

DIN EN 15595

ICS 45.060.01

Ersatz für
DIN EN 15595:2011-01**Bahnanwendungen –
Bremse –
Gleitschutz;
Deutsche Fassung EN 15595:2009+A1:2011**

Railway applications –
Braking –
Wheel slide protection;
German version EN 15595:2009+A1:2011

Applications ferroviaires –
Freinage –
Anti-enrayeur;
Version allemande EN 15595:2009+A1:2011

Gesamtumfang 73 Seiten

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15595:2009+A1:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Arbeitsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-03 AA „Bremse“ des Normenausschusses Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer englischen Referenzfassung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15595:2011-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Vorwort wurde an die Richtlinie 2008/57/EG angepasst;
- b) Anhang ZA wurde an die Richtlinie 2008/57/EG zur Interoperabilität angepasst;
- c) Anhang ZB wurde gelöscht.

Frühere Ausgaben

DIN EN 15595: 2011-01

Deutsche Fassung

Bahnanwendungen —
Bremse —
Gleitschutz

Railway applications —
Braking —
Wheel slide protection

Applications ferroviaires —
Freinage —
Anti-enrayeur

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 3. Januar 2009 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 3. April 2011 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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC 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, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Zeichenerklärung	9
3.3 Abkürzungen	9
4 Anforderungen	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Gleitschutz Gerät	10
4.3 Geschwindigkeitssensoren	14
4.4 Gleitschutzventile oder andere funktionsgleiche Geräte	14
4.5 Stromversorgung.....	15
4.6 Druckluftversorgung	16
5 Typprüfung.....	16
5.1 Allgemeines	16
5.2 Überblick über die erforderlichen Prüfprogramme	18
5.3 Prüfungen am Simulationsprüfstand.....	18
5.4 Untersuchung der Gleitschutzsteuerung	20
5.5 Prüfung der Aktuatoren	21
5.6 Betriebserprobung.....	22
6 Untersuchungen in Fahrzeuganwendungen.....	22
6.1 Allgemeines	22
6.2 Überblick über erforderliche Prüfprogramme	23
6.3 Untersuchungen am Simulationsprüfstand	27
6.4 Prüfungen im Fahrzeug.....	30
7 Dokumentation.....	43
8 Individuelle Untersuchung.....	44
9 Produktionsprüfung	44
10 Kennzeichnung, Identifikation und Markierung	44
Anhang A (normativ) Mindestanforderungen für einen Gleitschutzsimulator	45
A.1 Allgemeines	45
A.2 Kraftschlussmodell.....	48
A.3 Prüf- und Funktionsmodell	49
A.4 Fahrzeugfunktionsmodell	51
A.5 Fahrzeugfunktionsmodell	52
A.6 Simulator Validierung.....	52
Anhang B (informativ) Beispiele für Kundenspezifische Simulatorprüfungen.....	55
B.1 Prüfungen für natürlich entstehenden variablen Kraftschluss	55
B.2 Anhaltende Niedrig-Kraftschluss-Gleisbedingung SLAC-Prüfungen	58
B.3 Betriebsgeschwindigkeiten oberhalb 160 km/h	59
Anhang C (informativ) Optionale Prüfungen	61

	Seite
C.1 Prüfungen der Besandungsanlage	61
C.2 Dynamische Bremssystemprüfungen	62
C.3 Periphere Ausgabeprüfungen	62
Anhang D (informativ) Stadien einer Bremsprüfung	64
Anhang ZA (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 über die Interoperabilität des Eisenbahnsystems innerhalb der Gemeinschaft (Neufassung)	66
Literaturhinweise	71

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15595:2009+A1:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ 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 November 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2011 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument beinhaltet Änderung 1, die durch CEN am 2011-04-03 angenommen wurde.

Dieses Dokument ersetzt EN 15595:2009.

Der Anfang und das Ende des eingefügten oder geänderten Textes der Änderung, sind im Text durch die Textmarken **A1** gekennzeichnet.

A1 Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem 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. **A1**

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

Einleitung

Die Ausrüstung von Zügen mit Gleitschutz-Systemen verfolgt die Erfüllung der folgenden Zielsetzung:

- 1) Minimierung von Bremswegverlängerungen im Vergleich zu Bremswegen auf sauberen, trockenen Schienen (d. h. bei gutem Kraftschluss);
- 2) Minimale Schädigung der Radreifen infolge von Gleiten oder Blockieren der Räder;
- 3) Minimierung von Schäden an den Schienen;
- 4) Bei pneumatischen Bremssystemen eine Minimierung des Luftverbrauchs bezogen auf eine gleitschutzfreie Bremsung.

Die einzelne Gewichtung oben genannter Ziele kann je nach Anwendungsklassen oder Art einer einzelnen Anwendung variieren.

Züge, die mit Gleitschutz-Systemen ausgerüstet sind, können sich aus Einzelfahrzeugen zusammensetzen oder auch aus lokbespannten Zügen, Hochgeschwindigkeitszügen, Triebzügen, Nahverkehrszügen, Güterwagen, usw. bestehen.

Diese Züge sind mit einer Reibungsbremse ausgerüstet und besitzen gegebenenfalls zusätzliche dynamische Bremsen, Magnetschienenbremsen und/oder Wirbelstrombremsen sowie eventuell Maßnahmen zur Haftwertverbesserung (z. B. Besandungsanlagen).

Diese Norm deckt sowohl systemspezifische-, als auch anwendungsspezifische Zulassungsanforderungen an Gleitschutz-Systeme ab.

Jeder Hersteller ist dafür verantwortlich alle notwendigen Schritte zu veranlassen, um eine Entwicklung und Fertigung nach dem aktuellen Stand der Technik sicherzustellen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Mindestanforderungen zur Systemzulassung/Typprüfung eines neuen Gleitschutz- oder eines Rollüberwachungssystems bzw. zur Implementierung eines zugelassenen Gleitschutz- oder Rollüberwachungssystems bei spezifischen Fahrzeug- oder Trassenanforderungen fest. Dies beinhaltet Ausführung, Erprobung und den Qualitätsnachweis des Gleit- Schleuderschutzsystems und seiner Bestandteile.

Diese Europäische Norm ist für Gleitschutzsysteme im Zusammenwirken mit pneumatischen Bremssystemen anwendbar ohne dabei den Fahrzeugtyp oder die Spurweite zu berücksichtigen. Die allgemeinen Prinzipien dieser Norm können auch als Empfehlung für andere Bremssysteme und andere Arten von Schienenfahrzeugen gelten. Das Gleitschutzsystem ist dazu ausgelegt, den Schlupf der Räder von Schienenfahrzeugen während der Bremsung unter verminderten Kraftschluss-Bedingungen zu regeln, um Radschäden zu vermeiden und die Verlängerung des Bremsweges unter verminderten Kraftschluss-Bedingungen durch optimale Ausnutzung der vorhandenen Reibungskräfte zwischen Rad und Schiene zu minimieren.

Diese Europäische Norm gilt nicht für die folgenden Fahrzeuggattungen:

- 1) Straßenbahnen;
- 2) Stadtbahnen;
- 3) U-Bahnen mit Stahlrädern;
- 4) U-Bahnen mit Gummibereifung.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 14478:2005, *Bahnanwendungen — Bremsen — Oberbegriffe*

EN 50121-3-1, *Bahnanwendungen — Elektromagnetische Verträglichkeit — Teil 3-1: Bahnfahrzeuge — Zug und gesamtes Fahrzeug*

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

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

EN 50126-1, *Bahnanwendungen — Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS) — Teil 1: Grundlegende Anforderungen und genereller Prozess*

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

EN 50155:2007, *Bahnanwendungen — Elektronische Einrichtungen auf Bahnfahrzeugen*

EN 60529:1991, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989)*

EN 61373, *Bahnanwendungen — Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen — Prüfungen für Schwingen und Schocken (IEC 61373:1999)*

EN ISO 228-2, *Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen — Teil 2: Prüfung mit Grenzlehren (ISO 228-2:1987)*

EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2005)*

ISO 8573-1, *Compressed air — Part 1: Contaminants and purity classes*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Begriffe und Definitionen nach EN 14478:2005 und die folgenden spezifischeren Definitionen.

3.1.1 Gleitschutz Begriffe

3.1.1.1

Haftwertprofil

festgelegter Datensatz, der die Haftwerte eines bestimmten Gleisabschnittes charakterisiert

3.1.1.2

relativer Luftverbrauch

Verhältnis des Gesamtvolumens der verbrauchten Druckluft während einer Haltebremsung mit Gleitschutzaktivität, im Vergleich zum Luftverbrauch einer Haltebremsung ohne Gleitschutzaktivität

3.1.1.3

Hilfsluftbehälter

Druckluftbehälter, der speziell und ausschließlich die Druckluft für die lokale Bremsbetätigung enthält, auch „Vorratsluftbehälter“ genannt

3.1.1.4

Zusatzbehälter

Druckluftbehälter zur Bestimmung des relativen Luftverbrauchs

3.1.1.5

Überladung

Überladen

Fahrzeugbeladung unter außergewöhnlichen Betriebsbedingungen, die über das normale Maß einer Vollbeladung hinausgeht

3.1.1.6

geringer Kraftschluss

Umstände, bei denen der Rad/Schiene-Kraftschluss nicht ausreicht, den erforderlichen Verzögerungswert aufrecht zu erhalten

3.1.1.7

wahre Zuggeschwindigkeit

v_t

wahre momentane Zuggeschwindigkeit, allgemein auch als „Geschwindigkeit über Grund“ bezeichnet

3.1.1.8

Radblockierung

außergewöhnliches Beispiel des Gleitens des Rades, bei dem der Radsatz während des Bremsvorganges die Rotation einstellt, während sich das Fahrzeug weiterhin in Bewegung befindet

3.1.1.9

Gleiten des Rades

Zustand, bei der die Rotationsgeschwindigkeit des Radsatzes geringer ist, als die zugehörige tatsächliche Zuggeschwindigkeit

3.1.1.10

Umfangsgeschwindigkeit

Produkt aus Rotationsgeschwindigkeit des Rades mit seinem Radius

ANMERKUNG Für Fahrzeuge mit voneinander unabhängigen Rädern gelten alle für Radsätze beschriebenen Anforderungen für die Einzelräder.

3.1.1.11

Referenzgeschwindigkeit

v_{ref}
Geschwindigkeitssignal, das üblicherweise vom Gleitschutz oder dem Rollüberwachungs-System erzeugt wird, um einen Näherungswert an die tatsächliche Zuggeschwindigkeit zu bestimmen

3.1.1.12

Einschaltdauer

prozentuales Verhältnis von Zeit, in der die Gleitschutzregelung und das Bremssteuerelement aktiv sind, zur betrieblichen Gesamtzeit

3.1.1.13

Nenngeschwindigkeit des Zuges

v
festgelegte Geschwindigkeit zu Beginn des Bremsvorgangs bei Bremsversuchen

ANMERKUNG Die wahre Zuggeschwindigkeit kann sich geringfügig unterscheiden.

3.1.1.14

Abhängeversuch

Gleitschutzprüfung, bei der das zu prüfende Fahrzeug vom Ende des Prüfzuges abgekuppelt und separat bis zum Stillstand gebremst wird

3.1.1.15

Absolut-Schlupf

Differenz zwischen der wahren Zuggeschwindigkeit und der Umfangsgeschwindigkeit des Rades

3.1.1.16

Relativ-Schlupf

Absolut-Schlupf dividiert durch die wahre Zuggeschwindigkeit

3.1.1.17

unerwünschtes Entlüften

ungerechtfertigte Verminderung der Bremskraft, da sie nicht durch das Verhalten der Radsätze begründet ist

3.1.1.18

Schleppversuch

Bremsprüfung bei dem das zu prüfende Fahrzeug mit konstanter Bremswirkung durch ein Hilfs-Triebfahrzeug auf konstanter Geschwindigkeit gehalten wird (Gefälle-Simulation)

3.1.1.19

Blendingdiagramm der dynamischen Bremse

Diagramm der Leistungsmerkmale einer dynamischen Bremse als Funktion der Geschwindigkeit

3.1.2 Komponenten

3.1.2.1

Gleitschutz-Steuergerät

Steuergerät mit Hard- und Software sowie eigener Energieversorgung, um die Signale der Geschwindigkeitssensoren zu verarbeiten und geeignete Ausgangssignale zu den Bremskraft regelnden Betätigungseinrichtungen, z. B. Gleitschutzventilen zur Regelung des Bremszylinderdruckes bereit zu stellen

3.1.2.2

Gleitschutzventile

durch das Gleitschutzgerät angesteuerte Einrichtung, die, dem ausnutzbaren Kraftschluss entsprechend, den Bremszylinderdruck regelt

3.1.2.3

Geschwindigkeitssensoren

Einrichtung, die ein geschwindigkeitsproportionales Signal eines einzelnen Rades oder Radsatzes generiert und an das Gleitschutz-Steuergerät übermittelt

3.1.2.4

Service Schnittstelle

Zugangspunkt für Diagnosedaten und Instandhaltung

3.2 Zeichenerklärung

v	Nenngeschwindigkeit des Zuges (km/h)
v_{ref}	Gleitschutz Referenzgeschwindigkeit (km/h)
v_t	Wahre Zuggeschwindigkeit (km/h)
λ	Bremshundertstel (%)
τ	Kraftschluss-Beiwert
σ	Trägheitsmoment der rotierenden Massen

3.3 Abkürzungen

AR	Hilfsluftbehälter (auxiliary reservoir)
HL	Hauptluftleitung
BSR	Vorratsluftbehälter, für ein pneumatisches Bremssystem mit Steuerventil auch Hilfsluftbehälter genannt (brake supply reservoir)
RÜ	Rollüberwachung (siehe auch RM)
SB	Schnellbremsung
ER	Befürchteter Vorfall – angewendet in der Sicherheitsanalyse (événement redouté)
VB	Vollbremsung
G	Bremsart G; verwendet in Güterzügen mit festgelegten Bremsanstiegs- und Lösezeiten
HBL	Hauptluftbehälterleitung
NI	Normal-Liter
P	Bremsart P; verwendet für Personen- und Güterzüge mit festgelegten Bremsanstiegs- und Lösezeiten und festgelegten Bremshundertsteln
P(SS)	Bremsart P(SS); angewendet in Personen- und Güterzügen ausgerüstet mit einer automatischen lastabhängigen Bremse mit festgelegten Bremsanstiegs- und Lösezeiten und vorgegebenen Bremshundertsteln
R	Bremsart R; angewendet in Personenzügen und schnellen Güterzügen mit den festgelegten Bremsanstiegs- und Lösezeiten der Bremsart „P“ sowie vorgegebenen minimalen Werten für die Bremshundertstel
RAMS	Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (reliability, availability, maintainability and safety)
RM	Roll Monitoring (siehe auch RÜ)
GS	Gleitschutz

4 Anforderungen

4.1 Allgemeines

4.1.1 Allgemeine Anforderungen

Ein Gleitschutz-System ist darauf ausgelegt, den verfügbaren Kraftschluss unter allen Betriebsbedingungen durch kontrollierte Reduzierung und Wiederaufbau der Bremskraft bestmöglich auszunutzen bzw. zu erhöhen, um Radsatzblockierungen und unkontrolliertes Gleiten des Rades infolge geringen Kraftschlusses zu verhindern. Dadurch wird der Bremsweg optimiert, sowie die Verlängerung des Bremsweges und das Entstehen von Schäden an den Radsätzen minimiert. Das Gleitschutzgerät darf die charakteristischen Funktionen und Leistungsparameter der Bremse nicht ändern.

Die Konstruktion des Gleitschutzgerätes, seiner Komponenten und der Fahrzeuge muss so beschaffen sein, dass seine Funktionen (in allen Einstellungen) auf einzelne Bestandteile des Fahrzeugs, der Drehgestelle, des Zugs, oder der Gleise keine schädliche Auswirkung hat.

Sofern vorhanden, muss ein zusätzliches Rollüberwachungs-System blockierende Räder detektieren und sie dem Lokführer anzeigen.

4.1.2 Lebensdauer

In dieser Norm sind keine starren Leistungsmerkmale zur Lebensdauer festgesetzt.

4.2 Gleitschutz Gerät

4.2.1 Funktionsprinzip

Die Umfangsgeschwindigkeit der Radsätze wird von Sensoren erfasst und von Reglern oder automatischen Steuerungssystemen überwacht. Diese senden Stellgrößen an die Betätigungseinrichtungen des Gleitschutzgerätes um die Bremskraft teilweise oder vollständig zu reduzieren, konstant zu halten oder wieder herzustellen (wo anwendbar).

Das Gleitschutzgerät muss spätestens ab einer Referenzgeschwindigkeit von 6 km/h aufwärts die Bremskraft regeln können.

Das Gleitschutzgerät muss die angeforderte Bremskraft unterhalb einer festgelegten Referenzgeschwindigkeitsschwelle nicht mehr ändern. Falls die Bremskraft vom Gleitschutzgerät bereits reduziert worden ist, muss sie bei Unterschreiten der Referenzgeschwindigkeitsschwelle wieder auf den angeforderten Wert angehoben werden.

Diese Referenzgeschwindigkeitsschwelle darf nicht höher als 3 km/h sein.

Das Gleitschutzgerät darf nicht in der Lage sein, eine höhere Bremskraft aufzubringen als angefordert.

Das Gleitschutzgerät darf die angeforderte Bremskraft bei Fahrzeugstillstand nicht ändern, ausgenommen bei Prüfungen.

Gleitschutz-Betätigungseinrichtungen (z. B. Gleitschutzventile) sind in der Lage, die Bremskraft zu reduzieren.

4.2.2 Gleitschutzüberwachung (Sicherheitsschaltung)

Für sämtliche Systeme muss eine unabhängige Überwachungs- oder Watchdogfunktion bereit gestellt werden. Die Überwachung muss ständig, auch während der Gleitschutz Prüfungen, aktiv sein, um die Bremskraft im Falle von ungewollt permanentem Lösen der Bremse wieder herzustellen. Jede Aktivierung der Überwachungsfunktion außerhalb von Prüfläufen muss als Fehler angezeigt und aufgezeichnet werden. Wenn die Überwachungsfunktion aktiviert ist, muss sie automatisch in den Standby-Modus zurückkehren können, sobald der Gleitschutz seine normale Funktionalität wieder aufnimmt.

Die Zuverlässigkeit der Überwachungsfunktion muss die Anforderungen der ER1 in 4.2.3.4 erfüllen.

Das automatische Kontrollsystem muss durch eine vom Gleitschutzprozessor mit seinem Regelalgorithmus unabhängige Sicherheitsschaltung oder Watchdogfunktion unterstützt werden. Diese Funktion muss die Ansteuerung der Betätigungseinrichtungen verhindern, falls das vollständige Lösen der Reibungs- oder der dynamischen Bremse (oder eine Kombination von beiden während des Brems Blendings) länger als 10 s andauert. Eine aufgrund einer fehlerhaften Regelung eingesteuerte Bremskraft muss durch die Sicherheitsschaltung ebenfalls nach 10 s verhindert werden. Während der Gleitschutzprüfungen muss die Überwachung aktiv bleiben, um die angeforderte Bremskraft wieder herzustellen, falls während der Prüfungen die Bremskraft abgesenkt wird oder eine unerwünschte totale Entlüftung der Bremse stattfindet.

4.2.3 Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Wartbarkeit und Sicherheit (RAMS)

4.2.3.1 Allgemeines

Der Gleitschutz muss durch Initialisierungsprüfungen in der Lage sein, eine Reihe von technischen Störungen und Fehlern zu ermitteln. Während des Betriebes muss die Verfügbarkeit der Geschwindigkeitssensoren und die elektrischen Schaltkreise der Betätigungseinrichtungen (Gleitschutzventile), insbesondere die Unterbrechungs- und Kurzschlussdetektion ständig überwacht werden. Der Empfang aller Befehle der Steuerung an die jeweiligen Betätigungseinrichtungen (Gleitschutzventile) muss ebenfalls überwacht werden. Der Gleitschutz muss bei jedem Start eine automatische Selbstprüfung durchführen, um zumindest die Verfügbarkeit der elektronischen Steuereinheit und der Peripherie sicherzustellen.

Unabhängig von den o. g. Prüfungen, müssen interne Selbstprüfungen, die in das elektronische System integriert sind, das einwandfreie Funktionieren und die Verfügbarkeit des Gleitschutzes überwachen. Dies muss auf Basis der jeweiligen Architektur des Gleitschutzes definiert und daran angepasst sein. Die Prüfungen und/oder Überwachungen während des Betriebes dürfen die Bremsfunktionen nicht beeinträchtigen und die Sicherheit des Zuges auch bei Fahrzeugstillstand nicht gefährden.

Alle erfassten Fehler müssen mit einem Fehlercode angezeigt und in einem Fehlerspeicher abgelegt werden, wobei sichergestellt sein muss, dass der Fehler auch im Falle eines Stromausfalls gespeichert bleibt. Die Fehlercodes müssen auf Basis einer Fehleranalyse definiert und dabei so ausgelegt werden, dass die jeweils kleinste austauschbare Einheit identifiziert werden kann.

Zusätzlich zu den Fehlercodes für „Fehler“ und „OK“ in den Wartungsanzeigen müssen für den Betriebszustand gesonderte Informationen über die Verfügbarkeit des Gleitschutzes bereitgestellt werden.

Andere Funktionen, die die durch den Gleitschutz bereitgestellten Geschwindigkeitsinformationen nutzen, dürfen durch Initialisierung und Prüfung des Gleitschutzes keine Fehlinformationen erhalten. Die Ausführung des Gleitschutzes muss sicherstellen, dass neben den Bremsfunktionen durch ihn keine anderen Funktionen beeinflusst werden.

Es muss möglich sein, bei Stillstand des Fahrzeugs eine manuelle Gleitschutz-Selbstprüfung einzuleiten. Die Prüfung muss die Sensoren, Betätigungseinrichtungen und die Betriebsbereitschaft der elektronischen Steuereinheit überprüfen und speziell auch diejenigen Fehler erfassen, die nur bei Fahrzeugstillstand auftreten. Der Prüfablauf muss zudem eine Überprüfung der Sicherheitsschaltung sowie der vollständigen Entlüftung der Bremszylinder durch die Lösebetätigungseinrichtung (Löseventile) enthalten. Es muss möglich sein, alle während des Prüflaufs registrierten Fehler auszulesen. Ein Löschen des Fehlerspeichers muss erst nach Beseitigung der anstehenden Fehler möglich sein und durch Anzeige der einwandfreien Funktion der Gleitschutzeinrichtung bestätigt werden. Die manuelle Prüfsequenz muss bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von mehr als 3 km/h automatisch abgebrochen werden. Durch die Prüfungen und Überwachungen dürfen nicht mehr als 50 % der Bremsen in einem Fahrzeug gleichzeitig gelöst werden.

Die Gleitschutz-Selbstprüfung darf bei Fahrzeugstillstand ebenso automatisch ausgelöst werden.

Der Gleitschutz muss mit einer Service Schnittstelle ausgerüstet sein.

Falls das Referenzgeschwindigkeitssignal von anderen Funktionen außerhalb des Gleitschutzes genutzt wird, dürfen diese Funktionen weder das Referenzgeschwindigkeitssignal selbst, noch die Gleitschutzeinrichtung beeinträchtigen.

4.2.3.2 Zuverlässigkeit

Über das Gleitschutzsystem ist eine Zuverlässigkeitsstudie nach EN 50126-1 anzufertigen.

4.2.3.3 Wartung

Das Gleitschutzgerät muss modular aufgebaut sein, wobei Module gleicher Funktionalität miteinander austauschbar sein müssen. Module unterschiedlicher Funktionalität müssen mechanisch gegen falsche Positionierung geschützt sein.

4.2.3.4 Sicherheit

Der Gleitschutz muss über eine Sicherheitsanalyse verfügen, die die folgenden zu befürchtenden Situationen (ER) berücksichtigt:

- ER1: Unbeabsichtigtes Reduzieren oder Zurückbehalten von Bremskraft auf einem Steuerkanal für eine Dauer wie in 4.5 festgelegt.
- ER2: Ausfall jeglicher Geschwindigkeitsinformation, die für sicherheitsrelevante Funktionen benötigt wird (geschwindigkeitsabhängige Bremskraftregelung, Magnetschienenbremse).
- ER3: Ausfall der Rollüberwachung bei Geräten, die für Fahrzeuggeschwindigkeiten über 200 km/h zugelassen sind.

Die stündliche Eintrittswahrscheinlichkeit dieser zu befürchtenden Situationen muss anhand adäquater numerischer Verfahren abgeschätzt werden, z. B. durch eine Fehlerbaumanalyse.

4.2.3.5 Umgebungstemperatur

Das Gleitschutzsystem muss in der Lage sein, im Rahmen der in der EN 50125-1 für den Innenraum von Fahrzeugen und Schaltschränken festgelegten Temperaturklassen zu arbeiten.

ANMERKUNG Für die Elektronik findet EN 50155 Anwendung.

4.2.3.6 Anforderungen an Umgebung und Einhausung

Die außen am Fahrzeug befestigten Gleitschutzkomponenten müssen gegenüber einer im üblichen Maße schadstoffbelasteten Luft korrosionsbeständig sein und nach den in EN 50125-1 festgelegten Bedingungen ohne Einschränkungen arbeiten. Die Gleitschutz Steuereinheit muss den Anforderungen der EN 50121-3-1 und der EN 50121-3-2 entsprechen.

ANMERKUNG Neben der EN 50121-3-2 für das Gleitschutz-System, findet die EN 50121-3-1 Anwendung für das komplette Fahrzeug.

Das Gleitschutz-Ventil muss so konstruiert und montiert sein, dass die Luftaustritte vor Schnee und Eis geschützt sind. Sofern vom Auftraggeber gefordert, müssen die Gleitschutzkomponenten die Konformität mit den durch Prüfungen oder Konstruktionsdokumentation belegten Eigenschaften zeigen. Komponenten, die an der Außenseite des Fahrzeugs montiert sind, müssen der Schutzart IP65 entsprechen.

Die Komponenten des Gleitschutz-Systems müssen so beschaffen sein, dass ein Verletzungsrisiko für Personen, die im Fahrzeug arbeiten, minimiert ist (z. B. Verletzungen durch scharfe Kanten).

4.2.4 Funktionsbeschreibung

4.2.4.1 Unterschiede an Raddurchmessern

Zulässige Differenzen der Raddurchmesser des Fahrzeugs müssen bei der Geschwindigkeitsauswertung berücksichtigt werden.

4.2.4.2 Besondere Eigenschaften bei dynamischen und gemischten Bremssysteme

Sofern anwendbar sind die in 4.1.1 bis 4.2.3 ausgeführten Leistungsmerkmale auch für den Gleitschutz von dynamischen Bremsen obligatorisch (ausgenommen 4.2.2).

Um die Radlaufflächen vor Schäden zu schützen und den Einfluss von Tachometerabweichungen zu minimieren, muss das Gleiten des Rades im Toleranzbereich gehalten werden, wie er für die Reibungsbremse in 6.4.3.2 im Fall von Triebfahrzeugen festgelegt ist, bei denen die dynamische Bremse unabhängig von der Reibungsbremse eingesetzt wird (insbesondere für Dauerbremsungen und starkes Gefälle).

Bei Einsatz gemischter Bremssysteme oder bei Ausfall der dynamischen Bremse muss der pneumatische Gleitschutz unmittelbar bei Übernahme der Bremskraft durch die pneumatische Bremse aktiv werden. Falls unabhängige Gleitschutzsysteme für die pneumatische und die dynamische Bremse im Einsatz sind, muss sichergestellt sein, dass die übertragende Bremskraft entsprechend dem Regelungskonzept gemischter Bremssysteme nicht unzulässig reduziert (oder erhöht) wird. Darüber hinaus muss eine Strategie zur Anwendung kommen, die verhindert, dass sich Aktionen gegenseitig behindern, z. B. die automatische Unterdrückung der dynamischen Bremse.

Es wird empfohlen, dass die Rollüberwachung in Hochgeschwindigkeitszügen die Bremskraft der dynamischen Bremse unabhängig vom Gleitschutz vollständig unterdrückt, falls der Grenzwert wie in 4.2.4.3.2 angezeigt, überschritten wird.

4.2.4.3 Besondere Eigenschaften des Gleitschutzes in Hochgeschwindigkeitszügen ($v > 200$ km/h)

4.2.4.3.1 Allgemeines

Nachfolgende Anforderungen an die Gleitschutzausrüstung in Hochgeschwindigkeitszügen gelten zusätzlich zu den in 4.1.1 bis 4.2.3 genannten Punkten.

Jedes Gleitschutzgerät muss durch eine Rollüberwachung ergänzt werden, die eine ständige Überwachung der Radsatzdrehzahl und eine Anzeige von jeglichen Unregelmäßigkeiten in der Radumdrehung vornimmt. Das Gleitschutzgerät und die Rollüberwachung müssen Ausgänge zur Anzeige eigener Betriebsstörungen besitzen.

4.2.4.3.2 Funktionale Eigenschaften

Die elektrischen/elektronischen Schaltkreise des Gleitschutzes und der Rollüberwachung müssen unabhängig voneinander und separat für jedes Fahrzeug arbeiten. Die Funktionen des Gleitschutzes, der Rollüberwachung, sowie der kontinuierliche Betrieb der Geschwindigkeitssensoren und der Gleitschutzventile müssen während der Fahrt automatisch überwacht werden.

Die Rollüberwachung muss bei allen Fahrzeuggeschwindigkeiten die Umfangsgeschwindigkeit von mindestens vier Radsätzen miteinander vergleichen.

Falls bei der Anfahrt des Zuges ein Radsatz blockiert, muss die Rollüberwachung spätestens 10 s nach Erreichen einer Geschwindigkeit von $50 \text{ km/h} + 0,3 v_{\text{ref}}$ ein entsprechendes Signal ausgeben. Falls die Rollüberwachung eine Unregelmäßigkeit einer Radumfangsgeschwindigkeit für eine längere Zeitspanne als 10 s erfasst, muss das Gerät ein entsprechendes Signal ausgeben. Eine Differenz wird als unregelmäßig betrachtet, falls sie $\geq X \text{ km/h} + Y \times v$ beträgt, wobei die Parameter X und Y von Fall zu Fall definiert werden. Sie dürfen allerdings $50 \text{ km/h} + 0,3 v$ nicht überschreiten.

4.2.4.3.3 Empfohlene Eigenschaften

Es wird empfohlen, dass die Rollüberwachung mit einer Funktion ausgestattet wird, die die Bremskraft für die Radsätze zurücknimmt, wenn Unregelmäßigkeiten in den Radumfangsgeschwindigkeiten beobachtet werden. In einem solchen Fall darf die Bremskraft nicht für eine längere Zeitspanne als 10 aufeinanderfolgende Sekunden aufgehoben werden.

Es wird außerdem empfohlen, dass die Rollüberwachung bei Ausfall des Gleitschutzes dessen grundsätzliche Aufgaben übernimmt.

4.3 Geschwindigkeitssensoren

4.3.1 Einbindung

Die Geschwindigkeitssensoren müssen integraler Bestandteil des Gleitschutzsystems sein.

4.3.2 Elektrische Anschlüsse

Der Sensor muss für Wartungsarbeiten an Drehgestell oder Radsatz leicht entfernbar sein. Er sollte mit einer Anschlussdose verbunden, oder mit einem Steckverbinder ausgestattet sein.

4.3.3 Mechanische Belastbarkeit der Anordnung

Das Gleitschutzventil mit seinem Steckverbinder muss den Belastungen einer Montage- am Fahrzeugrahmen oder am Drehgestell standhalten. Es muss mindestens den Trägheitskräften standhalten, die bei folgenden Beschleunigungen auftreten: EN 61373, Kategorie 1 (Klasse A oder Klasse B) oder Kategorie 2 (abhängig von der Anbauposition). Bei direkt am Radsatz montierten Sensoren sollte der Vibrationsgrad um den Faktor 3 für die Vertikal- und um den Faktor 4 für die Längs- und Querbelastrungen erhöht werden, verglichen mit denen in EN 61373.

Es muss unter Berücksichtigung der Trägheitskräfte, die der jeweiligen Anbauposition entsprechend definiert sind, für eine Dauerfestigkeit von mindestens 10^7 Schaltvorgängen mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit von max. 2,5 % ausgelegt sein.

Die Einhaltung der Anforderungen darf durch entsprechende Bauweise und Versuchsdokumentationen belegt werden.

4.4 Gleitschutzventile oder andere funktionsgleiche Geräte

4.4.1 Spezielle Anforderungen – Reibungsbremse

Die Steuerung der Bremskraft erfolgt durch Einsatz von Gleitschutzventilen oder anderen pneumatischen Betätigungseinrichtungen.

Angesteuert durch die Steuerungseinheit des Gleitschutzes muss das Gleitschutzventil den Luftdruck im Bremszylinder entweder entlüften, konstant halten oder befüllen.

4.4.2 Anforderungen an die Gerätetechnik

4.4.2.1 Pneumatische Schnittstellen

Die pneumatische Schnittstelle zur Verrohrung des Fahrzeugs muss über einen separaten Rohrträger erfolgen, damit das Gleitschutzventil entfernt werden kann, ohne die Funktion der Luftleitung zu beeinträchtigen. Die Anschlüsse müssen als Rohrgewinde nach EN ISO 228-2 ausgeführt sein. Drosseln sollten im Ventilträger der Gleitschutz-Ventile montiert sein.

Der Durchmesser der Leitungen muss auf die Nennweite der Gleitschutzventile abgestimmt sein.

4.4.2.2 Elektrischer Anschluss

Der Steckverbinder für das Gleitschutzventil muss in Übereinstimmung mit EN 60529:1991 mindestens nach Schutzart IP67 ausgelegt sein.

4.4.2.3 Mechanische Belastbarkeit der Anordnung

Das Gleitschutzventil mit seinem Steckverbinder muss den Belastungen einer Montage- am Fahrzeugrahmen oder am Drehgestell standhalten. Es muss mindestens den Trägheitskräften standhalten, die bei folgenden Beschleunigungen auftreten: EN 61373 Kategorien 1 und 2 sowie EN 50155.

Es muss für eine Dauerfestigkeit von mindestens 10^7 Schaltvorgängen mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit von nicht mehr als 2,5 % ausgelegt sein, unter dem Einfluss der Trägheitskräfte, mit den folgenden Beschleunigungen.

Die Einhaltung der Anforderungen darf durch entsprechende Bauweise und Versuchsdokumentationen belegt werden.

4.4.2.4 Undichtheit

Das Gleitschutzventil muss jedes unzulässige Entweichen des Bremszylinderdrucks in die Atmosphäre vermeiden. Zwischen -25 °C und $+70\text{ °C}$ darf dem Gleitschutzventil bei einem Nenndruck von 7 bar keine größere Luftmenge als 0,01 Nl/min entweichen. Diese Anforderung muss entsprechend dem Unterabschnitt 5.5.5.1 überprüft werden.

Zwischen -40 °C und -25 °C darf dem Gleitschutzventil bei einem Nenndruck von 4 bar entsprechend dem Unterabschnitt 5.5.5.2 keine größere Luftmenge als 0,1 Nl/min entweichen.

4.4.3 Funktionale Eigenschaften

4.4.3.1 Allgemeine Anforderungen

Unter Betriebsbedingungen dürfen bei stromlosem Gleitschutzventil mit gelösten Bremsen nicht mehr als 0,1 bar Luftdruck im Bremszylinder verbleiben. Das Gleitschutzsystem darf nicht zulassen, dass die Be- und Entlüftungswege gleichzeitig geöffnet sind.

4.4.3.2 Integration

Das Gleitschutzventil muss ein integraler Bestandteil des Gleitschutzsystems sein.

4.5 Stromversorgung

Wenn die Fahrzeugkonfiguration es erfordert, dass der Gleitschutz über eine Standby Option verfügt, muss die Stromversorgung des Gleitschutzes derart ausgeführt sein, dass sich der Gleitschutz einschaltet und mit Strom versorgt wird, wenn sich das Fahrzeug in Bewegung setzt. Gleitschutzsysteme benötigen eine Stromversorgung. Diese kann durch das Fahrzeug oder durch den Gleitschutz selber bereitgestellt werden.

Das Gleitschutz-System muss derart ausgelegt sein, dass es unter Berücksichtigung von Spannungsschwankungen, nach EN 50155, 3.1.2, korrekt arbeitet. Falls die Spannungsschwankungen diese Grenze überschreiten, muss der Gleitschutz entweder normal weiter arbeiten oder herunterfahren, ohne dabei die angeschlossenen Systeme zu stören (wie z. B. Bremssystem, Türsteuerung). Falls der Gleitschutz während einer Spannungsschwankung heruntergefahren war, muss er automatisch seine normale Funktionalität wieder aufnehmen, sobald die Spannung in den erlaubten Bereich zurückgekehrt ist. Falls der Gleitschutz keine eigene Stromversorgung besitzt, dürfen die Spannungsschwankungen, wie in EN 50155, 3.1.2., erlaubt, seine Funktionsweise dennoch nicht beeinträchtigen.

Sofern der Gleitschutz für die Reibungsbremse kein integraler Bestandteil der Bremssteuerung ist, muss seine Installation über einen eigenen, elektrisch abgesicherten Stromkreis verfügen.

Zur Sicherzustellung der Unabhängigkeit der Rollüberwachung muss ihre Stromversorgung durch einen eigenen Sicherungsschalter geschützt sein.

Eine Gleitschutzinstallation für ein gezogenes (nicht motorisiertes) Fahrzeug, das nicht Bestandteil einer festen Formation eines Triebzuges ist, muss über ihre eigenen, durch Sicherungen geschützte Stromkreise verfügen. Die Sicherungen oder Leistungsschalter für den Gleitschutz müssen von anderen im Fahrzeug separiert angeordnet sein, so dass sie nicht versehentlich bedient werden können. Der Gleitschutz muss ständig mit Strom versorgt werden, sobald dieser verfügbar ist. Eine automatische Abschaltung der Stromversorgung ist nur im Fall eines Ruhe-Modus erlaubt (bei Fahrzeug-Stillstand) oder als Batterieschutz (Vermeidung von Tiefentladung oder zu niedrige Spannung durch langfristig fehlende Stromversorgung).

4.6 Druckluftversorgung

4.6.1 Druckluftverbrauch

Der Gleitschutz muss derart beschaffen sein, dass sein zusätzlicher Druckluftverbrauch minimal ist. Die Luftversorgung des Fahrzeugs muss so dimensioniert sein, dass der zusätzliche Druckluftverbrauch des Gleitschutzes die Leistung der pneumatischen Bremse nicht beeinträchtigt. Insbesondere darf die Arbeit des Gleitschutzes nicht dazu führen, dass der Druck im Versorgungsluftbehälter unter den angeforderten Bremsdruck fällt. Optional muss die Gleitschutzaktivität unterdrückt werden, falls der Druck im Versorgungsluftbehälter unter einen festgelegten Wert fällt. In Fahrzeugen mit einer begrenzten Druckluftversorgung, z. B. Güterwagen mit Einleitungsbremse, muss der Gleitschutz deaktiviert werden, falls der Druck im Versorgungsluftbehälter (AR) unter den Minimaldruck für eine Schnellbremsung fällt.

4.6.2 Luftqualität

Es muss sichergestellt sein, dass das Gleitschutzventil, oder die Betätigungseinrichtung ohne Einschränkungen mit Druckluftqualitäten der folgenden Klassen, nach ISO 8573-1 oder besser, arbeitet:

Klasse 4 – für die maximale Partikelgröße und die maximale Konzentration von Feststoffen

Klasse 4 – für den Taupunkt von Wasser

Klasse 4 – für die maximale totale Ölkonzentration (Tröpfchen, Aerosole und Dampf)

Wenn die Gleitschutz-Komponenten nur für eine Anwendung in „trockenen“ Systemen ausgelegt sind, ist es zulässig, zur Druckluftqualität nach ISO 8573-1, Klassen 2-2-2 zu wechseln.

4.6.3 Brandverhalten

Sämtliche für Gleitschutzsysteme geltende Brandschutzbestimmungen des jeweiligen Betreibers oder Zugverkehrs müssen beachtet werden. Die Brandschutzanforderungen müssen in Übereinstimmung mit dieser Spezifikation geprüft werden.

5 Typprüfung

5.1 Allgemeines

5.1.1 Typprüfung und Fahrzeugimplementierungsprüfung — Allgemeines

Das Gleitschutzsystem muss durch eine Kombination von Streckenversuchen mit einem Fahrzeug und Simulationsversuchen an einer Prüfeinrichtung (Simulationsprüfstand) typgeprüft werden. Der Simulationsprüfstand muss originalgetreu das Gleisgefälle, die Kraftschlussbedingungen, die Fahrzeug-Parameter usw. abbilden und an praktischen Prüfergebnissen validiert sein. Das Prüflabor, in dem sich die Prüfeinrichtung befindet, muss nach EN ISO/IEC 17025 akkreditiert sein und die Anforderungen, wie in Anhang A beschrieben, erfüllen.

Die Simulationsversuche (Typprüfungen) dürfen zum Teil durch Streckenversuche auf einem Fahrzeug ersetzt werden.

Der Streckenversuch, als Teil der Implementierungsprüfung, muss auf jeden Fall durchgeführt werden, es sei denn, es liegen bereits Nachweise von Fahrversuchen vor.

Der Umfang erneuter Typprüfungen nach Änderung an Hard- oder Software des Gleitschutzgerätes muss aus den Anforderungen der EN 50128 abgeleitet werden.

5.1.2 Prüfbedingungen

Die Streckenversuche müssen, je nach beabsichtigter Anwendung der Gleitschutzausrüstung, die entsprechenden Fahrzeugkategorien, wie Reisezugwagen, Güterwagen und Triebfahrzeuge einschließen. Abhängig vom Fahrzeugtyp und der Fahrzeuggeschwindigkeit müssen Gleitschutzversuche in Übereinstimmung mit den Tabellen 3, 4 und 5 durchgeführt werden. Der Simulationsprüfstand muss in der Lage sein, für die Simulationsprüfungen unterschiedliche Fahrzeugtypen und Bedingungen nachzubilden.

Die Anforderungen an die Gesamtkonfiguration des Simulationsprüfstands sind in Anhang A festgelegt.

5.1.3 Umgebungstemperatur für Streckenversuche

Die Fahrzeug-Gleitschutzprüfung muss bei gemäßigten Umgebungstemperaturen (zwischen +5 °C und +25 °C) und nicht bei Schnee durchgeführt werden. Nach jedem Fahrversuch muss die Temperatur der Schienenoberfläche gemessen werden und dabei zwischen +5 °C und +35 °C liegen.

5.1.4 Druckluftversorgung

Für die Versuche muss durch entsprechende Maßnahmen sichergestellt werden, dass der Hilfsluftbehälter genügend Druckluft bereithält, um für Trockenbremsungen in allen Bremsstellungen den maximalen Druck in den Bremszylindern zur Verfügung zu stellen.

5.2 Überblick über die erforderlichen Prüfprogramme

Die Funktion des Gleitschutzes muss nach untenstehender Tabelle 1 geprüft werden:

Tabelle 1 — Funktionsprüfung des Gleitschutzsystems

Fahrzeugkategorie	Erforderliche Prüfungen nach...	
	Tabelle	Zusätzliche Unterabschnitte
Güterwagen	4	4.1; 6.4; 6.4.2; 6.4.3; 6.4.3.2; 6.4.3.3; 6.4.4.4
Reisezugwagen	3	4.1; 6.4; 6.4.2; 6.4.3; 6.4.3.2; 6.4.3.3, 6.4.3.4 ^a ; 6.4.3.6 ^b ; 6.4.4.4
Lokomotiven	5	4.1; 6.4; 6.4.2; 6.4.3; 6.4.3.2; 6.4.3.3; 6.4.3.4 ^a ; 6.4.3.7; 6.4.4.4
Hochgeschwindigkeitszüge	5	4.1; 6.4; 6.4.2; 6.4.3; 6.4.3.2; 6.4.3.3; 6.4.3.4; 6.4.3.5; 6.4.3.6 ^b ; 6.4.3.7; 6.4.4.4
Triebzüge (z. B. Nahverkehrs- und Regionalzüge)	5	4.1; 6.4; 6.4.2; 6.4.3; 6.4.3.2; 6.4.3.3; 6.4.3.4 ^a ; 6.4.3.6 ^b ; 6.4.3.7; 6.4.4.4
^a Simulation in einer Prüfeinrichtung möglich.		
^b Für kraftschlussunabhängige Bremsen.		

5.3 Prüfungen am Simulationsprüfstand

5.3.1 Allgemeines

Sofern technisch möglich, sollten Prüfungen an Simulationsprüfständen sowohl als Teil eines Verifizierungsprozesses als auch zur Validierung nach Änderungen am Gleitschutzgerät durchgeführt werden. Die Durchführung von Prüfungen in Simulationsprüfständen ist geeignet, die Anzahl erforderlicher Fahrversuche zu reduzieren und kann bei folgenden Anwendungen besonders nutzbringend eingesetzt werden:

- 1) Bei den Fahrversuchen vorausgehenden ersten Optimierungen der Gleitschutz Ausrüstung;
- 2) Als Ersatz für Fahrversuche, die betriebliche Einschränkungen zur Folge hätten, wie z. B. Hochgeschwindigkeitsfahrversuche oder im Falle von Gleiszugangsbeschränkungen;
- 3) Die notwendige Anpassung von Gleitschutzparametern an Änderungen des Fahrzeugdesigns, wie z. B. bei signifikanten Änderungen der Massenträgheit von Treib- und Laufradsätzen innerhalb eines Zuges;
- 4) Zur Anpassung der Gleitschutzparameter bei Verwendung des Gleitschutzes in einem anderem, als dem zugelassenen Fahrzeugtyp;
- 5) Zur Beurteilung der Auswirkung einer Besandungsanlage oder anderer Systeme, die einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Gleitschutzes haben;
- 6) Als Teil einer nachträglichen Untersuchung eines Störfalls.

Die Anforderungen an die Auslegung eines Simulationsprüfstands sind in Anhang A festgelegt.

In diesem Abschnitt werden die Untersuchungen am Simulationsprüfstand näher erläutert. Die Merkmale zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Gleitschutzgerätes sind in 6.3.1 und 6.3.2 zusammengefasst.

5.3.2 Bestätigung des Simulationsmodells

Vor Beginn der Untersuchungen am Simulationsprüfstand muss die Genauigkeit des verwendeten Simulationsmodells durch Vergleich der prognostizierten Bremsleistung des Computermodells mit der Bremsleistung aus realen Fahrversuchen vergleichbarer Schienenfahrzeuge bestätigt werden. Diese Bestätigung muss das Verhalten einer möglichen Kommunikation der Gleitschutzgeräte untereinander innerhalb eines Zugverbandes beinhalten. Sollte der Simulationsprüfstand nicht in der Lage sein dieses Verhalten zu simulieren, müssen diese Funktionen in der Fahrzeuganwendung geprüft werden.

Zur Bestätigung des Simulationsmodells muss ein Kraftschlussprofil genutzt werden, das unter guten, trockenen Haftwertbedingungen stets die gesamte Bremswirkung des Fahrzeugs aufrecht erhält. Wenn keine geeigneten Simulationsmodelle verfügbar sind (z. B. bei neuen Fahrzeugen), dürfen die vom Bremsenaurüster errechneten Trockenbremswege für den Validierungsprozess herangezogen werden.

Das Kraftschlussprofil muss als fortlaufender Kraftschlussbeiwert des Schienenkopfes entlang der Prüfstrecke beschrieben sein. Dabei werden sich diese Werte zusätzlich in Abhängigkeit vom Gleiten des Rades ändern.

Die Untersuchungen müssen für jeden Fahrzeugtyp in mindestens einem Beladungszustand (leer/beladen) mit einer Bremsausgangsgeschwindigkeit durchgeführt werden, die der Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs entspricht. Das Simulationsmodell muss als bestätigt angesehen werden, wenn die im Modell errechneten Trockenbremswege im Bereich von $\pm 5\%$ verglichen mit den Trockenbremswegen der Fahrversuche, bzw. den Berechnungen des Bremsenaurüsters liegen.

5.3.3 Untersuchungen am Simulationsprüfstand

Für die Untersuchungen am Simulationsprüfstand ist es höchst wünschenswert, wenn folgende Anforderungen erfüllt würden:

- 1) Auf die Schiene aufgebrachte Seife (6.3);
- 2) Schmierfilm durch Laubfall (6.3.3.1);
- 3) Wasser (Feuchtigkeit, Nebel, Sprühregen, usw.).

Da das Gleiten des Rades einen Konditionierungseffekt auf den Rad/Schiene Kraftschluss ausübt, ist es notwendig diesen Effekt in der Simulation nachzuvollziehen.

Die Kraftschlusswerte müssen zwischen 0,06 und 0,08 liegen.

5.4 Untersuchung der Gleitschutzsteuerung

Falls das Prüffahrzeug mit haftwertunabhängigen Bremsen ausgerüstet ist, müssen diese Bremsen vor Beginn der Untersuchungen unwirksam geschaltet werden. Bei bestimmten Untersuchungen muss der Gleitschutz auch bei wirkenden haftwertunabhängigen Bremsen ordnungsgemäß arbeiten. Das Prüffahrzeug, bzw. die validierte Prüfeinrichtung muss über ein Bremssystem verfügen, dass auf die Eigenschaften des Gleitschutzgerätes zugeschnitten ist (für Scheibenbremsen und/oder Klotzbremsen und/oder dynamische Bremsen).

Zumindest folgende Größen müssen während der gesamten Dauer der Gleitschutzuntersuchungen gemessen und aufgezeichnet werden:

- 1) Fahrzeuggeschwindigkeit v_t ;
- 2) Umfangsgeschwindigkeit der einzelnen Radsätze;
- 3) Bremszylinderdruck/-kraft, gemessen hinter den Gleitschutzventilen, sowie die Bremskraft der dynamischen Bremsen;
- 4) Fahrzeugverzögerung;
- 5) Kapazität der Bremsenergie (z. B. für die pneumatische Bremse – Hilfsluftbehälter/Vorratsluftbehälter);
- 6) Zeit;
- 7) Beginn der Bremsung (zeitlich und örtlich);
- 8) Ansteuerung der Gleitschutzventile;
- 9) Bremsweg;
- 10) Zeit bis zum Stillstand des Fahrzeugs (Bremszeit);
- 11) Referenzgeschwindigkeit v_{ref} (falls zur Gleitschutzregelung oder für externe Systeme genutzt);
- 12) Druck im Hauptluftbehälter;
- 13) Streckenneigung;
- 14) Maßnahmen zur Kraftschlussaufbereitung;
- 15) Bremsausgangsgeschwindigkeit;
- 16) Schienen- und Umgebungstemperatur;
- 17) Umfangsgeschwindigkeit aller Radsätze. In Zugverbänden alle für die Gleitschutzregelung relevanten Radsätze;
- 18) Druck im Hilfsluft- oder Vorratsluftbehälter zu Beginn und Ende der Bremsung (bei Nassbremsungen);
- 19) Einleiten der Bremsung;
- 20) Zusätzliche Steuersignale (Magnetschienenbremse, Türen, Besandungsanlage, Unterdrückung der dynamischen Bremse, usw.);
- 21) Eingangssignale (Verfügbarkeit der dynamischen Bremse, weitere Informationen zum Fahrzeugzustand, usw.);
- 22) Ausgangssignale (Türen, Magnetschienenbremse, Besandungsanlage, Unterdrückung der dynamischen Bremse, usw.).

Folgende Größen müssen gemessen werden:

- 24) Schienen- und Umgebungstemperatur unmittelbar nach jeder Bremsung.