

# Beförderungs- und Betriebsqualität im Personenfernverkehr- Optimierungspotentiale beim Reisezugwagenbau

B. Rüger <sup>a1</sup>

<sup>a</sup> Technische Universität Wien, Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen

Karlsplatz 13/232, 1040-Wien, Österreich

## **Kurzfassung:**

Effizienz ist für einen Eisenbahnbetrieb ein grundlegendes Erfordernis, um am Markt bestehen zu können. Besonders in einem komplexen System wie der Eisenbahn ist jedoch eine gesamtheitliche Betrachtungsweise von Effizienz essentiell, da bei der Optimierung nur einzelner Bereiche andere und auch das Gesamtsystem darunter leiden und an Effizienz verlieren.

Im Personenfernverkehr geht die Tendenz zwecks Effizienzsteigerung in jene Richtung, die Sitzplatzanzahl im Waggon zu maximieren um die Fahrzeugkosten pro Sitzplatz gering zu halten. Der dadurch erhofften theoretischen Effizienzsteigerung stehen jedoch die Realität und damit das tatsächliche Fahrgastverhalten entgegen. V.a. der dadurch entstehende Mangel an Gepäckablagemöglichkeiten (v.a. in Bodennähe) führt dazu, dass Gepäckstücke in solcher Weise abgestellt werden müssen, dass eine an Vielzahl an Sitzplätzen sowie auch Gang- und Einstiegsbereiche blockiert werden.

Die Folgen sind neben Komforteinbußen für die Reisenden ein geringerer tatsächlicher Auslastungsgrad und teils erheblich verlängerte Fahrgastwechselzeiten in den Stationen. Alle drei Punkte widersprechen jedoch dem beabsichtigten Ziel, die Effizienz zu steigern.

Anhand eines umfangreichen Forschungsprojektes des Institutes für Eisenbahnwesen der TU-Wien werden die konkreten Verhaltensweisen der Reisenden dargestellt und Ansätze für die Optimierung des Fahrzeugdesigns aufgezeigt.

## **Schlagworte:**

Effizienz, Betriebsqualität, Beförderungsqualität, Fahrgastkomfort, Kundennutzen, Fahrzeugauslastung, Fahrgastwechselzeit, Optimierung, Pünktlichkeit, tatsächliches Fahrgastverhalten, Reisegepäck, Auslastungsgrad

---

<sup>1</sup> Dr. Bernhard Rüger – E-Mail: [bernhard.rueger@tuwien.ac.at](mailto:bernhard.rueger@tuwien.ac.at); URL: <http://www.eiba.tuwien.ac.at>

## **1 Einleitung**

Mit Blick auf den immer härter werdenden Wettbewerb ist Effizienz im Eisenbahnverkehr heute wichtiger denn je. Wird die Effizienz jedoch falsch verstanden und das System Eisenbahn nicht in seiner Gesamtheit betrachtet sondern werden nur Teilbereiche optimiert, kommt es im Gesamtsystem häufig zu einer absinkenden Effizienz.

Im Fahrzeugbau wird heute im Regelfall versucht, eine größtmögliche Anzahl an Sitzplätzen je Waggon anzubieten um dadurch die Anschaffungs- und Betriebskosten umgerechnet pro Sitzplatz zu minimieren. In der Realität führen diese Maßnahmen jedoch statt zu einer steigenden zu einer sinkenden Effizienz. Einerseits nimmt dadurch in der Regel der Kundenkomfort ab, was sich nachhaltig auf die Fahrgastzufriedenheit und damit verbunden auf das Modal-Split-Verhalten der Reisenden auswirkt, andererseits sinkt dadurch v.a. der tatsächlich erzielbare Auslastungsgrad. Es entsteht somit das folgende Paradoxon: Je mehr Sitzplätze angeboten werden, desto weniger stehen in der Realität zur Verfügung.

Zusätzlich führt ein entsprechend ungünstig gestalteter Innenraum auch zu einer teils erheblich längeren Haltezeit in den Stationen, was die Betriebsqualität entsprechend einschränkt.

Aufgrund diverser bekannter Problembereiche dieser Thematik aber mangels entsprechender Grundlagen und wissenschaftlicher Erkenntnisse wurde vom Institut für Eisenbahnwesen der TU-Wien eine Untersuchung durchgeführt, welche sich abseits theoretischer Betrachtungen mit dem tatsächlichen Fahrgastverhalten auseinandersetzt. Diese Studie und weitere darauf aufbauende Untersuchungen erlauben es die typischen Mängel und die daraus resultierenden betrieblichen Probleme im heute üblichen Reisezugwagenbau aufzuzeigen und konkrete Ansätze zur Effizienzsteigerung zu liefern.

## **2 Methode**

Mangels vorhandener Daten wurden für die Untersuchung eigens Datenerhebungen durchgeführt, welche aus der Befragung von mehr als 13'000 Fahrgästen, ca. 2'000 Hotelgästen und hunderten Videoanalysen bestehen. Dieses Datenmaterial ermöglicht sowohl qualitative als auch quantitative Aussagen über das tatsächliche Fahrgastverhalten.

## **3 Verhalten der Fahrgäste**

Reisende möchten das Hochheben von mittleren und schweren Gepäckstücken vermeiden und sind dafür auch bereit, Nachteile sowohl für andere Reisende als auch sich selbst in Kauf zu nehmen. Weiters wünschen Fahrgäste Sichtkontakt zu ihrem Gepäck.

Dies führt dazu, dass alle in Betracht kommenden Abstellflächen am oder nahe dem Boden zur Gepäckdeponierung herangezogen werden. Gibt es keine geeigneten Bereiche, wie z.B. ausreichend Platz zwischen den Sitzen oder eigene Gepäckracks,

welche am Boden stehen, sind dies die Gang- und Einstiegsbereiche, Sitzplätze oder der Boden vor Sitzen. [1]



**Abbildung 1a & 1b: Fahrgäste vermeiden das Hochheben schwerer Gepäckstücke (Bild 1b, Überkopfablage ist zu 50 % nicht benützt!). Diese blockieren in der Folge Gang- und Sitzbereiche.**

## **4 Auswirkungen des Fahrgastverhaltens und einer suboptimalen Inneneinrichtung**

### **4.1 Auslastungsgrad**

Im Regelfall erfolgt die Verstellung der freien Sitzplätze in solcher Weise, dass diese nur unter großem Aufwand oder gar nicht frei gemacht werden können und daher unbenutzbar sind. Dies führt neben Komforteinbußen für die Reisenden dazu, dass der maximal mögliche Auslastungsgrad der angebotenen Sitze zwischen 70 und 80 % beträgt. Somit sind 20 % der Plätze unbenutzbar was dazu führt, dass weitere Fahrgäste trotz theoretisch freier Sitzplätze stehen müssen.

### **4.2 Rückstau**

Im Gang und im Einstiegsbereich abgestelltes Gepäck behindert Fahrgäste, welche sich im Zug fortbewegen. Eine zusätzliche Erschwernis stellen zu enge Gangbreiten dar. Bei einer verbleibenden Breite von weniger als 60 cm können Fahrgäste ihr Gepäck nur mit stark erhöhtem Aufwand befördern.

Diese Umstände führen beim Einsteigen zu einem Rückstau, welcher sich umso schneller bildet, je schwieriger es für die Fahrgäste ist, freie Sitzplätze und geeignete Bereiche zum Abstellen der Gepäckstücke zu finden. [3]

### **4.3 Fahrgastwechselzeit**

Der durch die ungünstige Innenraumgestaltung bewirkte Rückstau sowie zu eng bemessene Einstiege und die häufig große Anzahl der beim Ein- und Aussteigen zu

überwindenden Stufen führen dazu, dass die Fahrgastwechselzeit in Stationen bei höherem Fahrgastaufkommen stark verlängert wird. Die Verspätung eines Zuges nimmt dadurch in jeder Station um einige Minuten zu, was sich zu entsprechend großen Gesamtverspätungen aufsummiert und Auswirkungen auf nachfolgende und bei eingleisigen Abschnitten auf entgegenkommende Züge und somit auf das Fahrplangefüge eines ganzen Tages hat. [2]

#### **4.4 Sicherheitsrisiko**

Neben dem Umstand, dass unpassend abgestelltes Gepäck den Fahrgaststrom behindert und für das Personal wie z.B. das mobile Bordservice teils große Schwierigkeiten verursacht, werden häufig allgemeine Fluchtwege verstellt, was ein hohes Sicherheitsrisiko in sich birgt.

Eine weitere Einschränkung der Fluchtwege ist durch zu enge Gangbreiten und die Anordnung der Türen an den beiden Waggonenden gegeben, welche die Fluchtwege für Reisende die in der Fahrzeugmitte sitzen stark verlängern.

### **5 Problembereiche bei heutigen Reisezugwagen**

#### **5.1 Fahrgastwechsel in den Stationen**

Im Fernreiseverkehr stellt der Zeitbedarf für den Fahrgastwechsel nur einen kleinen Anteil der Gesamtreisezeit dar, weshalb ihm geringere Bedeutung als im Nahverkehr zukommt. Dennoch gilt es aus zwei Gründen dem Fahrgastwechsel im Personenfernverkehr Augenmerk zu schenken:

- 1) Die *Einstiegsgestaltung* stellt ein *Komfortkriterium* dar. Hohe Einstiege über mehrere Stufen oder schmale Türen verursachen für viele Reisende v.a. in Zusammenhang mit der Mitnahme von Gepäck Schwierigkeiten, die zu negativen Empfindungen führen, was sich nachteilig auf die Verkehrsmittelwahl auswirkt (vgl. [4]).
- 2) An Hauptreisetagen kommt es infolge verstärkten Fahrgastaufkommens zu verlängerten Haltezeiten in den Stationen, was zu entsprechenden Betriebsbehinderungen führen kann!

##### **5.1.1 Einflussfaktoren auf die Fahrgastwechselzeit**

Unter der Fahrgastwechselzeit eines Reisenden wird jene Zeitspanne verstanden, die ein Fahrgast zum Ein- oder Aussteigen benötigt, bis ihm der nächste Fahrgast folgen kann. Sie hängt im Wesentlichen von nachstehenden Komponenten ab:

1. Ein- oder Aussteigevorgang

2. Alter der Fahrgäste
3. Physische Einschränkungen der Fahrgäste
4. Einstiegsgestaltung, Anzahl der zu überwindenden Stufen
5. Gepäck

### I. Ein- oder Aussteigevorgang

Der Umstand, ob ein- oder ausgestiegen wird, beeinflusst die Fahrgastwechselzeit dahingehend, dass beim Einsteigen kinetische Energie für das Hochheben des Körper- bzw. des Gepäckgewichtes aufgebracht werden muss und diese in eine höhere potentielle Energie umzuwandeln ist.

Beim Aussteigen wird diese erhöhte potentielle Energie wiederum in kinetische umgewandelt. Grundsätzlich verläuft daher der Aussteigevorgang um ca. 10 % schneller als der Einsteigevorgang. Bei Niederflurfahrzeugen (diese werden in Österreich nur im Nahverkehr eingesetzt) gibt es diesen Potentialunterschied zwischen Bahnsteig und Wagenkasten nicht, daher macht sich auch kein Zeitunterschied bemerkbar.

Nach Westphal [5] benötigt eine „bestimmte Anzahl von Personen“<sup>2</sup> zum Aussteigen „erheblich mehr Zeit“<sup>3</sup> als zum Einsteigen. Diese Annahme wird dadurch erklärt, dass

- 1) die meisten Fahrgäste beim Einsteigen sicherer und damit schneller sind (gilt v.a. für ältere Fahrgäste<sup>4</sup> und für Reisende mit Gepäck<sup>5</sup>) als beim Aussteigen.<sup>6</sup>
- 2) einsteigende Fahrgäste überwiegend an einem Sitzplatz im Zug interessiert sind und sich daher beeilen.<sup>7</sup>
- 3) aussteigende Fahrgäste durch am Bahnhof wartende Einsteiger behindert werden.<sup>8</sup>

---

<sup>2</sup> Der betroffene Personenkreis wird leider nicht näher umschrieben.

<sup>3</sup> Der „Mehr-Zeitaufwand“ wird leider nicht quantifiziert.

<sup>4</sup> Bezüglich des Alters zeigt sich die Richtigkeit dieser Annahme für Kinder (bis zu einer Körpergröße von etwa. 120 cm) und für Personen ab einem Alter von ca. 65 Jahren (vgl. Kap. II).

<sup>5</sup> Bei kleinen und mittleren Gepäckstücken lässt sich kaum ein Zeitunterschied feststellen, bei großen liegt jedoch der Zeitaufwand für das Einsteigen merkbar (20-30%) über jenem für das Aussteigen (vgl. Kap. V).

<sup>6</sup> Die Differenz zwischen den Annahmen von Westphal und den Ergebnissen dieser Untersuchung beruhen möglicherweise auf dem Umstand, dass sich seit dem Jahr 1976 sowohl beim Fahrzeugbau als auch bei den Reisegewohnheiten einiges geändert hat. Heutzutage wird beim Reisen im Regelfall mehr Gepäck mitgeführt als vor 30 Jahren, was dazu führt, dass die Gepäckstücke häufig größer und auch schwerer sind als damals. Außerdem sind bei heutigen Fahrzeugen die Stufen im Einstiegsbereich im Regelfall flacher geneigt als bei seinerzeit üblichen Reisezugwaggons.

<sup>7</sup> Diese Annahme kann durch Beobachtungen im Rahmen dieser Untersuchung nicht bestätigt werden. Vielmehr kommt es infolge der Gepäckmitnahme bedingt durch mangelnde Abstellmöglichkeiten im Waggon häufig zu einem Rückstau der Einsteiger und zu Schwierigkeiten bei der Sitzplatzsuche, da freie Plätze durch Gepäck verstellt werden (vgl. [Rüg04, S137ff.]). Dieser Umstand verlängert den Einsteigevorgang.

Westphal stellt die Fahrgastwechselzeit jedoch nur als Funktion der Aussteiger- bzw. Einsteigermenge dar und verweist außerdem nur verbal darauf, dass sie wahrscheinlich u.a. vom Alter bzw. dem mitgenommenen Gepäck abhängen wird. Auf diese (sehr wesentlichen) Abhängigkeiten wird in vorliegender Untersuchung speziell eingegangen.

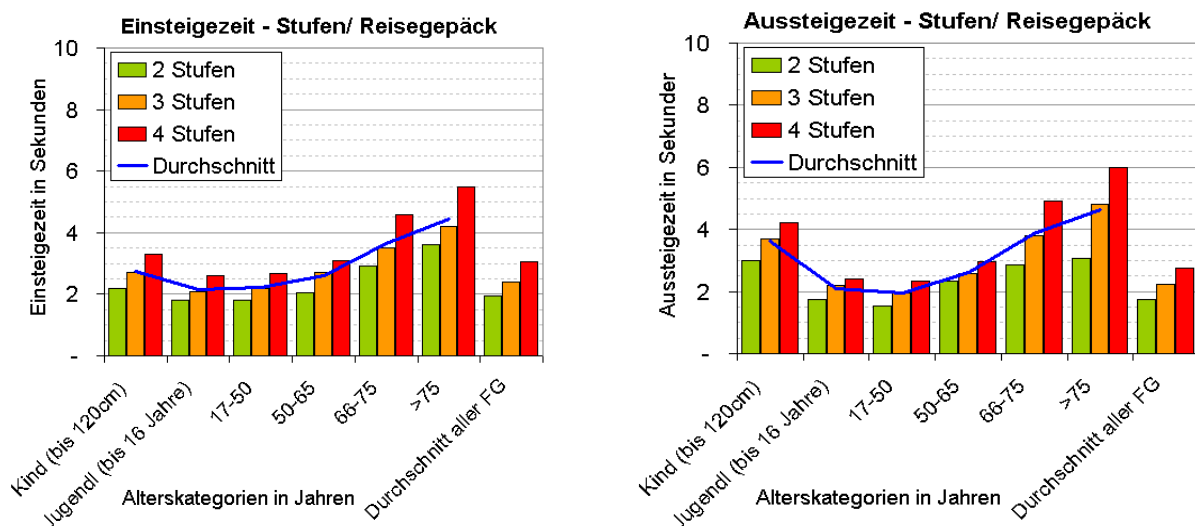
## II. Alter der Fahrgäste

Die in Kap. I gemachten Aussagen zu den Zeitunterschieden beim Ein- bzw. Aussteigen gelten nur für die Altersgruppen der Jugendlichen bis hin zu den 65-jährigen. Bei Kindern und bei über 65-jährigen sind die Anstrengungen beim Aussteigen offensichtlich größer als beim Einsteigen, da der Zeitbedarf größer ist (vgl. Abb.2a & 2b).

Kinder brauchen im Durchschnitt 2,8 sec pro Einsteige- und 3,7 sec pro Aussteigevorgang. 66 bis 75-jährige benötigen mit 3,8 sec um ca. 5 % länger als beim Einsteigen (ca. 3,6 sec). Über 75-jährige brauchen pro Aussteigevorgang ca. 4,7 sec, beim Einsteigen etwa 4,4 sec.

In der Altersgruppe der bis 50-jährigen werden beim Einsteigen etwa 2,2 und beim Aussteigen ca. 1,9 sec benötigt

Zwecks einer besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse sind bei den Auswertungen hinsichtlich des Alters nur jene Ein- bzw. Aussteigevorgänge berücksichtigt, bei denen die Fahrgäste kein oder nur Handgepäck bei sich haben. Eine weitere Unterscheidung muss hinsichtlich der Anzahl der Stufen getroffen werden, deren Einflussnahme in Kap. IV genauer erörtert wird.



**Abbildung 2a & 2b: Mittlerer Zeitbedarf für das Ein- und Aussteigen**

<sup>8</sup> Diese Annahme kann für Tage mit starkem Reisendenaufkommen bestätigt werden, wobei der Einfluss der vorhin genannten Behinderungen dennoch merkbar größer ist.

### III. Physische Einschränkungen, Mobilitätseinschränkungen

Altersbedingte Beschwerden können v.a. in Hinblick auf die Mitnahme von Gepäck zusätzliche Schwierigkeiten bereiten.

Generell lassen sich Mobilitätseinschränkungen oder -behinderungen in folgende Gruppen einteilen (vgl. auch [6]):

- Reisebehinderung
- Altersbehinderung
- Behinderungen im engeren Sinn

**Reisebehinderungen** treten im Eisenbahnverkehr am häufigsten auf. Dazu zählen Einschränkungen durch alle Arten von Gepäck aber auch durch Ortsunkundigkeit.

**Behinderte im engeren Sinn** weisen die auf Grund ihres Alters zu erwartenden Fähigkeiten nicht auf, da eine oder mehrere wesentliche Funktionen seit Geburt, infolge einer Krankheit oder durch einen Unfall geschwächt sind. Diese Gruppe besteht im Wesentlichen aus Körper-, Seh-, Hör- und geistig Behinderten.

**Altersbehinderungen** sind alle reduzierten körperlichen Fähigkeiten, welche als Folge des Alters eines Fahrgastes auftreten. Diese Kategorie umfasst sowohl ältere Menschen wie auch Kinder. Erhöhte Schwierigkeiten können dann auftreten, wenn es zu einer Kombination aus Alters- und Reisebehinderung kommt.

Unter physischen Einschränkungen werden körperliche Beeinträchtigungen jeder Art verstanden, die den konkreten Ein- bzw. Aussteigevorgang in unterschiedlicher Weise verlängern.

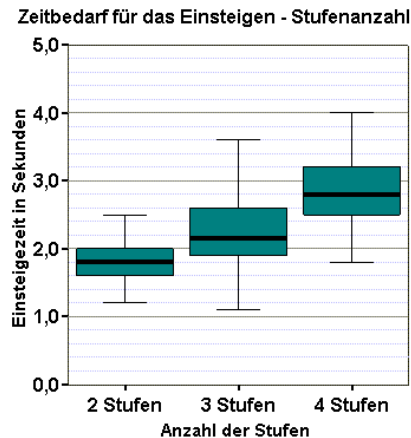
Die quantitativ häufigsten Einschränkungen ergeben sich einerseits aus der Altersbehinderung (vgl. Kap. I) und andererseits aus der Gepäckmitnahme (vgl. Kap. V).

Auf sonstige körperliche Einschränkungen oder Behinderungen wird in dieser Arbeit nicht näher eingegangen.

### IV. Einstiegsgestaltung, Stufenanzahl

Der durchschnittliche Einsteigevorgang dauert ohne Gepäck bzw. nur mit Handgepäck bei zwei Stufen etwa 1,8 sec, bei drei Stufen 2,2 sec und bei vier Stufen 2,8 sec.

Für das Aussteigen werden im Durchschnitt bei zwei Stufen 1,6 sec, bei drei Stufen 2,0 sec und bei vier Stufen 2,3 sec. benötigt. Im Mittel dauert der Einsteigevorgang etwa 10 % länger als das Aussteigen.



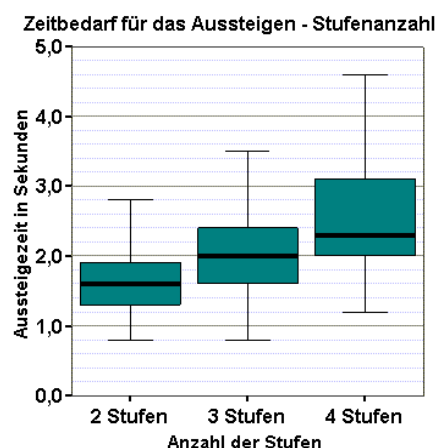
**Abbildung 3: Zeitbedarf für das Einsteigen (nur Handgepäck oder kein Gepäck)**

50 % aller Reisenden benötigen beim Einsteigen für zwei Stufen zwischen 1,6 und 2,0 sec, bei drei Stufen zwischen 1,9 und 2,6 sec und bei drei Stufen zwischen 2,5 und 3,2 sec.

Für das Aussteigen benötigen die Hälfte der Reisenden bei zwei Stufen 1,3 bis 1,9 sec, bei drei Stufen 1,6 bis 2,4 sec und bei vier Stufen zwischen 3,0 und 4,1 sec.

Bei 55 cm hohen Bahnsteigen und ohne Gepäck bzw. nur mit Handgepäck werden für den Einsteigevorgang bei RIC-Waggons (3 Stufen) durchschnittlich 2,5 sec, beim ICE (3 Stufen) 2,2 sec, beim Typ 4010 (2 Stufen) 1,95 sec und beim Nahverkehrstriebwagen 4020 (2 Stufen) etwa 1,8 sec benötigt (vgl. Abb.161).

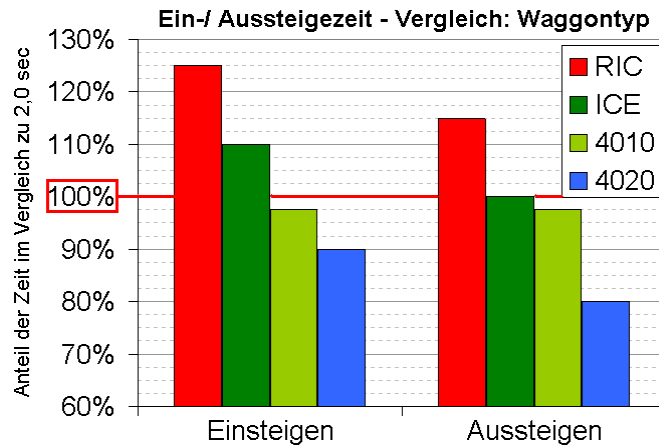
Für das Aussteigen benötigen im selben Fall Reisende bei RIC-Waggons durchschnittlich 2,3 sec, beim ICE 2,0 sec, beim Typ 4010 1,95 sec und beim Nahverkehrstriebwagen 4020 etwa 1,6 sec.



**Abbildung 4: Zeitbedarf für das Aussteigen (nur Handgepäck oder kein Gepäck)**

Demnach beeinflusst einerseits die Anzahl der zu überwindenden Stufen, andererseits die gesamte Einstiegsgestaltung maßgeblich den Fahrgastwechselzeitbedarf. Sowohl bei RIC-Waggons als auch beim ICE sind bei einem 55 cm hohen Bahnsteig 3 Stufen zu überwinden. Der Einstieg in den ICE ist jedoch um 10 cm breiter und das Neigungsverhältnis der Stufen ist flacher als bei RIC-Waggons. Sowohl für das Ein- als auch für das Aussteigen liegt der Zeitbedarf bei RIC-Waggons etwa 15 % über jenem beim ICE (vgl. Abb.5).





**Abbildung 5: Vergleich der Ein-/ Aussteigezeit nach Waggontypen; Basis: 2,0 sec**

Beim ÖBB-Triebkopfzug vom Typ 4010 sind 2 Stufen zu überwinden, bei ähnlicher Einstiegsgestaltung wie bei RIC-Waggons ist der Einsteigevorgang um ca. 25 %, im Vergleich zum ICE um etwa 10 % kürzer. Im Vergleich zum Triebwagen 4020 (ebenfalls 2 Stufen, die jedoch flacher geneigt sind) dauert das Einsteigen um etwa 10 % länger.

Verglichen mit den RIC-Waggons dauert auch der Aussteigevorgang um ca. 20 % kürzer. Im Verhältnis zum Typ 4020 wird für das Aussteigen jedoch um 20 % länger benötigt. In Bezug zum ICE lässt sich kaum ein Unterschied feststellen.

Demnach macht die Differenz um eine Stufe einen Unterschied von **20-25 %**, die unterschiedliche Gestaltung des Einstiegsraumes hinsichtlich der Türbreite und der Stufenneigung ca. **10-15 %** aus (vgl. Abb.5)

#### V. Fahrgastwechselzeit infolge des mitgenommenen Gepäcks

Hinsichtlich der Verteilung der beobachteten Zeitwerte können in Abhängigkeit des Gepäcks drei Zeitbereiche definiert werden, welche im konkreten Fall für drei zu überwindende Stufen gelten, was z.B. dem Fall eines RIC-Waggons bei einem 55 cm hohen Bahnsteig entspricht (vgl. Abb.6):

- **Einsteigen:**

- Reisende ohne Gepäck, mit Handgepäck, mit einem Rucksack oder mit einer umgehängten Reisetasche benötigen für das Einsteigen durchschnittlich zwischen 2,0 und 2,5 sec. Die Hälfte der ermittelten Werte liegen zwischen 1,8 und 2,8 sec.
- Werden Reisetaschen wie Koffer in den Waggon gehoben, mittlere Koffer oder zusätzlich ein Rucksack mitgenommen, liegt der durchschnittliche Zeitbedarf zwischen 3,0 und 4,0 sec, 50 % der ermittelten Werte liegen im Bereich von 2,5 bis 5,0 sec.

- Bei der Mitnahme eines großen Koffers, von zwei mittleren Koffern oder Reisetaschen bzw. einem Reisegepäck und zusätzlich einem Paar Ski beträgt der Zeitbedarf etwa 7,0 bis 8,0 sec. Der Streubereich für die Hälfte der Beobachtungsfälle liegt zwischen 5,0 und 10,0 sec.

- **Aussteigen:**

- Reisende ohne Gepäck, jene mit Handgepäck, mit einem Rucksack bzw. einer umgehängten Reisetasche benötigen durchschnittlich 2,0 bis 2,5 sec. Dies gilt im Unterschied zum Einsteigen auch für den Fall, dass Reisetaschen wie ein Koffer aus dem Waggon gehoben werden. Der Streubereich für 50 % der Fälle liegt zwischen 1,5 und 3,2 sec.
- Bei der Mitnahme eines mittleren Koffers oder eines Koffers bzw. einer Reisetasche und zusätzlich einem Rucksack beträgt der Zeitaufwand in etwa 3,3 sec. Die Hälfte der Werte liegen zwischen 2,5 und 4,5 sec.
- Reisende mit einem großen Koffer, mit zwei mittleren Koffern bzw. mit zwei Reisetaschen oder je einer Tasche und einem Koffer bzw. jene, die zu ihrem Reisegepäck zusätzlich ein Paar Ski bei sich haben, benötigen zwischen 5,0 und 6,0 sec für das Aussteigen. Dieser Bereich gilt auch für jene, die nur mit einem Paar Ski aussteigen. Der Streubereich für die Hälfte der Fälle liegt zwischen 3 und 8 Sekunden.

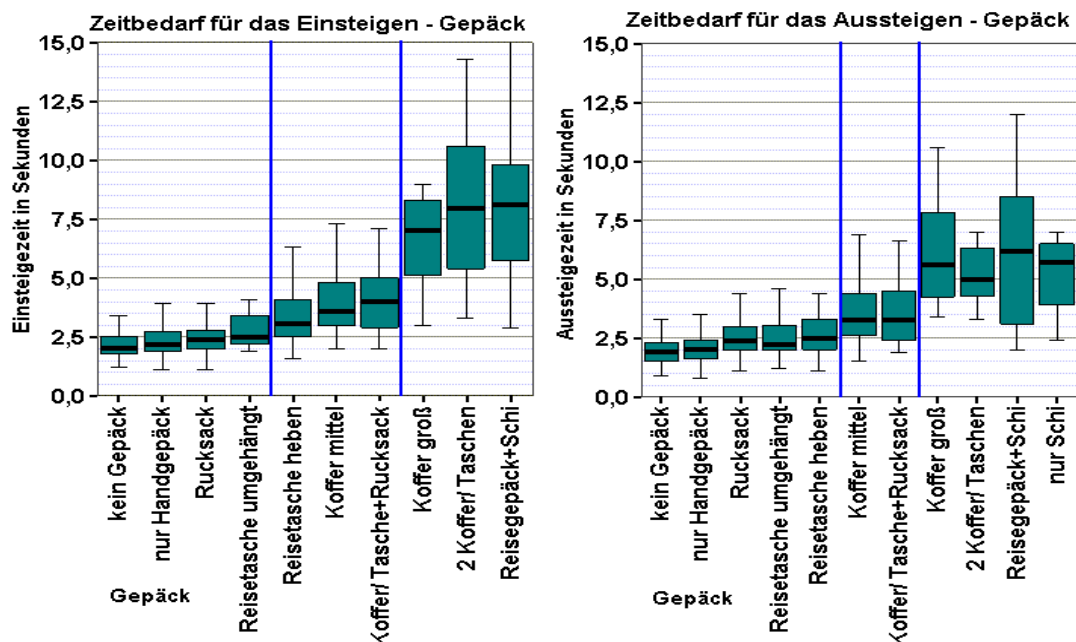


Abbildung 6: Zeitbedarf für das Ein- bzw. Aussteigen mit Gepäck (Basis: 3 Stufen)

Hinsichtlich der Waggontypen gilt auch unter Berücksichtigung der verschiedenen Gepäckstücke im Wesentlichen die in Kap. IV ermittelte Verteilung (vgl. Abb.7).

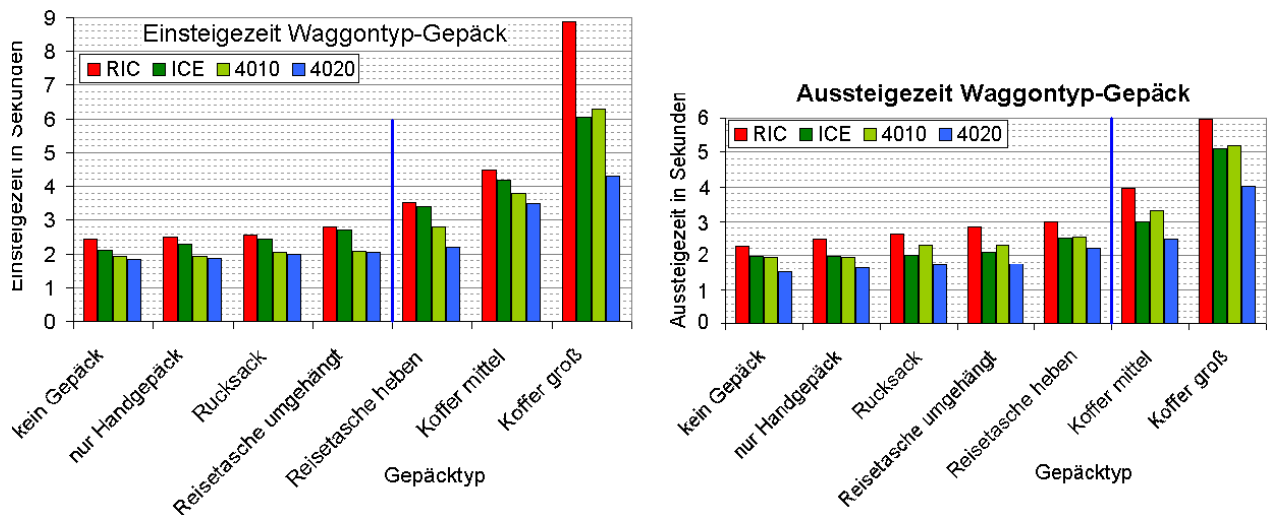


Abbildung 7: Zeitbedarf beim Ein- bzw. Aussteigen – Vergleich von Waggontypen und Gepäck (Bahnsteighöhe 55cm)

Augenscheinlich größere Unterschiede ergeben sich beim Einsteigen bei der Mitnahme von großen Koffern. Bei RIC-Waggons dauert der durchschnittliche Einsteigevorgang mit einem großen Koffer ca. 9 sec, beim ICE (ebenfalls 3 Stufen, aber um 10 cm breiterer Einstieg und flachere Stufenneigung, vgl. Kap. III) nur 6 sec, also um ein Drittel kürzer.

Ebenso dauert das Einsteigen mit einem großen Koffer beim Typ 4010 (zwei Stufen, ähnliche Einstiegsgestaltung wie beim Typ „RIC“) etwa 6 sec. Beim Nahverkehrstriebwagen 4020 benötigt ein Reisender mit einem schweren Koffer nur etwa 4 sec für das Einsteigen, was um ein Drittel kürzer ist als beim Typ 4010 und im Vergleich zu RIC-Waggons weniger als halb so lang.

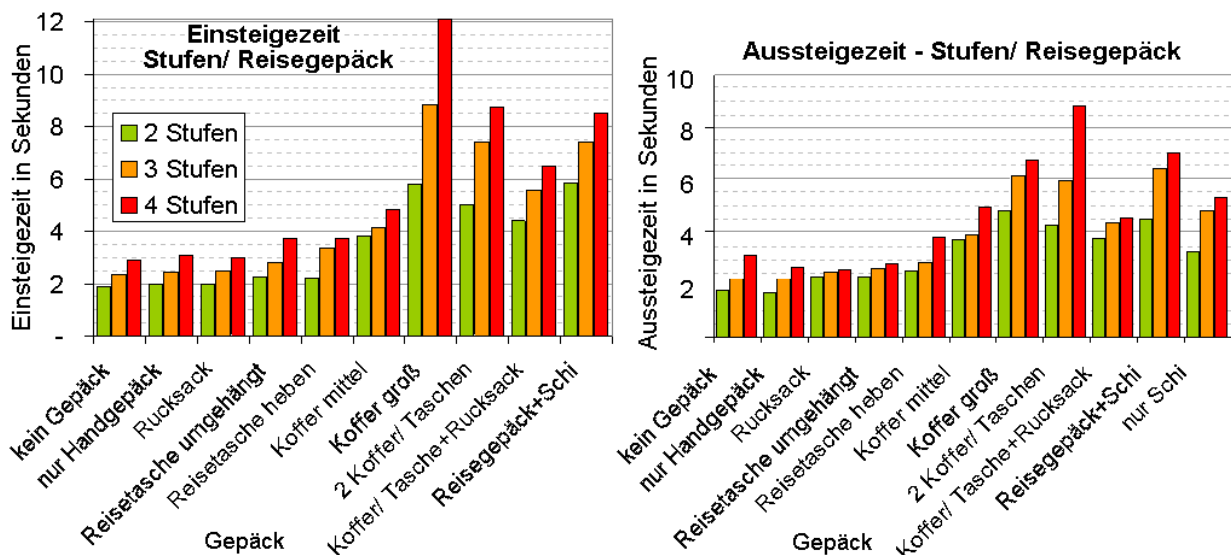


Abbildung 8: Zeitbedarf für das Ein- bzw. Aussteigen in Abhängigkeit der Anzahl der zu überwindenden Stufen und dem mitgenommenen Gepäck.

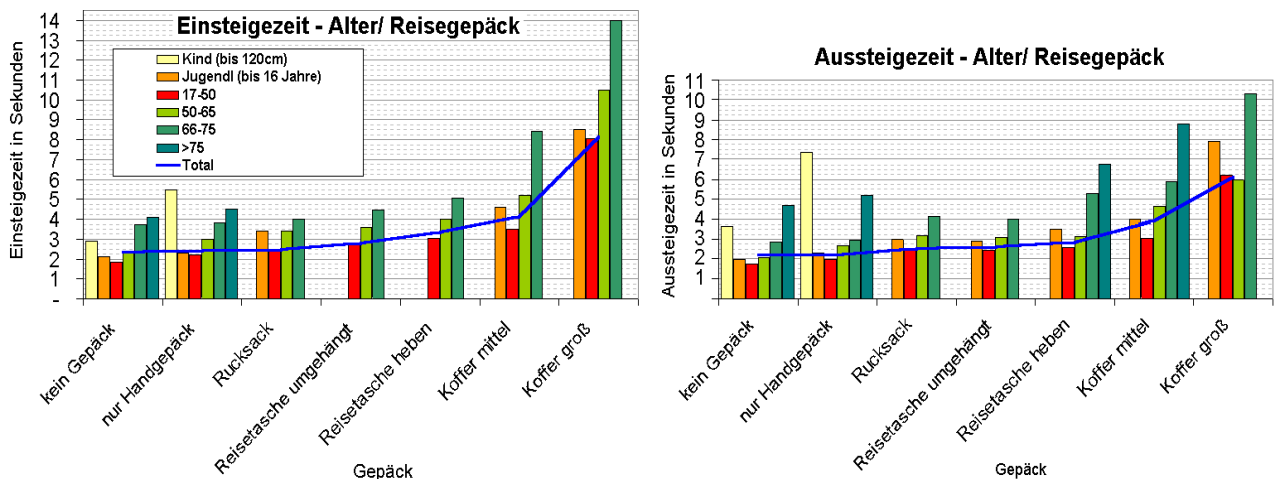
Demnach verursachen beim Einsteigen mit einem großen Koffer sowohl eine zusätzliche Stufe als auch ein um 10 cm schmälerer Einstieg bzw. eine stärkere Neigung der Stufen jeweils einen zusätzlichen Zeitbedarf von ca. 50 %.

Das Verhältnis von 1 zu 1,25 zu 1,5 bei zwei bzw. drei oder vier Stufen (Kap. IV) gilt generell auch unter Berücksichtigung der verschiedensten Gepäckstücke (vgl. Abb.8).

Wie bereits bei den unterschiedlichen Waggontypen gezeigt, besteht beim Einsteigen von Reisenden mit großen Koffern ein verstärkter Einfluss der Anzahl der Einstiegsstufen. Bei zwei Stufen werden für den Einsteigevorgang durchschnittlich 6 sec benötigt, bei drei Stufen etwa 9 sec und bei vier Stufen (z.B. Einsteigen in einen RIC-Waggon von einem 38 cm hohen Bahnsteig aus) 12 sec. Demnach besteht in diesem Fall ein Verhältnis von 1 zu 1,5 zu 2.

Der in Kap. II dargestellte Einfluss des Alters auf die Fahrgastwechselzeit gilt für alle Gepäckstücke (vgl. Abb.9). Beispielsweise benötigen bis 50-jährige beim Einsteigen mit einem mittleren Koffer (bei 3 Stufen) durchschnittlich 4 sec, 50 bis 60-jährige ca. 5 sec und über 65-jährige etwa 8 sec.

Bei Kindern führt das Heben von Handgepäck bereits zu einer Verdoppelung des Zeitbedarfs. Größere Gepäckstücke werden von Kindern beim Einsteigen im Regelfall nicht gehoben.



**Abbildung 9: Ein- bzw. Aussteigezeit in Abhängigkeit von Alter und Gepäckmitnahme (Basis: 3 Stufen)**

Der Einsteigevorgang dauert durchschnittlich um 10 % länger als das Aussteigen (vgl. Kap. I). Dieses Verhältnis gilt bis zu mittleren Koffern.

Bei großen Koffern, bei der Mitnahme von zwei Koffern, Reisetaschen oder zusätzlich einem Rucksack bzw. Schi dauert der Einsteigevorgang im Vergleich zum Aussteigen um ca. 30 % länger (vgl. Abb.10).

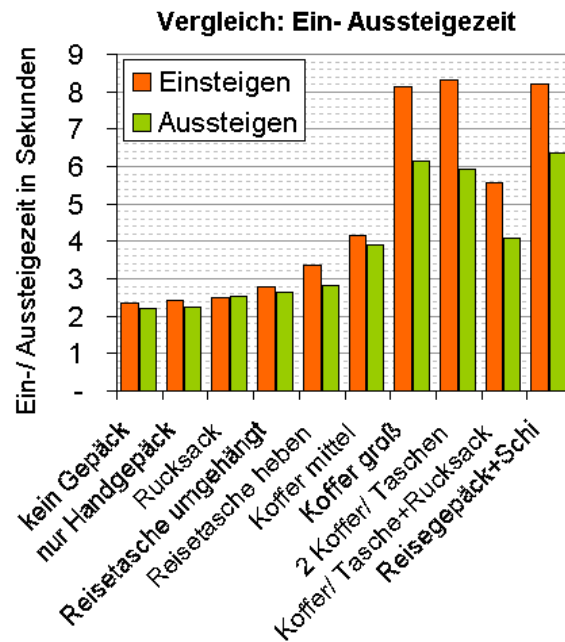


Abbildung 10: Vergleich Ein- mit Aussteigezeit, Einfluss durch Gepäck (Basis 3 Stufen)

### 5.1.2 Fahrgastwechselzeit

Die Fahrgastwechselzeit nimmt generell mit der Größe und dem Gewicht der Gepäckstücke sowie mit der Anzahl der beim Einsteigen zu überwindenden Stufen zu (vgl. Abb. 11).

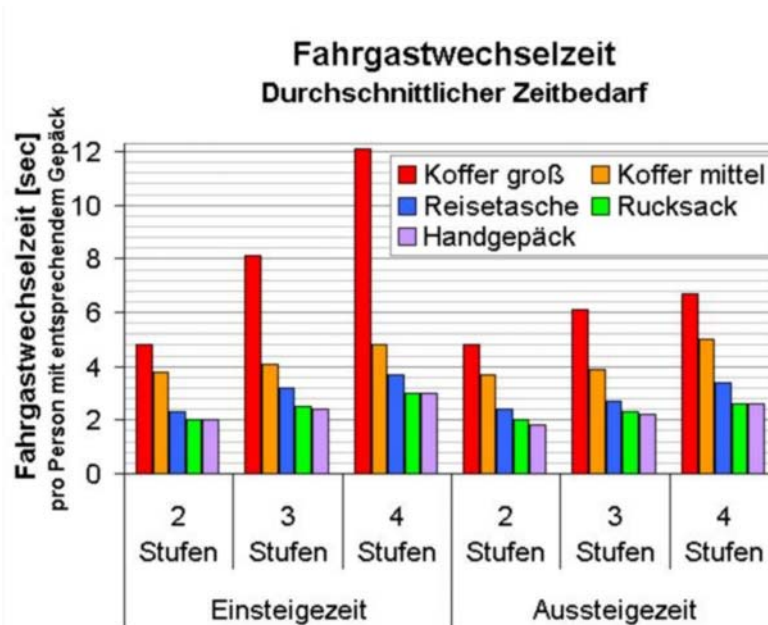
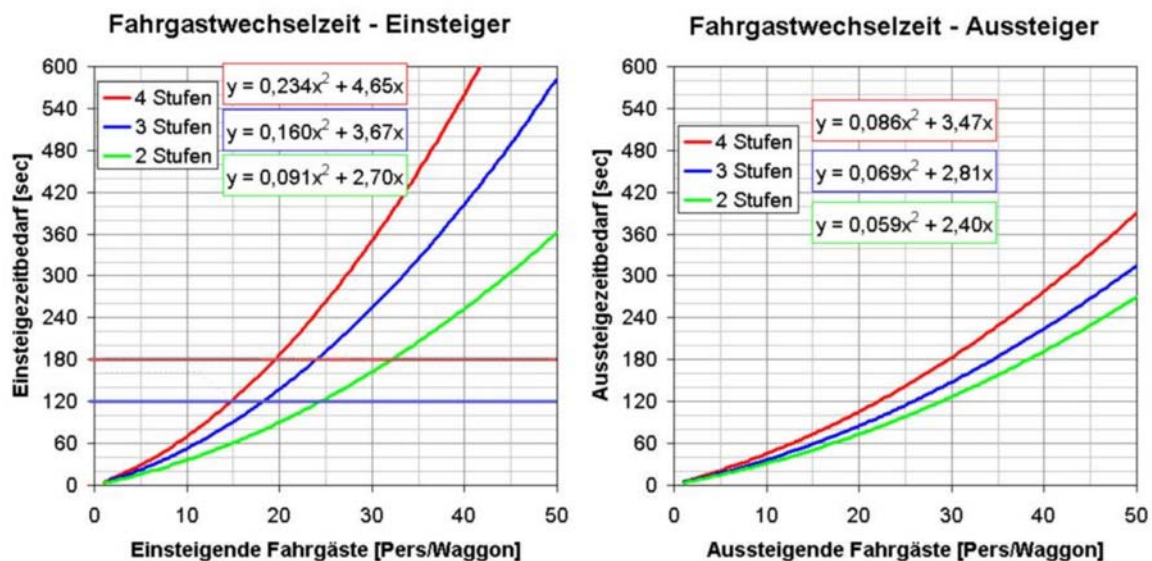


Abbildung 11: Durchschnittlicher Zeitbedarf für das Ein- bzw. Aussteigen in Abhängigkeit von mitgenommenem Reisegepäck und der Anzahl der im Einstiegsbereich zu überwindenden Stufen.

Beim Einsteigen mit einem Koffer beträgt der dafür notwendige durchschnittliche Zeitbedarf bis zum Doppelten im Vergleich zum Einsteigen mit wenig belastenden Gepäckstücken wie Handgepäck oder Rucksäcken. Bei großen und schweren Koffern, wie sie bei Urlaubsreisen häufig mitgenommen werden, macht dieser Unterschied beim Einsteigen bis zum Vierfachen aus. Das Aussteigen nimmt im Vergleich zum Einsteigen weniger Zeit in Anspruch.

Beim Einsteigevorgang kommt zum unmittelbaren Zeitbedarf auch noch das Problem der Rückstaubildung hinzu. Diese entsteht bereits nach wenigen einsteigenden Fahrgästen und resultiert aus der Tatsache, dass Reisende im Waggon ihre Sitzplätze aufsuchen und das Gepäck verstauen müssen, weshalb der Fahrgastfluss gehemmt wird und dadurch der Zeitbedarf für das Einsteigen überproportional mit der Anzahl der wartenden Fahrgäste steigt. Der beim Aussteigen entstehende Rückstau wirkt sich geringer aus.

Da der Fahrgastwechselzeitbedarf von der Art der mitgeführten Gepäckstücke abhängt und diese wiederum durch den jeweiligen Reisezweck beeinflusst wird, wird für das in Abb.10 dargestellte Beispiel angenommen, dass vorwiegend Urlaubsreisende unter den Einsteigern sind. Mit der getroffenen Annahme kann nach [4] eine entsprechende Verteilung der Gepäckstücke unter den Reisenden ermittelt und der tatsächliche Zeitbedarf in Abhängigkeit der Reisenden dargestellt werden (vgl. Abb.10)<sup>9</sup>. Diese Darstellung gilt für den konkreten Fall (100 % Urlaubsreisende), an Tagen mit einer anderen Verteilung der Reisezwecke ist der entsprechende Zeitbedarf aller Einsteiger gesondert zu ermitteln (siehe [4]).



**Abbildung 12: Zeitbedarf für das Ein- und Aussteigen im Urlaubsreiseverkehr in Abhängigkeit der Anzahl der im Einstiegsbereich zu überwindenden Stufen.**

<sup>9</sup> Es werden die Reisenden auf je einen Waggon bezogen, wobei von Reisezugwagen mit je zwei Türen pro Waggonseite ausgegangen wird. Mitberücksichtigt bei dieser Ermittlung ist bereits die ungleiche Verteilung je Einstieg (in einen Waggon steigt selten an beiden Türen die gleiche Anzahl an Reisenden ein) und der zusätzliche Zeitbedarf infolge des Rückstaus. Dieser wird in den entsprechenden Gleichungen durch den vorangestellten quadratischen Term ausgedrückt, der lineare Term steht hingegen für den durchschnittlichen Zeitbedarf eines Urlaubsreisenden.

Da die Art des mitgenommenen Reisegepäcks nicht beeinflusst werden kann, ist die einzige Variable, deren Änderung zu einer Reduktion der Fahrgastwechselzeit je Reisenden führt, die Einstiegsgestaltung, hier besonders die Anzahl der zu überwindenden Stufen.

Sind bei einer entsprechenden Kombination aus Bahnsteighöhe und Fahrzeugbodenhöhe über SOK 2 Stufen zu überwinden<sup>10</sup>, benötigen 25 Einsteiger in Summe ca. 2 min wofür die selbe Anzahl an Fahrgästen bei 4 Stufen<sup>11</sup> mit über 4 min mehr als doppelt so lange benötigt. Umgekehrt können bei vier Stufen, um die Einsteigezeit auf zwei Minuten zu beschränken, durchschnittlich nur 15 Urlauber in einen Waggon einsteigen. Dies ist im Vergleich zu einer Einstiegsituation von zwei Stufen um 40 % weniger!

## 5.2 Auslastungsgrad

Bei den meisten Versuchen, die vorhandene Fläche im Waggon hinsichtlich der Sitzplatzkapazität möglichst effizient zu nutzen, zeigt sich jener Mangel, dass dem realen Verhalten der Reisenden nur wenig Beachtung geschenkt wird. Verhält sich der Fahrgast nicht in der vom Hersteller angedachten Weise, ist im Regelfall die erwünschte Auslastung des Waggons nicht zu erreichen. Bei heute üblichen Reisezugwagen liegt die tatsächlich mögliche Auslastung („*Defacto-Auslastung*“) aufgrund dieses Umstandes mindestens 20 % unter der theoretisch vorgesehenen (vgl. Abb.12).

Sind 50 % der Sitzplätze besetzt werden bis zu 80 % aller Plätze belegt, bei einem Besetzungsgrad von 80 % ist praktisch kein freier Sitzplatz mehr zu finden und weitere Fahrgäste müssen stehen!

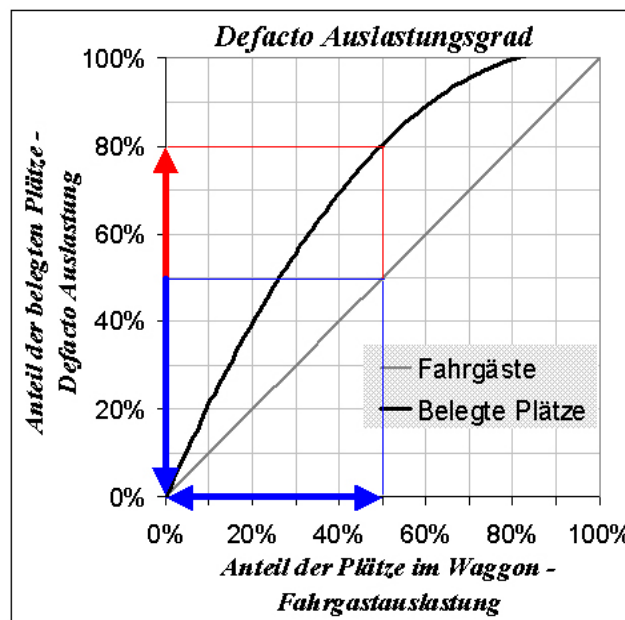


Abbildung 12: Defacto-Auslastungsgrad im Reisezugverkehr.

<sup>10</sup> Beispiel: Bahnsteighöhe über SOK: 55 cm und Reisezugwagen vom Typ 7010 der ÖBB oder Bahnsteighöhe über SOK: 76 cm und ICE

<sup>11</sup> Beispiel: Bahnsteighöhe über SOK: 38 cm und RIC-Reisezugwagen

### 5.2.1 Ursachen der geringeren Defacto-Auslastung

Das Belegtsein von Sitzplätzen kann grundsätzlich in zwei Kategorien eingeteilt werden. Plätze können durch kleine Gepäckstücke oder durch hochgelegte Beine „leicht verlegt“ oder durch größere Gepäckstücke „grob verstellt“ sein.

Die erste Kategorie umfasst etwa zwei Drittel aller Fälle und führt im Regelfall dazu, dass Fahrgäste nicht nach einem freien Sitzplatz fragen, sondern weitergehen. Nur wenn nach längerem Suchen kein Sitzplatz zu finden ist, wird von vielen Reisenden das Freimachen eines leicht verlegten Platzes erbeten. Diese Sitzplätze sind somit nur bedingt unbenutzbar, da sie im Regelfall mit wenigen Handgriffen frei gemacht werden können. Für zahlreiche Reisende stellt das Erbitten des Platzes jedoch eine psychische Hemmschwelle dar, weshalb diese Plätze grundsätzlich als nicht nutzbar einzustufen sind.

Etwa ein Drittel der nicht nutzbaren Sitzplätze sind durch größere Gepäckstücke in solcher Weise verstellt, dass sie nur unter großem Aufwand oder überhaupt nicht freigemacht werden könnten. Im Regelfall fragt kein Fahrgast nach solchen Plätzen, diese sind somit absolut unbenutzbar!

Die Ursache für die geringere Defacto-Auslastung liegt in den **Komfortansprüchen** der Reisenden und in den daraus resultierenden **Verhaltensweisen**.

Ist der Fahrgast mit dem ihm während der Reise zur Verfügung gestellten Raum nicht zufrieden, versucht er, dieses Manko auszugleichen und einen für ihn angenehmen Bereich zu schaffen. Dies führt häufig zu einer Inanspruchnahme weiterer Sitzplätze, welche somit für andere Reisende nur eingeschränkt oder gar nicht zur Verfügung stehen.

Wollen beispielsweise allein oder gemeinsam reisende Fahrgäste ungestört bleiben, werden häufig weitere Sitzplätze durch Gepäckstücke belegt. Möchten Fahrgäste eine für sie angenehmere Sitzposition einnehmen, werden oft Beine am gegenüberliegenden Sitz hochgelagert. Dies sind nur zwei Beispiele, die verdeutlichen sollen, wie durch den Wunsch nach einer Komfortverbesserung freie Sitzplätze zumindest bedingt unbenutzbar werden.

Jene Einflussgröße, welche die Defacto-Auslastung jedoch am nachhaltigsten beeinflusst und der trotz ihrer Brisanz und ständigen Präsenz v.a. im Fernverkehr bisher kaum Beachtung geschenkt wurde, ist das **Reisegepäck** und alle damit verbundenen, vom Fahrgast gesetzten, Verhaltensweisen.

- Erstens hat das Gepäck für die *Verkehrsmittelwahl* einen hohen Stellenwert. 72 % der nicht per Bahn verreisten Urlauber geben an, die Mitnahme von Reisegepäck sei für sie ein wesentlicher Grund, nicht die Bahn zu benutzen. Umgekehrt sind fast drei Viertel der Befragten grundsätzlich zu einer Bahnfahrt bereit, wenn neben anderen Kriterien die Probleme rund um die Gepäckmitnahme zu deren Zufriedenheit gelöst wären. [4]

- Zweitens verursacht die Mitnahme von Gepäck in den Zug für viele Fahrgäste *Schwierigkeiten*, welche im Regelfall zum Setzen von Verhaltensweisen führen, die den Betrieb beeinträchtigen bzw. den Auslastungsgrad senken können.



## **5.2.2 Anforderungen an den modernen Reisezugwagenbau - Fahrgastverhalten**

Um den Fahrgastraum effizient gestalten zu können ist darauf zu achten, nicht einzelne Bereiche zu optimieren, sondern nach einem Gesamtoptimum zu suchen. Dafür ist es erforderlich, die Kundenwünsche sowie das tatsächliche Fahrgastverhalten genau zu kennen und allen Planungen zu Grunde zu legen! Aus der Untersuchung der TU-Wien zum Fahrgastverhalten lassen sich nachstehende Grundregeln ableiten, deren Einhaltung für eine effiziente Fahrgastraumgestaltung wesentlich sind.

### **Gruppengröße:**

Da gemeinsam Reisende gerne unter sich sein möchten, ist es sinnvoll, bei der Aufteilung der Sitzplätze die tatsächlich vorkommenden Gruppengrößen zu berücksichtigen. Diese variieren je nach Reisezweck. Durchschnittlich reisen 40 % alleine, 20 % zu zweit und 15 % zu dritt. Etwa ein Viertel der Reisenden ist zu viert oder mit mehr Mitreisenden unterwegs. Es erscheint v.a. für Hauptreisetage sinnvoll, unter Einbindung eines entsprechenden Reservierungssystems ein flexibles Sitzplatzsystem zu finden, welches den Gruppengrößen angepasst werden kann. Nur wenn jedem Reisenden oder der jeweiligen Reisegemeinschaft der ausreichende Raum und die entsprechende Abgeschlossenheit gewährt wird, kann angenommen werden, dass nicht weitere Sitzplätze zur Sicherung der Privatsphäre blockiert werden.

### **Vorliebe für bestimmte Plätze:**

Viele Fahrgäste haben Vorlieben für bestimmte Plätze, welchen bei der Sitzplatzaufteilung auch Rechnung zu tragen ist. Beispielsweise bevorzugen 80 % der Reisenden in Fahrtrichtung zu sitzen.

### **Gepäckablagemöglichkeiten:**

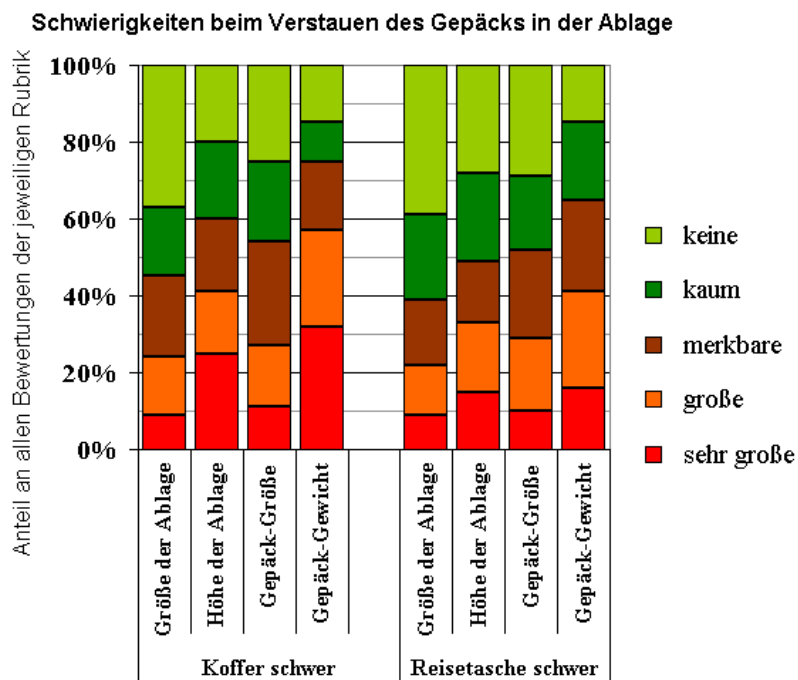
Obwohl die meisten Reisezugwaggons im Regelfall ausreichend Ablagemöglichkeiten bieten, führt das mitgenommene Gepäck oft dazu, dass es Reisende oder das Personal behindert bzw. Sitzplätze blockiert werden und die Defacto-Auslastung teilweise bis zur Hälfte reduziert wird (vgl. Abb.12).

Dieser Umstand begründet sich darin, dass besonders bei den Unterbringungsmöglichkeiten des Gepäcks die Bedürfnisse und damit das Verhalten der Reisenden und die Vorstellung der Hersteller stark divergieren!

Fahrzeughersteller versuchen, auf Wunsch der Besteller, die Sitzplatzanzahl zu maximieren um die Kapazitäten zu erhöhen. Dies führt jedoch unwillkürlich dazu, dass wertvolle Gepäckabstellflächen verringert werden und in vielen Reisezugwagen nur noch Überkopfablagen zur Verfügung stehen. Die Mehrzahl der Reisenden möchte jedoch das Heben von Gepäckstücken vermeiden und bevorzugt Ablagen am Boden oder in unmittelbarer Bodennähe. Selbst an Tagen mit hohem Fahrgastaufkommen wird ein großer Anteil v.a. der schweren Gepäckstücke in Bodennähe, genauer im Gangbereich, vor oder auf Sitzplätzen deponiert. Dies führt dazu, dass im Regelfall maximal 80 % der vorhandenen Sitzplätze tatsächlich den

Reisenden zur Verfügung stehen. Alle weiteren Fahrgäste müssen entweder stehen oder auf Koffern sitzen. Dieser Umstand birgt nicht nur ein Sicherheitsrisiko in sich, er widerspricht auch allen Komfortansprüchen!

Bei schweren Gepäckstücken geben mehr als drei Viertel der Reisenden an, mittlere bis große Schwierigkeiten beim Verstauen in Überkopfablagen zu haben. Auch die Höhe der Ablage stellt für mehr als 50 % teils große Probleme dar. Selbst bei mittelgroßen Gepäckstücken haben über 40 % der Reisenden Probleme beim Verstauen (vgl. Abb.14).



**Abbildung 14: Schwierigkeiten beim Verstauen**

Diese Schwierigkeiten führen dazu, dass 40 % der schweren Gepäckstücke auch an Hauptreisetagen am Boden, auf, vor oder zwischen den Sitzen untergebracht werden. Auch ca. 40 % der mittleren Gepäckstücke und sogar 60 % der Handgepäckstücke werden nicht in den dafür vorgesehenen Ablagen deponiert (vgl. Bild 3).

Die Reisegepäck-Thematik ist nicht auf wenige Hauptreisetage im Jahr zu beschränken, da 90 % der Fahrgäste länger als einen Tag verreisen und diese teilweise bereits großes Gepäck bei sich haben.

### Vergleich zweier konträrer Fahrgastraumgestaltungen

In Abb.17 werden exemplarisch zwei Typen von Großraumwagen hinsichtlich der Gepäckunterbringungsmöglichkeiten und den von den Fahrgästen gesetzten Verhaltensweisen miteinander verglichen, ein 2.KI-Großraumwagen des ÖBB-Triebkopfzuges vom Typ 4010 (Abb.15), welcher eine 2+1 Bestuhlung aufweist und dessen Sitze vis-a-vis angeordnet sind und der IC/EC-Großraumwaggon der DB-AG mit großteils Reihenbestuhlung (Abb.16).

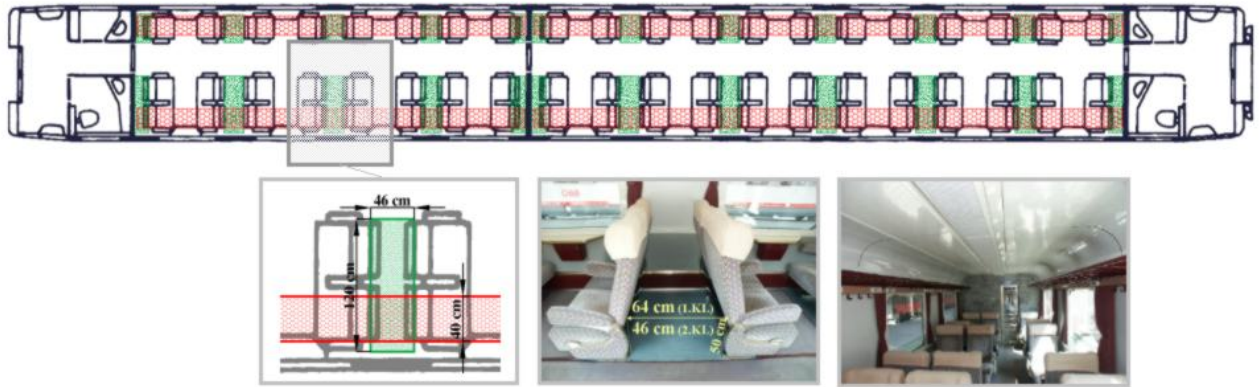


Abbildung 15: Großraumwagen ÖBB (Triebkopfbzug 4010)<sup>12</sup>

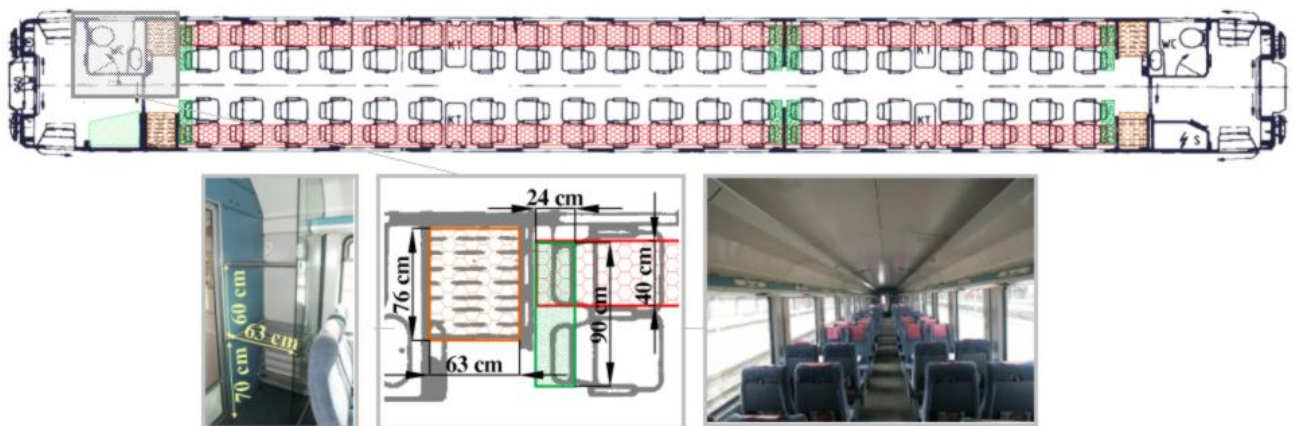


Abbildung 16: IC/EC-Großraumwagen der DB-AG

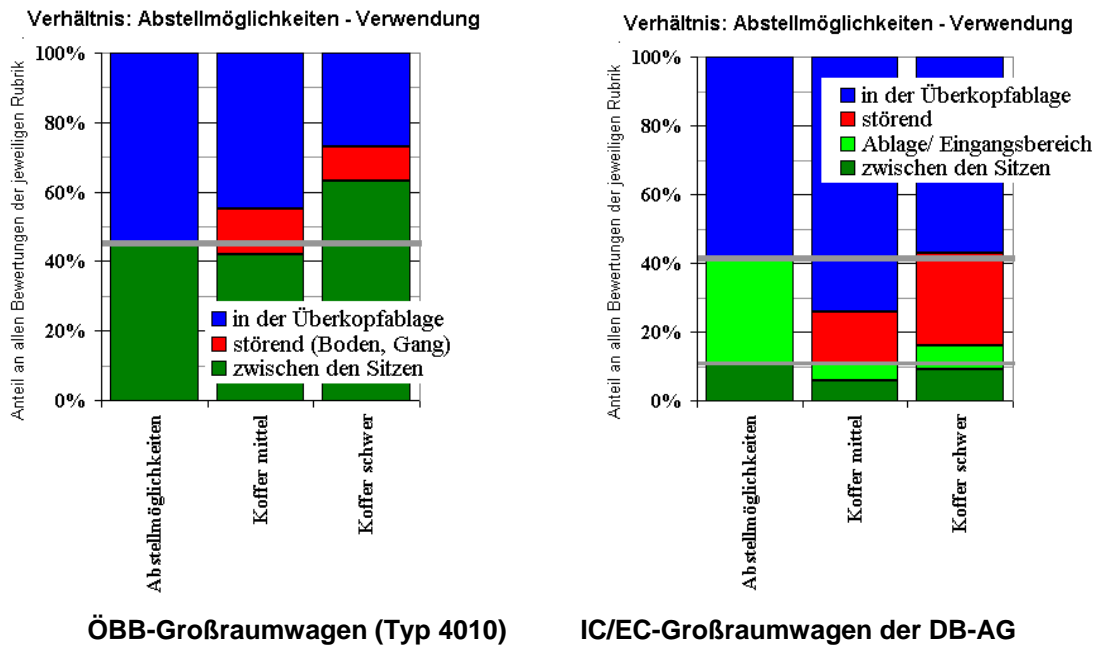
Im Großraumwagen der ÖBB findet sich zwischen den jeweiligen Sitzen ausreichend Platz, um das Gepäck am Boden abstellen zu können. Beim Waggon der DB gibt es praktisch nur eine Überkopfablage und eine Gepäckablage im Eingangsbereich, bei welcher das Gepäck teilweise in Bodennähe abgestellt werden kann.

Betrachtet man das Verhalten der Reisenden zeigt sich, dass dort, wo ausreichend Abstellmöglichkeiten am Boden vorhanden sind nur etwas mehr als ein Drittel der Gepäckstücke in der Überkopfablage verstaut werden (vgl. Abb.17)

<sup>12</sup> Anmerkung zur Grafik:

Grüner Bereich: Gepäckablagen am Boden oder in Bodennähe

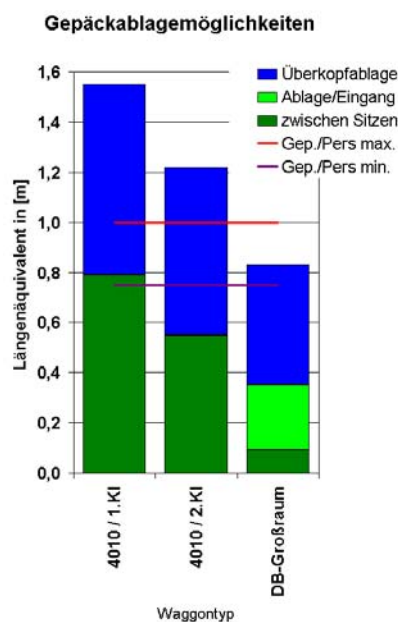
Roter Bereich: Überkopfablagen



**Abbildung 17: Abstellmöglichkeiten – tatsächliche Inanspruchnahme**

In jenen Waggons, die praktisch nur Überkopfablagen bieten, werden noch immer bis zu einem Drittel der Gepäckstücke nicht dort, sondern an nicht für die Gepäckablage vorgesehenen Stellen deponiert, wo sie häufig stören.

Bei einem Vergleich der vorhandenen Gepäckablagemöglichkeiten der beiden Waggons zeigt sich, dass im ÖBB-Großraumwaggon 55 cm Gepäckablage pro Sitzplatz am Boden zur Verfügung stehen. Beim DB-Großraumwaggon sind dies nur 9 cm, mit der Ablage im Einstiegsbereich 35 cm. Bei optimaler Ausnützung aller Ablagen stehen im DB-Waggon nur 83 cm pro Reisenden zur Verfügung. An einem Hauptreisetag kommt es somit in jedem Fall zu einer Überfüllung aller Ablagen und zu einer Unterbringung in Gang und Sitzbereich (Abb.18).



**Abbildung 18: Gepäckunterbringungsmöglichkeit vs. Gepäckmitnahme**

## 6 Fahrgastverhalten – Rückschlüsse für eine effiziente Fahrgastraumgestaltung

Aus den Beobachtungen und Befragungen zeigen sich nachstehende Verhaltensweisen der Fahrgäste bzw. Kundenwünsche:

- **Hohe Akzeptanz von Gepäckablagen am Boden oder in Bodennähe:** Dort, wo der Reisende die Möglichkeit hat Gepäck zu verstauen, ohne dieses hochheben zu müssen, werden diese Angebote vermehrt angenommen, wo hingegen der Reisende de facto gezwungen wird, sein Gepäck zu heben, wird ein Großteil der v.a. schweren Gepäckstücke an nicht dafür vorgesehenen Plätzen abgestellt und stellt oft eine Behinderung für andere Reisende und das Personal dar. Bei voll besetzten Abteilen werden bis zu 20 % der Gepäckstücke am Gang abgestellt, dies sind im Durchschnitt ein bis zwei Koffer pro Abteil! (Diese beeinträchtigen nicht nur die Fahrgäste sondern auch das Personal, v.a. das mobile Bordservice!) Daher ist auch bei Abteilwägen für ausreichend bodennahe Gepäckablagemöglichkeiten zu sorgen!
- **Sichtkontakt zum eigenen Gepäck:** Der Fahrgast möchte sein Gepäck jederzeit im Blick haben, wie sich beim Großraumwagen der DB-AG verdeutlicht. Etwa ein Viertel aller Ablagen in diesem Waggontyp erfüllen zwar das Komfortkriterium der bodennahen Unterbringung, dennoch werden diese nur für etwa 5 % aller abgestellten Gepäckstücke genutzt, da sie im Eingangsbereich platziert sind und für den Großteil der Reisenden nicht eingesehen werden können.

**Wunsch nach Gepäckmitnahme im Zug:** Etwa 80 bis 90 % der Reisenden möchten das Gepäck unbedingt bei sich im Abteil oder in Sichtentfernung haben. Nur im Urlaubsreiseverkehr (nur 12 % aller Bahnreisen) könnten sich bis zu 40 % alternative Gepäckbeförderungssysteme wie Gepäckaufgabe und Check-in-Systeme vorstellen.

## 7 Optimierung des Fahrzeuginnenraumes

Die Optimierungspotentiale ergeben sich aus den beiden Hauptkritikpunkten „Einstiegs- und Sitzplatzsituation“.

### 7.1 Einstiegsbereich

Um den Einsteigevorgang zu beschleunigen müssen die Einstiegtüren eine Mindestdurchgangsbreite von 90 cm aufweisen.

Ebenso wichtig ist die Anzahl der Stufen, welche vom Bahnsteig in das Fahrzeuginnere zu überwinden sind. Im Vergleich zu zwei Stufen dauert es beim Einsteigen über vier Stufen, je nach mitgeführtem Gepäck, zwei bis drei mal so lange, bis ein Einsteiger dem nächsten folgen kann. Im Durchschnitt benötigt ein Reisender

mit einem schweren Koffer beim Überwinden von vier Stufen 12 Sekunden. Derselbe Fahrgast braucht bei zwei Stufen nur durchschnittlich 5 Sekunden! [3]

Ein flacheres Neigungsverhältnis der Stufen trägt ebenso zur Reduktion der Fahrgastwechselzeit bei. Beim Einstieg in einen ICE mit einer Türbreite von 90 cm und einem Stufenverhältnis (Höhe:Tiefe) von 21:23 cm benötigt ein Reisender im Durchschnitt um 15 bis 20 % kürzer als beim Einstieg in einen RIC-Wagen mit einer Türbreite von 80 cm und einem Neigungsverhältnis von 23:20 cm. [7]

Zur Rückstauvermeidung muss der unmittelbare Einstiegsbereich im Fahrzeuginneren eine Auffang- und Verteilungsfunktion erfüllen können. Daher ist es erforderlich, dass dieser ausreichend bemessen wird.

Die Durchgangsbreiten zwischen den Sitzen müssen mindestens 60 cm betragen, um den Fahrgastfluss nicht zu sehr einzuschränken.

## **7.2 Sinnvolle Maximalanzahl der Sitzplätze**

Die Grundlage für die maximal sinnvolle Anzahl an Sitzplätzen stellen der Fahrgast und sein Verhalten unter entsprechenden Randbedingungen dar. Die meisten Reisenden führen Gepäck mit sich, welches große Ausmaße annehmen kann. Dies ist besonders bei Zügen zu beachten, welche Flughäfen oder Urlaubsziele bedienen, wobei auch im Geschäftsreiseverkehr das Gepäckaufkommen nicht unterschätzt werden darf.

Je nach Reisezweck fallen im Durchschnitt je Reisendem 0,8 Reisegepäckstücke an. Diese sind große bzw. mittlere Koffer, Reisetaschen oder Rucksäcke. Im Urlaubsreiseverkehr ist von einem ca. 40 % größeren Gepäckaufkommen auszugehen. Zusätzlich hat jeder Fahrgast durchschnittlich 0,7 Handgepäckstücke bei sich, welche größtenteils den im Flugreiseverkehr zugelassenen Bordgepäckstücken entsprechen.

Die Größenordnung der notwendigen Abstellflächen für Reisegepäck soll an einem fiktiv gewählten Großraumwagen 2. Klasse mit großteils Reihenbestuhlung demonstriert werden (vergleichbar mit dem DB-Großraumwagen Bpmz 291). Unter der Annahme eines Sitzrasters von ca. 90 cm können unter voller Ausnutzung der Platzverhältnisse 88 Sitzplätze in den Waggon eingebaut werden, wobei kein Platz zur Gepäckunterbringung in Bodennähe übrig bleibt und nur Überkopfablagen zur Verfügung stehen.

Wird das ermittelte, tatsächliche Fahrgastverhalten auf diesen Fahrzeugtyp umgelegt, sind je nach Reisezweckverteilung 20 bis 30 % der Sitzplätze nicht benutzbar, da sie großteils durch Gepäck verstellt sind. Selbst wenn alle Reisenden bereit wären, ihr Gepäck zu heben und in der Überkopfablage zu verstauen, genügen die vorhandenen Überkopfablagen nicht. Da viele Fahrgäste ohnehin nicht bereit und oft auch gar nicht in der Lage sind ihre teils schweren Gepäckstücke zu heben, werden nur die leichten Gepäckstücke und die Bekleidung hochgehoben und das schwere Reisegepäck bleibt am Boden, auf oder vor Sitzen.

Demnach stehen in diesem Waggon durchschnittlich nur etwa 70 der 88 eingebauten Plätze zur Verfügung. An Urlaubstagen sind dies noch weniger!

Werden durch entfernen von sechs Sitzplätzen Platz für drei Gepäckracks geschaffen, können 82 Sitzplätze eingebaut werden, von denen jedoch auch nur maximal 77 genutzt werden können. Demnach stehen jedoch 7 Sitze mehr zur Verfügung, obwohl absolut gesehen 6 Sitze weniger vorhanden sind. Der zu erwartende Auslastungsgrad beträgt 94 %, an Urlaubsreisetagen bis zu 89%! Um eine 100 %-ige Auslastung erzielen zu können, liegt die Obergrenze der einzubauenden Sitze für durchschnittliche Reisetage in diesem Waggontyp bei 80 Plätzen. In diesem Fall können vier Gepäckracks eingebaut werden.

Durch den Verzicht auf 8 der 88 Plätze lassen sich demnach 10 Sitzplätze gewinnen! Dies erhöht nicht nur die Auslastung und damit auch die Wirtschaftlichkeit, sondern auch den Fahrgastkomfort und damit die Kundenzufriedenheit!

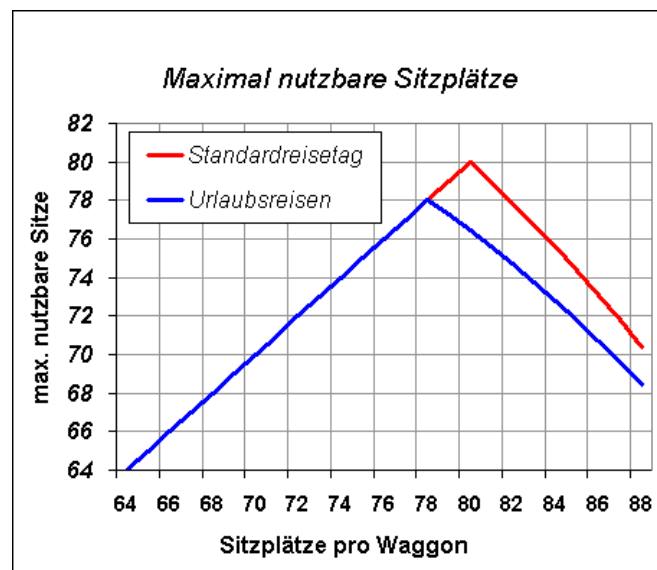


Abbildung 19: Maximalanzahl der nutzbaren Sitze in Abhängigkeit der eingebauten.

### 7.3 Ausführung der Gepäckracks

Die endgültig zu wählende Anzahl und Größe der Gepäckracks hängt von den jeweiligen Randbedingungen wie z.B. der üblichen Verteilung der Reisezwecke ab. Die exakte Ermittlung der maßgeblichen Größen ist derzeit Gegenstand einer weiteren Untersuchung am Institut für Eisenbahnwesen der TU-Wien. Nach momentanem Kenntnisstand hat sich der Einbau von 4 Gepäckracks mit einer inneren Breite von je mind. 105 cm am effizientesten erwiesen. Dabei ist zu beachten, dass das unterste Fach, welches vorwiegend für große und schwere Gepäckstücke vorgesehen ist, eine Mindesthöhe von 75 cm aufweist. Dies ermöglicht u.a. eine aufrechte Unterbringung der meisten Trolley-Typen. Dies erscheint wichtig, da die meisten Fahrgäste ihr Gepäck nach Möglichkeit nicht zusätzlich manipulieren möchten. So soll ein aufrecht gerollter Trolley nicht zur Unterbringung gekippt werden müssen, sondern möglichst in seiner angedachten Position abgestellt werden können. Dies steigert nicht nur die Akzeptanz bei den Fahrgästen, sondern reduziert auch die Rückstauwirkung. Über dem großen Fach am Boden sind noch zwei Ablagen mit einer lichten Höhe von 55 cm und etwa 45 cm anzuordnen, wobei das obere, kleinere Fach v.a. für Reisetaschen und Rucksäcke gut geeignet ist.

Es hat sich als wesentlich herausgestellt, die genannten Mindestabmessungen einzuhalten, da andernfalls die Ablagefächer nur ineffizient genutzt werden können.

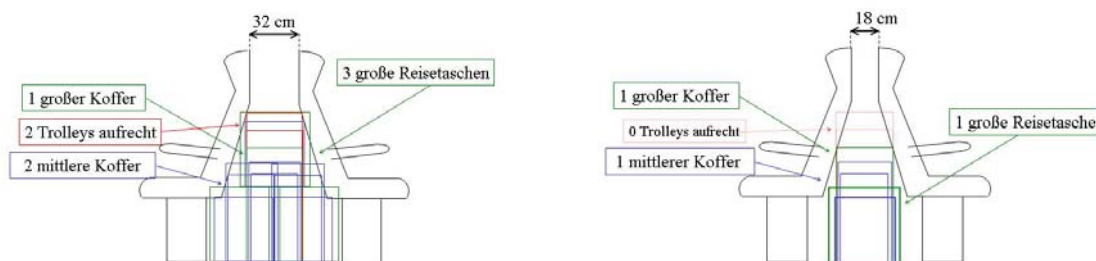
Bei der Konstruktion der Ablagen ist weiters durch eine geringe Schrägneigung nach hinten auf eine Absturzsicherung der Gepäckstücke zu achten.

## 7.4 Ausnützung der Sitzneigung/ Ablagen zwischen den Sitzen

Da die Sitzlehnen eine gewisse Neigung aufweisen, kann bei einer vis-a-vis Bestuhlung der entstehende Freiraum zwischen zwei Sitzlehnen zur Gepäckunterbringung herangezogen werden. Diese Flächen sind bei den Fahrgästen sehr beliebt und werden entsprechend gerne angenommen.

Die Kopflehnen der Sitze dürfen jedoch nicht aneinander stehen, da in diesem Fall der freibleibende Bereich zu klein ist und nicht sinnvoll genutzt werden kann. Effizient ist die Sitzplatzanordnung nur, wenn vom Boden weg gemessen in einer Höhe von 60 cm mindestens eine Breite von 35 cm bleibt. Eine weitere Effizienzsteigerung lässt sich erzielen, wenn der Sitzabstand in Kopfstützenhöhe etwa 32 cm beträgt, da unter diesen Umständen bis zu zwei Trolleys, zwei Koffer oder drei große Reisetaschen verstaut werden können.

Beträgt der Abstand 18 cm, also nur um 14 cm weniger, kann nur ein Drittel bis maximal die Hälfte der genannten Gepäckstücke verstaut werden.



**Abbildung 20: Effizienter und ineffizienter Sitzabstand hinsichtlich der Gepäckunterbringung**

Aus später genannten Umständen ist es sinnvoll, auch Gepäckcracks zwischen den Sitzen zu positionieren. Dadurch lässt sich der zur Verfügung stehende Platz doppelt bis dreifach nutzen. Bei klassischen Konstruktionen zeigt sich jedoch infolge der durchgehenden Seitensteher eine gewisse Ineffizienz, da der verbleibende Platz zwischen Seitensteher und Sitzlehne nicht sinnvoll genutzt werden kann (vgl. Abb.21). Abhilfe kann geschaffen werden wenn die Seitensteher nicht bis zum Boden durchgezogen werden, sondern die Lastabtragung über den rückwärtigen Bereich durchgeführt werden kann. Dadurch ließe sich die Bodenabstellfläche wesentlich effizienter nutzen.





**Abbildung 21: Der Platz zwischen Seitensteher und Sitz kann nicht genutzt werden, daher scheint eine andersartige Lastabtragung und teilweise Freihaltung der Bodenfläche sinnvoll.**

## **7.5 Anordnung der Sitzplätze und der Gepäckunterbringungen**

Die Gepäckracks dürfen nicht in unmittelbarer Nähe zu den Eingangsbereichen an den beiden Wagenenden situiert werden. Aufgrund des mangelnden Sichtkontaktes zu den Gepäckstücken akzeptieren Reisende diese Ablagen trotz vorhandener Abstellmöglichkeiten in Bodennähe nur sehr bedingt.

Abzuraten ist jedoch auch die Gepäckracks in der Waggonmitte aufzustellen, da sich dadurch zwei wesentliche Nachteile ergeben. Einsteiger müssen den längst möglichen Weg mit ihrem Gepäck zurücklegen und nach dem Verstauen desgleichen entgegen der Richtung des Fahrgastflusses zum Sitzplatz gehen. Dadurch kommt es unweigerlich zu Konflikten, welche sich nachhaltig auf einen Rückstau auswirken. Außerdem hat der Großteil der Reisenden aufgrund der teilweise großen Entfernung wiederum nur einen sehr mangelhaften Sichtkontakt zum Gepäck.

Wesentlich effizienter ist es, bei herkömmlichen Fahrzeugen (mit Türen an beiden Waggonenden), die Gepäckracks in den Viertelpunkten des Fahrgastraumes jeweils vis-a-vis anzuordnen, wobei sie optimaler Weise eventuell schräg zueinander versetzt sein sollen. Diese Anordnung wirkt sich günstig auf den Fahrgastfluss beim Einsteigen aus und verringert somit die Rückstauwirkung.

Die Sitze sind dabei so auszurichten, dass von jedem Platz aus Blickkontakt zum Gepäck besteht.

Durch die Einrichtung zusätzlicher vis-a-vis Sitzplatzgruppen kann nicht nur den tatsächlich vorkommenden Gruppengrößen besser Rechnung getragen werden, sondern es lassen sich ergänzende Abstellflächen zwischen den Sitzen schaffen. Dadurch wird eine wesentlich bessere Verteilung der Gepäckablagemöglichkeiten im Waggon geschaffen, was in den Stationen zu einem verbesserten Fahrgastfluss führt und gleichzeitig die Nähe der Reisenden zu ihren Gepäckstücken und einen guten Sichtkontakt auf diese ermöglicht.

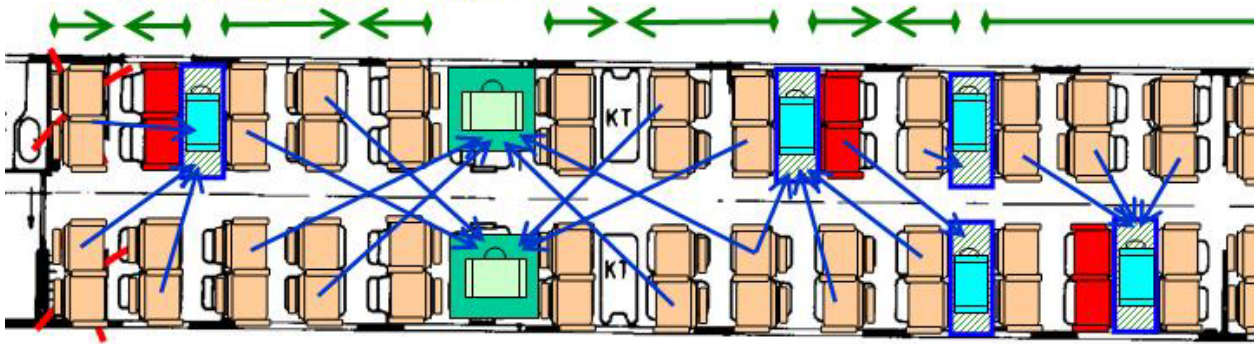


Abbildung 22: Mögliche Sitzaufteilung: Gepäckracks in den Viertelpunkten, zusätzliche vis-a-vis Sitzgruppen mit Ablageflächen zwischen den Rückenlehnen (grüne Pfeile: Orientierung der Sitze). Gute Raumaufteilung begünstigt den Fahrgastfluss und ermöglicht die gewünschte Nähe der Reisenden zu ihren Gepäckstücken (blaue Pfeile: Bsp. für Sichtkontakt).

## 8 Zusammenfassung und Ausblick

Die genannten Zusammenhänge machen deutlich, dass es im Zuge einer effizienten Fahrgastraumgestaltung unumgänglich ist, ein Gesamtoptimum zu suchen. Jeder Versuch, nur einen bestimmten Teilbereich zu optimieren, führt zu einer geringeren Effizienz. **Ein Maximum an angebotenen Sitzplätzen führt zu einer sinkenden Auslastung!** Wird hingegen auf einen Teil der Sitzplätze verzichtet und werden stattdessen ausreichend Gepäckablagemöglichkeiten in jener Form angeboten, wie sie auch vom Kunden angenommen werden, kann ein Großteil der derzeit nicht nutzbaren Sitzplätze verwendet und der Auslastungsgrad gesteigert werden!

Bei der Neu- oder Umplanung einer Reisezugwagen-Inneneinrichtung sind ca. 10 % der theoretisch maximal möglichen Sitzplätze durch geeignete Gepäckregale zu ersetzen. Dies ermöglicht eine 100 %-ige Sitzplatzauslastung, jeder Versuch eine höhere Anzahl an Sitzplätzen zu integrieren führt unweigerlich zu einer Reduzierung der möglichen Auslastung. Gepäckablagen dürfen sich jedoch nicht im Eingangsbereich befinden, sondern sollten in den Viertelpunkten, vis-a-vis zueinander versetzt angeordnet werden. Die in diesem Artikel angegebenen Mindestabmessungen sind dabei unbedingt einzuhalten.

Wird auch auf die Gruppengrößen Rücksicht genommen und werden gleichzeitig geeignete Ablagemöglichkeiten für Bekleidung und Handgepäckstücke geschaffen, können weitere, derzeit teilweise blockierte Sitzplätze gewonnen werden.

Effizienz und Attraktivität sind daher keine zwingenden Gegensätze, sondern wertvolle Ergänzungen. Die Gestaltung eines für den Fahrgast attraktiven Fahrgastraumes führt unter den genannten Gesichtspunkten zu mehr verfügbaren Sitzplätzen und damit verbunden zu einer Steigerung der tatsächlichen Auslastungsgrade!

Weiters darf nicht vergessen werden, dass zwei Drittel der Nicht-Bahnfahrer die derzeitige Situation der Reisegepäckbeförderung als einen wesentlichen Grund ansehen, nicht die Bahn zu benutzen. Kann aufgrund einer kundenfreundlichen Gestaltung der Gepäckunterbringung auch nur ein kleiner Teil dazu bewogen werden

die Bahn als Verkehrsmittel zu wählen, würde dies zwangsläufig auch die Auslastungsgrade steigern.

Unter all diesen Gesichtspunkten führt eine entsprechende Kundenfreundlichkeit auch zu einer Effizienzsteigerung des Betriebes, wodurch Attraktivität zu einer Steigerung der Effektivität führt und diese nicht einschränkt!

## Literatur

- [1] Rüger, B; "Grundlagen für eine effiziente Fahrgastraumgestaltung von Reisezugwaggons"; ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, 54 (2005), Heft 10
- [2] Rüger, B; Schöbel, A.; "Qualitätsmanagement im Personenverkehr am Beispiel der Arlbergbahn"; ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, 54 (2005), Heft 11
- [3] Rüger, B; "Entrance situation of passenger cars - efficiency, attractiveness and operating problems"; Vortrag: EURNEX - ZEL 2006, Zilina; 30.05.2006 - 31.05.2006; in: Towards the competitive rail systems in europe (2006), 8080705518
- [4] Rüger, B; Reisegepäck im Eisenbahnverkehr, Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen; TU-Wien, Dissertation 2004; S39ff.
- [5] WESTPHAL, Joachim: Fahrgastwechselzeiten bei Fernreisezügen der Deutschen Bundesbahn; In: Eisenbahningenieur (EI) 27 (1976); S176
- [6] WEIDMANN, Ulrich: Der Fahrgastwechsel im öffentlichen Personenverkehr, Zürich, Mai 1994 (99)-Schriftenreihe des IVT; S64ff.
- [7] Rüger, B; Arbeiten des Institutes für Eisenbahnwesen, TU-Wien; Institutsheft Nr. 32; Einfluss von Reisegepäck auf die Fahrgastwechselzeit