

- 7.1. Randbedingungen und Gestaltungsprinzipien
  - 7.1.1. Wichtige Konstruktionsrandbedingungen
  - 7.1.2. Weitere Gestaltungsaspekte
- 7.2. Berechnung von Schienenfahrzeugtragwerken

- (1) Bahnanlagen und Fahrzeuge müssen so beschaffen sein, dass sie den Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen. Diese Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Bahnanlagen und Fahrzeuge den Vorschriften dieser Verordnung und, soweit diese keine ausdrücklichen Vorschriften enthält, **anerkannten Regeln der Technik** entsprechen.
- (2) Von den anerkannten Regeln der Technik darf abgewichen werden, wenn mindestens die gleiche Sicherheit wie bei Beachtung dieser Regeln nachgewiesen ist.

**Anerkannte Regel der Technik**

= technische Festlegung, die von einer Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Standes der Technik angesehen wird.

(DIN EN 45020:2007-03)

**Stand der Technik**

= entwickeltes Stadium der technischen Möglichkeiten zu einem bestimmten Zeitpunkt, soweit Produkte, Prozesse und Dienstleistungen betroffen sind, basierend auf entsprechenden gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung.

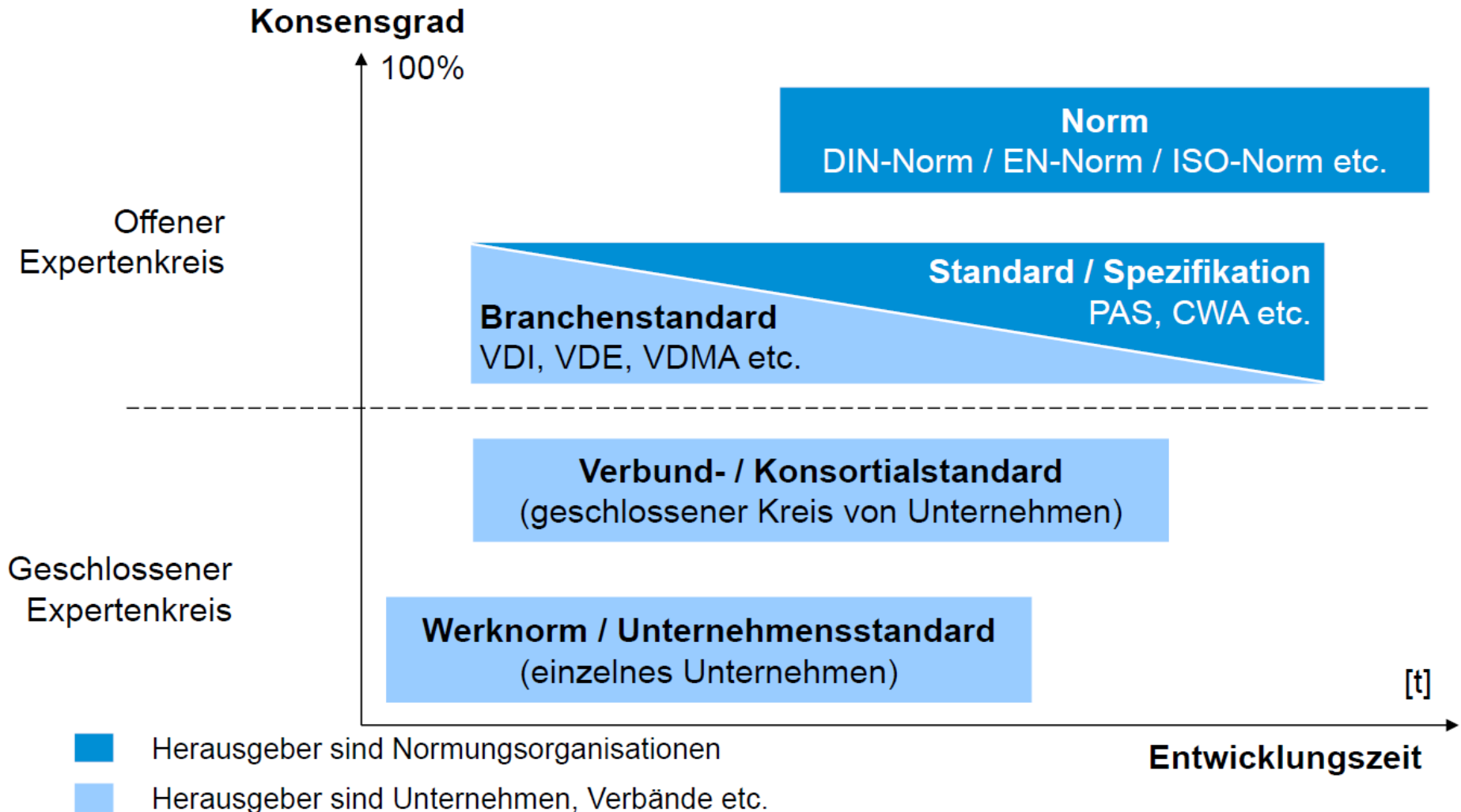
(DIN EN 45020:2007-03)

**Stand von Wissenschaft und Technik**

die Summe der Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Untersuchungen, die in Wissenschaftskreisen nicht mehr angezweifelt werden.

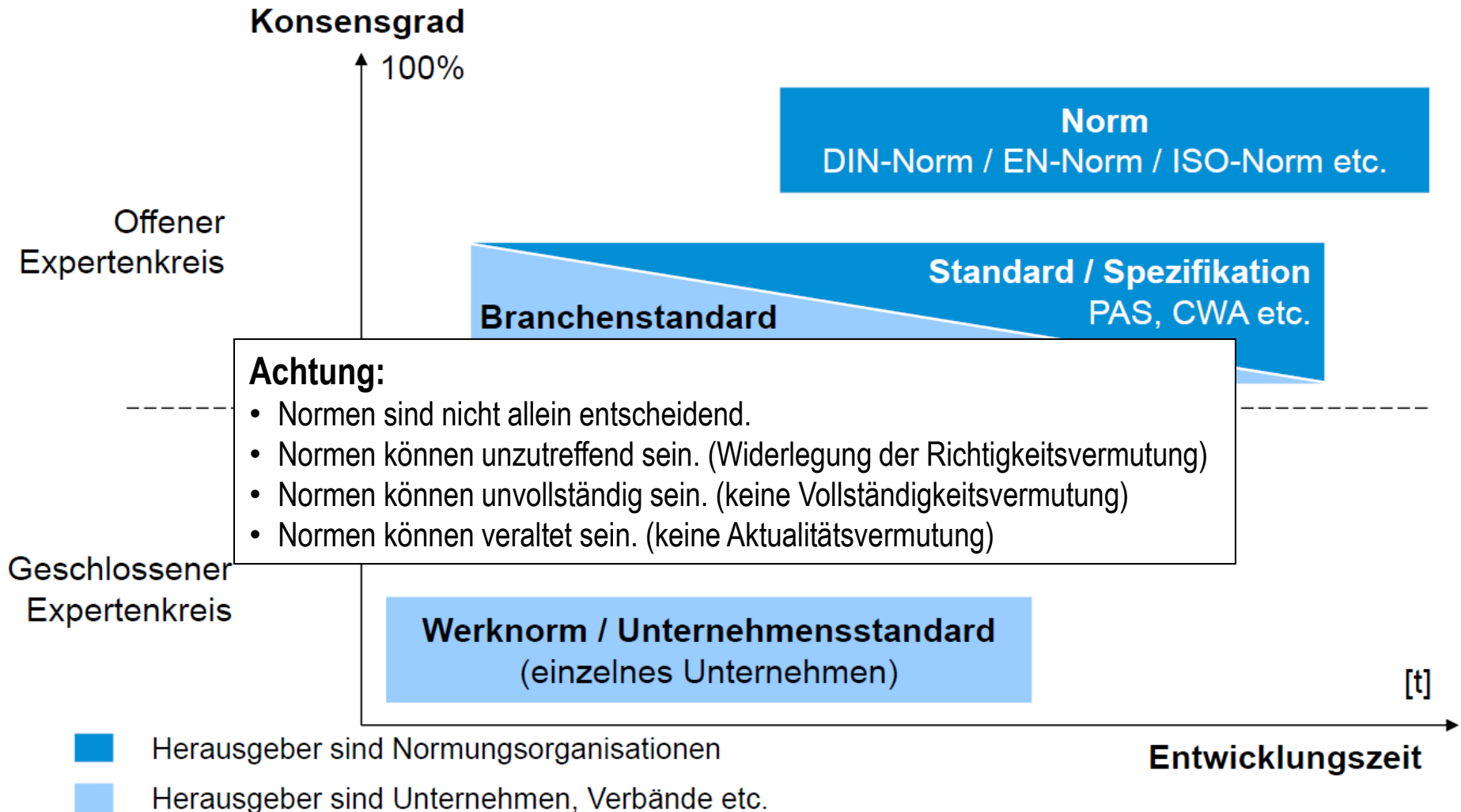
(Vortrag H.-H. Zimmermann: Normen, Stand der Technik, Kassel 2009)

# Folie Abgrenzung von Normen und Standards



(Quelle: Glaser, Wendt: Vortrag: Fertigung von modernen Schienenfahrzeugen, VDI 2014-05)

# Folie Abgrenzung von Normen und Standards



(Quelle: Glaser, Wendt: Vortrag: Fertigung von modernen Schienenfahrzeugen, VDI 2014-05)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen</li> <li>• Abmessungen von Türen, Klappen, ...</li> <li>• Gestaltung Fahrgast- bzw. Laderäume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften</li> <li>• Festlegeeinrichtungen für Ladegut</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauartspezifischer Belastungen</li> <li>• Bahnfestigkeit</li> <li>• Zweckmäßiger Werkstoffeinsatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung einwandfreie Funktion bauartspezifischer Ausrüstungsteile u. Bedienelemente</li> <li>• Isolierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> <li>• Beibehalten bewährter Bauarten</li> </ul>	
<b>2b. Serienabhängige Randbedingungen</b>						
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abmessungsbegrenzungen von Bauteilen zur Nutzung vorhandener Maschinen und Vorrichtungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl der Werkstoffe und Halbzeuge</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendung von Standard- bzw. Normteilen</li> <li>• Einpassung in technologischen Fluss</li> </ul>	
<b>3. Bedingte Randbedingungen (Stand der Technik, Wünsche, ...)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierte Platzverhältnisse</li> <li>• Design</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit für Fügetechnologien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhaltung der Leichtbauprinzipien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinigungsfreundlichkeit</li> <li>• Komfort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosionsschutzgerechte Konstruktion</li> <li>• Vandalismusresistenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologische Zukunftskonzepte</li> <li>• Wirtschaftlichkeit</li> </ul>

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauart-spezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauart-spezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einheitsladelängen, -breiten, -höhen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauart-spezifische Sicherheitsvorschriften</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauart-spezifischer Belastungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung einwand-freier Funktion bauart</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anpassung der Tragwerksabmessungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Einschränkungsberechnung (UIC 505-1, EN 15273, ...)</li> <li>– freizuhaltende Räume (UIC 535-2 Anlage 1a, „Berner Raum“, EBO Anlage 11, ...)</li> <li>– Anbaumöglichkeiten für Zug- und Stoßeinrichtungen (EBO Anlage 10, ...)</li> <li>– ...</li> </ul> </li> </ul>						

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

## 2achsiger Güterwagen

Abstand Radsätze:  $6 \text{ m} \leq a \leq 9 \text{ m}$

Eigenmasse:

$m_{E,\min} \geq 11,5 \text{ t}$

$m_{E,\text{empfohlen}} \geq 12,5 \text{ t}$

Länge:

$L_{\max} \leq 15,5 \text{ m ü.P.} (\leq 14,26 \text{ m o.P.})$

Maß-Verhältnisse:

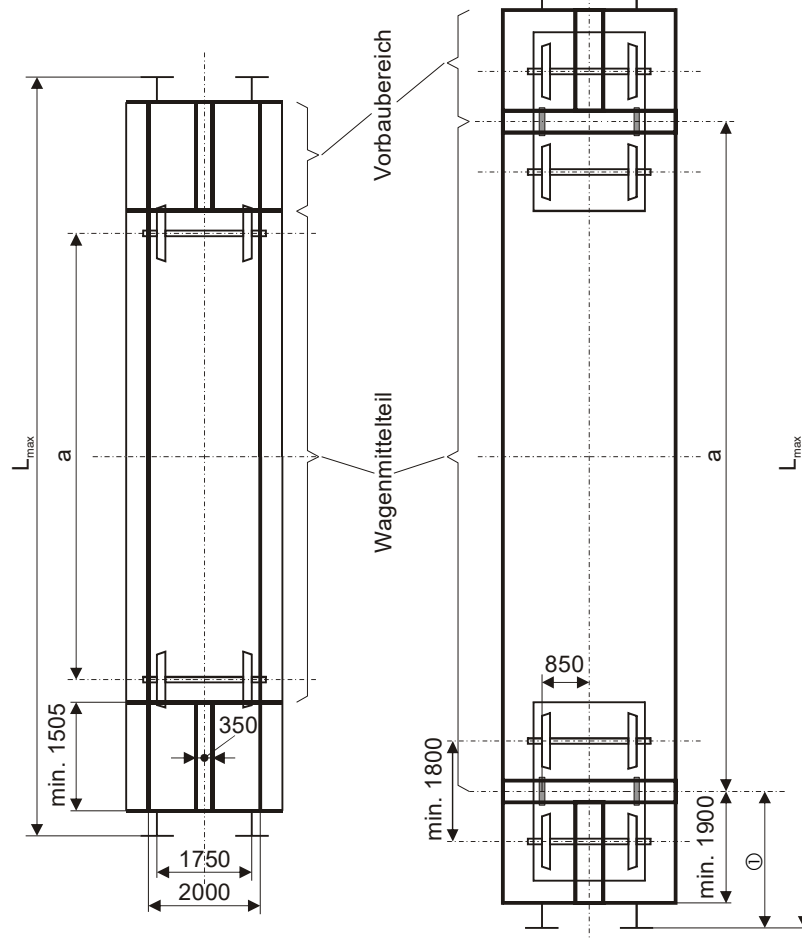
Doppelschaken:  $(a/L)_{\min} = 0,54$

Einfachsche:  $(a/L)_{\min} = 0,6$

Verwindungssteifigkeit:

$c_t^* = (0,4 \dots 10,4) \cdot 10^{10} \text{ kNmm}^2/\text{rad}$

normale Ladehöhe: 1250 ... 1270 mm



## 4achsiger Güterwagen

Drehzapfenabstand:

$a_{\min} \geq 5 \text{ m}, a_{\text{empfohlen}} \geq 6,5 \text{ m}$

Abstand Radsätze im Drehgestell:

- 2 Radsätze: min. 1,8 m
- >2 Radsätze: min. 1,5 m
- zw. äußeren Radsätzen bei starrer Radsatzführung: max. 4,5 m

Eigenmasse:  $m_E \geq 16 \text{ t}$

Länge:

$L_{\max} = 24,34 (24,84) \text{ m ohne (mit) Übersteigbühne}$

zur Gewährleistung der Verwindungsweichheit:

a	min. Radkraft $F_Q$	$c_t^*$
[m]	[kN]	[kNmm <sup>2</sup> /rad]
5 ... 10	17,5 ... 35	0,2 ... 25
11 ... 15	20 ... 37,5	
16 ... 19,3	25 ... 40	

- ① 2520 (2770) ohne (mit) Übersteigbühne

(Quellen: UIC 530-2, UIC 511)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauartspezifischer Belastungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung einwandfreie Funktion bauartspezifischer Bauteile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeitsauslegung mit Lastannahmen, die Einsatzbedingungen widerspiegeln:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Einsatzspiegel</li> <li>– Vorschriften EN 12663, EN 15663, ...</li> </ul> </li> <li>• Einhaltung der Kollisionsschutzanforderungen nach EN 15227</li> <li>• Berücksichtigung Brandschutzforderungen nach EN 45545               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkstoffauswahl</li> <li>– Anforderungen konstruktive Gestaltung</li> </ul> </li> </ul>						

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

- Minimierung der Wahrscheinlichkeit einer Brandentwicklung
- Kontrolle von Rate und Umfang einer Brandentstehung
- Reduzierung der Auswirkungen des Brandes auf Fahrgäste und Personal

Betrachtung der Brandentstehung durch		Maßnahmen
1.	zufällige Entzündung oder vorsätzliche Brandstiftung → Zündmodelle: Zeitungen, Streichhölzer, Zigaretten, Gasanzünder	Minderung Risiken: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brandausbreitung in Fahrgast- / Personalbereich</li> <li>• Gefährdung durch Beeinträchtigung der Erkennbarkeit der Fluchtwege</li> <li>• Gefährdung durch giftige Rauchgase</li> </ul>
2.	technische Defekte → Zündmodelle: elektrische Lichtbögen, Überhitzungen	
3.	größere Zündmodelle als in 1. und 2. beschrieben	Minderung Gesundheitsrisiko Fahrgäste / Personal durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauvorschriften zur Erleichterung Evakuierung + Begrenzung Verweilzeit</li> <li>• Konstruktion zur Behinderung Brandausbreitung + Reduzierung Brandnebenprodukte</li> <li>• Einsatz von Werkstoffen mit besserem Brandverhalten als zur Erfüllung der Anforderungen nach 1. und 2.</li> <li>• Einrichtungen zur Eindämmung des Brandes und der Brandprodukte (z.B. Feuerschutzabschlüsse);</li> <li>• Einrichtungen zur Branderkennung, zur Brandbekämpfung und zum Evakuierungsmanagement</li> </ul>

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauartspezifischer Belastungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung einwandfreie Funktion bauartspezifischer Bauteile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeitsauslegung mit Lastannahmen, die Einsatzbedingungen widerspiegeln:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Einsatzspiegel</li> <li>– Vorschriften EN 12663, EN 15663, ...</li> </ul> </li> <li>• Einhaltung der Kollisionsschutzanforderungen nach EN 15227</li> <li>• Berücksichtigung Brandschutzforderungen nach EN 45545                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkstoffauswahl</li> <li>– Anforderungen konstruktive Gestaltung</li> </ul> </li> <li>• Gewichtsmanagement</li> </ul>						

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrzeuge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifischer Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauartspezifischer Belastungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung einwandfreier Funktion bauartspezifischer Funktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> </ul>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Herstellbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkstoffauswahl</li> <li>– Fertigungsgerechte Gestaltung</li> <li>– <b>So genau wie nötig!</b></li> </ul> </li> </ul> </div>						

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen	• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften		• Einleitung bauartspezifischer Belastungen	• Sicherung einwandfreie Funktion bewegt	• Zugänglichkeit	
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Längsfestigkeit, große Struktursteifigkeit, hohe lokale Festigkeit</li> <li>↳ beanspruchungsgerechte konstr. Auslegung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– stoßbeanspruchungsgerecht, ...</li> <li>– verformungsstabil ↔ verwindungsweich</li> </ul> </li> <li>→ <b>Nachweise Festigkeit / Steifigkeit (Zulassung!)</b></li> </ul> </div>						

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauartspezifischer Belastungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung einwandfreier Funktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> </ul>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftein- / -weiterleitung</li> <li>• Gewährleistung Standsicherheit</li> <li>• Ungehinderte Bewegungsfreiheit Fahrwerke</li> </ul> </div>						

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauartspezifischer Belastungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung einwandfreie Funktion bauart</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> </ul>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 20px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ungehinderte Fahrzeugbehandlung bei Instandhaltung</li> </ul> </div>						

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen	• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften		• Einleitung bauartspezifischer Belastungen	• Sicherung einwandfreie Funktion bauart	• Zugänglichkeit	
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen beachten → DIN SPEC 5509, DIN EN 50125</li> <li>• Gesetze Umweltschutz</li> <li>• Gesetze Gesundheits- / Arbeitsschutz</li> <li>• Werkstoffauswahl</li> </ul> <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 200px;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">}</div> <div>demontage- und wiederverwendungsfreundliche Konstruktion</div> </div> </div>						

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

# **Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG)**

KrWG

Ausfertigungsdatum: 24.02.2012

Vollzitat:

"Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 2. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 56) geändert worden ist"

**Stand:** Zuletzt geändert durch Art. 5 G.v. 2.3.2023 I Nr. 56

## **Teil 3**

### **Produktverantwortung**

#### **§ 23 Produktverantwortung**

(1) Wer Erzeugnisse entwickelt, herstellt, be- oder verarbeitet oder vertreibt, trägt zur Erfüllung der Ziele der Kreislaufwirtschaft die Produktverantwortung. Erzeugnisse sind möglichst so zu gestalten, dass bei ihrer Herstellung und ihrem Gebrauch das Entstehen von Abfällen vermindert wird und sichergestellt ist, dass die nach ihrem Gebrauch entstandenen Abfälle umweltverträglich verwertet oder beseitigt werden. Beim Vertrieb der Erzeugnisse ist dafür zu sorgen, dass deren Gebrauchstauglichkeit erhalten bleibt und diese nicht zu Abfall werden.

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauträume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen</li> <li>• Abmessungen von Türen, Klappen, ...</li> <li>• Gestaltung Fahrgast- bzw. Laderäume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften</li> <li>• Festlegeeinrichtungen für Ladegut</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauartspezifischer Belastungen</li> <li>• Bahnfestigkeit</li> <li>• Zweckmäßiger Werkstoffeinsatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung einwandfreie Funktion bauartspezifischer Ausrüstungsteile u. Bedienelemente</li> <li>• Isolierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> <li>• Beibehalten bewährter Bauarten</li> </ul>	
<p>2. <b>Räumliche Gestaltung → Funktionserfüllung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Räumliche Gestaltung → Funktionserfüllung</li> <li>• Einhaltung vorgeschriebener Abmessungen</li> </ul>						
3						

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen</li> <li>• Abmessungen von Türen, Klappen, ...</li> <li>• Gestaltung Fahrgast- bzw. Laderäume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften</li> <li>• Festlegeeinrichtungen für Ladegut</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauartspezifischer Belastungen</li> <li>• Bahnfestigkeit</li> <li>• Zweckmäßiger Werkstoffeinsatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung einwandfreie Funktion bauartspezifischer Ausrüstungsteile u. Bedienelemente</li> <li>• Isolierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> <li>• Beibehalten bewährter Bauarten</li> </ul>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheits- / Ladegutregeln / -vorschriften: UIC, RID, ISO ...</li> </ul> <p>3</p> </div>						

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauträume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen</li> <li>• Abmessungen von Türen, Klappen, ...</li> <li>• Gestaltung Fahrgast- bzw. Laderäume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften</li> <li>• Festlegeeinrichtungen für Ladegut</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauartspezifischer Belastungen</li> <li>• Bahnfestigkeit</li> <li>• Zweckmäßiger Werkstoffeinsatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung einwandfreie Funktion bauartspezifischer Ausrüstungsteile u. Bedienelemente</li> <li>• Isolierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> <li>• Beibehalten bewährter Bauarten</li> </ul>	
<p>2. <b>Zusatzlastfälle: Druckertüchtigung, Kräfte Be-/Entladung, Fußbodenbelastung, ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „bahnfeste“ Komponenten (Schwingungen, ...)</li> <li>• Werkstoff → Verschleiß, Korrosion, Leichtbau, ...</li> </ul>						
3						

= Fernhalten der bei hohen Geschwindigkeiten – besonders im Tunnel und bei Zugbegegnungen – auftretenden schnellen Druckschwankungen von Reisenden, Personal (und Ladung)

EN 14067-5:2006

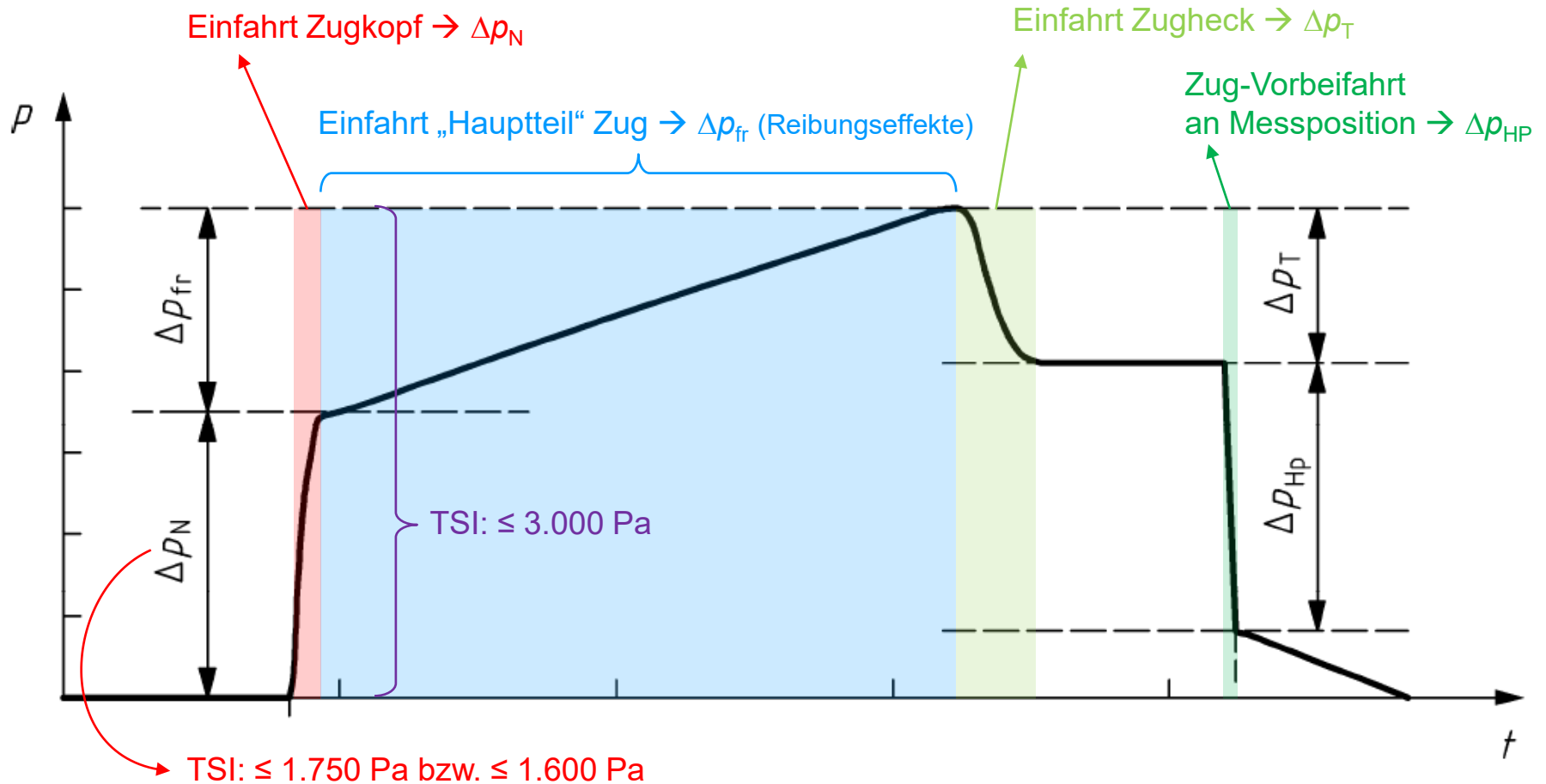
→ **TSI LOC&PAS** (Verordnung Nr. 1302/2014, 18. November 2014)  
 → Amtsblatt der EU L 356/228, 2014-12-12:

*Tabelle 5*

**Anforderungen an einzeln fahrende Einheiten in einer horizontalen Tunnelröhre**

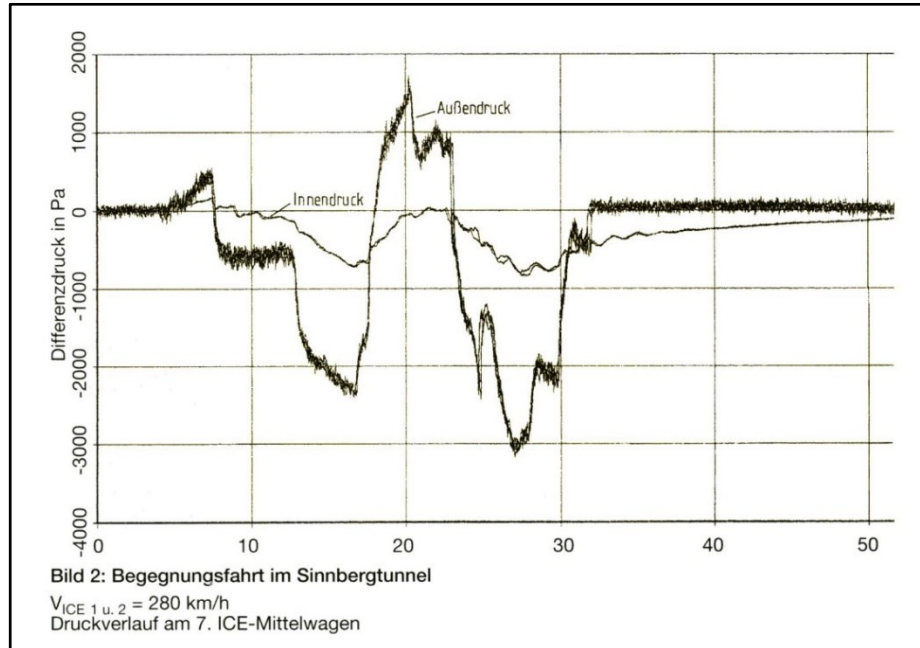
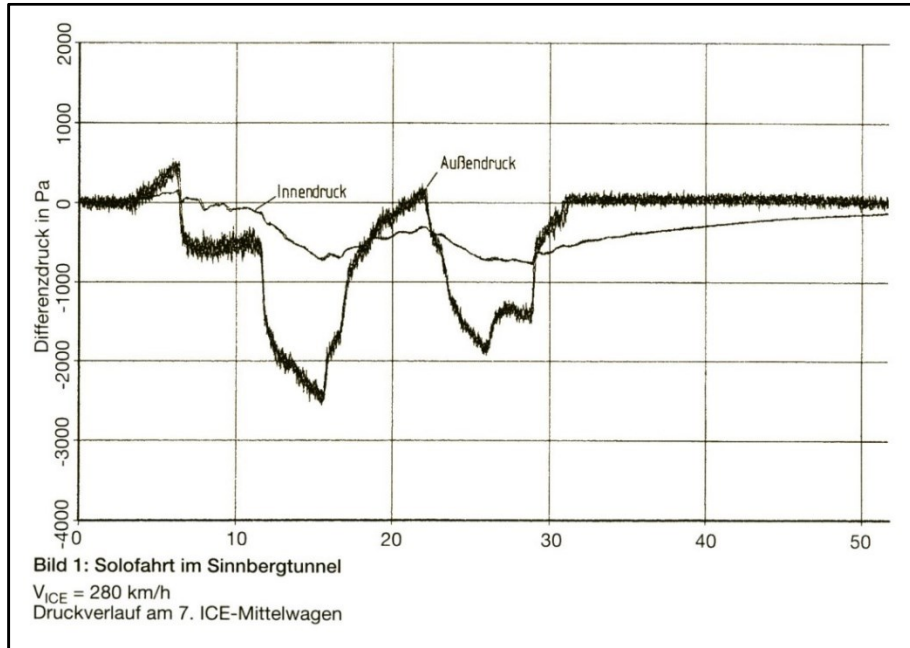
	Referenzfall		Anforderungen für diesen Referenzfall		
	$V_{tr}$	$A_{tu}$	$\Delta p_N$	$\Delta p_{N+} \Delta p_{Fr}$	$\Delta p_{N+} \Delta p_{Fr+} \Delta p_T$
< 250 km/h	200 km/h	53,6 m <sup>2</sup>	≤ 1 750 Pa	≤ 3 000 Pa	≤ 3 700 Pa
≥ 250 km/h	250 km/h	63,0 m <sup>2</sup>	≤ 1 600 Pa	≤ 3 000 Pa	≤ 4 100 Pa

Dabei ist  $v_{tr}$  die Geschwindigkeit des Zuges und  $A_{tu}$  der Tunnelquerschnitt.



**Bild 1 — Zug/Tunnel-Druckverlauf an einem festen Ort in einem Tunnel (Detail)**

(Quelle: DIN EN 14067-5:2011-01)



(Quelle: Glöckle: ETR 45(1996)9)

# Folie Druckertüchtigung (III) – Maßnahmen

---

- Abdichtung Wagenkasten
  - geschlossene Toilettensysteme
  - Klimaanlage mit Druckschutzkomponenten
  - druckdichte Türen & Wagenübergangseinrichtungen
- Verstärkung Wagenkastenstruktur
- aerodynamische Gestaltung



(Quelle: Wikipedia; <http://www.hochgeschwindigkeitszuege.com>)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauträume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen</li> <li>• Abmessungen von Türen, Klappen, ...</li> <li>• Gestaltung Fahrgast- bzw. Laderäume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften</li> <li>• Festlegeeinrichtungen für Ladegut</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauartspezifischer Belastungen</li> <li>• Bahnfestigkeit</li> <li>• Zweckmäßiger Werkstoffeinsatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung einwandfreie Funktion bauartspezifischer Ausrüstungsteile u. Bedienelemente</li> <li>• Isolierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> <li>• Beibehalten bewährter Bauarten</li> </ul>	
<p>2. <b>zweckmäßige Gestaltung / Anordnung, Möglichkeiten zur Funktionskontrolle</b></p> <p>• WK-Konzept, Werkstoff → Isolation: Wärmekapazität/-leitfähigkeit, Akustik, ...</p>						
3						

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauträume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen</li> <li>• Abmessungen von Türen, Klappen, ...</li> <li>• Gestaltung Fahrgast- bzw. Laderäume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften</li> <li>• Festlegeeinrichtungen für Ladegut</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung bauartspezifischer Belastungen</li> <li>• Bahnfestigkeit</li> <li>• Zweckmäßiger Werkstoffeinsatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung einwandfreie Funktion bauartspezifischer Ausrüstungsteile u. Bedienelemente</li> <li>• Isolierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit</li> <li>• Beibehalten bewährter Bauarten</li> </ul>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• leichte Montage / Demontage insb. von Tauschteilen</li> <li>• Gleichteile, Standardisierung → „Plattform“konzept</li> </ul> <p>3</p> </div>						

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hauptabmessungen</li> <li>Vorgeschriebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lastannahmen</li> <li>Brandschutzvor-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>Durchbiegung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standsicherheit</li> <li>Anlenkung / freie Be-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestaltung Anhebestellen für Hebe-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltbedingungen</li> <li>Umwelt-/Gesundheits-</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>Technologische Möglichkeiten der Fertigung:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilabmessungen</li> <li>Fähigkeiten der Mitarbeiter</li> <li>Werkstoffwechselwirkungen</li> <li>...</li> </ul> </li> </ul> </div>						
<b>2b. Serienabhängige Randbedingungen</b>						
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Abmessungsbegrenzungen von Bauteilen zur Nutzung vorhandener Maschinen und Vorrichtungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auswahl der Werkstoffe und Halbzeuge</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung von Standard- bzw. Normteilen</li> <li>Einpassung in technologischen Fluss</li> </ul>	
<b>3. Bedingte Randbedingungen (Stand der Technik, Wünsche, ...)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimierte Platzverhältnisse</li> <li>Design</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Zugänglichkeit für Fügetechnologien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einhaltung der Leichtbauprinzipien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reinigungsfreundlichkeit</li> <li>Komfort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korrosionsschutzgerechte Konstruktion</li> <li>Vandalismusresistenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökologische Zukunftskonzepte</li> <li>Wirtschaftlichkeit</li> </ul>

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hauptabmessungen</li> <li>Vorgeschriebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lastannahmen</li> <li>Brandschutzvor-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>Durchbiegung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standsicherheit</li> <li>Anlenkung / freie Be-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestaltung Anhebestellen für Hebe-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltbedingungen</li> <li>Umwelt-/Gesundheits-</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung Standardisierungseffekte</li> <li>Instandhaltungskonzept</li> </ul>						
<b>2b. Serienabhängige Randbedingungen</b>						
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Abmessungsbegrenzungen von Bauteilen zur Nutzung vorhandener Maschinen und Vorrichtungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auswahl der Werkstoffe und Halbzeuge</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung von Standard- bzw. Normteilen</li> <li>Einpassung in technologischen Fluss</li> </ul>	
<b>3. Bedingte Randbedingungen (Stand der Technik, Wünsche, ...)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimierte Platzverhältnisse</li> <li>Design</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Zugänglichkeit für Füge-technologien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einhaltung der Leichtbauprinzipien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reinigungsfreundlichkeit</li> <li>Komfort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korrosionsschutzgerechte Konstruktion</li> <li>Vandalismusresistenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökologische Zukunftskonzepte</li> <li>Wirtschaftlichkeit</li> </ul>

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

## 1. Kostensenkung

- Mehrfachanwendung von Komponenten = Reduzierung Material- und Produktionskosten
- ↘ Geringe Betriebskosten insb. bei Energieverbrauch und Wartung

## 2. Limit für Investitionen

- Mehrfachanwendung von Komponenten = Reduzierung Einmalkosten Entwicklung / Fertigung

## 3. Verkürzen von Lieferzeiten

- Mehrfachanwendung von Komponenten = Verkürzung Entwicklungszeiten und „time to market“
- ↘ Geringere „Lernphase“ bei Produktionseinführung

## 4. Verbesserung der Qualität

- Wiederverwendung zuverlässiger und erprobter Systeme
- ↘ Verringerung Fehlerhäufigkeit in Produktion

**„Die Standardisierung von Systemen und Prozessen in der Produktentwicklung ist eine strategische Aufgabe.“**

*(Quelle: nach Marek, Orellano, ...: Energieeffiziente Schienenfahrzeuge und Standardisierung in ETR 59(2010)10)*

## Plattformkonzept:

Fahrzeug mit einheitlichen Baugruppen so gestalten, dass sie kurzfristig und kostengünstig neuen Marktanforderungen angepasst werden können

### 1. Festlegen der Bauprinzipien

z.B. Zugkonzept, Material, Bauweise Wagenkasten, ...

Basis: Stand der Technik

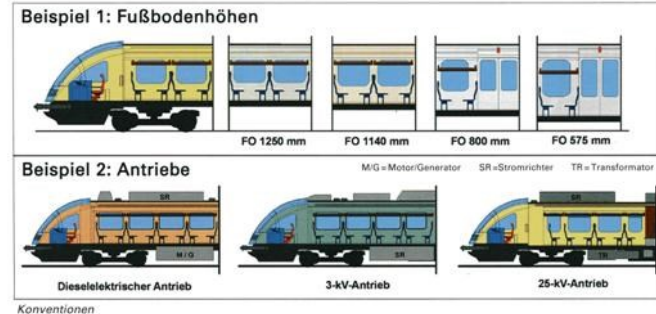
Ziel: Aufwands-/Kostenoptimierung



### 2. Formulierung von Konventionen zur Bildung des Fahrzeugs (Anleitung zum Zusammenbau)

z.B. Abteilmaße, Breite, Einstiegsgestaltung, Achslasten, ...

Ziel: maximale Variantenvielfalt bei minimalem Entwicklungs-/Konstruktionsaufwand



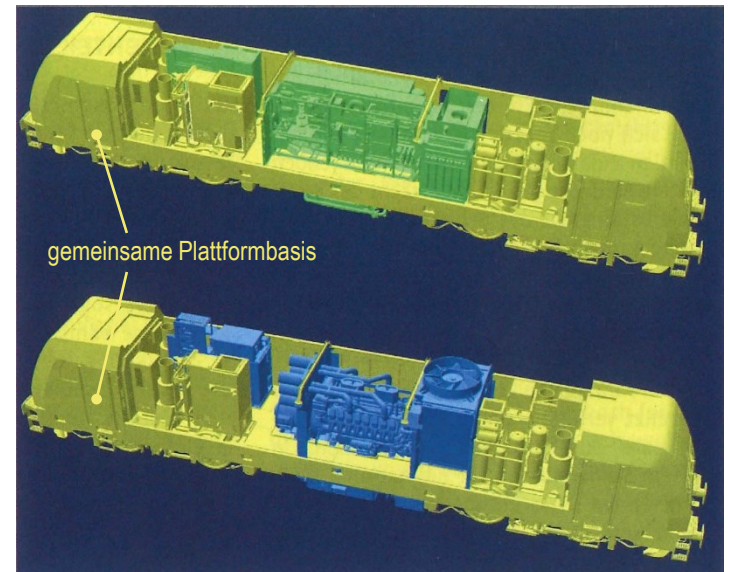
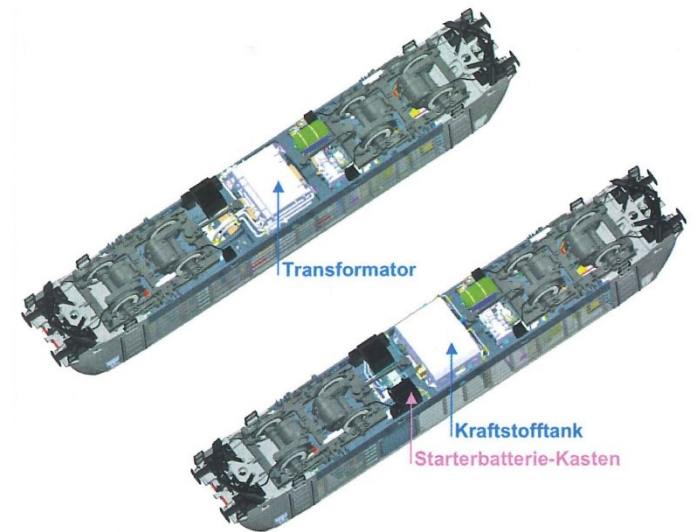
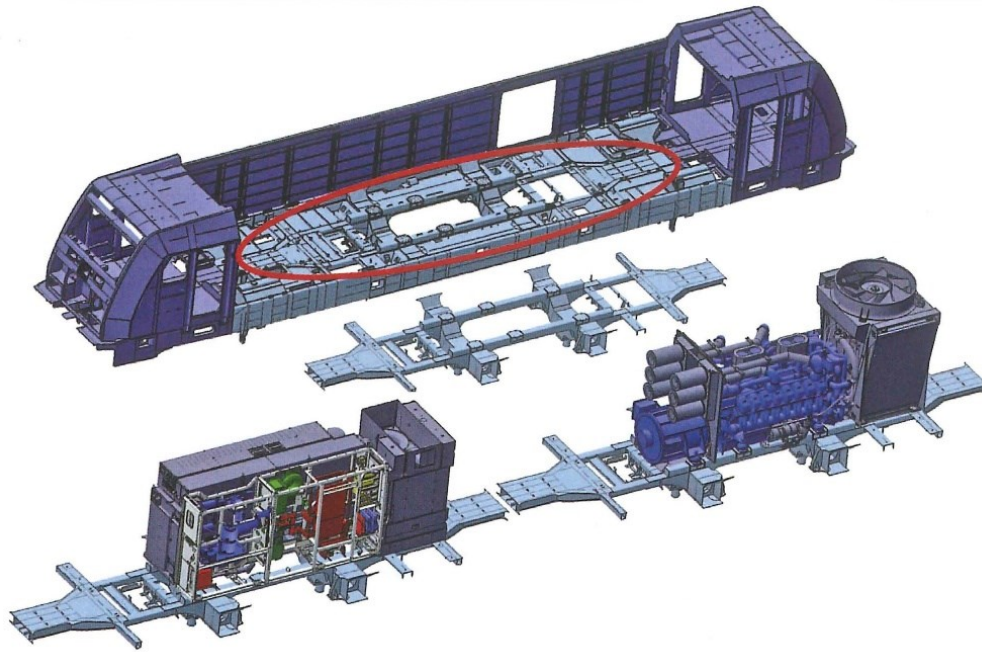
### 3. Definition des Modulbaukastens

Festlegung der Module und Schnittstellen



(Quelle: Hödl, Karch: ZEV+DET Glas. Ann. 124(2000)2/3)

# Folie TRAXX-Lokplattform

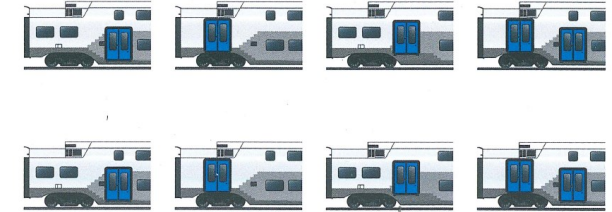
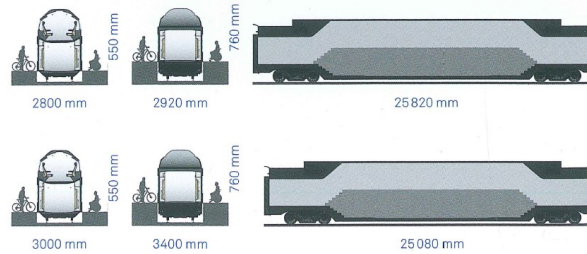


(Quelle: Buscher u.a.: ETR 55(2006)9)

# Folie KISS-Plattform

## FLEXIBLES KASTENSYSTEM

Zur Wahl stehen zwei Wagenkastenlängen (25 080 und 25 820 mm), diverse Wagenbreiten und -höhen für die unterschiedlichen Lichtraumprofile. Der KISS weist einen hohen Niederfluranteil auf und ist bei den Wagenübergängen stufenfrei begehbar. Die Fahrzeuge erfüllen auch für unterschiedliche Bahnsteighöhen von 550 und 760 mm die TSI PRM. Bis zu vier Einstiegstüren pro Wagen für einfachen Zu- und Ausstieg reduzieren die Fahrgastwechselzeiten. Die Türen können an unterschiedlichen Orten platziert werden.



### KISS160/200



<b>Spurweite</b>	1435 mm
<b>Fahrzeugbreite</b>	2800 mm
<b>Fahrzeughöhe</b>	4595–4630 mm
<b>Lichtraumprofil</b>	EN 15273 G2/D2 AB EBV D2-V3
<b>Speisespannung(en)</b>	1.5 kV DC / 3 kV DC / 25 kV 50 Hz AC / 15 kV, 16.7 Hz AC

### KISS GOST160



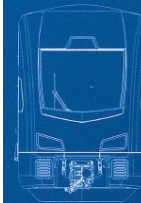
<b>Spurweite</b>	1520 mm
<b>Fahrzeugbreite</b>	3400 mm
<b>Fahrzeughöhe</b>	5240 mm
<b>Lichtraumprofil</b>	Profil T gemäss Gost 9238-2013
<b>Speisespannung(en)</b>	25 kV, 50 Hz AC, DC 3kV

### KISS Nordic160/200



<b>Spurweite</b>	1435 mm
<b>Fahrzeugbreite</b>	2920 mm
<b>Fahrzeughöhe</b>	4695 mm
<b>Lichtraumprofil</b>	EN 15273-2 S Ea. DE3 4C
<b>Speisespannung(en)</b>	15 kV, 16.7 Hz AC

### KISS USA 160



<b>Spurweite</b>	1435 mm
<b>Fahrzeugbreite</b>	3000 mm
<b>Fahrzeughöhe</b>	4840 mm
<b>Lichtraumprofil</b>	Composite dyn. envelope M.P.02–M.P.3.1
<b>Speisespannung(en)</b>	25 kV, 50 Hz AC

(Quelle: Stadler: Broschüre KISS, Innotrans 2018)

## ***Aufwand und Kosten werden vermieden, wenn durch Nutzung von Standards***

- Begriffe unzweideutig definiert,
- Lasten- und Pflichtenhefte mit geringerem Aufwand und fehlerfrei erstellt,
- Neu-, Anpass- und Spezialentwicklungen vermieden,
- Preise durch Wettbewerb und höhere Stückzahlen reduziert,
- Produkte ausgereifter und zuverlässiger gestaltet,
- Teile tauschbar gemacht und damit der Ersatzteillagerung reduziert,
- der Prüfaufwand klein und die Prüfergebnisse nicht fehl interpretiert,
- geeignete Werkstoffe verwendet,
- Unfälle und ihre Folgekosten vermieden,
- Zulassungsverfahren problemlos durchgeführt,
- Prozesse, Arbeitsverfahren und ihre Ergebnisse richtig umgesetzt,
- nachteilige Festlegungen in Normen verhindert und
- Kenntnisse und Fähigkeiten gewonnen und verwendet

***werden können.***

HI

## Verbände wollen Fahrzeug-Standardisierung

**SPNV** | Der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) und die Bundesarbeitsgemeinschaft Schienenpersonennahverkehr (BAG-SPNV) haben in einem gemeinsamen Papier „Fahrzeug 2020+“ Leitlinien für weitere Standardisierungen bei SPNV-Fahrzeugen definiert. Die Verbände hoffen, durch eine standardisierte Ausstattung die Wirtschaftlichkeit von SPNV-Fahrzeugen zu verbessern, da sie dadurch flexibler einsetzbar und kostengünstiger in der Instandhaltung seien. Die Eckpunkte eines „Fahrzeug 2020+“ umfassen unter anderem folgende Anforderungen:

- **Kuppelbarkeit:** Die Flotten beziehungsweise verschiedenen Baureihen sollen untereinander mechanisch und elektrisch kuppelbar sein, im ersten Schritt mindestens zwischen Fahrzeugen gleicher Antriebskonzepte. Die beiden Verbände wollen dabei auch selbst Schnittstellen entwickeln beziehungsweise definieren, wenn die Industrie diese Aufgabe nicht annimmt.
- **Höhe der Einstiegsbereiche:** Die Einstiegsbereiche der Fahrzeuge sollen auf eine Bahnsteighöhe von 55 oder 76 cm niveaugleich ausgelegt werden, in S-Bahn-Systemen auch auf 96 cm.
- **Flexible Innenausstattung:** 1. und 2. Klasse sollen nachträglich schnell angepasst werden können. Auch die Sitzabstände sollen mit geringem technischen und wirtschaftlichem Aufwand (z. B. durch Cantilever-Bestuhlung) veränderbar sein.
- **Komfort für Reisende:** Gepäckaufbewahrung für mindestens die Abmessungen des Handgepäcks im Luftverkehr und mindestens eine Universaltoilette in einer durchgängigen Einheit sind Anforderungen der Verbände. Außerdem sollen Mehrzweckabteile für Fahrräder sowie Kinderwa-

gen/Rollstühle eingeplant werden, wenn möglich getrennt.

- **Türen:** Die lichte Durchgangsbreite der Türen sollte je Türspur auf 65 cm festgelegt werden, bei einer Höhe von 210 cm. Die Fahrzeughersteller sollen dabei je Wagenkasten die Auswahl zwischen verschiedenen Türanzahlen beziehungsweise Türabständen lassen. Außerdem sollen die Türen möglichst gleichmäßig verteilt sein.
- **Fahrzeuggrößen:** Bei Standardfahrzeugen wünschen sich die Verbände möglichst mittelgroße Einheiten (bei Dieselfahrzeugen Zwei- und Dreiteiler, bei Elektrofahrzeugen Drei- bis Fünfteler).
- **Kameras:** Alle Fahrzeuge sollen mit Videoaufzeichnungsgeräten mit mindestens 90% Ausleuchtung des Innenraums ausgestattet werden.
- **Nutzbarkeit von Fahrgast-Elektronik:** Auf einen Standard wollen sich die Verbände nicht festlegen. Sie fordern jedoch eine möglichst unterbrechungsfreie Nutzung von Internet und Telefon durch die Fahrgäste.
- **Sonstige Ausstattung:** Während die Verbände Fahrscheinautomaten im Zug für entbehrlich halten, sehen sie Bedarf an Fahrgastzähleinrichtungen.

Laut VDV und BAG-SPNV sind die Hauptadressaten dieser Überlegungen die Fahrzeughersteller. Der Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) begrüßt gegenüber der ETR die Initiative. Die Hersteller plädierten sei: langem dafür, die Fahrzeugbeschaffung für den Schienennahverkehr weitgehend zu vereinfachen. Es sei sehr sinnvoll, mit Plattformansätzen größere, kostengünstigere Serienbestellungen zu erreichen. Sinnvoll wäre auch, die Standardisierung mit einer Innovationsförderung für Bahnprojekte zu verbinden. (dr)

(Quelle: ETR 65(2016)10, S. 6)

## Mit Standards das Beste herausholen

Die Mittel für den Schienenpersonennahverkehr (SPNV) sind nicht unerschöpflich. Standardisierte Fahrzeuge können helfen, mit dem vorhandenen Geld das Optimum für Kunden, Unternehmen und Auftraggeber zu erzielen. Mit Eckpunkten für das „Fahrzeug 2020+“ wenden sich die Bundesarbeitsgemeinschaft der Aufgabenträger des SPNV sowie der VDV jetzt an die Hersteller.

### Fahrzeuggänge

Die Züge müssen optimal an Bahnsteiglängen und Kurvenradien angepasst sowie bei schwacher und starker Nachfrage hinreichend wirtschaftlich sein. Deshalb sollten Standardfahrzeuge möglichst mittelgroß gebaut sein – also Dieseltriebzüge zwei- oder dreiteilig und Elektrofahrzeuge drei- bis fünfteilig beziehungsweise mit zum Beispiel 200, 400 oder 600 Sitzplätzen.

en die-  
halb der  
ße, wie  
immen  
ckstbi-  
traum.



### Kuppelbarkeit

Flotten beziehungsweise Züge unterschiedlicher Baureihen müssen untereinander mechanisch und elektrisch kuppelbar sein. Nicht nur bei Störungen können nur so Alternativen genutzt werden sowie Flotten nach Bedarf auch langfristig zusammengestellt und erweitert werden.

Sie sind das A und O im Nahverkehr auf der Schiene: Mit den Fahrzeugen steht und fällt die Wirtschaftlichkeit des Betriebs. Und sie prägen nachhaltig das Bild, das sich aktuelle und künftige Kunden vom SPNV machen.

„20 Jahre nach der Bahnreform haben wir zwar einen modernen Fahrzeugpark erreicht, allerdings gibt es immer ausstattungsseitiges und auch wirtschaftliches Verbesserungspotenzial. Bahnen und Aufgabenträger sehen sich hier gefordert, die Standardisierung voranzutreiben“, erläutert Dr. Martin Henke, Geschäftsführer Eisenbahn beim VDV. Deshalb haben der VDV und die Bundesarbeitsgemeinschaft der Aufgabenträger des Schienenpersonennahverkehrs (BAG-SPNV) definiert, wie sie sich das rollende Material der Zukunft vorstellen. Unter dem Titel „Fahrzeug 2020+“ wenden sie sich mit einem Leitbild an die Hersteller. Es fasst die wesentlichen Anforderungen an Technik, Design und Ausstattung (siehe Infografik) zusammen. „Die gemeinsamen Leitlinien von VDV und BAG-SPNV stellen einen ersten Schritt hin zu harmonisierten Zielsetzungen dar und geben einen wichtigen Impuls für vereinheitlichte Anforderungen an die Schienenfahrzeuge der Zukunft.“ Das sagt Kai Daubertshäuser, Vize-Präsident der BAG-SPNV, mit Blick auf die im Nahverkehr begrenzt zur Verfügung stehenden Mittel.

Standardisierte Fahrzeuge können einen wesentlichen Beitrag leisten, um den SPNV attraktiv zu halten und dauerhaft zu finanzieren. Bereits im laufenden Betrieb lassen sie sich flexibler einsetzen und kostengünstiger instand halten. Eine Kernforderung ist hierbei die baureihenübergreifende Kuppelbarkeit der Fahrzeuge. Auch damit kann das Risiko des Wiedereinsatzes wirksam gemindert und so die Wirtschaftlichkeit insgesamt verbessert werden.

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauträume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Optimale Fahrzeuge“ – <i>auch hinsichtlich Design!</i></li> <li>• Konstruktion ↔ Technologie</li> </ul>						
<b>3. Bedingte Randbedingungen (Stand der Technik, Wünsche, ...)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierte Platzverhältnisse</li> <li>• Design</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit für Fügetechnologien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhaltung der Leichtbauprinzipien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinigungsfreundlichkeit</li> <li>• Komfort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosionsschutzgerechte Konstruktion</li> <li>• Vandalismusresistenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologische Zukunftskonzepte</li> <li>• Wirtschaftlichkeit</li> </ul>

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>• Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastannahmen</li> <li>• Brandschutzvorschriften</li> <li>• Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>• Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>• Durchbiegung</li> <li>• Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standsicherheit</li> <li>• Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbedingungen</li> <li>• Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>• Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>• Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leichtbau → s. Kap. 4. Leichtbau</li> <li>• funktionell = zweckmäßig</li> <li>• komfortabel</li> </ul>						
<b>3. Bedingte Randbedingungen (Stand der Technik, Wünsche, ...)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierte Platzverhältnisse</li> <li>• Design</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit für Fügetechnologien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhaltung der Leichtbauprinzipien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinigungsfreundlichkeit</li> <li>• Komfort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosionsschutzgerechte Konstruktion</li> <li>• Vandalismusresistenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologische Zukunftskonzepte</li> <li>• Wirtschaftlichkeit</li> </ul>

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

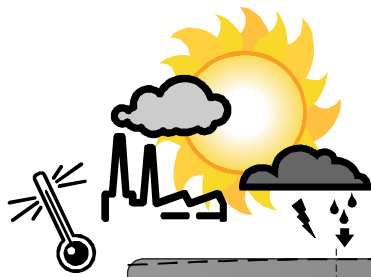
# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hauptabmessungen</li> <li>Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>Einbauträume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lastannahmen</li> <li>Brandschutzvorschriften</li> <li>Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>Durchbiegung</li> <li>Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standsicherheit</li> <li>Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltbedingungen</li> <li>Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Beachtung Gestaltungsaspekte Korrosionsschutz</li> <li>Zugänglichkeit Instandhaltungsbereiche</li> <li>Außenbeschichtung</li> </ul>						
<b>3. Bedingte Randbedingungen (Stand der Technik, Wünsche, ...)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimierte Platzverhältnisse</li> <li>Design</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Zugänglichkeit für Fügetechnologien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einhaltung der Leichtbauprinzipien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reinigungsfreundlichkeit</li> <li>Komfort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korrosionsschutzgerechte Konstruktion</li> <li>Vandalismusresistenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökologische Zukunftskonzepte</li> <li>Wirtschaftlichkeit</li> </ul>

(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

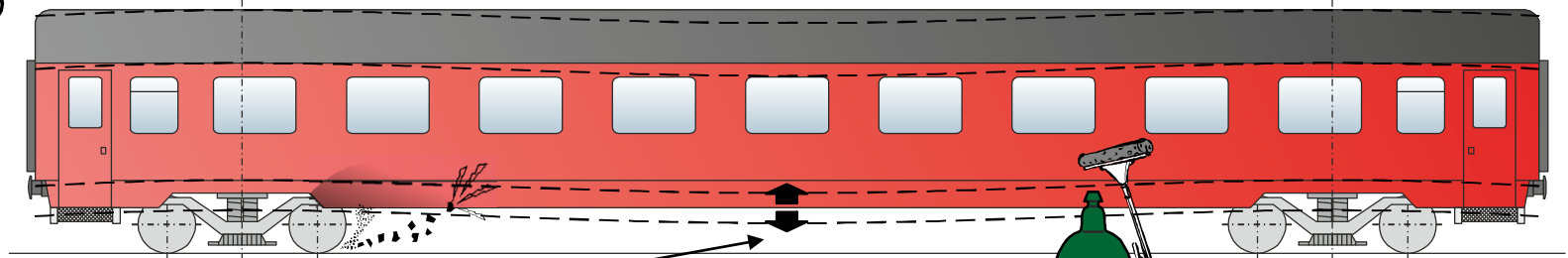
- Vermeidung:
  - Hohlräume
  - Kältebrücken
  - Überlappungen, Dopplungen
  - scheuernde Verbindungen
- Werkstoffauswahl:
  - Wechselwirkungen beachten
  - korrosionsbeständige Werkstoffe, wo sinnvoll
  - Korrosionsschutzbeschichtung, wenn nötig
- „uralte“ Waggonbau-Probleme:
  - Kantenschutz
  - Fußbodenabdichtung
  - nicht durchgeschweißte Verbindungen (z.B. Hohlräume, Dach-Seitenwand)
  - Feuchtigkeitsdiffusionen

# Folie Beanspruchung Außenbeschichtung



## Witterung und Atmosphäre

- UV-Strahlung
- Temperatur
- Niederschlag
- Luftverunreinigung



## Nutzung

- mechanisch (Steinschlag)
- dynamisch (Biegung und Schwingung)
- Bremsstaub
- Öl / Fett / Fahrdrahtabrieb

## Reinigung

- mechanisch (Bürsten)
- chemisch (Reinigungsmittel)
- Häufigkeit und Intensität

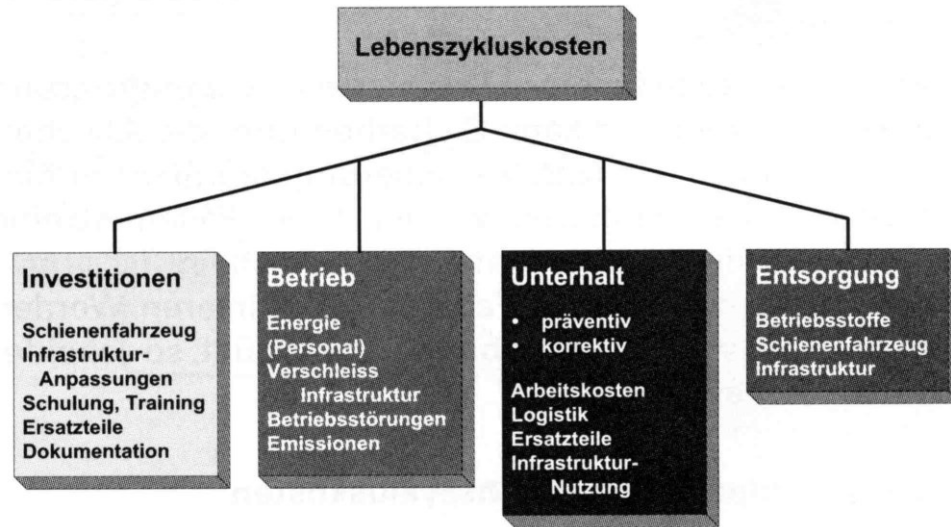
## mögliche Folgeschäden bei unzureichender Außenbeschichtung

- Punktkorrosion, Plattenrost, Durchrostungen
- Verlust statischer Eigenschaften der Fahrzeuge
- Verlust des verkehrswerbenden Äußeren
- ggf. vorzeitige Verschrottung der Fahrzeuge

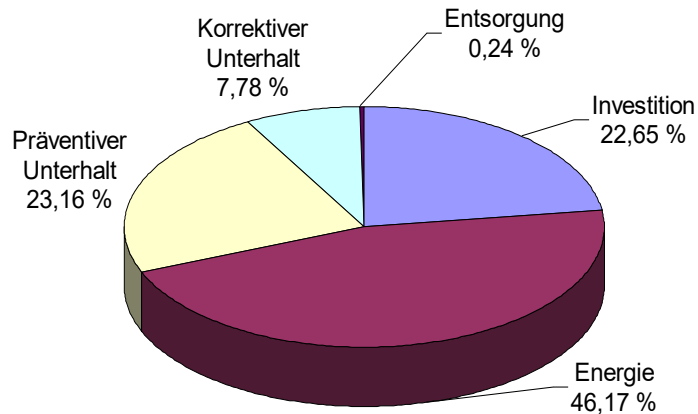
# Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
<b>1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hauptabmessungen</li> <li>Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente</li> <li>Einbauträume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lastannahmen</li> <li>Brandschutzvorschriften</li> <li>Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grenzen der Herstellungsgenauigkeit</li> <li>Verarbeitbarkeit der Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Festigkeit/Steifigkeit</li> <li>Durchbiegung</li> <li>Verwindungssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standsicherheit</li> <li>Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltbedingungen</li> <li>Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz</li> <li>Vorschriften zur Entsorgung</li> <li>Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl</li> </ul>
<b>2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>ganzheitliche ökologische Betrachtung</li> <li>Wirtschaftlichkeit über Gesamtlebensdauer → LCC</li> </ul>						
<b>3. Bedingte Randbedingungen (Stand der Technik, Wünsche, ...)</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimierte Platzverhältnisse</li> <li>Design</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Zugänglichkeit für Fügetechnologien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einhaltung der Leichtbauprinzipien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reinigungsfreundlichkeit</li> <li>Komfort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korrosionsschutzgerechte Konstruktion</li> <li>Vandalismusresistenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökologische Zukunftskonzepte</li> <li>Wirtschaftlichkeit</li> </ul>

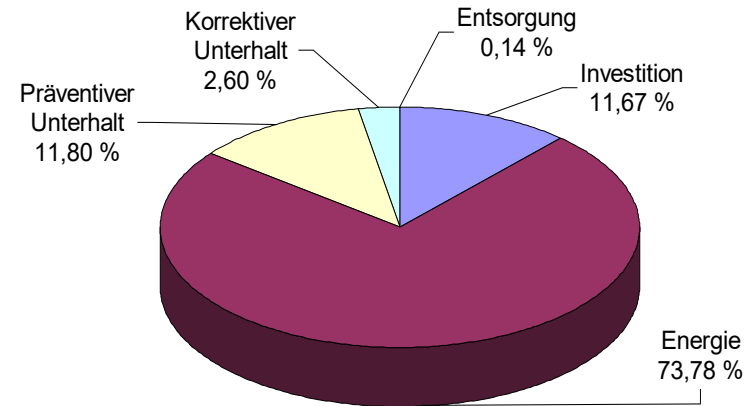
(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)



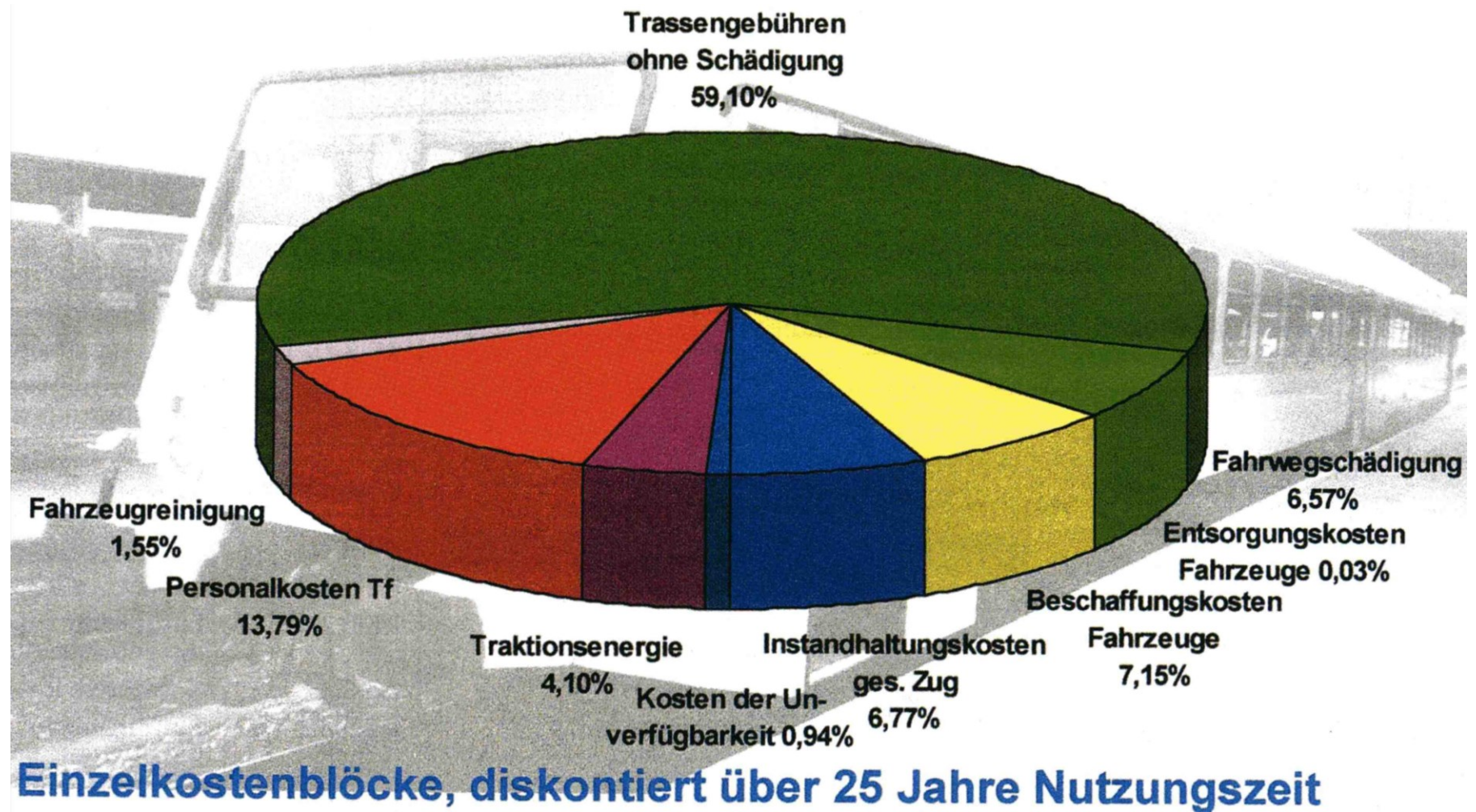
### LCC Personenzuglokomotive



### LCC Güterzuglokomotive



(Quelle: Trümpi: ZEV+DET Glas. Ann. 122(1998)9/10)

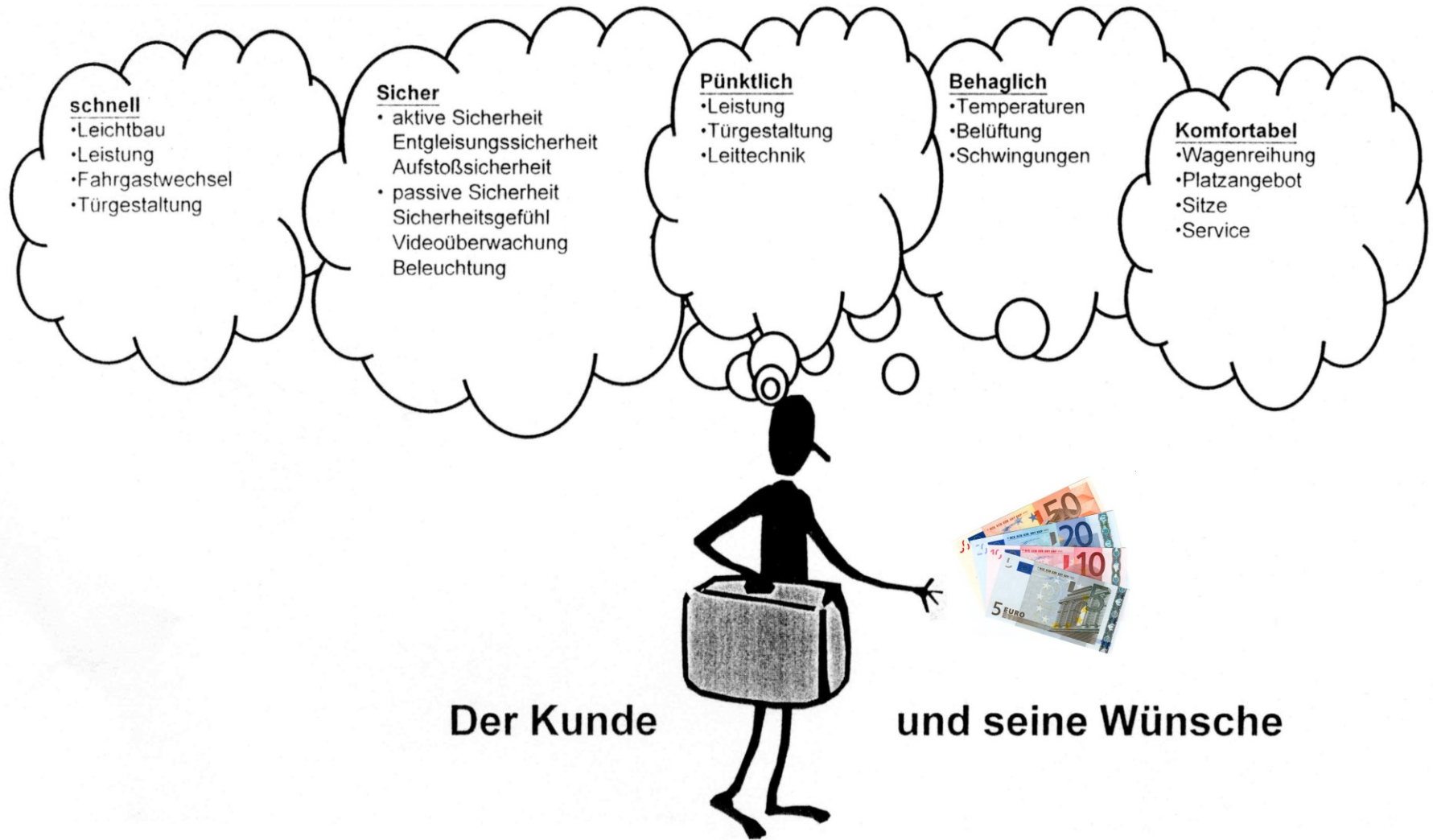


(Quelle: Wolter: ETR 49(2000)1/2)



(Quelle: Abschlusspräsentation BAHNKREIS)

# Folie Wünsche des Kunden



(Quelle: Abschlusspräsentation BAHNKREIS)

# Folie Anforderungen an Öffentlichen Personen-Nahverkehr aus Kundensicht


Frage: Welche Anforderungen würden Sie als Kunde an einen leistungsfähigen öffentlichen Personen-Nahverkehr stellen?  
Wie wichtig sind für Sie folgende Merkmale?

Anteil in %	Erhebung 2006				
	sehr wichtig	eher wichtig	weniger wichtig	gar nicht wichtig	Mittelwert*
Pünktlichkeit	69	28	3	1	1,36
Sicherheit an Haltestellen und in Fahrzeugen	60	34	6	1	1,47
einheitliches und übersichtliches Fahrpreissystem (z.B. Verbundtarif)	58	34	6	1	1,51
Anschluss- und Übergangssicherheit	56	37	6	1	1,52
dichter und regelmäßiger Taktfahrplan	56	35	7	1	1,54
Sauberkeit an Haltestellen und in Fahrzeugen	42	46	11	1	1,71
kurze Reisezeiten	38	45	15	2	1,81
ausreichende Sitzmöglichkeiten	38	43	18	2	1,84
aktuelle Fahrgastinformationen und Serviceleistungen	31	45	20	4	1,96
moderne und komfortable Fahrzeuge	22	49	26	3	2,09
Park & Ride Plätze (Autoparkplatz z.B. an Endhaltestellen)	29	39	20	12	2,16
Möglichkeit, ein Fahrrad mitzunehmen	24	32	26	18	2,38

\* Durchschnitt der jeweiligen Bewertungen (Codes von 1 bis 4): Je kleiner der Mittelwert, desto wichtiger ist der Punkt.

(Quelle: BMU: Umweltbewusstsein in Deutschland 2006)

# Folie Vergleich Projekt- ↔ Produktgeschäft



Projektgeschäft	Produktgeschäft
<p>→ <b>früher:</b> nur wenige Staatsbahnen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Beschränkung auf wenige Baureihen, Standardisierung + lange Beschaffungszeiten (Beschaffung ET 420: 1969 – 1997 → 8 Bauserien)</li><li>• maßgebliche Beeinflussung des Projektes durch Bahngesellschaften</li><li>• komplette Neuentwicklungen nur alle 20-30 Jahre</li><li>• maßgeschneiderte Lösungen für spezielle Anforderungen</li></ul>	<p>→ <b>heute:</b> viele Verkehrsgesellschaften</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• mehr Nachfrager, aber weniger Fahrzeuge je Auftrag</li><li>• kurze Lieferzeit</li><li>• Nachfrage <u>nicht</u> mit ständig wiederkehrenden Neuentwicklungen, <u>sondern</u> nur mit quasi fertigen Produkten → auf Produktgeschäft abgestimmter Lösungsvorrat → <b>Plattformkonzept</b></li><li>• Hersteller muss Markt- und Kundenwünsche sowie Technologietrends kennen</li></ul>

*„Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum - hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem“*

→ 3 Kernziele:

1. Verlagerung von Transporten von Straße auf Schiene und Wasser
2. Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen (bis 2050 um 60 %)
3. Erhöhung der Mobilität auf dem Verkehrssektor (= europäisches Mobilitätsnetz)

→ *für Eisenbahnsektor*: 40 konkrete Maßnahmen und Vorschläge, u.a.:

- Verlagerung Personen- / Güterverkehrs bei Strecken ab 300 km von Straße → Eisenbahnen und Schiffe (30 % bis 2030; 50 % bis 2050)
- Personenluftverkehr unter 1000 km → Schiene
- Europäisches Eisenbahn-Kernnetz  
+ einheitlicher europäischer Eisenbahnverkehrsraum
- „Erhebliche“ Investitionen für Schienennetz + schrittweise Einführung neuer Fahrzeuge mit leisen Bremsen und automatischen Kupplungen

## Stoßrichtungen der Technikstrategie

vernetzt

international

kunden-  
orientiert

effizient

flexibel

sozial &  
ökologisch

## Übergeordnetes Handlungsfeld: Digitalisierung

■ Durchgängige  
**Transportketten**  
im System Bahn  
und **verkehrs-  
trägerüber-  
greifend**

■ **Harmonisierung  
Prozesse**  
(Betrieb,  
Instandhaltung)

■ **Harmonisierung  
Technik**  
(Infrastruktur,  
Fahrzeug)

■ **Individueller  
Kundenservice**

■ **Höhere Trans-  
portkapazitäten  
an Engpässen**

■ **Zustandsmoni-  
toring/ -prog-  
nose Technik**  
(Infrastruktur,  
Fahrzeug)

■ **Baukasten-  
systeme** (inklu-  
sive definierter  
Schnittstellen im  
Gesamtsystem)

■ **Effizienter  
Materialeinsatz**

■ **Schallreduktion**

■ **Energieeffizienz  
& Emissions-  
minderung**

■ **Gestaltung de-  
mografiefester  
Arbeitsplätze**

## Handlungsfelder der Technikstrategie

(Quelle: Prospekt DB Technikstrategie, DB AG, August 2015)



## **Wichtige Initiativen:**

- Mobilität 4.0
- Logistik 4.0
- Infrastruktur 4.0
- Produktion 4.0
- IT 4.0
- Arbeitswelten 4.0

## **Fokussierung auf:**

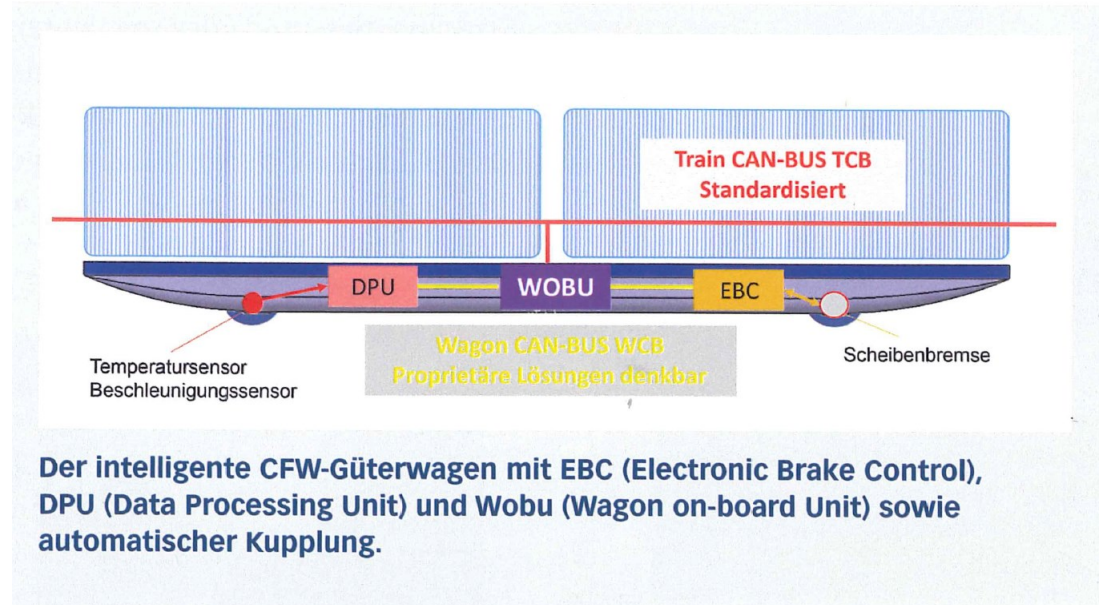
- Asset Intelligence
- Vernetzung
- Intelligente Steuerung
- Automatisierung

(Quelle: Prospekt DB Technikstrategie, DB AG, August 2015)

# Folie Innovativer Güterwagen

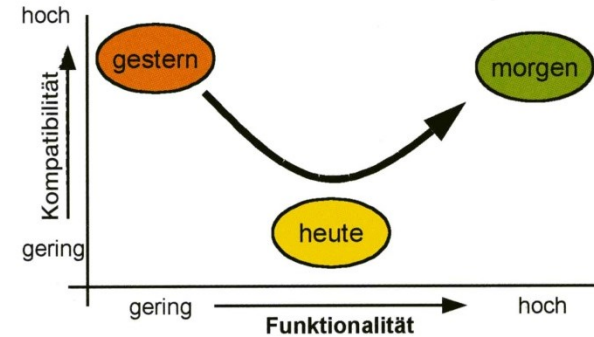
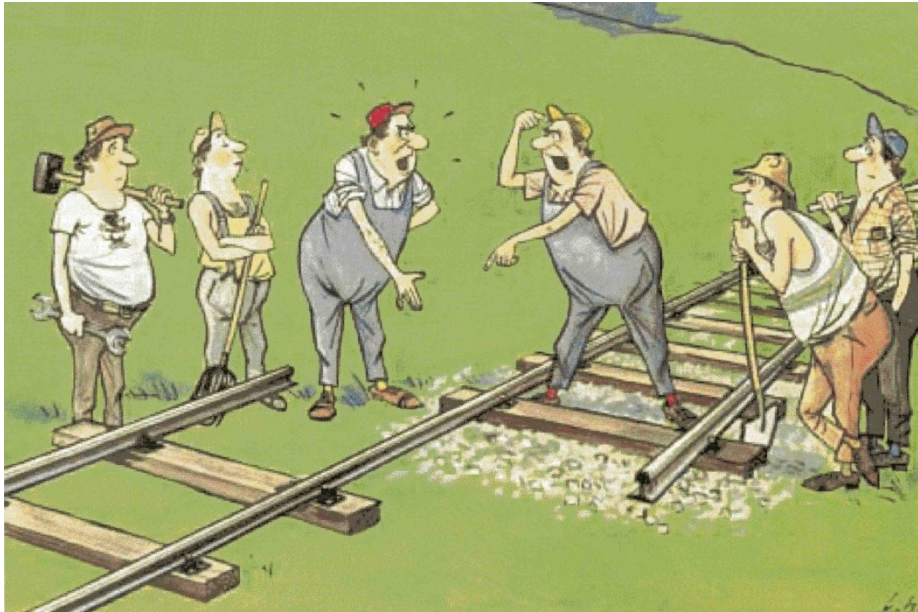
Der Güterwagen von morgen wird

- **leicht** in der Konstruktion sein,
- durch **Modularität** flexiblen Einsatz erlauben,
- mit Strom und Möglichkeiten der **Datenübertragung** (Kabel oder Funk) ausgerüstet sein,
- sich per Sensoren **selbst überwachen** und seine Daten in Systeme für **digitale Instandhaltung** einspeisen,
- seine genaue Ortung über Satellitennavigation (**GNSS**) bestimmen,
- seine Ortung in digitale Transportmanagementsysteme einspeisen und damit genaue Ankunftszeitprognosen (Calculated Time of Arrival - **CTA**) ermöglichen,
- Auskunft über den **Zustand der Fracht** geben
- sich durch Geofencing ankündigen, wenn er sich beispielsweise einer Entladestelle nähert,
- über eine **automatische Kupplung** koppel- und entkoppelbar sein und
- letztendlich auch in der Lage sein, **autonom** zu **fahren** (mit Eigenantrieb).



(Quelle: Rees: Güterwagen und Rangiertechnik: vernetzt und intelligent, RailBusiness Spezial, Juni 2019)

# Folie Technische Kompatibilität

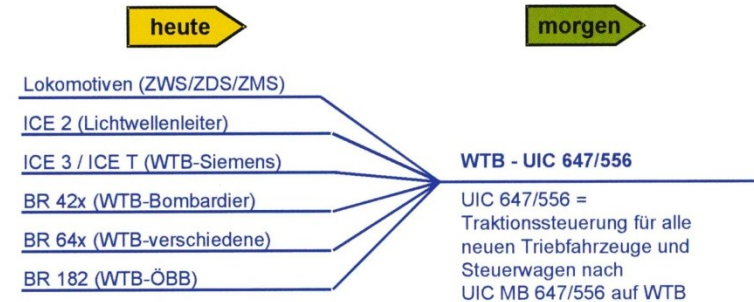


**gestern:**  
alle Fahrzeuge  
(Wagen und Loks  
beliebiger Her-  
steller)  
waren  
miteinander  
kuppelbar

**heute:**  
unterschiedliche  
Fahrzeuge sind  
vielfach **nicht**  
miteinander  
kompatibel und  
kuppelbar

**morgen:**  
alle neuen Fahrzeuge  
sind herstellerüber-  
greifend miteinander  
kuppelbar und steuerbar  
und somit flexibel  
einsetzbar

Beispiel: Traktionssteuerung



(Quelle: Ernst; Jünger; Krötz: Eisenbahntechnische Rundschau 53(2004)5)

# Wichtige Anforderungen und Randbedingungen für Tragwerksgestaltung

---

- Aufnahme und Weiterleitung von ...
  - ... Zug- und Druckkräften aus Eisenbahnbetrieb,
  - ... Belastungen aus Nutzlasten (Passagiere, Gepäck, Betriebsstoffe, Güter),
  - ... Aerodynamischen Belastungen aus Zugbegegnungen und Tunnelleinfahrten,
- Dauerfestigkeit; mindestens Betriebsfestigkeit,
- Vermeidung unzulässiger elastischer Verformungen (hohe Steifigkeit),
- Sicherung Überlebensraum für Passagiere bei Kollisionen,
- Ausreichende Strukturdämpfung für Biege- und Torsionsschwingungen,
- Biege- und Torsionseigenfrequenz außerhalb des Empfindlichkeitsbereichs des Menschen,
- Geringe Eigenmasse (Leichtbau),
- Rationelle Fertigung, günstige LCC-Kosten,
- Lange Gebrauchsdauer, geringe Korrosionsanfälligkeit,
- Umweltverträglichkeit bei Herstellung, Betrieb und Entsorgung,
- Einhaltung einer Vielzahl von Regeln & Vorschriften (TSI, EN, UIC, ...)

**Festigkeit / Steifigkeit**

**Kollisionssicherheit**

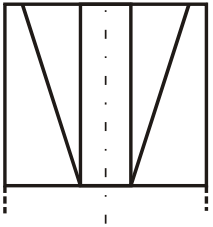
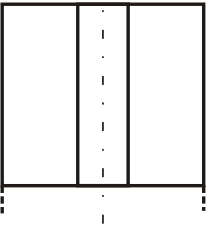
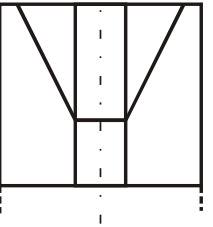
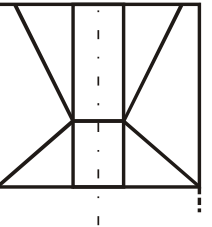
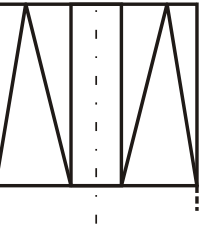
**Schwingungsverhalten**

**Wirtschaftlichkeit**

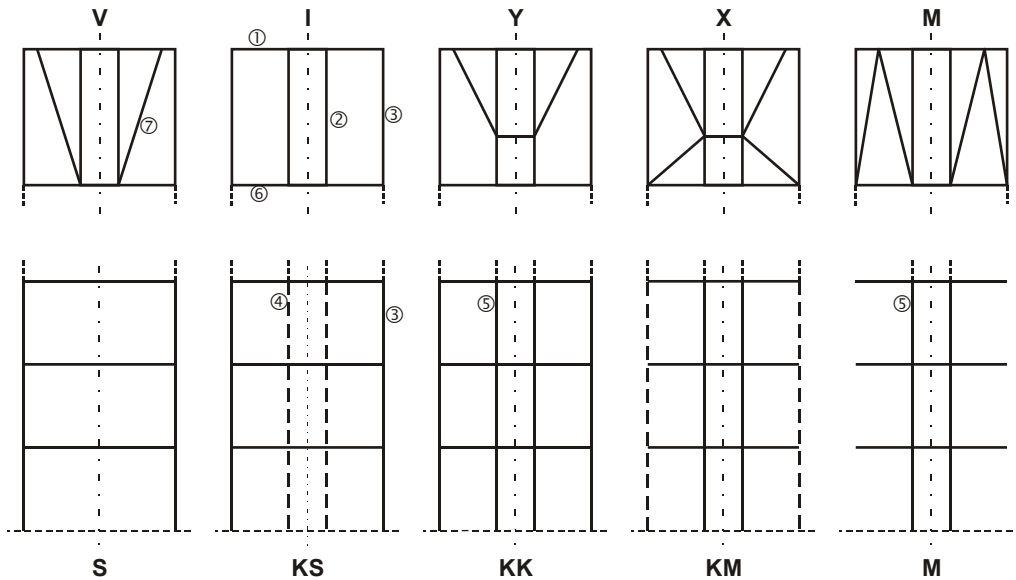
**Umwelt**

**Zulassung**

# Folie Grundformen Vorbau

	Typ V	Typ I	Typ Y	Typ X	Typ M
Bild					
Allg.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– häufigste Bauform</li> <li>– vor allem für Fzg. mit SP, die für AK vorbereitet sind, insb. 2achs. Universalwagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einsatz mit Schubfeldern</li> <li>– besonders für AK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– abgewandelter Typ V bei langen Vorbauten und Drehgestellfahrzeugen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Typ Y mit erhöhter Diagonalsteifigkeit</li> </ul>	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kraftaufteilung bei allen Lastfällen auf alle Langträger durch Anordnung der Diagonalstreben</li> <li>– Biege-Entlastung Hauptquerträger (Hqt)</li> <li>– Günstige Platzverhältnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– kurze Kraftleitungswege</li> <li>– einfache Herstellung</li> <li>– keine Behinderung der Drehgestellbeweglichkeit</li> <li>– beste Vorbauform, auch hinsichtlich Längsfederkonstante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– geringerer Materialeinsatz als M-, V-, X-Typ</li> <li>– weniger Schweißarbeiten als M-, X-Typ</li> <li>– günstige Platzverhältnisse (Drehgestellfreiheit)</li> <li>– beste Einflussnahme auf Längskraftverteilung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– gleichmäßige Kraftverteilung in alle Streben bei SP und AK</li> <li>– sehr hohe Diagonalsteifigkeit</li> <li>– gegenüber M-Typ größere Drehgestellfreiheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sehr gute Krafteinleitung durch SP</li> <li>– hohe Diagonalsteifigkeit</li> </ul>
Nachteile		<ul style="list-style-type: none"> <li>– geringe Diagonalsteifigkeit bei fehlenden Schublechen (dann Belastung Seitenlangträger nur über Biegung Kopfstück bzw. Hqt)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– hohe Fertigungskosten</li> <li>– großer Materialeinsatz</li> <li>– hoher Schweißaufwand</li> <li>– korrosionsbegünstigende Bauweise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sehr hoher und ungünstiger Schweißaufwand</li> <li>– viel Material</li> </ul>

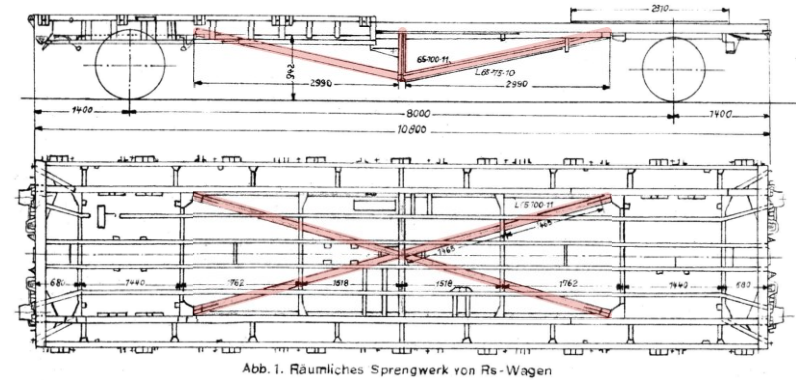
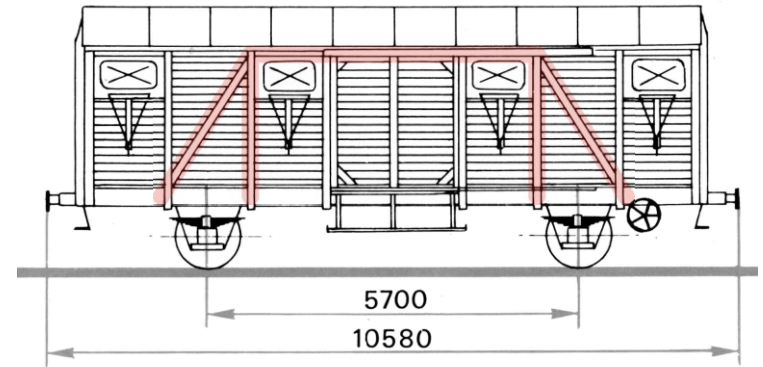
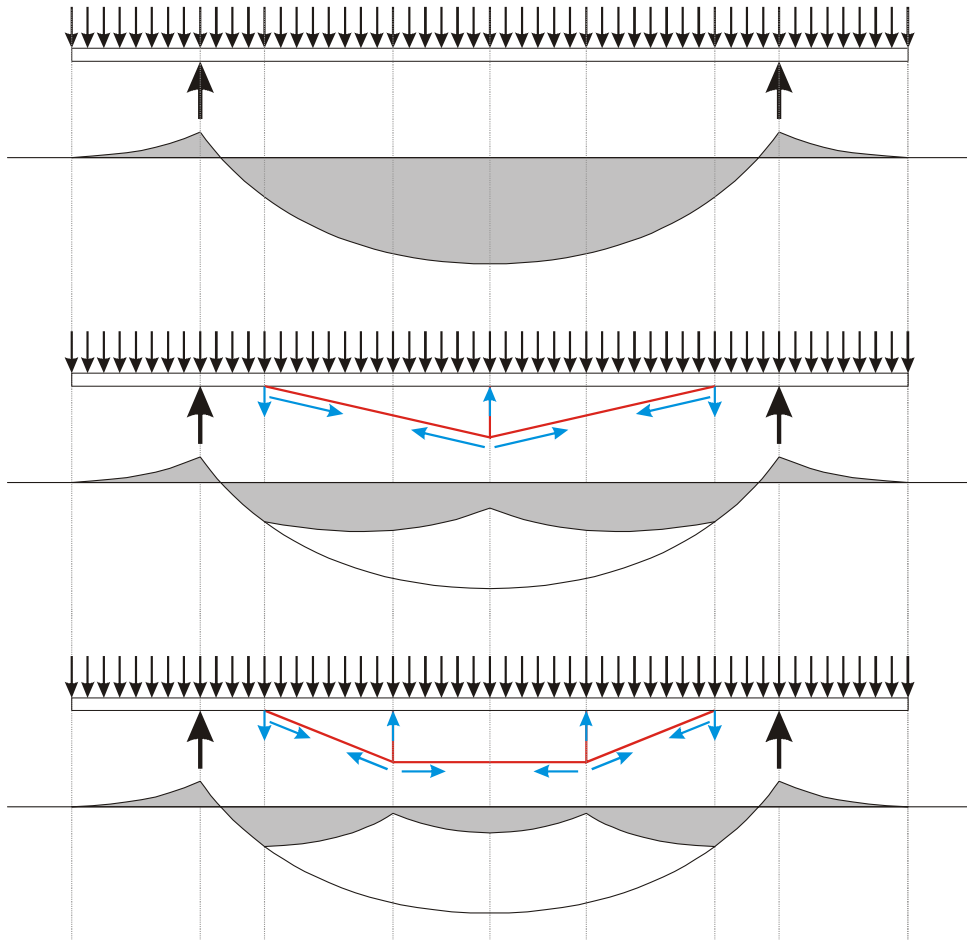
# Folie Tragwerksgestaltung Vorbau und Mittelteil



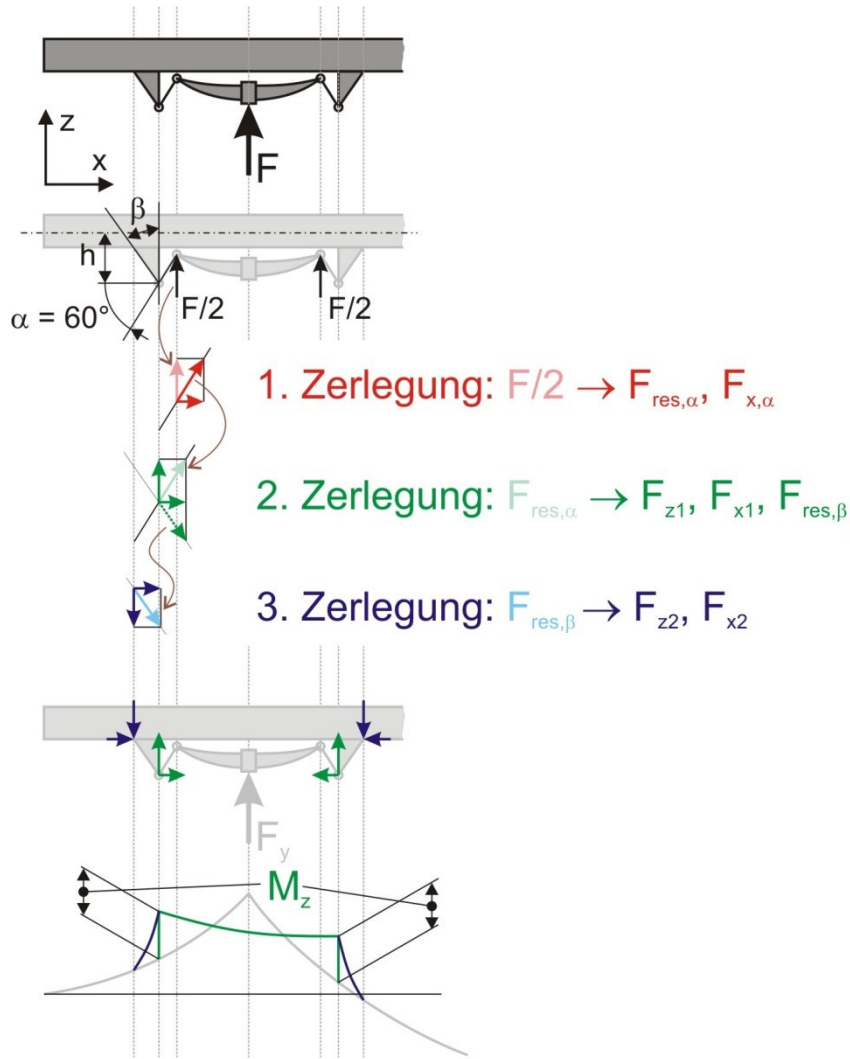
- ① Kopfstück bzw. Pufferträger
- ② Kupplungsträger
- ③ äußerer Langträger
- ④ mittlerer Langträger (Hilfslangträger)
- ⑤ Mittellangträger
- ⑥ Hauptquerträger bzw. Kupplungsquerträger
- ⑦ Diagonalstrebe

Vorbau	Langträgeranordnung	1			2		
		SP	SP/AK	AK	SP	SP/AK	AK
		Vorschlag aus Gründen guter Spannungsausnutzung aller Bauteile sowie hoher Längselastizität unter Berücksichtigung des Leichtbaus bei Belastung über			Vorschlag aus Gründen gleichmäßiger Längskraftbelastung der Langträger bei Belastung über		
I	S		(x)	(x)			
	KS						
	KK	x	x	x			
	KM						
	M	-	-	-			
Y,V	S	x	x	x			
	KS					x	x
	KK	(x)	x	x	x	x	x
	KM			(x)			
	M	-		-			

# Folie Biegemomentenverläufe bei vertikaler Belastung, Sprengwerk



# Folie Anlenkung freier Lenkradsatz



1. Zerlegung:

$$F_{res,\alpha} = \frac{F}{2 \cdot \sin \alpha}; \quad F_{x,\alpha} = \frac{F}{2} \cdot \cot \alpha$$

2. Zerlegung:

$$F_{z1} = \frac{F}{2}; \quad F_{x1} = \frac{F}{2} \cot \alpha; \quad F_{res,\beta} = \frac{F \cdot \cot \alpha}{2 \cdot \sin \beta}$$

3. Zerlegung:

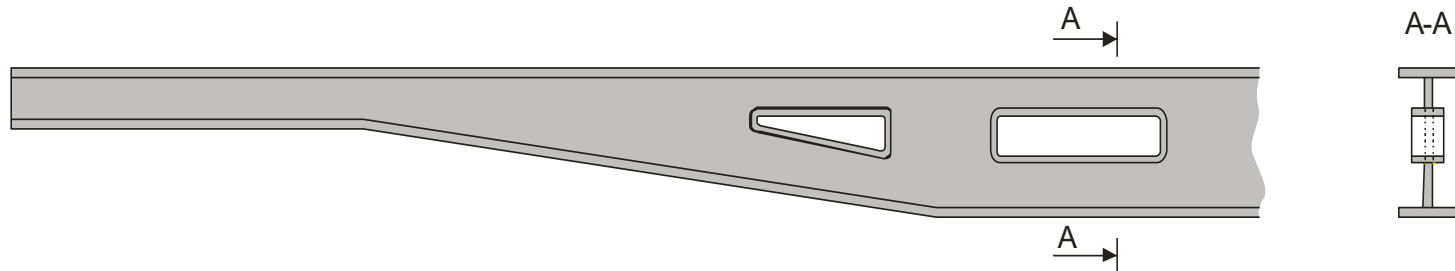
$$F_{z2} = \frac{F}{2} \cdot \cot \alpha \cdot \cot \beta \rightarrow \alpha = 60^\circ, \beta \approx 30^\circ : F_{z2} \approx \frac{F}{2}$$

$$F_{x2} = \frac{F}{2} \cdot \cot \alpha$$

Zusatzmoment:

$$M_z = \frac{F}{2} \cdot \cot \alpha \cdot h$$

# Folie Langträgergestaltung, an Biegemoment angepasst



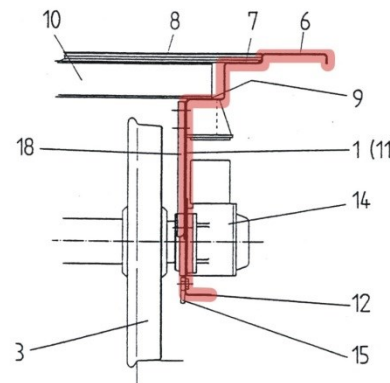
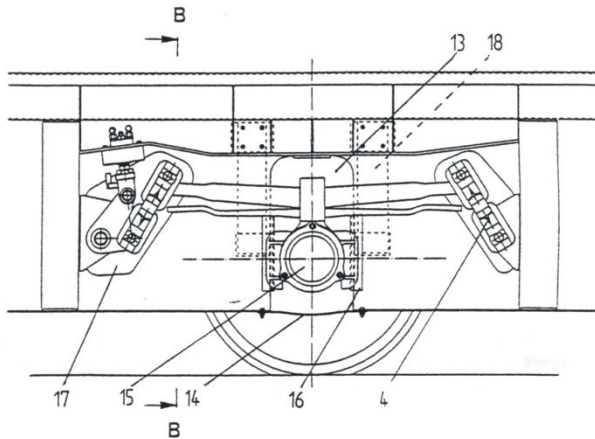
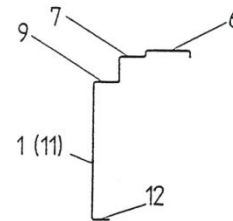
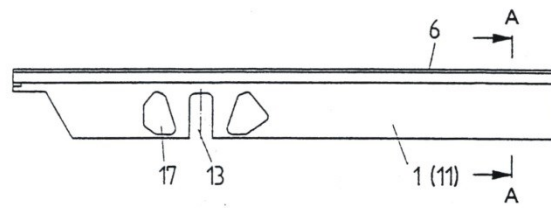
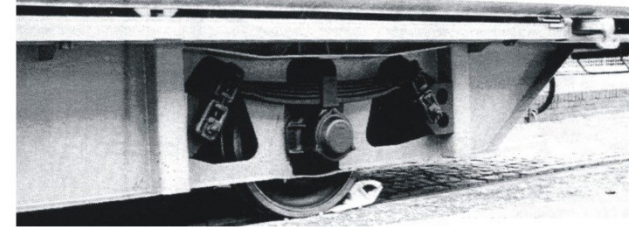
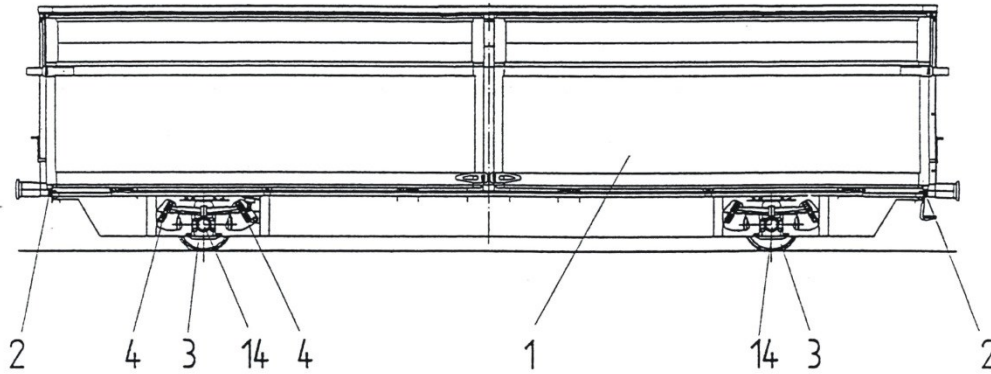
Sahlmpfst 713



Sgns 691



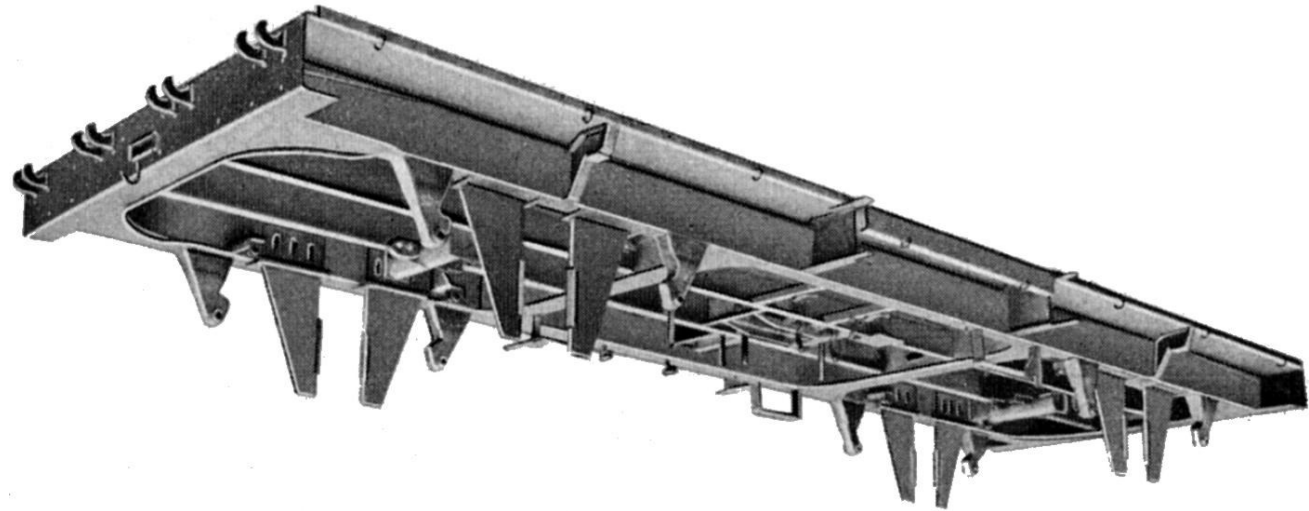
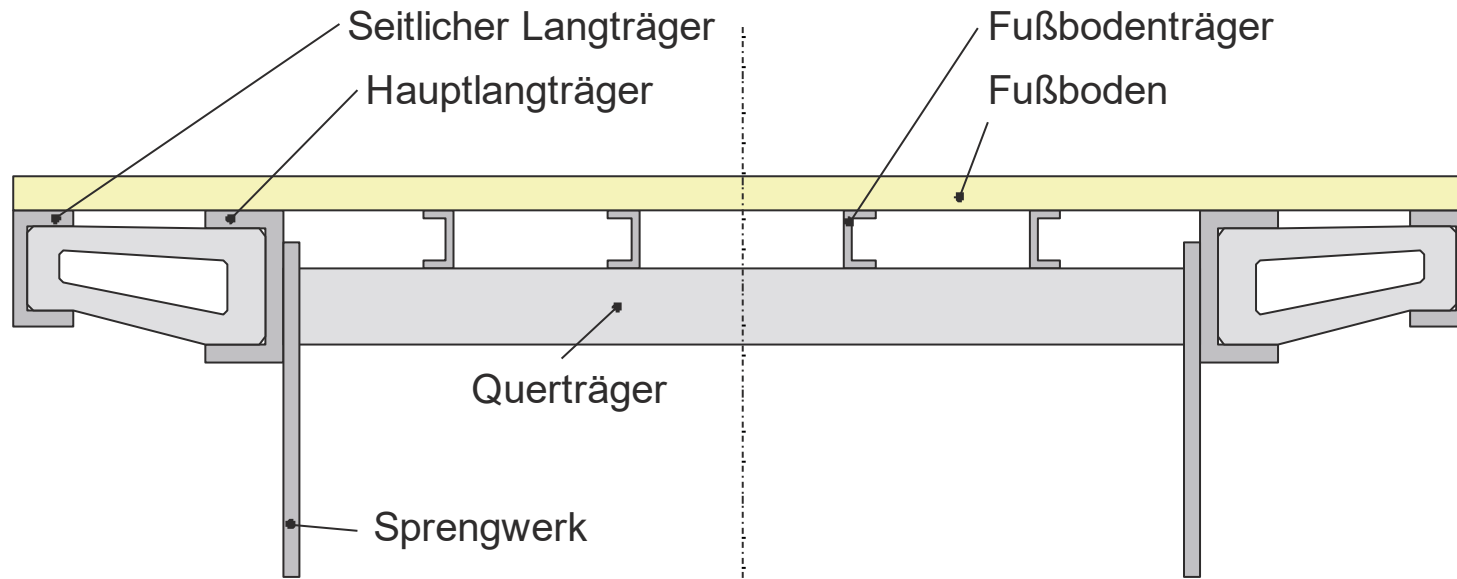
# Folie Patent Außenlangträger zweiachsige Güterwagen



- 1 Außenlangträger
- 2 Kopfstück
- 3 Radsatz
- 4 Federschake
- 6 oberste Stufe
- 7 mittlere Stufe
- 8 Auflage des Fußbodens
- 9 untere Stufe
- 10 Querträger
- 11 vertikaler Bereich
- 12 horizontale Abkantung
- 13 Ausschnitt Radsatzlagergehäuse
- 14 Radsatzlagergehäuse
- 15 Radsatzlagerschlüssel
- 16 Gleitführung
- 17 Öffnungen für Schaken
- 18 Federblätter (Innenseite)

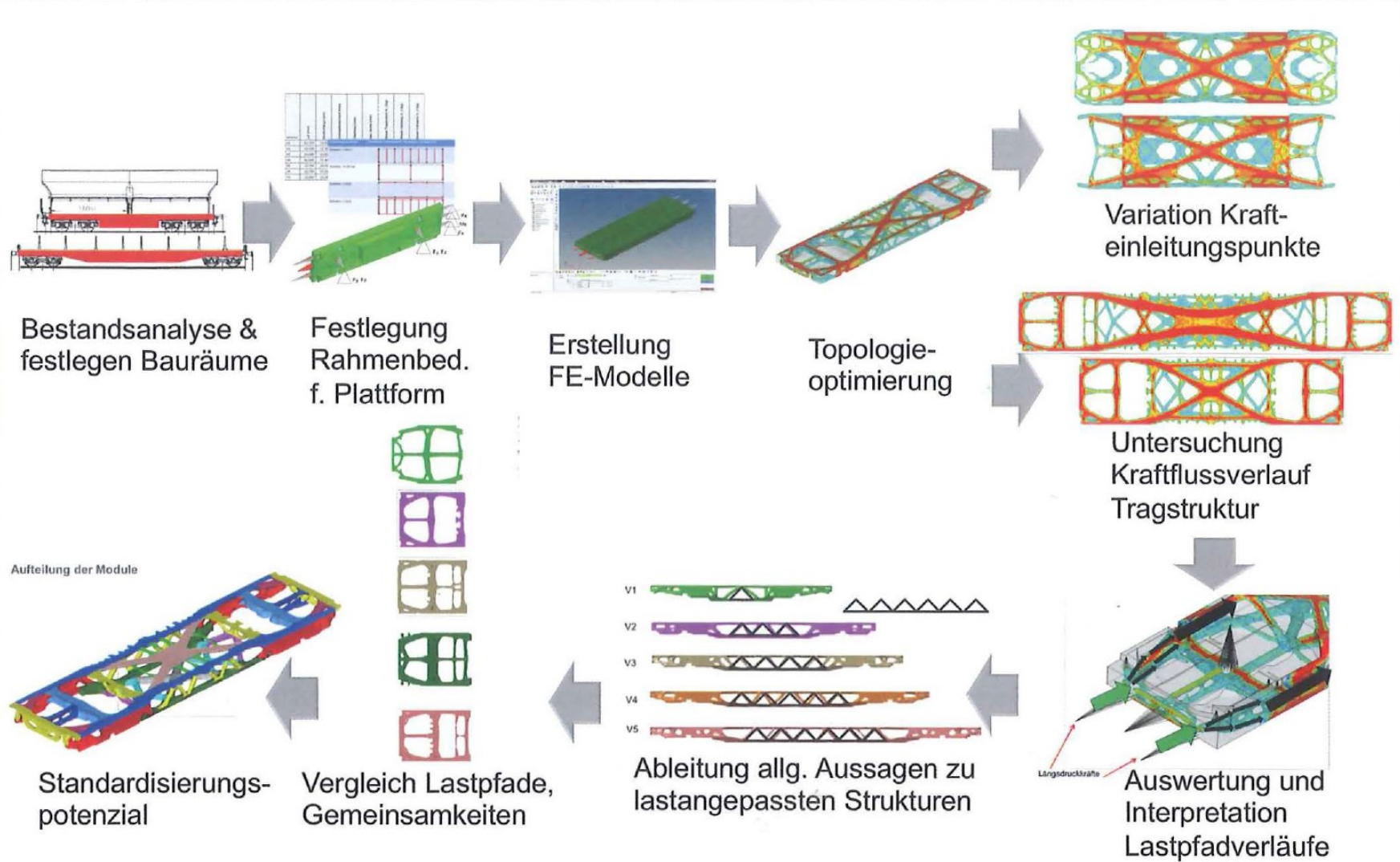
(Quelle: Güterwagen-Correspondenz 64/65(1998)3)

# Folie Querschnitt Tragwerk konventioneller 2achsiger Güterwagen



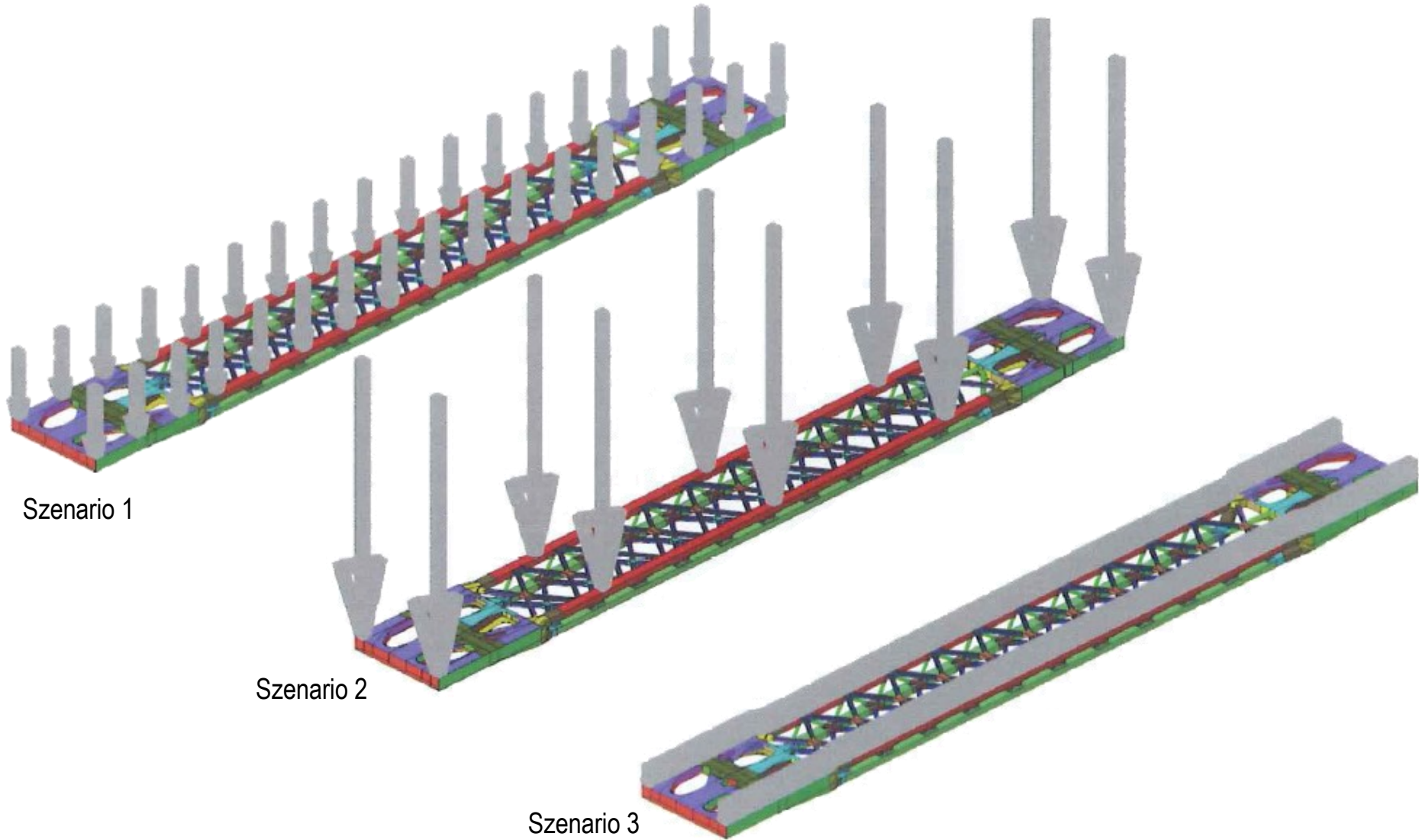
Omm 52

# Folie Multifunktionaler Güterwagen – Methodische Vorgehensweise



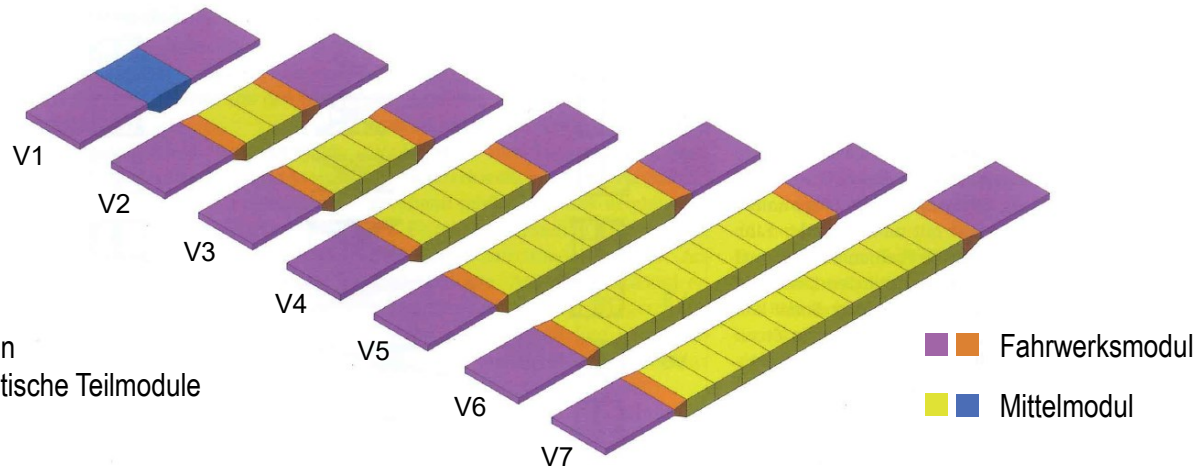
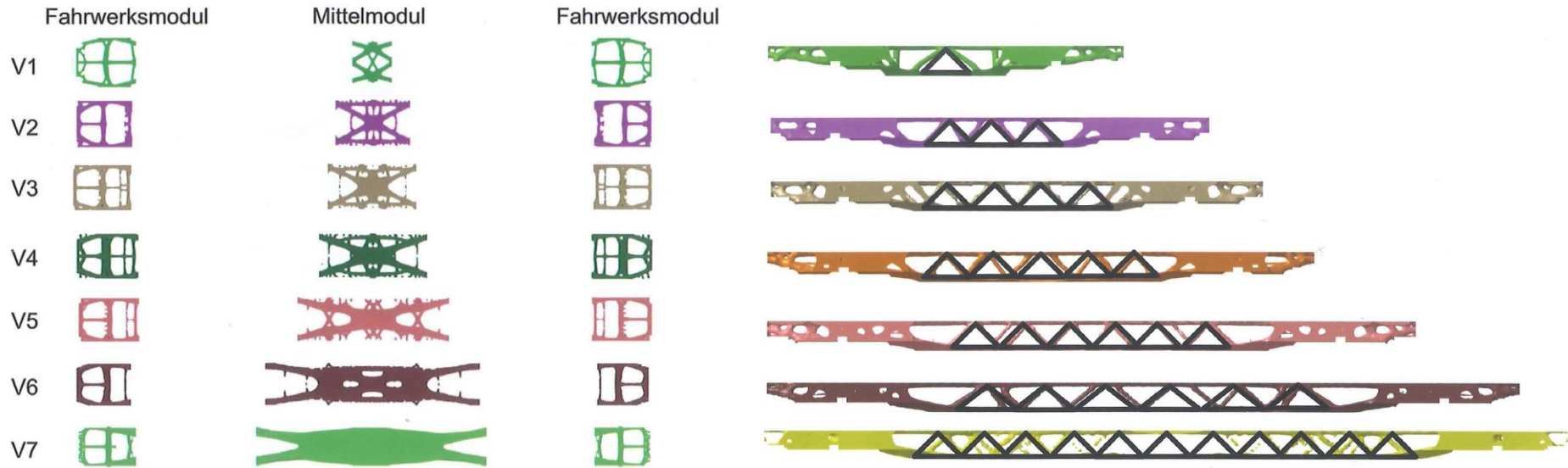
(Quelle: Lackhove, Schmidt, u.a.: Multifunktionaler Güterwagen: Plattform- und Modularitätskonzept, ZEVrail 143(2019)10)

# Folie Multifunktionaler Güterwagen – Zuladungsszenarien



(Quelle: Lackhove, Schmidt, u.a.: Multifunktionaler Güterwagen: Plattform- und Modularitätskonzept, ZEVrail 143(2019)10)

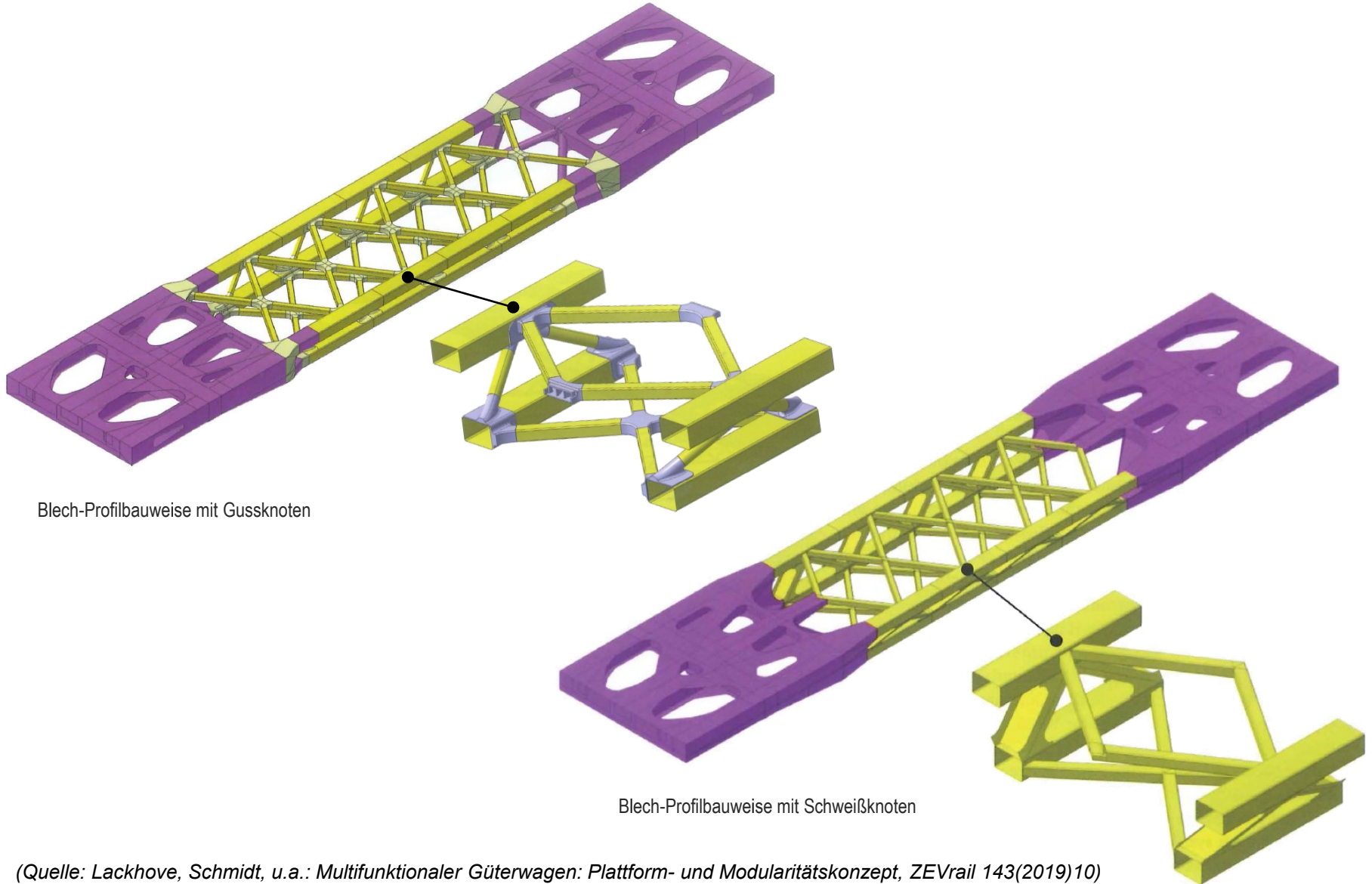
# Folie Multifunktionaler Güterwagen – Varianten der Tragstrukturmodule



Aufteilung der Module in wenige, strukturell identische Teilmodule

(Quelle: Lackhove, Schmidt, u.a.: Multifunktionaler Güterwagen: Plattform- und Modularitätskonzept, ZEVrail 143(2019)10)

# Folie Multifunktionaler Güterwagen – Tragwagenkonzept

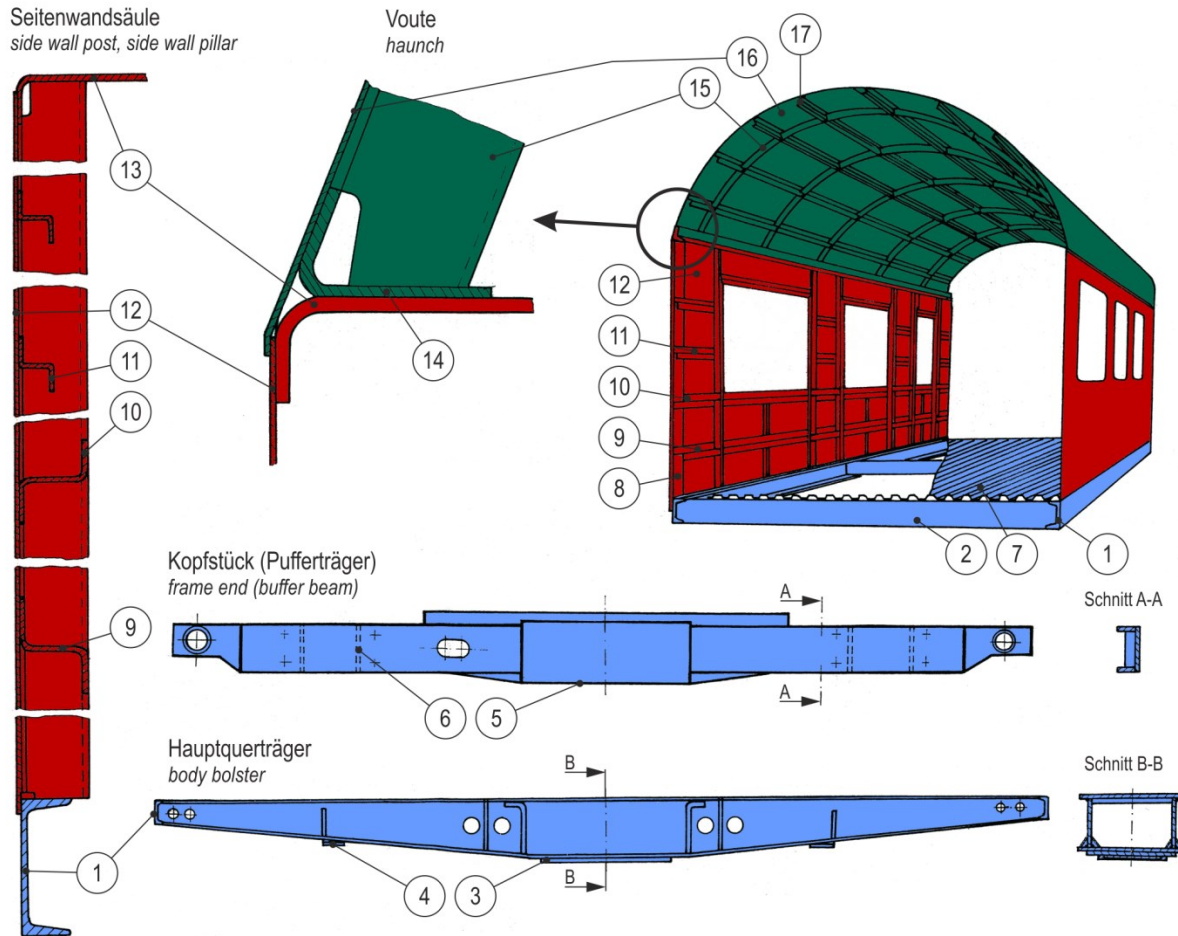


Blech-Profilbauweise mit Gussknoten

Blech-Profilbauweise mit Schweißknoten

(Quelle: Lackhove, Schmidt, u.a.: Multifunktionaler Güterwagen: Plattform- und Modularitätskonzept, ZEVrail 143(2019)10)

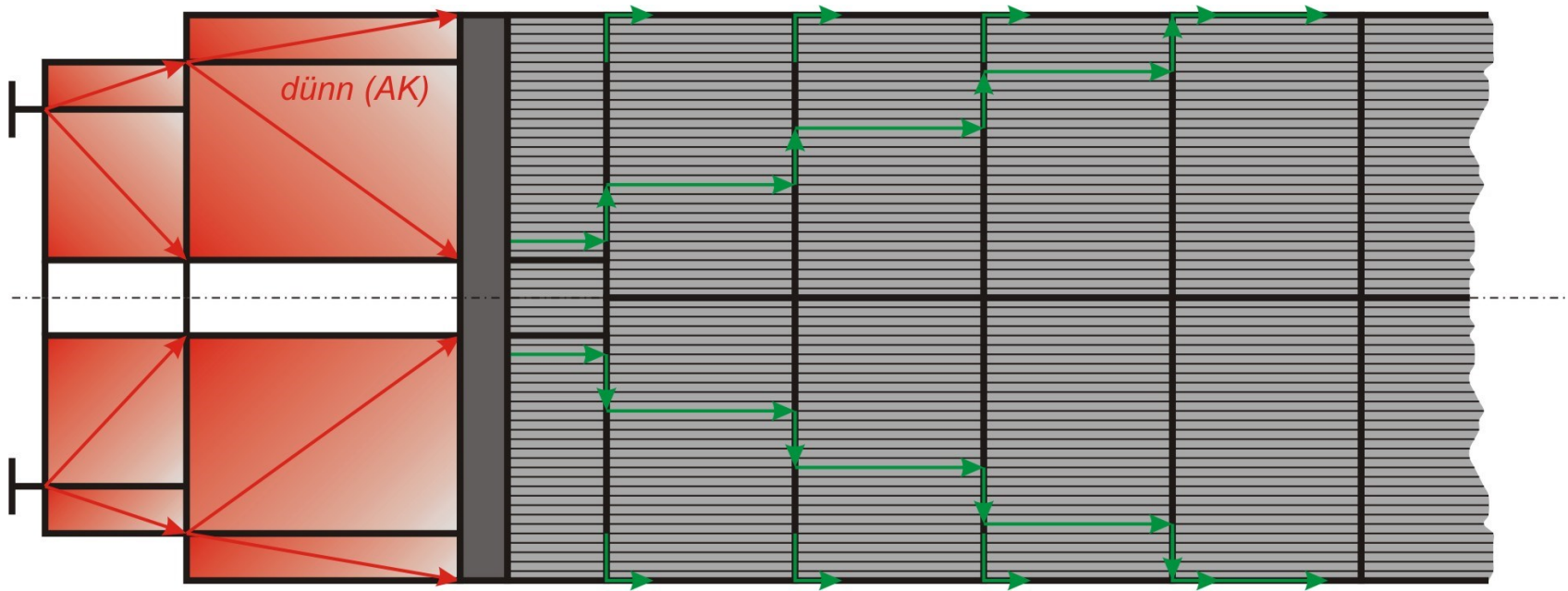
## Selbsttragender Reisezugwagenkasten single-shell coach body



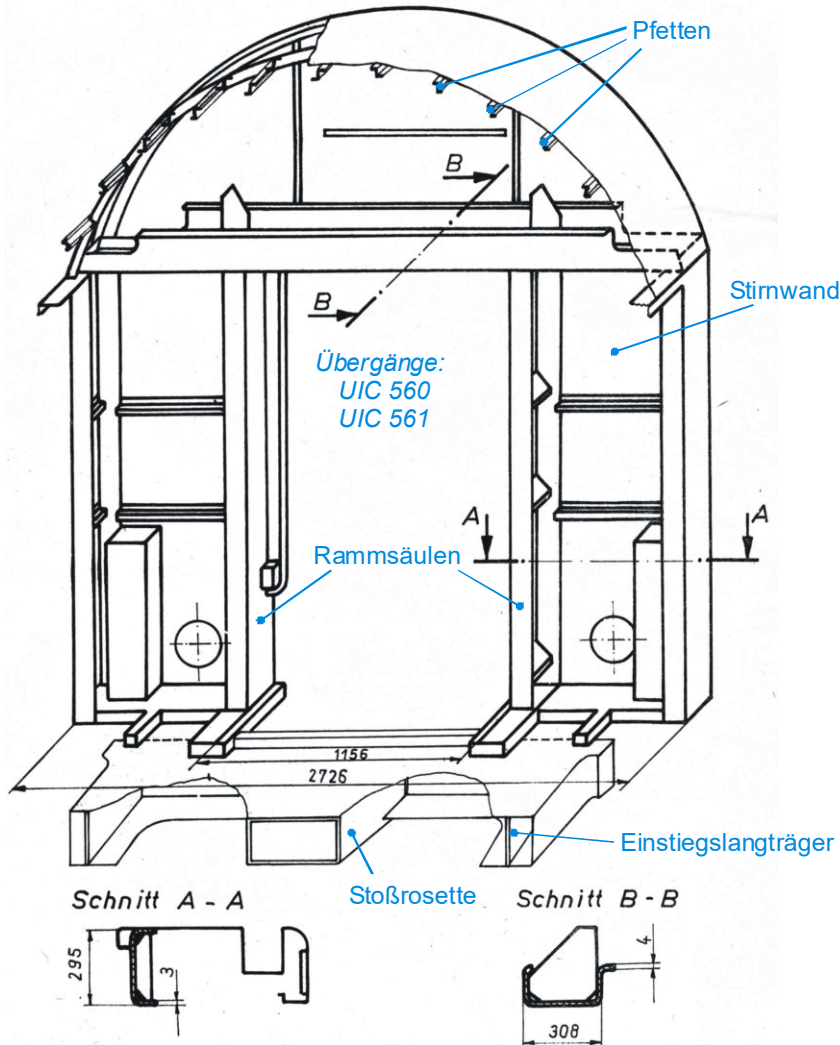
- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1 Seitliche Langträger - side-sill  | Untergestell<br>(under) frame |
| 2 Querträger - cross-bearer, crossbar   |                               |
| 3 Gurtplatte für Drehzapfen bzw. Drehpfannenoberteil - bogie pivot flange plate |                               |
| 4 Seitliche Abstützung - side support   |                               |
| 5 Stoßrosette - buffing gear cover plate  |                               |
| 6 Versteifungsrippen an Pufferbefestigungen - reinforcement ribs                |                               |
| 7 Sickenblech - corrugated sheet  |                               |
| 8 Seitenwandsäule - side wall post  | Seitenwand<br>side wall       |
| 9 Beulversteifung (Riegel) - (crossbar)   |                               |
| 10 Brüstungsleiste - waist moulding   |                               |
| 11 Beulversteifung - stiffening bulging   | Aufbauten<br>superstructure   |
| 12 Seitenwandblech - side wall sheeting   |                               |
| 13 Seitenwandobergurt - s.w. upper flange                                       |                               |
| 14 Dachgurt - roof flange   | Dach<br>roof                  |
| 15 Dachspiegel - roof-stick brace   |                               |
| 16 Dachblech - roof sheeting  |                               |
| 17 Pfette - roof beam   |                               |

13+14 = Seitenwandoberrahmen - cantrail

Wagenkasten  
vehicle body



# Folie Reisezugwagen: Gestaltung Stirnwand



**früher: Rammkonstruktion**

Datum/Ührzeit des Ausdrucks: 2025-04-29, 06:01:08

DEUTSCHE NORM

Januar 2025

DIN EN 15227

**DIN**

ICS 45.060.01

Ersatz für  
DIN EN 15227:2020-06

**Bahnanwendungen -  
Anforderungen an die Kollisionssicherheit von Schienenfahrzeugen;  
Deutsche Fassung EN 15227:2020+A1:2024**

Railway applications -  
Crashworthiness requirements for rail vehicles;  
German version EN 15227:2020+A1:2024

Applications ferroviaires -  
Exigences d'aptitude à la collision relatives aux caisses des véhicules ferroviaires;  
Version allemande EN 15227:2020+A1:2024

Gesamtumfang 58 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

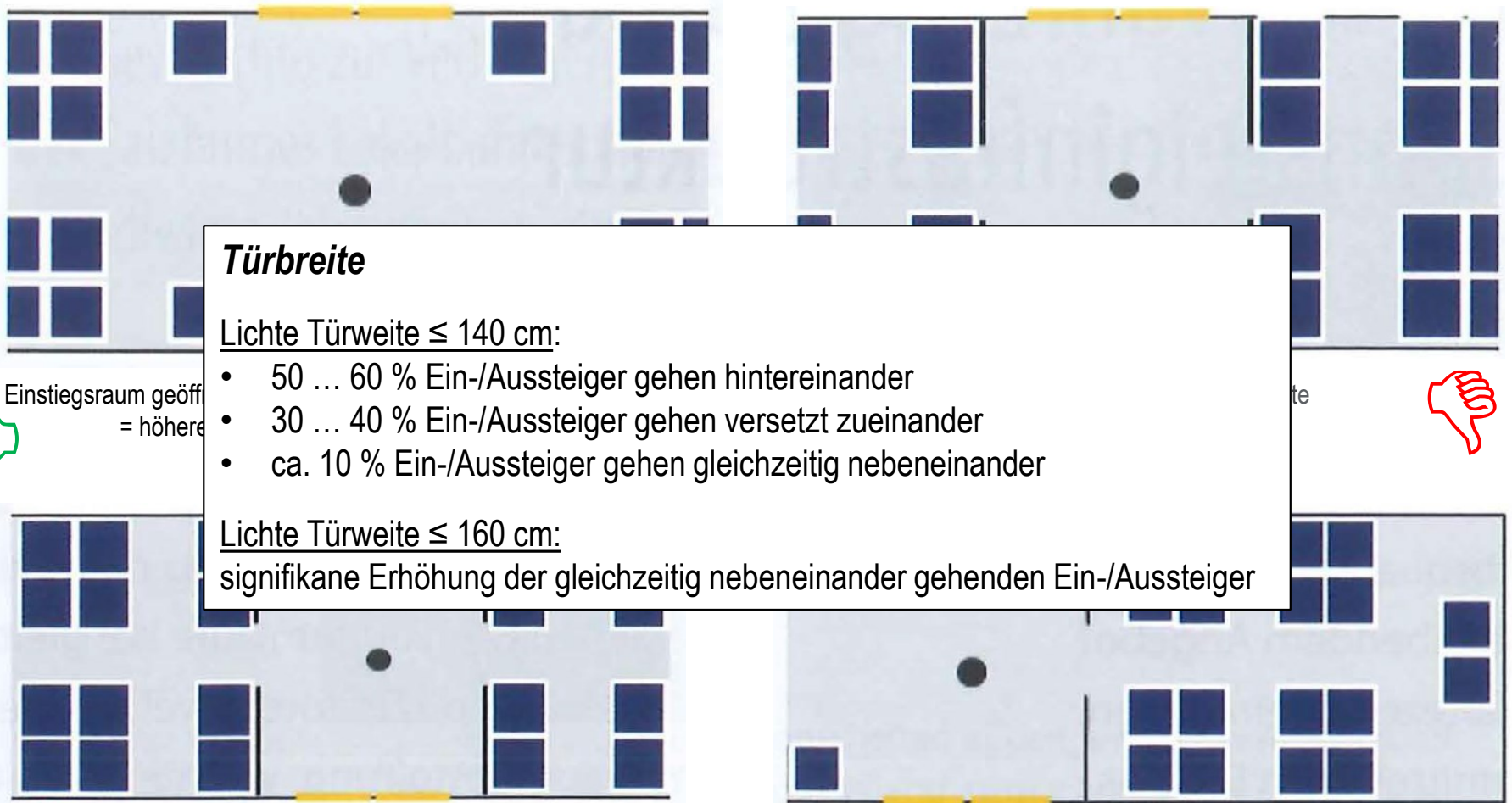
Printed copies are uncontrolled

© DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist Inhaber aller ausschließlichen Rechte für Deutschland - alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und welchem Verfahren, sind in Deutschland DIN e. V. vorbehalten. Für andere Länder hält DIN e. V. alle einfachen Rechte der Verwertung.  
www.din.de  
www.dinmedia.de

Alleinverlag durch DIN Media GmbH, 10772 Berlin

Firmenname: Sächsische Landesbibliothek - Staats- und UnBenutzername: lp\_user\_c2bc9202-67e9-49f9-ab60-15431cc29945

**heute: Kollisionssichere Konstruktion**



## ***Türbreite***

Lichte Türweite ≤ 140 cm:

- 50 ... 60 % Ein-/Aussteiger gehen hintereinander
- 30 ... 40 % Ein-/Aussteiger gehen versetzt zueinander
- ca. 10 % Ein-/Aussteiger gehen gleichzeitig nebeneinander

Lichte Türweite ≤ 160 cm:

signifikante Erhöhung der gleichzeitig nebeneinander gehenden Ein-/Aussteiger

Einstiegsraum geöffnet  
= höhere Auslastung



Kürzere Wege Einstieg-Sitzplatz, besseres Nachrücken der Fahrgäste  
= kürzere Fahrgastwechselzeit



Längere Wege Einstieg-Sitzplatz, schlechteres Nachrücken der Fahrgäste  
= geringere Auslastung, längere Fahrgastwechsel



(Quelle: Rüger: Einfluss von Fahrzeuglayout und Bahnsteiginfrastruktur auf die Haltezeit, ETR (2020)06)

# Folie Optimierungspotential Fahrzeuglayout – Aber ...



Auch der Fahrgast möchte ein Fenster am Fensterplatz. Und das Gepäck braucht das wohl nicht!

## ... Optimierung auch für den Fahrgast und nicht nur für den Controller!



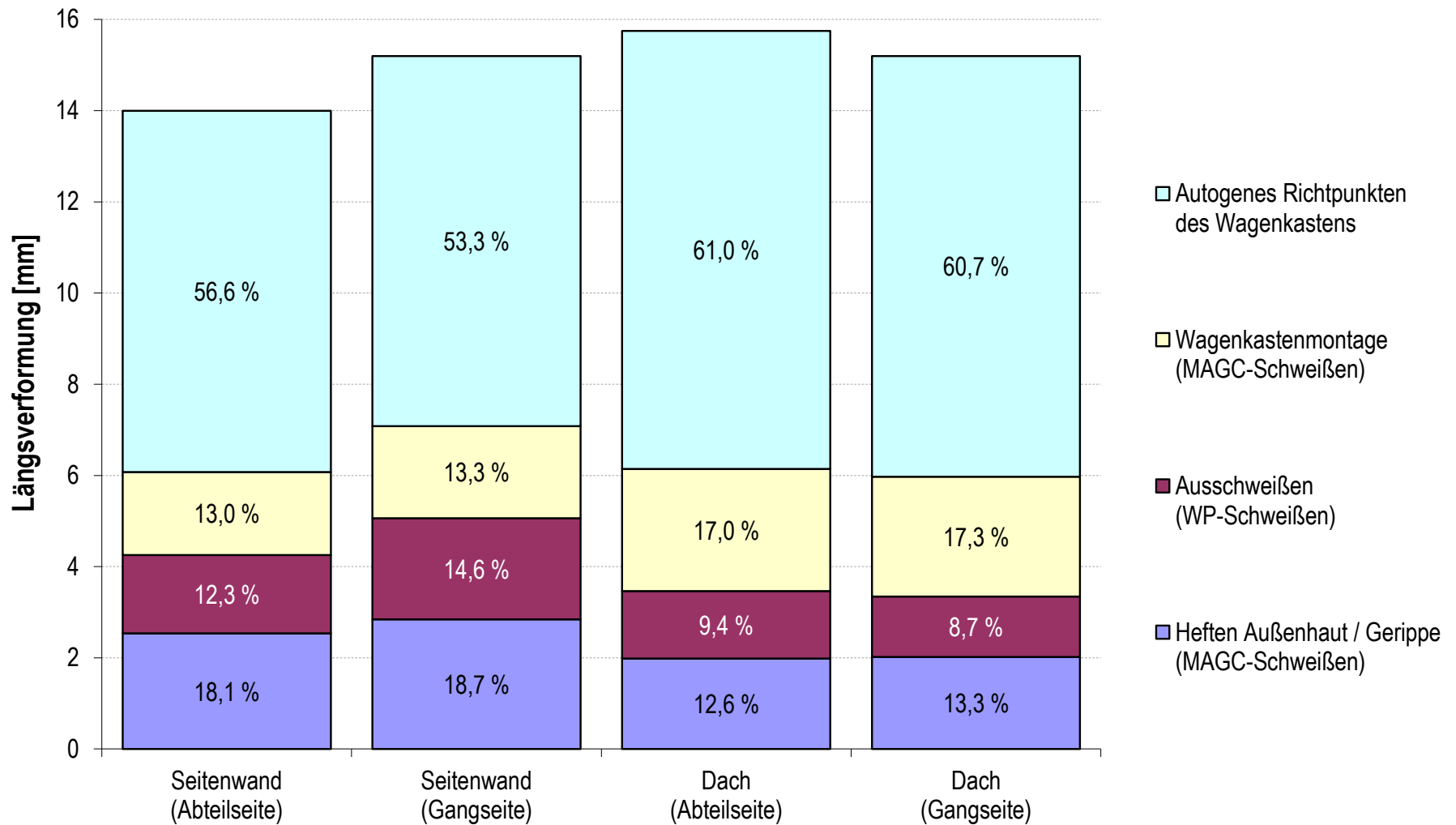
Bessere Klappsitze, wer möchte hier sitzen?



Nutzbare Gepäckablagen bitte!

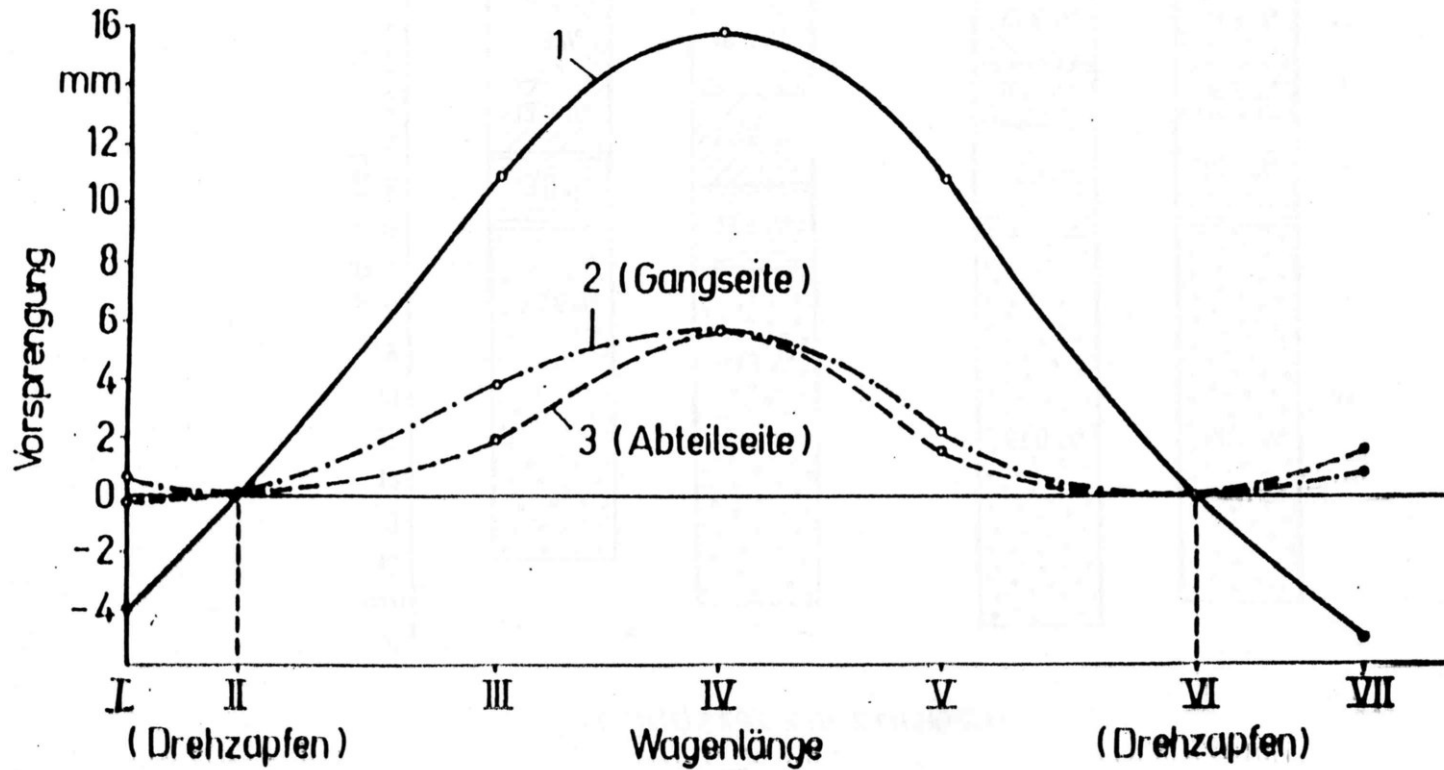
(Quelle: Sommerer: *Sich im Zug wie zu Hause fühlen?*, ERI (2019)07; M. Kache)

# Folie Längsverkürzungen an ausgewählten Punkten der Tragwerksstruktur



(Quelle: Uelze: Vortrag Fachtagung „Fügen und Konstruieren im Schienenfahrzeugbau“)

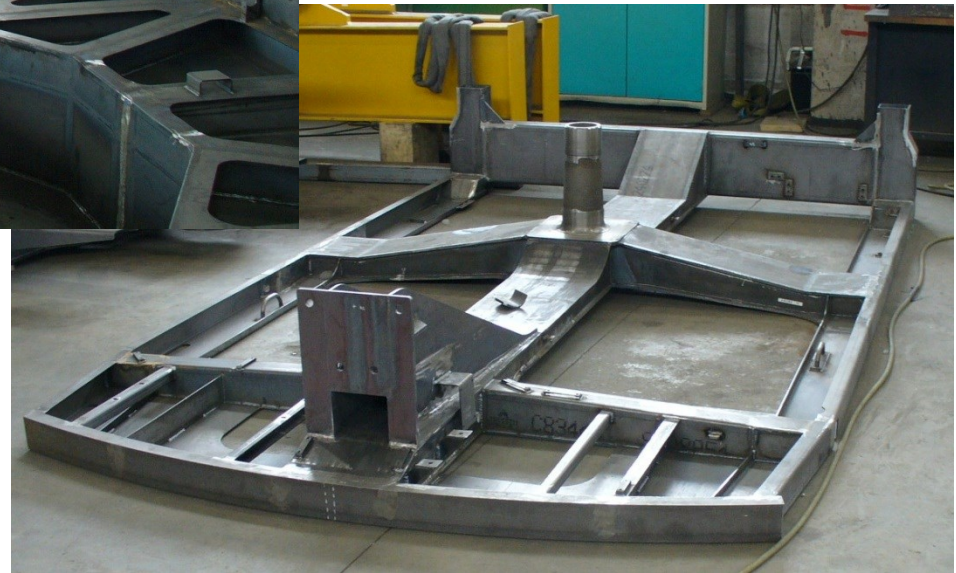
# Folie Rückgang der Vorsprengung durch Montage und Richtpunkten



1. Ausgangsvorsprengung
2. Vorsprengung nach Montage und Richtpunkten auf der Gangseite
3. Vorsprengung nach Montage und Richtpunkten auf der Abteilseite

(Quelle: Uelze: Vortrag Fachtagung „Fügen und Konstruieren im Schienenfahrzeugbau“)

# Folie Wagenkasten – Stahlleichtbau



(Exkursion 2006, 2008)

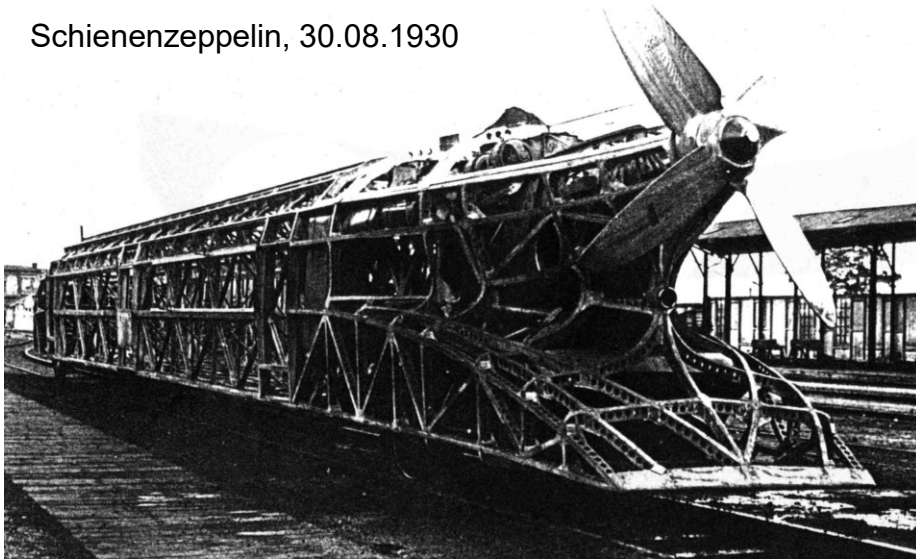
# Folie Wagenkasten – Aluminium-Integralbauweise



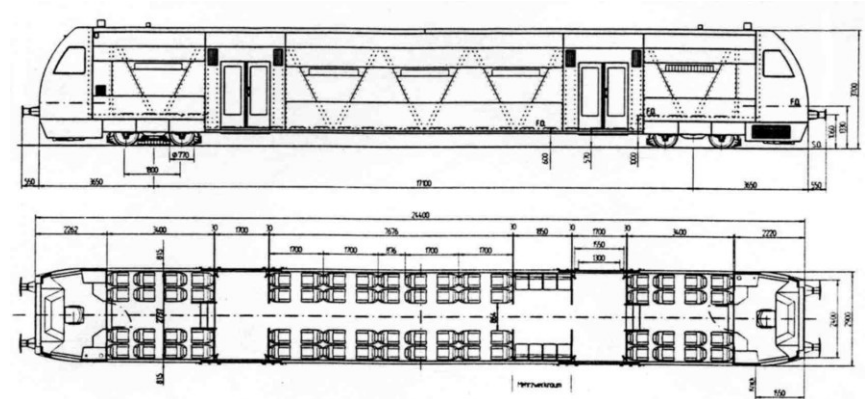
(Exkursion 2007)



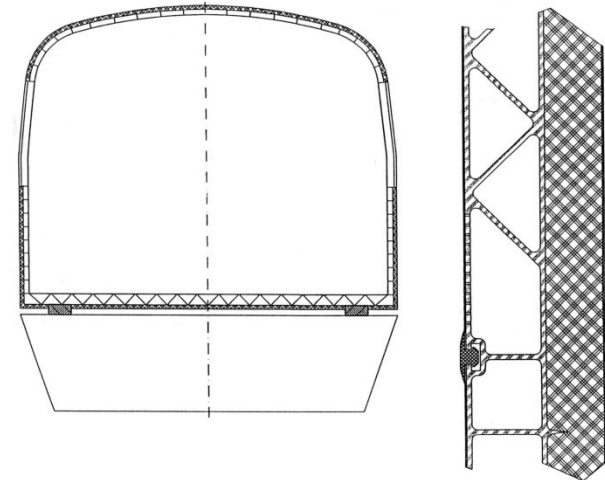
Schienenzeppelin, 30.08.1930



Regioshuttle



aktiv isolierter Transrapid-WK



(Quelle: Gottwald: Schienenzeppelin; Prospekt ABB-Henschel; Statusseminar Schnellbahnen 1994)

- Nennen Sie allgemeine Anforderungen, die bei der Tragwerksgestaltung zu berücksichtigen sind!
- Nennen Sie wichtige Randbedingungen für die Wagenkastenauslegung!
- Welche geometrischen Randbedingungen beeinflussen die Gestaltung von Tragwerken?
- Welche Korrosionsschutz- und Brandschutzanforderungen sind bei der Tragwerksgestaltung zu beachten?
- Welche Rolle spielt die Standardisierung bei der Tragwerksgestaltung?
- Was ist ein Plattformkonzept? Welche Auswirkungen hat es auf die Tragwerksgestaltung?