

DIN EN 15734-2

ICS 45.060.01

Ersatz für
DIN EN 15734-2:2013-04

**Bahnanwendungen –
Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge –
Teil 2: Prüfverfahren;
Deutsche Fassung EN 15734-2:2010+A1:2021**

Railway applications –
Braking systems of high speed trains –
Part 2: Test methods;
German version EN 15734-2:2010+A1:2021

Applications ferroviaires –
Systèmes de freinage pour trains à grande vitesse –
Partie 2: Méthodes d'essai;
Version allemande EN 15734-2:2010+A1:2021

Gesamtumfang 71 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15734-2:2010+A1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

Dieses Dokument enthält eine Berichtigung, angenommen von CEN am 2012-12-05.

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 2021-10-04.

Anfang und Ende der durch die Berichtigung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch Änderungsmarken **AC** **AC** angegeben.

Anfang und Ende der durch die Änderung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch Änderungsmarken **A1** **A1** angegeben.

Diese Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit bar, die in Deutschland nicht zugelassen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (EinhZeitG) nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheit dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheit anwenden.

Umrechnung:

Nicht zugelassene Einheit	Zugelassene Einheit	Umrechnung
bar	Pa	1 bar = 10 ⁵ Pa

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15734-2:2013-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anhang ZA wurde gelöscht;
- b) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Frühere Ausgaben

DIN EN 15734-2: 2011-02, 2013-04

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen —
Bremsysteme für Hochgeschwindigkeitszüge —
Teil 2: Prüfverfahren**

Railway applications —
Braking systems of high speed trains —
Part 2: Test methods

Applications ferroviaires —
Systèmes de freinage pour trains à grande vitesse —
Partie 2: Méthodes d'essai

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. Oktober 2010 angenommen und enthält das Corrigendum, das von CEN am 5. Dezember 2012 angenommen wurde und schließt Änderung 1 ein, die am 4. Oktober 2021 vom CEN 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	6
4 Formelzeichen und Abkürzungen.....	6
5 Anforderungen.....	7
5.1 Allgemeines.....	7
5.2 Prüfverfahren.....	8
5.2.1 Allgemeines.....	8
5.2.2 Festlegung der zu prüfenden Teile.....	8
5.2.3 Allgemeine Bedingungen für die Prüfungen	8
5.2.4 Festlegung der Prüf- und Messmittel.....	8
5.2.5 Prüfprogramm	9
5.2.6 Berichte	9
5.2.7 Dokumentation	10
5.3 Verfahren.....	10
5.3.1 Messung der Bremszylinderfüllzeit	10
5.3.2 Messung der Bremszylinderlösezeit.....	10
5.3.3 Messung der Absenkzeit des Druckes in der HLL oder im Ausgleichbehälter des Führerbremsventils	10
5.3.4 Messung der Füllzeit in der HLL oder im Ausgleichsbehälter des Führerbremsventils	10
5.3.5 Messung der Totzeiten der GS-Ventile	10
5.3.6 Messung der Entlüftungszeit der GS-Ventile	10
5.3.7 Messung der Füllzeit der GS-Ventile	11
5.3.8 Messung von Undichtheiten.....	11
5.3.9 Messung der Absenkzeit der Magnetschienenbremse.....	11
5.3.10 Messung der Anhebezeit der Magnetschienenbremse	11
5.3.11 Messung der Brems- und Lösezeit der Ep-Zusatzbremse	11
5.3.12 Messung der Bremskraftverteilung zwischen verschiedenen Bremsen.....	11
5.3.13 Ermittlung der durch die Magnetschienenbremse oder die lineare Wirbelstrombremse in das Gleis eingebrachten Längskräfte	12
6 Prüfprogramm am stehenden Fahrzeug.....	12
6.1 Prüfungen am Fahrzeug (Ebene 1)	12
6.2 Prüfungen an einer einzelnen Einheit (Ebene 2).....	32
6.3 Prüfungen im Zugverband, Mehrfachtraktion (Ebene 3).....	42
7 Spezifikation der Fahrversuche	50
7.1 Allgemeines zu Fahrversuchen.....	50
7.1.1 Voraussetzungen	50
7.1.2 Versuchsbedingungen	50
7.1.3 Aufzuzeichnende Messgrößen.....	51
7.1.4 Prüfung der Verzögerung und des Bremsweges	52
7.1.5 Definition des Bremsgewichtes	52
7.2 Prüfprogramm	52
7.2.1 Prüfungen an einer einzelnen Einheit (Ebene 2).....	52
7.2.2 Prüfungen im Zugverband, Mehrfachtraktion (Ebene 3).....	61

Anhang A (normativ) Typisches Format für einen Prüfbericht über eine Typ- oder Serienprüfung.....	66
Anhang B (informativ) Prinzip der Prüfung der Selbsttätigkeit.....	67
B.1 Zweck der Selbsttätigkeits-Funktion	67
B.2 Einstellung der Führerbremsventil-Speisedüse zur Sicherstellung der Selbsttätigkeit.....	67
Literaturhinweise	69

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 15734-2:2010+A1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Bahnanwendungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] ist/sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument enthält eine Berichtigung, angenommen von CEN am 2012-12-05.

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 2021-10-04.

Dieses Dokument ersetzt A1 EN 15734-2:2010 A1.

Anfang und Ende der durch die Berichtigung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch Änderungsmarken AC AC angegeben.

Anfang und Ende der durch die Änderung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch Änderungsmarken A1 A1 angegeben.

A1 gestrichene Absätze A1

EN 15734, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Anforderungen und Definitionen*
- *Teil 2: Prüfverfahren*

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

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 die Prüfverfahren und Zulassungsbedingungen eines Bremssystems für den Einsatz in Hochgeschwindigkeitszügen fest, wie sie in der TSI Hochgeschwindigkeitsfahrzeuge beschrieben sind und welche auf Strecken des Transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes betrieben werden.

Die in dieser Norm definierten Prüfungen haben den Zweck festzustellen, dass die Leistung und Funktion des Zugbremssystems mindestens die entsprechenden Anforderungen nach EN 15734-1 erfüllt.

Diese Europäische Norm ist anzuwenden für:

- alle neuen Fahrzeugbauarten von Hochgeschwindigkeitszügen;
- alle Nachbauten bereits bestehender Fahrzeugbaureihen;
- alle größeren Grundüberholungen der o. g. Fahrzeuge, wenn dies Neukonstruktionen oder umfassende Änderungen der Bremsanlage des betreffenden Fahrzeuges mit einschließt.

Die im vorliegenden Dokument enthaltenen funktionalen Prüfanforderungen gehen von der Annahme aus, dass die Architektur des Bremssystems der Fahrzeuge dem der UIC-Druckluftbremse entspricht.

Hochgeschwindigkeitsschienenfahrzeuge können mit einem alternativen Bremssystem ausgerüstet werden, welches nicht über eine Hauptluftleitung angesteuert wird. In diesen Fällen ist die Festlegung gleichwertiger Prüfanforderungen erforderlich, um die funktionalen Anforderungen des eingebauten Bremssystems zu prüfen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes 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 15220-1, *Bahnanwendungen — Bremsanzeigevorrichtungen — Teil 1: Pneumatische Bremsanzeiger*

EN 15327-1, *Bahnanwendungen — Fahrgastnotrufsystem — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Schnittstellen für das Fahrgastnotbremssystem*

EN 15355, *Bahnanwendungen — Bremse — Steuerventile und Bremsabsperreinrichtungen*

EN 15595, *Bahnanwendungen — Bremse — Gleitschutz*

EN 15611, *Bahnanwendungen — Bremse — Relaisventile*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Fahrzeugreferenzmassen*

EN 15734-1:2010, *Bahnanwendungen — Bremssysteme für Hochgeschwindigkeitszüge — Teil 1: Anforderungen und Definitionen*

EN 50125-1, *Bahnanwendungen — Umweltbedingungen für Betriebsmittel — Teil 1: Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen*

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

UIC 544-1:2004, *Bremse — Bremsleistung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Zulassungsstelle
nach EN ISO/IEC 17025 akkreditierte benannte Stelle oder nationale Behörde, die Zulassungen oder Inbetriebnahmegenehmigungen erteilt

3.2 Prüfinstitut
Prüfinstitut, welches nach EN ISO/IEC 17025 akkreditiert ist

3.3 Prüfung
Prüfung einer Funktion ausgeführt als einzelne Messung oder als visuelle Prüfung

3.4 Aufzeichnung
graphische oder elektronische Aufzeichnung von Ergebnissen

3.5 Typprüfung
Prüfung eines oder mehrerer Elemente, eines Systems oder eines kompletten Fahrzeuges zum Nachweis, dass die Ausführung die vorgegebenen Anforderungen und die relevanten Normen erfüllt

Anmerkung 1 zum Begriff (Typ-)Prüfungen werden durch ein Prüfinstitut durchgeführt.

3.6 Serienprüfung
Prüfung eines Fahrzeuges, welche während oder nach der Herstellung durchgeführt wird, um festzustellen, dass es den festgelegten Bedingungen entspricht

4 Formelzeichen und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die nachfolgenden Symbole, Einheiten und Abkürzungen.

ATC	Automatische Zugsteuerung (en: Automatic Train Control) (Automatische Fahr- und Bremssteuerung, AFB)
ATP	Automatisches Zugsicherungssystem (en: Automatic Train Protection)
BC	Bremssteuerung (en: Brake Control)
HLL	Hauptluftleitung
DÜ	Datenübertragung
Ep	Elektropneumatische Bremse
ETCS	europäisches Zugsicherungssystem (en: European Train Control System)
R+Mg	Bremsstellung R+Mg
HBL	Hauptluftbehälterleitung
Mg-Bremse	Magnetschienenbremse
R	Bremsstellung R
Sifa	Sicherheitsfahrschaltung
RÜ	Rollüberwachung
GS	Gleitschutz

1 bar = 1 000 mbar = $10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa} = 10^{-1} \text{ MPa}$

5 Anforderungen

5.1 Allgemeines

Dieses Dokument legt den Inhalt der bremstechnischen Stand- und Fahrprüfungen für die folgenden Phasen fest:

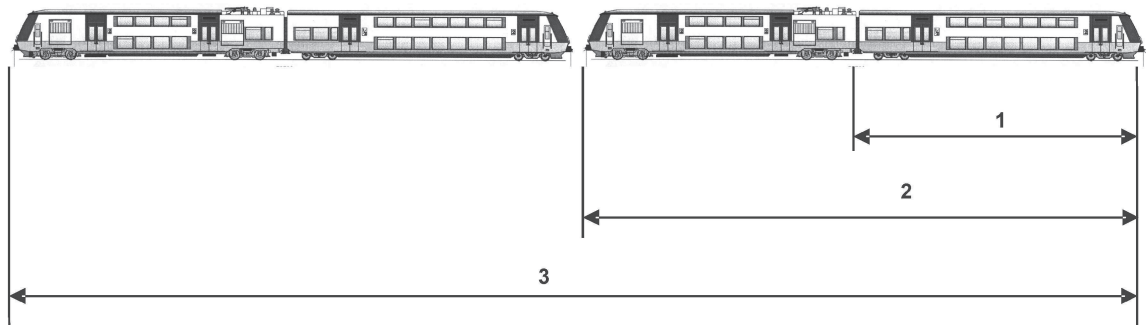
- Typprüfung zum Nachweis, dass das Bremssystem die gestellten Anforderungen erfüllt. Sie wird an einer Vorserieneinheit oder der ersten Einheit der Serienfertigung durchgeführt;
- Serienprüfung, welche die technische Stabilität des Produktionsverfahrens bestätigt, sowohl für das Gesamt- als auch für die Subsysteme. Zu diesem Zweck sind die wesentlichen Eigenschaften und Funktionen des Systems und der Subsysteme zu prüfen;
- Überprüfung, dass die Leistung und Funktion des Zugbremssystems mindestens die einzuhaltenden Anforderungen nach EN 15734-1 erfüllt;
- Festlegung der für die Überprüfung der Leistung und Funktion des Zugbremssystems notwendigen Daten.

Dieses Dokument bestimmt ebenfalls die relevanten aufzuzeichnenden Daten.

Die Typ- und die Serienprüfung sind wie folgt durchzuführen:

- Prüfungen mit einem einzelnen Fahrzeug (Ebene 1);
- Prüfungen mit einer einzelnen Einheit (Ebene 2). Diese ermöglichen die Überprüfung der Gesamtfunktionen der Einheit und der Schnittstellen zwischen den Fahrzeugen.
- Prüfungen von verbundenen Einheiten, bestehend aus zwei bis n Einheiten (Ebene 3) bis zur Maximal-konfiguration. Diese ermöglichen die Überprüfung der Gesamtfunktionen eines Zugverbandes und der Schnittstellen zwischen den Einheiten.

Bild 1 zeigt ein Beispiel für die 3 Ebenen:



Legende

- 1 Ebene 1: Fahrzeug
- 2 Ebene 2: einzelne Einheit
- 3 Ebene 3: Zugverband, Mehrfachtraktion

Bild 1 — Ebenen der Typ- und Serienprüfung

5.2 Prüfverfahren

5.2.1 Allgemeines

Die Prüfungen müssen die folgenden Elemente enthalten:

- Festlegung der zu prüfenden Teile;
- allgemeine Prüfbedingungen;
- Spezifikation der Prüf- und Messmittel;
- Prüfprogramm.

5.2.2 Festlegung der zu prüfenden Teile

Es muss eine Liste der zu prüfenden Teile mit einer Beschreibung des Bremssystems erstellt werden, welche vom Gesamt- oder Teilsystem bis hinunter zu den Einzelteilen ausgeht. Es wird empfohlen, der Beschreibung pneumatische, elektrische oder elektronische Schaltpläne, Schemata, Graphiken, usw. hinzuzufügen. Es muss eine Dokumentation des Versuchsaufbaus sowie eine Beschreibung der Versuchsdurchführung zusammen mit pneumatischen, elektrischen oder elektronischen Schaltplänen, Schemata, Graphiken, usw. erstellt werden.

5.2.3 Allgemeine Bedingungen für die Prüfungen

5.2.3.1 Temperatur

Die Prüfungen müssen innerhalb der Temperaturen durchgeführt werden, die den Bereichen der Lufttemperaturklassen in Übereinstimmung mit EN 50125-1 entsprechen und für das zu prüfende System vereinbart wurden.

5.2.3.2 Energieversorgung

a) Druckluftversorgung

Wenn das System nicht mit Druckluft aus eigener Quelle versorgt werden kann, beispielsweise bei Prüfungen am Einzelfahrzeug, ist eine externe Druckluftquelle zu verwenden. Diese muss eine Druckluftqualität (Feststoff-, Feuchtigkeit-, Ölgehalt) und eine Charakteristik (Volumenstrom, minimale Drücke usw.) aufweisen, welche mindestens der entsprechen muss, die von der normalen Druckluftversorgung des Systems bereitgestellt wird.

b) Elektroenergieversorgung

Wenn das Fahrzeug nicht mit Elektroenergie aus eigener Quelle versorgt werden kann, beispielsweise bei Prüfungen am Einzelfahrzeug, ist eine externe Elektroenergiequelle zu verwenden. Diese muss die gleiche Charakteristik aufweisen, wie die der normalen Energieversorgung des Systems.

5.2.4 Festlegung der Prüf- und Messmittel

Die Messmittel müssen die geforderte Genauigkeit aufweisen.

Die Aufzeichnungstechnik muss die Verarbeitung einer genügenden Anzahl von Messkanälen ermöglichen, um alle benötigten Informationen der Prüfungen aufzeichnen zu können. Jede Messgröße muss klar erkennbar sein.

Die Aufzeichnungen müssen die in 5.2.6 und  7.1.3  aufgeführten Informationen beinhalten.

Die Qualität der Aufzeichnungen muss das Kopieren ohne Qualitätsverlust ermöglichen. Wenn ein digitales Aufzeichnungssystem zur Anwendung kommt, muss für die Daten ein frei verfügbares Format verwendet werden.

5.2.5 Prüfprogramm

Die in den folgenden Tabellen aufgeführten Punkte beschreiben die mindestens durchzuführenden Prüfungen, definieren jedoch nicht den Prüfablauf.

Es müssen zusätzliche Prüfungen vorgeschlagen werden, um die Eigenschaften des konkreten, in das Schienenfahrzeug eingebauten Bremssystems abzubilden (z. B. indirekte Druckluftbremse, direkte ep-Bremse, usw.) sowie auf besondere Anforderungen der funktionalen Spezifikation einzugehen.

Die aufgeführten Prüfpunkte dürfen nur als Grundlage für die Erstellung eines entsprechenden Prüfverfahrens für ein bestimmtes Fahrzeug dienen.

Jeder Prüfschritt in den folgenden Tabellen beinhaltet eine kurze und grundsätzliche Beschreibung der zu prüfenden Funktion. Die vollständige und detaillierte Beschreibung muss in der für die Zulassungsstelle bestimmten Prüfbeschreibung enthalten sein.

Die Typprüfungen müssen auch die Prüfung von Fehler- und Ausfallszenarien mit beinhalten, wobei ein besonderes Augenmerk auf redundante Funktionen zu legen ist.

Die Prüfungen dürfen erst durchgeführt werden, wenn die Software der Bremsfunktionen/des Bremssystems zuvor erfolgreich in Übereinstimmung mit EN 50128 validiert worden ist.

5.2.6 Berichte

Die Prüfungen müssen in einem Prüfbericht dargestellt werden, welcher der Zulassungsstelle zur Beurteilung des Fahrzeuges vorzulegen ist.

Dieser Bericht muss mindestens enthalten:

- a) Art der Prüfung (Typprüfung oder Serienprüfung);
- b) Datum und Ort der Prüfungen;
- c) Typ und Kennzeichnung des geprüften Fahrzeuges;
- d) Software-Release-Nummern und zugehörige Checksummen;
- e) Beschreibung der Messeinrichtungen und die Art ihrer Nutzung;
- f) Aufstellung des Prüfprogramms mit den Ergebnissen und den relevanten Aufzeichnungen. Jede Aufzeichnung muss enthalten:
 - 1) Typ und Kennzeichnung des geprüften Fahrzeuges;
 - 2) Bezeichnung des Prüfschrittes und der Abschnittsnummer im Prüfprogramm;
 - 3) Aufzeichnungsverfahren;
 - 4) Bezeichnung und Einheit aller aufgezeichneten Parameter;
 - 5) erhaltene Ergebnisse;
 - 6) Datum;
 - 7) Bezeichnung unterschiedlicher aufgezeichneter Messreihen;
- g) Schlussfolgerung aus den Prüfungen, welche eine tabellarische Auflistung aller bei den Prüfungen einstellbaren Parameter (Düsendurchmesser, Software-Konfiguration, usw.) enthalten muss.

Das Format muss eine einfache Beurteilung aller Informationen über die Prüfungen ermöglichen. Ein Beispiel ist in Anhang A angegeben.

ANMERKUNG Beabsichtigt der Fahrzeughersteller, für die Serienprüfungen andere Arten der Informationsdarstellung (Aufzeichnung, Prüfung) anzuwenden, bedarf dies der vorherigen Zustimmung durch die Zulassungsstelle.

5.2.7 Dokumentation

Die folgenden Parameter müssen unabhängig von der Art der Prüfung aufgezeichnet werden:

- Softwareversionen aller bremsrelevanten Komponenten (alle DÜ-Systeme, Steuerungen mit Einfluss auf die Bremsleistung: Antriebssteuereinheiten, GS-Systeme, Bremsmodule, usw.);
- Chargennummer der Reibmaterialien (Bremsklötze, Bremsbeläge, usw.) sowie die Ergebnisse von Prüfstandsversuchen unter trockenen und nassen Bedingungen;
- Bremszylinderdrücke bei Schnellbremsungen für mindestens ein Trieb- und ein Laufdrehgestell;
- Raddurchmesser.

Es wird erwartet, dass die Dokumentation den zu berücksichtigenden Normen entspricht und dass die Konformität zu deren Anforderungen hergestellt werden muss, bevor die Prüfungen ausgeführt werden.

5.3 Verfahren

5.3.1 Messung der Bremszylinderfüllzeit

Die Bremszylinderfüllzeit ist von 0 % bis zum Erreichen von 95 % des maximalen Bremszylinderdruckes im stabilisierten Zustand zu messen. Die Messung wird an dem Bremszylinder durchgeführt, welcher am weitesten entfernt von der Bremstafel ist, die ihn steuert. Bei der Typprüfung ist die Verwendung einer zusätzlichen T-Verbindung zulässig.

5.3.2 Messung der Bremszylinderlösezeit

Die Bremszylinderlösezeit ist vom maximalen Bremszylinderdruck im stabilisierten Zustand bis zum Erreichen von 0,4 bar zu messen. Die Messung wird an dem Bremszylinder durchgeführt, welcher am weitesten von der Bremstafel entfernt ist, die ihn steuert. Bei der Typprüfung ist die Verwendung einer zusätzlichen T-Verbindung zulässig. Für die Serienprüfung an Fahrzeugen mit lastabhängigen Relaisventilen ist die Messung des Vorsteuerdruckes ausreichend.

In jedem Fall muss das vollständige Lösen am Bremszylinder geprüft werden.

5.3.3 Messung der Absenkzeit des Druckes in der HLL oder im Ausgleichbehälter des Führerbremsventils

Die Absenkzeit ist von 5 bar bis zum Erreichen von 3,5 bar zu messen, die Druckabsenkung in der HLL ist jedoch von 5 bar bis auf 3,2 bar durchzuführen.

5.3.4 Messung der Füllzeit in der HLL oder im Ausgleichsbehälter des Führerbremsventils

Die Füllzeit ist von 3,5 bar bis zum Erreichen von 4,9 bar in der HLL zu messen.

5.3.5 Messung der Totzeiten der GS-Ventile

Die Totzeit für die Ent- und Belüftung ist vom Beginn der Signalausgabe für Ent- oder Belüftung bis zum Beginn der Druckänderung im Bremszylinder zu messen. Die Messung wird an dem Bremszylinder durchgeführt, welcher vom GS-Ventil, das ihn steuert, am weitesten entfernt ist. Bei der Typprüfung ist die Verwendung einer zusätzlichen T-Verbindung zulässig.

5.3.6 Messung der Entlüftungszeit der GS-Ventile

Die Entlüftungszeit ist vom maximalen Bremszylinderdruck im stabilisierten Zustand bis zum Erreichen von 0,4 bar zu messen. Die Messung wird an dem Bremszylinder des Fahrzeugs durchgeführt, welcher am

weitesten vom GS-Ventil, das ihn steuert, entfernt ist. Bei der Typprüfung ist die Verwendung einer zusätzlichen T-Verbindung zulässig.

5.3.7 Messung der Füllzeit der GS-Ventile

Die Füllzeit ist von 0 % bis zum Erreichen von 95 % des maximalen Bremszylinderdruckes im stabilisierten Zustand zu messen. Die Messung wird an dem Bremszylinder des Fahrzeugs durchgeführt, welcher am weitesten vom GS-Ventil, das ihn steuert, entfernt ist.

5.3.8 Messung von Undichtheiten

Vor Durchführung von Zeitmessungen zur Dichtheit muss eine Wartezeit von mindestens 1 min für die Druckstabilisierung eingehalten werden.

5.3.9 Messung der Absenkzeit der Magnetschienenbremse

Die Absenkzeit der Magnetschienenbremse ist vom Beginn der Signalausgabe für das Absenken bis zum Aufsetzen der Magnete auf der Schiene zu messen.

5.3.10 Messung der Anhebezeit der Magnetschienenbremse

Die Anhebezeit der Magnetschienenbremse ist vom Beginn der Signalausgabe für das Anheben bis zum Erreichen der Hochlage zu messen.

5.3.11 Messung der Brems- und Lösezeit der Ep-Zusatzbremse

Die Zeiten müssen an jedem einzelnen Fahrzeug geprüft werden, nachdem die Druckluftbremse des Fahrzeuges über die HLL mit 5 bar aufgefüllt wurde und die Nachspeisung in die HLL abgesperrt ist. Die Bestimmung der Zeiten muss mit dem Aktivieren der Stromversorgung der Brems- bzw. Lösemagnetventile beginnen.

Bei Ep-Bremsen muss die Bremszeit bei einem Druck in der HLL von 5 bar bis zum Erreichen von 3,5 bar gemessen werden. Bei Ep-Lösen muss die Lösezeit von einem Druck in der HLL von 3,5 bar bis zum Erreichen von 4,9 bar bei einem Druck im Bremsluftvorratsbehälter zwischen 5,3 bar und 5,5 bar gemessen werden.

5.3.12 Messung der Bremskraftverteilung zwischen verschiedenen Bremsen

Bei Fahrversuchen müssen die Bremskraftverteilung zwischen den verschiedenen Bremsen (Blending) wie folgt gemessen werden:

- für die Reibungsbremse durch Aufzeichnung des Bremszylinderdruckes;
- für die dynamische Bremse durch Aufzeichnung der in der Antriebssteuerung verfügbaren Information über die aktuelle Bremskraft;
- für die Wirbelstrombremse durch Aufzeichnung der in der Ansteuerung verfügbaren Information über die aktuelle Bremskraft;
- für die Magnetschienenbremse durch Aufzeichnung des Wirkstatus und die Berücksichtigung der Produkteigenschaften.

5.3.13 Ermittlung der durch die Magnetschienenbremse oder die lineare Wirbelstrombremse in das Gleis eingebrachten Längskräfte

Die Längskräfte müssen für Schnellbremsungen ermittelt werden und, soweit zutreffend, auch für Vollbremsungen aus Höchstgeschwindigkeit des Zuges bei Betriebsmasse im betriebsbereiten Zustand. Bei lastabhängiger Bremskraft der Wirbelstrombremse muss zusätzlich die Auslegungsmasse bei außergewöhnlicher Zuladung des Zuges berücksichtigt werden.

Die Längskraft der Magnetschienenbremse muss aus der Verzögerung des Zuges berechnet werden, die durch die Magnetschienenbremse aufgebracht wird. Die Verzögerung muss aus der Differenz der gemessenen Verzögerungen des Zuges bei wirksamer und nicht wirksamer Magnetschienenbremse berechnet werden.

Die Längskraft der Wirbelstrombremse muss durch die Aufzeichnung der in der Ansteuerung verfügbaren Information über die aktuelle Bremskraft ermittelt werden.

6 Prüfprogramm am stehenden Fahrzeug

6.1 Prüfungen am Fahrzeug (Ebene 1)

Tabelle 1 — Prüfungen am Fahrzeug (Ebene 1)

Bezeichnung des Prüfschrittes	Typprüfung		Serienprüfung	
	Aufzeichnung	Prüfung	Aufzeichnung	Prüfung
6.1.1 Allgemeine Sichtkontrolle				
6.1.1.1 Die Übereinstimmung der Fahrzeugdaten ist wie folgt zu überprüfen: — Fahrzeugtyp und -nummer; — Fahrzeuganschriften.		✓		✓
6.1.1.2 Die Übereinstimmung der pneumatischen, mechanischen, elektrischen und elektronischen Bremsausrüstung hinsichtlich Art, Anzahl und Kennzeichnung mit der Dokumentation muss überprüft werden.		✓		✓
6.1.2 Allgemeine sicherheitsrelevante Überprüfung des Einbaus				
6.1.2.1 Der Einbau der Teile des Bremssystems in das Fahrzeug (z. B. Einbauorte, freizuhaltende Räume und Sicherheitsbestimmungen entsprechend der Einbaudokumentation) muss überprüft werden.		✓		✓

Bezeichnung des Prüfschrittes	Typprüfung		Serienprüfung	
	Aufzeichnung	Prüfung	Aufzeichnung	Prüfung
6.1.2.2 Der korrekte Einbau der Rohr- und Schlauchleitungen muss überprüft werden.		✓		✓
6.1.2.3 Die Spiele der Reibelemente entsprechend der Einbaudokumentation müssen überprüft werden.		✓		✓
6.1.2.4 Die Zugänglichkeit für Instandhaltungspersonal muss bezüglich der Kontrollierbarkeit des Verschleißzustands der Reibpartner insbesondere der Brems Scheiben, Bremsklötze oder Bremsbeläge und der Radlauf Flächen überprüft werden.		✓		✓
6.1.2.5 Die Übereinstimmung der Lage des Reibmaterials gegenüber den Brems Scheiben und/oder der Radlauf Fläche mit der Einbaudokumentation muss überprüft werden.		✓		✓
6.1.3 Pneumatische Dichtheit				
6.1.3.1 Die Dichtheit der HBL mit den angeschlossenen Verbrauchern muss überprüft werden. Alle aus der HBL gespeisten Verbraucher müssen dazu angeschlossen sein, dürfen aber nicht in Betrieb sein: Mg-Bremse, Permanent-Mg-Bremse, Wirbelstrombremse, Türen usw. Die Druckluftversorgung muss ausgeschaltet und die HLL entlüftet sein. Der Druckverlust in der HBL darf 0 bar bis 0,2 bar in 3 min betragen. Am Fahrzeugende sind Schläuche mit Blindkupplungen zu schließen und die Absperrhähne müssen geöffnet werden.	✓		✓	

Bezeichnung des Prüfschrittes	Typprüfung		Serienprüfung	
	Aufzeichnung	Prüfung	Aufzeichnung	Prüfung
6.1.3.2 Die Dichtheit der HLL muss überprüft werden. Alle aus der HLL gespeisten Verbraucher müssen dazu angeschlossen sein: Brems tafeln, Schnellbremsventile, Führerbremsventil usw. Das Führerbremsventil muss abgesperrt sein. Der Druckverlust darf 0 bar bis 0,1 bar in 3 min betragen. Am Fahrzeugende sind Schläuche mit Blindkupplungen zu schließen und die Absperrhähne müssen geöffnet werden.	✓		✓	
6.1.3.3 Die Dichtheit der Steuerkammer (A-Kammer) der Steuerventile muss überprüft werden. Dazu ist eine Betriebsbremsung mit einer Druckabsenkung in der HLL um etwa 0,5 bar auszuführen und dieser Druck zu halten. Der Druckverlust im Bremszylinder muss kleiner 0,2 bar in 10 min sein.	✓		✓	
6.1.3.4 Die Dichtheit der Bremszylinder muss überprüft werden. Dazu ist der Bremsluftvorratsluftbehälter von der Nachspeisung aus der HBL zu trennen und eine Schnellbremsung auszuführen. Der Bremszylinderdruck muss mit einer Toleranz von +0,2 bar und –0,15 bar konstant bleiben; der Druckverlust im Vorratsluftbehälter muss kleiner als 0,2 bar in 10 min sein.	✓		✓	

Bezeichnung des Prüfschrittes	Typprüfung		Serienprüfung	
	Aufzeichnung	Prüfung	Aufzeichnung	Prüfung
6.1.4 Anzeigeeinrichtungen und Überdruckmessgeräte				
Die Genauigkeit der Anzeigeeinrichtungen (HBL-, HLL-, Bremszylinderdruck usw.) am Führertisch ist in Bezug auf Folgendes zu überprüfen: — korrekter Anschluss; — korrekte Beschriftung; — Genauigkeit entsprechend EN 15734-1 unter Verwendung eines kalibrierten Vergleichsmessinstrumentes.		✓		✓
6.1.5 Vorratsluftbehälter				
6.1.5.1 Das Füllen der Bremsluftvorratsluftbehälter von der HBL allein muss überprüft werden. Diese Prüfung ist mit der Druckluftversorgungsanlage der Einheit oder mit einer externen Versorgung entsprechend 5.2.3.2 durchzuführen.		✓		✓
6.1.5.2 Das Füllen der Bremsluftvorratsluftbehälter von der HLL allein muss überprüft werden. Diese Prüfung ist mit der Druckluftversorgungsanlage der Einheit oder mit einer externen Versorgung entsprechend 5.2.3.2 durchzuführen.		✓		✓
6.1.6 Lokale Bremssteuerung/Steuerventil				
6.1.6.1 Es ist zu überprüfen, dass das Steuerventil nach EN 15355 ausgeführt und geprüft ist.	■	✓	■	✓
6.1.6.2 Es ist zu überprüfen, dass das einem Steuerventil zugeordnete HLL-Volumen kleiner als 25 l ist.		✓		
6.1.6.3 Die Löseventilfunktion der Steuerkammer (A-Kammer) muss überprüft werden.		✓		

Bezeichnung des Prüfschrittes	Typprüfung		Serienprüfung	
	Aufzeichnung	Prüfung	Aufzeichnung	Prüfung
6.1.6.4 Bei direkten Ep-Bremsen muss überprüft werden, ob das Bremssignal (einschließlich Hysteresen, Empfindlichkeiten, Wiederholgenauigkeiten) der Spezifikation entspricht.	✓		✓	
6.1.7 Relaisventil				
6.1.7.1 Die Übereinstimmung des Relaisventils mit EN 15611 muss überprüft werden.	■	✓	■	✓
6.1.7.2 Es ist zu überprüfen: — ob die Bremszylinderdrücke bei einer Schnellbremsung der Spezifikation entsprechen (Toleranz: +0,2 bar; −0,15 bar); — ob bei zweistufigen Relaisventilen die Umschaltung zwischen dem hohen und dem niedrigen Druck funktioniert und ob die zugehörigen Drücke der Spezifikation entsprechen (Toleranz: +0,2 bar; −0,15 bar). Die Bremszylinderdrücke müssen stufenweise und proportional zur Bremsanforderung einstellbar sein. Der Bremszylinderdruck, sowohl bei steigender als auch bei fallender Bremsanforderung, ebenso wie die Vorgaben für die Empfindlichkeit müssen gemessen und in Bezug auf die Vorgaben der Spezifikation überprüft werden.	✓	■	✓	

Bezeichnung des Prüfschrittes	Typprüfung		Serienprüfung	
	Aufzeichnung	Prüfung	Aufzeichnung	Prüfung
6.1.7.3 Bei Relaisventilen für die automatische Lastabbremsung ist die Übereinstimmung mit der Spezifikation zu prüfen: tatsächliche Fahrzeugmasse (ermittelt nach Wägung)/gemessene Lastdrücke/Bremszylinderdrücke (einschließlich Hysterese) für die Beladungszustände Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand, Auslegungsmasse bei normaler Zuladung und Auslegungsmasse bei außergewöhnlicher Zuladung (wie in EN 15663 definiert). ANMERKUNG Diese Prüfung kann für die Beladungszustände Auslegungsmasse bei normaler Zuladung und Auslegungsmasse bei außergewöhnlicher Zuladung ausgeführt werden, wenn der Zug im Rahmen der Fahrversuche entsprechend beladen ist.		✓		
6.1.7.4 Bei Relaisventilen für die automatische Lastabbremsung muss die Kennlinie Lastdruck/Bremszylinderdruck in den Beladungszuständen Betriebsmasse des betriebsbereiten Fahrzeuges, Auslegungsmasse bei normaler Zuladung und Auslegungsmasse bei außergewöhnlicher Zuladung bei einer Schnellbremsung überprüft werden. ANMERKUNG Die Lastdrücke sind hierbei simuliert.				✓

Bezeichnung des Prüfschrittes	Typprüfung		Serienprüfung	
	Aufzeichnung	Prüfung	Aufzeichnung	Prüfung
6.1.7.5 Bei Speisung der Bremsluftvorratsbehälter allein aus der HLL: Bei Relaisventilen für die automatische Lastabbremsung muss die Kennlinie Lastdruck/Bremszylinderdruck in den Beladungszuständen Betriebsmasse des betriebsbereiten Fahrzeuges, Auslegungsmasse bei normaler Zuladung und Auslegungsmasse bei außergewöhnlicher Zuladung bei einer Schnellbremsung überprüft werden. Der maximale Bremszylinderdruck während einer Schnellbremsung muss auf Übereinstimmung mit den Vorgaben der Spezifikation geprüft werden.	■	✓		
6.1.7.6 Die Bremszylinderfüll- und -lösezeiten bei einer Schnellbremsung sind zu messen. Wenn das Bremssystem mit Relaisventilen für die automatische Lastabbremsung ausgestattet ist, muss die Messung für alle drei Beladungszustände durchgeführt werden.	✓			
6.1.7.7 Bei Verwendung einer direkten Ep-Bremse sind die Bremszylinderfüll- und -lösezeiten bei einer Vollbremsung zu messen. Wenn das Bremssystem mit Relaisventilen für die automatische Lastabbremsung ausgestattet ist, muss die Messung für alle drei Beladungszustände durchgeführt werden.	✓			

Bezeichnung des Prüfschrittes	Typprüfung		Serienprüfung	
	Aufzeichnung	Prüfung	Aufzeichnung	Prüfung
6.1.7.8 Die Bremszylinderfüll- und -lösezeiten bei einer Schnellbremsung (siehe 5.3) im Beladungszustand Betriebsmasse des betriebsbereiten Zuges müssen gemessen werden.			✓	
6.1.8 Schnellbremsung				
6.1.8.1 Die Entlüftungsleistung eines jeden an die HLL angeschlossenen Schnellbremsvorgangs einschließlich der Schnellbremsstellung des Führerbremsventils/Bremsstellers muss überprüft werden. Bei der Prüfung der Schnellbremsung muss ein zusätzlicher 400 l-Behälter an die HLL angeschlossen werden. Der Druckabfall in der HLL um 1,5 bar ausgehend vom Lösedruck muss in weniger als 2,5 s erfolgen und zu einem Enddruck unterhalb von 2,5 bar führen.	✓			
6.1.8.2 Die Kräfte von sämtlichen Bedieneinrichtungen beim manuellen Bewegen in die Schnellbremsstellung in Übereinstimmung mit den Vorgaben der Spezifikation müssen überprüft werden.	✓			
6.1.9 Führerbremsventil/Bremssteller				
6.1.9.1 Die Funktion nach der Aktivierung des Führerbremsventils/Bremsstellers muss überprüft werden. Die Integration des Führerbremsventils/Bremsstellers in das Fahrzeugsystem muss überprüft werden, z. B. die elektrische Verkabelung, die pneumatischen Verbindungen usw.		✓		✓

Bezeichnung des Prüfschrittes	Typprüfung		Serienprüfung	
	Aufzeichnung	Prüfung	Aufzeichnung	Prüfung
6.1.9.2 Der normale Arbeitsdruck (Regelbetriebsdruck) in der HLL in der Fahrtstellung des HLL-Steuerungssystems wird geprüft. Der Druck in der HLL ist zu messen. Der Sollwert muss $(5,0 \pm 0,05)$ bar betragen.	✓		✓	
6.1.9.3 Die kleinste Bremsstufe (Druckabsenkung in der ersten Bremsstufe) des HLL-Steuerungssystems muss überprüft werden. Der Druck in der HLL ist zu messen. Der Sollwert muss eine Druckabsenkung um $0,4 \text{ bar} + 0,1 \text{ bar}$ sein.	✓		✓	
6.1.9.4 Die von der Bremssteuerung erzeugte Absenkezeit des Druckes in der HLL für eine Vollbremsung muss gemessen und auf Übereinstimmung mit den Vorgaben der Spezifikation geprüft werden.	✓		✓	
6.1.9.5 Die von der Bremssteuerung erzeugte Zeit für das Füllen der HLL aus einer Vollbremsung bis zum Erreichen des Regelbetriebsdruckes muss gemessen und auf Übereinstimmung mit den Vorgaben der Spezifikation geprüft werden.	✓		✓	
6.1.9.6 Das Ausgangssignal des Führbremsventils/Bremsstellers muss stufbar und proportional zur Bremsanforderung sein. Die Ausgangssignale bei Erhöhung und Absenkung der Bremsanforderung sowie die Empfindlichkeit müssen gemessen und auf Übereinstimmung mit den Vorgaben der Spezifikation geprüft werden.	✓			