



DB-Fachbuch

LESEPROBE!

Systemwissen Eisenbahn

1. Auflage

Jürgen Janicki

BFV
BAHN
FACHVERLAG

In Kooperation mit:

DB Training
Learning & Consulting

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

Systemwissen Eisenbahn

DB-Fachbuch

1. Auflage – Bahn Fachverlag GmbH, Berlin 2011

(1. Nachdruck, September 2014)

Herausgeber:

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

© Bahn Fachverlag GmbH, Berlin 2011

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 für 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: DB AG/Günter Jazbec

Abbildungen ohne Quellenangabe: J. Janicki

Redaktionelle Mitarbeit: Dirk Enders

Umschlaggestaltung und Satz: DB AG; CRUFF, Berlin

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Laub GmbH & Co. KG, Mannheim

Printed in Germany

ISBN: 978-3-9808002-6-6

6 Systemverbund

6.1 Teilsysteme und gegenseitige Abhängigkeiten

6.1.1 Rad-Schiene-System

Die Antriebs, Brems- und Führungskräfte werden über die nur etwa 4 cm² große Kontaktfläche zwischen Rad und Schiene übertragen. Infolge der hohen Kräfte ist die Wahl der verwendeten Materialien von großer Bedeutung. Um den Verschleiß möglichst gering zu halten, müssen die Härte des Stahls der Schiene und des Radsatzes aufeinander abgestimmt sein. Dies gilt auch für die geometrischen Maße und Toleranzen beider Komponenten, damit eine Spurführung ohne Zwänge und eine hohe Laufruhe gewährleistet werden kann.

Das Radprofil besteht aus dem innen liegenden Spurkranz und einer konischen Lauffläche. Diese gewährleistet im Zusammenhang mit der Neigung der Schiene die sichere Spurführung in der Geraden und im Bogen. Der Spurkranz ist erforderlich, um bei Weichen im Bereich der Herzstücklücke die sichere Spurführung zu gewährleisten und um bei sehr engen Bögen (z.B. Anschlussgleisen) eine Zwangsführung zu ermöglichen. Zum ungezwungenen Lauf der Radsätze ist ein Spurspiel erforderlich.

Spurführung

Um die Spurführung auf dem Gleis zu ermöglichen, sind die Räder mit Spurkränzen ausgestattet. Die konische Form der Lauffläche des Rades führt auf gerader Strecke zu einem wellenförmigen Lauf des Radsatzes, ohne dass es zum unmittelbaren Kontakt zwischen Spurkranz und Schiene kommen muss. Der Radsatz zentriert sich selber und die Radsatzachse beschreibt in Abhängigkeit des Weges eine Sinuskurve. Sobald der Radsatz nicht mehr ganz mittig auf den Schienen läuft, drehen die Räder auf unterschiedlichen Laufkreisdurchmessern. Das von der Gleismitte nach außen versetzte Rad läuft dabei auf einem größeren Umfang als das gegenüberliegende Rad und zieht in Fahrtrichtung vor. Der Radsatz zentriert sich dadurch wieder in Richtung Gleismitte und darüber hinaus. Nun läuft das andere Rad auf dem größeren Umfang, zieht vor und der Radsatz schwenkt wieder zurück. Dieser wellenförmige Lauf des Radsatzes setzt sich so lange fort, bis ein neuer äußerer Einfluss wie beispielsweise der Kontakt des Spurkranzes mit der Fahrkante einen anderen Wellenlauf anregt.

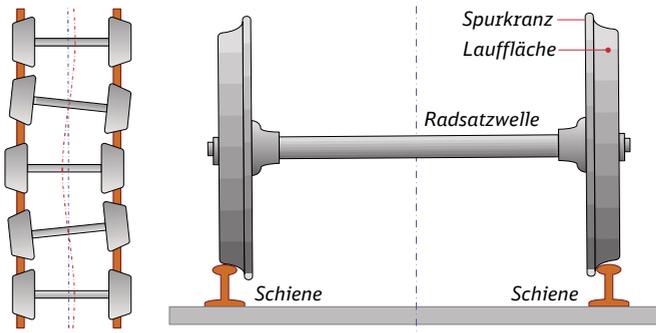


Abb. 140: Sinuslauf eines Radsatzes und Radsatz im Gleisbogen (rechts)

Bogenlauf

Um die unterschiedlichen Laufwege fester Räder in Gleisbögen auszugleichen, sollen sich die Radsätze möglichst radial einstellen. Die Laufflächen der Räder sind nach außen verjüngt. Dadurch läuft das im Gleisbogen außen laufende Rad auf einem größeren Umfang als das gegenüberliegende Rad. Durch diese Querverschiebung und den daraus resultierenden unterschiedlichen Radien an den beiden Berührungspunkten wird im Gleisbogen der unterschiedliche Laufweg der beiden Räder eines Radsatzes ausgeglichen.

Spurweite

Der kleinste Abstand der beiden Schienen zwischen den Innenflächen der Schienenköpfe an der sogenannten „Fahrkante“ wird als Spurweite bezeichnet. Die in Europa am häufigsten vorkommende Spurweite beträgt 1435 mm und wird als Normalspur, Regelspur oder Vollspur bezeichnet. Abweichend davon unterscheidet man größere Spurweiten in Breitspur, kleine Spurweiten in Schmal- oder Meterspur. Für den europäischen Eisenbahngüterverkehr ist neben der Normalspur noch die Breitspur von großer Bedeutung, die in Spanien, Portugal, Finnland, den Baltischen Staaten und der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten anzutreffen ist. Größere Schmalspurnetze existieren in der Schweiz, Griechenland, Frankreich und auf einigen Mittelmeerinseln. In Deutschland existieren schmalspurige Netze bei verschiedenen Insel-, Museums- und Werkbahnen sowie bei zahlreichen Straßenbahnbetrieben.

Beim Einbau eines Gleises beträgt die Toleranz der Spurweite bei Normalspurgleisen ± 2 mm. Im Betrieb darf sie bei einer Spurverengung 1430 mm und bei einer Spurerweiterung maximal 1470 mm betragen. In Gleisbögen wird die Spurweite geringfügig erweitert, um ein „Klemmen“ der Räder zu verhindern. Das Einhalten der Betriebsgrenzmaße wird zusammen mit der Qualität der Gleislage durch Messfahrten regelmäßig überprüft. Abweichungen und Veränderungen können so sofort festgestellt und korrigiert werden.

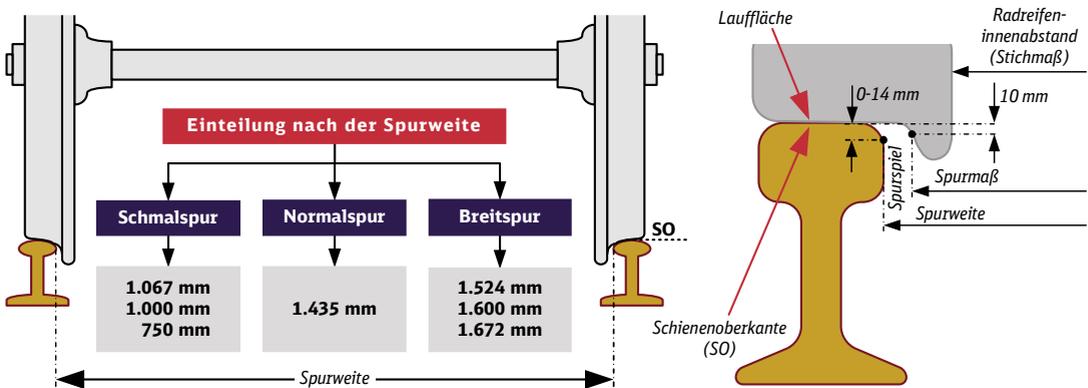


Abb. 141: Die Spurweite ist der kleinste Abstand der Innenflächen der Schienenköpfe. Bei normalspurigen Gleisen wird sie im Bereich von 0 bis 14 mm unter der Schienenoberkante (SO) gemessen.

Die unterschiedlichen Spurweiten verhindern, dass Normalspurwagen im durchgehenden Verkehr zu Bahnen mit abweichender Spurweite eingesetzt werden können. Es gibt jedoch umspurbare beziehungsweise umachsbare Spezialwagen, die einen durchgehenden

Eisenbahnverkehr mit diesen Ländern ermöglichen. Als Alternative bietet sich auch ein aufwändiges Umladen auf Güterwagen der entsprechenden Spurweite beziehungsweise der Transport in Containern an.

Entgleisung

Wenn ein Eisenbahnfahrzeug während der Fahrt unkontrolliert den Fahrweg verlässt, indem es abgleitet oder abhebt, so bezeichnet man dies als Entgleisung. Ein Fahrzeug gilt auch dann als entgleist, wenn es sich anschließend selbst wieder aufgleist. In der Regel führt die Spurführung zu einem sicheren Lauf der Eisenbahnfahrzeuge. Die Überschreitung physikalischer Grenzen, falsch gekuppelte Fahrzeuge, äußere Einwirkungen (zum Beispiel Gegenstände im Gleis) und unstete Stellen im Fahrweg (zum Beispiel Schienenbrüche) können jedoch zu einem instabilen Lauf führen, bei dem die Spurführung verloren geht und damit die Gefahr einer Entgleisung besteht.

Neigetechnik

Die maximal zulässige Geschwindigkeit eines Schienenfahrzeugs in einem Gleisbogen ist von den Faktoren Sicherheit und Fahrkomfort abhängig. Um die Geschwindigkeit erhöhen zu können, müssen also einerseits die Entgleisungssicherheit und die Oberbaustabilität gewährleistet sein. Zum anderen müssen die Querschleunigungen, die auf den Fahrgast wirken, so gering gehalten werden, dass ein komfortables Reisen möglich ist.

Eine Alternative zum Bau von Hochgeschwindigkeitsstrecken schafft der Einsatz von Fahrzeugen mit Neigetechnik. Derartige Fahrzeuge können Gleisbögen schneller befahren als herkömmliche Fahrzeuge. Die im Drehgestell untergebrachte Technik neigt den Wagenkasten bei Kurvenfahrt nach innen in den Gleisbogen und gleicht so die Seitenbeschleunigung aus, die bei höheren Geschwindigkeiten stark anwächst. Die Neigetechnik dient somit dem Fahrkomfort. Durch diese im Prinzip simple, aber technisch anspruchsvolle Lösung ist es möglich, das Tempo in Bögen um bis zu 20 Prozent zu erhöhen. Leider sorgt die Neigetechnik in Bögen für eine höhere Beanspruchung des Fahrweges.

Es gibt zwei verschiedene Systeme der Neigetechnik: Bei der aktiven Neigetechnik wird der Wagenkasten durch hydraulische oder elektromechanische Stellantriebe geneigt und am Ende des Gleisbogens wieder in die Horizontale gelenkt. Bei der passiven Neigetechnik neigt sich der Wagenkasten allein durch die Fliehkräfte, die bei der Bogenfahrt auftreten.

Lärmschutz

Die Lärmbelastung des Schienenverkehrs soll in den nächsten Jahren trotz weiteren Verkehrswachstums auf der Schiene deutlich reduziert werden. Bis 2020 soll der Schienenverkehrslärm im Vergleich zum Jahr 2000 halbiert werden.

Schienenverkehrslärm hat unterschiedliche Ursachen. Die wichtigste Ursache ist das Rollgeräusch, das durch den Rad-Schiene-Kontakt entsteht. Besonders bei klotzgebremsten Fahrzeugen rauhen die herkömmlichen Bremsklötze aus Grauguss die Laufflächen der Räder auf und führen in der Folge zu Schwingungen von Rad und Schiene. Als Folge entsteht beim Rollen Lärm.

Damit Schall gar nicht erst entsteht, wird er vor allem an der Quelle bekämpft. Einige Eisenbahnunternehmen rüsten ihre Güterwagen mit Verbundstoffbremsklötzen (Flüsterbremse) aus. Dies soll die Verriffelungen der Radlaufflächen verhindern und damit die Geräusche deutlich reduzieren. Ergänzend dazu sollen technische Maßnahmen am Fahrweg wie beispielsweise die Installation von passiven Schallschutzelementen (Lärmschutzwände) und die Anwendung verbesserter Technologien für den Oberbau mit schallverminderndem und -schluckendem Aufbau zur Lärminderung beitragen.



Abb. 142: Umrüstung der Güterwagenflotte mit Verbundstoffbremsklötzen als wichtiger Beitrag zur Lärminderung

Foto: DB AG

Abb. 143: Gleis mit Schallschutzwand

Foto: DB AG/Frank Kniestedt



6.1.2 Technische Rahmenbedingungen des Fahrweges

Beschränkungen der Gesamtgewichte und Gesamtabmessungen von Eisenbahnfahrzeugen ergeben sich aus der Beschaffenheit des Schienennetzes und Kunstbauten wie Brücken und

Tunnel, auf denen sie verkehren. Die Begrenzungen hinsichtlich des Fahrzeuggewichtes sind durch die sogenannten Radsatzlasten und das höchstzulässige Fahrzeuggewicht je Längeneinheit (Meterlast) beschrieben. Die Begrenzungen hinsichtlich der Gesamtabmessungen sind durch das Lademaß festgelegt. Radsatzlasten, Meterlasten und Lademaße sind Bestandteile der Verladerrichtlinien, die vom Absender einzuhalten sind.

Fahrzeugbegrenzung und Regellichraum

Eine wesentliche Voraussetzung für eine sichere Querschnittsgestaltung von Bahnanlagen ist die Berechnung des von festen Gegenständen freizuhaltenden Raumes. Dazu ist die Kenntnis des Raumbedarfs der Eisenbahnfahrzeuge von entscheidender Bedeutung.

- Die Fahrzeugbegrenzungslinie umschließt den Raum des im geraden Gleis mittig stehenden Eisenbahnfahrzeuges als Begrenzungslinie der Fahrzeugkonstruktion.
- Die Bezugslinie umschließt den Raum, den Fahrzeuge im Stand unter Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Bewegungen sowie der Gleislagetoleranzen benötigen.
- Die Grenzlinie umschließt den Raum, den Fahrzeuge im Bewegungszustand benötigen. Sie berücksichtigt also auch das horizontale und vertikale Bewegungsverhalten des Eisenbahnfahrzeuges während der Fahrt sowie die Gleislagetoleranzen.
- Der Regellichraum umfasst den aus der Grenzlinie umschlossenen Raum und zusätzliche Räume für bauliche und betriebliche Zwecke. Dieser Raum wird von der Lichtraumbegrenzungslinie umschlossen (Lichtraumprofil). Bei der Planung des Fahrweges ist die Einhaltung dieses Freiraumes aus Gründen der Sicherheit des Eisenbahnbetriebes unumgänglich. Den Bahnen steht die Möglichkeit offen, für bestimmte Einsatzbereiche von Fahrzeugen und Ladeeinheiten auch Lichträume mit größeren Abmessungen einzuführen.

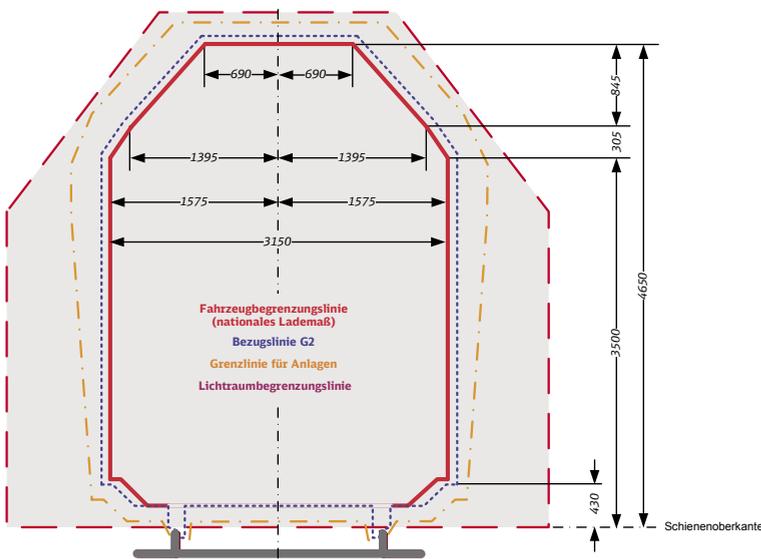


Abb. 144: Zusammenhang zwischen den verschiedenen Bezugs- und Grenzlinien nach der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO)

Fahrzeuggestaltungslinie (Lademaß)

Das Lademaß gibt die Begrenzung des äußeren Umfanges an, bis zu dem eine Ladung auf einem offenen oder flachen Güterwagen reichen darf. Die Einhaltung des Lademaßes stellt sicher, dass sich bei Zugbegegnungen keine Unfälle ereignen. Im Wesentlichen werden dabei innerhalb Europas drei Lademaße unterschieden: Das Lademaß der deutschen Bahnen (das auch für die meisten europäischen Bahnen gültig ist), das internationale Lademaß und das besondere Lademaß für Großbritannien. Bei der Fahrzeugbegrenzungslinie wird davon ausgegangen, dass sich das Fahrzeug im Stillstand befindet und die Mittelstellung im geraden Gleis einnimmt. Somit hat die Fahrzeugbegrenzungslinie einen statischen Charakter, das heißt, Bewegungen der Wagen während der Fahrt sind nicht berücksichtigt. Für die Berechnung der Fahrzeugabmessungen sind deshalb die Maße der in der EBO genannten Bezugslinien entsprechend einzuschränken.

Das Breitenmaß wird nicht nur mit Blick auf die europäischen Eisenbahnstrecken definiert. Auch die Veränderung des Fahrzeugbaus selbst spielt eine entscheidende Rolle bei den Festlegungen. Beispielsweise würde der Einbau einer weichen Federung ein Fahrzeug dermaßen stark beeinflussen, dass im Gleisbogenbereich ein Fahrzeug im Nachbargleis berührt werden könnte. Um diese Berührungen zu vermeiden, muss nach den Berechnungen und gewünschter weicher Federung das Fahrzeug entsprechend schmal gebaut werden. Für Fahrzeuge in besonderen Einsatzbereichen des Hochgeschwindigkeitsverkehrs und der Stadtschnellbahnen sind Überschreitungen der Maße der Bezugslinien mit besonderer Genehmigung zulässig.

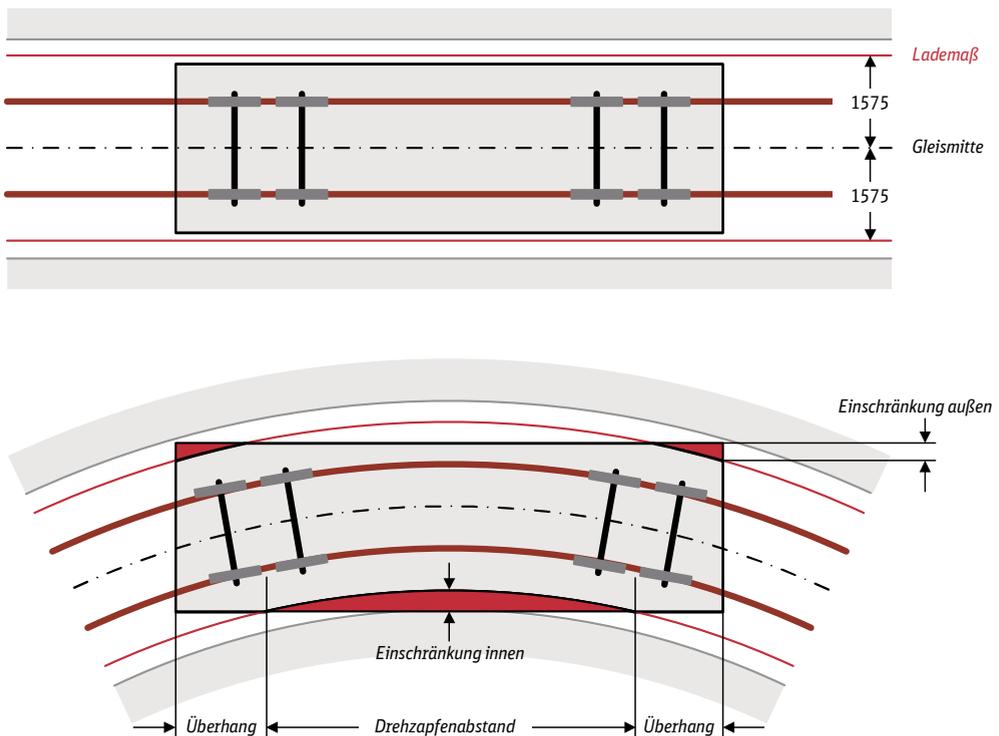


Abb. 145: Raumbedarf von Fahrzeugen im geraden Gleis und im Gleisbogen

Bezugslinien

Der Wunsch nach einem freizügigen Fahrzeugeinsatz führte schon sehr früh zu Vereinbarungen, um die zulässigen Fahrzeugabmessungen festzulegen. Sie fanden ihren Niederschlag in der „Technischen Einheit im Eisenbahnwesen“ (TE), die in ihrer letzten modifizierten Fassung aus dem Jahr 1938 die Grundlage für den Bau von Reisezug- und Güterwagen für den internationalen Eisenbahnverkehr in Europa bildet. Basis dieser Festlegungen sind definierte Bezugslinien, aus denen mittels Formeln sowohl die Fahrzeugbegrenzungslinie wie auch die Grenzlinien der ortsfesten Anlagen berechnet werden. In der EBO sind hierfür die kleinere Bezugslinien G1 für die Abmessungen der Fahrzeuge, die freizügig im grenzüberschreitenden Verkehr eingesetzt werden sollen, und die deutlich größere Bezugslinie G2 für die Abmessungen der übrigen Fahrzeuge festgelegt. Darüber hinaus sind in den UIC-Richtlinien weitere Fahrzeugbegrenzungslinien beschrieben, die als GA, GB und GC bezeichnet werden. Unterschiede zwischen den verschiedenen Bezugslinien bestehen im oberen Bereich ab einer Höhe von 3,25 m über Schienenoberkante. Für Neubaustrecken und bei größeren Umbauvorhaben ist das Profil GC zugrunde zu legen.

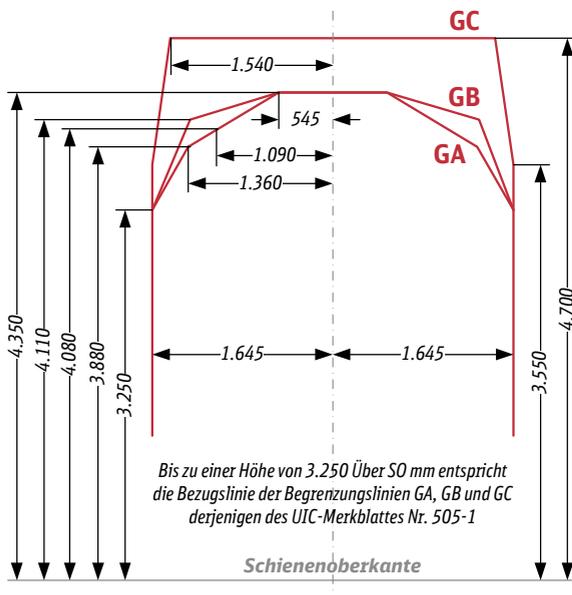


Abb. 146: Bezugslinien GA, GB und GC

Lademaßüberschreitung

Sendungen mit Lademaßüberschreitung sind entweder übergroße Fahrzeuge oder Fahrzeuge mit übergroßen Ladungen, welche die Fahrzeugbegrenzungslinien überschreiten. Derartige Sendungen werden als außergewöhnliche Transporte befördert und unterliegen besonderen betrieblichen Bestimmungen.

Sendungen des Kombinierten Verkehrs werden aufbauend auf einer Kodifizierung kategorisiert und nur auf einem besonders geprüften Streckennetz befördert.

Radsatzlast, Meterlast

Die technischen Eigenschaften eines Fahrweges bestimmen, mit welchem Gewicht ein Fahrzeug die Strecke belasten darf. Dabei sind zwei Parameter von Bedeutung:

- Die Radsatzlast (Achslast) als Maßstab für die Belastung des Oberbaus (Gleise, Schwellen, Schotter).
- Das Fahrzeuggewicht je Längeneinheit (Meterlast) als Maßstab für die Belastbarkeit von Kunstbauten (Brücken).

Die technische Beschaffenheit des Streckennetzes ist nicht überall gleich; die Belastbarkeit der Strecken ist damit unterschiedlich. Die Strecken sind deshalb hinsichtlich der Radsatzlast und des zulässigen Fahrzeuggewichtes je Längeneinheit in Streckenklassen eingeteilt.

Das Gewicht, mit dem ein Güterwagen beim Befahren einer Strecke einer bestimmten Streckenklasse höchstens beladen werden darf, wird als Lastgrenze bezeichnet und in einem Lastgrenzenraster am Wagen angeschrieben.

Streckenklasse	Höchstzulässige Radsatzlast	Höchstzulässige Meterlast	Beispiel																
A	16 t	4,8 t/m	$\text{Radsatzlast} = \frac{\text{Gesamtgewicht}}{\text{Anzahl der Radsätze}}$ $= \frac{80 \text{ t}}{4} = \underline{20 \text{ t}}$	$\text{Meterlast} = \frac{\text{Gesamtgewicht}}{\text{Fahrzeuggänge}}$ $= \frac{80 \text{ t}}{20 \text{ m}} = \underline{4 \text{ t/m}}$															
B1	18 t	5,0 t/m																	
B2	20 t	6,4 t/m	Lastgrenzenraster am Wagen: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>64 t</td> <td>72 t</td> <td>80 t</td> <td>90 t</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td colspan="4">00 t</td> </tr> </table>			A	B	C	D	S	64 t	72 t	80 t	90 t	120	00 t			
		A			B	C	D												
S		64 t			72 t	80 t	90 t												
120		00 t																	
C2	6,4 t/m																		
C3	7,2 t/m																		
C4	8,0 t/m																		
D2	22,5 t	6,4 t/m																	
D3		7,2 t/m																	
D4		8,0 t/m																	

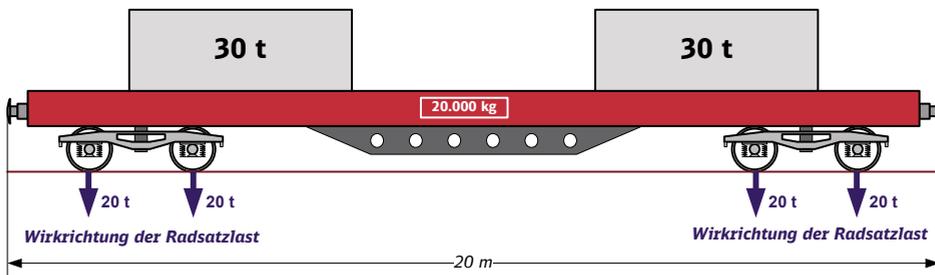


Abb. 147: Zusammenhang zwischen Radsatzlast und Fahrzeuggewicht je Längeneinheit (Meterlast). Voraussetzung für die Ausnutzung der zulässigen Lastgrenzen ist die gleichmäßige Verteilung des Ladegutes auf der Ladefläche.

6.1.3 Stromabnahme

Das Stromabnahmesystem, das aus der Fahrleitung und dem Stromabnehmer besteht, muss hinsichtlich des statischen und dynamischen Verhaltens aufeinander abgestimmt sein. Nur so ist eine betriebs- und kontaktsichere Stromübertragung gewährleistet.

Der Strom muss unterbrechungsfrei und mit möglichst geringer Lichtbogenbildung zwischen Fahrleitung und Stromabnehmer fließen. Dabei sollte der Verschleiß an den beteiligten Komponenten gering gehalten werden, wofür die Kontaktkräfte in einem möglichst kleinen Bereich konstant zu halten sind. Der Stromabnehmer belastet die Fahrleitung mit einer statischen Anpresskraft. Er muss Fahrdrathöhenunterschiede ausgleichen können. Wechselnde Massenbeschleunigungskräfte dürfen die Anpresskraft des Stromabnehmers nicht unzulässig verändern.

Die Grenzen der elektrischen Traktion sind nicht in der Leistungsfähigkeit der Fahrmotoren begründet, sondern in der Leistungsübertragung über die Fahrleitung. Hier ist – neben der mechanischen Belastbarkeit des Fahrdrahtes – der maximale Strom, der über den Stromabnehmer von der Fahrleitung übertragen werden kann, eine wichtige Einflussgröße. Mit der heute üblichen Fahrleitungstechnik sind Geschwindigkeiten von bis zu 350 km/h im Regelbetrieb hinsichtlich der mechanischen Belastung beherrschbar. Für die nahe Zukunft ist eine weitere Anhebung dieser Grenze wahrscheinlich.



Abb. 148: Stromabnehmer eines elektrischen Triebzuges

Foto: DB AG/Uwe Miethe

6.1.4 Bremstechnik und Bremsbetrieb

Die Bremsen der Eisenbahnfahrzeuge haben die Aufgaben, die Fahrgeschwindigkeit aus betrieblichen Gründen in gewollten Grenzen zu verringern beziehungsweise bei Gefällefahrten konstant zu halten, drohende Gefahren abzuwenden und stehende Fahrzeuge gegen Abrollen zu sichern.

Die Wirkung der bei Eisenbahnfahrzeugen eingebauten Radbremsen ist von der Haftung der Räder auf den Schienen abhängig. Feuchtigkeit und Laub auf den Schienen verringert die Haftkraft und damit auch die Bremswirkung. Neben den rein mechanisch arbeitenden Scheiben- und Klotzbremsen werden bei den Triebwerksbremsen Teile des

Fahrzeugantriebes zum Bremsen genutzt (dynamische Bremsen). Weil mit abnehmender Fahrgeschwindigkeit auch die Bremswirkung der Triebwerksbremse abnimmt, muss in einem bestimmten Geschwindigkeitsbereich die mechanische Bremse zugeschaltet werden. Da auch die dynamischen Bremsen zu den kraftschlussabhängigen Bremsen gehören, darf insbesondere auch beim Zusammenwirken mit der Druckluftbremse die zulässige Bremskraft am Rad nicht überschritten werden.

Schienenbremsen wirken dagegen unmittelbar auf die Schienen und sind deshalb nicht von der Haftung der Räder auf den Schienen abhängig. Beim Bremsvorgang findet eine Umwandlung der Bewegungsenergie in andere Energieformen (meist in Wärme) statt.

Bauformen und Wirkungsweisen

Nach dem Angriffspunkt der Bremskräfte am Fahrzeug werden bei Schienenfahrzeugen verschiedene Grundformen der Bremsen unterschieden:

- Die **Klotzbremse** ist als Bremsrichtung am weitesten verbreitet und konstruktiv sehr einfach aufgebaut. Hier wird die vom Bremszylinder erzeugte Kraft von einem Bremsgestänge übersetzt und auf Bremsklötze übertragen die direkt auf die Lauffläche der Räder wirken.
- Die **Scheibenbremse** wird überall dort eingesetzt, wo an die Bremsrichtung höhere Anforderungen gestellt werden. Hier wird die vom Bremszylinder erzeugte Kraft über Reibelemente auf Bremsscheiben übertragen, die in der Regel auf der Radsatzwelle oder dem Radkörper sitzen.
- Die **Trommelbremse** wirkt auf spezielle Bremstrommeln, die auf der Radsatzwelle befestigt sind.
- Die **Generatorische Bremse** elektrischer angetriebener Fahrzeuge kann zur verschleißlosen Bremsung eingesetzt werden. Dabei werden die Fahrmotoren als Generatoren geschaltet. Die dabei erzeugte elektrische Energie wird in Widerständen in Wärme umgewandelt (Widerstandsbremse) oder über die Fahrleitung in das Netz zurückgespeist (Netzbremse).
- Die **Hydrodynamische Bremse** bei Dieselfahrzeugen mit hydraulischen Antriebssystemen nutzt einen „Retarder“ zum Bremsen. Dabei handelt es sich um ein Bauteil, das die Rotationsenergie des Antriebsstranges über ein Schaufelrad in Wärme umwandelt, die meist über den Kühlkreislauf des Dieselmotors abgeführt wird.
- Die **Magnetschienenbremse** wird beim Bremsen auf die Schiene abgesenkt und magnetisch angezogen. Die so erzeugte Reibungskraft wird über Mitnehmer auf das Fahrzeug übertragen und bewirkt dessen Verzögerung.
- Die **Wirbelstrombremse** verfügt über eine berührungslose, verschleißfreie Kraftübertragung. Die abzuführende Bremsenergie wird in den Schienen in Wärme umgewandelt. Die Wirbelstrombremse unterliegt keinem Verschleiß und arbeitet auch dann zuverlässig, wenn Schnee oder nasses Laub auf den Schienen liegt.

Das Fachbuch beschreibt die Funktionsweise der Eisenbahn und das Zusammenwirken der verschiedenen Teilsysteme. Grundsätzliche technische Komponenten und Sicherungseinrichtungen werden ebenso erläutert, wie die verschiedenen Betriebsformen und eisenbahnspezifischen Tätigkeiten. Ein unentbehrliches Nachschlagewerk für jeden Eisenbahner und ein praktischer Helfer für Berufsanfänger und Quereinsteiger in die Bahnbranche.

LESEPROBE!

Bahn Fachverlag

www.bahn-fachverlag.de

ISBN 978-3-9808002-6-6