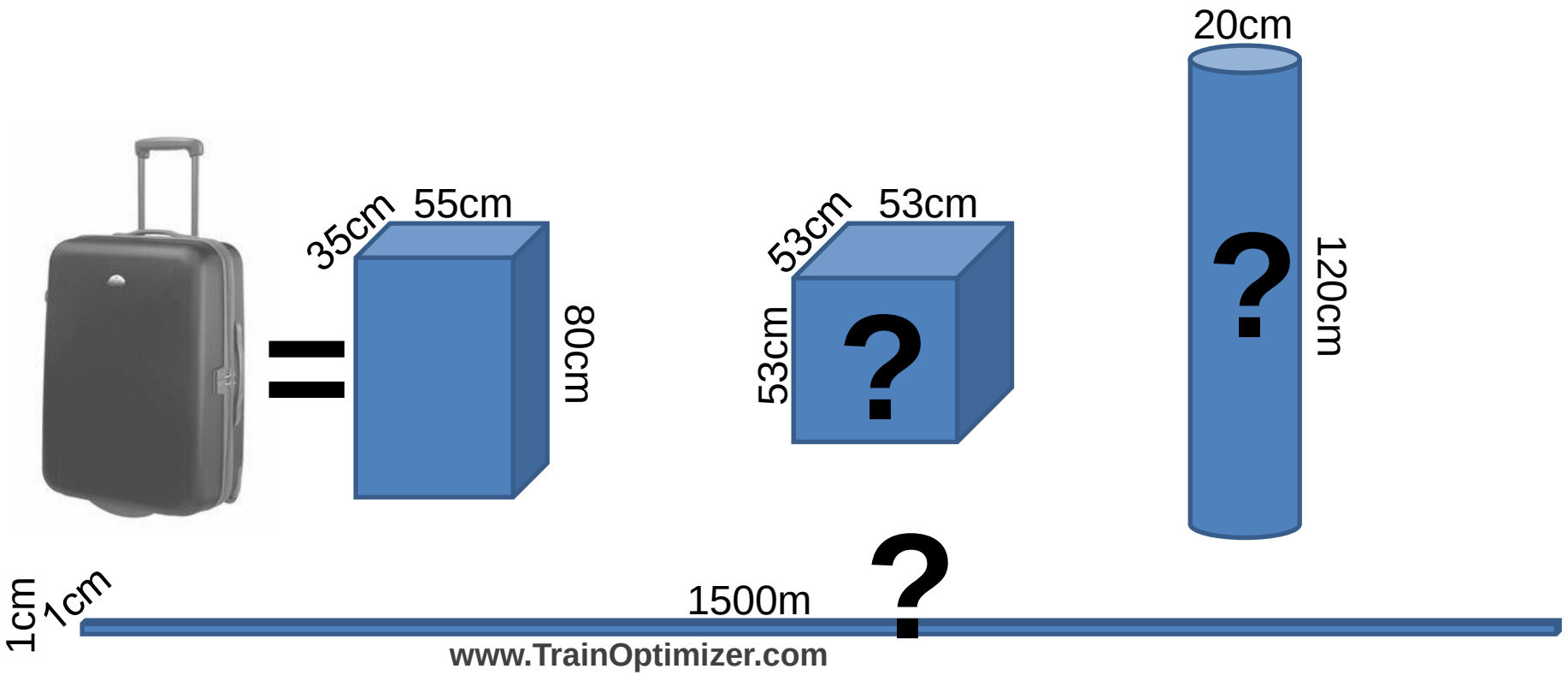
→ Überkopfablagen: **Nur für Handgepäck** oder Bekleidung

→ Unter/zwischen den Sitzen: gerne genutzt, **ausreichend Platz** muss vorhanden sein

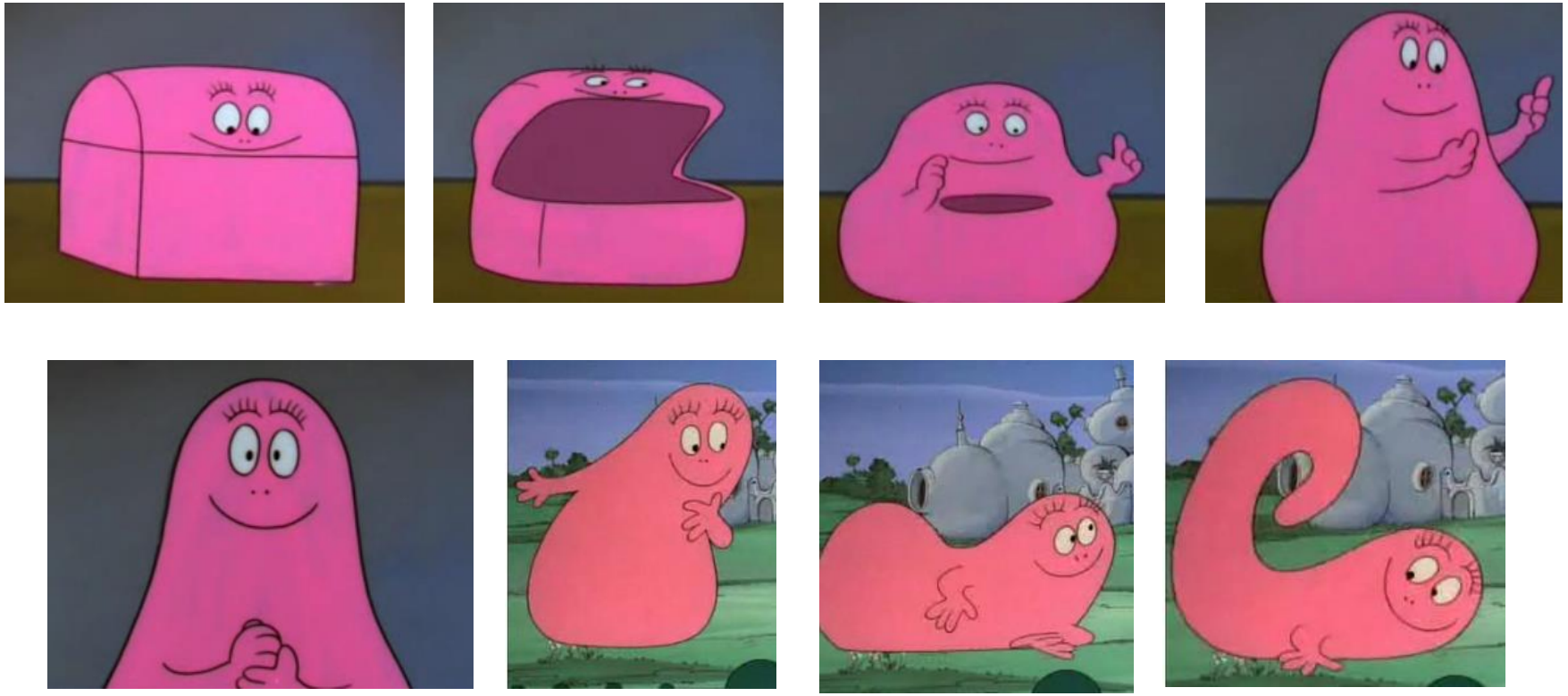
→ Gepäckracks: **Gepäckabmessungen** beachten

Gepäckvolumen

- Gepäck hat ein Volumen UND drei Dimensionen
- ***Wie groß sind 0,15 m³?***

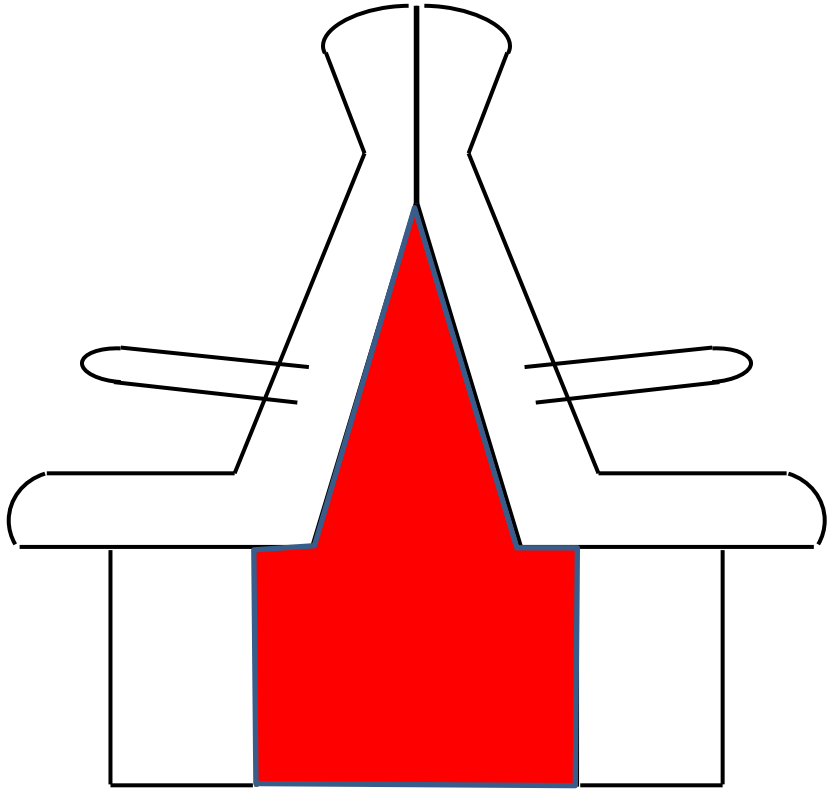


Unser Gepäck kann das leider nicht:



Source:
https://www.youtube.com/watch?v=A8UqhGFar6w
and www.youtube.com

Volumenskalkulation!



0,50m² x 1,00m = **0,50m³**

Großer Trolley→ 80x55x35cm = **0,15m³**

Theoretisch:

Platz für 3-4 mittlere Trolleys

Praktisch:

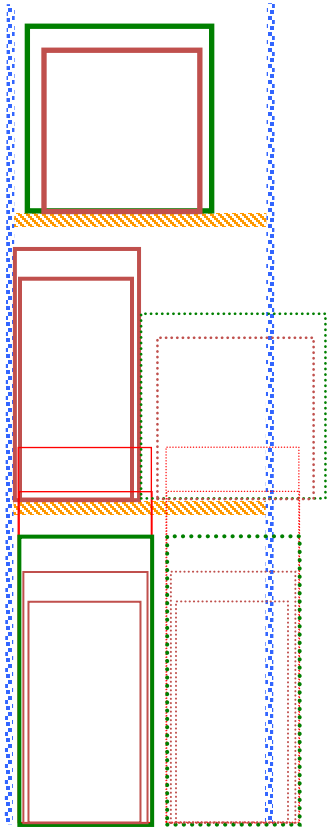
Platz für einen mittleren Trolley (wenn Reisende diesen Kippen können)

Oft werden alle noch so kleinen Volumina summiert!
Tatsächlich ist 1/4 bis 1/3 des kalkulierten Raums verfügbar!

Gepäck zwischen den Sitzen

- Raum sieht optisch immer nach mehr aus!
- **Drei Dimensionen – Gangbreite!**

Gepäckracks – Abmessungen - Auswirkungen

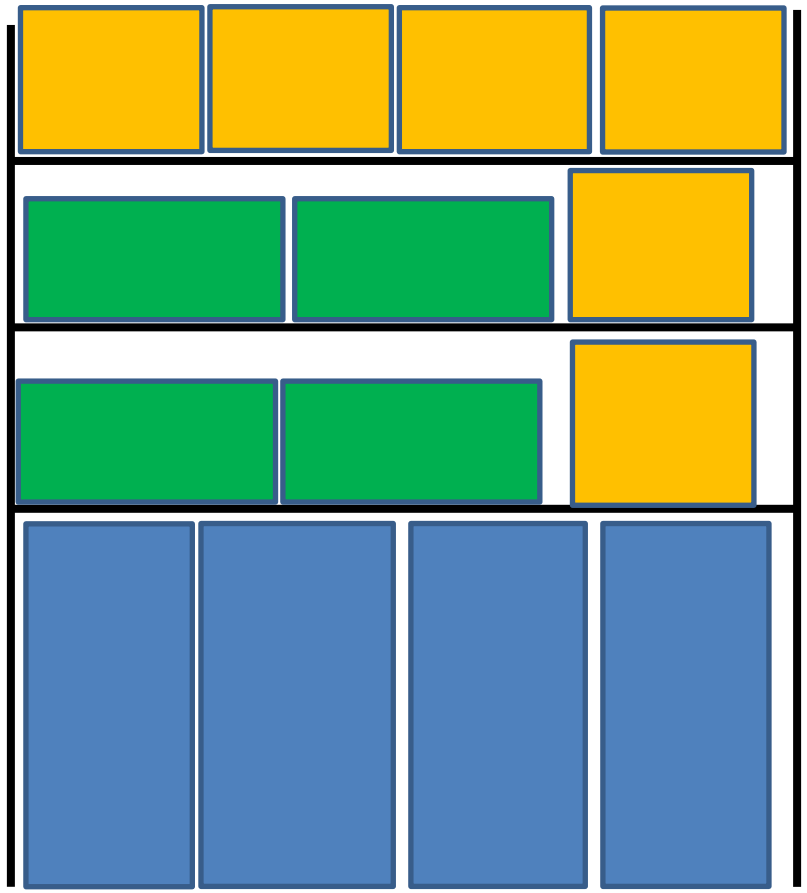


Nicht effizient

Viele Gepäckstücke passen nicht in die Ablagen (Maße)

Viel Leerraum

Gepäckracks – Reisendenverhalten



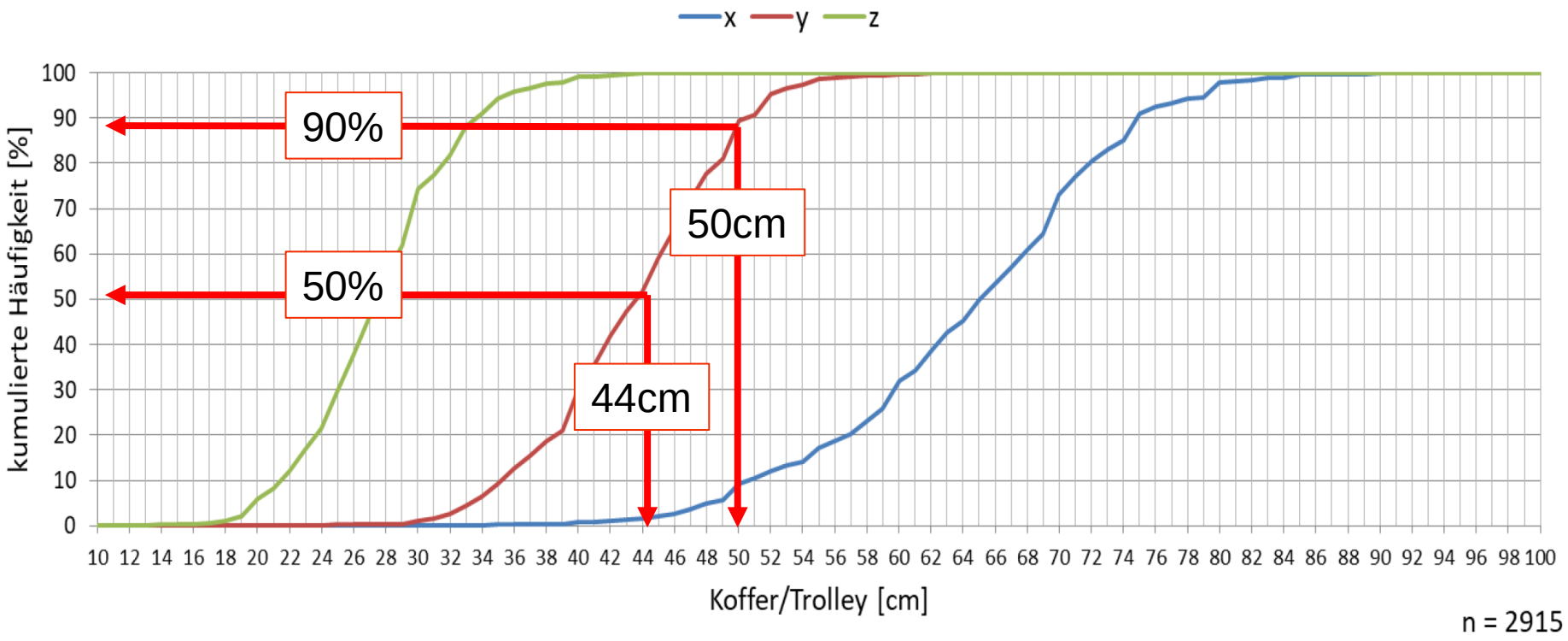
Reisetasche

Trolley liegend Reisetasche

Trolley liegend Reisetasche

Trolley stehend

Jeder Zentimeter zählt!

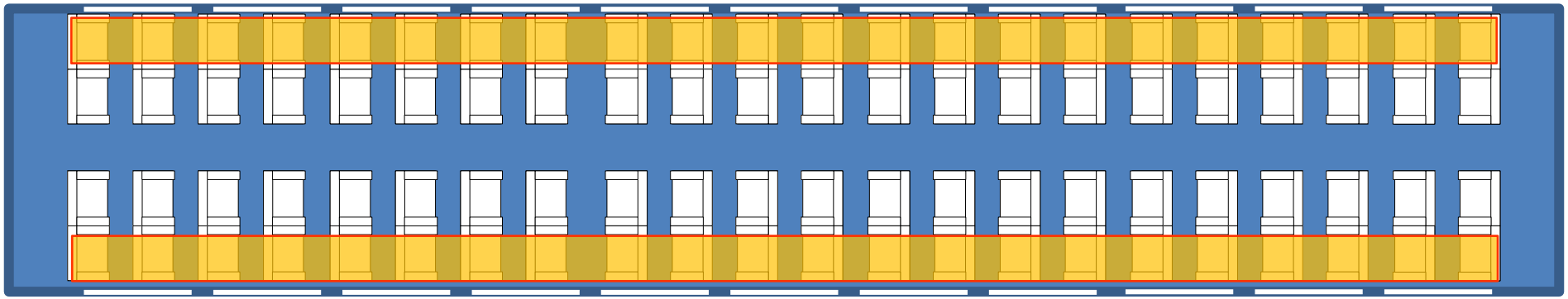


Empfehlungen für das Fahrzeugdesign

Ein Fahrzeug muss **von innen** heraus **entwickelt** werden.

Der **Innenraum** muss **zuerst fixiert** werden, der Wagenkasten muss anschließend angepasst werden – nicht umgekehrt!

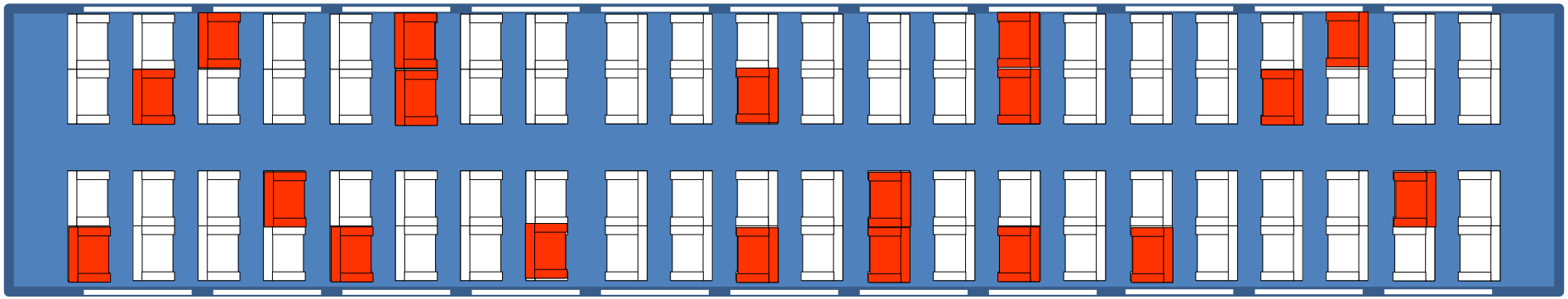
Üblicher Planungsablauf



1) Wagenkasten fixiert
2) Fensterteiler fixiert
3) Sitzteiler und Sitze fixiert
4) Verbleibender Raum für Gepäck (oft Überkopfablagen)

Vereinfachtes Beispiel

Üblicher Planungsablauf

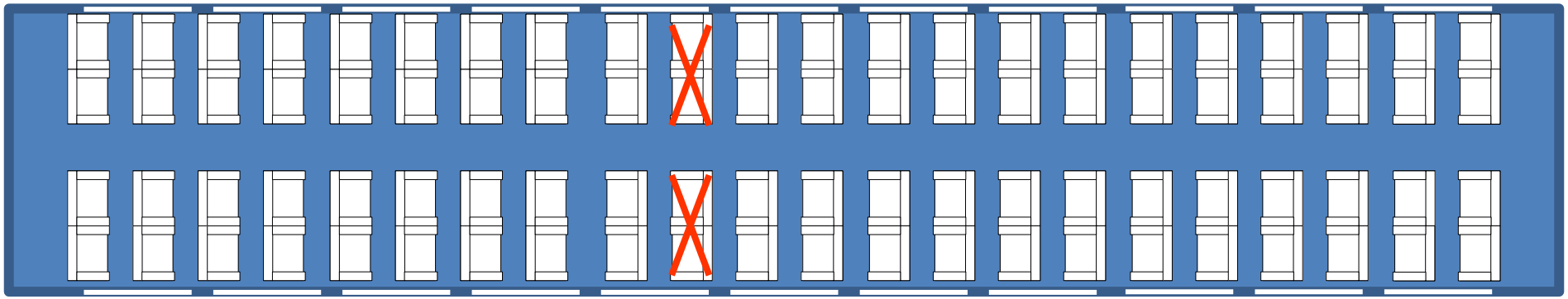


Sitze
vorhanden : verfügbar
88 : 70

1) Wagenkasten fixiert
2) Fensterteiler fixiert
3) Sitzteiler und Sitze fixiert
4) Verbleibender Raum für Gepäck (oft Überkopfablagen)

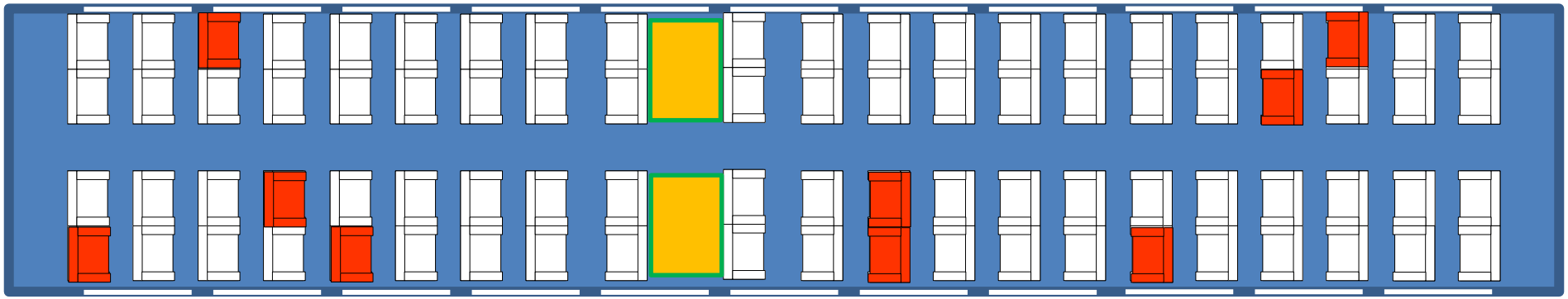
Vereinfachtes Beispiel

Mögliche Verbesserung



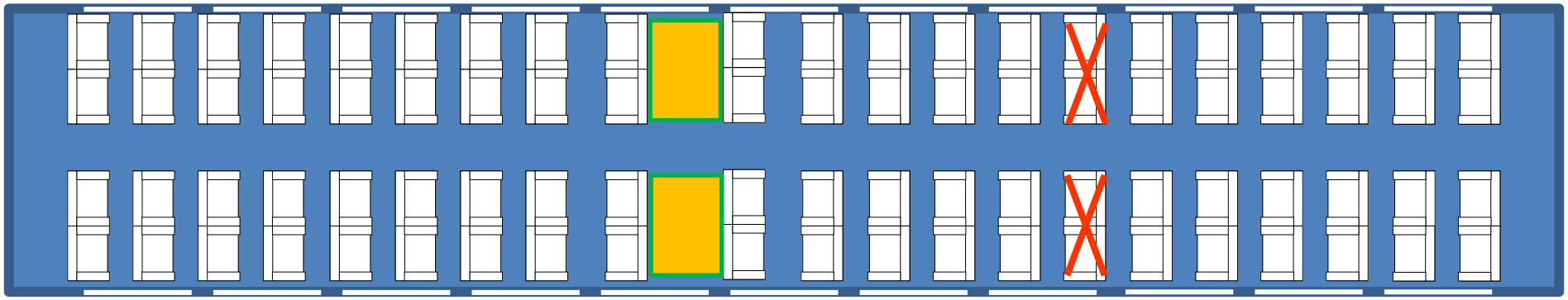
Alles ist fixiert, somit können nur ganze Sitzgruppen entfernt und durch Gepäckracks ersetzt werden.

Mögliche Verbesserung



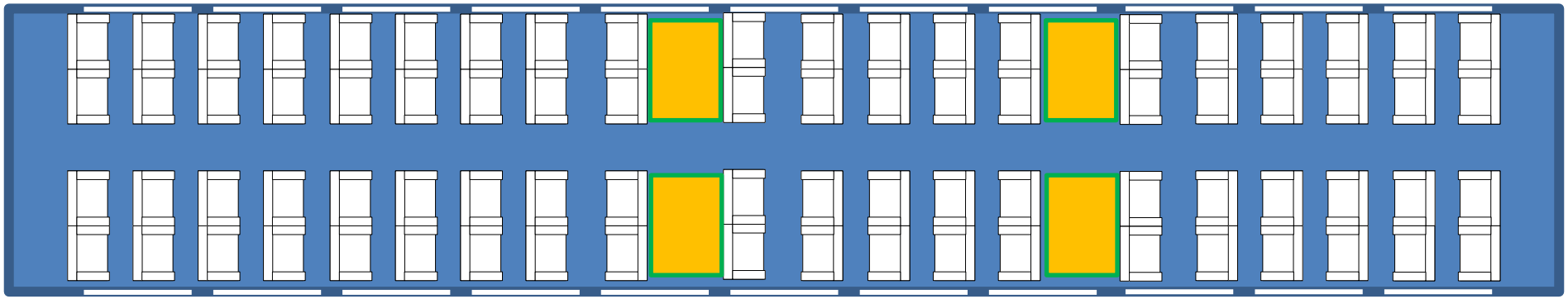
Sitze
vorhanden : verfügbar
84 : 75

Mögliche Verbesserung



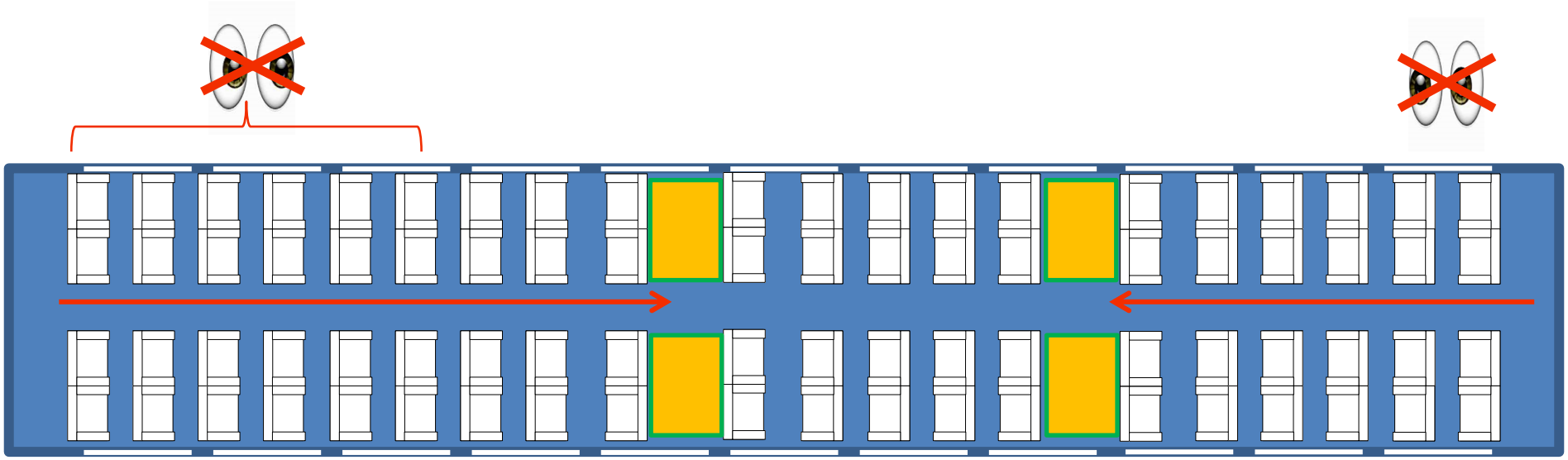
Alles ist fixiert, somit können nur ganze Sitzgruppen entfernt und durch Gepäckracks ersetzt werden.

Mögliche Verbesserung



Sitze
vorhanden : verfügbar
80 : 80

Noch immer suboptimal



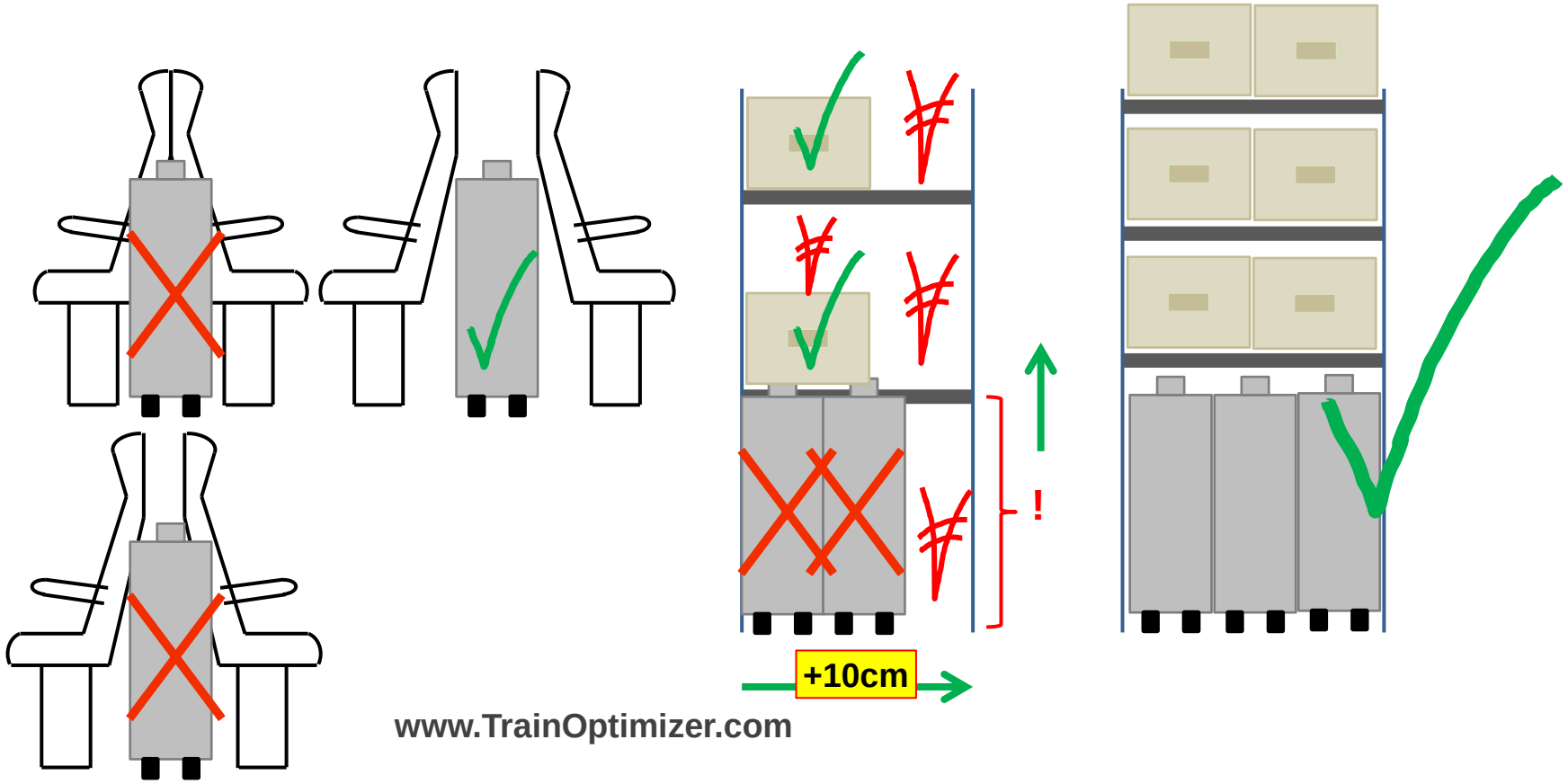
Langer Weg vom Eingang zum Gepäckrack
Sichtkontakt von einigen aber nicht von allen Sitzen gegeben
Rackbreite wird durch den Sitzteiler bestimmt!

Vereinfachtes Beispiel

Wichtig zu beachten! (Beispiele)

Abmessungen des Racks / Platz zwischen den Sitzen

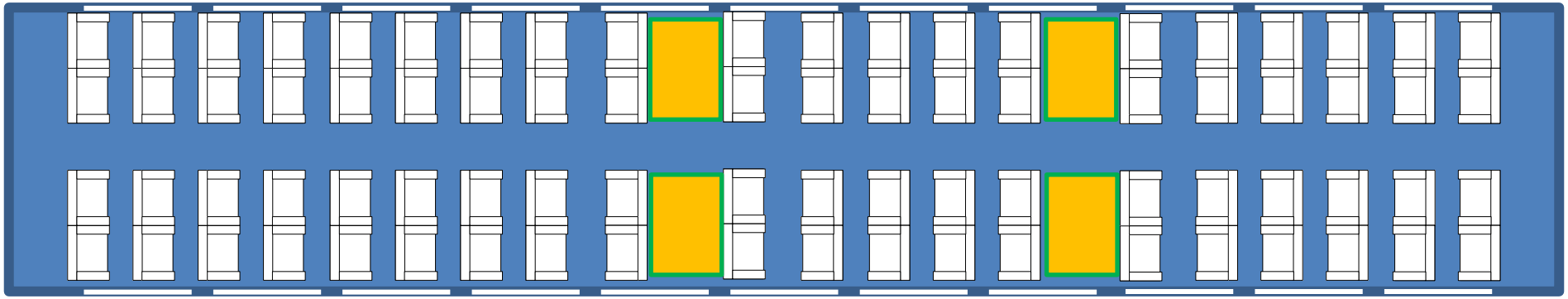
→Kenntnis der **genauen Abmessungen des Gepäcks** ist essentiell!



Des Weiteren zu beachten

- **Sichtkontakt** → Gepäck nahe bei den Reisenden
- **Fahrgastfluss**

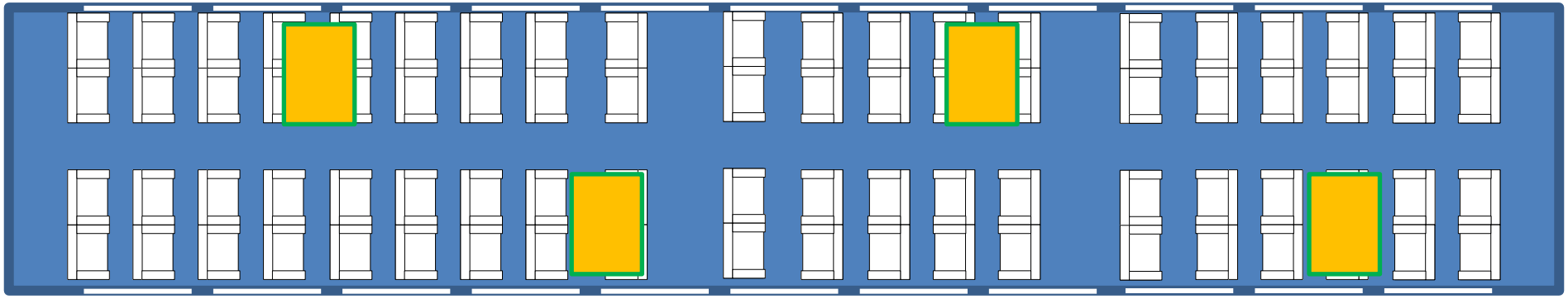
→ Gute Gepäckunterbringungs**verteilung** im Waggon



Des Weiteren zu beachten - Beispiele

- **Sichtkontakt** → Gepäck nahe bei den Reisenden
- **Fahrgastfluss**

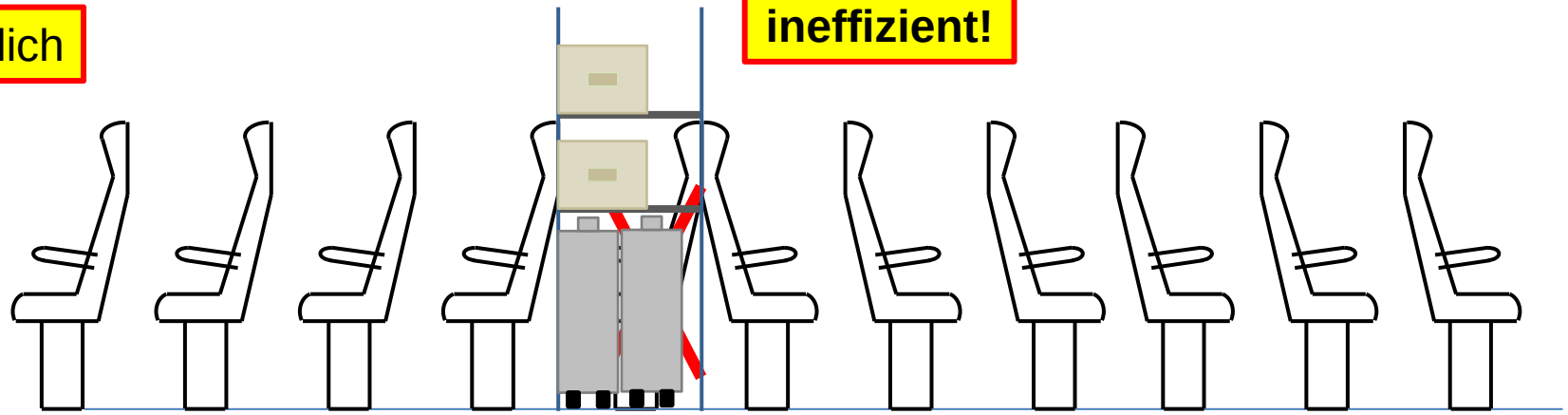
→ Gute Gepäckunterbringungs**verteilung** im Waggon



Racks müssen eine **effiziente Breite** aufweisen und dürfen nicht durch den Sitzteiler vorgegeben sein!

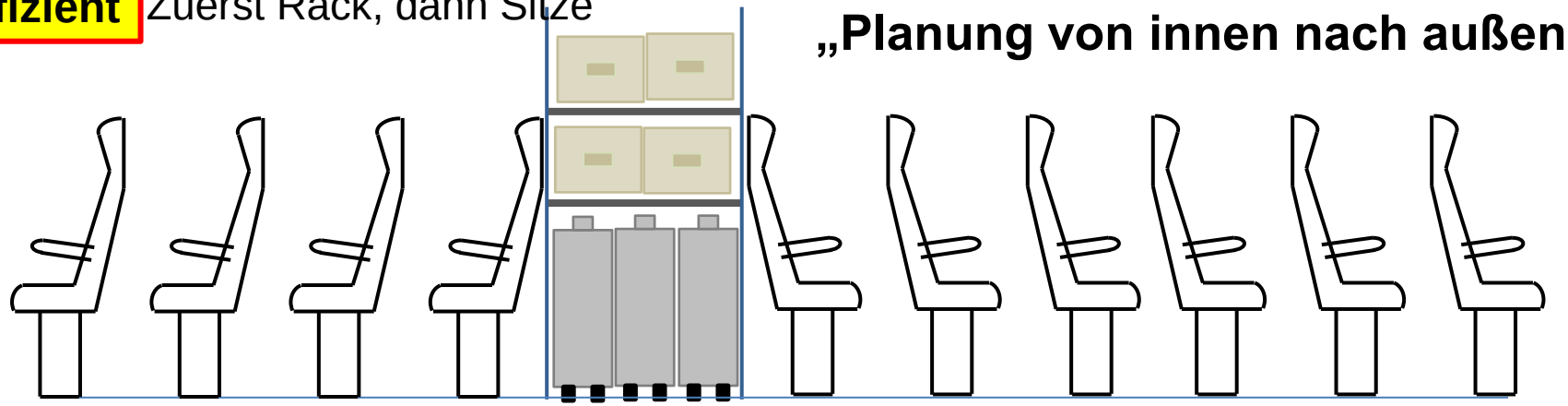
üblich

ineffizient!



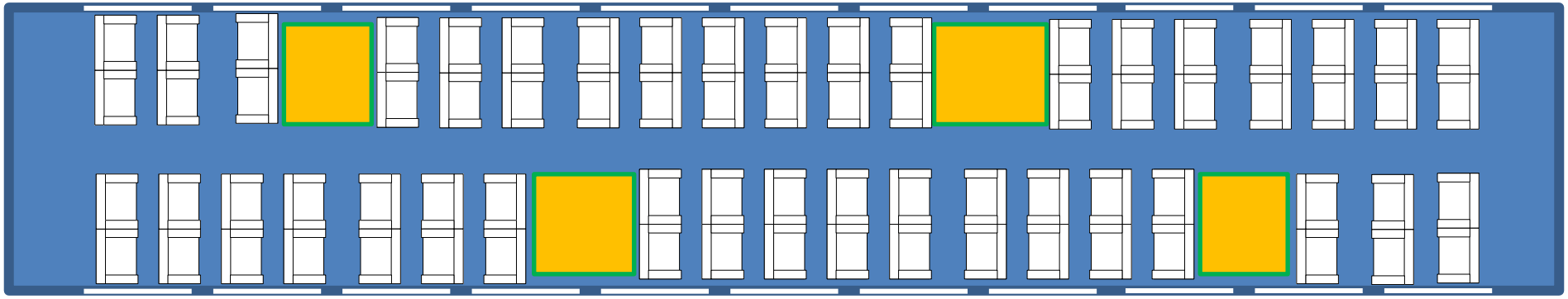
effizient Zuerst Rack, dann Sitze

„Planung von innen nach außen“



Planung von innen nach außen

- Racks müssen eine effiziente Breite aufweisen und dürfen nicht durch den Sitzteiler vorgegeben sein! → **Ablagen zuerst!**
- Gute Verteilung
  - Besserer Sichtkontakt
  - Besserer Fahrgastfluss



Vorteile für Betreiber (Summary)

- Verkürzung der Haltezeiten
- Erhöhung des Defacto-Auslastungsgrades
- Weniger nicht verstaubare Gepäckstücke

→ Höhere Fahrgastzufriedenheit
→ Höhere Betriebseffizienz
→ Geringere Sicherheitsrisiken

Ebenso wichtig:

→ Wagenkästen – kürzer – breiter – leichter!
→ Türen in den Viertelspunkten - Fahrgaststromaufteilung

Referenzen

Evaluierung der Fahrzeugkonzepte (Auswahl):

- DB (ICE4, ECx, Neue Fernverkehrszüge)
- SBB (FV-Dosto, FLIRT FV, ETR610, weitere Nahverkehrszüge)
- ÖBB (Railjet, Railjet2, Nightjet)
- Lokale Betreiber
- Bombardier, Siemens, Stadler
- Zahlreiche (inter)nationale F&E-Projekte

www.**TrainOptimizer**.com

- Basierend auf 20 Jahre F&E
- Einfaches Tool um die Effizienz verschiedener Layouts überprüfen zu können
- Layouts einfach erstellen und untereinander vergleichen
- Output:
  - Anzahl verstaubare/nicht verstaubare Gepäckstücke
  - Anzahl nutzbare/nicht nutzbare Sitzplätze
  - Durchschnittliche Fahrgastwechselzeit

Danke für Ihr Interesse!

bernhard.rueger@tuwien.ac.at

bernhard.rueger@netwiss.at

www.TrainOptimizer.com