Bundesverband
SchienenNahverkehr
Wir gestalten Mobilität.

# Fahrzeugempfehlungen des BSN

## Empfehlungen für Anforderungen an Fahrzeuge in Vergabeverfahren für Mitglieder des Bundesverbands Schienen-Nahverkehr e.V. (BSN)

**4. Ausgabe, Januar 2023**

schienennahverkehr.de

**Impressum**

*Herausgeber:*

Bundesverband SchienenNahverkehr e. V. (BSN)
Wilmersdorfer Str. 50/51
10627 Berlin
schienennahverkehr.de

*Kontaktaufnahme:*

Telefon: 030 81 61 60 99-0
Fax: 030 81 61 60 99-9
E-Mail: info@schienennahverkehr.de

*Verantwortlich:*

Frank Zerban
Hauptgeschäftsführer

*Stand:*

31.01.2023

Diese Broschüre wurde mit außerordentlicher Sorgfalt erstellt. Dennoch können sich bei der Fülle des Materials Fehler eingeschlichen haben. Deshalb sind alle Angaben ohne Gewähr.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

# I) Vorwort

Die „Empfehlungen für Anforderungen an Fahrzeuge in Vergabeverfahren“ stellen mittlerweile eine wichtige Grundlage für die Tätigkeit der Aufgabenträger (AT) dar. Auch Hersteller von Eisenbahnfahrzeugen und Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) berufen sich regelmäßig auf das Dokument.

Der Bundesverband SchienenNahverkehr möchte mit der nunmehr vierten Ausgabe auf diverse neue Entwicklungen reagieren. Als Herausforderungen für die Zukunft – im Sinne der notwendigen Verkehrswende – seien an dieser Stelle folgende Aspekte zu nennen: die Erhöhung der Sitz- und Stehplatzkapazität aufgrund der steigenden Verkehrsnachfrage, die Umsetzung der Digitalisierung im Schienenverkehr – ETCS, aber auch weiterer Technikeinsatz für Fahrgastinformation, Konnektivität im Zug und Diagnosesysteme, der Einsatz von klimafreundlicheren Fahrzeugen mit alternativen Antrieben auf Strecken, wo kurz- und mittelfristig keine Elektrifizierung vorgesehen ist oder erfolgen kann, und nach wie vor die baureihen- und herstellerübergreifende Kuppelfähigkeit von Fahrzeugen.

Erstmals in die Fahrzeugempfehlungen aufgenommen wurden die „Alternativen Antriebe“ im Kap. 12. Zudem wurde ein eigenes Kap. 13 dem Themenfeld „Digitale Erfassung und Abrechnung im Rahmen der Vertragsdurchführung“ gewidmet.

Auf die detaillierte Wiedergabe der jeweils einschlägigen europäischen Vorgaben (TSI) wurde in dieser Neuauflage verzichtet, um einen Anpassungsbedarf der Fahrzeugempfehlungen bei einer Änderung des Regelwerkes zu vermeiden. Generell verweisen wir darauf, dass diese Vorgaben ohnehin für alle hier in Rede stehenden Vergabeverfahren gelten.

Für die Mitarbeit an der vierten Auflage gilt unser Dank wieder allen Partnern aus unserer Branche und insbes. den Mitarbeitenden in der AG Fahrzeuge und der Geschäftsstelle des Bundesverbands SchienenNahverkehr.

Thomas Prechtl
Präsident

Thomas Dill
Sprecher der AG Fahrzeuge

# II) Zur Handhabung

Die „Empfehlungen“ sollen die Grundlage für die Erstellung der Anforderungen an Fahrzeuge in Vergabeverfahren bilden. Je nach bisheriger Erfahrung und Ausschreibungsphilosophie kann der Aufgabenträger die Detailtiefe der Vorgaben unter Nutzung der „Empfehlungen“ individuell handhaben. Nach den Erfahrungen der an dieser Ausarbeitung beteiligten Aufgabenträger ist es aber in jedem Fall ratsam, unabhängig von der Tiefe und Detaillierung der Ausschreibungsvorgaben, umfangreiche Angaben zu Ausgestaltung und Ausstattung der vom Anbieter vorgesehenen Fahrzeuge abzufordern. Dazu kann die Anforderungsliste gleichsam als Checkliste genutzt werden. Dies fördert nicht nur die Vergleichbarkeit der Angebote und die Transparenz des Auswahlverfahrens, sondern bietet später auch die Möglichkeit, einen Vergleich zwischen angebotenen und tatsächlich eingesetzten Fahrzeugen vorzunehmen.

Bei der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen für Verkehrsdienstleistungen muss sich jeder Aufgabenträger im Klaren sein, dass der Verzicht auf detaillierte Vorgaben vor allem hinsichtlich der Innenausstattung der Fahrzeuge bedeuten kann, dass nicht explizit geforderte – aber vielleicht erwartete – Ausstattungsdetails nicht angeboten werden, um den Fahrzeugpreis möglichst kostengünstig zu halten. Dem lässt sich entweder durch detaillierte Vorgaben auf Basis der “Empfehlungen“ oder, wenn dieser Aspekt bewusst in die unternehmerische Freiheit der Anbieter gelegt werden soll, durch Nutzung der “Empfehlungen“ als Checkliste begegnen. Abhängig vom gewählten Vergabeverfahren können so Ausstattungslücken rechtzeitig, d. h. vor dem Vertragsabschluss über die Verkehrsleistung und damit vor der Bestellung der Fahrzeuge, aufgedeckt und ggf. korrigiert werden. Ausstattungsänderungen nach Fertigstellung der Fahrzeuge sind erfahrungsgemäß äußerst kostenintensiv.

Die Erfahrung hat auch gezeigt, dass zu individuelle oder zu eng gefasste Vorgaben an Fahrzeuge und ihre Ausstattung bei der Fahrzeugindustrie zu teuren Anpassungen und Sonderentwicklungen führen. Die Kosten dafür werden dann auf die i. d. R. kleinen Fahrzeugserien umgelegt und damit über einen erhöhten Anschaffungspreis direkt (über Fahrzeugförderung) oder indirekt (über Abrechnung der Verkehrsleistung) von den Aufgabenträgern getragen. Auch stellt sich die Frage des Wiedereinsatzes. Wirtschaftlicher ist es, zu größeren, technisch nahezu gleichen, und kompatiblen Fahrzeugserien zu kommen, die durch EVU und Aufgabenträger übergreifend eingesetzt werden können.

# Inhalt


**Wichtige Zielsetzungen ..... 1**

Standardbauserien seitens der Schienenfahrzeughersteller ..... 1

Universalkupplung ..... 1

Wagenkastenlänge und -breite ..... 1

Lichtraumprofil DE3 ..... 1

Trennung der elektronischen Komponenten zur Leit- und Sicherungstechnik und zur Fahrgastinformation ..... 2

Attraktivere Innenraumgestaltung ..... 2

Bahnsteiglängen und -höhen ..... 2

Antriebsart ..... 3

Innovationsfreundliche Vergabeverfahren ..... 3

**1. Fahrzeugkonzept allgemein ..... 4**

1.1 Festlegung des Fahrzeugalters ..... 4

1.2 Antriebssystem (Energieversorgung) ..... 4

1.3 Zulassung ..... 4

1.4 Schallemission (Fahrzeug außen) ..... 5

1.5 Abgasemission ..... 6

1.6 Verfügbarkeit zur Betriebsaufnahme ..... 6

1.7 Technische Kuppelbarkeit und Abschleppfähigkeit ..... 7

**2. Betriebsprogramm ..... 8**

2.1 Einhaltung der geforderten Fahrzeiten ..... 8

2.2 Kompatibilität von Fahrzeugen im Zugverband oder bei Mehrfachtraktion; Türsteuerung ..... 8

2.3 Flügelzugbetrieb, Stärken und Schwächen ..... 9

2.4 Fahrtrichtungswechsel ..... 9

2.5 Ein-Personen-Betrieb ..... 9

2.6 Brandschutz ..... 9

2.7 Fahrzeugreserve ..... 10

2.8 Energie allgemein ..... 10

2.8.1 Energieverbrauch ..... 10

2.8.2 Messmethoden zur Ermittlung des Energieverbrauchs ..... 11

2.8.3 Energierückspeisung ..... 11

2.8.4 Messwerte ..... 12

**3. Infrastrukturbedingte Fahrzeuganforderungen ..... 13**

3.1 Netzzugangskriterien ..... 13
3.1.1 Allgemeine Kriterien ..... 13
3.1.2 Lichtraumprofil ..... 13
3.1.3 Schnellfahrstrecken ..... 14
3.1.4 und Tunneltauglichkeit ..... 14
3.1.5 Linienzugbeeinflussung (LZB) und European Train Control System (ETCS) ..... 15
3.2 Bahnsteighöhen ..... 15
3.3 Bahnsteiglängen ..... 15
3.4 Abstell- und Versorgungseinrichtungen ..... 16
3.5 Fahrzeugortung und Zug-Land-Verbindung ..... 16

**4. Kapazität ..... 17**
4.1 Sitzplatzkapazität ..... 17
4.2 Kapazitätsanpassungen ..... 17

**5. Ein-/Ausstieg ..... 19**
5.1 Fußbodenhöhe im Türbereich ..... 20
5.2 Spalt zwischen Bahnsteig und Fahrzeug ..... 20
5.3 Klapp-, Schwenk- bzw. Schiebetritte ..... 21
5.4 Außentüren Fahrgastbereiche ..... 22
5.4.1 Tür – lichte Höhe, lichte Weite ..... 22
5.4.2 Türsteuerung ..... 23
5.4.3 Türsicherheit ..... 23
5.4.4 Türöffnungs- und Türschließzeiten ..... 24
5.5 Eingangsbereich ..... 24
5.6 Haltestangen, Handläufe und Haltegriffe ..... 25
5.7 Türbedienung ..... 25
5.8 Einstiegshilfen für Rollstuhlfahrer (Klapprampe/Hublift) ..... 26
5.8.1 Bauart, Tragfähigkeit, Rampenneigung, Hubhöhe ..... 26
5.8.2 Lage, Nutzungsanforderung, Bedienung ..... 27

**6. Fahrkomfort ..... 28**
6.1 Seitenscheiben ..... 28
6.2 Vibration ..... 29
6.3 Ruckarme Kraftübertragung ..... 29
6.4 Geräuschemission (Fahrkomfort) ..... 29

**7. Klimatisierung ..... 32**
7.1 Gesundheitsschützende Klimatisierung ..... 32

7.2 Auslegung der Heizungs-, Lüftung- und Klimaanlage ....33
7.3 Kältemittel ....33

**8. Innengestaltung .... 37**

8.1 Fahrzeugbreite und Fahrzeug-/Waggonübergänge ....37
8.1.1 Fahrzeugbreite ....37
8.1.2 Fahrzeug-/Waggonübergänge ....38
8.2 Mindestgangbreite ....39
8.3 Fußbodenhöhen, Stufen und Rampen ....40
8.4 Sitze, Sitzgelegenheiten und Stehmöbel ....41
8.4.1 Allgemeines zu Sitzen/Sitzgelegenheiten und deren Anordnung (Bestuhlung) ....41
8.4.2 Geometrie, Ergonomie, Komfort und weitere Qualitätsmerkmale ....42
8.4.3 Klappsitze, Sitze mit klappbarer Sitzfläche und weitere Sonderformen ....43
8.4.4 Stehhilfe, Anlehnhilfe, Komfortstehplatz ....44
8.5 Sonnenschutz /Blendschutz ....45
8.6 Kleiderhaken ....45
8.7 Gepäckablagen, -unterbringung ....45
8.8 Tische, Klapptische, Ablagemöglichkeiten, Theken ....46
8.9 Erste-Klasse-Bereich ....47
8.10 Mehrzweckbereich ....48
8.10.1 Rollstuhlplatz ....49
8.10.2 Fahrräder ....49
8.10.3 Saisonale Veränderung Mehrzweckbereich ....50
8.11 Handläufe, Haltestangen, Haltegriffe ....50
8.12 Toiletten ....50
8.12.1 Vorhandensein und Technik ....50
8.12.2 Arten und Anzahl ....51
8.12.3 Zur Ausstattung und Bedienung ....51
8.12.4 Photodynamische Desinfektion ....51
8.12.5 Sonstige Ausrüstung/Anforderungen ....52
8.13 Trennwände ....52
8.14 Beleuchtung ....52
8.15 Abfallbehälter, Mülltrennung ....53
8.16 Steckdosen ....53
8.17 Vandalismusschutz ....53

**9. Fahrgastinformationssysteme (FIS) .... 55**

9.1 Fahrgastsprechstelle ....55

9.2 Haltewunsch ..... 55
9.3 Fahrgastzähleinrichtung ..... 55
9.4 Statische Informationsangebote ..... 56

**10. Design ..... 57**

10.1 Farbgebung (innen und außen) ..... 57
10.2 Gestaltung (innen und außen) ..... 57
10.3 Logos (EVU, Aufgabenträger, Verbundraum, Fahrzeugförderung etc.) ..... 58
10.4 Anschriften, Piktogramme ..... 58
10.5 Graffitischutz (innen und außen) ..... 59

**11. Fahrzeugdokumentation im Rahmen der Angebote im Vergabeverfahren ..... 60**

**12. Antrieb ..... 61**

12.1 Elektroantrieb mit Oberleitung ..... 61
12.2 Alternative Antriebstechniken ..... 61

**13. Digitale Erfassung und Abrechnung im Rahmen der Vertragsdurchführung ..... 65**

13.1 Anforderungen an die Erhebungssysteme und Schnittstelle 1 ..... 66
13.2 Anforderung an das SDok sowie Schnittstelle 2: ..... 66

**14. Anhang ..... 67**

14.1 Verzeichnis der Abbildungen ..... 67
14.2 Verzeichnis der Tabellen ..... 68
14.3 Abkürzungsverzeichnis und sonstige Hinweise ..... 69
14.4 Mitglieder der AG „Fahrzeuge“ des Bundesverbands SchienenNahverkehr e.V. ..... 71
14.5 Anlage: Empfehlungen der Bundespolizei für Mindestanforderungen an die technischen Spezifikationen der Videoüberwachungssysteme ..... 72

# Wichtige Zielsetzungen

## Standardbauserien seitens der Schienenfahrzeughersteller

Für die Mehrzahl der SPNV-Strecken in Deutschland könnte die Entwicklung eines herstellerübergreifenden Standardfahrzeugs von erheblichem Vorteil sein – die Beschaffungskosten und -zeiten ließen sich erheblich verringern. Das würde es den Aufgabenträgern ermöglichen, flexibler und effektiver auf die Nachfrageentwicklung zu reagieren und mehr Züge auf die Schiene zu bringen. Sofern einzelne Aufgabenträger aufgrund regionaler Besonderheiten Zusatzausstattungen benötigen, könnten diese über einen fixen Katalog Basis- und Sonderausstattung realisiert werden. Wesentliche Fahrzeugparameter wie insb. Wagenkastenlänge und -breite sollten vereinheitlicht sein und die in Deutschland nach EBO vorgeschriebenen Abmessungen auszunutzen sowie sich an den Regelbahnsteiglängen orientieren. Die Listen für Basis- und Sonderausstattungen sollten begrenzt und zwischen den Partnern Hersteller, Ersteller und Besteller bestimmt und regelmäßig fortgeschrieben werden.

Ausgenommen werden müssen besondere Einsatzgebiete wie z. B. die S-Bahnen in Berlin und Hamburg oder weitere Sonderbauformen.

## Universalkupplung

Mit der Möglichkeit, Fahrzeuge unterschiedlicher Baureihen und Bauserien miteinander mechanisch und elektrisch zu kuppeln und zu steuern, wären weitere wirtschaftliche Effekte erzielbar. Der flexible Einsatz von Fahrzeugen – ggf. auch in anderen Netzen – würde auch in laufenden Verkehrsverträgen Anpassungen erlauben, insb. an eine sich ändernde Nachfrage – z. B. Pendlerverhalten, an die Raum- und Siedlungsentwicklung und an den demographischen Wandel. Heutzutage sind i. d. R. nur Fahrzeuge gleicher Bauserien kuppelbar.

Die universelle Kuppelbarkeit würde auch eine flexiblere Wiederverwendbarkeit ermöglichen, was wiederum zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit in der Lebenszyklusbetrachtung führt. Der Bundesverband SchienenNahverkehr sucht hier den Austausch mit der Fahrzeugindustrie, den Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) und dem Finanzsektor mit der Maßgabe, die universelle Kuppelbarkeit als gemeinsames Ziel voranzutreiben. Im Bereich des Güterverkehrs wird im Rahmen eines Forschungsprojekts eine neuartige Digitale Automatische Kupplung (DAK) erprobt. Diese soll eine Verdichtung des Schienengüterverkehrs ermöglichen und perspektivisch EU-weit eingeführt werden.

## Wagenkastenlänge und -breite

Je breiter der Wagenkasten, desto höher ist die Fahrgastkapazität. Ein längerer Wagenkasten muss zur Einhaltung des sog. Lichtraumprofils schmaler sein als ein kurzer Wagenkasten. Deshalb wird die – aufgrund des Lichtraumprofils mögliche –Wagenkastenbreite bei diversen Fahrzeugen derzeit nicht optimal ausgenutzt. Schmalere Fahrzeuge reduzieren die Sitz- und Stehplatzkapazität der Züge, die durch die Länge des Zuges – aufgrund begrenzter Bahnsteiglängen – nicht mehr ausgeglichen werden können. Daher ist es wichtig, die Wagenkastenlängen entweder so zu bestimmen oder aber die Enden der Wagenkästen so zu gestalten, dass eine Wagenkastenbreite von mindestens 2,95 Meter erreicht wird.

## Lichtraumprofil DE3

Beim Einsatz von Doppelstockfahrzeugen soll die Kapazität und auch die Aufenthaltsqualität für Fahrgäste maximiert werden. Das Lichtraumprofil DE3 ist auf den meisten Strecken im Bundesgebiet fahrbar und wird sowohl von der DB Netz AG als auch vom Eisenbahnbundesamt akzeptiert. Alle künftigen

Doppelstockfahrzeuge sollten daher das Lichtraumprofil DE3 ausnutzen. Darüber hinaus muss auch versucht werden, die Außenwände möglichst dünnwandig zu gestalten.

### Trennung der elektronischen Komponenten zur Leit- und Sicherungstechnik und zur Fahrgastinformation

Die Entwicklung der Fahrgastinformationssysteme in den Zügen erfolgte in den letzten Jahren sehr dynamisch. Dieser Trend wird sich auch zukünftig – aufgrund der sich neu entwickelnden technischen Möglichkeiten – so fortsetzen. Davon unabhängig muss die Leit- und Sicherungstechnik des Zuges den sicheren Fahrbetrieb gewährleisten. Langwierige Software-Updates führten in der Vergangenheit zu langen Phasen der Nichtkuppelfähigkeit innerhalb einer Bauserie. Deshalb muss sichergestellt sein, dass

- elektronische Komponenten zur Leit- und Sicherungstechnik des Zuges unabhängig von den Komponenten zur Fahrgastinformation verbaut und betrieben werden können und dass
- Software-Updates innerhalb weniger Stunden auf der gesamten Flotte umgesetzt werden, um den reibungslosen Ablauf sowohl des Eisenbahnbetriebs als auch der Fahrgastinformation garantieren zu können.

### Attraktivere Innenraumgestaltung

Die klassischen Innenraumgestaltungen entsprechen teilweise nicht mehr den Ansprüchen der Fahrgäste an modernes Reisen. Für die Zukunft sind insbes. gefragt:

- Leicht veränderbare Sitzlandschaften, die an die jeweilige Verkehrsnachfrage angepasst werden können, jedoch ohne das Ein- und Ausbauen von Sitzen.
- Das Absperren von Zugteilen, damit in Zeiten mit geringer Verkehrsnachfrage das subjektive Sicherheitsgefühl der Fahrgäste im Zug erhöht wird.
- Maximale und stabile Konnektivität im Zug in Bezug auf Mobilfunk- und Datenempfang.
- Attraktivere Gestaltung von Stehplatzbereichen, die das Arbeiten im Stehen ermöglichen.
- Insgesamt eine attraktivere Gestaltung des Innenraums, sodass sich die Fahrgäste im Zug wohlfühlen und ihr Interesse am Mitfahren geweckt wird.
- Ökologisch nachhaltige Konstruktionen, maximale Recyclingfähigkeit der verwendeten Materialien, Erhöhung der klimatischen und akustischen Dämmung und Absorption sowie Klimaanlagen unter Nutzung von Kältemitteln, die die bestehenden Umweltstandards bzw. -vorgaben einhalten (z. B. Global Warming Potential (GWP) kleiner 300 $CO_2$e).

### Bahnsteiglängen und -höhen

Bahnsteiglängen und -höhen stellen wesentliche Rahmenbedingungen für den Einsatz von Fahrzeugen dar. Neben möglichst einheitlichen Längen und Höhen ist vor allem die nachfrageorientierte Weiterentwicklung der Bahnsteiglänge erforderlich. Zudem sind Normungsänderungen zu berücksichtigen, die sich auf die Kapazität der Fahrzeuge auswirken, Stichwort Crash-Norm. In Bezug auf Einstiegshöhen darf nicht nur an das Fahrzeug die Anforderung gestellt werden, den TSI-konformen und möglichst niveaugleichen Ein- und Ausstieg zu ermöglichen, nicht zuletzt, um auch hier kurze Bahnsteighaltezeiten zu realisieren. Es bedarf daher einer rechtzeitigen und intensiven Abstimmung mit dem Infrastrukturbetreiber, insb. in Vorbereitung veränderter Angebotskonzepte.

## Antriebsart

Ziel des Eisenbahnverkehrs muss es sein, mit rein elektrischen Antrieben und ohne aufwändige Energiespeicher an Bord zu fahren. Diese können aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen nur eine Brückentechnologie darstellen, denn solche Fahrzeuge führen unnötige Gewichte mit sich und verbrauchen kostbare Materialien mit seltenen Erden etc. Der Standard muss daher Fahren auf elektrifizierten Strecken sein. Nur in Ausnahmen und zur zeitlichen Überbrückung sollten Fahrzeuge mit sog. alternativen Antrieben gem. Kap. 12 zum Einsatz kommen.

## Innovationsfreundliche Vergabeverfahren

Insbesondere bei der Umsetzung von Innovationen sind im Vergabeverfahren ausreichende Ausführungsfristen zu kalkulieren und die Zeiträume zwischen Zuschlag und Betriebsaufnahme entsprechend großzügig zu bemessen. Bei größeren Netzen sollten hier bis zu vier Jahre angesetzt werden. Einkalkuliert werden sollte auch eine Zeitreserve von ca. sechs Monaten für ein eventuelles Nachprüfungsverfahren.

Öffentliche Ausschreibungen entscheiden darüber, welche Bahntechnologien auf den Markt kommen. In heutigen Ausschreibungen wird der Anschaffungspreis meist sehr hoch gewichtet. Das finanziell günstigste Angebot setzt sich i. d. R. durch. Mehr Innovationen sind möglich, wenn diese neben dem Preis ebenfalls im Rahmen der sog. Mehrqualitäten gewertet werden und der Zuschlag auf der Grundlage des nach Wertung von Preis und Mehrqualität (=Innovation) wirtschaftlich günstigste Angebot erteilt wird. Solche Mehrqualitäten können sich in Kundenqualität, Klimafreundlichkeit, Design und Nachhaltigkeit widerspiegeln.

# 1. Fahrzeugkonzept allgemein

## 1.1 Festlegung des Fahrzeugalters

Das Fahrzeugalter (Neu- oder Gebrauchtfahrzeug, neuwertiges Fahrzeug) sollte festgelegt werden. Je nach Strategie des Aufgabenträgers kann ein maximales Fahrzeugalter vorgegeben werden, sodass Neu- und/oder Gebrauchtfahrzeuge angeboten werden können.

Fahrzeuge lassen sich nach Alter und Zustand wie folgt unterscheiden:

Neubaufahrzeuge kommen direkt vom Hersteller und bestehen ausschließlich aus fabrikneuen Komponenten. Zulässig ist bei Neufahrzeugen eine Alterung der Fahrzeuge und Komponenten aufgrund des geforderten Probebetriebs/der Testfahrten vor Betriebsaufnahme.

Gebrauchtfahrzeuge sind Fahrzeuge, die bereits im Einsatz sind bzw. waren. Das Fahrzeugalter wird definiert über das Herstellungsjahr, das im europäischen Fahrzeugeinstellungsregister (ECVVR) beim Eisenbahn-Bundesamt (EBA) veröffentlicht ist.

Unter einem "redesignten“ Fahrzeug wird i. d. R. ein gebrauchtes Fahrzeug verstanden, das durch entsprechende Maßnahmen in Ausstattung und ggf. Technik in den redesignten Bereichen dem aktuellen Standard von Neufahrzeugen angepasst wurde. Vereinzelte Abweichungen hiervon sind individuell vom Aufgabenträger festzulegen. Aus Gründen der Vergleichbarkeit der Angebote sind die Maßnahmen im Einzelnen durch den Bieter zu beschreiben.

Ein sinnvoller Zeitpunkt für ein Redesign ist der unmittelbare Übergang von Gebrauchtfahrzeugen von einem Verkehrsvertrag in den nächsten. Hier sollte in jedem Fall eine Fahrzeugmodernisierung erfolgen. Wichtig ist, den genauen Zeitraum des Redesigns, in dem die Fahrzeuge dem Betrieb nicht zur Verfügung stehen, zu regeln. Das kann im Altvertrag, im Neuvertrag oder gleitend über beide erfolgen.

## 1.2 Antriebssystem (Energieversorgung)

Die Art der Energieversorgung für das Antriebssystem soll in Abhängigkeit vom Vergabeprojekt vorgegeben werden (z. B. fahrleitungsabhängige Fahrzeuge für ausschließlich elektrifizierte Streckennetze). Bezüglich alternativer Antriebe wird auf Kap. 12 verwiesen.

## 1.3 Zulassung

Die Fahrzeuge müssen in allen Belangen den gesetzlichen Vorgaben entsprechen, um eine Zulassung zu erhalten.

Zum Zeitpunkt der Betriebsaufnahme müssen die Fahrzeuge über eine Zulassung für den Fahrgastbetrieb ohne betriebliche Einschränkungen durch die zuständige Zulassungsbehörde für das geforderte Streckennetz verfügen. Hierbei sind auch laufende Gesetzgebungsverfahren und geltende Technische Spezifikation Interoperabilität, die sog. TSI, mit den entsprechenden Übergangsregelungen zu beachten. Die TSI stellt dabei lediglich eine europäische Mindestanforderung dar, über die aufgrund regionaler Besonderheiten hinaus gegangen werden kann bzw. sollte, z. B. bei der Anzahl der Rollstuhlplätze. Ist die Angebotsabgabe mit Fahrzeugen vorgesehen, die zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe noch nicht über eine Zulassung verfügen, ist darzustellen, wie diese bis zum Zeitpunkt der Betriebsaufnahme erlangt wird.

Bei der Vorgabe von Umbauten bzw. Redesign-Maßnahmen ist zu beachten, dass ggf. eine neue Zulassung erforderlich wird, da unter Umständen der Bestandsschutz erlischt.

## 1.4 Schallemission (Fahrzeug außen)

Die Anforderungen der TSI „Konventionelle Fahrzeuge", Abschnitt „Noise", müssen erfüllt werden. Dies ist durch die Zulassung abgedeckt. Darüber hinaus sollten geringere Schallemissionen gem. nachfolgender Tabelle, die im VBB-Lastenheft für eine Ausschreibung im Jahr 2021 bereits vorgegeben wurde, angestrebt werden.

| | Standgeräusch | | | Anfahrgeräusch | Vorbeifahrgeräusch (80 km/h) | Bremsgeräusch[1] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $L_{pAeq}$ [dB(A)] | $L^{i}_{pAeq,T}$ [dB (A)][2] | $L^{i}_{pAFmax}$ [dB (A)][3] | $L_{AFmax}$ [dB(A)] | $L_{Aeq, TP}$ [dB(A)] | $L_{AFmax}$ [dB(A)] |
| Elektrolokomotiven Gebrauchtfahrzeuge | 65 | 67 | 73 | 81 | 81 | 81 |
| Elektrolokomotiven Neufahrzeuge | 61 | 65 | 70 | 80 | 79 | 79 |
| Elektrotriebzüge Gebrauchtfahrzeuge | 59 | 63 | 73 | 72 | 76 | 80 |
| Elektrotriebzüge Neufahrzeuge | 55 | 58 | 70 | 71 | 75 | 78 |
| Diesellokomotiven Gebrauchtfahrzeuge | 69 | 70 | 73 | 81 | 83 | 81 |
| Diesellokomotiven Neufahrzeuge | 66 | 65 | 70 | 79 | 81 | 79 |
| Reisezugwagen | 59 | 58 | 70 | - | 77 | 79 |
| Dieseltriebzüge 2006 und älter | 69 | 70 | 73 | 80 | 80 | 80 |
| Dieseltriebzüge 2007 und jünger | 65 | 70 | 73 | 79 | 79 | 79 |
| Dieseltriebzüge Neufahrzeuge | 63 | 70 | 70 | 77 | 78 | 78 |

*Tabelle 1: Schallemission (Fahrzeug außen)*

Es sollte geprüft werden, ob Vorgaben bzgl. der maximalen Schallemissionen für die Abstellung (s. a. Kap. 3.4) notwendig sind.

[1] Messungen nach DIN EN ISO 3095

[2] A-bewerteter, äquivalenter Dauerschallpegel des Hauptkompressors am nächstgelegenen Messpunkt i

[3] AF-bewerteter Schalldruckpegel impulsförmiger Geräusche des Auslassventils des Lufttrockners am nächstgelegenen Messpunkt i

Zur Senkung der Schallemissionen in Kurven „Kurvenkreischen“ können fahrzeugseitige Maßnahmen gefordert werden.

Da die Tonhaltigkeit ein Faktor ist, der die Geräuschempfindung wesentlich mitbestimmt, sollte zudem vorgegeben werden, dass impuls- und tonhaltige Geräusche zu vermeiden sind.

Bezüglich der Schallemissionen im Fahrzeug innen wird auf Kap. 6.4 verwiesen.

## 1.5 Abgasemission

Zur Beschleunigung der Dekarbonisierung für einen umweltfreundlicheren Schienenverkehr sollten nur noch emissionsfreie Antriebe vorgesehen werden. Beim Einsatz von Gebrauchtfahrzeugen ist die Reduzierung von Abgasemissionen technisch vorzusehen.

Alternativen sind emissionsfreie Fahrzeuge, z. B. BEMU bzw. HEMU, s. Kap. 12.2. Hierzu sind ggf. Gutachten zur Verwendung von BEMU bzw. HEMU im betroffenen Netz durch externe Berater erforderlich / hilfreich.

## 1.6 Verfügbarkeit zur Betriebsaufnahme

Die Verfügbarkeit aller zum Zeitpunkt der Betriebsaufnahme erforderlichen Fahrzeuge muss sichergestellt sein, um einen reibungslosen Betrieb zu gewährleisten.

In der Vergangenheit ist die Einführung von neuen Verkehrskonzepten wiederholt an der Nichtverfügbarkeit der entsprechenden Fahrzeuge gescheitert, klare Regelungen sind hier unerlässlich, um dieses Risiko weitestgehend zu minimieren. Zudem muss die Ausschreibung der Leistungen mit ausreichendem zeitlichem Vorlauf erfolgen, d. h. es müssen sowohl die Fahrzeuglieferfristen als auch Verzögerungen durch Nachprüfungsverfahren angemessen berücksichtigt werden. Empfohlen wird die Berücksichtigung der Hinweise aus dem Handbuch Eisenbahnfahrzeuge, Leitfaden für Herstellung und Zulassung, aus dem Jahr 2011.

Formulierungsvorschlag für das Lastenheft:

Das EVU hat im Rahmen seines Angebotes ein Konzept zur Betriebsaufnahme vorzulegen. Inhaltlich muss das Konzept zur Betriebsaufnahme folgende Darstellungen und Aspekte enthalten:

- Zeitplan der Inbetriebnahme der Fahrzeuge inkl. Testbetrieb
- Einsatzkonzept für mögliche Ersatzfahrzeuge. Hierbei sind mögliche Ersatzfahrzeuge zu benennen, die sowohl den vorgegebenen Fahrplan als auch die Mindestkapazitäten einhalten. Je nach Vertragskonstruktion sind das EVU bzw. der Fahrzeughersteller verpflichtet, zu einem späteren Zeitpunkt eintretende Probleme mit der Bereitstellung und / oder der uneingeschränkten Einsatzfähigkeit der Fahrzeuge bzw. bei der Zulassung der Fahrzeuge dem Aufgabenträger unverzüglich mitzuteilen.
- Das EVU bzw. der Fahrzeughersteller unterrichtet den AT monatlich über den Sachstand der Fahrzeugproduktion
- Das EVU/der Fahrzeughersteller meldet dem AT spätestens sechs Monate vor Betriebsaufnahme schriftlich die für die Leistungserbringung gem. diesem Vertrag geschuldeten Fahrzeuge mit ihrer Betriebsnummer, ihrer zwölfstelligen Fahrzeugnummer gem. nationalem Fahrzeugeinstellungsregister und ihrer Ausstattung.

## 1.7 Technische Kuppelbarkeit und Abschleppfähigkeit

Werden Neubaufahrzeuge an den Zugenden nicht mit einer Schraubkupplung bzw. konventioneller Zug- und Stoßeinrichtung, sondern mit automatischen Mittelpufferkupplungen ausgerüstet, so müssen diese folgende Vorgaben erfüllen:

- Kupplung vom Typ 10, mechanisch voll kompatibel zur Standardausführung von Voith Scharfenberg
- Einbauhöhe 1040 mm +/- 20 mm über Schienenoberkante (SO)
- Automatisches, direktes Kuppeln der Hauptluftbehälterleitung (HBL) und der Hauptluftleitung (HLL)
- Rückhaltevorrichtung für E-Kontakte, die – manuell aktiviert – ein Kuppeln der E-Kontaktleiste unterbindet.

Die Vorgaben dienen ausschließlich der technischen Kuppelfähigkeit (mechanisch und Bremse). Die Nutzung in Mehrfachtraktion im Fahrgastbetrieb ist damit noch nicht von vornherein möglich. Hierfür wäre die Forderung nach Mehrfachtraktionsfähigkeit erforderlich (s. a. Kap 2.2 und 2.3).

Weitere Spezifikationen finden sich in der anwendbaren TSI LOC&PAS.

Die Mittelpufferkupplungen vom Typ 10 entsprechen im Übrigen der heute üblichen Praxis und stellen keine zusätzlichen Anforderungen dar. Die Bestellung von Fahrzeugen mit abweichenden Kupplungen, z. B. zur Ergänzung bestehender Flotten, ist selbstverständlich nicht ausgeschlossen.

# 2. Betriebsprogramm

## 2.1 Einhaltung der geforderten Fahrzeiten

Die von den Aufgabenträgern geforderten Fahrzeiten müssen durch die angebotenen Fahrzeuge eingehalten sowie von den Infrastrukturbetreibern testiert werden. Flügelzugkonzepte bzw. das Stärken und Schwächen von Zügen lassen sich sowohl mit Triebzügen als auch mit Lok-Wagengarnituren realisieren. Ein Durchgang für Reisende zwischen den Zugteilen ist i. d. R. nicht möglich.

Für die Einhaltung der Fahrzeiten sind für alle Strecken – bzw. für mit dem Infrastrukturbetreiber abgestimmte Referenzstrecken – Fahrzeitenrechnungen des Infrastrukturbetreibers für alle angebotenen Fahrzeugkonfigurationen erforderlich. Über den Umfang der Fahrzeitrechnungen, bzw. evtl. notwendige Betriebsprogrammstudien als Testate zur Einhaltung, muss mit dem Infrastrukturbetreiber Rücksprache gehalten werden. Diesem Testat müssen sämtliche technischen und fahrdynamischen Daten des Fahrzeugs, wie z . B. Zugkraft- bzw. Geschwindigkeitsdiagramm, nachweislich zugrunde liegen. Das Ergebnis wird seitens des Infrastrukturbetreibers dokumentiert und dem Besteller des Testats übergeben. Zu Details in Bezug auf Fahrzeitrechnungen, inkl. Anmeldung der fahrdynamischen Triebfahrzeugdaten, sowie Betriebsprogrammstudien siehe Produktbeschreibungen, Bestellformulare und Schienennetznutzungsbedingungen (SNB) des jeweiligen Infrastrukturbetreibers.

Die Bearbeitungsdauer dieser Nachweisführung kann mehrere Wochen in Anspruch nehmen. Empfohlen wird, bereits im Stadium der Ausschreibungsplanung engen Kontakt mit den Infrastrukturbetreibern und Fahrzeugherstellern zu suchen und ggf. unabhängige Gutachter mit entsprechenden Angebotsplanungen zu beauftragen.

Die Vorgabe einer zu erreichenden Mindestgeschwindigkeit ist empfehlenswert.

Der Aufgabenträger sollte prüfen, ob aus seiner Sicht – je nach Fahrzeugbeschaffungs- und Antriebsart – die Vorgabe zu Fahrerassistenzsystemen sinnvoll ist.

## 2.2 Kompatibilität von Fahrzeugen im Zugverband oder bei Mehrfachtraktion; Türsteuerung

Die in einem Zug eingesetzten Fahrzeuge müssen vollumfänglich untereinander kompatibel sein (Fahrzeugsteuerung, Türsteuerung Fahrgastinformation etc.).

Wird eine Mehrfachtraktionsfähigkeit gefordert, muss darauf geachtet werden, dass es zu keiner Einschränkung der Fahrdynamik kommt und die Beibehaltung aller Funktionalitäten (Türsteuerung, Zugbus, FIS-Daten) gewährleistet ist. Dies muss dann auch – im Rahmen von vertraglich vereinbarten Optionen – für nachträglich zu bestellende Fahrzeuge gelten (z. B. infolge Verkehrsausweitung oder erhöhter Nachfrage).

Sollen unterschiedliche Traktionsarten in einem Zugverband eingesetzt werden (z. B. oberleitungs- und nicht oberleitungsgebundene Fahrzeuge), so ist dies explizit zu fordern.

Die Nachbestellung baugleicher Fahrzeuge ist infolge von sich beständig verändernden Normen und gesetzlichen Vorgaben nur in einem begrenzten Zeitraum möglich. Ggf. ist eine Angabe dieses Zeitraumes vom Hersteller abzufordern – oder bereits in Vergabeverfahren durch Fahrzeuglieferoptionen vertraglich abzusichern.

Änderungen der Fahrzeugsoftware können zu vorübergehenden Inkompatibilitäten innerhalb der Fahrzeugflotte führen.

## 2.3 Flügelzugbetrieb, Stärken und Schwächen

Die Forderung nach einem Flügelzugbetrieb bzw. dem Stärken und Schwächen kann erforderlich sein. Hierzu müssen die infrastrukturellen Voraussetzungen vorhanden sein, z. B. Zugdeckungssignale, Zuführungs- und Abstellkapazitäten etc. Außerdem muss das Kuppeln und Trennen der Zugteile zuverlässig in den vorgegebenen Zeiten technisch möglich, vor Betriebsaufnahme erprobt und witterungsunabhängig sein (für Deutschland gem. Klimazone 2 nach DIN EN 13129).

Bei automatischen Kupplungen ist darauf zu achten, dass das Kuppeln und Trennen auch bei extremen Witterungsverhältnissen, wie z. B. Nässe, Kälte und Schnee sowie trotz äußerer Verschmutzungen (Staub, Insekten usw.) mechanisch (Schmierstoffe) und elektrisch ohne Einschränkungen funktionieren muss.

Im Bedarfsfall sollte eine vom Betriebsprogramm abhängige realistische Zeitvorgabe erfolgen, die vom Fahrzeughersteller und Infrastrukturbetreiber zu bestätigen ist. Bei allen nachgefragten Zugkonfigurationen ist auf die Möglichkeit einer separaten optischen und akustischen Information der Fahrgäste in den einzelnen Zugteilen zu achten (s. Kap. 9).

Je nach Einsatzgebiet kann eine Abdeckung der Kupplung zum Schutz vor Umwelteinflüssen sinnvoll sein.

## 2.4 Fahrtrichtungswechsel

Die Forderung, dass **Lok-Wagen-Garnituren** als Wendezüge ohne die Notwendigkeit des Umsetzens des Triebfahrzeugs eingesetzt werden, kann erhoben werden. Diese Vorgabe ist insbes. dann sinnvoll, wenn – außer Triebwagen – prinzipiell auch Lok-Wagen-Garnituren angeboten werden können.

Die Forderung nach einer maximalen technischen Wendezeit des Fahrzeuges (Ab- und Aufrüsten der Führerstände) von Ankunft bis Abfahrtbereitschaft in der Gegenrichtung kann ebenfalls erhoben werden.

Es ist zu beachten, dass die tatsächlich in der Betriebsstelle erforderliche Wendezeit i. d. R. länger ist. Maßgeblich sind die örtlichen Gegebenheiten wie Signalstandorte, zulässige Geschwindigkeiten sowie die jeweils angewandten Regelwerke und die Schienennetznutzungsbedingungen (SNB) des jeweiligen Infrastrukturbetreibers.

## 2.5 Ein-Personen-Betrieb

Der Ein-Personen-Betrieb einer Zugfahrt muss möglich sein.

In diesem Zusammenhang muss darauf geachtet werden, dass Fahrzeugausrüstung, wie z. B. Türsteuerung, Türraumüberwachung, Spaltüberbrückung etc.) und Abfertigungsverfahren den Ein-Personen-Betrieb ermöglichen. Zu technikbasierten Abfertigungsverfahren oder stationäre Einrichtungen wie Spiegel oder Zugabfertiger wird auf Kap. 5.4.2 verwiesen.

## 2.6 Brandschutz

Die Fahrzeuge müssen die auf dem gewünschten Streckennetz erforderlichen Brandschutzstufen erfüllen.

In der Regel genügt nach EN 45545 die Betriebsklasse 1 (TSI SRT, Kategorie A). Auf bestimmten Strecken, z. B. in langen Tunneln, unterirdischen Verkehrsanlagen u. Ä., sind ggf. die Betriebsklassen 2 und 3 (TSI SRT, Kategorie B) von den Fahrzeugen einzuhalten. Insbesondere beim Einsatz von Gebrauchtfahrzeugen empfiehlt sich in jedem Fall eine Rücksprache bzw. Abstimmung mit dem

Infrastrukturbetreiber und der zuständigen Aufsichtsbehörde in Hinblick auf das gültige Regelwerk sowie einzuhaltende Normen und Richtlinien.

Bei Neubaufahrzeugen ist ferner die TSI Loc&Pas relevant, die hinsichtlich des Teilsystems Fahrzeuge u. a. Vorgaben für Werkstoffeigenschaften, Brandmeldung und -schutz, Zugkommunikation, Notbeleuchtung und -ausstieg, Fahrzeugantrieb und Bremsen definiert.

Die Richtlinie „Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunneln“ des EBA ist einzuhalten und anzuwenden.

Bei Fahrten ins Ausland sind ggf. abweichende Anforderungen an den Brandschutz zu beachten.

## 2.7 Fahrzeugreserve

Bei der Bemessung der Fahrzeugreserve ist zwischen der Werkstatt- bzw. Instandhaltungsreserve sowie einer ggf. vorzusehenden Betriebsreserve zu unterscheiden. Die Höhe der Fahrzeugreserve muss auch die Dauer der zeitaufwendigen Fahrzeugrevisionen abdecken, wenn einzelne Fahrzeuge über einen längeren Zeitraum nicht zur Verfügung stehen.

Fahrzeuge der Werkstatt- bzw. Instandhaltungsreserve stehen zu festgelegten Zeitfenstern – bei Wartung und Instandhaltung – nicht für den Betriebseinsatz zur Verfügung. Die Zahl der Fahrzeuge ist so zu bemessen, dass der Betrieb unabhängig von der präventiven und korrektiven Instandhaltung und dem ggf. vertraglich vorgegebenem Redesign während der Vertragslaufzeit aufrechterhalten bleibt.

Fahrzeuge einer Betriebsreserve stehen jederzeit zur Disposition zur Verfügung.

Die Planung von Werkstatt- bzw. Instandhaltungsreserve sowie ggf. die Anzahl und Stationierung der Betriebsreserve sind anzugeben.

Üblicherweise ist bei der Dimensionierung der Fahrzeugflotte eine Betriebs- und Werkstattreserve von insgesamt ca. 10 bis 15 % baugleicher Fahrzeuge – bemessen nach ihrer Sitzplatzkapazität – vorzusehen; es sollte auf ganze Fahrzeuge aufgerundet werden. Sofern im Vertragszeitraum von überdurchschnittlich hohen infrastrukturellen Einschränkungen auszugehen ist, die einen höheren Fahrzeugbedarf erfordern, sollte die Quote entsprechend erhöht werden, z. B. auf 20 bis 25 %.

Wenn Fahrzeuge unfallbedingt länger nicht zur Verfügung stehen, sollte die Fahrzeugreserve auch diese Lücke schließen können. Ggf. ist das EVU zu verpflichten, hier Ersatzfahrzeuge zu stellen.

Empfohlen wird die Abfrage eines Reservekonzepts, inkl. der Anzahl von Reservefahrzeugen und deren Sitzplatzkapazität, das durch betriebliche Aspekte wie Verfügungszeiten, Standort usw. ergänzt werden kann.

## 2.8 Energie allgemein

Im Rahmen des zu erfüllenden Betriebsprogramms ist ein möglichst niedriger Energieverbrauch der Fahrzeuge anzustreben.

Bei Neufahrzeugen können wesentliche Beiträge zur Einsparung von Energie bzw. eine Verbesserung der Fahrdynamik durch den Einsatz von besonders energiesparender Technik geleistet werden. Der Einsatz solcher Systeme ist anzustreben. In diesem Fall ist die im Fahrzeug vorgesehene Technik detailliert darzustellen.

### 2.8.1 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch ist ein bedeutender Kostenfaktor im Schienenverkehr. Über die Jahre sind Massen- und Energieverbräuche von Schienenfahrzeugen eher angestiegen, während sich im gleichen

Zeitraum die Energiekosten erheblich verteuert haben. In diesem, sich signifikant verstärkenden Spannungsfeld, sind erhebliche Einsparungen beim Energieverbrauch aber auch bei den Massen der Schienenfahrzeuge durch innovative Technologien anzustreben.

Die Erfassung von Energieverbräuchen regelt die DIN EN50591 (aus 12/2019).

### 2.8.2 Messmethoden zur Ermittlung des Energieverbrauchs

Anhand der bereits existierenden Messverfahren sollte eine standardisierte Messmethode entwickelt werden. Als Beispiele dieses methodischen Vorgehens, die als Grundlage dienen könnten, seien folgende Verfahren beispielhaft ohne Anspruch auf Vollständigkeit genannt und kurz skizziert:

**a. ZFSim DB Netz AG**

Das Messsystem ZFSim der DB Netz AG kann den Energieverbrauch mittels Zugfahrtsimulation auf Basis der vorhandenen Infrastruktur in Kombination mit existierenden Fahrzeugen (in kWh bzw. l Diesel/ km) ermitteln. Das Verfahren ist praxisorientiert und entspricht dem, welches für die Testierung von Betriebsprogrammen von DB Netz verwendet wird. Bei neuen Fahrzeugen kann der Energieverbrauch nur simuliert werden. Die Herstellerangaben müssen ins System eingespielt werden.

Basis ist die Vorgabe einer Mustertrasse Strecke von A bis B mit der genauen Definition der Halte. Es ist sinnvoll, eine bereits bestehende Mustertrasse zu verwenden. Bsp.: Trasse A – B, Musterzug (Fahrplan 2011/12): RB 12345, A ab 8.10 Uhr, B an 9.30 Uhr.

Bei diesem Verfahren wird der Energieverbrauch nicht gemessen, sondern simuliert.

**b. TecRec (Technical Recommendation – Specification And Verification Of Energy Consumption For Railway Rolling Stock)**

Der Energieverbrauch wird auf Basis von Laborwerten simuliert.

Es handelt sich um ein rein theoretisches Verfahren, eine praktische Nachweisführung ist nicht möglich.

**c. Herstellerangaben**

Randbedingungen, wie z. B. Wetterbedingungen, Beladungszustände, Streckendaten, Musterfahrplan etc.) für die Verbrauchsberechnung müssen den Fahrzeugherstellern vorgegeben werden. Es ist das ausgeschriebene Netz oder eine definierte Strecke zugrunde zu legen. Die Daten sind vom EVU beim Infrastrukturbetreiber abzufragen und der Ausschreibung beizufügen.

Diese Methode ist zwar aufwändig, eine Nachweismöglichkeit ist hier jedoch gegeben. Die Werte sind während der Laufzeit regelmäßig nachzuweisen und bei Überschreitung ggf. zu pönalisieren. Je konkreter die zuvor angegebenen Werte später reproduzierbar sind, desto einfacher wird sich eine Pönalisierung rechtssicher umsetzen lassen.

### 2.8.3 Energierückspeisung

Das Bremsen mit Energierückspeisung, die sog. Rekuperation, ist Standard bei allen oberleitungselektrischen und Akku-Hybridfahrzeugen, die über eine Antriebstechnik mit Drehstrommotoren und Leistungselektronik verfügen. Die Rückspeisemöglichkeit ist stark von Struktur und Aufnahmefähigkeit des elektrischen Netzes abhängig.

### 2.8.4 Messwerte

Es sollte die regelmäßige Bereitstellung der Messwerte (Energieverbrauch, Rekuperation, Laufleistung, Zeitraum) je Einzelfahrzeug während der Laufzeit des Verkehrsvertrags geregelt werden.

# 3. Infrastrukturbedingte Fahrzeuganforderungen

## 3.1 Netzzugangskriterien

### 3.1.1 Allgemeine Kriterien

Die Fahrzeuge müssen die Netzzugangskriterien des befahrenen Streckennetzes erfüllen. Die Einhaltung der Netzzugangskriterien (DB Netz, NE-Bahn, Ausland etc.) liegt im Verantwortungsbereich der EVU; diese sind vom EVU auch dem Hersteller mitzuteilen. Die Fahrzeuge müssen über die Vertragslaufzeit den ggf. sich ändernden Netzzugangskriterien entsprechen. Das EVU ist dafür verantwortlich, dass seine Fahrzeuge über die Vertragslaufzeit auf dem Netz einsatzfähig sind. Eine Regelung für die Übernahme von eventuell anfallenden Nachrüstungskosten ist empfehlenswert.

Die technischen Netzzugangskriterien sind heute üblicherweise Teil der Schienennetz-Benutzungsbedingungen (SNB), die jedes Eisenbahninfrastrukturunternehmen aufgestellt haben muss.

Darüber hinaus ist für bestimmte Einsatzfälle zu beachten:

- Fahrzeuge müssen über die für das Betriebsprogramm erforderlichen Zugbeeinflussungssysteme verfügen (s. a. Kap. 3.1.4).
- Fahrzeuge müssen für die jeweilige Streckenklasse (Achs- und Meterlast) geeignet sein. Bei besonderen topographischen Streckenbedingungen (z. B. Steilstrecken) sollte ein Hinweis erfolgen. Oftmals sind hier streckenspezifisch besondere betriebliche Regelungen zu beachten, die u. U. auch Auswirkungen auf die Fahrzeuge haben können. (Ableitung von Anforderungen durch anbietendes EVU an Fahrzeughersteller).

### 3.1.2 Lichtraumprofil

Die Fahrzeuge müssen für das auf dem ausgeschriebenen Netz zugelassene Lichtraumprofil geeignet sein. Beim Einsatz doppelstöckiger Fahrzeuge sollte aus Komfortgründen das Profil DE3, alternativ DE2 angestrebt werden. Da das einzuhaltende Lichtraumprofil nichts über das lichte Maß in den Fahrzeugen aussagt, sollten mindestens folgende Innenmaße vorgegeben werden:

- Bei Doppelstockfahrzeugen ist im Obergeschoß eine lichte Weite zwischen den Außenwänden – ohne Berücksichtigung von Fensterflächen – in einer Höhe von 1265 mm über Fußboden von 2340 mm und in einer Höhe von 1415 mm über Fußboden von 2200 mm umzusetzen; bzw. als Sollvorgabe „anzustreben“).

Hierzu sollte der Aufgabenträger mit dem Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) vorab verbindlich klären, welches Profil auf dem auszuschreibenden Schienennetz gilt. Hierbei sind Strecken für Umleitungen oder Werkstattüberführungsfahrten zu berücksichtigen. Sofern Einschränkungen vorhanden sind, die das gewünschte Profil begrenzen (z. B. ein Mast im Weg), sollten diese durch das Eisenbahninfrastrukturunternehmen benannt und wenn möglich beseitigt werden.

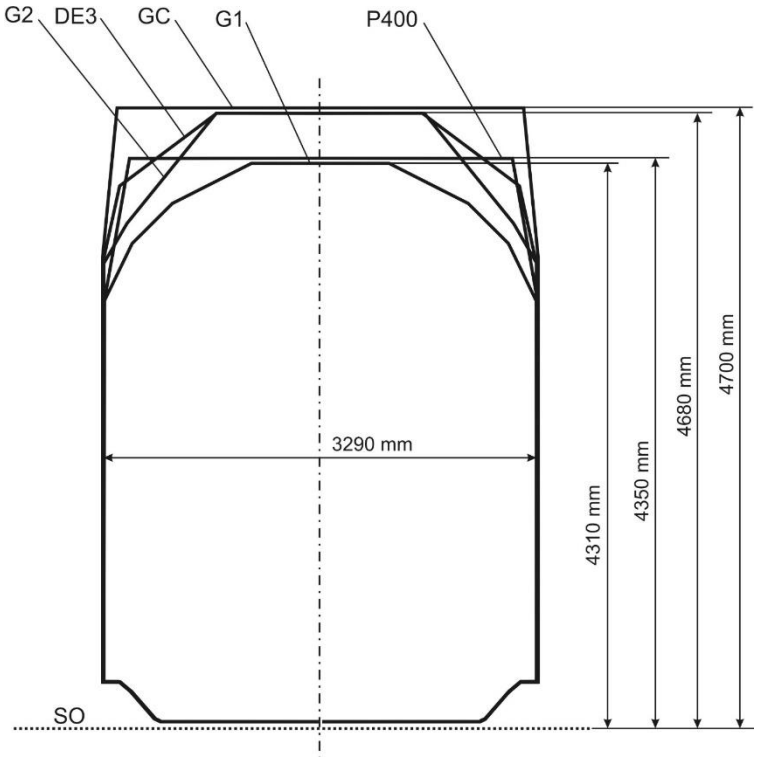


*Abbildung 1: Lichtraumprofil; Quelle: Kinematische Bezugslinien nach TSI-Infra, DB AG SNB und DIN EN 15273-3*

### 3.1.3 Schnellfahrstrecken

### 3.1.4 und Tunneltauglichkeit

Enthält das zu befahrende Streckennetz neu gebaute Tunnel oder Neubaustrecken für den Hochgeschwindigkeitsverkehr, so ist für die Fahrzeuge eine Bestätigung der Tauglichkeit für Fahrten über entsprechende Strecken zu erbringen.

Die Einhaltung der für die Strecken(-abschnitte) notwendigen Brandschutzkategorie wird in Kap. 2.6. beschrieben (relevant für die Fahrzeugzulassung).

In den Schienennetz-Benutzungsbedingungen können im Abschnitt „Netzbeschreibung“ auch Vorgaben zu Tunneln genannt werden. Tunnelrestriktionen können einerseits aus den konstruktiven Parametern eines Tunnels erwachsen – im Wesentlichen ist hier die Umgrenzungslinie zu nennen, andererseits aber auch Folge von bestehenden Auflagen sein, wie die Zulassung nur für bestimmte Fahrzeugtypen oder Begegnungsverbot zwischen Reise- und Güterzügen. So dürfen i. d. R. in den S-Bahn-Tunnelstrecken keine dieselgetriebenen Fahrzeuge verkehren und auf einigen Tunnelstrecken besteht ein Begegnungsverbot zwischen Reise- und Güterzügen. Tunnelrestriktionen ergeben sich auch aus der TSI SRT (Safety in Railway Tunnels).

Für Schnellfahrstrecken werden die Netzzugangskriterien im Abschnitt 810.0200A61 der Richtlinie 810 der DB AG geregelt (s. Anlage 2 der SNB von DB Netz). Beim Befahren tunnelfreier Schnellfahrstrecken und Schnellfahrstreckenabschnitten kann von den hohen Anforderungen der Richtlinie abgewichen werden. In jedem Fall müssen die Fahrzeuge aber die notwendige Druckfestigkeit und -dichtigkeit im Hochgeschwindigkeitsbegegnungsverkehr aufweisen. Wegen bislang nur unzureichend spezifizierter Anforderungen empfiehlt sich, frühzeitig auf eine Abstimmung zwischen Fahrzeughersteller und Infrastrukturbetreiber hinzuwirken.

### 3.1.5 Linienzugbeeinflussung (LZB) und European Train Control System (ETCS)

Es sollte geprüft werden, ob und in welchem Umfang die Ausstattung mit LZB bzw. ETCS vom Infrastrukturbetreiber gefordert wird. Maßgeblich sind die Vorgaben der TSI ZZS und die SNB des jeweiligen Infrastrukturbetreibers. Mindestens vorgegeben werden sollte ein entsprechender Einbauraum für das ETCS-Modul und eine entsprechende Verkabelung.

Prinzipiell gilt bei Neufahrzeugen die Verpflichtung der Fahrzeugausrüstung mit ETCS nach der Verordnung (EU) 2016/919 der Kommission vom 27. Mai 2016 über die Technische Spezifikation für die Interoperabilität der Teilsysteme „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union.

Ausnahmen von der Ausrüstungsverpflichtung sind für rein national verkehrende Schienenfahrzeuge in Abhängigkeit von deren beabsichtigtem Einsatzbereich möglich. Wenn das Fahrzeug rein national fährt und der beabsichtigte Einsatzbereich keine Streckenabschnitte über 150 km Länge enthält, die innerhalb eines 5-Jahres-Zeitraumes (ab Inbetriebnahmegenehmigung!) mit ETCS ausgerüstet sein werden, kann diese Pflicht entfallen. Im Zweifelsfall ist zu überlegen, ob zumindest eine Vorrüstung der Fahrzeuge vorgegeben werden sollte (Vorhaltung von Einbauräumen, Kabelführung etc.).

Im Bereich der Finanzierung bestehen Möglichkeiten der Förderung durch das BMDV, diese sollten in jedem Fall geprüft und ggf. ausgeschöpft werden.

## 3.2 Bahnsteighöhen

Die Fahrzeuganforderungen müssen sich an den vorhandenen Bahnsteighöhen orientieren. Für das zu bedienende Streckennetz ist eine Referenz-Bahnsteighöhe für die Fahrzeuggestaltung zu benennen.

Verbleiben im Streckennetz von der Referenz-Bahnsteighöhe abweichende Bahnsteighöhen, so sind diese anzugeben (Bauhöhen und Anzahl).

Je größer die Bandbreite der zu bedienenden Bahnsteighöhen wird, desto höher wird der Zusatzaufwand (Investition und Instandhaltung) für Schiebetritte o. ä. in den Fahrzeugen. Eine Vereinheitlichung der Bahnsteighöhe verbessert nicht nur die Einstiegssituation für alle Fahrgäste, sondern vermeidet auch Mehrkosten bei den Fahrzeugen.

Bleibt absehbar über die geplante Vertragsdauer eine große Bandbreite zu bedienender Bahnsteighöhen (z. B. 380 bis 760 mm), sollte vorab geprüft werden, ob die Referenz-Bahnsteighöhe auf eine mittlere Bahnsteighöhe (z. B. 550 mm) festgelegt wird. Es empfiehlt sich dabei, sowohl die Häufigkeit der verschiedenen Bahnsteighöhen als auch die jeweilige Anzahl der Fahrgäste in die Untersuchung einzubeziehen.

Die Maße (Höhe, Abstand etc.) für Bahnsteige sind in der Richtlinie 813 „Personenbahnhöfe planen“ (DB Station&Service AG) festgelegt.

Für Anforderungen zur Einstiegsgestaltung im Fahrzeug s. a. Kap. 5.

## 3.3 Bahnsteiglängen

Die eingesetzten Fahrzeugkonfigurationen müssen für die verfügbaren Bahnsteiglängen geeignet sein. Seitens des EBA werden für den Regelbetrieb nur solche Fahrzeuge zugelassen, die

- mit der gesamten Fahrzeuglänge am Bahnsteig zum Halten kommen. Vor der ersten und hinter der letzten Tür muss ein ausreichender zusätzlicher Raum bis zum Bahnsteiganfang und -ende zur Verfügung stehen.

- Zusätzliche Abstände sind zu beachten, wie z. B. 5 Meter für ungenaues Bremsen oder ein zusätzlicher Abstand zur Signaleinsicht ab Führerstand.

Im Regelfall nimmt der Aufgabenträger vorab Kontakt mit dem EIU auf und gibt im Leistungsverzeichnis alle erforderlichen Infrastrukturdaten unverbindlich an die Bieter weiter (kein Zeitverzug, vorteilhaft bei neuen Betriebskonzepten). Die konkrete Abstimmung erfolgt zwischen EVU und EIU.

Die erforderlichen Daten hält das EIU i. d. R. im Internet vor.

## 3.4 Abstell- und Versorgungseinrichtungen

An die Fahrzeuge können in Bezug auf Abstell- und Versorgungseinrichtungen bestimmte Anforderungen gestellt werden.

Die Nutzung von Abstellgleisen und Energieversorgungseinrichtungen (Tankstelle, Energieversorgung während Abstellung zur Klimatisierung) erfolgt i. d. R. durch direkte Absprachen und Verträge zwischen EVU und Infrastrukturbetreiber.

Um Anwohnerproteste zu vermeiden, soll trotz eingehaltener Immissionsschutzbestimmungen eine lärmarme Fahrzeugabstellung, z. B. durch selbsttätiges zeitabhängiges Auf- und Abrüsten, angestrebt werden.

Für den Neubau von Anlagen gilt die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, die sog. TA Lärm. Je leiser das Fahrzeug ist, desto weniger Aufwand ist an den Anlagen erforderlich. Dies begründet Forderungen an Fahrzeuge wie zuvor benannt.

Werden mit der Ausschreibung nennenswerte Mehrleistungen vergeben, die zu einer signifikanten Erhöhung des Fahrzeugbedarfs führen, sollte der Bedarf an Abstellanlagen mit dem EIU besprochen werden.

## 3.5 Fahrzeugortung und Zug-Land-Verbindung

Die Fahrzeuge sollen mit einem Fahrzeugortungssystem ausgerüstet sein.

Dieses soll genutzt werden zur

- digitalen Vertragsabwicklung gem. Kap. 13,
- dynamischen Fahrgastinformation,
- dynamischen Übermittlung der (Fahrgast-) Besetzung, differenziert nach Erwachsenen, Kindern, Fahrrädern, Kinderwagen und Rollstühlen bzw. nach Einzelwagen und 1./2.Wagenklasse in Echtzeit,
- Nutzung des sog. stillen Hilferufs.

Auf das Dokument „Fahrgastinformation: Empfehlungen für standardisierte Anforderungen in SPNV-Vergabeverfahren“ Kap. 4.1.1 und 7.4, das von der AG Fahrgastinformation des BSN herausgegeben wurde, wird verwiesen.

# 4. Kapazität

## 4.1 Sitzplatzkapazität

Die Vergabeunterlagen sollten Vorgaben zu den erforderlichen Kapazitäten enthalten. In der Regel wird dabei eine feste Anzahl von Sitzplätzen vorgegeben. Hinsichtlich der Beförderungskapazität sind folgende Aspekte zu beachten:

- Wenn die Vergabeunterlagen Vorgaben zur Anzahl der Sitzplätze enthalten, wird empfohlen, diese zugscharf oder zumindest nach Verkehrszeiten (z. B. HVZ, Wochenende) differenziert zu gestalten. Bei stark touristischen Verkehren sind weitere saisonale Differenzierungen z.B. nach Haupt- und Nebensaison sinnvoll.
- Die Vorgabe einer Anzahl an Sitzplätzen je Fahrzeug/Triebzug/Wagengarnitur ist nicht zwingend erforderlich. Zu bedenken ist, dass eine derartige Festlegung sogar sinnvolle Konzepte mit Mehrfachtraktionen erschweren kann.
- Werden keine Vorgaben zur Anzahl der Sitzplätze gemacht, können auch vorhandene Fahrgastzahlen zur Verfügung gestellt werden (ggf. mit Aufschlag/Abschlag bezüglich der unterstellten Fahrgastentwicklungen), mit der Forderung, dass das EVU diese Nachfrage in einer definierten Qualität zu befördern hat.
- Es besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem gewählten Sitzteiler, z. B. vis-à-vis oder in Reihe, dem Sitzplatzabstand (s. Kap. 8"Innengestaltung") und der erreichbaren Sitzplatzkapazität (s. Anlage 4).
- Die Anzahl von Einstiegstüren hat unmittelbaren Einfluss auf die Sitzplatzanzahl, aber auch auf die Fahrgastwechselzeiten. Bei gleicher Zuglänge gilt: Je größer die Anzahl der Einstiege, desto geringer die Anzahl der Sitzplätze und desto kürzer ist der Zeitbedarf für den Fahrgastwechsel an den Stationen.
- Die Zahl der Toiletten und die Größe der Mehrzweckräume haben ebenfalls unmittelbare Auswirkungen auf die Anzahl der Sitzplätze.
- Eine Vorgabe durch den Aufgabenträger zur Anzahl von Stehplätzen ist sinnvoll, z. B. bei Ballungsraumverkehren.
- Falls Klappsitze (z. B. in Mehrzweckbereichen) nicht in die Sitzplatzbilanz eingerechnet werden sollen, ist dies explizit anzugeben. Dabei ist ggf. explizit darauf hinzuweisen in welchen Fahrzeugbereichen Klappsitze nicht erlaubt sind.

Die gewünschte Sitzplatzanzahl lässt sich nicht immer mit den bekannten oder projektierten Fahrzeugen optimal umsetzen (unterschiedliche Komfortsituationen). Es wird empfohlen, die Vorgaben so zu gestalten, dass mehrere Fahrzeugtypen bei der Erstellung der Angebote zugrunde gelegt werden können.

Zur Vermeidung von Nutzungskonflikten in Mehrzweckbereichen sollte – auch unter saisonalen Aspekten – auf ausreichende Sitzplatzkapazitäten im gesamten Zugverband geachtet werden.

## 4.2 Kapazitätsanpassungen

Kapazitätsanpassungen können bei Lok-Wagen-Zügen durch den zusätzlichen Einsatz von Wagen oder – bei Triebwagen – durch Stärken bzw./ Schwächen (Flügelbetrieb) oder das Einfügen / Entfernen von Segmenten erreicht werden. Das Einfügen weiterer Segmente ist nur in einem zeitlich eng begrenzten Zeitraum nach dem Bau der Fahrzeuge sinnvoll möglich (Zulassung) und verursacht i. d. R. hohe Kosten

(wegen der geringen Stückzahl). Die Auswirkungen auf die Fahrdynamik und auf die Infrastruktur sind zu beachten. Es wird empfohlen, die zu erwartenden Kapazitätsveränderungen über die Laufzeit hinweg entweder in die Kapazitätsvorgabe einzurechnen oder als zusätzliche Vorgabe zu benennen.

Es sollte festgelegt werden, wer die Kosten bei Kapazitätsausweitungen während der Laufzeit eines Verkehrsvertrages trägt.

Der Anpassungsbedarf der Flottengröße beim Wiedereinsatz ist aufgrund der veränderten Verkehrsnachfrage zu berücksichtigen. Die Anpassung der Kapazität kann eine Veränderung der Innenraumgestaltung erforderlich machen.

Bei der Vorgabe der maximalen Besetzungsquote unter Berücksichtigung der Verweildauer und des Produktes sind allgemein üblich: 15 bis 20 % der Fahrgäste dürfen max. 15 Minuten stehen. In der 1. Klasse sind Stehplätze zu vermeiden.

# 5. Ein-/Ausstieg

**Allgemeine Hinweise**

Die Ausgestaltung des Ein- und Ausstiegs ist weit mehr als die Festlegung der Bodenhöhe im Einstiegsbereich, sondern sie hat wesentlichen Einfluss auf die

- Erreichbarkeit des Fahrzeugs vom Bahnsteig aus,
- Fahrgastwechselzeiten und damit auf die Ausgestaltungsmöglichkeiten des Fahrplans,
- Pünktlichkeit.

Zu beachten sind hierbei auch die Wechselwirkungen aus der Anzahl der Türen pro Fahrzeugeinheit und Seite, der Breite der entsprechenden Türen, der Anzahl der Türspuren sowie der Größe der Aufstellflächen in den Türräumen (Drängelräume im Fahrzeug). Bei einer zu geringen Anzahl von Türen wirken sich Türstörungen überproportional auf den Betrieb aus.

Im Fahrzeug sind zudem die Größe des Einstiegbereiches, die Gangbreite in den Fahrgasträumen, Festhaltemöglichkeiten, die Gestaltung der Treppenhäuser bei doppelstöckigen Fahrzeugen sowie die Anzahl der Sitzplätze wie auch die Sitzreihenabstände Einflussfaktoren auf die Fahrgastwechselzeiten (vgl. die entsprechenden Kapitel).

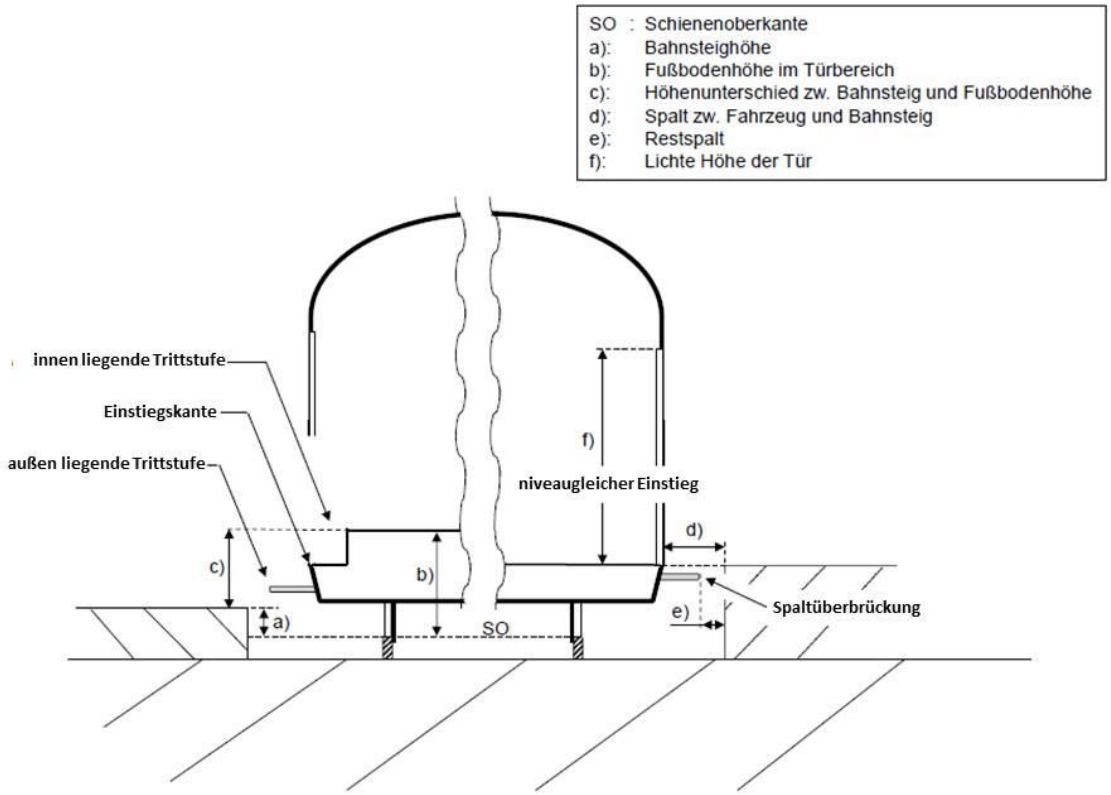


*Abbildung 2: Bodenhöhe im Einstiegsbereich; Quelle: Fahrzeugempfehlungen der BAG-SPNV, 3. Auflage, 2016*

## 5.1 Fußbodenhöhe im Türbereich

Zu unterscheiden sind hierbei die

- Fußbodenhöhe im Einstiegsbereich direkt hinter den Türen, nachfolgend auch als „Einstiegskante“ bezeichnet,
- Fußbodenhöhe im Fahrzeuginneren, nachfolgend auch als „Eingangsbereich“ bezeichnet sowie
- ggf. noch erforderlichen Rampen oder Stufen im Fahrzeug zwischen der Einstiegskante und der Fußbodenhöhe im Fahrzeuginneren.

Die Fußbodenhöhe im Einstiegsbereich ist so zu gestalten, dass ein niveaugleicher Einstieg, mindestens bei einem Einstiegsbereich (demnach dann zwei Einstiegshöhen in einem Fahrzeug), möglichst an allen Einstiegsbereichen je Zugseite, für die in Kap. 3.2 festgelegte Referenz-Bahnsteighöhe gewährleistet ist.

Die Nutzung der in Kap. 3.2 genannten abweichenden Bahnsteighöhe ist durch Stufen gem. TSI PRM im Übergang vom Fahrzeug auf den Bahnsteig sicherzustellen.

Ein niveaugleicher Einstieg gem. den Vorgaben der TSI PRM ist dadurch gekennzeichnet, dass er keine Stufen aufweist. Kleine Absätze und Kanten zwischen Fahrzeug und Bahnsteig sind aber zulässig, s. Kap. 5.2. und 5.3.

Der niveaugleiche Einstieg lässt ferner in Einklang mit der TSI PRM Rampen unmittelbar im Anschluss an die Türöffnung zu. Bei Doppelstockwagen mit Tiefeinstieg sind derartige Rampen sogar unumgänglich, teilweise sind sie auch in Triebwagen üblich. Sollen derartige Rampen im Anschluss an die Türöffnung vermieden werden, so sollten dafür zwingende Gründe vorliegen. Ein „ebener Fußboden im Einstiegsbereich“ muss dann explizit gefordert werden. Dies führt jedoch i. d. R. zum Ausschluss einzelner Fahrzeugarten oder Baureihen, z. B. Doppelstockwagen.

Sollten Rampen im Fahrzeuginneren notwendig sein, sind diese auf eine max. Neigung von 9 bis 12 % auszulegen.

## 5.2 Spalt zwischen Bahnsteig und Fahrzeug

Bei normgerechter Lage des Bahnsteigs muss die Spaltbreite zwischen Fahrzeug und Bahnsteig die in der TSI PRM genannten Vorgaben (200 mm im geraden Gleis und 290 mm im Gleisbogen mit Radius 300 m für Normbahnsteige, Bahnsteigkante 1.650 mm von Gleismitte entfernt) einhalten.

Es ist vorzugeben, den Spalt für einen niveaugleichen Einstieg durch eine technische Einrichtung (Spaltüberbrückung) gem. TSI PRM zu verringern.

Spaltüberbrückungen sollten nur gefordert werden, wenn Bahnsteig-Referenzhöhe und Fahrzeugbodenhöhe nahezu gleich hoch sind (Bsp.: 760 mm Bahnsteighöhe und ca. 780 mm Fußbodenhöhe im Einstieg). Bei niedrigeren Bahnsteighöhen sind Tritte gem. Kap. 5.3 einzubauen.

Ein für den Ein- und Ausstieg an niedrigeren Bahnsteigen eingebauter Tritt (Kap 5.3) kann auch die Funktion als Durchtrittschutz übernehmen.

Je nach Bauart bzw. Mechanismus verbleiben ein technisch bedingter geringer Restspalt sowie eine geringe Höhendifferenz (Höhe Bahnsteigoberkante zu Höhe Trittfläche der Spaltüberbrückung und Höhe Fahrzeugfußboden im Einstiegsbereich). Das Überfahren dieser Spalte ist bei Einhaltung o. g. Differenzvorgaben jedoch auch mit Elektrorollstühlen gem. TSI PRM möglich.

Im Zusammenspiel von Spaltüberbrückungen und weiteren Tritten sind sehr gute Einstiegsverhältnisse auch für die Bedienung der in Kap. 3.2 zu benennenden abweichenden Bahnsteighöhen zu erzielen.

Das Aus- und Einfahren der Vorrichtungen benötigt jedoch zusätzliche Zeit, da die Türen erst nach Ausfahren der Vorrichtung geöffnet werden können. Dies ist bei der Erstellung des Fahrplans zu berücksichtigen. Das Aus- und Einfahren von Spaltüberbrückung oder Tritt gem. Kap. 5.3 ist mit dem Türöffnen oder Türschließen unter Beachtung aller Sicherheitsaspekte so zu synchronisieren, dass sich die technisch notwendige Haltezeit möglichst nur unwesentlich verlängert. Durch grobe Verschmutzungen und Festfrieren besteht insbes. bei Eis und Schnee die Gefahr von Störungen, die zu einer Nichtbenutzbarkeit der entsprechenden Tür führen kann.

In Bezug auf die Ein- und Ausfahrzeit der Spaltüberbrückung wird empfohlen, vorab die dafür erforderlichen Zeiten beim Hersteller abzufragen.

Vielerorts liegen die jährlichen Nachfragespitzen im Winter, sodass sich Türstörungen insbes. zu dieser Zeit negativ auf die Pünktlichkeit auswirken können. Es sind Einrichtungen zur Vorbeugung von Schmutzeintrag einzubauen.

Je nach Einsatzgebiet ist daher zu prüfen, ob die bei Extremwitterung störanfälligen Spaltüberbrückungen zur Störungsminimierung (und zur Minimierung der Türausfälle) zeitweilig abgeschaltet bleiben können. Dann sollte jedoch akustisch auf die dann größeren Spalte beim Ein- und Ausstieg entsprechend hingewiesen werden.

Trittstufenheizungen und/oder Kassetten mit Abstreifvorrichtungen und Heizungen haben in der Praxis nicht in allen Fällen den gewünschten Effekt gezeigt. So können herablaufendes Schmelzwasser bei extremer Kälte zu Vereisungen und Abstreifer (z. B. Bürstenkonstruktionen) zum Sammeln von Streusplit und zum späteren Verhaken der Ein- und Ausfahrvorrichtungen führen.

Es sollte geprüft werden, ob eine Spaltreduzierung durch die Lage des Gleises im Verhältnis zur Bahnsteigkante oder durch am Fahrzeug fest installierte Anbauten möglich ist.

Zudem ist die zusätzliche Möglichkeit zu beachten, dass die Ausfahrttiefe vorprogrammiert werden kann.

## 5.3 Klapp-, Schwenk- bzw. Schiebetritte

Sind in Kap. 3.2 für das zu befahrene Streckennetz abweichende Bahnsteighöhen festgestellt worden und ergeben sich dabei größere als die gem. TSI PRM zugelassenen Höhenunterschiede zwischen nominaler Bahnsteighöhe und der Einstiegskante (gem. Kap. 5.1), so sind unter Beachtung der Vorgaben der TSI PRM zusätzliche Trittstufen einzubauen. Diese können als Klapp-, Schwenk- oder Schiebetritte ausgestaltet werden. Mit den am Fahrzeug montierten und ausfahrbaren Tritten müssen gleichzeitig die in Kap. 5.2 formulierten Vorgaben erfüllt werden.

Klapp-, Schwenk- bzw. Schiebetritte verringern die Tritthöhe beim Einstieg an Bahnsteigen mit einer deutlich niedrigeren Höhe als der jeweiligen Fahrzeugbodenhöhe im Einstiegsbereich (z. B. vom Fahrzeug mit 78 cm hohem Einstieg auf 55 cm bzw. 38 cm hohen Bahnsteig).

Zu unterscheiden sind innen und außen liegende Tritte.

Innen liegende Trittstufen (z. B. ET 425 1. Bauserie) verringern zwar die Höhendifferenz zwischen Fußbodenhöhe im Einstiegsbereich und Bahnsteigoberkante, vergrößern jedoch bei gleicher Höhe von Fahrzeugbodenhöhe und Bahnsteigoberkante den verbleibenden Spalt. Dieser Spalt kann nur durch innen liegende Klapp- oder Schwenkstufen verringert werden (Stufen, die nur bei bestimmten Höhen im Fahrzeug herunterklappen). Auch der Spalt zwischen Fahrzeugaußen- und Bahnsteigkante wird durch innen liegende Tritte nicht verringert.

Außen liegende Tritte gibt es in verschiedenen mechanischen Ausführungen, z. B. als Schiebe-, Klapp- oder Schwenktritte. Sie verringern neben der Höhendifferenz zwischen Fahrzeugbodenhöhe im Einstiegsbereich und Bahnsteigoberkante auch den Spalt zwischen Fahrzeug und Bahnsteigkante. Bei

Fahrzeugen mit z. B. 78 cm Fahrzeugbodenhöhe im Einstiegsbereich liegt die Trittstufe bei zahlreichen Konstruktionen – je nach Bauart – etwas über der möglichen Bahnsteighöhe von 55 cm. So kann sich der Tritt bei solchen bzw. niedrigeren Bahnsteighöhen sogar überdecken. Bei Halt am höhengleichen Bahnsteig überbrückt ein Außentritt zwar nicht den verbleibenden Spalt (dies kann nur die Spaltüberbrückung; s. o.), kann jedoch ein Durchtreten bis auf Gleishöhe verhindern. Der Tritt wirkt dann als Durchtrittschutz.

Für den Vergleich von Einstiegsverhältnissen sollte aufgrund der Vielzahl der zu vergleichenden Maße eine Übersichts- und Maßskizze bezogen auf die Bahnsteighöhen von 38, 55 und 76 cm beim Hersteller eingefordert werden.

Sollen bestimmte Einstiegsverhältnisse ausgeschlossen oder präferiert werden, sollte dies vermerkt werden.

Optimierte Einstiegsverhältnisse inkl. Klapp-, Schwenk- oder Schiebetritte können an einem oder an allen Einstiegsbereichen je Seite realisiert werden. Wenn optimierte Einstiegsverhältnisse nur an einem Teil der Einstiegsbereiche realisiert werden, ist eine besondere Kennzeichnung dieser Einstiege an der Fahrzeugaußenseite empfehlenswert.

Für den Vergleich und/oder die Bewertung der Angebote ist eine klare Definition erforderlich, weil unterschiedliche Lösungen zu deutlich unterschiedlichen Kosten und Verfügbarkeitsquoten führen.

## 5.4 Außentüren Fahrgastbereiche

Je Fahrzeugseite sind mindestens zwei Türen, d. h. vier Türspuren, vorzusehen.

Bei mehr als zwei Türen ist eine gleichmäßige Verteilung der Türen über die gesamte Fahrzeuglänge anzustreben (vorteilhaft für zügigen Fahrgastwechsel).

Alle Türen sollen im Niederflurbereich angeordnet sein. Mindestens muss aber ein niveaugleicher Ein- bzw. Ausstieg in den oder die Mehrzweckbereich(e) des Zuges passend zur Referenz-Bahnsteighöhe sichergestellt werden (s. Kap. 5.1).

Ferner ist das Verhältnis zwischen der Anzahl der Türspuren und der Sitzplatzanzahl unter Berücksichtigung der Fahrgastwechselzeiten zu definieren und als Mindestvorgabe anzugeben.

Die Vorgaben für die Anzahl der Türen bzw. Türspuren und die Zuordnung der (Sitz-) Plätze zu den Türspuren sind unmittelbar abhängig vom Einsatzzweck des Fahrzeugs (Verdichtungsraumverkehr/Regionalverkehr). Im „klassischen“ S-Bahn-Verkehr sind beispielsweise die Aufenthaltszeiten kurz und die Fahrgastwechsel häufig.

Je mehr Türspuren in Relation zur Sitzplatzanzahl (bzw. zur Gesamtkapazität) zur Verfügung stehen, desto schneller verläuft der Fahrgastwechsel und desto geringer können somit die Aufenthaltszeiten an den Unterwegshalten sein. Dies ist insbes. an hoch belasteten Haltestellen mit vielen Ein- und Aussteigern wichtig für die Konstruktion und Einhaltung des Fahrplans.

Fahrzeuge für den Verdichtungsraumverkehr und Regionalverkehr weisen i. d. R. nur Einstiege mit mindestens zwei Türspuren auf.

Im Verdichtungsraumverkehr (z. B. S-Bahnverkehre) sind 8 bis 13 Sitzplätze pro Türspur je Seite üblich (z. B. ET 422, 423, 430, 424, 425 und 426). Hier könnte die Zahl der Türspuren auch ins Verhältnis zur Gesamtkapazität (Sitz- und Stehplätze) oder zur Fahrzeuglänge gesetzt werden.

### 5.4.1 Tür – lichte Höhe, lichte Weite

Bei Fahrzeugen soll die lichte Höhe der Türen – bezogen auf die Einstiegskante – mind. 2.100 mm bei einstöckigen und mind. 1.950 mm bei doppelstöckigen Fahrzeugen betragen.

Für eine Türspur – also den freien Laufweg für hintereinander laufende Fahrgäste – ist eine lichte Türspurbreite netto von 650 mm erforderlich.

Je breiter die einzelne Türspur ist, desto wahrscheinlicher ist auch die tatsächliche parallele Nutzung nebeneinander liegender Türspuren. Ansonsten wird möglicherweise nur versetzt nebeneinander gegangen.

Die lichte Weite der Tür muss mindestens 1.300 mm betragen (zwei Türspuren). Ausnahmen hiervon sind nur an den Türen zulässig, die feste Einbauten aufweisen, wie z. B. Hub- bzw. Schwenklift (s. Kap. 5.8).

Seitliche Haltestangen sollten in der Türsäule integriert werden und nicht in den lichten Raum des Durchgangs.

Türen mit drei Türspuren und Mittelgriffstangen, die den Eingang in 1/3 bzw. 2/3 aufteilen, dürfen eine lichte Weite von 1.800 mm aufweisen.

Entscheidend für die Länge der Fahrgastwechselzeit ist die (rechnerische) Zuordnung von Sitzplätzen auf die Türspuren, wobei die Türen gleichmäßig auf den Zug verteilt sein müssen.

### 5.4.2 Türsteuerung

Die Fahrzeuge müssen über eine seitenselektive Türsteuerung verfügen.

Mit einer türselektiven (erste und letzte Tür im Zugverband bzw. Zug) /bereichsselektiven Türsteuerung wird die Bedienung von Haltepunkten mit nominal nicht ausreichender betrieblich nutzbarer Bahnsteiglänge möglich. In diesen Fällen ist eine türselektive oder bereichsselektive Steuerung der Türen vom Führerstand aus als Zusatzausstattung der Fahrzeuge zu fordern. Gleiches gilt auch für den ersten oder letzten Triebzug in Mehrfachtraktionen.

Ein Öffnen aller Türen pro Fahrzeugseite – zentral vom Triebfahrzeugführer aus – trägt zu kürzeren Aus- und Einstiegszeiten bei.

Ein Öffnen der Türen darf erst nach Freigabe durch den Eisenbahnfahrzeugführer möglich sein. Das Schließen der Türen erfolgt selbsttätig oder wird durch den Eisenbahnfahrzeugführer veranlasst. Die Türsteuerung sowie deren optische und akustische Anzeigen beim Öffnen und Schließen müssen der TSI PRM entsprechen.

Die Türsteuerung muss – auch zu Lüftungszwecken – ein zentrales Öffnen und zentrales Schließen durch eine Bedienhandlung des Triebfahrzeugführers ermöglichen.

Das Fahrzeug ist so zu gestalten und auszurüsten, dass eine Kontrollmöglichkeit entlang der bahnsteigseitigen Fahrzeugaußenseite durch den Eisenbahnfahrzeugführer vom bedienten Führerstand aus möglich ist, z. B. über Außenspiegel. Im Führerstand muss ein Fenster zum Bahnsteig zu öffnen sein, um dem Eisenbahnfahrzeugführer vor Abfahrt einen Blick entlang des Zuges zu ermöglichen („Serviceblick“).

Referenzbeispiele für derartige Lösungen gibt es z. B. bei der Regionalstadtbahn Karlsruhe sowohl auf NE- als auch auf DB Netz-Streckenabschnitten.

Es wird empfohlen, vorab mit dem Eisenbahninfrastrukturunternehmen den Umfang, die Umsetzbarkeit und die Zulassungsfähigkeit derartiger Lösungen abzuklären.

### 5.4.3 Türsicherheit

Außentüren müssen mit Vorrichtungen ausgerüstet sein, die erkennen, ob sich ein Fahrgast im Türraum befindet, während die Tür schließt (TSI LOC&PAS).

Darüber hinaus sind unter Beachtung der EN DIN 14752 folgende Vorgaben zu erfüllen:

- Verriegeln bei Zugfahrt,
- Notöffnungseinrichtung,
- Fenster in der Tür für Sicht aus dem Fahrzeug auf den Bahnsteig,
- Ausreichende und allseitige Abdichtung der Tür als Schutz gegen Geräusche, Eindringen von Wasser oder Flugschnee und Zufrieren.

### 5.4.4 Türöffnungs- und Türschließzeiten

Die Summe der Türöffnungs- und Türschließzeiten darf bei einem fahrplanmäßigen Halt an einem Bahnsteig, gemessen zwischen dem Zeitpunkt V = 0 km/ h und dem Wegfall der Traktionssperre, nicht größer als zwölf Sekunden sein. Die Türöffnungs- und Türschließzeit versteht sich einschließlich der Zeiten für das Aus- und Einfahren einer Spaltüberbrückung.

Für die Bemessung der Türschließzeit wird von einer vollständig geöffneten Tür und einer ausgefahrenen Spaltüberbrückung ausgegangen. Die Bemessung der Türschließzeit beginnt hierbei mit dem Beginn der Bewegung der Tür, enthält das Einfahren der Spaltüberbrückung und endet mit dem Wegfall der Traktionssperre.

## 5.5 Eingangsbereich

Zur Ausgestaltung des Eingangsbereichs sollen, über die bestehenden Vorschriften hinaus, folgende Vorgaben gemacht werden:

- Eine Notbremseinrichtung mit einer Sprechstelle je Eingangsbereich.
- Die lichte Höhe des Eingangsbereichs entspricht der lichten Höhe der Tür, s. Kap. 5.4.1.
- Keine Einschränkung der lichten Weite der Türen im Einstiegsbereich durch Einbauten (wie Entwerter, Klappsitze etc.). Davon ausgenommen sind notwendige feste Einbauten für den Ein- und Ausstieg von Rollstuhlfahrern (s. Kap. 5.4.1).
- Abtrennung des Einstiegsbereichs zum Fahrgastinnenraum durch transparente Windfangwände, die den Fahrgastraum wirkungsvoll vor Zugluft/Witterungseinflüssen schützen.
- Angepasste Trennwand im direkten Übergang vom Einstiegsbereich in den unmittelbar angrenzenden Mehrzweckbereich (Fahrradtransport, Rollstuhlfahrt).
- Treppenhandlauf an Treppen zwischen Fußbodenabsätzen muss vorhanden sein.
- Barrierefreier Zugang (für Rollstuhlfahrer) zum Mehrzweckbereich mit technischer Einstiegshilfe, Universaltoilette bzw. behindertengerechtem WC und (optional) Vertriebstechnik.
- Gesonderte Beleuchtung des Fußbodenbereichs im Einstieg ist sinnvoll.
- Durch das EVU im Winter ausgelegte Schmutzfangmatten (nicht fest eingebaut).
- Veränderte Fußbodengestaltung im Einstiegsbereich, die z. B. durch einen andersfarbigen Fußbodenbelag erreicht werden kann.

Verschiedene Fahrzeuge weisen großzügige Eingangsbereiche auf, in denen ggf. Klappsitze zugelassen werden können. Bezogen auf Türen mit einer Breite von 1.300 mm, sollte die zur Verfügung stehende Breite des Eingangsbereiches bei mindestens 2.000 mm liegen. Bei zu schmalen Eingangsbereichen ist

i. d. R. eine Behinderung des Fahrgastflusses beim Ein- und Ausstieg durch die benutzten Klappsitze nicht vermeidbar.

Trennwände mit Türen zum Fahrgastraum reduzieren den Fahrgastfluss und können die Fahrgastwechselzeiten beeinflussen.

Doppelstöckige Fahrzeuge weisen häufig eine Neigung zur Wagenmitte hin auf, die jedoch hinsichtlich der Vermeidung von unbeabsichtigtem Herausrollen nicht festgebremster Gegenstände unproblematisch ist, ggf. aber zu Stabilitätsproblemen bei Rollstühlen führen kann.

Zur Ausgestaltung von Stufen und Rampen s. Kap. 8.3.

## 5.6 Haltestangen, Handläufe und Haltegriffe

Zu den Haltestangen sollen, über die bestehenden Vorschriften hinaus, folgende Vorgaben gemacht werden.

- Haltestangen und Haltegriffe im Einstiegsbereich passend für möglichst viele Körpergrößen und Armlängen der Fahrgäste (auch Kinder),
- Anordnung der Haltestangen an den Rändern des Eingangsbereiches, um den Bewegungsraum von Rollstuhlfahrern und Fahrgästen mit Fahrrädern oder Kinderwagen nicht zu beeinträchtigen,
- beidseitige Anordnung von Handläufen bei innen liegenden Einstiegstrittstufen.

Vergleiche Ausführungen im Kap. 8 zum Thema Innengestaltung.

## 5.7 Türbedienung

Zur Türbedienung sollen, über die bestehenden Vorschriften hinaus, folgende Vorgaben gemacht werden.

- Türöffner im Innenbereich gem. TSI PRM mit einer Höhe von 800 bis 1.100 mm.
- Türöffner an der Fahrzeugaußenseite gem. TSI PRM i. d. R. in einer Höhe von 800 bis 1.200 mm – bezogen auf die Referenzbahnsteighöhen entsprechend Kap. 3.2. Taster an den Außenseiten der Türen führen zu einer Verringerung der Fahrgastwechselzeit.
- Alle Anforderungs- und Türöffnungstaster (innen wie außen) müssen den Anforderungen von blinden oder sehbehinderten Personen Rechnung tragen (Taster für Türöffner taktil und kontrastreich gestaltet, Tasterbetätigung über Druckpunkt hinweg oder durch akustische und haptische (Klick-) Quittierung) und die Anforderungen der TSI PRM erfüllen.
- Es ist zu prüfen, ob alle Türöffnungstaster (Innen) bzw. die Türsteuerungen mit Memory-Funktion ausgeführt werden können.
- Türanforderung für Personen, die in ihrer Mobilität eingeschränkt sind, an der Tür mit technischer Ein-/Ausstiegshilfe mit Aufhebung der automatischen Schließung (sofern vorgesehen).
- Je eine Tastlippe pro Fahrgasttür für blinde und sehbehinderte Personen zum erleichterten Auffinden der Türöffnungstaster.
- Optional Türschließer innen (kann entfallen, wenn Personenflusskontrolle mit automatischer Türschließeinrichtung installiert wird).
- Automatischer Türschließmechanismus, der zeitversetzt nach dem letzten Passieren einer Tür einsetzt.

Im Winter kann mit der automatischen Türschließvorrichtung ein Auskühlen der Fahrzeuge z. B. bei längeren Standzeiten an Bahnhöfen verhindert werden. Im Sommer wird die Funktion der Kühlung des Fahrgastraumes unterstützt.

## 5.8 Einstiegshilfen für Rollstuhlfahrer (Klapprampe/Hublift)

Die TSI PRM legt u. a. die Randbedingungen für die Verfügbarkeit von Einstiegshilfen für Rollstuhlfahrer fest. Davon unabhängig kann gefordert werden, dass – je eingesetzter Wagengarnitur bzw. Triebzug – an jeder Fahrzeugseite zu den Bahnsteigen mindestens eine Überfahrrampe oder ein Lift für den Einstieg von Menschen in Elektrorollstühlen vorhanden sein muss.

Wenn Rampen im Fahrzeuginneren verbaut werden, sollten diese eine max. Neigung von 9 bis 12 % aufweisen, auch wenn die TSI PRM hier max. 15 % vorsieht.

Manuell bedienbare Rampen sind in geeigneten gesicherten Schränken in unmittelbarer Nähe zu der Tür unterzubringen, durch die die Rollstuhlfahrenden im Rollstuhlbereich in bzw. aus dem Fahrzeug gelangen.

Bei Höhendifferenzen größer als 250 mm können Rampen i. d. R. nicht genutzt werden, da die zulässige Neigung überschritten wird, die Rampen zu lang werden und u. U. die Bahnsteige zu schmal sind. Soll an derartigen Bahnsteigen der Einstieg von Personen mit Rollstuhl sichergestellt werden, sind andere Einstiegshilfen (z. B. Hublifte) notwendig.

Bevor derartige Zusatzanforderungen erhoben werden, ist zu prüfen, ob diese Bahnsteige überhaupt barrierefrei erreichbar sind.

### 5.8.1 Bauart, Tragfähigkeit, Rampenneigung, Hubhöhe

Die Ausgestaltung von Klapprampe oder Hublift und deren fahrzeugseitige Unterbringung müssen den Vorgaben der TSI PRM entsprechen.

Wird eine Einstiegshilfe mit Fremdenergie betrieben, so ist die Möglichkeit vorzusehen, die Einstiegshilfe bei Ausfall der Energieversorgung auch manuell betreiben und bedienen zu können.

Möglich sind sowohl eine von Hand einzulegende Rampe als auch ein technisches System (z. B. ausfahrbare Überfahrbrücke, Schwenk- oder Hublift).

Bei Einsatz eines technischen Systems ist zu prüfen, inwiefern die örtliche Ausführung der Bahnsteige zu Nutzungseinschränkungen führen kann (z. B. ausreichende Ausfahrweite oder Hubhöhe).

Eine durch den Eisenbahnfahrzeugführer oder das Zugbegleitpersonal von Hand einzulegende Rampe hat die Vorteile, leichter an abweichende Bedingungen (z. B. nicht normgerechte Bahnsteiglage) angepasst werden zu können, uneingeschränkt zur Verfügung zu stehen und schneller einsatzbereit zu sein. Der zusätzlich notwendige Zeitaufwand ist jedoch zu berücksichtigen.

Werden die genannten Steigungswerte als nicht zumutbar angesehen, so müssen explizit andere Werte vorgegeben werden. Dies kann zu einer längeren Ausführung der Klapprampe führen, die damit unhandlicher in der Bedienung und eventuell so schwer wird, dass sie von einer einzelnen Person (Zugbegleiter) nicht mehr allein bedient werden kann. Darüber hinaus könnten Bahnsteigbreiten nicht mehr ausreichend sein.

Bei den Werten sind die aktuellen Gegebenheiten seitens des Aufgabenträgers zu beachten. Ein kritischer Fall ist ein schmaler niedriger Bahnsteig.

### 5.8.2 Lage, Nutzungsanforderung, Bedienung

Die Lage dieser Einstiegshilfen ist von außen gut sichtbar zu kennzeichnen. Die Einstiegshilfe ist in unmittelbarer Nähe der (gem. TSI PRM) ausgewiesenen Rollstuhlplätze im Fahrzeug anzuordnen.

Die Überfahrrampe muss – ausgehend von der Höhe der Einstiegskante an den Fahrzeugen – sowohl bei höheren als auch bei niedrigeren Bahnsteigen einsetzbar sein. Während die Rampe zum Ein- oder Aussteigen verwendet wird, ist diese so zu sichern, dass sie sich beim Be- oder Entlasten nicht verschieben kann.

Die Einstiegshilfen müssen – unabhängig von der Besetzung der Züge mit weiterem Personal – jederzeit vom Eisenbahnfahrzeugführer bedient werden können. Eine Fernbedienung der Rampen ist nicht erforderlich.

# 6. Fahrkomfort

## 6.1 Seitenscheiben

Zu fordern ist ein möglichst großflächiges zusammenhängendes Seitenscheibenband über die Länge des Wagenkastens, das nur durch Türen oder Fenstersäulen unterbrochen wird. Die Summe der Fensterscheibenbreiten soll mindestens 80 % der Gesamtlänge des Wagenkastens abzüglich Türbereiche betragen. Die Kopfbereiche in den Endwagen, Treppen und die Toiletten werden dabei nicht berücksichtigt. Die untere Fensterkante sollte sich in Höhe von ca. 700 mm über Fußbodenoberkante (FOK) befinden, die obere Fensterkante bei einstöckigen Fahrzeugen in Höhe von mindestens 1.850 mm (besser 2.000 mm) über FOK. Bei doppelstöckigen Fahrzeugen sollte sich die obere Fensterkante in Höhe von mindestens 1.600 mm befinden.

Alle Fensterflächen sollen eine freie Durchsicht nach außen bieten (Stichwort: Werbeaufkleber). Ausnahmen können für die Markierung der Mehrzweckbereiche von außen mit großen Symbolen für Personen mit Rollstuhl, Kinderwagen oder Fahrrad vorgesehen werden.

Wird auf besondere Eigenschaften der Fenster (z.B. Anordnung, Größe) Wert gelegt, sollte dies erwähnt und auch spezifiziert werden. Eine derartige Forderung kann dazu führen, dass einzelne Fahrzeugbaureihen ausgeschlossen werden oder Mehrkosten infolge von konstruktiven Anpassungen entstehen.

**Mobilfunktransparente Scheiben**

Zur Sicherstellung der Fahrgastversorgung mit Konnektivität müssen Schienenfahrzeuge (hier speziell die Fenster) durchlässiger für Mobilfunkstrahlung sein. Frequenztransparente Scheiben (Hochfrequenz (HF)-Scheiben) stellen hierfür eine geeignete Lösungsmöglichkeit dar und werden bei der Fahrzeugausstattung favorisiert.

Die Transmissionsdämpfung für hochfrequente Funksignale an den Außenscheiben entsprechen den nachfolgenden Werten, wobei Neufahrzeuge die Musswerte einhalten und Gebraucht- und Neufahrzeuge die Sollwerte anstreben.

Zu den Hintergründen und zur Art und Weise der Messung im Fahrzeug existiert das am 27. Mai 2021 vom AK Konnektivität herausgegebene Dokument „HF-Scheiben – Konzept zum De-facto-Standard“, welches im BSN-intern eingesehen werden kann. Folgende, diesem Papier entnommene Tabelle, enthält die zu definierenden Zielwerte der Transmissionsdämpfung, die zur Akzeptanz der HF-Scheiben führen. Je nach Ausschreibung können sich die genauen Zielwerte hierbei im Detail unterscheiden.

| Anforderungen an die Dämpfung von HF-Scheiben | | | |
|---|---|---|---|
| Frequenzbereich [MHz] | Einstrahlwinkel | Dämpfung horizontale Polarisation [in dB] | Dämpfung vertikale Polarisation [in dB] |
| 600 - 2.700 | Hor.: 0° - 80°<br>Ver.: 0° | Soll: < 5<br>Muss: < 10 | Soll: < 5<br>Muss: < 10 |
| 2.700 - 4.000 | Hor.: 0° - 80°<br>Ver.: 0° | Soll: < 5<br>Muss: < 10 | Soll: < 5<br>Muss: < 15 |
| 5.000 - 6.000 | Hor.: 0° - 80°<br>Ver.: 0° | Muss: > 10 | Muss: > 10 |

*Tabelle 2: Anforderung an die Dämpfung von HF-Scheiben*

## 6.2 Vibration

Die Befestigung der Inneneinrichtung (Beleuchtung, Trennwände, Müllbehälter etc.) soll so erfolgen, dass Geräusche durch Vibrationen vermieden werden. Eine schwingungsentkoppelte Aufhängung aller Antriebseinheiten (Motor, Wechselrichter etc.) soll vorgesehen werden.

## 6.3 Ruckarme Kraftübertragung

Eine ruckarme Übertragung der Antriebskraft soll gewährleistet werden. Diese ist insbes. auch dann zu gewährleisten, wenn mehrere Triebwagen einen Zug bilden.

## 6.4 Geräuschemission (Fahrkomfort)

Zusätzlich zu den allgemeinen Vorgaben für die Geräuschemission können den Führerstand bzw. Fahrgastraum betreffende ergänzende Vorgaben gemacht werden:

Grenzwert für den Innengeräuschpegel ($L_p$ $A_{eq}$, 20 s) im Sitzbereich bei geschlossenen Türen, bei gleichzeitigem Betrieb aller Hilfsbetriebe, bei Höchstgeschwindigkeit 65 dB(A). Einstiege, Übergänge und Toiletten können höhere Werte aufweisen.

- Die Grenzwerte für Führerstände und Außengeräusche sind in der TSI Nois zu finden.
- Die Einhaltung der Grenzwerte ist gem. der in ISO 3381 bzw. EN ISO 3095 definierten Versuchsbedingungen nachzuweisen.
- Der Innengeräuschpegel im Fahrgastraum ist ein wesentliches Komfortmerkmal, jedoch in der TSI Nois nicht definiert.
- Durch die Verwendung geräuschabsorbierender Materialien bzw. Absorbern könnte der Innengeräuschpegel reduziert werden. Im Innenraum der Fahrzeuge sind ein geringer Schallpegel und eine hohe Absorption anzustreben.
- Bei Durchsagen ist in konstruktionsbedingt separaten Räumen (z. B. 1. Klasse-Bereich, Trennung durch transparente Türen) für die Messung des Geräuschpegels ein separater Sensor zu verwenden.

Für den Innenschall müssen Vorgaben zu den Grenzwerten und deren Nachweis gemacht werden. Für den Innenschall im Fahrgastraum bei gleichzeitigem Betrieb der Hilfsbetriebe (wie z. B.

Luftkompressor, Kühllüfter) und der Heizungs-/Klimaanlage bei geschlossenen Einstiegstüren bei Fahrt gelten die folgenden Anforderungen:

a) Dauerschallpegel des Innengeräusches bei 80 km/h: 60 dB(A)

b) Dauerschallpegel des Innengeräusches bei 160 km/h: 65 dB(A)

c) Nur unmittelbar längs- und quermittig im Übergangs- und im Türbereich ist ein um max. 3 dB(A) höherer Innenschallpegel zulässig. Bei Tunnelfahrt zusätzlich max. 3 dB(A), bei Bogenfahrt zusätzlich max. 2 dB(A) größere Werte.

Diese Grenzwerte sollen an folgenden Punkten gemessen werden:

a) über einem Sitz in Kopfhöhe – beliebiger Sitz, bei doppelstöckigen Wagen je Ober- und Untergeschoss,

b) über einem Sitz in Kopfhöhe – beliebiger Sitz am Wagenübergang,

c) an einem Rollstuhlfahrerplatz in ca. 120 cm Höhe,

d) im Mehrzweckbereich – ca. 160cm über dem Boden,

e) im Türbereich – ca. 160 cm über dem Boden, mittig zwischen den Türen,

f) im Wagenübergang – ca. 160 cm über dem Boden, mittig im Gang,

g) in der Universal-Toilette.

Für die Schallemissionen während des Vorbereitungs- und Abschlussdienstes und während der Abstellung der Triebfahrzeuge sind – unabhängig von dem Triebzugtyp – die Anforderungen der VDV-Mitteilung 1541 zu erfüllen.

Für die Schallemission der Fahrzeuge im Stand sollten folgende Grenzwerte definiert werden:

a) gemittelter Dauerschallpegel während energie-/schalloptimierter Abstellung,

b) gemittelter Dauerschallpegel der Einheit während der Vortemperierung/Aufrüstung,

c) Impulsgeräusch lautester Messpunkt,

d) max. Schalldruckpegel des Anfahrgeräusches,

e) Dauerschallpegel des Vorbeifahrgeräusches bei 80 km/h,

f) Pegelobergrenze für Bremsgeräusche.

Zu den Geräuschemissionen von Eisenbahnfahrzeugen nach außen besteht ein umfassendes Regelwerk an Normen (TSI Nois) und Empfehlungen (VDV-Schrift 1541 „Geräusche von Eisenbahnfahrzeugen in der Fahrzeugabstellung einschließlich Vorbereitungs- und Abschlussdienst“). Die TSI Nois trifft zudem Regelungen zum zulässigen Innengeräusch in den Führerständen von Eisenbahnfahrzeugen. Zum Innengeräusch in den Fahrgastbereichen gibt es bislang kein verbindliches Regelwerk.

Das Bild des Eisenbahnverkehrs und auch sein Schallemissionsverhalten hat sich seit der Regionalisierung erheblich gewandelt: Wo einst lokbespannte Züge das Eisenbahnwesen geprägt haben, dominieren heute fast ausschließlich Triebzüge das Verkehrsgeschehen. Triebzüge bergen im Gegensatz zu nicht angetriebenen Reisezugwagen zusätzliche Schallquellen in Form der Antriebsanlagen, die – insbes. bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren – ganz erheblich zu Schalleinträgen in den Fahrgastraum beitragen können. Während Reisezugwagen mit Scheibenbremsen, Klimatisierung und zeitgemäßen Tür- und Übergangssystemen immer leiser geworden sind, stagniert das Schallemissionsverhalten von Triebzügen im Fahrgastbereich mehr oder weniger.

Nachdem bislang kein Regelwerk für das zulässige Innenraumgeräusch besteht, sollte mittelfristig auf eine allgemeingültige Empfehlung ähnlich der VDV-Schrift 1541 hingewirkt werden. Zu prüfen wäre, ob der VDV für ein gemeinsam abgestimmtes Vorgehen zu gewinnen ist.

Unabhängig davon erscheint es in einem ersten Schritt schon jetzt empfehlenswert, praxisorientierte Richtwerte für das zulässige Innengeräusch von Eisenbahnfahrzeugen vorzugeben, die seitens der Fahrzeugindustrie auch ohne bislang allgemein anerkannte standardisierte Methodiken und Messverfahren als erfüllbar angesehen werden.

# 7. Klimatisierung

## 7.1 Gesundheitsschützende Klimatisierung

In Folge der Erfahrungen durch die Corona-Pandemie liegt auf der Klimatisierung von Schienenfahrzeugen im Personenverkehr eine über das bisherige Komfortmerkmal „Klimaanlage“ hinausgehende Aufmerksamkeit, um den Gesundheitsschutz der Fahrgäste und der Beschäftigten zu gewährleisten. Vor diesem Hintergrund hängt von einer „pandemiegerechten“ Klimatisierung der Fahrzeuge die Akzeptanz des ÖPNV als gesundheitlich sicheres Verkehrsmittel ab.

Bei der Klimatisierung muss nach Frischluft- und Umluftbetrieb unterschieden werden. Die Förderleistung der Klimaanlagen im Frischluftbetrieb ist nach dem aktuellen Stand der Technik leistungsfähig genug, um z. B. bei einem einstöckigen Elektrotriebzug ca. alle zwei bis vier Minuten die Luft im Fahrgastraum einmal vollständig zu durchtauschen. Daher wird mittlerweile empfohlen, die Klimaautomatik überwiegend im Frischluftbetrieb zu betreiben.

Das unter gesundheitlichen Aspekten relevantere Thema ist allerdings die Luftqualität im Umluftbetrieb, welches u. a. bei druckdichten Fahrzeugen auf Schnellfahrstrecken oder in Tunnelbetrieb greift. Schienenfahrzeuge sind gegenwärtig mit einfachen mechanischen Pollen- und Staubfiltern in Form von Filtermatten ausgerüstet. Das entspricht einer nach der DIN EN 779 bzw. der ihr nachfolgenden Prüfnorm ISO 16890 einfachen Filterklasse (z. B. G4).

Die in Bezug auf Viren erforderlichen speziellen Filtermatten, die Aerosole filtern können, gehören den höchsten Klassen H14, U15, U16 an. Eine solche Filtertechnik wird derzeit üblicherweise für Reinraum-Anwendungen wie OP-Säle oder industrielle Fertigung (z. B. Computer-Chips) angewandt. Sie lässt sich nicht ohne weiteren Aufwand in die bestehenden Klimaanlagen der Züge nachrüsten. Diese Filterklassen finden insofern im Eisenbahnsektor keine Anwendung.

Da in Schienenfahrzeugen die Fahrzeugmasse limitiert und die Einbauräume begrenzt sind, bieten sich zur Verbesserung der Luftqualität neben den Filtermatten der Klimaanlagen auch technisch innovative Ansätze wie der Einsatz von elektrostatischen Filtern oder UV-Licht an.

Der BSN empfiehlt, in den Klimatisierungs- und Belüftungsanlagen der Schienenfahrzeuge Luftfiltersysteme einzusetzen, die mindestens 90 % der Viren und Bakterien pro Luftkreislauf herausfiltern. Für eine zeitnahe Ausrüstung der Fahrzeuge mit einer „pandemiegerechten“ Klimatisierung eignet sich aufgrund der Verfügbarkeit am Markt der Einsatz von elektrostatischen Filtern, welche eine Ergänzung der mechanischen Filter darstellen. Der Vorteil dieser Lösung ist das relativ geringe Mehrgewicht von ca. 10 kg pro Gerät und die geringe zusätzliche Leistungsaufnahme von ca. 1/1.000 des Energieverbrauchs des Klimagerätes. Die Energieversorgung erfolgt über das Spannungsniveau des bereits vorhandenen Bordnetzes.

Mit diesem System wird gem. ISO 16890 für die Staubabscheidung die Filterklasse G4/M5 erreicht. In diesem Zusammenhang werden Viren und Bakterien durch das elektrische Feld deaktiviert.

Da diese Technologien u. a. erst durch die Corona-Pandemie einen Schub erfahren haben, befinden sie sich gegenwärtig in der Entwicklungsphase. Daher ist es möglich, durch die Fahrzeuganforderungen nach bestimmten hohen Filterklassen eine Entwicklung von technischen Lösungen bei der Fahrzeugindustrie zu fördern. Es ist davon auszugehen, dass das Thema Luftqualität im ÖPNV auch in den nächsten Jahren relevant sein wird und die Verbessrung der Luftqualität nicht nur dem Pandemieschutz dient, sondern vor allem auch dem Schutz bei saisonalen Grippeereignissen.

## 7.2 Auslegung der Heizungs-, Lüftung- und Klimaanlage

Für die Auslegung der Heizung, Lüftung und Kühlung gelten die EN 14750-1 (Luftbehandlung in Schienenfahrzeugen des innerstädtischen und regionalen Nahverkehrs) für die Klimazone 2 sowie die EN 14813-1 (Luftbehandlung in Führerräumen) als Grundlage für Neufahrzeuge.

Folgende allgemeine Vorgaben sollten ergänzend als Standard gefordert werden:

- Die Heizung ist als selbststeuerndes und selbstüberwachendes System auszulegen.
- Zur Energieeinsparung ist nach Möglichkeit im Heizbetrieb, soweit im Antriebskonzept vorhanden, die Motorabwärme zu nutzen (gilt für Dieseltriebwagen, bei E-Fahrzeugen kann die Abwärme von Wasser gekühlten Fahrmotoren genutzt werden).
- Eine zeitlich einstellbare Automatikfunktion zum Vorwärmen des Fahrgastraumes ist vorzusehen. Es wird empfohlen, dies bei verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeugen als motorunabhängige Standheizung (schadstoffarm und geräuschgedämpft) vorzusehen, die thermostatisch zu regeln ist.
- Pro Fahrgastgroßraum muss über die Diagonale je ein abschließbares Klappfenster als Notbelüftung vorhanden sein. Ein Fahrgastgroßraum bezeichnet in diesem Zusammenhang einen Abschnitt eines Fahrgastraumes, der an beiden Enden entweder durch einen Einstiegsbereich, eine Trennwand, einen Wagenübergang oder einen Triebfahrzeugführerraum begrenzt ist.
- Der Fahrgastraum muss eine vom Fahrzeugführerraum unabhängige Klimaregelung haben.
- Auch bei Gebrauchtfahrzeugen ist von einer Klimatisierung auszugehen.
- Bei den Klimaanlagen für Fahrzeuge sollte möglichst auf natürliche Kältemittel (wie R290 Propan, $CO_2$ und Luft) zurückgegriffen werden. Mit Bezug auf den Umweltschutz muss hier auch der GWP-Wert (definiert das relative Treibhauspotenzial in Bezug auf $CO_2$) betrachtet werden.
  - Bei Einsatz natürlicher Kältemittel ist zu berücksichtigen, dass Luft und $CO_2$ eine höhere Masse aufweisen und bei deren Verwendung mehr Bauraum benötigt wird.
  - Zudem sind $CO_2$ und Luft basierte Lösungen mit signifikant höheren Kosten aufgrund spezifischer Komponenten und Anforderungen verbunden.

Eine Entlastung des Konvektoren-Heizung kann über indirekte Heizungen erfolgen. Hier sind Fußbodenheizung, Sitzheizung o. ä. denkbar. Einem Absenken der Raumtemperatur kann bei offenstehenden Türen über einen Warmluftschleier entgegengewirkt werden.

Es wird ein Hinweis auf die VDI-Richtlinie 6032 „Hygiene-Anforderungen an die Lüftungstechnik von Fahrzeugen zur Personenbeförderung“ empfohlen.

Ein Vorkühlen ist bei Fahrzeugen mit Dieseltraktion bauartbedingt nur möglich, wenn der Dieselmotor läuft, der wiederum den Kompressor für den Kühlkreislauf der Klimaanlage(n) antreibt. Sollen Dieseltriebfahrzeuge auf Bahnhöfen mit unmittelbar anschließender Wohnbebauung abgestellt werden, so ist die Ausstattung der Fahrzeuge mit einer geräuscharmen Vorheizanlage (Standheizung) zu prüfen (führt zu fahrzeugseitigem Mehraufwand). Bei Außentemperaturen von 5 bis 15° C kann die Klimaanlage als Wärmepumpe arbeiten.

## 7.3 Kältemittel

Aufgrund seiner günstigen Eigenschaften wird gegenwärtig R134a verbreitet als Kältemittel in vielen Schienenfahrzeug-Klimaanlagen eingesetzt. Dabei handelt es sich um einen Fluorkohlenwasserstoff

mit der (chem. Bez. 1,1,1,2-Tetrafluorethan), welches mit einem GWP (Global Warming Potential)-Wert von 1430 in ein starkes Treibhausgas ist. Das bedeutet, dass die Treibhauswirkung des Kältemittels R 134a das 1430-fache der gleichen Menge Kohlendioxid beträgt, bezogen auf einen Zeithorizont von 100 Jahren. Somit entspricht 1 kg R134a einer Co2 Emission von 1,43 t.

Aufgrund der Eigenschaft als Treibhausgas wird der Einsatz von R134a in Folge der EU-Verordnung 517/2014 (umgangssprachlich: F-Gase-VO der EU) stark reglementiert. Sie schreibt bis zum Jahr 2030 eine schrittweise Reduktion von fluorierten Treibhausgasen mit hohem Treibhauspotenzial innerhalb der EU und eine Umstellung auf umweltfreundlichere Kältemittel vor.

Die Vermeidung von klimaschädlichen Kältemitteln (u.a. teilfluorierten Kohlenwasserstoffen (HFKW)) könnte ab Januar 2027 durch das Verbot dieser Stoffe in der F-Gase-VO der EU weitere Relevanz erhalten. Es gibt derzeit Bestrebungen, diese Stoffe in mobilen Anwendungen in Land und Seefahrzeugen zu verbieten.

Infolgedessen müssen auch die Klimaanlagen in den SPNV-Fahrzeugen auf alternativen Kältemittel umgestellt werden. Dabei stellt sich die Frage, welches Kältemittel als Ersatzstoff für diese Anwendung geeignet ist. Neben einem möglichst geringen GWP-Wert stehen bei mobilen Anwendungen im Schienenfahrzeug auch die Brandgefahr (z.B. Tunnelbetrieb) sowie das Gewicht im Fokus.

Die folgende Tabelle vermittelt einen Überblick:

**Übersicht Kältemittelvergleich:**

| | Merkmale | Ökologie | Thermo-dynamik | Chemie | Physiologie | Kommerzielle Randbedingungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kriterien | Ideale Eigenschaften -> | niedriger GWP - Wert (<10) ODP = 0 | Hohe Kälteleistung Guter Wärmeübergang Niedrige Drucklage | Zustandsstabil im Kältekreislauf keine Gefährdung bei Leckage, keine Zersetzung | Keine Toxizität, keine Gesundheits-gefährdung | Langfristige Verfügbarkeit, Gesetzliche Einschränkungen, Preisniveau |
| Kältemittel | R-134a (HFKW - HFC) | GWP = 1430 ODP = 0 ⊖ | | | MAK=1000 | Verfügbarkeit kritisch, keine Langzeitlösung, Preisniveau mittel, Anstieg zu erwarten Kat. A1 |
| | R-1234yf (HFO) | GWP = 4 ODP = 0 ⊕ | COP vergleichbar zu R-134a | Langzeitstabilität in Prüfung bei Temperatur > 200°C HF-Bildung TFA-Bildung bei Zerfall in Luft Brennbar ⊖ | MAK = 200 ⊖ | in Diskussion auf EU-Ebene aufgrund PFAS und TFA-Bildung, Übergangslösung, Preisniveau hoch Kat. A2L |
| | R-290 (Propan) | GWP = 0,02 ODP = 0 ⊕ | COP vergleichbar zu R-134a, Wärme-pumpenbetrieb bis -10°C (-20°C) ⊕ | Stabil keine hochtoxischen Stoffe bei Reaktion ($H_2O$ und $CO_2$) Brennbar ⊕ | MAK=1000 ⊕ | breite Nutzung in der Kältetechnik – Komponentenauswahl gegeben, zukunftssicher, Preisniveau niedrig, stabil Kat. A3 |
| | R-729 (Luft) | GWP = 0 ODP = 0 ⊕ | Niedrigster COP ⊖ | Gesundheitlich unbedenklich ⊕ | ⊕ | Beschränkt auf Luftfahrt und Tieftemperaturanwendung, höheste Investitionskosten Kat. A1 |
| | R-744 (CO2) | GWP = 1 ODP = 0 ⊕ | Niedriger COP Druckniveau bis 140 bar ⊖ | Stabil Nicht brennbar ⊕ | MAK=5000 ⊕ | Beschränkter Einsatz für transkritische Anwendungen hohe Investitionskosten Kat. A1 |

***Legende***

*MAK* *Maximale Arbeitsplatzkonzentration in ppm, zulässige dauerhafte Konzentration am Arbeitsplatz*
*COP* *Coeffizent of Performance bzw. Leistungszahl, Quotient aus Kälteleistung durch aufgewendete Energie*
*Kat.* *Kategorie nach ISO 817 bzw. EN378-1 zur Einstufung der Kältemittel in Bezug auf Toxizität und Brennbarkeit*
*GWP* *Global Warming Potential bzw. Treibhauseffekt bezogen auf 100 Jahre nach F-Gas-Verordnung EU/517/2014*
*ODP* *Ozon Depletion Potential bzw. Ozonabbaupotential*

*Abbildung 3: Wabtec-Corporation, Kältemittelvergleich, 2023; Quelle: Faiveley Transport Leipzig*

Die in der Tabelle hinterlegten Werte verdeutlichen, dass R230 (Propan) aufgrund seiner Eigenschaften grundsätzlich für Klimaanlagen in Schienenfahrzeugen geeignet ist.

Das Kältemittel „Propan (chem. Bezeichnung $C_3H_8$) gehört zu den Kohlenwasserstoffen. Als natürliches Kältemittel wird es unter der Bezeichnung R 290 geführt. Das farb- und geruchlose Gas besitzt ähnliche Drucklagen und zeigt vergleichbare Kälteleistungen wie herkömmliche Kältemittel. R 290 wird in Wärmepumpen sowie in Klima- und Kälteanlagen bereits seit Jahren und mit zunehmender Häufigkeit eingesetzt. Wegen seiner hohen Energieeffizienz und seiner sehr guten thermodynamischen bzw. kältetechnischen Eigenschaften […] wird R 290 als leistungsfähiges und energiesparendes Kältemittel geschätzt. Das Flüssiggas ist nicht ozonschädlich und besitzt mit seinem niedrigen GWP (Global Warming Potential) Wert von 3 einen sehr geringen Treibhauseffekt“4.

Somit entspricht 1 kg R290 einer Co2 Emission von 0,003 t. Es ist daher auch hinsichtlich künftiger Verwendungsbeschränkungen und Verboten von fluorierten Kältemitteln (F-Gasen) in etlichen Anwendungen als alternative, umweltfreundliche Lösung interessant (vgl. ebd.Fn.4).

„Der Nachteil an Propan als Kältemittel ist seine leichte Entflammbarkeit. Das bedeutet, dass seine Verwendung speziellen Sicherheitsanforderungen unterliegt. Zudem kann es in Verbindung mit Luft explosive Gemische bilden, bei entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen ist ein Entweichen von Propan in die Luft jedoch äußerst unwahrscheinlich.“ Hinweis: Diese Eigenschaft ist besonders im Brandschutz bei Schienenfahrzeugen zu beachten!

[4] (https://www.infraserv.com/de/leistungen/facility-management/expertenwissen/f-gase/kaeltemittel/spezifische-kaeltemittel/r-290-propan.html, Stand: 25.01.2023)

Propan kann auch R 134a unter Umständen problemlos ersetzen: „Hier wurde eine durchschnittliche Energieeinsparung von etwa neun Prozent gegenüber den gleichen Systemen mit R 134a festgestellt“ (ebd. Fn.4).

**Fazit:**

Aus den genannten Gründen gilt das Flüssiggas R 290 als ein für die zukünftigen Anforderungen geeignetes Kältemittel. Sofern andere, umweltschädlichere Kältemittel in Betrieb sind, sollte geprüft werden, ob R 290 als Alternative – unter Berücksichtigung der sicherheitstechnischen Anforderungen in Betracht kommt.

# 8. Innengestaltung

## 8.1 Fahrzeugbreite und Fahrzeug-/Waggonübergänge

### 8.1.1 Fahrzeugbreite

Als Fahrzeugbreite ist die Breite des gesamten äußeren Wagenkastens gemeint. Dieses Maß ist daher das Außenmaß. Für die Fahrgäste relevant ist die nutzbare Innenbreite. Falls diesbezügliche Vorgaben gemacht werden, wird empfohlen, die Innenbreite so groß wie möglich zu wählen (dies ist abhängig vom zulässigen Lichtraumprofil (s. a. Kap. 3.1.2). Je schmaler ein Fahrzeug wird, desto geringer fällt z. B. die Breite des Mittelganges oder die Sitzbreite aus.

Im eigentlichen Sinn ist es nicht das Ziel dieser Empfehlungen, auf den konstruktiven Bereich von Fahrzeugen einzuwirken. Dies wird im Rahmen von Vergabeverfahren auch oftmals gar nicht möglich sein, da Fahrzeugplattformen nicht ohne größere Anstrengungen und längere Vorlaufzeiten veränderbar sind. Dennoch sollten die SPNV-Aufgabenträger und die Fahrzeughersteller gemeinsam wieder auf eine Vergrößerung der zulässigen Wagenbreiten hinwirken und dem Trend zu längeren und schmaleren Wagenkästen begegnen.

Es wird ausdrücklich empfohlen, dass die Fahrzeugbreiten dann nicht mehr unter 2,95 m liegen sollten. Dieser Wert von 2.95 m ist kein fiktiver Wert, sondern im Rahmen der bekannten Bezugslinien umsetzbar. Die Breite von 2,95 m ergibt sich durch Aufsummierung der im Text empfohlenen Mindestvorgaben z.B. Gangbreiten (Kap. 8.2), Sitzbreiten, Abstandsmaße und Armlehnenbreiten (jeweils Kap. 8.4). Annahmen über Einbauräume und Wandstärken sind berücksichtigt. Die Basis bildet die im SPNV übliche Sitzanordnung von 2+2 im einstöckigen Bereich.

Die nachfolgende Zeichnung macht deutlich, dass sich selbst bei Fahrzeugbreiten von 2,95 m nicht alle Empfehlungen – die auf wissenschaftlichen Methoden zur Ermittlung des Raumbedarfs basieren – 1:1 umsetzen ließen. Bei Fahrzeugbreiten von ca. 2,80 m sind sie allerdings in Summe in keiner Weise realisierbar.

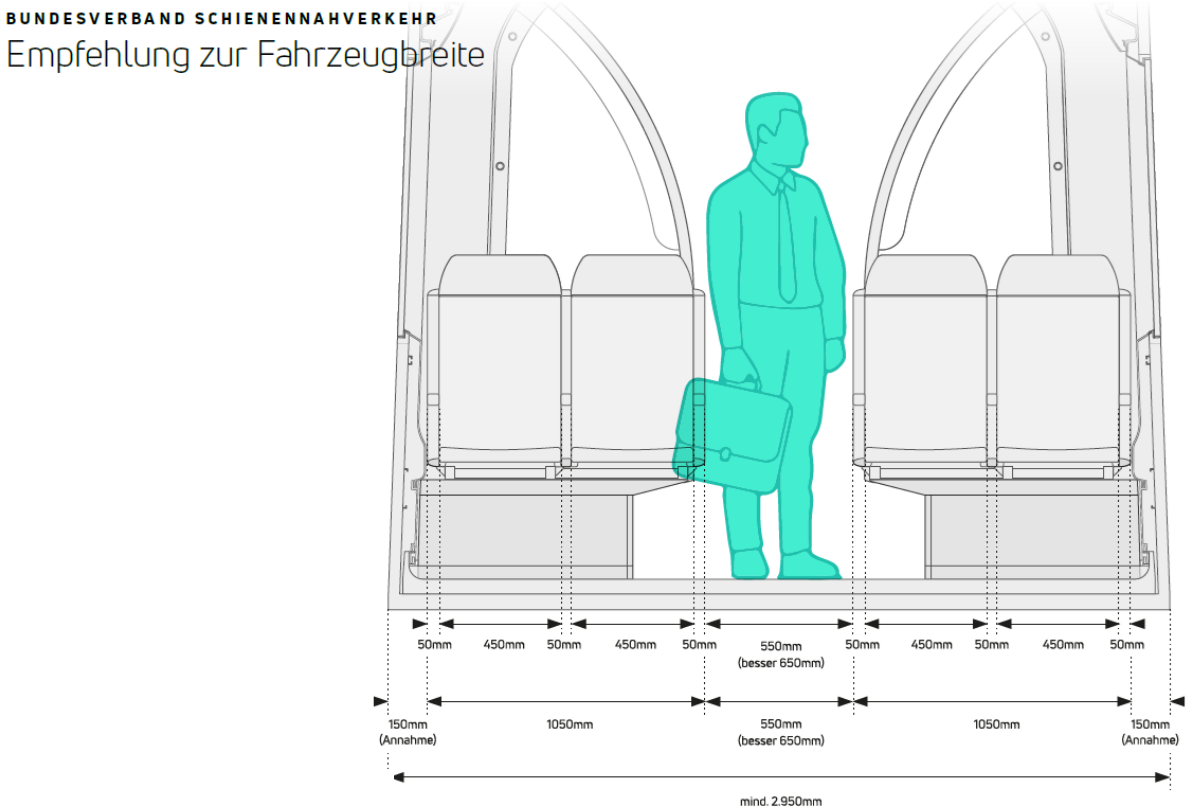


*Abbildung 4: Empfehlungen des BSN zur Fahrzeugbreite, neomind GmbH, 2022*

### 8.1.2 Fahrzeug-/Waggonübergänge

Zwischen den einzelnen Wagen eines Triebzuges bzw. zwischen den einzelnen Waggons einer Wagengarnitur ist eine Durchgangsmöglichkeit vorzusehen. Die Durchgangsmöglichkeiten dienen:

- der Verteilung der Fahrgäste über die Zuglänge,
- der Schaffung von Transparenz im Innenraum,
- der Erhöhung des subjektiven Sicherheitsgefühls.

Die Durchgangsweite im Bereich der Fahrzeugübergänge oberhalb der Sitze bei Fahrzeugen, deren Wagen auf gemeinsamen Drehgestellen aufliegen, sollte mindestens 60 % der Wagenkastenbreite aufweisen. Soweit technische Einbauten oder andere zwingende fahrzeugbauliche Gründe vom Hersteller geltend gemacht werden können, ist eine geringere Durchgangsweite zulässig.

- Die Durchgangsweite im Bereich der Fahrzeugübergänge oberhalb der Sitze bei Fahrzeugen mit einzelnen fest gekuppelten Wagen sollte mindestens 1.300 mm aufweisen. Sofern technische Einbauten oder andere zwingende fahrzeugbauliche Gründe vom Hersteller geltend gemacht werden können, ist eine Durchgangsweite nur gem. TSI PRM sicherzustellen.
- Bei der Verwendung von Standard-Übergängen wird durch konstruktionsbedingte Ursachen eine Unterschreitung der transparenten Breite im Durchgang von bis zu 20 % toleriert. Die lichte Weite oberhalb der Sitze (in 120 bis 160 cm „Schulterhöhe“) muss an den senkrechten Kanten des Übergangs gemessen werden.
- Die Durchgangsweite im Bereich der Fahrzeugübergänge bei Fahrzeugen, die zwischen zwei fest gekuppelten Wagen ein Antriebsmodul aufweisen, muss mindestens 800 mm betragen.

UIC-Übergänge (der bei Waggons zurzeit übliche „normale" Übergang) an allen bzw. einzelnen Wagenübergängen können dann als Vorgabe sinnvoll sein, wenn saisonale Verstärkungen mit „normalen" Waggons ermöglicht werden sollen. Bei UIC-Übergängen sind Übergangstüren von Wagen zu Wagen unbedingt erforderlich. Gängige Maße bei solchen Übergängen sind Minimalwerte von 550 mm (gem. TSI PRM).

Es gibt neue Waggons (ein- bzw. doppelstöckig), die nur untereinander kuppelbar sind und so z. B. niederflurige, breite Waggonübergänge aufweisen. Zum Kuppeln mit normalen Waggons gibt es jedoch auch spezielle Waggons, die an einer Seite den UIC-Übergang aufweisen. Bei der Kombination mit UIC-Waggons kann es jedoch in bestimmten Fällen zu Einschränkungen bzgl. der ansonsten möglichen Fahrgastinformationssysteme, der Versorgung der Klimaanlage oder sonstiger Versorgungs- und Steuerungssysteme kommen.

Bei erhöhten Anforderungen an den Brandschutz (Brandschutztüren im Übergang) kann die lichte Weite im Übergang eingeschränkt sein.

## 8.2 Mindestgangbreite

Der Gang ist der Bereich im Fahrzeug, der sich meist längsmittig durch den Wagenkasten bzw. das Fahrzeug erstreckt, und den Platz für die Ortsveränderungen der Reisenden im Zug (Weg zum Sitzplatz, zu den Türen, zu den Toiletten und Mehrzweckbereichen sowie zu den Wagenübergängen) ermöglicht.

Folgende Eingangsgrößen haben einen Einfluss auf die Gestaltung des Gangs:

- Verkehrsart, z. B. langlaufende RE-Verkehre vs. S-Bahn-Verkehre -> dient der Gang als Stehfläche
- Fahrgastaufkommen,
- Anzahl der Halte (für den Fahrgastwechsel),
- Haltezeiten,
- Anzahl der Türen,
- Erwartete Anzahl und Volumen der Gepäckstücke.

Die Gangbreite sollte nicht nur den Mindestbreiten der TSI PRM entsprechen, sondern nach Möglichkeit mindestens 650 mm betragen. Nur wenn sich die Empfehlung nicht umsetzen lässt, sollten die unten angeführten Mindestmaße zur Anwendung kommen:

- Die Mindestgangbreite gem. TSI PRM beträgt in Fußbodenhöhe 450 mm, ab einer Höhe von 1000 mm beträgt sie 550 mm.
- Die Mindestgangbreite muss auch bei abgestellten Fahrrädern, Kinderwagen und Rollstühlen (in den nominalen Stellbereichen) gewährleistet sein.
- Für die Sicherstellung der Zugänglichkeit von Rollstuhlplätzen muss die Mindestgangbreite laut TSI PRM 800 mm betragen.

Die Gangbreite beeinflusst den Reisendenfluss im Fahrzeug und steht in Abhängigkeit zu den Faktoren Fahrzeugbreite und Sitzbreite (ggf. inkl. Armlehnen).

Die Vorgabe der Mindestgangbreite – bezogen auf die Außenkanten der Armlehnen – kann auch auf Bereiche mit besetzten Klappsitzen ausgeweitet werden. Dies führt jedoch dazu, dass z. B. Klappsitze im Gang neben der Universaltoilette ausgeschlossen werden.

Für die Sicherstellung der Zugänglichkeit von Rollstuhlplätzen kann bei Verschwenkungen des Ganges eine Breite von 900 mm gefordert werden. Damit werden aber Klappsitze im Seitengang neben der

Universaltoilette ausgeschlossen. Erfahrungen in vergangenen Wettbewerbsverfahren haben gezeigt, dass Klappsitze in diesem Bereich häufig unpraktisch sind, da sie den Fahrgastfluss behindern, Konfliktpotenzial zwischen sitzenden Fahrgästen und Rollstuhlfahrern bzw. Reisenden mit Kinderwagen herbeiführen (sitzende Fahrgäste müssen aufstehen) und bei einigen Fahrzeugkonzepten auch den Durchgang mit Fahrrädern erschweren. Daher sollte überprüft werden, ob die Ausrüstung von Klappsitzen im Seitengang neben den Toiletten ausgeschlossen werden soll.

## 8.3 Fußbodenhöhen, Stufen und Rampen

Grundsätzlich gilt, dass ein ebener Fußboden ohne Stufen und Rampen das Optimum darstellt.

Das Optimum ist aber in Abhängigkeit von den Gegebenheiten wie Bahnsteighöhen, Drehgestelle, Doppelstockfahrzeugen etc. nicht überall umsetzbar.

Wenn Niveauunterschiede im Fahrzeug vorhanden sind, dann sollte sich die Anzahl von Stufen und Rampen auf das Minimum beschränken (ggf. vs. Wirtschaftlichkeit). Dazu sollte die Ausgestaltung der Stufen und Rampen so sein, dass sie die geringstmöglichen Hindernisse darstellen.

In jedem Zug bzw. Fahrzeug (auch bei Zügen bzw. Fahrzeugen, bei denen es sich prinzipiell um Doppelstock handelt) sollte mindestens ein einstöckiger Bereich als Aufenthaltsbereich für Rollstuhlfahrer und Benutzer von Rollatoren vorgesehen werden. Dieser muss absolut eben sein, ohne Rampen, geneigte Flächen, Stufen etc. Dieser einstöckige Bereich schließt sich an mindestens einen Einstiegsbereich mit ebenem Fußboden an und ist mit einem Universal-WC ausgestattet. Zu beachten ist, dass eine derartige Ausgestaltung Auswirkungen auf die Kapazität hat und aktuell nicht alle Hersteller entsprechende Fahrzeuge anbieten können.

Idealerweise befindet sich dieser Bereich zwischen zwei Einstiegsbereichen mit ebenem Fußboden, sodass eine Türstörung nicht zur Nichtbenutzbarkeit führt.

Die maximal zulässigen Maße zur Ausgestaltung von Stufen und Rampen im Zug ist in der TSI PRM geregelt. Zur Information ist nachfolgend die Tabelle „Maximale Neigung von Rampen in Fahrzeugen“ aus der genannten TSI inhaltlich dargestellt:

**Maximale Neigung von Rampen in Fahrzeugen:**

| Länge der Rampe | Maximale Neigung (in Grad) | Maximale Neigung (in Prozent) |
|---|---|---|
| Gänge zwischen dem Vorraum einer rollstuhlgerechten Außentür, dem Rollstuhlplatz, einer rollstuhlgerechten Schlafgelegenheit und der Universaltoilette | | |
| Bis 840 mm in einstöckigen Wagen | 6,84 | 12 |
| Bis 840 mm in Doppelstockwagen | 8,5 | 15 |
| >840 mm | 3,58 | 6,25 |
| Andere Bereiche im Zug | | |
| >1.000 mm | 6,84 | 12 |
| 600 mm bis 1.000 mm | 8,5 | 15 |
| Unter 600 mm | 10,2 | 18 |

*Tabelle 3: Maximale Neigung von Rampen im Fahrzeug*

Anmerkung: Die Neigung ist bei stillstehendem Fahrzeug auf ebenem, geradem Gleis zu messen.

## 8.4 Sitze, Sitzgelegenheiten und Stehmöbel

### 8.4.1 Allgemeines zu Sitzen/Sitzgelegenheiten und deren Anordnung (Bestuhlung)

In Fahrzeugen können unterschiedliche Einrichtungsgegenstände verbaut werden, die in erster Linie dazu dienen, Fahrgästen die Möglichkeit zu bieten, sich während der Fahrt hinzusetzen. Zu nennen sind z. B. Einzelsitze, Doppelsitze, Bänke, Sitzreihen, klappbare Einzelsitze, Klappsitze, verschiebbare Sitze, Loungebereiche oder Kindersitzecken. Sie alle werden im Folgenden als Sitze oder Sitzgelegenheiten bezeichnet. Die Empfehlungen können nur auf einen Teil davon eingehen.

Das Maß und die Art der Bestuhlung ist wesentlich für die gesamte Innenraumgestaltung. Beim Einsatz von Neufahrzeugen besteht oft der Wunsch, die Sitzplatzkapazitäten bei gleichzeitiger Verbesserung des Sitzkomforts zu steigern. Bei entsprechender Fahrzeuggröße ist dies gut umsetzbar. Sind die Voraussetzungen nicht gegeben, geht die Realisierung dieser Ziele oft zu Lasten der Funktionalität eines Fahrzeuges. Das ist insbes. dann der Fall, wenn dadurch die Anzahl von Ein- und Ausstiegen oder Gangbreiten reduziert werden, Abstandsmaße gering ausfallen oder Innenräume quasi zugestellt werden. Um zu vermeiden, dass das Vorhandensein von Sitzen mehr stört als deren Nichtexistenz, ist im Vorfeld einer Ausschreibung zu prüfen, wie viele Sitzplätze sinnvoll realisiert werden können. Für die Ausschreibung ist in Betracht zu ziehen, die Vorgaben funktionaler zu gestalten, sich bietende Verhandlungsoptionen zu nutzen oder Korrektivmöglichkeiten offenzuhalten.

Auch wenn Fahrzeuge sehr variabel bestuhlt werden können, empfiehlt sich die Einhaltung einer Grundanordnung. Bei festen Sitzen, also solchen die ausschließlich als Sitz genutzt werden sollen, deren Grundfläche nicht den stehenden Fahrgästen zur Verfügung steht und die über eine großflächige Rückenlehne verfügen, hat sich die Anordnung von zwei Einzelsitzen nebeneinander in Form eines Doppelsitzes bewährt.

Zwei Doppelsitze nebeneinander, die durch einen Mittelgang getrennt werden (2+2), nutzen die Fahrzeugbreite i. d. R. vollständig aus. Alternativ kann 3+0- oder 3+1-Bestuhlung zugelassen werden. Dies kann auch nur auf einen Teil des Fahrzeuges beschränkt werden. 3+2-Bestuhlungen können in Ausnahmefällen und räumlich begrenzt in Fahrzeugen mit breiten Wagenkästen und unter Akzeptanz schmalst zulässiger Gänge und Sitze akzeptiert werden, wenn ein größerer Sitzteiler gewählt wird.

Eine Reduzierung auf eine 2+1- oder 1+1-Bestuhlung vergrößert den Gang und kann z. B. in Türnähe Fahrgästen das Platzieren erleichtern und so zu einer Verbesserung des Fahrgastflusses führen. Eine solche Reduzierung erlaubt auch die komfortablere Sitzgestaltung, z. B. in den 1. Klasse-Bereichen.

- Vis-à-vis-Plätze erfreuen sich einer Beliebtheit. Nicht jeder Fahrgast verträgt eine Fahrt mit dem Rücken zur Fahrtrichtung gleich gut. Insofern gilt: Mindestens 25 % der Festsitze je Zugeinheit sind in vis-à-vis–Anordnung auszuführen (verkehrsartbezogen kann ein deutlich größerer Anteil definiert werden).
- Mindestens 40 % der Festsitze sind je Fahrtrichtung auszuführen.

Der Sitzteiler kennzeichnet das Maß, mit dem sich die Anordnung von festen Sitzen über die Fahrzeuglänge wiederholt. Für den Fahrgast und den von ihm empfundenen Sitzkomfort eigentlich entscheidend ist der freie Knieraum bzw. die Kniefreiheit (insbes. bei Reihenbestuhlung). Dieses Maß ergibt sich bei Abzug der Sitze vom Sitzteiler. Je stärker die Sitze ausgeführt sind (Stärke = Bezug + Polster + Sitzgerüst + Abdeckung Sitzrücken), je größer die Sitztiefe und je flacher die Lehnenneigung, desto geringer wird die Kniefreiheit bei gleichem Sitzteiler. Der Sitzteiler wird zwar gerne als Vergleichsmaßstab zwischen verschiedenen Fahrzeugen oder Innenausstattungsvarianten gewählt, ist aber eigentlich nur bedingt ein Maß zur Beurteilung des Sitzkomforts der Reisenden.

Als Mindestmaße für die Kniefreiheit gelten in der vis-à-vis-Bestuhlung 500 mm und in der Reihenbestuhlung 300 mm. Dies ist folgender Skizze zu entnehmen:

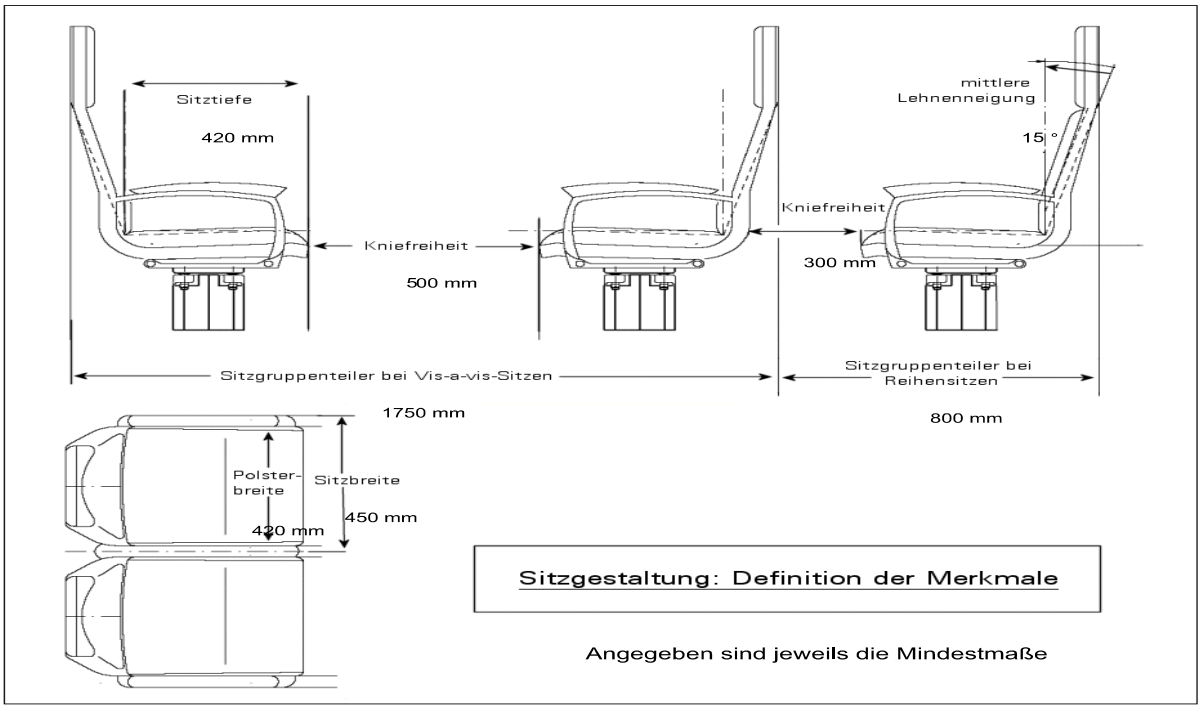


*Abbildung 5: Empfehlungen des BSN zu Mindestmaßen Kniefreiheit; Quelle: Fahrzeugempfehlungen der BAG-SPNV, 3. Auflage, 2016, eigene Ausarbeitung*

Es ist darauf zu achten, dass eine Veränderung der Sitzanordnung zumindest in einem Teil des Fahrzeuges, insbes. die Größe der Sitzgruppenteiler, bis zu einem gewissen Maße ohne konstruktive Eingriffe möglich sein sollte. Auf geänderte Nutzungsansprüche oder Fehlannahmen kann so leichter reagiert werden.

In diesem Zusammenhang – aber nicht nur deswegen – ist der wandseitigen Cantilever-Befestigung Vorzug gegenüber dem Sitzfuß zu geben. Der Raum unterhalb der Sitze wird so nutzbarer (z. B. für die Gepäckmitnahme). Außerdem wird die Innenreinigung erleichtert und der Fußboden wird weniger beeinträchtigt.

### 8.4.2 Geometrie, Ergonomie, Komfort und weitere Qualitätsmerkmale

Die Wirkung, die von der Gestaltung der Sitze und Sitzgelegenheiten auf die Kundenakzeptanz und die Aufenthaltsqualität des Fahrzeuges ausgeht, wird oft unterschätzt. Wenn in Ausschreibungen Vorgaben gemacht werden, dann beschränkt sich das meist auf wenige Maße und viele funktionale Beschreibungen. Sitze sollen meist nicht nur einen möglichst hohen Komfort bieten, sondern auch möglichst robust und flexibel nutzbar sein sowie über eine einladende Optik verfügen. Eine Bewertung von Qualität erfolgt oft nicht oder nur rein subjektiv über Sitzproben.

Wer Sitzqualität in Ausschreibungen messbar machen möchte, dem bieten Nachschlagewerke wie z. B. die GrulaSi (Grundlagen für die Konstruktion und die Prüfung von Fahrgastsitzen in Schienenfahrzeugen) oder die European Specifications for railway vehicles (EuroSpec) Seat Comfort Orientierung. Die dort beschriebenen Qualitätsanforderungen und Prüfmethoden beziehen sich auf folgende Teilbereiche:

- Geometrie,
- Ausführung von Anbauteilen (z. B. Kopfstützen, Armlehnen, Ablagen, Fußstützen),
- Materialfestigkeit,
- Wartung, Reinigung und Instandhaltung,
- Polsterbeschaffenheit und
- Sitzbezüge.

Dies ist insbesondere interessant für Lebenszyklusmodelle, bei denen der Aufgabenträger die Eigentümerschaft übernimmt. Das kann aber auch denjenigen Anregungen bieten, die die Absicht verfolgen, das Qualitätsniveau der als 1. Klasse-Sitze ausgewiesenen Sitze im Fahrzeug deutlich gegenüber dem der 2. Klasse-Sitze zu steigern.

Beschränken sich die Vorgaben auf wenige Vorzugsmaße, die in erster Linie die Kontur beschreiben, wird empfohlen, darauf zu achten, dass die Sitze möglichst körpergerecht sind. Dies sind sie dann, wenn die Maße den Bedürfnissen einer möglichst großen Nutzergruppe entsprechen. Sinnvoll ist, die Sitzgeometrie auf die Erkenntnisse der Anthropometrie zu beziehen. Empfohlen wird eine Orientierung an der Norm DIN 33402 und der Bezug auf mitteleuropäische Frauen und Männer im Alter zwischen 18 und 65 Jahren z. B. vom 5. weiblichen bis zum 95. männlichen Perzentil. Anhand derer lassen sich Komfortmaße ableiten.

Formulierungsbeispiele:

- Der Abstand zwischen den Armlehnen ist so zu gestalten, dass auch der p95-Frau ein komfortables Sitzen möglich ist.
- Die Rückenlehnenhöhe und die Position und Größe der Kopfstütze ist so zu gestalten, dass keine Beeinträchtigung im Schulterbereich des p95-Mannes entsteht.

Eine Nennung von pauschal zu verwendenden Werten und Anforderungen ist nur begrenzt möglich. Sitzhöhen sollten zwischen 430 und 450 mm über FOK betragen. Die Sitzbreiten sollten bei ca. 450 mm liegen (bei Armlehnen gilt der Wert für den Zwischenraum). Der Sitzabstand sollte mindestens 30 mm betragen. Bereits bei der Sitztiefe, der Rückenlehnenhöhe, der Sitzflächenneigung oder dem Neigungswinkel der Rückenlehne sind räumliche Effekte, Nutzen und Folgen zu beachten. Hier sind insbesondere die Wirkung auf den Sitzteiler aber auch auf die Sozialkontrolle und die Überschaubarkeit des Wagenkastens zu betrachten. Lässt die Wagenkastendimensionierung in Verbindung mit der Vorstellung zur Gangbreite und der Sitzbreite ein Vorhandensein von klappbaren (mittig oder gangseitig) oder nicht-klappbarer Armlehnen (fensterseitig) zu, dann können diese z. B. mit einer Breite nicht unter 50 mm und einer Tiefe nicht unter 330 mm gefordert werden. Diese Voraussetzungen sind aber nicht ubiquitär gegeben und Armlehnen können auch nachteilig wirken, wenn ein rascher Fahrgastwechsel ermöglicht werden soll.

### 8.4.3 Klappsitze, Sitze mit klappbarer Sitzfläche und weitere Sonderformen

Ein Klappsitz ist ein Sitz für Personen, dessen Sitzfläche bei Nichtgebrauch hochgeklappt wird. So wird der Raum multifunktionaler nutzbar. Kennzeichen des Klappsitzes ist die einfachere Ausführung (insbes. bezogen auf die Rückenlehne).

Klappsitze kommen i. d. R. in den Mehrzweckbereichen oder im Bereich der Rollstuhlstellplätze zum Einsatz. Im Bereich der Bewegungsflächen, entlang von Gängen, an Türen oder im Bereich von Treppen oder Aufstellflächen stören sie eher und sind dort auch nicht zu empfehlen.

Klappsitze werden – obwohl komfortqualitativ schlechter – oft als vollwertige Sitzplätze angerechnet, erhöhen somit die Sitzplatzanzahl und sind demnach geeignet, Kapazitätsvorgaben zu erfüllen.

Als kritisch kann gesehen werden, dass Klappsitze meist dann genutzt werden, wenn das Fahrgastaufkommen hoch ist und die festen Sitzplätze belegt sind. Mit steigendem Aufkommen steigen aber auch die Nutzungsansprüche in den Funktionsbereichen, die für das Abstellen von Kinderwagen, Fahrrädern oder Gepäck vorgesehen sind. Die Klappsitznutzung schränkt deren Nutzbarkeit dann ein. Nutzungskonflikte sind vorprogrammiert. Derartigen Konflikten kann man begegnen, z. B. durch die Verriegelung der Sitze oder die Festlegung einer Priorisierung. Je limitierter der Klappsitzanteil im Fahrzeug – empfohlen wird ein Anteil von 0 bis max. 20 % aller Sitze im Fahrzeug, desto kleiner ist das Konfliktpotential.

Wenn Klappsitze zulässig sind, dann sollten diese bezogen auf die Sitzfläche weitgehend dem Komfort von festen Sitzen entsprechen. Also ebenfalls ca. 450 mm breit und zwischen 430 und 450 mm tief sein. Abstände von mindestens 30 bis 60 mm sind einzuhalten. Rückenlehnen sollten möglichst hochgezogen und ergonomisch geformt sein. Für Klappsitze, die vor Fenstern angebracht werden, kann das aber nur eingeschränkt gelten.

Im Vergleich zu Klappsitzen bieten Sitze mit klappbaren Sitzflächen den identischen Sitzkomfort, wie feste Sitze. Die Klappfunktion kann aber sehr hilfreich sein, um z. B. Gepäck zu transportieren. Je nach Einsatzzweck des Fahrzeuges wird die Definition eines Mindestanteils von Sitzen mit Klappfunktion empfohlen.

Saisonale Bestuhlungen können vorgesehen werden. Dies setzt aber i. d. R. Umbaunotwendigkeiten und die Berücksichtigung vertraglicher Regelungen in den Verkehrsverträgen voraus. In Studien zeigen Sitzhersteller die Möglichkeit auf, Bestuhlungen auch ohne Ab- und Anbau von Teilen zu flexibilisieren. Dabei können z. B. vis-à-vis-Sitzgruppen in Sitzreihen verändert werden und umgekehrt, was unter Verwendung klappbarer Sitze die Chance bieten würde, je nach Bedarf und Nachfrage recht unkompliziert reine Sitzplatzbereiche aufzulösen und Stehflächen zu schaffen. Von Vorteil wäre dies bei Verkehren, mit wiederkehrender, erwartbarer, zeitlich begrenzter hoher Spitzenbelastung, wie z. B. bei Großveranstaltungen, Messen oder bei Sportevents.

### 8.4.4 Stehhilfe, Anlehnhilfe, Komfortstehplatz

An Stellen im Fahrzeug, die für Fahrgäste zum Aufenthalt geeignet sind, aber nicht ausreichend Platz zum Sitzen bieten, kann man für stehende Fahrgäste Hilfen bieten, die das Stehen erleichtern bzw. für eine Entlastung sorgen. Diese Hilfen können einfach oder auch aufwendiger gestaltet sein. Im Folgenden werden für diese Einrichtungsgegenstände die Begriffe Stehhilfe, Anlehnhilfe oder Komfortstehplatz verwendet.

Eine Stehhilfe ist eine waagerecht positionierte Stütze für das Gesäß mit abgerundeter oder angeschrägter Vorderkante (ggf. Auch sattelartig geformt), die in gepolsterter Form ausgeführt sein sollte und über einen geeigneten Bezug verfügt, der z. B. dem Sitzbezug entspricht.

Die Oberkante der Stehhilfe sollte im Bereich zwischen 650 bis 850 mm liegen. Analog zu Ziffer 8.4.2 wird eine Orientierung an der Norm DIN 33402 empfohlen, um einer größtmöglichen Personengruppe die Nutzung zu ermöglichen. Eine Beinraumtiefe von 600 mm vor der Hilfe – von der vorderen Kante aus gemessen – muss mindestens gegeben sein.

Nachteile von Stehhilfen sind neben der begrenzten Körpergrößenanpassung die fehlende Rückenstütze und der fehlende Seitenhalt. Um ruckartige Fahrzeugbewegungen auszugleichen, sollten bei den Stehhilfen Festhalteeinrichtungen angeboten werden. Vorteil ist die relative flexible Positionierbarkeit.

Stehhilfen sind keine vollwertigen Sitze und sollten somit auch nicht als solche angerechnet werden.

Die Anlehnhilfe unterscheidet sich von der Stehhilfe durch eine Rückenstütze, deren Ausformung auch seitlichen Halt bieten kann. Die Rückenstütze muss – ausgehend von der Gesäßstütze – nicht

durchgängig sein. Auch sie sollte gepolstert und bezogen sein. Die optimale Höhe ist jeweils anhand der DIN 33402 zu bestimmen.

Durch die zusätzliche Rückenstütze sind Anlehnhilfen und Komfortstehplätze für eine Längsanordnung vor Fenstern ungeeignet.

Komfortstehplätze können je nach Ausgestaltung dem Komfort eines Sitzplatzes nahekommen. Es besteht z. B. die Möglichkeit, die Gesäßstütze höhenverstellbar zu gestalten, die Rückenstütze auszuformen und auch eine Kopfstütze zu ergänzen. Es wird empfohlen, die Komfortstehplätze als eigenen Aufenthaltsbereich zu gestalten und diesen von den Bewegungsflächen zu trennen. Bei der Gestaltung bestehen unterschiedliche Möglichkeiten: Z. B. als Loungebereich oder als Kurzarbeitsplatz unterstützt durch Ablagemöglichkeiten oder Steckdosen. So ausgestaltet können Komfortstehlätze bei der Kapazitätsbemessung auch als Sitze angerechnet werden.

## 8.5 Sonnenschutz /Blendschutz

Es wird empfohlen, die Scheiben mit einem effektiven Sonnen- und Blendschutz auszustatten, um den Fahrgästen die Möglichkeit zu bieten, sich gegen zu starke Sonnenbestrahlung schützen zu können. Je nach eingesetzter Technik wird zudem auch Energie gespart, die ansonsten für die Klimatisierung aufgebracht werden müsste. Darüber hinaus kann ein effektiver Sonnen-/ Blendschutz die Einrichtung, Bezüge und Beläge gegen schädliche UV-Licht-Beeinträchtigungen schützen. Wird ein Sonnen- und Blendschutz berücksichtigt, dann ist darauf zu achten, dass dadurch die Sicht von außen in das Fahrzeug und die Sicht von innen aus dem Fahrzeug nicht zu stark beeinträchtigt wird.

Jalousien oder Vorhänge, können vor diesem Hintergrund nur eingeschränkt empfohlen werden. Sie bedingen Sichtnachteile und wirken dem Wärmeeintrag ins Fahrzeug nur bedingt entgegen. Zudem sind sie anfällig gegenüber Vandalismus. Sie kosten in unterschiedlichem Maße Raum, bedingen das Anbringen von Führungen oder Halterungen und erzeugen im Vergleich den größten Reinigungs- und Instandhaltungsaufwand.

Besser geeignet sind Sonnen- und Blendschutzvorkehrungen, die auf die Scheibe aufgetragen oder in diese eingebaut werden.

Während Sonnenschutzglas den Raum ganzzeitig verdunkelt, auch wenn ein Sonnen- und Blendschutz gar nicht zwingend benötigt wird, verändert sog. intelligentes Glas seine Farbe situationsabhängig. Das geschieht bei thermochromem Glas, welches auf Temperatur reagiert, oder bei photochromem Glas, welches auf UV-Strahlung reagiert, automatisch. Bei elektrochromem Glas böte sich die Möglichkeit der Schaltbarkeit bzw. der manuellen Bedienbarkeit. Die Verkabelung kann dabei ein Nachteil sein, die Wirtschaftlichkeit ein anderer.

Thermo- oder photochromes Glas ist durch Folierung nachrüstbar. Wirkungsgradeinschränkungen können sich allerdings ergeben.

## 8.6 Kleiderhaken

In Zuordnung zu jedem festen Sitzplatz sind Kleiderhaken, möglichst verschiebbar, vorzusehen.

## 8.7 Gepäckablagen, -unterbringung

Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Gepäckunterbringung, die gewählt werden können:

- Überkopfablagen längs in Fahrtrichtung,
- Überkopfablagen quer zur Fahrtrichtung,

- Gepäckracks in Nähe der Einstiegsbereichs oder im Bereich der Sitzplätze,
- Gepäckabstellflächen unter dem Sitz, insbes. möglich bei Cantilever-Bestuhlung,
- Gepäckabstellflächen zwischen gegenüberliegenden Rücklehnen.

Der Umfang der Gepäckablagen ist abhängig vom Einsatzzweck der Fahrzeuge. Bei S-Bahn-Verkehren sind i. d. R. weniger Gepäckunterbringungsflächen notwendig als bei langlaufenden RE-Linien mit Fernverkehrscharakter. Durch geschickte Anordnung und ausreichende Bemessung der Gepäckunterbringung kann die zweckentfremdete Verwendung von Sitzplätzen und Gängen verringert werden.

Wenn Gepäckablagen über Kopf vorgesehen werden, sollten bei einstöckigen Fahrzeugen über 50 % der Sitzbereiche damit ausgestattet sein. Die Gepäckablagen sind so auszugestalten, dass erkennbar ist, wenn sich Gegenstände darin befinden und ein Durchfallen auch von kleinen Gepäckstücken nicht möglich ist. Des Weiteren ist die Gepäckablage so auszugestalten, dass das Gepäck auch in und gegen die Fahrtrichtung (z. B. beim Bremsen) nicht herausfallen kann.

In doppelstöckigen Fahrzeugen ist die Anordnung von Gepäckablagen über Kopf meist nicht sinnvoll, da die Kopffreiheit eingeschränkt wird bzw. die mögliche nutzbare Fläche unzureichend ist. Vorteilhaft kann stattdessen die Nutzung von Gepäckracks sein.

Gepäcksracks innerhalb der Sitzplatzbereiche haben bei den Reisenden die größte Akzeptanz. Dabei sollte jedoch darauf geachtet werden, dass möglichst keine Fensterflächen mit Gepäckracks versperrt werden, sondern fensterlose Wandbereiche dafür genutzt werden. Für bestimmte Einsatzzwecke (Flughafenverkehr oder Zugverbindungen mit starker touristischer Nachfrage) kann die Vorgabe zusätzlicher Gepäckracks sinnvoll sein. Bei Sitzen gem. TSI PRM sind Freiräume oberhalb der Sitze gefordert, die u. U. abweichende Lösungen für den Einbau und die Gestaltung von Gepäckablagen erfordern.

Es ist sinnvoll, die Standardgepäckgrößen zu definieren und Vorgaben zur Anzahl der unterzubringenden Gepäckstücke zu machen. Laut UIC 562 sind folgende Maße definiert:

- Handgepäck Referenzmaß 55 x 40 x 20 cm (H x B x T)
- Reisegepäck Referenzmaß 67 x 45 x 30 cm (H x B x T).

In den Fahrzeugen sollten je angefangene 100 Sitzplätze mindestens zwölf Reisegepäckstücke außerhalb von Überkopfablagen oder Flächen, die dem Transport von Rollstuhlfahrern, Kinderwagen oder Fahrrädern dienen, untergebracht werden können (z. B. zwischen Sitzlehnen bei vis-à-vis-Bestuhlung). Dadurch sinkt tendenziell die Sitzplatzkapazität. Diese Ablagemöglichkeiten für Reisegepäckstücke sind gleichmäßig über das gesamte Fahrzeug zu verteilen. Gepäckregale, sofern nicht Überkopfablagen, sollten sich jeweils im mittleren Drittel von Bereichen mit festen Sitzplätzen befinden.

## 8.8 Tische, Klapptische, Ablagemöglichkeiten, Theken

Entsprechend des Einsatzzwecks der Fahrzeuge kann eine Ausrüstung der Fahrzeuge mit Tischen, Klapptischen und Ablagemöglichkeiten gefordert werden. Insbesondere bei langlaufenden RE-Linien ist eine Fahrzeugausstattung mit Tischen, Klapptischen und Ablagemöglichkeiten bei Vergaben inzwischen ein gebräuchlicher Standard.

Tische sind bei vis-à-vis-Bestuhlung sinnvoll und sollen z. B. das Arbeiten mit Laptop während der Fahrt ermöglichen. Sie sind wie folgt charakterisiert:

- Tische sind zumeist an der Fensterseite befestigt und können zur Reinigungszwecken häufig temporär geklappt werden.

- Kleine Müllbehältnisse können an der Fensterseite in den Tisch integriert werden. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass keine Geruchsbelästigungen oder Vibrationsgeräusche auftreten und die Kniefreiheit gegeben ist.
- Die Größe kann variieren, je nachdem, ob sich Tische über einen oder zwei Sitze erstrecken.
- Ausprägung als „Schmetterlingstisch“ mit klappbaren Kanten zu den Sitzen, um besser zum Fenstersitzplatz zu gelangen bzw. zur Verringerung des Abstands zwischen Sitz- und Arbeitsfläche. Die „Schmetterlingstische“ sind so zu dimensionieren, dass bei heruntergeklappten „Flügeln“ ein angenehmes ergonomisches Arbeiten am Tisch mit Laptop ohne ausgestreckte Arme ermöglicht wird. Die Kante des ausgeklappten Schmetterlingstisches muss mindestens bis zum vorderen Ende der Sitzfläche reichen. Im zugeklappten Zustand soll der Müllbehälter erreichbar sein.

Klapptische sind bei Reihenbestuhlung sinnvoll und sollen z. B. eine Ablage von Getränkebechern, Essensbehältnissen und Büchern ermöglichen.

- Klapptische sind an der Rückseite des Vordersitzes klappbar befestigt.
- Die Größe ist so zu wählen, dass ein Laptop (Maße: 350 mm x 250 mm) im aufgeklappten Zustand genutzt werden kann.
- Ggf. kann durch eine ausziehbare Laptopverlängerung die Auflagefläche vergrößert werden, um z. B. eine Arbeit mit Laptops zu ermöglichen.
- Ein unbeabsichtigtes Herunterklappen ist durch einen geeigneten Mechanismus oder eine Verriegelung zu verhindern.
- Bei Klapptischen in der Rückenlehne sollte im heruntergeklappten Zustand sowie bei festen Tischen der vertikale Abstand zwischen Unterfläche Tisch und Sitzoberfläche mindestens 250 mm betragen, um eine ausreichende Bein- und Kniefreiheit zu gewährleisten.

Ablagen sind bei vis-à-vis-Bestuhlung sinnvoll, um das Abstellen von Getränkebechern, Essensbehältnissen und Büchern zu ermöglichen.

- Ablagen sind meist festverbaut.
- Sie können rund, halbrund oder eckig sein.
- Kleine Müllbehälter können in die Ablage integriert sein. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass keine Geruchsbelästigungen und Vibrationsgeräusche auftreten und die Kniefreiheit gegeben ist.

Die Ausgestaltung aller Tische und Ablagen soll mindestens eine Aussparung oder andere gleichwertige technische Lösung für Getränkebehälter enthalten, um ein Kippen oder Verrutschen der Getränkebehälter während der Fahrt möglichst zu vermeiden.

Es gibt visionäre Ansätze zur Gestaltung von Sitzplatzbereichen (z. B. im DB-Ideenzug), die die Anordnung von Hochsitzen und Theken in Längs- oder Querrichtung vorsehen.

## 8.9 Erste-Klasse-Bereich

Es kann die Einrichtung eines 1. Klasse-Bereichs vorgegeben werden. Die Anzahl der Sitzplätze ist entweder als genaue Anzahl oder in Prozentanteilen zur Gesamtkapazität vorzugeben.

Soll ein 1. Klasse-Bereich vorgegeben werden, sollte ein konkreter Komfortunterschied zur 2. Klasse definiert werden, um eine eindeutige visuelle Unterscheidung zwischen beiden Wagenklassen zu erreichen. Die Notwendigkeit der 1. Klasse ist vor Beginn der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen zu klären.

Der Bedarf an 1. Klasse-Sitzplätzen ist vorab zu analysieren. Je Fahrzeug ist eine Mindestanzahl von sechs Plätzen sinnvoll, da bei prozentualen Vorgaben in kleinen Fahrzeugen (z. B. Dieseltriebwagen LINT 27 oder Regio Shuttle RS 1) eine kleinere Sitzplatzanzahl als die o. g. Mindestanzahl mit baulicher Abtrennung nicht mehr umsetzbar ist. Bei größeren Fahrzeugen bzw. Wagengarnituren sind 1. Klasse-Sitzplätze zwischen 6 und 15 % bezogen auf die Mindestsitzplatzanzahl gängig.

Für die Ausgestaltung der Abgrenzung zwischen beiden Wagenklassen ist Folgendes zu beachten:

Der 1. Klasse-Bereich ist mit einer transparenten und akustisch wirksamen Trennwand, einschließlich Glastür, auszurüsten. Die akustische Wirksamkeit ist so zu verstehen, dass die Trennwand über die gesamte Innenfahrzeugbreite und -höhe ausgeführt ist. Ausgenommen sind Spalte bei der Tür und für die Entkopplung von Schwingungen.

- Die Abgrenzung und Unterscheidung zwischen 1. und 2. Klasse muss für die Fahrgäste intuitiv wahrnehmbar sein. Hierbei kann ein verändertes Farbkonzept unterstützend helfen.
- Eine Unterscheidung zwischen 1. zu 2. Klasse kann u. a. erreicht werden durch:
  - 2+1 Bestuhlung und/oder Erhöhung der Sitzabstände,
  - großer 1. Klasse-Schriftzug an der Glastür, ggf. umlaufende Banderole über den Sitzen,
  - Farbgestaltung,
  - breitere Sitzpolster bzw. generell andere Sitztypen (z. B. mit verschiebbarer Sitzschale oder beweglicher Rückenlehne); Praxisbeispiel: Sitzbreite 62 cm, Polsterbreite 54 cm,
  - hochwertige Polsterung, z. B. dickere Polsterung oder hochwertigerer (Leder-) Bezug,
  - Teppich; Achtung: höherer Reinigungsaufwand sowie
  - Leselampen am Platz.

Die Anordnung und Ausgestaltung des oder der 1. Klasse-Bereich(e) soll so erfolgen, dass ein Durchlaufen von Fahrgästen vermieden werden kann. Sinnvoll ist deshalb eine Anordnung an einem oder an beiden Fahrzeugenden. Ferner sollten Sitzplätze unmittelbar vor der die 1. Klasse abtrennenden Glastür längs zur Fahrtrichtung im 2. Klasse Bereich (z. B. im Oberstock der Doppelstockwagen) vermieden werden.

## 8.10 Mehrzweckbereich

Jeder Zug oder Zugteil muss mit mindestens einem Mehrzweckbereich ausgerüstet sein. Der Mehrzweckbereich ist direkt angrenzend – ohne Gang – am Einstiegsbereich anzuordnen. Der Mehrzweckbereich muss vom Einstiegsbereich aus stufenlos erreichbar sein. Bei einigen Fahrzeugbauarten, die heute angeboten werden, ist dies nur durch konstruktive Eingriffe mit entsprechenden Mehrkosten möglich.

Jeder Mehrzweckbereich ist am Fahrzeug außen deutlich zu kennzeichnen (s. Piktogramme), dies erleichtert bzw. beschleunigt den Fahrgastwechsel, z. B. beim Einstieg von Fahrgästen im Rollstuhl, mit Kinderwagen oder Fahrrädern. Die benötigte Anzahl von Fahrrad- und Rollstuhlplätzen je Zug bzw. Zugteil ist sehr stark von den regionalen Bedürfnissen abhängig (z. B. Neben- oder Hauptstrecke, Fahrgastfrequenz, Anteil Radfahrer, saisonale Schwankungen, Einrichtungen für behinderte Menschen an der Strecke etc.). Der Bedarf ist vorab zu ermitteln (s. nachfolgende Unterkapitel). Sollen tageszeitlich bzw.an bestimmten Verkehrstagen unterschiedlich lange Züge eingesetzt werden (s. Vorgabe Mindestsitzplatzanzahl, Kap. 4), sind ggf. verschiedene und von der Sitzplatzanzahl abhängige Mindestvorgaben zu machen.

Alle am Markt befindlichen neuen Triebwagen und Triebzüge haben generell einen – z. T. aber auch mehrere – Mehrzweckbereich(e). Wagengarnituren (ein-/doppelstöckig) haben i. d. R. nur in gesonderten Waggons Mehrzweckbereiche (z. B. im Steuerwagen).

Soll das Fahrzeugkonzept (Triebzug oder Lok-Wagen-Garnitur) offengehalten werden, ist zu berücksichtigen, dass nicht in allen Fahrzeugen, sondern in allen Zügen ein bzw. mehrere Mehrzweckbereich(e) gefordert wird bzw. werden. Wenn auf eine besondere Verteilung der Mehrzweckbereiche Wert gelegt wird (aufgrund der besseren Verteilung z. B. an jeder Tür oder an jedem Zugende) sollte dies ausdrücklich gefordert werden.

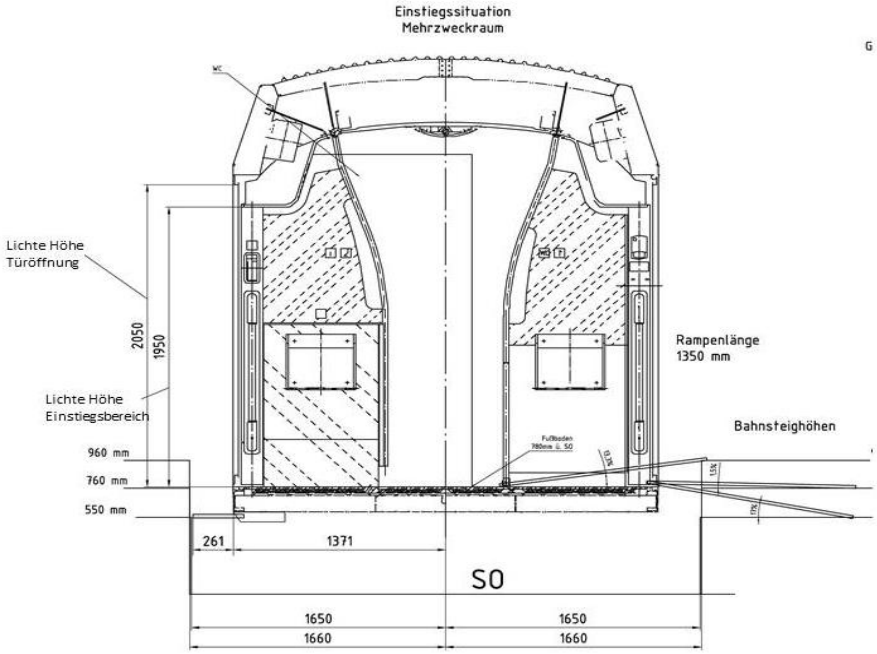


*Abbildung 6: Einstiegssituation Mehrzweckraum; Quelle: Fahrzeugempfehlungen BAG-SPNV, 3. Auflage, 2016*

### 8.10.1 Rollstuhlplatz

Je Zug oder Zugteil sind Rollstuhlplätze entsprechend der TSI PRM vorzusehen und auszugestalten.

### 8.10.2 Fahrräder

Es muss eine Anzahl vorzuhaltender Fahrradabstellplätze (je Zug oder Zugteil) vorgegeben werden. Die Mindestgröße der Abstellfläche im Mehrzweckbereich wird durch die Anzahl von Fahrrädern definiert.

Auf einer Länge des Mehrzweckbereiches von 180 cm können – bei nicht genutzten Klappsitzen – drei Fahrräder so untergebracht werden, dass der Mittelgang noch ausreichend breit ist. Über die gesamte Wagenkastenbreite können somit sechs Fahrräder untergebracht werden. Sollen weitere Fahrräder untergebracht werden, ist das Längenmaß entsprechend zu vervielfachen.

Bei einem hohen Anteil von zu befördernden Fahrrädern kann die Anbringung einer horizontalen Anlehnstange für Fahrräder sinnvoll sein; dann können in diesem Bereich jedoch keine Klappsitze vorgehalten werden. Andere Anordnungen der Fahrradabstellplätze mit speziellen Haltevorrichtungen sind möglich (z. B. schräg angeordnet).

Alternativ dazu können auch mehrere Mehrzweckbereiche mit den vorgenannten Abmessungen für eine Fahrradbeförderung räumlich verteilt im Fahrzeug angeordnet werden. Mit dieser Variante werden eine bessere Verteilung der Nutzer und ein schnellerer Fahrgastwechsel erreicht.

Fahrräder müssen im Zug gesichert werden können (dies kann Teil des Qualitätsmanagements sein).

In der Regel ist es üblich, dass die so definierte Abstellfläche alternativ auch von anderen Nutzern, z. B. Fahrgästen mit Kinderwagen, genutzt werden kann. Rollstuhlabstellplätze sind hingegen davon unabhängig vorzugeben.

### 8.10.3 Saisonale Veränderung Mehrzweckbereich

Für bestimmte Einsatzzwecke kann die Forderung sinnvoll sein, dass der Mehrzweckbereich an saisonale Besonderheiten anpassbar sein muss (Größe und Ausrüstung). Dies betrifft z. B. mehr Fahrradplätze bei saisonalen Spitzen im Fahrradtransport oder Skihalter bei starkem Wintersportverkehr etc.

Die saisonale Umrüstung ist nur bei großen Mehrzweckbereichen empfehlenswert. Die Änderungen im Frühjahr und Herbst sind im Rahmen von größeren Fristarbeiten durch die Fahrzeugwerkstatt des EVU durchzuführen.

Um in Jahreszeiten mit hohem Fahrradanteil den Mehrzweckbereich überwiegend für die Fahrradabstellung zu nutzen, kann durch betriebliche oder technische Maßnahmen die Benutzung der Klappsitze unterbunden werden. Die technische Vorrüstung muss bereits in den Ausschreibungsunterlagen gefordert werden.

## 8.11 Handläufe, Haltestangen, Haltegriffe

Die Anordnung und Ausführung von Handläufen, Haltestangen und Haltegriffen muss grundsätzlich so erfolgen, dass jederzeit für stehende oder sich im Zug bewegende Fahrgäste eine Haltemöglichkeit erreichbar ist. Darüber hinaus sind die Regelungen der TSI PRM zu beachten.

Grundsätzlich sind zudem Haltegriffe an der Gangseite der Sitze anzubringen. Auch hierbei sind die Regelungen der TSI PRM zu beachten. Ebenso sind Festhaltemöglichkeiten in Rampen- und Treppenbereichen zwischen Nieder- und Hochflurbereich anzuordnen.

Es sind ausreichend Festhaltemöglichkeiten im Mehrzweckbereich vorzugeben. Hier kann es jedoch zu Nutzungskonflikten kommen, wenn die Stangen den Fahrgastfluss sowie die Abstellung von Fahrrädern behindern. Gleiches gilt für sog. Festhaltepilze.

## 8.12 Toiletten

### 8.12.1 Vorhandensein und Technik

Es ist zu entscheiden, ob in den Fahrzeugen Toiletten vorhanden sein sollen oder nicht. Die Entscheidung darüber kann u. a. von der durchschnittlichen Reiseweite oder vom Vorhandensein öffentlich nutzbarer Toiletten an den Stationen abhängen. Ein Vorhandensein von Toiletten im Zug ist demnach nicht zwingend erforderlich.

Sind Toiletten im Fahrzeug vorgesehen (was von Fahrgästen begrüßt wird), dann ist zu berücksichtigen, dass ausreichend Zeit und die notwendige Infrastruktur zur Verfügung stehen muss, um die Toiletten zu reinigen und die Frischwasserversorgung sowie die Fäkalienentsorgung sicherzustellen. Können diese Maßnahmen nicht ausgeführt werden, führt das nicht selten zum Abschließen der Zugtoiletten. Selbstreinigungssysteme bieten die Möglichkeit, manuelle Reinigungsabläufe zu automatisieren und zu ersetzen. Kann die Ver- und Entsorgung in der Abstellung nicht gewährleistet werden, dann sind ebenso fahrzeugseitige Lösungen zu suchen. Dies kann die Vergrößerung der Tankvolumina sein, aber auch die Toilettentechnik betreffen. In einem Bioreaktor-WC ist die Kläranlage bereits integriert. Die Fäkalienentsorgung muss dann erst nach Wochen oder Monaten geschehen. Grauwasser kann zum

Spülen wiederverwendet werden, wodurch das Wasserversorgungsintervall wesentlich verlängert werden kann.

Bioreaktor-WCs sind aber auch nicht frei von Nachteilen gegenüber herkömmlichen Sammeltank-Toiletten. Diese können z. B. im höheren Wartungs- und Unterhaltungsaufwand, dem aufwändigen Leeren oder dem etwas größeren Platzbedarf für die Toilette gesehen werden.

### 8.12.2 Arten und Anzahl

Falls Toiletten vorhanden sein sollen, sind folgende Vorgaben zu machen:

- Pro Zug bzw. Zugteil muss grundsätzlich mindestens eine Universaltoilette eingebaut sein.
- Sollten weitere Toiletten gefordert werden, können dies Standardtoiletten sein.
- Es muss die Erreichbarkeit von mindestens einer Toilette von jedem Sitzplatz aus während der Fahrt gewährleistet sein.
- Die Universaltoilette ist so anzuordnen, dass ein stufenfreier Zugang vom Rollstuhlplatz (s. Kap. 8.10.1) aus möglich ist.
- Sind zwei oder mehr Toiletten in einem Fahrzeug eingebaut, so ist sicherzustellen, dass bei Störung einer Toilette die weiteren Toiletten nutzbar bleiben, d. h. keine technisch verbundenen Doppel-WC.
- Die Einrichtung muss eine witterungs- und temperaturunabhängige Entsorgung erlauben.
- Sollen zwei oder mehr Toiletten in einem Zug vorhanden sein, so ist ggf. zusätzlich eine gleichmäßige Verteilung im Zug zu fordern. Die erforderliche Anzahl von Toiletten kann an Sitzplätze oder an der Gesamtkapazität orientiert werden, z. B. mindestens eine Toilette je angefangene 100 Sitzplätze.

Sollte der Platz dafür ausreichen, kann die Toilette um ein Urinal ergänzt werden. Sollten die Möglichkeiten dafür gegeben und dies gewünscht sein, kann das Urinal nebst allen notwendigen Ausstattungselementen auch räumlich separiert werden.

### 8.12.3 Zur Ausstattung und Bedienung

Für die Ausgestaltung der Toiletten sind folgende Vorgaben zu machen:

- Eine Türverriegelung durch den Fahrgast darf nur bei geschlossener Tür von innen möglich sein.
- Defekte am Türschließmechanismus dürfen nicht zur Nichtbenutzbarkeit führen.
- Ein defektes WC muss im Fahrgastraum angezeigt werden.
- Zu einer Toilettenausstattung gehören standardmäßig: WC-Becken mit Toilettenbrille und Deckel, Handwaschbecken mit Wasserhahn, vandalismusresistente, funktionale Ausstattung (u. a. Spender für Flüssigseife, Desinfektionsmittel, Papierhandtücher und/oder Luftstromhandtrockner, Kleiderhaken, Spiegel, Papierkorb mit Deckel, Bedienung des Deckels mit Fußpedal oder Ähnlichem), Notruftaster, Rauchmelder (inkl. Warnhinweis).
- In Universaltoiletten sind weitere Ausstattungselemente (wie z. B. ein Wickeltisch) und ergänzende Bedienelemente vorzusehen.

### 8.12.4 Photodynamische Desinfektion

Üblicherweise werden zur Beseitigung von Viren, Keimen und Bakterien flüssige Desinfektionsmittel eingesetzt, die manuell aufgetragen werden und die Oberflächen negativ beeinträchtigen können. Hierzu erfolgt der Hinweis, dass – insbes. bedingt durch die Corona-Pandemie – Alternativen erprobt

wurden und werden. Eine solche ist die Desinfektion in Kombination mit ultraviolettem (UV-) Licht, die z. B. bereits in der Medizin, der Lebensmittelproduktion, bei der Trinkwasseraufbereitung oder bei der Entkeimung von Belüftungsanlagen erfolgreich angewendet wird. Dazu werden Bakterien, Viren und Pilzkeime mit einem Photosensitizer markiert und anschließend belichtet. Das Licht wird absorbiert, die Keime werden zerstört.

Die Methode bietet sich insbes. in menschenleeren, geschlossenen Räumen an. Insofern könnte die Methodik auch in Zugtoiletten zur Anwendung kommen, während diese nicht benutzt werden. Es wird empfohlen, sich über diesbezügliche Entwicklungen zu informieren.

### 8.12.5 Sonstige Ausrüstung/Anforderungen

- Rauchmelder (inkl. Warnhinweis).
- Eine Geruchsbelästigung des Fahrgastraums ist lüftungstechnisch zu vermeiden.
- In der Universaltoilette muss auf mindestens einer Seite des WC-Beckens eine Bewegungsfläche mit einer Mindestbreite von 800 mm und einer Mindesttiefe von 700 mm (Vorderkante WC-Becken bis hintere Wand) vorhanden sein, um Rollstuhlfahrern ein seitliches Heranfahren an das WC-Becken zu ermöglichen.

Die erforderliche Anzahl der Toiletten ist abhängig von der Reisedauer. Die Anzahl reicht zurzeit von ein WC je 70 Sitzplätze bis ein WC je ca. 220 Sitzplätze.

Einige S-Bahn-Fahrzeuge oder Regionalbahnen mit kurzer Reisezeit haben kein WC im Zug.

Auch Regionalstadtbahnsysteme haben i. d. R. kein WC im Zug (Ausnahme: Einzelne Fahrzeuge der Regionalstadtbahn Karlsruhe sind für Sonderfahrten mit Bistro und/oder Standardtoilette ausgestattet.

Papierhandtücher können bei missbräuchlicher Nutzung die Toilette verstopfen und zum Ausfall der Toilette führen, sind jedoch von höherer Akzeptanz bei den Fahrgästen als die Luftstromhandtrocknung.

Ein Pissoir kann zusätzlich zugelassen werden (bislang nicht realisiert; Mehrkosten).

## 8.13 Trennwände

Trennwände sind, sofern notwendig oder anderweitig vorgegeben, transparent und mit Kontrastflächen auf den Türen auszuführen. Die Türen müssen einen ausreichend breiten Durchgang ermöglichen. Bei der Ausgestaltung der Trennwand und der dazugehörenden Tür ist die Einhaltung der TSI PRM zu beachten.

Zwischen Führer- und Fahrgastraum sollte die Trennwand transparent ausgeführt sein, um eine gute Sicht in den Fahrgastraum zu gewährleisten (bzw. Blick auf die Strecke zu geben). Bei technischen Einbauten kann sich die geforderte Transparenz auf die Tür beschränken.

Gängige Maße der lichten Weite von Innentüren sind 550 mm.

## 8.14 Beleuchtung

Für die Ausführung der Fahrzeuginnenbeleuchtung sind folgende Vorgaben zu machen:

- Die Innenraumbeleuchtung muss mindestens der DIN EN 13272 genügen (s. u.).
- Die Ausleuchtung soll die Wirkung der Innenraumgestaltung (hell und freundlich) unterstützen.

- Die Beleuchtung soll blendfrei ausgeführt werden und eine gleichmäßige Ausleuchtung des Innenraums gewährleisten. Hierdurch sollen dunkle Ecken vermieden und die subjektive Sicherheit verbessert werden.
- Es dürfen keine Vibrations-, Summ-, Brumm-, Pfeif- oder Klappergeräusche durch die Beleuchtungstechnik entstehen.
- Die Leuchtmittel dürfen nicht von Fahrgästen entfernt werden können.
- Die DIN EN 13272 deckt die üblichen Anforderungen an Beleuchtungen im Regionalverkehr ab.
- Die Nutzung moderner Leuchtmittel (z. B. LED-Beleuchtung) soll der Herstellung einer Wohlfühlatmosphäre dienen. Eine tageslichtabhängige Beleuchtung ist vorzusehen, tagsüber eher kaltweiß, abends eher warmweiß.
- Eine Putzlichtschaltung ist sinnvoll, sodass eine Beleuchtung des Fahrzeugs möglich ist, ohne dass hierfür das Fahrzeug aufgerüstet sein muss.

## 8.15 Abfallbehälter, Mülltrennung

Abfallbehälter sind in ausreichendem Umfang vorzusehen. Für sie gelten folgende Vorgaben:

- Behälter im Eingangsbereich (gängiges Behältervolumen min. 7,5 Liter).
- Die Abfallbehälter müssen ohne Werkzeug zu leeren sein; sie sollten vandalismushemmend ausgeführt und nur schwer demontierbar sein.
- Die Abfallbehälter müssen so gebaut sein, dass ein Auslaufen von Flüssigkeiten (Getränkereste) verhindert wird.
- Eine Mülltrennung ist hier nicht praktikabel.
- Abfallbehälter am Platz können sinnvoll sein, sind von ihrem Volumen her (min. 1 Liter) jedoch oftmals störend in den Sitzgruppen, insbes. für am Fenster bzw. an der Wand sitzende Fahrgäste (Einschränkung der Beinfreiheit).

## 8.16 Steckdosen

Steckdosen für Ladegeräte von Notebooks, Smartphones und anderen Kleingeräten etc. (230 V) sind eine übliche Anforderung bei der Ausstattung von elektrischen Fahrzeugen. Die Anzahl einbaubarer Steckdosen kann bei Fahrzeugen mit nicht ausschließlich elektrischem Antrieb durch die Bordenergieversorgung des Fahrzeugs beschränkt sein.

Pro zwei benachbarte feste Sitzplätze ist mindestens eine Steckdose (230 V) mit einer Leistung von mindestens 90 W vorzusehen, ggf. ergänzt um zwei USB-Ladeports. Diese Lademöglichkeiten müssen zwischen den Sitzen angeordnet sein. Es ist sicherzustellen, dass zu jeder Zeit mindestens die Hälfte der Steckdosenanschlüsse gleichzeitig genutzt werden kann, wobei die mindestens nutzbaren Steckdosenanschlüsse variieren müssen.

Die Steckdosen sind mit erhöhtem Berührungsschutz (Kindersicherung) auszuführen.

## 8.17 Vandalismusschutz

Präventive Maßnahmen gegen Vandalismus sollen ergriffen werden. Dazu sind folgende allgemeine Vorgaben zu machen:

- Die allgemeine Widerstandsfähigkeit der Ausstattung, der verwendeten Materialien und des Gesamtfahrzeugs im Hinblick auf Vandalismusresistenz sollte funktional beschrieben werden (z. B. mit dem Adjektiv „vandalismusresistent“).

Es ist auf eine konstruktive Vermeidung von Reinigungsunfreundlichkeit zu achten. Nicht bzw. schlecht erreichbare Bereiche sollten schon bei der Konstruktion der Fahrzeuge vermieden werden.

Beispiele:

- ET423: Windfang aus Glas an den Einstiegsbereichen und direkt anschließende Kopfstützen der Sitzgruppen.
- Talent 2: Fußboden im Bereich der Rampen von den Einstiegsbereichen in die Mehrzweckbereiche; zwischen den Sitzen schmale offene Bereiche, die kaum erreichbar und sehr schwer zu reinigen sind.

# 9. Fahrgastinformationssysteme (FIS)

Zur Versorgung der Reisenden mit relevanten Informationen stehen heutzutage dynamisch arbeitende Fahrgastinformationssysteme (FIS) und weitere Plattformen und Angebote, deren Anwendungsbereich sich auf die gesamte Reisekette und somit über die Fahrzeugausstattung hinaus erstreckt, zur Verfügung. Dementsprechend wird von der Arbeitsgruppe Fahrgastinformation des Bundesverbands SchienenNahverkehr eine eigenständige Handreichung mit Empfehlungen zur Gestaltung von Informationsangeboten herausgegeben. Für die Definition von fahrzeugrelevanten Anforderungen sei auf diese Empfehlungssammlung „Fahrgastinformation: Empfehlungen für standardisierte Anforderungen in SPNV-Vergabeverfahren“ verwiesen.

Empfehlungen mit Bezug zur Fahrzeuggestaltung finden sich dort insbesondere im Kap. 7 „Fahrgastinformationen“ – z. B. zum Aufbau des Datennetzwerks im Fahrzeug und zur Anbindung an das landseitige Datennetzwerk, zur Gestaltung von Innen- und Außenanzeigen und der anzuzeigenden Inhalte, zur Gestaltung akustisch ausgegebener Informationen, zur Gestaltung von Angeboten für „mobilen Internetzugang“ sowie zur datentechnischen Einbindung von Fahrgastzählsystemen. Des Weiteren sind folgende Kapitel relevant: Kap. 1.3 – Barrierefreie Informationen, Kap. 1.4 – Mehrsprachigkeit, Kap. 4.1.1 – Positionserfassung.

Angesichts ihres stark IT-lastigen Charakters unterliegen FIS einer schnelleren Technologieentwicklung als die übrige Fahrzeugtechnik. Insofern ist bei o. g. FIS-Empfehlungssammlung von einer recht häufigen Überarbeitung auszugehen.

Darüber hinaus wird speziell auf die nachfolgenden Punkte eingegangen.

## 9.1 Fahrgastsprechstelle

In jedem Einstiegsbereich eines Fahrzeugs und Zugs sowie an jedem Rollstuhlstellplatz und in den WC-Kabinen ist eine Fahrgastsprechstelle vorzusehen, die den Vorgaben der TSI PRM entsprechen muss. Sie muss dem Fahrgast eine Kontaktaufnahme zum Fahr- oder Begleitpersonal ermöglichen. Die Bestätigung der Verbindung erfolgt durch eine akustische und optische Anzeige. Optional kann gefordert werden, dass das Personal des Fahrzeugs jederzeit Kontakt zu einer ständig erreichbaren Sicherheitszentrale herstellen kann (Vandalismusschutz). Für die Einbindung der Sprechstellen in das FIS sei auf die Empfehlungssammlung der Arbeitsgruppe Echtzeitdaten, Fahrgastinformation und digitale Dienste verwiesen (vgl. Kap. 9.2).

## 9.2 Haltewunsch

Fahrzeuge können mit Haltewunschtastern ausgerüstet werden. Diese Ausrüstung ist sinnvoll, wenn auf Einsatzstrecken Bedarfshaltepunkte bestehen oder später eingerichtet werden sollen.

Die Haltewunschtaster sind in ausreichender Anzahl und in unterschiedlichen Höhen gleichmäßig verteilt über das Fahrzeug anzuordnen. Die Haltewunschtaster sind durch eine optische und akustische Anzeige für den Fahrgast (z. B. „Wagen hält“ und Quittungston für blinde und sehbehinderte Fahrgäste) zu ergänzen (kann ins FIS integriert werden). Auch wenn zunächst kein Erfordernis für Haltewunschtaster besteht, kann eine Vorrüstung für Haltewunschtaster in Neufahrzeugen wirtschaftlich sinnvoll sein, damit eine Nachrüstung nicht zu Mehrkosten führt.

## 9.3 Fahrgastzähleinrichtung

Fahrzeuge können mit einer Fahrgastzähleinrichtung ausgerüstet werden. Dabei sind folgende Vorgaben einzuhalten:

- Ausrüstung einzelner Triebwagen, Triebzüge oder ganzer Zuggarnituren.
- Für eine wagen- und sitzplatzklassenscharfe Erfassung ist eine Ausrüstung an allen Außen- und Durchgangstüren vorzusehen.
- Zur Nutzung als Echtzeitbesetzungsdaten sollten alle Fahrzeuge ausgerüstet sein, ansonsten mindestens 20 % der Fahrzeugflotte.
- Es sollten Erwachsene, Kinder, Rollstühle, Kinderwagen und Fahrräder erfasst werden können.
- Vorgabe eines bestimmten Fabrikats/Typs ist vergaberechtlich anfechtbar und aufgrund ggf. schon vorhandener Systeme bei den Unternehmen aus Kostengründen auch nicht sinnvoll.
- Alternativ genutzt werden können grundsätzlich auch vorhandene Videotechnik und/oder die Gewichtserkennung des Fahrzeugs.
- Die Fahrgastzähleinrichtung umfasst neben den Zählsensoren eine fahrzeugseitige Datensammlung und -aufbereitung, eine Datenübertragung vom Zug auf eine stationäre Auswerteeinheit mit einem Auswertemodul, das u. a. die Daten-Verbindung zu Zugdaten (z. B. Zuglauf, Zugnummer, Verkehrstag etc.) aufweist. Bei funktionaler Vorgabe sind diese Funktionen/Aufgaben in Abhängigkeit zu geplanter Datenaufbereitung und -auswertung bei EVU bzw. beim /Aufgabenträger vorzugeben. Das automatisierte Fahrgastzählsystem (AFZS) sollte kompatibel mit der übrigen Softwarelandschaft und updatefähig sein. Vorgaben für die Nutzung bei Verkehrserhebungen sind einzuhalten.

Fahrgastzähleinrichtungen dienen bisher überwiegend zur Ermittlung der Verkehrsleistung und der Auslastung der Fahrzeuge (nur Ein- und Aussteigedaten). Jedoch können zukünftig über AFZS ermittelte belastbare Daten zur Fahrgastnachfrage zentral für die Verkehrsplanung und innovative E-Tarife mit Best-Price-Abrechnungen sein.

Die Fahrgastzähleinrichtungen sind vor ihrer Inbetriebsetzung durch den Bieter und den Hersteller hinsichtlich ihrer Funktionen zu prüfen und zu kalibrieren. Zurzeit ist nur eine sehr begrenzte Anzahl an Anbietern von Fahrgastzähleinrichtungen vorhanden.

Zu berücksichtigen sind Mehrkosten bei der Fahrzeugbeschaffung und Instandhaltung.

Die Erfassungsdaten im SPNV sind bislang nicht immer zuverlässig. Die Fahrgastzahlen können auch von gesondertem Personal erhoben werden.

## 9.4 Statische Informationsangebote

Im Fahrgastraum sollen auf geeigneten Freiräumen Werbetafeln oder Halterahmen angebracht werden. Hier sind die erforderlichen Maße zu definieren. Die Infotafeln können in Abstimmung mit dem Marketingkonzept vom Aufgabenträger und/oder EVU für den Aushang von Eigen- oder Fremdwerbung, Liniennetzplänen, Linienbändern mit Darstellung der Anschlussverbindungen sowie von Hinweisen auf betriebliche Besonderheiten (Baustellen, Sonderverkehre usw.) genutzt werden. Des Weiteren können in Abstimmung mit den Marketingkonzepten von Aufgabenträgern und/oder EVU Halterungen für Infobroschüren (z. B. Printfahrpläne) vorgesehen werden. In jedem Eingangsbereich ist dazu ein Broschürenhalter in passender Größe für das relevante Format anzubringen.

Die exakte Größe und Anzahl der Werbetafeln sind idealerweise in der endgültigen Phase der Fahrzeuggestaltung auf die Anbringungsmöglichkeiten im Fahrzeug abzustimmen, um Einschränkungen der Durchsicht oder Anbringung im Fensterbereich zu vermeiden.

Alle Bauteile sind so zu gestalten und anzubringen, dass sie sich ohne Beschädigung des Fahrzeuginnenraums im Hinblick auf nachfolgende Anpassungen des Marketingkonzepts entfernen lassen.

# 10. Design

Das Design von Schienenfahrzeugen umfasst die Gestaltungsmöglichkeit der Form- und Farbgebung. In der Regel bauen die in SPNV-Ausschreibungen angebotenen Fahrzeugkonzepte auf bereits bestehende und am Markt befindliche Fahrzeugbaureihen auf. Damit ist die Möglichkeit, auf die zuvor konstruierte Formgebung Einfluss zu nehmen, begrenzt. Vorrangig besteht die Möglichkeit, der Aufgabenträger, Verkehrsunternehmen und Fahrzeugeigentümer auf die Farbgebung der SPNV-Fahrzeuge Einfluss zu nehmen.

## 10.1 Farbgebung (innen und außen)

Die Fahrzeugfarbgebung von SPNV-Fahrzeugen dient dazu, das Produkt, das Verkehrsgebiet oder das Eisenbahnverkehrsunternehmen als Betreiber der Fahrzeuge und Dienstleister für den Kunden zu bewerben.

Es kann eine Farbgebung in den Hausfarben des Aufgabenträgers bzw. Verkehrsverbundes und/oder des EVU je nach Marketingkonzept von Aufgabenträger und EVU vorgegeben werden.

- Aufgabenträger- oder Verkehrsverbunddesign
  - Das Aufgabenträger- oder Verkehrsverbunddesign bietet die Möglichkeit, ein langfristiges, über die Verkehrsvertragsperioden und möglichen Betreiberwechsel hinausreichendes, einheitliches Erscheinungsbild (Corporate Design) des SPNV zu präsentieren.
    - *Ausführungsbeispiel: LVS Netz Mitte ab 2015*
    - *S-Bahn Mitteldeutschland*
    - *Baden-Württemberg-Design (bwegt)*
- EVU-Design
  - Mit einer Fahrzeugfarbgebung im EVU-Design kann der Betreiber seine Marke ganzheitlich und an erster Stelle am Fahrzeug, auf Dienstkleidung und in Print- und Internetmedien präsentieren.
  - Türen, Trittstufen, Fußböden unmittelbar im Türbereich, Handläufe und Handstange sind unter Beachtung der TSI PRM hinsichtlich ihrer Farbgebung kontrastreich zu ihrer jeweiligen Umgebung auszugestalten.

## 10.2 Gestaltung (innen und außen)

Ein einheitliches Corporate Design kann vorgegeben werden. Designrestriktionen durch funktionale Anforderungen (z. B. Crash-Anforderungen) sind dabei zu beachten (ggf. Rücksprache mit Fahrzeughersteller).

Es wird empfohlen, Aspekte wie Werbung und Design im Rahmen des Verkehrsvertrags zu regeln (z. B. Größe der Werbeflächen). Dazu ist die Vorlage eines Designkonzeptes, ggf. im Rahmen eines Designprozesses basierend auf dem Marketingkonzept des Betreibers und/oder des Aufgabenträgers abzustimmen. Dabei sollte u. a. festgelegt werden, in welchem Umfang und auf welchen Flächen am Fahrzeug ggf. Außenwerbung zugelassen wird. Eine Beklebung der Fensterflächen des Fahrzeugs mit Außenwerbung ist zu vermeiden.

Bei Design-Vorgaben im Rahmen des Aufgabenträger- oder Verkehrsverbunddesigns ist die Umsetzung auf Basis eines Design-Manuals (Kriterien für die Umsetzung Innen- und Außendesign sowie Farb- und Materialliste) hilfreich.

Vorgaben aus dem Corporate Design, die zu Veränderungen in der Fahrzeugform führen, können erhebliche Mehrkosten verursachen.

## 10.3 Logos (EVU, Aufgabenträger, Verbundraum, Fahrzeugförderung etc.)

Am Fahrzeug sollen Logo und Name des Verkehrsunternehmens und ggf. zusätzlich Logo und Name des Auftraggebers/Verkehrsverbundes angebracht sein.

Die Position soll auf oder neben der Tür erfolgen in der Form, dass ein Verdecken durch das Türblatt vermieden wird.

Bei verbund- und/oder aufgabenträgerüberschreitenden Verkehren sollte der Umfang möglichst geringgehalten werden, z. B. durch Begrenzung auf die beteiligten Verbünde.

Die EVU-interne Fahrzeugnummer soll an jedem Fahrzeugende beidseitig und innen an der Führerstandrückwand, z. B. VT003, abgebildet sein.

Anordnung, Anzahl und Größe der Logos sind im Rahmen eines Designprozesses, basierend auf dem Marketingkonzept des Betreibers und ggf. auch des Aufgabenträgers, abzustimmen.

## 10.4 Anschriften, Piktogramme

Hinsichtlich Anschriften und Piktogrammen sind folgende allgemeinen Vorgaben zu machen:

- Anschriften und Piktogramme müssen deutlich sichtbar und gut lesbar sein.
- Die Darstellung der Piktogramme muss eine klare Klassifizierung und Zuordnung der Funktionsmerkmale der einzelnen Bereiche sowie die Lage von besonderen Einrichtungen im Fahrzeug ermöglichen.
- Piktogramme für Rollstühle, Kinderwagen, Sitzplätze für Menschen mit Mobilitätseinschränkung, von Mehrzweckbereiche, Richtungsweiser für WC, Mehrzweckabteil, Ticketautomaten (soweit vorhanden) o. ä. sollen zur raschen Orientierung gut sichtbar angebracht werden.
- Informationen zu den Beförderungsbedingungen und Regelungen für Reisende ohne gültigen Fahrschein sind gut lesbar anzubringen.
- Anschriften innen sind ggf. mehrsprachig auszuführen. Bei Piktogrammen für Plätze nach TSI PRM und Rollstuhlplätze sind die Anforderungen der TSI PRM zu erfüllen.
- Glastüren, Trennwände und Windfangwände aus Glas sind durch Piktogramme und durch eine hell-dunkle Wechselmarkierung gem. DIN 32975 von ihrer Umgebung abzuheben (wichtig für Fahrgäste mit Sehbehinderung). Bei Innentüren sind darüber hinaus die Vorgaben der TSI PRM einzuhalten.
- An der Fahrzeugaußenseite (neben den jeweiligen Türen) ist die Beschriftung der Türen (mit Richtungspfeil) für Rollstuhlfahrer, Fahrgäste mit Fahrrädern und Kinderwagen anzubringen., einen Hinweis auf den/die Standort/e des Fahrscheinautomaten und die Kennzeichnung der Türöffner anzubringen.
- Der 1. Klasse-Bereich soll am Fahrzeug außen (und innen s. Kap. 8.9) farblich gekennzeichnet sein. Üblich ist außen ein gelber Streifen oberhalb der Fenster entlang der 1. Klasse. Alternativen sind möglich, wie z. B. früher bei den IC-Zügen (1. Klasse rot-beige-, 2. Klasse türkis-beige-Farbgebung außen) durch teilweise unterschiedliche Farbgebung in der Fahrzeuglackierung.
- Piktogramme sind wegen der Gefahr der Reizüberflutung auf das Wesentliche zu beschränken.

## 10.5 Graffitischutz (innen und außen)

Fahrzeuge sollen über einen wirkungsvollen Graffitischutz verfügen. Es kann ein Graffitischutz durch eine zusätzliche Lackschicht (Klarlack), durch Folien oder sonstige geeignete Maßnahmen gefordert werden.

Im Innenbereich der Fahrzeuge kann der Graffitischutz durch Anti-Scratching-Folien auf Fensterscheiben, Trennscheiben und Spiegeln (WC) verbessert werden.

Bezüglich der weiteren Wechselwirkungen und Abhängigkeiten wird auf Kap. 8.18 (Vandalismusschutz) verwiesen.

Durch die Fortschritte in der Lacktechnik der letzten Jahre ist ein zusätzlicher Schutzlack i. d. R. nicht mehr erforderlich, da die verwendeten Lacke heute kaum noch Poren aufweisen. Ein zusätzlich aufgebrachter Schutzlack bedingt hingegen höhere Kosten bei Lackreparaturen (ggf. vorher Rücksprache mit dem Fahrzeughersteller).

Ob ein Komplettaustausch der zerkratzten Gegenstände oder nur der Austausch der zerkratzten Folien preiswerter ist, ist u. a. abhängig vom erforderlichen Montageaufwand bzw. von den Materialkosten der zu ersetzenden Gegenstände (große preisliche Unterschiede, ob z. B. eine eingeklebte Seitenscheibe oder ein Toilettenspiegel ausgetauscht wird).

Das Aufbringen von Folien ist im Bereich von dreidimensional bzw. sphärisch gekrümmten Oberflächen nicht oder nur mit erheblichen Qualitätseinbußen möglich.

Technisch möglich und teilweise schon eingesetzt werden heute Folien, die auf einer hellen Grundfarbe die Funktionen Fahrzeuglackierung und Graffitischutz vereinen.

# 11. Fahrzeugdokumentation im Rahmen der Angebote im Vergabeverfahren

Die Planunterlagen dienen der Vergabestelle zur vergleichenden Übersicht zwischen den in der Verkehrsleistungsausschreibung angebotenen Fahrzeugen. Sie bestehen aus Fahrzeugzeichnungen, Fahrzeitrechnung und der Fahrzeugtabelle. Die beigefügten Zeichnungen müssen DIN-konform bemaßt und mit einer Legende versehen sein.

Übersichtszeichnungen Fahrzeug:

- **Fahrzeuglayout**
  Die Übersichtszeichnung Fahrzeuglayout beinhaltet die Seiten- und die Stirnansicht des angebotenen Fahrzeugs. Des Weiteren wird die Inneneinrichtung in Querschnittsansichten und Draufsicht dargestellt. Als weiterführende Information kann im Zeichnungsblatt eine Auflistung der angebotenen Inneneinrichtung dienen.
- **Übersichtszeichnung Bestuhlung**
  Mit der Übersichtszeichnung Bestuhlung gem. Anlage 5 wird ein Überblick über die Sitzabstände und den angebotenen Sitztyp für 1. und 2. Klasse, unterteilt nach Festsitzen in Reihen und vis-à-vis-Anordnung sowie Klappsitze gegeben. Die Angebotsunterlagen können durch ein Typenblatt des Sitzherstellers und 3D-Darstellung ergänzt werden.
- **Sitzplätze**
  Angaben insbesondere zur Anzahl von Sitzplätzen insgesamt sowie zu Sitzplätzen in der 1. Wagenklasse, in der 2. Wagenklasse und gesondert die Anzahl der Klappsitze. Sofern eine saisonale Bestuhlung erfolgt, erfolgt eine differenzierte Darstellung.
- **Stehplatzflächen**
  Die Zeichnung beinhaltet die nutzbare Stehplatzfläche je Wagenteil bei besetzten und bei unbesetzten Klappsitzen und Rollstuhlplätzen. Über die ermittelte Stehplatzfläche und die zulässige Anzahl der Personen je $m^2$ (i. d. R. vier Personen pro $m^2$) wird die Stehplatzkapazität ausgewiesen.
- **Querschnitte**
  Die Querschnitte beinhalten mindestens Ansichten aus den Hochflur-, Niederflur-, Einstiegs-, Mehrzweck- und Übergangsbereichen der angebotenen Fahrzeuge. Eine Ansicht des Universal-WC mit der dazugehörigen Gangbreite soll ebenfalls beigefügt werden.
- **Bahnsteigsituation**
  Die Zeichnung Bahnsteigsituation zeigt die Einstiegsräume des Fahrzeugs im Querschnitt. Die konstruktive Einstiegshöhe des Fahrzeugs (z. B. 600 mm oder 800 mm) wird in Bezug zu möglichen Bahnsteighöhen (z. B. 380 mm, 550 mm und 760 mm) gesetzt. Hierbei wird der Übergang vom Bahnsteig in das Fahrzeug unter Verwendung der Spaltüberbrückungen und/oder Schiebetritte dargestellt.
- **Fahrgastinformationssysteme**
  In einer dem Fahrzeuglayout vergleichbaren Zeichnung sollen die Einbaupositionen der optischen und akustischen Fahrgastinformationssysteme Fahrzeuginnen- und außen gezeigt werden.
- **Videoaufzeichnung**
  In einer dem Fahrzeuglayout vergleichbaren Zeichnung sollten die Einbaupositionen der Videokameras gezeigt werden. Mittels Flächendarstellung sollte die Innenraumabdeckung der Videoaufzeichnung dargestellt werden.

# 12. Antrieb

## 12.1 Elektroantrieb mit Oberleitung

Die wirtschaftlich, betrieblich und ökologisch sinnvollste Antriebstechnik ist der elektrische Betrieb mit Oberleitung (bzw. seitlicher Stromschiene). Nur wenn auf Strecken ohne Oberleitung/Stromschiene die entsprechende Nachrüstung zeitlich nicht absehbar ist, sollte als Brückentechnologie eine alternative Antriebsform verwendet werden.

Zu berücksichtigen ist, dass der gleichzeitige Betrieb einer seitlichen Stromschiene und einer Oberleitung aktuell nicht umsetzbar ist. Daher kann sich auch hieraus der Bedarf eines alternativen Antriebs ergeben.

## 12.2 Alternative Antriebstechniken

Für Verkehre, die ohne vorhandene Oberleitung zu erbringen sind, ist die weitere Reduzierung der $CO_2$-Emissionen von Relevanz, sodass die Einsatzmöglichkeiten alternativer Antriebstechniken näher zu betrachten sind.

Sowohl batterieelektrische Triebzüge als auch wasserstoffbetriebene Fahrzeuge sind bereits im Einsatz bzw. in der Erprobung und die Fahrzeughersteller befassen sich mit der Weiterentwicklung der jeweiligen Konzepte.

Hinsichtlich des Einsatzes von batterieelektrischen Triebzügen wird auf den im Jahr 2021 herausgegebenen VDB-Leitfaden „Emissionsfreie Mobilität – eine Strategie für den Einsatz von batterieelektrischen Triebzügen und Ladeinfrastruktur in Deutschlands Schienenpersonennahverkehr“ verwiesen. Der Leitfaden ist auf der Homepage des Verbandes der Bahnindustrie abrufbar.

Als alternative Antriebe werden im folgenden batterieelektrische Züge (BEMU) und Züge mit Wasserstoff-Brennstoffzellen (HEMU) bezeichnet.

Alternativ dazu sollte der Einsatz eines sog. Wasserstoffmotors, z. B. durch Umbau eines gewöhnlichen Dieselmotors und der Einsatz alternativer Kraftstoffe, betrachtet werden.

**Vorplanung**

Zur Auswahl der Antriebsart sollten folgende Daten von Herstellern abgefragt werden:

- mögliche Fahrzeugkapazitäten, ggf. Traktionsfähigkeit,
- Reichweite, Größe des Energiespeichers (Batterie, Wasserstofftank), Achslasten,
- bei Batterie: Im Regelbetrieb nutzbarer höchster und geringster Ladestand,
- Nachladezeiten bei Batterie bzw. bei Wasserstoff Zeitbedarf zum Tanken, besondere technische Einrichtungen mit Einfluss auf die Zeitanteile für Nachladung bzw. Tanken;
  - Bei Batterie: Ladezeiten
  - Bei Wasserstoff: Tankzeiten, Temperaturabhängigkeiten
- Traktionsstärke der Fahrzeugkonzepte untereinander, insbes. im Vergleich zu bislang im Betrieb befindlichen Dieselfahrzeugen,
- Infos zu LCC (prognostizierte Lebensdauer Akku/Brennstoffzelle und prognostizierte Kosten zu Austausch/Überholung).

Danach sollten sog. Energiesimulationen erstellt werden, um die Reichweiten für das konkrete Einsatzgebiet zu ermitteln. Dabei sind zu prüfen und zu bewerten bzw. zu berücksichtigen:

- Einfluss auf Lebensdauer der technischen Komponenten (Brennstoffzellen, Batteriepakete etc.) und
- Einfluss der Topografie und der Nebenverbraucher (Klimaanlage mit Kühlung der Batterien).

Ferner sollten das Betriebskonzept inkl. Fahrzeugumlaufplanung, Energieversorgung sowie der Fahrzeuganzahl und Reserve (Betriebs-, Instandhaltungs-, Revisions- und ggf. Energieversorgungsreserve) vorgedacht werden, ggf. sind Havarieszenarien und -konzepte zu entwickeln und mit dem Hersteller/Netzbetreiber zu diskutieren.

Es sind ausreichende Nachladezeiten bei Fahrzeugwenden vorzusehen. Zur Schonung der Batterielebensdauer sollte das Aufladen unter Volllast reduziert werden.

Mögliche Verbesserungen im Betriebskonzept durch höhere Traktionsstärke gegenüber Dieselfahrzeugen sollten geprüft und bewertet werden.

Die Verfügbarkeit von mehr Reservefahrzeugen kann die Betriebsstabilität fördern.

Es sollten die Wiedereinsatzmöglichkeiten nach Vertragsende geprüft werden, ggf. sind Migrationskonzepte bei absehbaren Elektrifizierungsprojekten zu bedenken.

Im Ergebnis der Vorplanung sollte eine Systementscheidung herbeigeführt werden oder auch technologieoffene Angebote zugelassen werden. Sofern nicht alle Linien tauglich sind, sollten Linienbündel zur differenzierten Kalkulation gebildet werden, eine Losbildung ist nicht zwingend erforderlich. Die Vorgabe von grünem Wasserstoff bzw. grünen Batterien sollte der Umwelt wegen erwogen werden.

**Für das Vergabeverfahren sind ferner zu bedenken:**

- Klärung und Entscheidung, ob zusätzliche Infrastruktur erforderlich ist,
- Klärung des Infrastrukturbedarfs je Traktionsart (Wasserstoffversorgung, Oberleitungsinseln, Teilelektrifizierungen etc.) sowohl bezogen auf den tatsächlichen Fahrgastbetrieb als auch darüberhinausgehend auf Serviceeinrichtungen wie z. B. Elektranten,
- Verschiedene Nachladeszenarien (Zugvorheizanlagen, 50 Hz-Anlagen, Oberleitung),
- Mögliche Ladeinfrastrukturen örtlich und kalkulatorisch definieren und den Vergabeunterlagen beifügen,
- Ermittlung des zuständigen Infrastrukturunternehmens (z. B. DB Netz, DB Energie, lokales Energieunternehmen zur Wasserstoffbetankung),
- Zeitplan der Vergabe ist darauf anzupassen, ob bestimmte Infrastrukturen bis zur Betriebsaufnahme geschaffen werden müssen,
- Entscheidung, welche Infrastrukturen durch EVU zu erbringen sind, z. B. Ladepunkte BEMU/Tankstelle H2,
- Förderprogramme bei Kostenbetrachtung berücksichtigen, z. B. PTJ, 90 % GVFG-Förderung für Tank- und Ladeinfrastruktur sowie Elektrifizierung.

**Im Vergabeverfahren ist zu berücksichtigen:**

- In den Vergabeunterlagen ist vorzugeben, welche Leistungen zwingend mit alternativen Antrieben erbracht werden müssen.

- Soweit Infrastruktur vom Aufgabenträger zu organisieren ist, kann ein Wertungsbonus für den Entfall solcher Maßnahmen ausgesprochen werden.
- Es kann ein Wertungsbonus vorgesehen werden, wenn die Leistungserbringung mit alternativen Antrieben angeboten wird und eine solche zunächst nicht als geeignet erschien.
- Die Verkehrsleistung muss über die gesamte Vertragslaufzeit erbracht werden. Risiken durch notwendige Batterietauschs, Reichweitenreduzierungen etc. verbleiben beim EVU bzw. Hersteller, Leasinggeber oder anderem Fahrzeugbereitsteller.
- Es sollte vertraglich vorgegeben werden, dass das EVU kostensenkende Förderungen zu beantragen hat und entsprechende Ersparnisse durchzureichen sind; die Angebote werden zunächst ohne Förderung gelegt.
- Besondere Regelungen zu Störungen sollten aufgenommen werden:
  - ggf. höhere Fahrzeugreserve mit herkömmlicher Dieseltraktion für die ersten Jahre oder über die gesamte Laufzeit,
  - reduzierte Minderungen für zwölf Monate ab Betriebsstart,
  - Zulassen, dass ein Anteil von Zugkilometern mit herkömmlichem Antrieb erbracht wird.
- Der Einsatz von grünem Strom und grünem Wasserstoff bzw. Wasserstoff als Abfallprodukt ist vorzugeben, ggf. auch in späteren Betriebsstufen.
- Ggf. ist eine gestaffelte Betriebsaufnahme vorzusehen, sofern noch Ladestellen errichtet werden müssen oder Elektrifizierungsmaßnahmen vorgesehen sind.

Sogenannte 1000-V-Lademöglickeiten führen zur einer höheren Fahrzeugverfügbarkeit.

Notwendige Fahrerassistenzsysteme zur Energie- und Reichweitenüberwachung sind i. d. R. bereits seitens der Hersteller vorhanden.

Für die Beschaffung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben stehen bis auf weiteres Fördermöglichkeiten der Bundesregierung zur Verfügung. Aktuell erfolgt die Organisation über den Projektträger Jülich (PTJ).

Der sinnvolle Einsatz des alternativen Antriebs orientiert sich grob nach folgender Einteilung:

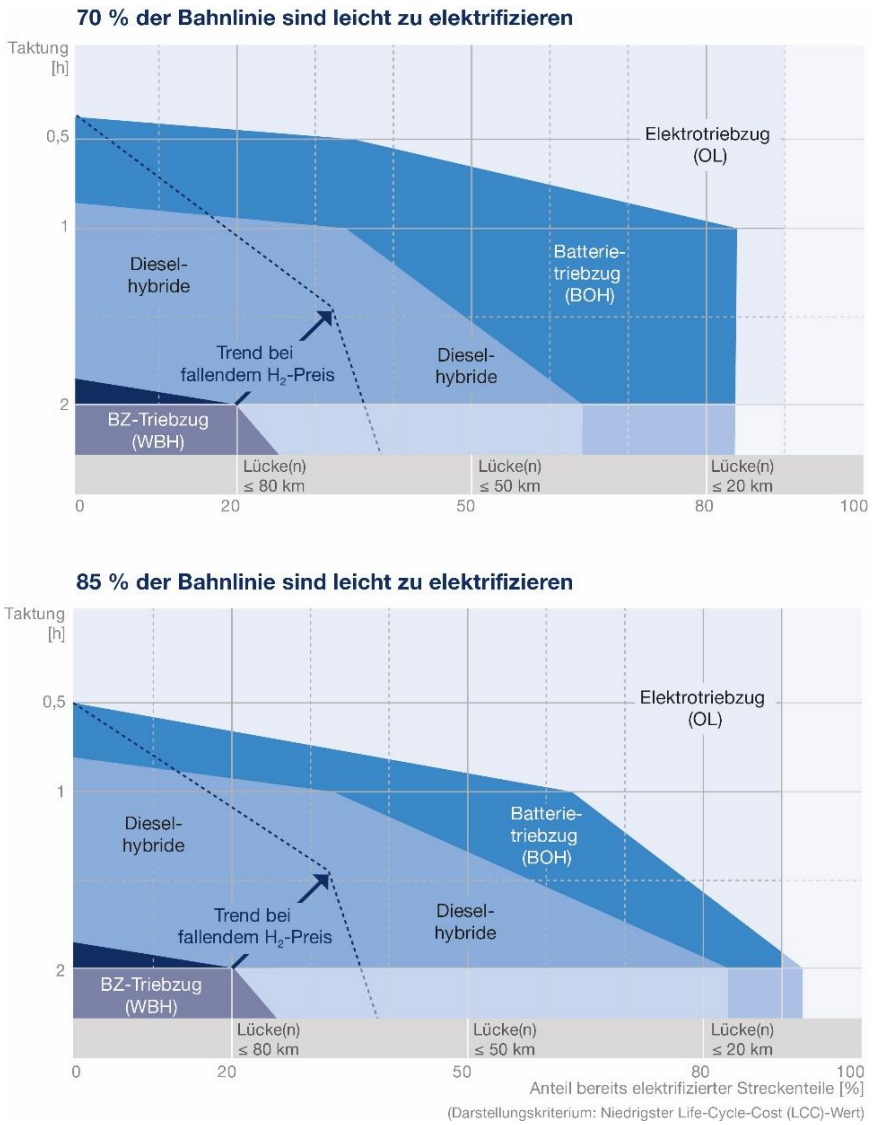


*Abbildung 7: Visualisierung der LCC-Betrachtungen; Quelle: VDE e.V., Alternativen zu Dieseltriebzügen im SPNV, 2020*

# 13. Digitale Erfassung und Abrechnung im Rahmen der Vertragsdurchführung

Im Rahmen der Vertragsdurchführung erfolgen Qualitätsmonitoring und -abrechnung teilweise noch auf Basis von manuellen Erhebungsdaten. Gleichzeitig ermöglicht die Digitalisierung die Nutzung elektronisch erfasster Daten, z. B. über diverse Sensoren in den Fahrzeugen und das RBL. Ziel sollte die durchdigitalisierte Vertragsabrechnung sein. Eine Variante dazu kann die elektronische Bündelung sämtlicher Daten in einer zentralen Datenbank des EVU sein (sog. SDok), welche die relevanten Daten automatisiert mit einer Datenbank des Aufgabenträgers (sog. Con) austauscht.

Schematische Darstellung der Systeme:

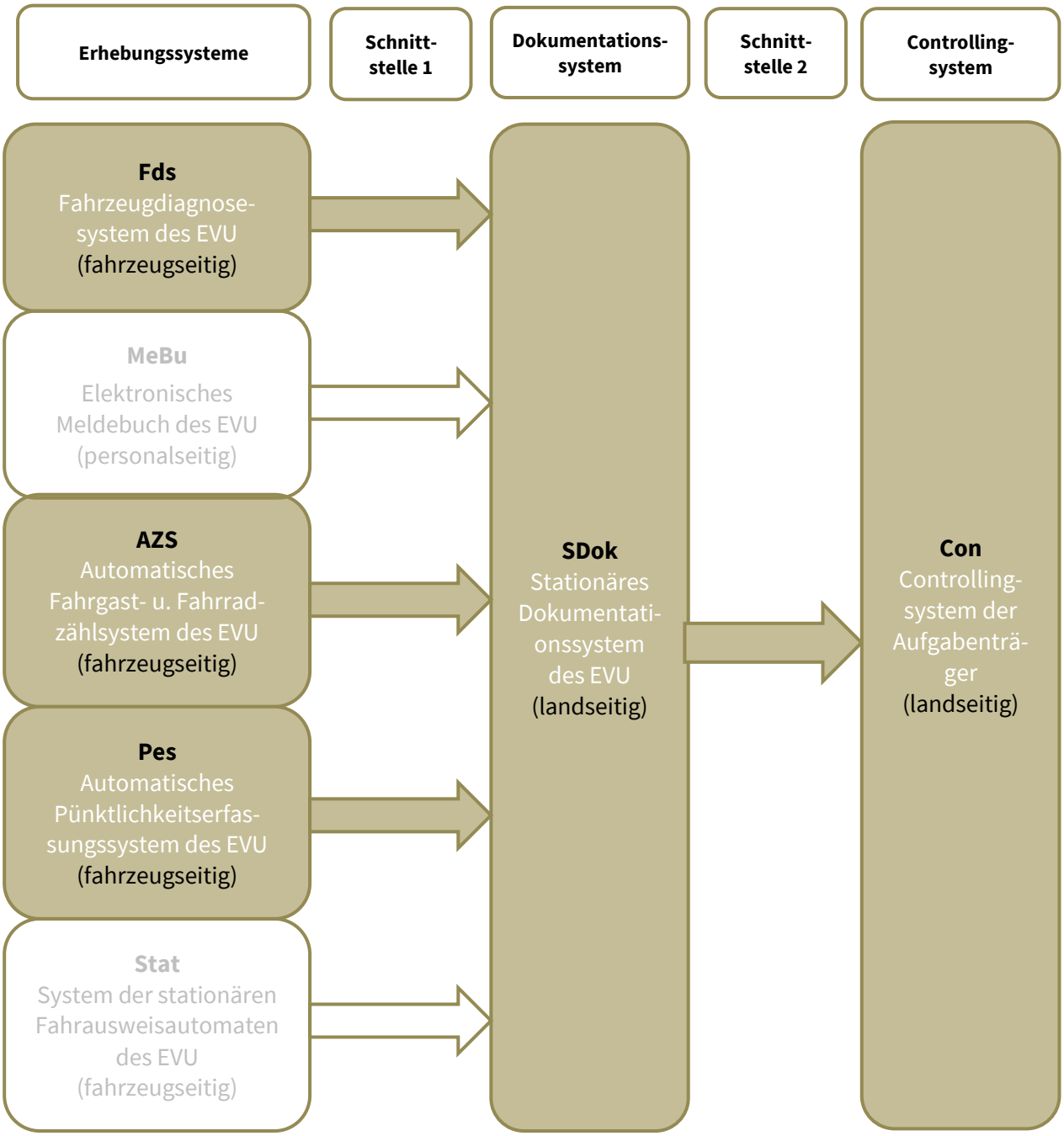


*Abbildung 8: Schematische Darstellung des Erhebungssystems für Qualitätsmonitoring und -abrechnung; Quelle: Lastenheft VBB GmbH, 2021*

## 13.1 Anforderungen an die Erhebungssysteme und Schnittstelle 1

- Jedes Fahrzeug verfügt über eine Fahrzeugdiagnoseeinrichtung zur Erhebung diverser fahrgastrelevanter Störungen. Empfohlen wird die Erhebung von folgenden Einrichtungen: WC, Außentüren, Steckdosen, Fahrgasthilferufeinrichtungen, Videotechnik, Klimatisierung/Heizung, Schiebetritte, WLAN, Fahrgastinformationseinrichtungen.
- Erhebung der Pünktlichkeit des Fahrzeuges über die Türimpulse, Türfreigabe und Rücknahme der Türfreigabe; Erhebung durch DB Netz ist nicht zulässig!

Zur Umsetzung des Gesamtsystems über die Fahrzeuganforderungen hinaus sollten noch folgende Anforderungen an die Schnittstellen definiert werden:

**Schnittstelle 1:**

- Erhebung weiterer Merkmale über eine App für das Zugpersonal. Erfassung auf Papier ist nicht erlaubt.
- Erhebung von Störungen an stationären Einrichtungen über Onlineverbindung; mindestens bei Fahrausweisautomaten optional auch bei Entwertern.
- Alle zugbezogenen Daten müssen eindeutig identifizierbar sein mittels: Datum, Fahrtnummern, Fahrtabschnitt (DS100 Kürzel), Fahrzeugnummer nach EVN-Schema.
- Sicherstellung der Vollständigkeit der erhobenen Daten mittels Zertifizierung.
- Gegenprüfung der Vollständigkeit mittels Eigenkontrolle der AT und Abgleich.
- Übertragung der Daten an das SDok (Schnittstelle 1) erfolgt regelmäßig, automatisiert und berührungslos per Fernmeldeübertragung.
- Erhebung weiterer leistungsrelevanter Daten wie Zugbildung, Personaleinsatz und Pünktlichkeit direkt aus den Betriebsführungssystemen der EVU.

## 13.2 Anforderung an das SDok sowie Schnittstelle 2:

- SDok hat seinen Standort innerhalb des Gebietes der Bundesrepublik Deutschland.
- Festlegung eines Übertragungsintervalls über Schnittstelle 2 zum Con. Empfehlung wöchentlich.
- Für die Erhebung von Pünktlichkeit und Zugbildung sollten für jede Fahrt Datensätze generiert werden – auch wenn keine Abweichung vorliegt.
- SDok-Daten werden bis zur vollständigen Übertragung zum Con redundant gesichert – mindestens jedoch für drei Monate für den Fall des Untergangs der Datensätze.
- Das SDok muss vom EVU manuell vorgenommene Veränderungen der von den Erhebungssystemen gelieferten Daten aus einem möglichen Plausibilisierungsprozess protokollieren und bei der Übertragung zum Con kenntlich machen.
- Müssen die Aufgabenträger die Daten infolge mangelhafter Daten oder Datenlieferungen selbst erheben, hat das EVU die Kosten zu tragen. Gleiches gilt für eine etwaige Beauftragung eines Gutachters infolge mangelhafter Daten oder Datenlieferungen.

# 14. Anhang

## 14.1 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Lichtraumprofil; Quelle: Kinematische Bezugslinien nach TSI-Infra, DB AG SNB und DIN EN 15273-3 ....14

Abbildung 2: Bodenhöhe im Einstiegsbereich; Quelle: Fahrzeugempfehlungen der BAG-SPNV, 3. Auflage, 2016 ....19

Abbildung 3: Wabtec-Corporation, Kältemittelvergleich, 2023; Quelle: Faiveley Transport Leipzig ....35

Abbildung 4: Empfehlungen des BSN zur Fahrzeugbreite, neomind GmbH, 2022 ....38

Abbildung 5: Empfehlungen des BSN zu Mindestmaßen Kniefreiheit; Quelle: Fahrzeugempfehlungen der BAG-SPNV, 3. Auflage, 2016, eigene Ausarbeitung ....42

Abbildung 6: Einstiegssituation Mehrzweckraum; Quelle: Fahrzeugempfehlungen BAG-SPNV, 3. Auflage, 2016 ....49

Abbildung 7: Visualisierung der LCC-Betrachtungen; Quelle: VDE e.V., Alternativen zu Dieseltriebzügen im SPNV, 2020 ....64

Abbildung 8: Schematische Darstellung des Erhebungssystems für Qualitätsmonitoring und -abrechnung; Quelle: Lastenheft VBB GmbH, 2021 ....65

## 14.2 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Schallemission (Fahrzeug außen) ..... 5
Tabelle 2: Anforderung an die Dämpfung von HF-Scheiben ..... 29
Tabelle 3: Maximale Neigung von Rampen im Fahrzeug ..... 40

## 14.3 Abkürzungsverzeichnis und sonstige Hinweise

| | |
|---|---|
| AFZS | automatisierte Fahrgastzählsysteme |
| AT | Aufgabenträger |
| AZS | Automatisches Fahrgast- und Fahrradzählsystem des EVU (fahrzeugseitig) |
| BSN | Bundesverband SchienenNahverkehr e. V. |
| Con | Controllingsystem der Aufgabenträger (landseitig) |
| COP- Wert | Coefficient Of Performance (gibt für Kältemaschinen und Wärmepumpen das Verhältnis an, in dem der gewünschte Wärmestrom zur aufgenommenen technischen Leistung steht) |
| dB(A) | Dezibel, Maßeinheit des Schalldruckpegels nach der international genormten Frequenzbewertungskurve A. Der gemessene Wert ist abhängig von der Entfernung zur Schallquelle. |
| DIN | Deutsches Institut für Normung |
| DoSto | Doppelstockwagen |
| EBA | Eisenbahn-Bundesamt |
| ECVVR | European Centralized Virtual Vehicle Register (Europäisches Fahrzeugeinstellungsregister) |
| EIU | Eisenbahninfrastrukturunternehmen |
| ET(EMU) | Elektrotriebzug (Electrical Multiple Unit) |
| ETCS | European Train Control System |
| EuroSpec | European Specifications for railway vehicles |
| EVU | Eisenbahnverkehrsunternehmen |
| Fds | Fahrzeugdiagnosesystem des EVU |
| FIFO | First in – First out |
| FIS | Fahrgastinformationssystem |
| FOK | Fußbodenoberkante |
| GrulaSi | Grundlagen für die Konstruktion und die Prüfung von Fahrgastsitzen in Schienenfahrzeugen |
| GWP | Global Warming Potential, welches das Treibhauspotenzial im Vergleich zum bekannten Treibhausgas $CO_2$ beschreibt |
| HBL | Hauptluftbehälterleitung |
| HLL | Hauptluftleitung |
| HF | Hochfrequenz |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers (weltweiter Berufsverband von Ingenieuren) |
| ISO | Internationale Organisation für Normung |
| LED | Light Emitting Diode (Licht emittierende Diode) |

| | |
|---|---|
| LTE | Long Term Evolution (Mobilfunkstandard 4. Generation) |
| LZB | Linienförmige Zugbeeinflussung |
| MAK-Wert | maximale Arbeitsplatzkonzentration (maximal zulässige Konzentration eines Stoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, bei der kein Gesundheitsschaden zu erwarten ist) |
| MeBu | Elektronisches Meldebuch des EVU (personalseitig) |
| MPEG-4 | MPEG-Standard, der u. a. Verfahren zur Video- und Audiodatenkompression beschreibt |
| NE-Bahn | Nichtbundeseigene-Eisenbahn |
| PTJ | Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich |
| Pes | Automatisches Pünktlichkeitserfassungssystem des EVU (fahrzeugseitig) |
| PoE | Power over Ethernet (Stromversorgung über Ethernet) |
| p95 | 95. Perzentile |
| RASTI-Wert | Messwert für Sprachverständlichkeit |
| RBL-System | Rechnergestütztes Betriebsleit-system |
| SDoc | Stationäres Dokumentationssystem des EVU (landseitig) |
| SNB | Schienennetz-Benutzungsbedingungen |
| SO | Schienenoberkante |
| SPNV | Schienenpersonennahverkehr |
| Stat | System der stationären Fahrausweisautomaten des EVU (fahrzeugseitig) |
| TecRec | Technical Recommendation – Specification And Verification Of Energy Consumption For Railway Rolling Stock |
| TA Lärm | Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm |
| TSI LOC&PAS | Technische Spezifikation für die Interoperabilität – Lokomotiven und Personenwagen |
| TSI-NOI | Technische Spezifikationen Interoperabilität – Fahrzeuge – Lärm: |
| TSI PRM | Technische Spezifikation für die Interoperabilität – Zugänglichkeit für Menschen mit Behinderung und Menschen mit eingeschränkter Mobilität (Persons with Reduced Mobility) |
| TSI SRT | Technische Spezifikation für die Interoperabilität – Sicherheit in Eisenbahntunneln (Safety in Railway Tunnels) |
| UIC | Union Internationale des Chemins de fer [engl. International Union of Railways] (Internationaler Eisenbahnverband) |
| VDV | Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. |
| WLAN | Wireless Local Area Network |
| ZFSim | Verfahren zur Energieverbrauchsberechnung (DB Netz AG) |
| 5G | 5. Generation des Mobilfunks |

## 14.4 Mitglieder der AG „Fahrzeuge“ des Bundesverbands SchienenNahverkehr e.V.

| Name | Institution |
|---|---|
| Thomas Dill | VBB, Berlin (Sprecher) |
| Thomas Nawrocki | LNVG, Hannover (stellv. Sprecher) |
| Arnd Bogenschneider | VRR, Gelsenkirchen |
| Ronny Grabner | VMS, Chemnitz |
| Marcel Höfer | VMS, Chemnitz |
| Oliver Höpfner | TLBV, Erfurt |
| Thomas Hornung | BEG, München |
| Georg Hudasch | NWL, Münster |
| Jochen Kiphard | NAH.SH, Kiel |
| Reinhard Krallinger | Region Hannover, Hannover |
| Horst Künzl | NVBW, Stuttgart |
| Ralf Kunze | NASA, Magdeburg |
| Torsten Laskowski | go.Rheinland, Köln |
| Kornelia Lederer | RMV, Frankfurt a.M. |
| Annett Leersch-Metzke | BSN, Berlin |
| Holger Maier | SPNV Nord, Koblenz |
| Karsten Rath | NVV, Kassel |
| Björn Stubbe | RGB, Braunschweig |

## 14.5 Anlage: Empfehlungen der Bundespolizei für Mindestanforderungen an die technischen Spezifikationen der Videoüberwachungssysteme

# Videoüberwachung in Zügen auf dem Gebiet der Bahnanlagen der Eisenbahnen des Bundes

**- Mindestanforderungen an die technischen Spezifikationen der Videoüberwachungssysteme -**

*(Polizeifachliche Empfehlung, Stand 16.07.2020)*

Dieses Dokument unterliegt einer regelmäßigen Überarbeitung, um den aktuellen Stand der Technik abzubilden.

Als Grundkonzept sollte ein volldigitalisiertes Videoüberwachungssystem vorliegen:

- IP-Videokameras zur Überwachung des Fahrgastinnenraums.
- Anbindung an das zentrale Netzwerk im Zug (Zug-LAN).
- Übertragung der aufgezeichneten Daten in eine Cloud oder in einen anderen ortsunabhängig erreichbaren Datenspeicher.

Allgemeine Anforderungen:

- In jedem Wagen muss der Fahrgastinnenraum mit Videokameras während des Fahrgastbetriebes permanent überwacht werden. Ausdrücklich ausgenommen von der Überwachung sind die Toiletten (sofern diese vorhanden sind).
- Auf dem Videoaufzeichnungssystem müssen die Videobilder mit einer konfigurierbaren Bildrate gespeichert werden.
- Im Normalbetrieb müssen die Videobilddaten nach einer konfigurierbaren Speicherzeit sukzessiv mit neuen Daten überschrieben werden. Dabei muss ein Überwachungsmechanismus Daten löschen, damit keine Daten länger als gesetzlich zulässig gespeichert werden.
- Primärer Weg der Datenbereitstellung ist über eine Cloud oder einen anderen zentral erreichbaren Datenspeicher.
- Die Fahrgäste sind beim Einsteigen durch ein geeignetes Piktogramm jeweils im und am Fahrzeug auf die Videoüberwachung hinzuweisen.

Technische Anforderungen

- Das Videoüberwachungssystem ist entsprechend dem Stand der Technik zu erstellen.

Spezifizierte Anforderungen an die Kameras

- Es sind ausschließlich Farbkameras zu verwenden.
- Es sind ausschließlich IP-Kameras mit digitaler Signalübertragung, einem direkten Ethernet-Anschluss und einer Spannungsversorgung via PoE nach IEEE 802.3af vorzusehen.
- Ein IP-Netzwerkkameratyp mit mindestens einem 1/4"-Bildsensor, Sichtwinkel der Ausleuchtung von 80° mindestens horizontal, lichtstarkem Objektiv ≤ F/2,0 (Blendenzahl) ist im Angebot mit dem technischen Datenblatt vorzuschlagen. Die zum Einsatz kommenden Eigenschaften sind mit dem EVU abzustimmen und im
- Pflichtenheft festzulegen.
- Die Anzahl und die Positionen der Kameras müssen gemäß DIN EN 62676-4 (aktuelle Ausgabe) so festgelegt bzw. projektiert werden, dass in allen Bereichen des Fahrgastinnenraumes mögliche Tatvorgänge erkannt werden können.

- Zu den Bereichen zählen insbesondere:
    - Sitzgruppen
    - Fensterbereiche
    - Wagenenden und - Übergänge
    - Mehrzweckbereiche
    - Einstiegsbereiche
    - Bereiche um Notsprech- bzw. Fahrgastsprechstellen
    - Bereiche um die Toiletten, wenn diese vorhanden sind
    - Zugänge (Bereich um) zu den Personal- und Dienstabteilen
    - Bereiche um Laien-Defibrillatoren oder anderweitiges frei zugängliches Erste Hilfe Material (sofern vorhanden)
- Die Anzahl und die Positionen der Kameras sind gemäß DIN EN 62676-4 (aktuelle Ausgabe) so festzulegen bzw. zu projektieren, dass beim Betreten oder Verlassen des Fahrgastinnenraumes mögliche Täter/Tatverdächtige erkannt werden. Alle Personen, die einen Zug betreten oder verlassen, sollten von der Videoüberwachung erfasst und im Nachgang auch identifiziert werden können. Dementsprechend wäre als Mindestanforderung sicherzustellen, dass alle Ein- und Ausstiegsbereiche lückenlos mit mindestens 500 Pixel/Meter überwacht werden.
- In folgenden Bereichen (wenn vorhanden) sind Kameraaufnahmen nicht zulässig:
    - Toiletten
    - Arbeitsbereiche von Zugpersonal (Küchen und Tresen in einem Bordrestaurant, Führerräume, Dienstabteile)
- Die Kameras sind offen (sichtbar, nicht verdeckt) zu verbauen.
- Durch die Kamerapositionen dürfen sich die Fahrgäste nicht in ihren Persönlichkeitsrechten gestört fühlen.
- Wenn es die Konstruktion des Fahrgastinnenraumes zulässt, sind die Kamerapositionen so zu projektieren, dass sich die Kameras gegenseitig überwachen können.
- Die Aufnahmen der Kameras (Einzelbilder und Bildsequenzen) müssen eine hohe Bildqualität - hinsichtlich Farbtreue, Schärfe und Kontrast - sicherstellen.
- Eine elektromechanische Entfernungseinstellung (Zoom) der Kameras ist unter polizeifachlichen Gesichtspunkten nicht zu empfehlen, gleiches gilt für die SchwenkNeige-Technik (PTZ). Die Kameras müssen sowohl bei Tageslicht, bei Kunstlicht, bei Mischlicht (Kunstlicht und Tageslicht) und bei schnell wechselnden Lichtverhältnissen (Tunnelfahrten) sowie bei möglichem Gegenlicht die Überwachung ermöglichen.
- Die Aufnahmen zeigen keine Bildverzerrungen, auch bei Objekten/Personen in Bewegung und bei Vibration oder Erschütterungen der Fahrzeuge während der Fahrt.
- Kameraausfälle, insbesondere durch Manipulationen in Form von Bekleben (z.B. mit Kaugummi), Besprühen und Zuhalten (z.B. mit einem Blatt Papier) müssen durch die Kamerasoftware erkannt werden (tamper detection) und eine Störmeldung an das Kameramonitoringsystem im Zug sowie zur Leitstelle (Betriebszentrale) des EVU abgesetzt werden.
- Die Kameras sind sicher vor Vandalismus in oder an der Fahrzeuginnenverkleidung (Wand oder Decke) an- bzw. einzubauen.
- Die Kameras müssen den IK-Stoßfestigkeitsgrad (Vandalismus-Schutzklasse) IK10 nach DIN EN 50102 und den Schutzgrad von mindestens IP 65 nach DIN EN 60529 erfüllen. Die Erfüllung ist nachzuweisen.

<u>Spezifizierte Anforderungen an das Videoaufzeichnungssystem</u>

- Es wird zwischen zwei Aufzeichnungsvarianten unterschieden: Normalbetrieb (Permanentaufzeichnung) und Ereignisbetrieb (Aufzeichnung bei Ereignisauslösung).

- Das zentrale Videoaufzeichnungssystem muss im Normalbetrieb die Videobilddaten von allen diesem Gerät zugewiesen Kameras mit mindestens 12 Bildern/Sekunde permanent aufzeichnen (Permanentaufzeichnung).
- Die Speicherdauer der Permanentaufzeichnungen (im Normalbetrieb) ist maximal auf 30 Tage einstellbar. Die Videoüberwachungssysteme sind auch mit einer Mindestdauer für die Aufzeichnung der Videodaten zu konfigurieren. Die Daten müssen nach der eingestellten Speicherdauer zyklisch überschrieben (FIFO) oder gelöscht werden.
- Übersteigt die eingestellte Speicherdauer die verfügbare Speicherkapazität, beeinträchtigt dieses die Funktionalität des Videoaufzeichnungssystems nicht. Wird die Grenze der Speicherkapazität erreicht, so werden automatisch die ältesten durch die neuen Videobilddaten überschrieben (FIFO). Die Mindestaufzeichnungsdauer muss 10 Tage betragen, sofern gesetzlich zulässig. Anderenfalls muss die maximale gesetzlich mögliche Speicherdauer ausgeschöpft werden.
- Eine Ereignisaufzeichnung (Betätigung eines Alarmknopfes) wird mit einer Vorgeschichte und einem Nachlauf erfasst. Die Vorgeschichte ist in einen Bereich von 5 bis 20 Minuten und der Nachlauf in einem Bereich von 2 bis 20 Minuten einstellbar. Die so aufgezeichneten Daten müssen automatisch 30 Tage vor Überschreiben geschützt werden. Eine automatische Benachrichtigung über die Aufzeichnung ist über die Cloud zu versenden.
- Für den Ereignisbetrieb müssen mindestens zwei Kameras bis hin zu allen Kameras im Triebfahrzeug bzw. alle Kameras im Zugverband den Ereignisstellen (Einstiegsbereichen mit Fahrgastnotbremsen, Fahrgastsprechstellen) zugeordnet werden können. Die Zuordnung der Einzelkameras, der Kameras im Triebfahrzeug sowie aller Kameras im Zugverband sind konfigurierbar.
- Generell müssen alle Bildaufzeichnungen eine Kennzeichnung bzw. Zuordnung mit Datum, Uhrzeit, letzter und nächster Haltestelle, Kameranummer, Fahrzeugnummer (des Wagens, in dem das Aufzeichnungssystem eingebaut ist) und Zugnummer, Bahnkilometer, Streckennummer (ggf. Liniennummer u. Fahrtziel) in den Metadaten erhalten. Davon werden mindestens die Kennzeichnungen: "Datum und Uhrzeit", "Zugnummer (ggf. Liniennummer u. Fahrtziel)", "Nächste fahrplanmäßige Haltestelle" und "Kameranummer" fest im Bild angezeigt.
- Alle Bildaufzeichnungen müssen so organisiert auf dem Speichermedium abgelegt werden, dass bei der späteren Auswertung nach Zugnummer (ggf. Liniennummer u. Fahrtziel), Fahrzeugnummer, Wagennummer, Datum, Uhrzeit, Kamera, Kamera- ID und Ereignisauslösung (Stelle der Ereignisauslösung) gesucht werden kann.

  Hinweis: Die Liniennummer/Zugnummer kann sich innerhalb der Speicherzeit mehrmals ändern.
- Der Bildcodec nach DIN EN 62676-4 z.B. MPEG-4/Part.10 - H.264 oder HEVC/ H.265 ist vorzusehen. (aktueller Standard)

<u>Anforderungen an die Datenbereitstellung</u>

- Eine automatische Übertragung der aufgezeichneten Videodaten aus dem Zug an einen zentralen Videoserver ist vorzusehen. Der Videoserver kann sich dabei im Depot, im Rechenzentrum oder in einer Cloud befinden.
- Die Übertragung findet grundsätzlich während der Abstelldauer des Zuges statt.
- Es besteht auch die Möglichkeit Daten zur sofortigen Bereitstellung über eine Mobilfunkverbindung (LTE, 5G etc.) anzufordern.
- Übertragen werden nur die von der zuständigen Behörde angeforderte Daten. Für die Anforderung ist eine geeignete Web-basierte Anwendung vorzusehen.

- Angeforderte und bereits übertragene Videodaten können über dieselbe Webanwendung durch die zuständige Behörde heruntergeladen werden.

Anforderungen an die Videoauswertung

- Für eine Auswertung der Videoaufzeichnungen wird ein externes Videoauswertesystem benötigt, alternativ kann die Sichtung in der Cloud bereitgestellt werden.
- Die Auswertung der Videobildaufzeichnungen ist nach Zugnummer (ggf. Liniennummer u. Fahrtziel), Fahrzeugnummer, Wagennummer, Datum, Uhrzeit,
- Kamera, Kamera- ID und Ereignisauslösung, Bahnkilometer und Streckennummer (Stelle der Ereignisauslösung) möglich.

Anforderungen für die Wartung und Instandhaltung

- Es sind wartungsfreie, möglichst langlebige und ortsunveränderliche Komponenten zu verwenden, die innerhalb des erwarteten Nutzungszeitraums keiner Wartung bedürfen (Batterien, Akkus, Filter etc. sind nicht zulässig) und die Funktionsfähigkeit gewährleisten.