



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Bundesnetzagentur

Eisenbahn Bundesamt



DIE BAHNINDUSTRIE.

VDB VERBAND DER BAHNINDUSTRIE IN DEUTSCHLAND E.V.



VERBAND DER GÜTERWAGENHALTER IN DEUTSCHLAND E.V.



Die Verkehrs-
unternehmen

Ergänzungsregelung¹ Nr. B 007

zur

„Kraftschlussausnutzung“

Stand: Rev. 4.0, vom 18.05.2021

Rev.- Nr..	Datum	Verantwortung.	Bemerkungen
2	15.11.2012	Lk Fahrzeuge	Durch Lk Fahrzeuge genehmigt
3.0	10.02.2016	LK Fahrzeuge	Durch den Lenkungskreis Fahrzeuge am 10.02.2016 freigegebene Version
4.0	18.05.2021	LK Fahrzeuge	Durch den Lenkungskreis Fahrzeuge am 18.05.2021 genehmigte Version

Bereich: Radbremsen

Inhalt: Definition von Grenzwerten der
Rad-Schiene-Kraftschlussausnutzung

¹ Die „Ergänzungsregelungen zur Bremse“ ergänzen die „Regelungen für die bremstechnische Beurteilung von Eisenbahnfahrzeugen“.

Inhaltsverzeichnis:

1	Gültigkeit dieser Regelung	4
2	Allgemeines.....	4
3	Schutzziele	5
4	Grenzen der Kraftschlussausnutzung	5
5	Bremsvermögen	6
6	Nachweisverfahren	6
7	Ergänzende Maßnahmen.....	6

Abkürzungsverzeichnis

BOStrab	Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen
EBO	Eisenbahn Bau- und Betriebsordnung
Mg-Bremsen	Magnetschienenbremsen
MND	Auslegungsmasse bei normaler Zuladung gemäß DIN EN 15663
MVD	Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand gemäß DIN EN 15663
nH	niedriger Haftwert/Kraftschluss
vF	Fahrzeuggeschwindigkeit

Referenzdokumente

B011	Ergänzungsregelung Nr. B011 zum Sanden
B012	Ergänzungsregelung Nr. B012 für die technische Gestaltung der Magnetschienenbremse in Schienenfahrzeugen
DIN EN 14033-1	Bahnanwendungen - Oberbau - Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen - Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren
DIN EN 14198	Bahnanwendungen – Bremsen – Anforderungen an die Bremsausrüstung lokbespannter Züge
DIN EN 15663	Bahnanwendungen –Fahrzeugreferenzmassen
DIN EN 15734-1	Bahnanwendungen – Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge – Teil 1: Anforderungen und Definitionen
DIN EN 15746-1	Bahnanwendungen - Oberbau - Zwei-Wege-Maschinen und zugehörige Ausstattung - Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren und den Arbeitseinsatz
DIN EN 15746-2	Bahnanwendungen - Oberbau - Zwei-Wege-Maschinen und zugehörige Ausstattung - Teil 2: Allgemeine Sicherheitsanforderungen
DIN EN 15954	Bahnanwendungen - Oberbau - Anhänger und zugehörige Ausstattung – Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren und den Arbeitseinsatz
DIN EN 16185-1	Bahnanwendungen – Bremssysteme für Triebzüge – Teil 1: Anforderungen und Definitionen
DIN EN 16834	Bahnanwendungen –Bremse –Bremsvermögen
TSI LOC&PAS 2014 VO (EU) 1302/2014 2015/L10/45 2015/L334/65 2016/L103/50 2018/L149/16 2019/L139 I/108	Verordnung (EU) Nr. 1302/2014 der Kommission vom 18. November 2014 über eine technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge — Lokomotiven und Personenwagen“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union (einschließlich Änderungen und Berichtigungen).
TSI WAG 2013 VO (EU) 321/2013 1236/2013 2015/924 2019/776 2020/387	Verordnung (EU) Nr. 321/2013 der Kommission vom 13. März 2013 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge — Güterwagen“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union und zur Aufhebung der Entscheidung 2006/861/EG der Kommission

1 Gültigkeit dieser Regelung

Diese Regelung erhält Gültigkeit ab dem 01.06.2021.

Diese Ergänzungsregelung gilt nicht für Fahrzeuge nach BOStrab, auch dann nicht, wenn diese Fahrzeuge auf Eisenbahnstrecken nach EBO übergehen.

Diese Ergänzungsregelung gilt weder für Zweiwege-Maschinen und zugehörige Ausrüstungen nach DIN EN 15746-1, noch für Oberbau-Anhänger und zugehörige Ausstattung nach DIN EN 15954.

2 Allgemeines

Die Einhaltung der in den folgenden Kapiteln genannten Grenzwerte der Rad-Schiene-Kraftschlussausnutzung muss für jeden Radsatz oder jedes Einzelrad unter Ansatz des kleinsten Raddurchmessers gemäß DIN EN 16834 für die folgenden in DIN EN 15663 definierten Lastzustände nachgewiesen werden:

- „Auslegungsmasse des betriebsbereiten Fahrzeugs“ MVD,
- „Auslegungsmasse bei normaler Zuladung“ MND und die
- „höchste bremsstechnisch relevante Masse“ MXD. Diese ist:
 - für Lokomotiven die Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand nach DIN EN 15663,
 - für Reisezugwagen die bremsstechnischen Höchstmasse nach DIN EN 14198,
 - für Güterwagen die Auslegungsmasse bei normaler Zuladung nach DIN EN 15663,
 - für Triebzüge die bremsstechnischen Höchstmasse nach DIN EN 16185-1,
 - für Hochgeschwindigkeits-Triebzüge die bremsstechnischen Höchstmasse nach DIN EN 14198 für Reisezugwagen von Hochgeschwindigkeits- und Fernverkehrszügen,
 - für Bau- und Instandhaltungsmaschinen die Höchstmasse der Maschine mit Nutzlast nach DIN EN 14033-1.

Eine Überschreitung der in den folgenden Kapiteln genannten Werte im Geschwindigkeitsbereich ≤ 30 km/h ist nur aufgrund der Reibwertcharakteristik der Reibungsbremse zulässig, nicht jedoch aufgrund einer geänderten Bremskraftvorgabe.

3 Schutzziele

Schutzziel 1: Gewährleistung eines betrieblich sicheren Anhalteweges.

Die Begrenzung der Kraftschlussausnutzung trägt dafür Sorge, dass in allen betrieblich realisierbaren Zugkonfigurationen

- der gemäß DIN EN 16834 ermittelte, nominale Anhalteweg im Regelfall ohne Gleitschutzaktivität eingehalten wird,
- die Wirkung des Gleitschutzes in der Lage ist, im Falle niedriger Kraftschlusswerte (nH) den Kraftschluss im Regelfall auf das Niveau anzuheben, das zur Einhaltung des signaltechnisch bestimmten Anhalteweges erforderlich ist sowie
- eine Verlängerung des Anhalteweges über den Gefahrenpunkt hinaus „unwahrscheinlich“ im Sinne der DIN EN 50126-1 ist.

Darüber hinaus können ergänzende Maßnahmen nötig sein (siehe Kapitel 7).

Schutzziel 2: Sichere Handhabung der Bremsen

Eine sichere Handhabung der Bremsen bedeutet, dass weder verminderte Kraftschlussbedingungen noch Funktionen der Bremssteuerung zu einer für den Triebfahrzeugführer unbeherrschbaren Verzögerungsdifferenz führen. Dem Triebfahrzeugführer soll eine intuitiv richtige Bremsbedienung ermöglicht werden. Entscheidungshürden im Zusammenhang mit der Anforderung einer Schnellbremsung sind zu vermeiden.

Schutzziel 3: Gewährleistung eines ökonomischen Bremsbetriebes

Verschleißfreie Bremsen sollen bei Betriebsbremsungen ökonomischer und ökologischer ausgenutzt werden können. Hoher Verschleiß und Radsatzschäden aufgrund zu hoher Kraftschlussausnutzung bzw. thermischer Belastung sind zu vermeiden.

4 Grenzen der Kraftschlussausnutzung

Es müssen die kraftschlussrelevanten Grenzwerte der fahrzeugspezifischen Anforderungsnormen eingehalten werden:

- für Lokomotiven, Reisezugwagen, Güterwagen nach DIN EN 14198,
- für Triebzüge nach DIN EN 16185-1,
- für Hochgeschwindigkeits-Triebzüge nach DIN EN 15734-1,
- für Bau- und Instandhaltungsmaschinen nach DIN EN 14033-1.

Ergänzend zur DIN EN 16185-1 gilt für die Kraftschlussausnutzung der dynamischen Bremse außerhalb von Schnellbremsungen kein Grenzwert, wenn ein zugweites Bremskraftmanagement aktiv ist. Falls die dynamischen Bremsen die Bremskraftanforderung kraftschlussbedingt nicht auf die Schiene übertragen können, muss das Bremskraftmanagement die Bremskraftanforderung so verteilen, dass die Kraftschlussausnutzung an allen Radsätzen oder Einzelrädern die genannten Grenzwerte einhält. Diese Verteilung muss außerdem manuell anforderbar sein.

5 Bremsvermögen

Die Anhaltewege einer Schnellbremsung dürfen nicht länger sein als die einer Vollbremsung mit dem Zugbremssteller bei gleicher Bremsausgangsgeschwindigkeit. Bei einem Übergang von einer Voll- zu einer Schnellbremsung in der Ebene darf es ab dem Zeitpunkt der Einleitung der Schnellbremsung zu einem maximalen Verzögerungseinbruch von $0,2 \text{ m/s}^2$ kommen. Der Verzögerungseinbruch darf nicht länger als 1 s dauern.

6 Nachweisverfahren

Der Nachweis der Einhaltung der definierten Grenzen der Kraftschlussausnutzung muss nach DIN EN 16834 erfolgen, jedoch nur für Bremsausgangsgeschwindigkeiten größer 30 km/h, die maßgeblich für die Bremsbewertung sind.

7 Ergänzende Maßnahmen

Der fahrzeugseitige Beitrag zur Erfüllung des Schutzzieles 1 ist gegeben, wenn die Anforderungen in diesem Kapitel umgesetzt sind.

Lokomotiven und Triebköpfe müssen gemäß TSI LOC&PAS mit Sandstreuanlagen ausgerüstet sein.

Für Triebfahrzeuge, Steuerwagen, Nebenfahrzeuge der Triebfahrzeugbauart und führende Nebenfahrzeuge mit nachfolgenden Eigenschaften sind ergänzende Maßnahmen erforderlich:

- Fahrzeuge mit Klotzbremsen bzw. mit kombinierten Klotz- und Scheibenbremsen mit einer, gemäß Kapitel 4 ermittelten Kraftschlussausnutzung von mehr als 0,12;
- Fahrzeuge mit Scheibenbremsen mit einer, gemäß Kapitel 4 ermittelten Kraftschlussausnutzung von mehr als 0,11.

Diese ergänzenden Maßnahmen sind bei Lokomotiven, Steuerwagen und führenden Nebenfahrzeugen:

- Ausrüstung mit mindestens einer Sandstreuanlage je Fahrtrichtung und Schiene, welche gemäß den Vorgaben der B011 ausgeführt und angeordnet ist.

Bei allen anderen o.g. Fahrzeugen:

- Ausrüstung mit zwei Sandstreuanlagen je Fahrtrichtung und Schiene, welche gemäß den Vorgaben der B011 ausgeführt und angeordnet sind, **oder**
- Ausrüstung mit mindestens zwei Mg-Bremsen entsprechend den Anforderungen der Ergänzungsregelung B012, welche an den Enddrehgestellen angeordnet sind, **oder**
- Ausrüstung mit einer Sandstreuanlage je Schiene vor dem vorlaufenden Radsatz, welche gemäß den Vorgaben der B011 ausgeführt und angeordnet ist, und mindestens einer Mg-Bremse entsprechend den Anforderungen der Ergänzungsregelung B012. Diese ist, außer bei Fahrzeugen mit ≤ 7 Radsätzen, in einem der mittleren Drehgestelle anzuordnen.

Kombinationen sind möglich.

Falls das betreffende Fahrzeug nicht über Sandstreuanlagen verfügt und mit Mg-Bremsen ausgerüstet ist, so müssen diese Mg-Bremsen so ausgeführt sein, dass sie bei Schnellbremsungen im unteren Geschwindigkeitsbereich bis $v_F \geq 20 \text{ km/h}$ wirksam sind.