

DIN EN 16207

ICS 45.060.01

Ersatz für
DIN EN 16207:2014-11

**Bahnanwendungen –
Bremse –
Anforderungen an Funktion und Leistungsfähigkeit von
Magnetschienenbremssystemen für Schienenfahrzeuge;
Deutsche Fassung EN 16207:2014+A1:2019**

Railway applications –

Braking –

Functional and performance criteria of Magnetic Track Brake systems for use in railway rolling stock;

German version EN 16207:2014+A1:2019

Applications ferroviaires –

Freinage –

Critères pour la fonction et la performance des systèmes de freinage magnétiques pour véhicules ferroviaires;

Version allemande EN 16207:2014+A1:2019

Gesamtumfang 42 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16207:2014+A1:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-03 AA „Bremse“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 9. September 2019.

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen **A1** **A1** angezeigt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 16207:2014-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen auf „prEN 14531-2“ durch „EN 14531-2“ ersetzt;
- b) normative Verweisung auf „UIC 544-1:2004“ durch „EN 16834:2018“ ersetzt;
- c) Anhang ZA überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 16207: 2014-11

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen —
Bremse —
Anforderungen an Funktion und Leistungsfähigkeit von
Magnetschienenbremssystemen für Schienenfahrzeuge**

Railway applications —
Braking —

Functional and performance criteria of Magnetic Track
Brake systems for use in railway rolling stock

Applications ferroviaires —
Freinage —

Critères pour la fonction et la performance des
systèmes de freinage magnétiques pour véhicules
ferroviaires

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. Juni 2014 angenommen und beinhaltet die Änderung 1, welche vom CEN am 9. September 2019 angenommen wurde.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Abkürzungen	8
4 Aufgabe und Zweck der Mg-Bremse	8
5 Konstruktive Anforderungen	10
5.1 Von der Mg-Bremse freizuhaltende Räume	10
5.2 Verzögerungskraft	10
5.3 Führung des Magneten bei Wirksamkeit im Gleisbereich	11
5.4 Ruhestellung der Mg-Bremse über der Schienenoberkante	11
5.5 Magnetelemente	12
5.5.1 Endstücke	12
5.5.2 Polschuhe	12
5.6 Freiraum für Radbearbeitungsmaschinen und Transportrollen	12
5.7 Festigkeitsanforderungen	13
5.8 Mechanische Befestigung der Mg-Bremsteile im Fahrwerk	15
5.9 Zusätzliche Anforderungen an Permanentmagnete	15
5.10 Ansteuerung der Mg-Bremse	15
6 Lastkombinationen für Bauteilprüfungen	16
6.1 Mg-Bremsleistung mit Beitrag zur Schnellbremsleistung	16
6.2 Mg-Bremsleistung ohne Beitrag zur Schnellbremsleistung	17
7 Diagnose der Mg-Bremse	17
8 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und Schnittstellen	18
8.1 Verträglichkeit mit Zugortungssystemen	18
8.2 Drehgestellanbauteile im Bereich der Mg-Bremse	18
8.3 EMV-Prüfungen nach EN 50121-3-2	18
9 Typ- und Serienprüfungen	18
9.1 Typprüfung	18
9.1.1 Allgemeines	18
9.1.2 Magnetische Prüfung	19
9.1.3 Elektrische Prüfung	19
9.1.4 Thermische Prüfung	19
9.1.5 Mechanische Prüfung	19
9.1.6 Andere Prüfungen und Nachweise	20
9.2 Serienprüfung	20
10 Fahrzeugintegrationsprüfungen	21
Anhang A (normativ) Lastannahmen für die Mg-Bremse	22
A.1 Allgemeines	22
A.2 Ruhestellung (Hochlage)	22
A.2.1 Lastfallerläuterung	22

A.2.2	Beschleunigungen	24
A.2.3	Anregung durch Flachstellen	24
A.2.4	Stoß (Ruck) durch Hochschnellen der elektromagnetischen Mg-Bremse	24
A.3	Arbeitsstellung (Bremsstellung)	24
A.3.1	Lastfallerläuterung	24
A.3.2	Längskraft $F_{B,x}$ aus Mg-Bremung	25
A.3.3	Aspekte der Kraftübertragung	25
A.4	Gleisbremsen	27
A.4.1	Allgemeines	27
A.4.2	Lastfallerläuterung	27
A.5	FME(C)A	28
A.6	Lastkollektiv für den Betriebssicherheitsnachweis	28
A.7	Lastkollektiv für Bauteilprüfungen, Beispiel für ein Lastkollektiv mit 10 000 Bremsungen	30
A.8	Prüfablauf	30
A.9	Prüfergebnis	30
Anhang B (normativ) Messung der magnetischen Anzugskraft — Funktionsprüfung der Bremsmagnete		31
B.1	Messung der magnetischen Anzugskraft von Mg-Bremsmagneten	31
B.2	Mittelwertbildung der Anzugskraft bei Starrmagneten	32
B.3	Mittelwertbildung der Anzugskraft bei Gliedermagneten	32
Anhang C (normativ) Endstücke von Mg-Bremsen		34
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2008/57/EG		38
Literaturhinweise		40

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 16207:2014+A1:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Bahnanwendungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2020 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 9. September 2019.

Dieses Dokument ersetzt EN 16207:2014.

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierung **A1** **A1** angezeigt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandates erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie 2008/57/EG siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Funktionsweise, Position, Einschränkungen und Steuerung für Magnetschienenbremssysteme (Mg-Bremssysteme) fest, die in die Drehgestelle von Vollbahnzügen eingebaut sind und bei Geschwindigkeiten bis zu 280 km/h für Schnellbremsungen sowie unter Bedingungen mit niedrigem Kraftschluss genutzt werden. Diese Norm beschäftigt sich daher nur mit Mg-Bremsen in Hochaufhängung und nicht mit hoch/tief- bzw. tief aufgehängten Mg-Bremsen.

Dieses Dokument beinhaltet auch Prüfverfahren und Zulassungsbedingungen für Mg-Bremssysteme. Außerdem werden die Schnittstellen zur elektrischen Ausrüstung, zum Drehgestell, zum Oberbau und zu anderen Bremssystemen festgelegt.

Auf der Basis bestehender Internationaler und nationaler Normen werden zusätzliche Anforderungen festgelegt an:

- Einsatzbedingungen der Mg-Bremse;
- Verzögerungs- und Bremskräfte;
- Funktions- und Konstruktionsmerkmale;
- Festigkeitsanforderungen;
- Typ-, Serien- und Fahrzeugintegrationsprüfungen.

Zur Konstruktion und Berechnung wird eine „Referenzfläche“ (das Normalquadrat) eingeführt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 10025-2, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*

EN 13674-1, *Bahnanwendungen — Oberbau — Schienen — Teil 1: Vignolschienen ab 46 kg/m*

EN 14198, *Bahnanwendungen — Bremsen — Anforderungen an die Bremsausrüstung lokbespannter Züge*

EN 14478, *Bahnanwendungen — Bremsen — Fachbegriffe*

EN 14531-2 ^{A1}, *Bahnanwendungen — Verfahren zur Berechnung der Anhalte- und Verzögerungsbremswege und der Feststellbremsung — Teil 2: Schrittweise Berechnungen für Zugverbände oder Einzelfahrzeuge*

EN 15085 (alle Teile), *Bahnanwendungen — Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen*

EN 15179, *Bahnanwendungen — Bremsen — Anforderungen für die Bremsausrüstung von Reisezugwagen*

EN 15273-1:2013, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 1: Allgemeines — Gemeinsame Vorschriften für Infrastruktur und Fahrzeuge*

EN 15273-2, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien*

EN 15734-1, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge — Teil 1: Anforderungen und Definitionen*

EN 15734-2, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge — Teil 2: Prüfverfahren*

prEN 16185-1, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Triebzüge — Teil 1: Anforderungen und Definitionen*

prEN 16185-2, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Triebzüge — Teil 2: Prüfverfahren*

EN 45545-2, *Bahnanwendungen — Brandschutz in Schienenfahrzeugen — Teil 2: Anforderungen an das Brandverhalten von Materialien und Komponenten*

EN 50121-3-2, *Bahnanwendungen — Elektromagnetische Verträglichkeit — Teil 3-2: Bahnfahrzeuge — Geräte*

EN 50124-1, *Bahnanwendungen — Isolationskoordination — Teil 1: Grundlegende Anforderungen — Luft- und Kriechstrecken für alle elektrischen und elektronischen Betriebsmittel*

EN 50126, *Bahnanwendungen — Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS)*

EN 50128, *Bahnanwendungen — Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme — Software für Eisenbahnsteuerungs- und Überwachungssysteme*

EN 50129, *Bahnanwendungen — Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme — Sicherheitsbezogene elektronische Systeme für Signaltechnik*

EN 60077-1:2002, *Bahnanwendungen — Elektrische Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen — Teil 1: Allgemeine Betriebsbedingungen und allgemeine Regeln (IEC 60077-1:1999, modifiziert)*

EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529)*

EN 61373, *Bahnanwendungen — Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen — Prüfungen für Schwingen und Schocken (IEC 61373)*

EN ISO 2409, *Beschichtungsstoffe — Gitterschnittprüfung (ISO 2409)*

EN ISO 4628-3, *Beschichtungsstoffe — Beurteilung von Beschichtungsschäden — Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen — Teil 3: Bewertung des Rostgrades (ISO 4628-3)*

EN ISO 9227, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen (ISO 9227)*

EN 16834:2019, Bahnanwendungen — Bremse — Bremsvermögen

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 14478 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Betätigungsorgan

Bauteil, mit dem die Mg-Bremse auf die Schiene abgesenkt wird, üblicherweise ein Pneumatikzylinder mit Rückstellfeder (Betätigungszyylinder)

3.1.2

Endstücke

sie führen die Magnete auf den Schienen

Anmerkung 1 zum Begriff: Endstücke tragen auch zur Bremskraft bei.

Anmerkung 2 zum Begriff: Endstücke verschleifen.

3.1.3

Hochaufhängung

Ausführungsform einer Mg-Bremse, in welcher die Magnete untereinander durch Spurhalter verbunden sind und in ihrer Ruhestellung mittels Federkraft über Zentriereinrichtungen in Hochlage im Fahrwerksrahmen gehalten werden und in der zum Anlegen der Magnete eine Energiequelle angewendet wird, die sie auf die Schienen absenkt

3.1.4

Hoch-/Tiefaufhängung

Ausführungsform einer Mg-Bremse, in welcher die Magnete untereinander ebenfalls durch Spurhalter verbunden sind und in ihrer Ruhestellung über Zentriereinrichtungen in Hochlage im Fahrwerksrahmen gehalten werden, von wo sie unter Nutzung einer externen Energiequelle in ihre Tieflage bewegt werden, wohingegen sich die Magnete in ihrer Tieflage in einer Höhe befinden, die es erlaubt, dass die Magnete bei Erregung gegen eine Federkraft auf die Schiene gezogen werden

3.1.5

Tiefaufhängung

Ausführungsform einer Mg-Bremse, in welcher die Magnete mittels Federkraft in einer Höhe über der Schienenoberkante gehalten werden, die es erlaubt, dass die Magnete bei Erregung auf die Schiene gezogen werden

3.1.6

Polschuhe

Reibelemente des Magneten, welche die Bremskraft erzeugen

Anmerkung 1 zum Begriff: Polschuhe verschleifen und sind daher austauschbar.

3.1.7

Ruhestellung

Stellung der Mg-Bremse, in welcher sich die Magnete in einem merklichen Abstand zur Schienenoberkante befinden, sofern kein Bremsbefehl anliegt, und in der die Magnete durch das Drehgestell geführt und gehalten werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Stellung entspricht der geometrisch definierten Ruhestellung bei Hochaufhängung und bei Hoch-/Tiefaufhängung.

3.1.8

Aufschieferungen

Materialaufschweißungen

Ansammlung metallischer Abriebteilchen an der Unterseite der Polschuhe einer Mg-Bremse

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Vorhandensein dieser Materialaufschweißungen verringert die Bremsleistung der Mg-Bremse, daher müssen sie im Rahmen der Instandhaltungsarbeiten entfernt werden.

3.1.9

Arbeitsstellung

Stellung der Mg-Bremse, in welcher die Magnete in Kontakt mit den Schienen sind und sich dabei selbst durch das Magnetfeld zentrieren, und in der bei erregten Magneten durch Reibung die Bremskraft erzeugt wird

3.2 Abkürzungen

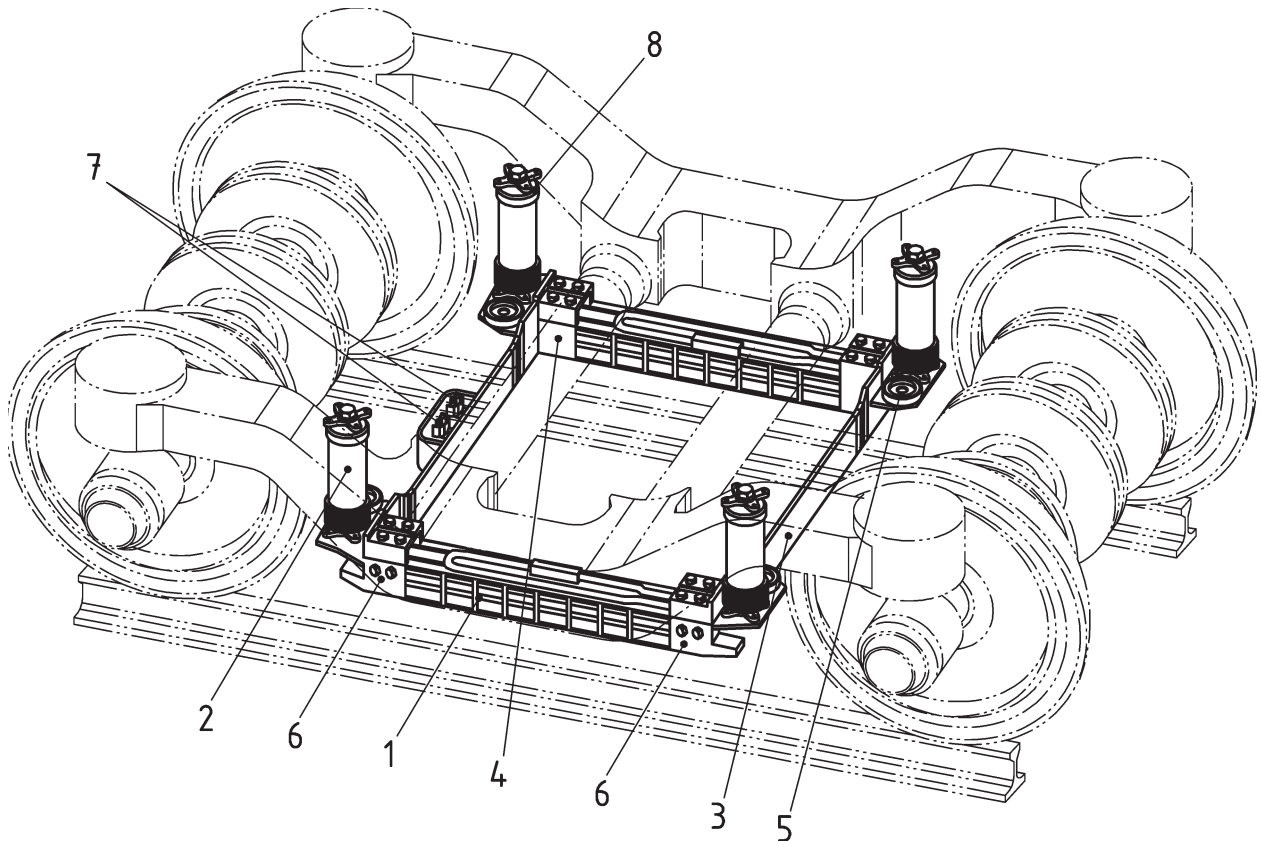
Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen.

HLL	Hauptluftleitung
CCS	Steuerbefehl und Signaltechnik (en: Control Command and Signalling)
DC	Gleichstrom (en: Direct Current)
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
FME(C)A	Failure Mode Effect (Criticality) Analysis
g	Fallbeschleunigung ($9,81 \text{ m/s}^2$)
IP67	IP-Code: ein Kodiersystem, das die Schutzgrade durch Gehäuse angibt, die einen Schutz bieten gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen, das Eindringen von festen Fremdkörpern, das Eindringen von Wasser und das weitere Informationen in Zusammenhang mit diesem Schutz nach EN 60529 angibt
Mg-Bremse	Magnetschienenbremse für den Einbau in ein Drehgestell/Fahrwerk
PD2	Grad der Verunreinigung zur Bewertung von Kriechstrecken und Freiräumen nach EN 50124-1
q	Freiraum, in Millimeter, zwischen Radsatzwelle und unterem Drehgestellrahmen, nach EN 15273-2
R+Mg	Bremsstellung mit wirkender Mg-Bremse in Übereinstimmung mit EN 14198
TSI	Technische Spezifikation für die Interoperabilität
U_N	nominale Batteriespannung
GS	Gleitschutz

4 Aufgabe und Zweck der Mg-Bremse

Die Mg-Bremse ist eine zusätzliche Bremsenrichtung, die unmittelbar auf die Schienen wirkt und daher nicht vom Kraftschluss zwischen Rad und Schiene abhängig ist. Ihre Wirkung beruht auf Reibung infolge magnetischer Anzugskraft (Haftkraft) auf der Schiene. Die magnetische Anzugskraft kann elektrisch oder durch Dauermagnete erzeugt werden. Die Mg-Bremse wird erforderlichenfalls zur Ergänzung der vom Kraftschluss zwischen Rad und Schiene abhängigen Bremsenrichtung in das Drehgestell oder Fahrwerk eingebaut. Die Bremsmagnete sind im Drehgestell zwischen den Radsatzwellen angeordnet.

Bild 1 zeigt ein Beispiel für eine in ein Drehgestell eingebaute Mg-Bremse in Hochaufhängung in vereinfachter Darstellung.



Legende

- 1 Magnet mit segmentierten oder nicht segmentierten (starren) Polschuhen
- 2 Betätigungsorgan, Betätigungszylinder
- 3 Spurhalter
- 4 Mitnehmer, nicht magnetisch
- 5 Zentriereinrichtung zur Begrenzung von seitlichen Bewegungen in der Ruhestellung
- 6 spezielle Endstücke für Weicheneinlauf
- 7 elektrische Schnittstelle
- 8 pneumatische Schnittstelle

Bild 1 — Einbau einer Mg-Bremse in ein Drehgestell (Beispiel)

Die Mg-Bremse wird im Allgemeinen in folgenden Fällen angewendet:

a) bei Schnellbremsungen:

Die Mg-Bremse wird bei einer Schnellbremsung automatisch aktiviert. Wenn die Mg-Bremse zur Schnellbremsleistung beiträgt, unterliegt sie hinsichtlich ihrer Wirkbereitschaft besonderen Anforderungen an Sicherheit und Zuverlässigkeit. Ihr Anteil an der Verzögerung kann in diesem Fall auf das Bremsgewicht/die Gesamtverzögerung des Fahrzeugs angerechnet werden.

b) bei Bremsungen unter Bedingungen mit niedrigem Kraftschluss oder in starken Gefällen:

Die Mg-Bremse darf auf Anforderung des Treibfahrzeugführers als zusätzliche kraftschlussunabhängige Bremse aktiviert werden.

Falls Fahrzeuge mit wirkender Mg-Bremse in Rangierbereichen zu bewegen sind, muss eine Unterdrückung der Mg-Bremse möglich sein, und die Freiraumeinschränkungen nach EN 15273-1:2013, Bild C.4, müssen eingehalten werden.

ANMERKUNG 1 Es besteht das Risiko, dass Ablaufberge, Gleisbremsen und andere Rangier- und Hemmeinrichtungen in Kontakt zu den Mg-Bremsen gelangen können, besonders in Gleisbögen mit einem Radius $R < 150$ m.

ANMERKUNG 2 Fahrzeuge, die wegen ihrer Konstruktion beim Passieren von Ablaufbergen einen Schaden erleiden können, werden durch EN 15877-2:2013, Bild 76. Fahrzeuge gekennzeichnet, die nicht zum Fahren über Gleisbremsen vorgesehen sind, werden durch EN 15877-2:2013, Bild 58, gekennzeichnet.

5 Konstruktive Anforderungen

5.1 Von der Mg-Bremse freizuhaltende Räume

Durch die Lage der Bremsmagnete über der Schiene muss ein Freiraum sichergestellt werden, der unter allen betrieblichen Konfigurationen/Bedingungen ausreichend groß ist, um zu verhindern, dass ein Kontakt der nicht aktivierten Magnete mit der Schiene (infolge von Schwingungen oder Einfederungen) unabhängig von der Geschwindigkeit, auch unter extremen Bedingungen mit Radverschleiß und neuen Bremsmagneten, erfolgt.

Die einzuhaltenden Freiräume müssen die seitliche Auslenkung und vertikale Höhenlage der Mg-Bremse des fahrbereiten Fahrzeugs berücksichtigen. Die einzuhaltenden Freiräume der Fahrzeuge orientieren sich grundsätzlich an folgenden Bestimmungen:

- a) Die nach EN 15273-1:2013, Bild C.4, gestatteten Freiräume, inklusive Raum „e“, für die untere Begrenzung der Fahrzeuge dürfen durch Teile der Mg-Bremse in Ruhe- und Arbeitsstellung nicht überschritten werden. In Arbeitsstellung zentrieren sich die Magnete infolge der magnetischen Kraft auf der Schiene, daher ist der Nachweis der Profilverfreiheit nur für die Ruhestellung zu erbringen.
- b) Für die kurze Zeit des Übergangs von der Ruhestellung in die Arbeitsstellung und umgekehrt muss die Profilverfreiheit mit der Arbeitsstellung gleichgesetzt werden.
- c) Sollte in Arbeitsstellung der Raum „e“ in Anspruch genommen werden und sollte eine Berührung zwischen Magneten und Gleiskörper erfolgen, z. B. beim Durchfahren von Weichen, Kreuzungen und Straßenquerungen, muss eine sichere Rückführung der Magnete in den Raum „d“ ohne Beeinträchtigung der Funktion sichergestellt werden.
- d) Bei den zu erbringenden Freigängigkeitsuntersuchungen sind die folgenden Kriterien zu berücksichtigen:
 - 1) der Abnutzungszustand der Räder;
 - 2) der Polschuhzustand;
 - 3) die Federwege des Drehgestells.

5.2 Verzögerungskraft

Die Verzögerungswirkung der Mg-Bremse ist abhängig von der magnetischen Anzugskraft der Bremse auf der Schiene, ihrer Wirklänge, dem Werkstoff und dem Zustand der Magnete beim Bremsvorgang. Die Bremskraft entsteht durch Reibung zwischen den Magneten und der Schiene als kombinierter Effekt aus magnetischer Anzugskraft und dem Kraftschlussbeiwert zwischen Reibelement und Schiene.

Für die Dimensionierung und Konstruktion sind Bremsberechnungen nach  EN 14531-2  anzustellen. Die Bremsleistung ist durch Versuche nachzuweisen.

Die Mg-Bremse muss ihre Verzögerungswirkung möglichst unter allen für den Eisenbahnbetrieb typischen Umweltbedingungen erbringen. Im Winter ist zur Vermeidung störender Eisablagerungen an den Polschuhen ein Warmhaltebetrieb zulässig.

Die magnetische Anzugskraft der Magnete auf dem Schienenkopf ist in den technischen Unterlagen des Herstellers zu definieren; sie wird nach der in 9.1.2 beschriebenen Verfahren angegeben und gemessen.

5.3 Führung des Magneten bei Wirksamkeit im Gleisbereich

Im Grundsatz müssen jeder Magnet oder im Verbund beide gegenüber liegenden Magnete sich in wirkender Stellung optimal auf den Schienenkopf einstellen. Dazu muss die Mg-Bremse in Arbeitsstellung im Drehgestell ausreichend quer verschiebbar sein. Das bedeutet, dass für die Mg-Bremse ein ausreichender seitlicher Freiraum vorzusehen ist. In EN 15273-1 ist der Freiraum zwischen der Radsatzwelle und dem Drehgestellrahmen definiert mit q :

$$x = \text{seitlicher Freiraum} + q$$

Für die Normalspur (1 435 mm) muss der Abstand der Mittellinien der Magnete 1 510 mm betragen, siehe Anhang C. Bei Anwendung an anderen Spurweiten muss der Abstand der Mittellinien entsprechend angepasst werden.

In einem Drehgestell müssen immer zwei gleiche Magnete mit Polschuhen gleicher Bauweise enthalten sein. Geeignete Einrichtungen (z. B. Spurhalter) müssen vorgesehen werden, um die Polschuhe zueinander parallel zu halten.

Bei Schienenkopfunterbrechungen (Weichen, Kreuzungen) sind die stabile Führung des Magneten in der Längsachse des Schienenkopfes und seine geometrische Position zur Vertikalachse optimal auszuführen, um ein weitgehend gleich bleibendes Bremsvermögen und eine geringstmögliche mechanische Belastung der Mg-Führung im Fahrwerk sicherzustellen. Die wirkende Mg-Bremse muss zum Durchlauf von Weichen- und Kreuzungsbereichen in der Lage sein (einschließlich der Bereiche mit festem Herzstück). Als Referenz zur Überprüfung dieser Eigenschaft gilt eine Weiche mit einem Tangentenabzweigungswinkel von $\text{tg } \alpha \geq 0,034$.

5.4 Ruhestellung der Mg-Bremse über der Schienenoberkante

Die Mg-Bremse ist so anzuordnen, dass sie bei einem aktiven Fahrzeug in Ruhestellung bei bis zum Betriebsgrenzmaß abgenutzten Rädern und unter Berücksichtigung einer statischen Einfederung des Fahrwerks

- innerhalb der Raums „b“ nach EN 15273-1:2013, Bild C.4, bleibt und
- einen Abstand von 40 mm bis 100 mm über der Schienenoberkante einhält.

Dabei darf unterstellt werden, dass die festen Teile von Weichen und Kreuzungen eine Höhe von 80 mm über der Schienenoberkante nicht überschreiten.