

DB-Fachbuch

LESEPROBE!

# Schienerfahrzeugtechnik

**3. überarbeitete  
und erweiterte Auflage**

Jürgen Janicki  
Horst Reinhard  
Michael Rüffer

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Jürgen Janicki • Horst Reinhard • Michael Rüffer

### **Schienefahrzeugtechnik**

DB-Fachbuch

3. überarbeitete und erweiterte Auflage – Bahn Fachverlag GmbH, Berlin 2012

Herausgeber:

Bahn Fachverlag GmbH in Kooperation mit DB Training, Learning & Consulting

© Bahn Fachverlag GmbH, Berlin 2012

Alle Rechte, auch die der Übersetzung in fremde Sprachen, bleiben dem Verlag vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht zum Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet und vervielfältigt oder verbreitet werden. Diejenigen Bezeichnungen von im Buch genannten Erzeugnissen, die zugleich eingetragene Warenzeichen sind, wurden nicht besonders kenntlich gemacht. Es kann also aus dem Fehlen der Markierung (®) nicht geschlossen werden, dass die Bezeichnung ein freier Warenname ist. Ebenso wenig ist zu entnehmen, ob Patente oder Gebrauchsmusterschutz vorliegen.

Foto auf dem Titel: Siemens AG

Umschlaggestaltung und Satz: DB AG; CRUFF, Berlin

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Laub GmbH & Co. KG, Elztal-Dallau

Printed in Germany

ISBN: 978-3-943214-07-9



Abb. 1-4: Zweissystemfahrzeug für den Mischbetrieb auf EBO- und BOStrab-Strecken Foto: Bombardier

## 1.2 Eisenbahnfahrzeuge

### 1.2.1 Systematik der Eisenbahnfahrzeuge

Eisenbahnfahrzeuge sind Fahrzeuge für Schienenbahnen, die nach den einschlägigen Eisenbahngesetzen und -verordnungen (zum Beispiel der EBO beziehungsweise ESBO) gebaut und betrieben werden.

#### Regel- und Nebenfahrzeug

EBO und ESBO unterscheiden die Fahrzeuge in Regel- und Nebenfahrzeuge. Die jeweilige Zuordnung richtet sich nach der Zweckbestimmung des Fahrzeuges und den dadurch bedingten baulichen Merkmalen. Aus ihnen ergibt sich auch die Möglichkeit für die betriebliche Verwendung.

Regelfahrzeuge sind die für den regelmäßigen Betrieb einer Bahn notwendigen Fahrzeuge. Sie müssen hinsichtlich ihrer Ausrüstung den in der EBO/ESBO beschriebenen Bauvorschriften entsprechen. So sind hier die Anforderungen und die Ausrüstung der Fahrzeuge mit technischen Einrichtungen sowie die Maße und Bestimmungen über Abnahme und Untersuchungen beschrieben. Regelfahrzeuge können in der Regel unter Beachtung bestimmter Beschränkungen wie beispielsweise der Geschwindigkeit oder Zuladung ohne weitere Prüfung im Eisenbahnbetrieb verwendet werden.

Nebenfahrzeuge sind Sonderfahrzeuge, die speziellen Aufgaben der Eisenbahnen dienen. Meistens werden sie zur Instandhaltung von Bahnanlagen eingesetzt. Im Betrieb können auch Nebenfahrzeuge in der Regel wie Züge behandelt werden.

Nach EBO und ESBO werden Regelfahrzeuge in Triebfahrzeuge und Wagen unterschieden. Während Triebfahrzeuge mit Fahrtrieb ausgerüstet sind und somit den Zug befördern oder selbsttätig als Züge fahren können, besitzen Wagen keinen eigenen Antrieb und werden deshalb in Züge eingestellt.

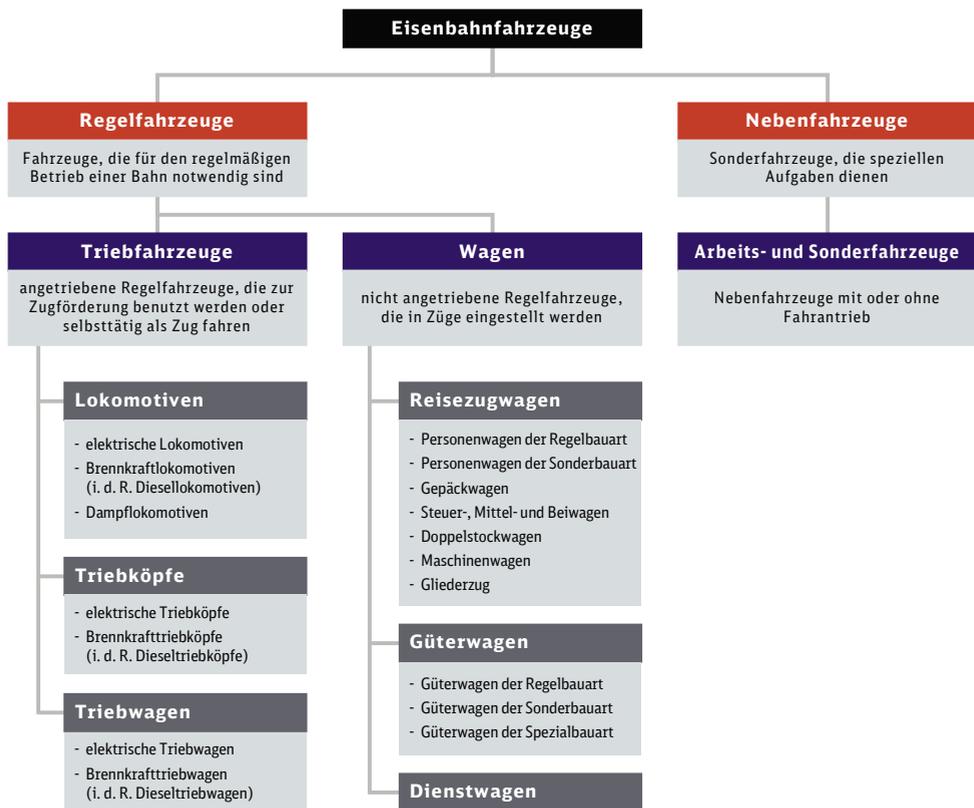


Abb. 1-5: Einteilung der Eisenbahnfahrzeuge im Gültigkeitsbereich der EBO in Anlehnung an die DIN 25003

## Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen

Während Lokomotiven, Triebwagen und ein Großteil der Nebenfahrzeuge im Betrieb auch unabhängig eingesetzt werden können, werden Eisenbahnfahrzeuge häufig zu einem Zug kombiniert. Dabei kommen verschiedene Fahrzeugkombinationen zum Einsatz.

Lokbespannte Züge bestehen aus einer oder auch mehreren Lokomotiven, meist an der Zugspitze, und einer Reihe von gekuppelten und nicht angetriebenen Wagen. Die Vorteile dieses Zugkonzeptes bestehen darin, dass der Zug entsprechend den unterschiedlichen betrieblichen und kommerziellen Anforderungen zusammengestellt werden kann. Angetriebene Fahrzeuge und Wagen sind frei tauschbar. Güterzüge werden nach wie vor fast ausschließlich so betrieben. Nachteile des Konzepts ergeben sich dadurch, dass bei Fahrtrichtungsänderungen, zum Beispiel in Kopfbahnhöfen, die Lokomotive getauscht werden muss. Bei Wendezügen wird dieses Problem durch den Einsatz spezieller Steuerwagen gelöst, die über einen voll ausgerüsteten Führerstand verfügen, über den die Lokomotive gesteuert werden kann.

Triebzüge sind von der Bauart her aufeinander abgestimmte Fahrzeuggruppen, deren Zusammensetzung nur in der Werkstatt geändert werden kann. Die Einzelfahrzeuge können angetrieben oder nicht angetrieben sein. Zu den Triebzügen zählen beispielsweise auch

Fahrzeugeinheiten mit einem Triebkopf und einem (nicht angetriebenen) Steuerwagen an den Fahrzeugenden. Bei Triebzügen können mehr Achsen als beim lokbespannten Zug angetrieben werden, die Kraftschlussausnutzung sinkt. Dadurch können größere Steigungen überwunden werden.

Triebwagenzüge bestehen aus betrieblich trennbaren Mehrfachtraktionen von Einzeltriebwagen beziehungsweise Einzeltriebzügen. Die schnelle Trennung oder Verstärkung von Zugverbänden im Betrieb wird durch die Verwendung von automatischen Mittelpufferkuppelungen möglich, was Flügeln von Zügen insbesondere im Regionalverkehr und grundsätzlich eine flexible Anpassung an Lastspitzen im Tagesablauf zulässt.

**Lokomotive**



Angetriebenes Fahrzeug (Triebfahrzeug), das nicht für die Aufnahme einer Nutzlast ausgelegt ist: Neben den Streckenlokomotiven zählen hierzu auch die Rangierlokomotiven, die ausschließlich für den Einsatz in Rangierbereichen, auf Bahnhöfen und in Betriebswerkstätten ausgelegt sind.

**Triebkopf**



Angetriebenes Fahrzeug ohne Nutzlastbeförderung an der Spitze oder am Ende einer Triebzugeinheit. Triebköpfe werden zum Bewegen von kurzgekuppelten Mittel- und/oder baugleichen Steuerwagen genutzt.

**Triebwagen**



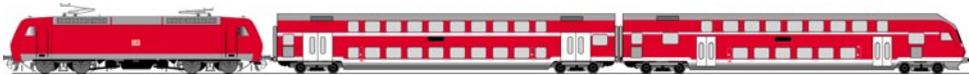
Einzelfahrzeug, das im Betrieb unabhängig eingesetzt werden kann. Es enthält Einrichtungen für die Nutzlastbeförderung (Personen, Güter).

**Wagen**



Nicht angetriebenes Fahrzeug zur Beförderung von Personen, Gepäck und Gütern aller Art. Wagen werden nach ihrem jeweiligen Hauptverwendungszweck in Reisezug- und Güterwagen unterteilt.

**Zugverband (Zug)**



aus einem oder mehreren Triebfahrzeugen und Wagen bestehende Zusammenstellung, die betrieblich getrennt werden kann

**Wagenzug**



Zugverband ohne Antrieb bestehend aus mehreren Reisezug- und/oder Güterwagen, die permanent aneinandergekuppelt sind oder deren Konfiguration nur geändert werden kann, wenn sie nicht in Betrieb sind

**Triebzug**



von der Bauart her aufeinander abgestimmte Fahrzeuggruppe, deren Zusammensetzung nur in der Werkstatt geändert werden kann

**Triebwagenzug**



aus mehreren Triebwagen beziehungsweise Triebzügen bestehender Zug, der betrieblich getrennt werden kann

Abb. 1-6: Eisenbahnfahrzeuge und Fahrzeugkombinationen

Quellen: DIN 25003 und TSI

## Hochgeschwindigkeitszüge

Das transeuropäische Eisenbahnsystem umfasst neben dem konventionellen Bahnsystem (CR = Conventional Rail System) auch ein Hochgeschwindigkeitsbahnsystem (HS = High Speed Rail System). Zum Hochgeschwindigkeitsbahnsystem gehört der Fahrbetrieb jenseits der 250-km/h-Grenze auf eigens dafür gebauten Strecken beziehungsweise jenseits der 200-km/h-Grenze auf ausgebauten Strecken.

In aller Regel besitzen Fahrzeuge für den Hochgeschwindigkeitsverkehr elektrische Antriebe. Diesel- oder Gasturbinenfahrzeuge wurden in der Vergangenheit zwar erprobt, ihr planmäßiger Einsatz beschränkt sich jedoch auf wenige Ausnahmen.

Hochgeschwindigkeitszüge bestehen meist aus untrennbaren Triebzugeneinheiten, die teilweise zusammengeschleppt eingesetzt werden. Darüber hinaus werden auch langsamere Züge als Hochgeschwindigkeitszüge bezeichnet, wenn sie einem hohen Qualitätsanspruch genügen, wie dies beispielsweise bei Neigezügen der Fall ist. Schließlich fallen auch bestimmte klassische lokbespannte Züge in diese Rubrik, wenn sie mit einer Geschwindigkeit von 200 km/h fahren können und bestimmte Kriterien erfüllen.

Zur Erzielung hoher Geschwindigkeiten wird eine relativ hohe Antriebsleistung benötigt und der Zug zugleich so leicht wie möglich gebaut. Aufgrund der Leichtbauweise und des geringen Luftwiderstandes konnte der Energiebedarf der Fahrzeuge deutlich gesenkt werden. Die für ihre Masse äußerst stark motorisierten Züge sind heute in der Lage, wesentlich größere Steigungen zu überwinden als herkömmliche Züge. Nicht zuletzt deshalb ist der Bau reiner Hochgeschwindigkeitsstrecken möglich, was deutlich Baukosten spart.



Abb. 1-7: Hochgeschwindigkeitstriebzug ICE 3

Foto: DB AG/lazbec

### 1.2.2 Triebfahrzeuge

Triebfahrzeuge sind Regelfahrzeuge mit Fahrtrieb, die zur Zugförderung benutzt werden oder selbsttätig als Zug fahren. Sie werden entweder unmittelbar bedient oder gesteuert. Dabei wird unter Steuerung die Regelung der Antriebs- und Bremskraft durch eine Steuereinrichtung von einem führenden Fahrzeug, zum Beispiel von einem Steuerwagen aus, oder durch Fernsteuerung verstanden. Triebfahrzeuge werden in Lokomotiven (Kurzform: Lok), Triebkopf und Triebwagen unterschieden.

# ZWEI STARKE TYPEN



TWINDEXX, TALENT, BOMBARDIER and The Evolution of Mobility are trademarks of Bombardier Inc. or its subsidiaries

## TALENT 2 \ TWINDEXX VARIO

Die neuen Generationen elektrischer Triebzüge zeichnen sich durch ein hohes Maß an Flexibilität, Innovation und Kosteneffizienz aus. Die modularen *BOMBARDIER TALENT 2* Züge können für unterschiedliche Einsatzgebiete auch im Nachhinein umgerüstet werden. Die neuen *BOMBARDIER TWINDEXX* Vario Doppelstockzüge bieten durch eine erweiterte Kopffreiheit im Oberstock besonders hohen Sitzkomfort. Die aerodynamisch optimierten Züge mit leistungsstarkem Antrieb tragen zu einer hohen Pünktlichkeit bei.

[www.bombardier.com](http://www.bombardier.com)

**BOMBARDIER**  
the evolution of mobility

Formal ist die Zuordnung eines Fahrzeuges zu einer Fahrzeuggruppe nicht immer eindeutig. Dies gilt speziell für Fahrzeuge ohne Fahrtrieb, die nur in Kombination mit einem anderen angetriebenen Fahrzeug einer exakt definierten Bauart eingesetzt werden können. Hierzu zählen beispielsweise die nicht angetriebenen Steuer-, Mittel- und Beiwagen beim ICE. Rein formal werden diese Fahrzeuge deshalb in der Regel auch den Triebfahrzeugen zugeordnet.

In Bezug auf den Antrieb kann eine Unterteilung der Triebfahrzeuge in Elektro-, Brennkraft- oder Dampffahrzeuge vorgenommen werden.

- Elektrofahrzeuge beziehen ihre Energie über Fahrleitungsanlagen (Oberleitungs- oder Stromschienenanlagen). Elektrische Fahrzeuge lassen die Installation einer hohen Leistung mit vertretbarem Aufwand zu.
- Brennkraftfahrzeuge besitzen zur Energieerzeugung eine „Brennkraftmaschine“ – in der Regel einen Dieselmotor. Dieser wandelt die chemische Energie des Kraftstoffes in Wärmeenergie und diese in mechanische Arbeit um.
- Dampffahrzeuge erzeugen ihre Energie durch kohle-, holz- oder ölgefeuerten Dampfkessel oder mit fremder Energieversorgung und Speicherung in einem Dampfspeicher. Die Leistungsübertragung erfolgt durch eine Dampfmaschine (Kolbendampfmaschine, Dampfturbine).

Triebfahrzeuge werden, wenn sie eine bestimmte Leistungsklasse und Höchstgeschwindigkeit unterschreiten und überwiegend im Rangierdienst eingesetzt werden, auch als Kleinlokomotiven bezeichnet.



Abb. 1-8: Güterwagen für den Pkw-Transport und elektrischer Triebwagen für den Regionalverkehr

Foto: Janicki

### 1.2.3 Wagen

Wagen sind nicht angetriebene Eisenbahnfahrzeuge und dienen der Beförderung von Personen, Gepäck und Gütern aller Art. Aufgrund ihrer Bauart dürfen sie auf Eisenbahnen des öffentlichen Verkehrs als Regelfahrzeuge in Züge eingestellt werden. Die EBO unterteilt Wagen nach ihrem jeweiligen Hauptverwendungszweck in Reisezug- und Güterwagen.

## Güterwagen

Güterwagen dienen dem Transport von Gütern und werden überwiegend in Güterzügen eingesetzt. Bei den Eisenbahnen stellen sie die weitaus größte Gruppe an Schienenfahrzeugen. Güterwagen unterscheiden sich nach DIN 25003 wie folgt:

- Güterwagen der Regelbauart sind vielseitig verwendbare Wagen ohne besondere Einrichtungen. Sie werden zur Beförderung verpackter, unverpackter oder palettierter Güter eingesetzt. Zu dieser Gruppe gehören neben einfachen offenen und gedeckten Güterwagen auch Flachwagen.
- Güterwagen der Sonderbauart sind Ein- oder Mehrzweckwagen, die in der Regel mit zusätzlichen Einrichtungen für die Beförderung bestimmter Ladegüter ausgerüstet sind. Beispiele für Fahrzeuge dieser Gruppe sind spezielle Lkw- und Pkw-Transportwagen, aber auch Selbstentladewagen mit sattelförmig oder einseitig geneigten Böden.
- Güterwagen der Spezialbauart sind in der Regel Einzweckwagen zum Transport nur einer Art von Gütern. Ihre Bauform richtet sich nach der Art des Ladegutes sowie dessen Verladung und Beförderung. Ein Beispiel für Fahrzeuge dieser Gruppe sind Pfannenwagen für heißflüssige Güter.

## Reisezugwagen

Reisezugwagen dienen der Beförderung von Personen beziehungsweise dem Transport von Gütern in Reisezügen. Im Betriebseinsatz werden sie von Lokomotiven gezogen oder geschoben. Bei geschobenen Zügen befindet sich an der Zugspitze ein Steuerwagen mit Führerraum, von dem aus der Triebfahrzeugführer die Fahr- und Bremssteuerung des Triebfahrzeuges bedient. In der DIN 25003 sind Reisezugwagen wie folgt kategorisiert:

- Personenwagen der Regelbauart sind Reisezugwagen nach vereinheitlichten Baugrundsätzen zur überwiegenden Beförderung von Reisenden. Zu dieser Gruppe gehören Sitzwagen mit Fahrgasträumen in Abteil- oder Großraumausführung gegebenenfalls mit besonderen Räumen für Reisegepäck, Klein- oder Postgut.
- Personenwagen der Sonderbauart sind Reisezugwagen mit Sonderausstattung zur überwiegenden Beförderung von Reisenden. Beispiele für Fahrzeuge dieser Gruppe sind Liege-, Speise-, Schlaf- und Gesellschaftswagen.
- Gepäckwagen sind Wagen zur Beförderung von Gütern (zum Beispiel Reisegepäck, Postgut, Expressgut und Pkw) vorwiegend in Reisezügen.
- Steuer-, Mittel- und Beiwagen sind Wagen in Triebwagen- oder Reisezugwagenbauart, die in der Regel mit ausrüstungsgleichen Fahrzeugen eingesetzt werden. Steuerwagen besitzen zusätzlich einen Führerraum und Einrichtungen zur Fernsteuerung von Triebfahrzeugen.
- Doppelstockwagen sind Wagen der Regelbauart, bei denen die Unterbringung der Reisenden in zwei Ebenen erfolgt.
- Maschinenwagen sind Wagen, die Einrichtungen zur Energieversorgung eines Zuges enthalten.
- Der Gliederzug ist ein mehrteiliger Zug, der aus allein nicht betriebsfähigen Einzelgliedern besteht.

## Dienstwagen

Dienstwagen sind im Allgemeinen nicht für den öffentlichen Verkehr bestimmt. Sie werden entweder als Bahndienstwagen (zum Beispiel Mess-, Unterkunfts-, Arbeits-, Vorrats- und Gerätewagen) oder Dienstgüterwagen (zum Beispiel Transportwagen) eingesetzt. Dienstwagen wurden zum großen Teil aus vorhandenen Reisezug- oder Güterwagen umgebaut.

### 1.2.4 Fahrzeuggattung

Bei Wagen und Triebwagen erfolgt in der Regel eine weitere Kategorisierung nach der Fahrzeuggattung. Diese Klassifizierung stützt sich auf deren konstruktive Hauptmerkmale sowie den Verwendungszweck. Dabei wird die jeweilige Fahrzeuggattung durch einen großen Buchstaben, den sogenannten Gattungsbuchstaben, angezeigt. Hinter dem großen Gattungsbuchstaben stehen kleingeschriebene Kennbuchstaben, die der weiteren Beschreibung dienen. Die Kennbuchstaben können von nationaler oder internationaler Geltung sein oder auch nur für bestimmte Gattungen gelten. Aus den Gattungsbuchstaben lassen sich die wesentlichen Merkmale eines Fahrzeuges vom Gesichtspunkt seiner Verwendung aus ableiten.



Abb. 1-9: Anschrift der Gattung am Fahrzeug

bei Güterwagen der Regelbauart		bei Reisezugwagen <sup>*1</sup>	
E	offene Wagen	A	Wagen 1. Klasse
G	gedeckte Wagen	AB	Wagen 1. und 2. Klasse
K	Flachwagen mit zwei Radsätzen	B	Wagen 2. Klasse
O	gemischte offene Flachwagen	D	Gepäckwagen
R	Drehgestellflachwagen	...D	mit Gepäckabteil
<b>bei Güterwagen der Sonderbauart</b>		...R	mit Küche und Bordbistro
F	offene Wagen	D...	Doppelstockwagen <sup>*2</sup>
H	gedeckte Wagen	WR	Bordrestaurant
I	Wagen mit Temperaturbeeinflussung	WL...	Schlafwagen <sup>*2</sup>
L	Flachwagen mit unabhängigen Radsätzen	WG	Gesellschaftswagen
S	Drehgestellflachwagen	K...	Schmalspurwagen <sup>*2</sup>
T	Wagen mit öffnungsfähigem Dach	*1 werden zum Teil auch bei Triebwagen verwendet *2 werden nur vor anderen Gattungsbuchstaben verwendet	
U	Sonderwagen		
Z	Kesselwagen		

Abb. 1-10: Fahrzeuggattungen (Erläuterungen zum Teil vereinfacht)

Die Schienenfahrzeugtechnik wird durch die Anforderungen an die Transportaufgaben des Bahnverkehrs vorangetrieben. In der 3. überarbeiteten und erweiterten Auflage dieses Fachbuchs stellen die Autoren den aktuellen Stand der Schienenfahrzeugtechnik vor.

Die Funktionsweise aller Bauteile und Komponenten moderner Eisenbahn- und Straßenbahnfahrzeuge werden erklärt. Dabei werden aktuelle Entwicklungen wie Hochgeschwindigkeitszüge, Mehrsystemtechnik, Hybrid- und Mehrkraftfahrzeuge ebenso berücksichtigt wie neue Zugleit-, Sicherheits- und Fahrgastinformationssysteme.

Zahlreiche Abbildungen veranschaulichen dem Leser die komplexen technischen Sachverhalte.

**LESEPROBE!**

---

**Bahn Fachverlag**

[www.bahn-fachverlag.de](http://www.bahn-fachverlag.de)

**ISBN: 978-3-943214-07-9**