



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Bundesnetzagentur

Eisenbahn Bundesamt



DIE BAHNINDUSTRIE.

VDB VERBAND DER BAHNINDUSTRIE IN DEUTSCHLAND E.V.



VERBAND DER GÜTERWAGENHALTER IN DEUTSCHLAND E.V.



Die Verkehrs-
unternehmen

Ergänzungsregelung¹ Nr. B 011 zum „Sanden“

Stand: Rev. 3.0, vom 01.12.2020

| Rev.- Nr. | Datum | Verantwortung. | Bemerkungen |
|-----------|------------|-------------------------|--|
| 1.0 | 10.02.2016 | Lenkungskreis Fahrzeuge | Durch den Lenkungskreis Fahrzeuge am 10.02.2016 freigegebene Version |
| 2.0 | 18.02.2020 | Arbeitskreis Bremse | Redaktionelle Überarbeitung, Deckblatt Fußnote, Verweis in Anlage 4 |
| 3.0 | 01.12.2020 | Lenkungskreis Fahrzeuge | Anpassung an normative Änderungen, genehmigt auf 73. Sitzung am 25.11.2020 |

Bereich: Radbremsen

Inhalt: Definition technischer Anforderungen an Sandstreuanlagen

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

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1. Gültigkeit dieser Regelung | 5 |
| 2. Allgemeines..... | 5 |
| 3. Schutzziele | 6 |
| 4. Anforderungen an Sandstreuanlagen..... | 6 |
| 4.1 Allgemeines..... | 6 |
| 4.2 Konstruktive Anforderungen..... | 6 |
| 4.2.1 Sandrohr | 6 |
| 4.2.2 Sandbehälter..... | 7 |
| 4.2.3 Sandaustritt nach Anforderung | 7 |
| 4.2.4 Sandaustritt nach Abschalten | 7 |
| 4.3 Funktionale Anforderungen..... | 7 |
| 4.3.1 Betätigung und Steuerung der Sandstreuanlage | 7 |
| 4.3.2 Zustandsmeldung an den Triebfahrzeugführer | 8 |
| 4.3.3 Funktionsprüfung | 9 |
| 5. Anforderungen an Sandmengen | 9 |
| 6. Sandqualität | 9 |
| 7. Nachweisführung..... | 9 |
| 7.1 Allgemeines..... | 9 |
| 7.2 Nachweisführung im Typprüfung | 10 |
| 7.2.1 Nachweis des ordnungsgemäßen Anbaus | 10 |
| 7.2.2 Nachweis der Funktion..... | 10 |
| 7.3 Nachweisführung bei Serienprüfung..... | 11 |
| 7.3.1 Nachweis des ordnungsgemäßen Anbaus | 11 |
| 7.3.2 Nachweis der Funktion..... | 11 |
| 8. Wartung und Instandhaltung..... | 11 |
| 9. Bestandsfahrzeuge..... | 11 |
| 9.1 Definition des hinreichenden Sicherheitsniveaus..... | 11 |
| 9.2 Bewertung des Sicherheitsniveaus | 12 |
| 9.2.1 Allgemeines..... | 12 |
| 9.2.2 Teilbereich Technische Merkmale | 12 |
| 9.2.3 Teilbereich Betrieblich – Technische Maßnahmen | 12 |
| 9.2.4 Teilbereich Organisatorische Maßnahmen | 13 |
| 9.3 Andere geeignete Maßnahmen im Einzelfall..... | 13 |
| 10. Unterscheidungen | 14 |

Anlagenverzeichnis

| | | |
|----------|--|----|
| Anlage 1 | Ausführungsbeispiel zur Sandrohrposition | 15 |
| Anlage 2 | Korngrößenverteilung des Sandes | 16 |
| Anlage 3 | Umrechnung von Sandmengen..... | 17 |
| Anlage 4 | Bewertungsmatrix für Bestandsfahrzeuge..... | 18 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|--------------|----------------------------|---|
| Abbildung 1: | Piktogramme "Sanden" | 8 |
|--------------|----------------------------|---|

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|---|----|
| Tabelle 1: | Zulässige Ansteuerungen von Sandstreuanlagen..... | 8 |
| Tabelle 2: | Unterscheidungen | 14 |
| Tabelle 3: | Einstellwerte zur Sandrohrposition | 15 |
| Tabelle 4: | Kornklassen für Streusand | 16 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------------|--|
| B007 | Ergänzungsregelung B007 "Kraftschlussausnutzung" |
| CSM RA | Common safety methods for Risk assessment |
| EBA | Eisenbahn Bundesamt |
| EBO | Eisenbahn Bau- und Betriebsordnung |
| ERA | European Railway Agency |
| ERTMS | European Rail Traffic Management System |
| GSK | Gleisstromkreis |
| LNT | Leichter Nahverkehrstriebwagen |
| NB | Notbremung |
| SB | Schnellbremung |
| SIRF | Sicherheitsrichtlinie Fahrzeug |
| TeSiP | Technischer Sicherheitsplan |
| Tf | Triebfahrzeugführer |
| TSI LOC&PAS | Technische Spezifikation für die Interoperabilität - Lokomotiven und Personenwagen |
| TSI OPE | Technische Spezifikation für die Interoperabilität – Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung |
| VDV | Verband Deutscher Verkehrsunternehmen |
| ZB | Zwangsbremung |

Definitionen

| | |
|---------------------|--|
| Abschlussdienst | Definition „Vorbereitungs- und Abschlussarbeiten an Bremsen“ in VDV 757 |
| Vorbereitungsdienst | Definition „Vorbereitungs- und Abschlussarbeiten an Bremsen“ in VDV 757 |
| Zwangsbremung | Definition in VDV 757 „Arten der Bremsungen“ |

Referenzdokumente

| | |
|-----------------------|--|
| B007 | Ergänzungsregelung Nr. B 007 zur „Kraftschlussausnutzung“ |
| CSM RA | Common Safety Method for Risk Assessment and Evaluation Gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken |
| DIN 27200 | Zustand der Eisenbahnfahrzeuge - Grundsätze und Begriffe für den betriebssicheren Zustand |
| DIN 1996-14 | Prüfung bituminöser Massen für den Straßenbau und verwandte Ge- biete; Bestimmung der Korngrößenverteilung von Mineralstoffen |
| DIN EN 50126 | Bahnanwendungen - Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS) |
| ERA- ERTMS/0033281 | Interfaces between Control Command and Signaling track-side and other subsystems |
| ISO 3310-1 | Analysensiebe - Technische Anforderungen und Prüfung - Teil 1: Ana- lysensiebe mit Metalldrahtgewebe |
| TeSiP SIRF | Technischer Sicherheitsplan – Sicherheitsrichtlinie Fahrzeug – SIRF 400 Ausführungsbestimmungen mit Anlage 1 „Funktionsliste“ |
| VDV 757 | Bremsen im Betrieb bedienen und prüfen |

1. Gültigkeit dieser Regelung

Diese Regelung erhält Gültigkeit ab dem 01.12.2020.

Diese Ergänzungsregelung gilt grundsätzlich auch für Fahrzeuge die auf Grundlage der Verlautbarung „Besondere Bedingungen für das Verkehren von Leichten Nahverkehrstriebwagen (LNT) im Mischbetrieb mit Regelfahrzeugen der Eisenbahnen des öffentlichen Verkehrs“ des Bundesministeriums für Verkehr (E 15/32.31.00/19 Va 95 (1)) vom 24. April 1995 betrieben werden. Sind zur Erfüllung der dort festgelegten Bedingungen an den Fahrzeugen technische Lösungen notwendig, die den Forderungen dieser Ergänzungsregelung widersprechen, so sind im Einzelfall Festlegungen zwischen Fahrzeughersteller, Betreiber, der Zulassungsbehörde und ggf. dem Infrastrukturbetreiber zu treffen, die einen sicheren Betrieb gewährleisten. Für Neufahrzeuge müssen diese Festlegungen zum Zeitpunkt der Zulassung getroffen sein.

2. Allgemeines

Bei vermindertem Kraftschlusswert kann dieser durch die gezielte Ausbringung von geeignetem Streumittel zwischen Rad und Schiene erhöht werden.

Technische Systeme, die diese Funktion erfüllen, leisten einen Beitrag zur Einhaltung der in Kapitel 3 genannten Schutzziele. Diese Regelung enthält Maßnahmen, die von Fachleuten des Sektors als zielführend erklärt werden.

Sandstreuanlagen sind die gängige technische Ausprägung solcher Systeme. Die in den Kapiteln 4 bis 9 beschriebenen Anforderungen gelten bei Anwendung von Sandstreuanlagen.

Neben funktionalen und konstruktiven Anforderungen an Sandstreuanlagen werden Grenzwerte für die Ausbringung von Sandmengen vorgegeben sowie Verfahren, um deren Einhaltung zu überprüfen.

Es wird je ein Maßnahmenkatalog für Neu- sowie für Bestandsfahrzeuge angegeben. Dies berücksichtigt die unterschiedlichen Umsetzungsmöglichkeiten. Zudem werden mittel- und langfristig die Bestandsfahrzeuge zahlenmäßig ab- und die Neufahrzeuge zahlenmäßig zunehmen. Da in dieser Regelung für Neufahrzeuge ein höheres Sicherheitsniveau gefordert wird als für Bestandsfahrzeuge, wird sich das Sicherheitsniveau des Gesamtbestandes auf längere Sicht kontinuierlich erhöhen.

Auch bei Einhaltung der vorgegebenen Sandmengen ist nicht ausgeschlossen, dass beim Sanden bis zum Stillstand im Bereich von Gleisstromkreisen eine unzeitige Gleisfreimeldung erfolgen kann. Diese Stellen, die für eine Sandstreuung ungeeignet sind, sind in den Betriebsvorschriften zu nennen. Der Infrastrukturbetreiber hat den Eisenbahnverkehrsunternehmen Handlungsanweisungen vorzugeben, wie nach einem Sanden bis zum Stillstand an diesen Punkten zu verfahren ist.

Werden die in dieser Regelung gemäß Kapitel 4 und 5 vorgegebenen Maßnahmen für Neufahrzeuge in vollem Umfang umgesetzt bzw. für Bestandsfahrzeuge das hinreichende Sicherheitsniveau gemäß Kapitel 9 erfüllt, so ist keine weitere Sicherheitsbetrachtung erforderlich.

Eine Abweichung von den Maßnahmen ist grundsätzlich möglich. In diesem Fall ist für Neufahrzeuge eine spezifische Sicherheitsbetrachtung durchzuführen und die Einhaltung der geforderten Schutzziele (ggf. unter Berücksichtigung kompensierender, z.B. betrieblicher Maßnahmen) nachzuweisen; für Bestandsfahrzeuge gelten die in Kapitel 9 festgelegten Anforderungen.

3. Schutzziele

Die Schutzziele der B011 gelten für Neu- und Bestandsfahrzeuge gleichermaßen.

Schutzziel 1: Vermeidung von gefährlichen Störungen (unzeitige Gleisfreimeldung) bei der Detektion von Fahrzeugen durch Gleisstromkreise.

Anmerkungen:

Eine „Nichtdetektion“ von Fahrzeugen durch Gleisstromkreise muss „unvorstellbar“ im Sinne der EN 50126-1 sein. Neben betrieblichen Maßnahmen sowie technischen Maßnahmen an den Gleisstromkreisen trägt die Begrenzung der auszubringenden Streumittelmengen fahrzeugseitig dazu bei, siehe SIRF TeSiP-Funktion LH2: „Versagen der Funktion Gleisfreimeldung mit Gleisstromkreisen“.

Schutzziel 2: Verbesserung des Kraftschlusses beim Bremsen.

Die Ausbringung von Streumittel erhöht die Bremsfähigkeit bei verringerten Kraftschlusswerten und unterstützt damit die Einhaltung des Bremsweges.

Anmerkungen:

Die Funktion „Ausbringen von Streumittel“ ist, sofern sie als ergänzende Maßnahme im Sinne der B007 erforderlich ist, Teil der SIRF TeSiP-Funktion JC1 „Medien bereitstellen“. Die Erfüllung der in den folgenden Kapiteln beschriebenen Anforderungen in Kombination mit Prüfungen gemäß VDV-Schrift 757 ist dazu ausreichend.

Schutzziel 3: Verbesserung des Kraftschlusses bei Traktion.

Die Ausbringung von Streumittel erhöht die Traktionsfähigkeit bei verringerten Kraftschlusswerten (z.B. beim Anfahren) und hilft damit bei der Vermeidung von betrieblichen Störungen (zuverlässige Zugförderung und Fahrzeiteinhaltung) ohne Sicherheitsanforderung.

4. Anforderungen an Sandstreuanlagen

4.1 Allgemeines

Die Sandstreuanlage besteht in der Regel aus folgenden Komponenten:

- befüllbare Behälter (Sandbehälter) mit Deckel oder Klappe,
- ansteuerbare Dosiereinrichtungen zur Sandmittelförderung aus den Behältern,
- Sandrohre zur Förderung des Streumittels von der Dosiereinrichtung zur Sandaustrittsstelle,
- Bedien- und ggf. Anzeigeelemente,
- ggf. Zusatzkomponenten (z.B. Füllstandüberwachung des Sandbehälters).

4.2 Konstruktive Anforderungen

4.2.1 Sandrohr

Die Positionierung des Sandrohres ist so festzulegen, dass unter Berücksichtigung von:

- statischem Federweg (leer / beladen),
- dynamischem Federweg,
- Einstelltoleranzen,
- maximalem Radverschleiß bis zur Nachjustierung

eine Kollision mit dem Rad oder der Schiene ausgeschlossen ist und die Sandausbringung auch im Stillstand in Richtung Kontaktpunkt Rad/Schiene erfolgt. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn die Anordnung der **Anlage 1** entspricht.

Um die Sandaustrittsstelle entsprechend dem Radverschleiß positionieren zu können, muss sie justierbar sein.

Komponenten der Sandstreuanlage dürfen beheizt sein.

Sandrohrheizungen sollten im Bereich von + 5°C bis - 10°C Außentemperatur wirksam sein. Die Funktion der Sandrohrheizung muss im Rahmen der Instandhaltung prüfbar sein.

4.2.2 Sandbehälter

Die Befüllung des Sandbehälters muss ohne Hilfsmittel oder mit mitgeführten Hilfsmitteln möglich sein.

Der Verschluss des Sandbehälters muss ohne weitere Hilfsmittel (außer Schlüssel) zu öffnen und zu schließen sein. Drehverschlüsse sind zulässig.

Zur Überprüfung des Füllstandes ist der Sandbehälter mit einem Schauglas, mit einem Füllstandsensoren oder mit beidem auszurüsten.

Wird ein Füllstandsensoren realisiert, muss die Information über den Füllstand außen am Fahrzeug, im Führerraum oder an beiden Stellen angezeigt werden.

Es muss erkennbar sein, wenn eine Mindestsandmenge unterschritten ist. Die nutzbare Mindestsandmenge muss mindestens dem Sandbedarf für zwei Stoppbremsungen mit kontinuierlichem Sandeinsatz bis zum Stillstand aus der zulässigen Höchstgeschwindigkeit entsprechen. Für die Nachweisführung, die rechnerisch erfolgen kann, wird als Berechnungsgrundlage eine Bremsverzögerung von 1 m/s² angenommen.

4.2.3 Sandaustritt nach Anforderung

Die Sandstreuanlagen müssen so konzipiert sein, dass der Sandaustritt spätestens 3 s (bei geführten Fahrzeugen spätestens 4 s) nach der Anforderung an allen der jeweiligen Fahrtrichtung zugeordneten Sandstreuanlagen beginnt.

4.2.4 Sandaustritt nach Abschalten

Spätestens 3 s (bei geführten Fahrzeugen spätestens 4 s) nach dem Abschalten eines jeden Sandungsvorgangs darf nahezu kein Sand mehr aus der Sandaustrittsstelle austreten. Die nach Beendigung des Sandungsbefehls noch austretende Sandrestmenge darf 50 g je Sandaustrittsstelle nicht überschreiten.

4.3 Funktionale Anforderungen

4.3.1 Betätigung und Steuerung der Sandstreuanlage

Es ist zulässig, Sandstreuanlagen manuell durch einen Taster vom Führerraum aus anzusteuern.

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Arten der Ansteuerung von Sandstreuanlagen sind zulässig:

| | Automatisch | Manuell tastend | Dauersanden |
|--|--|---------------------------|---|
| Betriebsbremsung und alleinwirkende dynamische Bremsung | Nein | Ja, wenn $v \geq 20$ km/h | Nein |
| Schnellbremsung, Not- und Zwangsbremsung | Ja, wenn Gleitschutzeingriff und gleichzeitig $v \geq 15$ km/h | Ja | Nein, außer bei Not-sanden, siehe Kap. 10 |
| Bremsung mit der Zusatzbremse | Nein | Ja | Nein |
| Traktion | Ja, wenn Eingriff des Schleuderschutzes | Ja | Nein |

Tabelle 1: Zulässige Ansteuerungen von Sandstreuanlagen

Es ist zulässig, automatisches Sanden sowohl als lokale Fahrzeugfunktion als auch als zugweite Funktion umzusetzen.

Es darf nur in der jeweiligen Fahrtrichtung gesandet werden.

Bei Traktion < 20 km/h dürfen grundsätzlich nur angetriebene Radsätze besandet werden, wobei hiervon abweichend zwischen der Sandstreuanlage und dem angetriebenen Radsatz maximal zwei Laufradsätze vorhanden sein dürfen.

Wenn eine automatische Sandstreuung vorgesehen ist, muss der Triebfahrzeugführer gemäß TSI OPE die Nutzung dieser Funktion an bestimmten Punkten der Strecke aussetzen können, die in den Betriebsvorschriften als für eine Sandstreuung nicht geeignet bezeichnet werden.

Die zulässige Anzahl der aktiven Sandstreuanlagen ist in „ERA/ERTMS/033281“ (verbindlich referenziert in TSI LOC&PAS) festgelegt.

Die Überprüfung der Sandstreuanlage gemäß VDV-Schrift 757 ist ausreichend, um die Funktionsfähigkeit der Ansteuerung der Sandstreuanlage im Betrieb zu kontrollieren und Fehler/Störungen in der Ansteuerung zu offenbaren.

4.3.2 Zustandsmeldung an den Triebfahrzeugführer

Ein optisches oder akustisches Signal muss im aktiven Führerraum mindestens für den Zeitraum aktiviert werden, in dem eine Sandstreuanlage im führenden Fahrzeug bei Geschwindigkeiten < 20 km/h aktiv ist.

Dieses Signal muss sich von allen anderen Signalen, die im Führerraum auftreten können, unterscheiden. Das optische Signal muss ein gelber Leuchtmelder bzw. eine gelbe Displayanzeige mit einem Piktogramm gemäß nachfolgender Abbildung sein.



Abbildung 1: Piktogramme "Sanden"

Die Funktion des Signals muss prüfbar sein.

4.3.3 Funktionsprüfung

Eine Prüfung der Sandausbringungsmenge im Rahmen der Wartung und Instandhaltung muss möglich sein.

Eine Funktionsprüfung aller Sandstreuanlagen inkl. Zustandsmeldung muss auch im Rahmen des Vorbereitungs- bzw. Abschlussdienstes möglich sein.

5. Anforderungen an Sandmengen

Es ist zulässig, die Sandmengendosierung in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit wie folgt zu realisieren:

- einstufig oder
- mehrstufig oder
- stufenlos.

Im Folgenden werden Sandmengen in g/30s angegeben. Sinnvoll kann auch die Angabe in g/m sein. Bei gegebener Geschwindigkeit können die Größen ineinander umgerechnet werden. Die Umrechnung ist in **Anlage 3** beschrieben.

Die maximal zulässige Sandausbringungsmenge pro Sandaustrittsstelle darf die Grenzwerte der „ERA/ERTMS/033281“ (verbindlich referenziert in TSI LOC&PAS) nicht überschreiten.

Mindestens jedoch müssen 200 g/30 s ausgebracht werden, sofern die Sandstreuanlagen als ergänzende Maßnahme im Sinne der B007 erforderlich sind.

6. Sandqualität

Die Sandstreuanlagen sind so auszulegen, dass die Anforderungen gemäß Kapitel 4 und 5 mit Streusand erfüllt werden, der den nachfolgend aufgeführten Eigenschaften entspricht.

- Streusand ist quarzreicher Natursand. Dieser muss einen Anteil von mindestens 90 Masse-% Quarz enthalten.
- Streusand muss gewaschen und getrocknet sein. Er darf keine humosen, lehmigen, tonigen, bindemittelartigen Bestandteile sowie Fremdstoffe aller Art (z.B. synthetische Kunststoffe) enthalten.
- Im Mineralgemenge des Streusandes dürfen keine metallischen Verbindungen und keine Anteile mit latent hydraulischen Eigenschaften enthalten sein.
- Der Wassergehalt des Streusandes darf maximal 0,5 Massen-% betragen. Der Streusand ist trocken zu lagern.
- Empfehlungen zu Korngrößen und Kornklassen sind in **Anlage 2** enthalten. Bei Verwendung anderer Korngrößen und Kornklassen ist sicherzustellen, dass die Anforderungen gemäß Kapitel 4 und 5 erfüllt werden.

7. Nachweisführung

7.1 Allgemeines

Für jedes in Betrieb zu nehmende Fahrzeug müssen die notwendigen Nachweise in Form von Untersuchungen und Prüfungen gemäß Kapitel 7.2. geführt werden. Dabei ist es ausreichend, an einem Fahrzeug eine Typprüfung durchzuführen und für die nachfolgenden Fahrzeuge eine Konformitätserklärung des Herstellers auszustellen.

Wird eine Sicherheitsbetrachtung zur Verwendung fahrzeugseitiger Sandstreuanlagen gefordert, z.B. im Rahmen eines Zulassungsverfahrens, so kann die Sicherheitsbetrachtung gemäß SIRF TeSiP-Funktion LH2: „Versagen der Funktion Gleisfreimeldung mit Gleisstromkreisen“ die Grundlage dafür geben.

Für jedes einzelne Fahrzeug einer Fahrzeugbaureihe sind im Rahmen der Erstinbetriebnahme des jeweiligen Fahrzeugs Prüfungen gemäß Kapitel 7.3 durchzuführen und im Inbetriebnahmeprotokoll zu dokumentieren.

7.2 Nachweisführung bei Typprüfung

7.2.1 Nachweis des ordnungsgemäßen Anbaus

Es ist nachzuweisen:

- die jeweiligen Positionen der Anbauteile gemäß Kapitel 4.2.1 für unterschiedliche Einfederungs- und Raddurchmesser-Situationen (mindestens die Extrem-Zustände) anhand technischer Dokumentation,
- die Justierbarkeit der Sandaustrittsposition anhand technischer Dokumentation,
- die Befüllbarkeit der Sandkästen gemäß Kapitel 4.2.2,
- die Überprüfbarkeit der Sandvorratsmenge entsprechend Kapitel 4.2.2 anhand technischer Dokumentation bzw. Komponenten-Typprüfung,
- die bei der Typprüfung verwendete Sandqualität anhand des Datenblattes.

7.2.2 Nachweis der Funktion

Es ist nachzuweisen:

- die Ansteuerung der Sandstreuanlagen entsprechend Kapitel 4.2.3, 4.2.4 und 4.3.1,
- die Funktion der Sandrohrheizung gemäß Kapitel 4.2.1,
- die Zustandsmeldung an den Triebfahrzeugführer gemäß Kapitel 4.3.2,
- die Zuordnung der aktiven Sandstreuanlagen gemäß Kapitel 4.3.1,
- die Sicherstellung der Einhaltung der zulässigen Sandausbringungsmengen gemäß Kapitel 5.

Dazu wird der Sandungsvorgang fahrtrichtungsbezogen für eine festgelegte Prüfzeit (mindestens 30 s) aktiviert.

Zur Ermittlung der Sandausbringungsmenge muss der ausgebrachte Sand aufgefangen und anschließend gewogen werden.

Es sind mindestens drei Messungen der Sandausbringungsmengen pro Sandaustrittsstelle durchzuführen.

Bei Fahrzeugen, die mit mehrstufigen oder geschwindigkeitsabhängig stufenlosen Sandstreuensystemen ausgerüstet sind, ist es ausreichend, die ausgebrachte Sandmenge je Sandaustrittsstelle bei drei Prüfgeschwindigkeiten (zwei Prüfgeschwindigkeiten bei zweistufigen Sandstreuensystemen), welche repräsentativ für das Fahrzeug sind, mit jeweils drei Messungen zu überprüfen.

Es ist zulässig, die Prüfung bei Fahrzeugstillstand durchzuführen.

7.3 Nachweisführung bei Serienprüfung

7.3.1 Nachweis des ordnungsgemäßen Anbaus

Die ordnungsgemäße Positionierung der Sandaustrittsstellen am betrachteten Fahrzeug ist nachzuweisen.

7.3.2 Nachweis der Funktion

Es ist nachzuweisen:

- die manuelle Ansteuerbarkeit durch einen Taster gemäß Kapitel 4.3.1, sofern vorhanden,
- die Zustandsmeldung an den Triebfahrzeugführer gemäß Kapitel 4.3.2,
- die Funktionsprüfung und Sandmengendosierung gemäß Kapitel 4.3.3,
- die Sicherstellung der Einhaltung der Sandausbringungsmengen gemäß Kapitel 5, wobei eine Sandmengenmessung pro Sandaustrittsstelle pro Prüfgeschwindigkeit gemäß Kapitel 7.2.2 hinreichend ist. Im Fall geschwindigkeitsabhängig stufenloser Sandstreuensysteme ist je eine Messung pro Sandstreuanlage bei zwei repräsentativen Prüfgeschwindigkeiten hinreichend.

8. Wartung und Instandhaltung

Der Prüfumfang und der Prüfturnus für die Sandstreuanlage sind in den Wartungsunterlagen des Fahrzeugs festzuschreiben, inkl. der Verpflichtung zur Dokumentation der festgestellten Sandmengen.

Finden Prüfungen der Sandstreuanlage nicht in Werkstätten statt, so ist der Ort für die Durchführung einer Prüfung der Sandstreuanlagen zwischen dem Fahrzeug- und dem Infrastrukturbetreiber abzustimmen. Die Prüfung darf nicht im Bereich von Gleisfreimeldeanlagen durchgeführt werden.

9. Bestandsfahrzeuge

9.1 Definition des hinreichenden Sicherheitsniveaus

Das hinreichende Sicherheitsniveau für Bestandsfahrzeuge ergibt sich aus dem Zusammenwirken der 3 Teilbereiche

- technische Maßnahmen,
- betrieblich-technische Maßnahmen und
- organisatorische Maßnahmen,

die jeweils einen Mindest-Sicherheitsbeitrag leisten müssen. Die Maßnahmen werden entsprechend Ihres Sicherheitsbeitrages gewichtet (1 = gering; 2 = mittel; 3 = hoch). Um das hinreichende Sicherheitsniveau zu erreichen, müssen für die genannten Teilbereiche mindestens die folgenden Punkte erreicht werden:

- Teilbereich technische Maßnahmen: 7 Punkte
- Teilbereich betrieblich-technische Maßnahmen: 2 Punkte
- Teilbereich organisatorische Maßnahmen: 2 Punkte

Demzufolge ergibt sich aus den Sicherheitsbeiträgen der 3 Teilbereiche das hinreichende Sicherheitsniveau als Summe von 11 Punkten.

9.2 Bewertung des Sicherheitsniveaus

9.2.1 Allgemeines

Für jedes Regel- und Nebenfahrzeug ist anhand der Bewertungsmatrix nach **Anlage 4** der Ist-Zustand hinsichtlich der im Kapitel 9.1 genannten 3 Teilbereiche zu ermitteln und zu protokollieren. Betrachtungsgegenstand ist hierbei das einzelne Fahrzeug ohne Mehrfachtraktion oder Einbindung in Züge. Wird das hinreichende Sicherheitsniveau nicht erreicht, ist dieses durch entsprechende Maßnahmen herzustellen. Werden hierfür Maßnahmen aus dem Maßnahmenbündel der Bewertungsmatrix ausgewählt und umgesetzt, erübrigt sich eine Risikobetrachtung nach CSM RA im Einzelfall.

Die erstmalige Bewertung der Bestandsfahrzeuge und die Festlegung von ggf. erforderlichen Maßnahmen sind unverzüglich nach Inkrafttreten dieser Ergänzungsregelung vorzunehmen. Darüber hinaus muss nach Inkrafttreten dieser Ergänzungsregelung eine belastbare Planung erarbeitet werden, die die kontinuierliche Umsetzung der festgelegten Maßnahmen sicherstellt.

9.2.2 Teilbereich Technische Merkmale

Anhand der einzelnen technischen Rubriken T1 bis T8 der Bewertungsmatrix gemäß **Anlage 4** ist zu ermitteln, ob der Zustand des Fahrzeuges den beschriebenen technischen Kriterien zur Erfüllung des hinreichenden Sicherheitsniveaus entspricht. Bei Fahrzeugen mit der Möglichkeit des Funkfernsteuerbetriebs ist auch diese Betriebsart zu bewerten.

Dabei müssen die als „Pflichtmaßnahme“ oder „alternative Auswahl - Pflicht“ deklarierten Rubriken zwingend erfüllt werden. Die Rubrik „T1“ ist zwingend zu erfüllen, in den Rubriken „T2“ und „T3“ ist jeweils ein technisches Kriterium zwingend zu erfüllen.

Anmerkung: In der Spalte „erreichte Summe“ wurden Maßnahmen gleicher Zielrichtung (Alternativen) gruppiert, wenn das gleichzeitige Vorhandensein dieser Merkmale keinen zusätzlichen Sicherheitsbeitrag erzielen kann. Deshalb darf nur ein Wert für diese Gruppe von Maßnahmen eingetragen werden. Insbesondere in diesen Ausnahmefällen ist in der Spalte „Dokumentation/Ausprägung“ festzuhalten, welche Fahrzeugeigenschaft zur Anrechnung gebracht wurde.

Die Rubriken T4 bis T8 enthalten ergänzende bzw. alternative Maßnahmen zur Erreichung des hinreichenden Sicherheitsniveaus. Wird die Sollpunktzahl 7 für den Teilbereich „technische Maßnahmen“ nicht erreicht, sind technische Maßnahmen umzusetzen, die mindestens zum Erreichen der Sollpunktzahl führen. Zur Berücksichtigung des Schutzzieles 2 und Gewährleistung einer Mindestsandmenge dürfen nicht alle Sandstreuanlagen am Fahrzeug wirkungslos gemacht werden.

Falls zur Erfüllung der Anforderungen Änderungen an der Sandstreuanlage notwendig werden, die über den Austausch im Zuge von Instandhaltungsarbeiten hinausgehen, sind gemäß TSI LOC&PAS die dort genannten Anforderungen an die Sandstreuanlage zu erfüllen.

9.2.3 Teilbereich Betrieblich – Technische Maßnahmen

Anhand der Rubriken B1 und B2 ist zu prüfen, ob der Ist-Zustand der betrieblich-technischen Maßnahmen hinreichend ist. Wird die Sollpunktzahl 2 nicht erreicht, sind geeignete Maßnahmen umzusetzen, die eine positive Bewertung des Sicherheitsbeitrages rechtfertigen.

- Erfüllung der Rubrik B1

Die betrieblichen Regelwerke für das Betriebspersonal sind auf korrekte Wiedergabe der folgenden Grundsätze zu überprüfen und falls erforderlich zu ändern/ zu ergänzen und untereinander zu harmonisieren:

1. Nur Sanden, wenn unbedingt nötig, d.h. wenn mit Gleiten oder Schleudern der Radsätze zu rechnen ist
2. Sanden zurücknehmen, sobald der Grund entfällt
3. Sandungsvorgang vor Stillstand einstellen, spätestens bei einer Geschwindigkeit von 25 km/h (außer bei Schnell-, Zwangs- und Notbremsungen)

In diesem Zusammenhang ist auch die Aufnahme der vom Infrastrukturbetreiber zu erstellenden Handlungsanweisung gemäß Kapitel 2 nach erfolgtem Sanden bis zum Stillstand in das Regelwerk zu überprüfen.

- Erfüllung der Rubrik B2

Für jedes Fahrzeug ist im Rahmen einer Initialmessung die tatsächliche Sandausbringungsmenge (Ist-Zustand) zu ermitteln, um die Bewertung nach **Anlage 4** durchführen zu können.

Danach muss die Überprüfung der Einhaltung der Sandmengen entsprechend den festgelegten Prüffristen gemäß Instandhaltungsprogramm (DIN 27200 ff) erfolgen. Dabei ist sicherzustellen, dass die fahrzeugspezifische Maximalmenge der Rubrik T2 innerhalb des Instandhaltungsintervalls nicht überschritten wird.

Anmerkung: Falls eine Ermittlung und Dokumentation der Sandausbringungsmengen gemäß EBA-Fachmitteilung Nr. 13/2014 vom 09.04.2014 bereits erfolgt ist, besteht kein Handlungsbedarf für eine weitere Initialmessung.

9.2.4 Teilbereich Organisatorische Maßnahmen

Anhand der Rubriken O1 und O2 ist zu prüfen, ob der Ist-Zustand der organisatorischen Maßnahmen hinreichend ist. Wird die Sollpunktzahl 2 nicht erreicht, sind geeignete Maßnahmen umzusetzen, die eine positive Bewertung des Sicherheitsbeitrages rechtfertigen.

9.3 Andere geeignete Maßnahmen im Einzelfall

Es ist zulässig, von der Erfüllung der im Kapitel 9.2.2 aufgestellten Anforderungen zur Erfüllung der Sollpunktzahl 7 an den Bestandsfahrzeugen ganz oder teilweise, d.h. innerhalb eines Teilbereiches, abzuweichen. In solchen Fällen, bei denen eine oder mehrere der in der Bewertungsmatrix geforderten Kriterien nicht realisiert werden, sind mindestens die nachfolgenden Punkte im Rahmen der Anwendung der CSM RA zu berücksichtigen:

- Einfluss auf die korrekte Funktion der Gleisfreimeldung von GSK
- Eintrittswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit
 - der Flottengröße/Verkehrsleistung,
 - der Restlebensdauer der Fahrzeuge,
 - des betrieblichen Einsatzkonzeptes unter Berücksichtigung der infrastrukturellen Gegebenheiten. Der jeweilige Infrastrukturbetreiber gibt hierzu Auskunft, ob im Einsatzbereich des Fahrzeuges Gleisstromkreise verwendet werden und benennt die Einbauorte.

10. Unterscheidungen

Hinsichtlich einer Anforderung zur Sandausbringung sind folgende Unterscheidungen definiert:

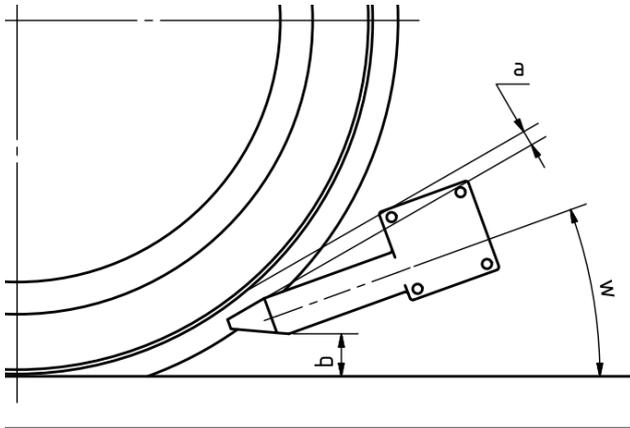
| Begriff | Definition | Ausführungsbeispiele |
|---|---|---|
| Manuelles Sanden (Taststellung Bedienelement) | Anforderung „Sanden“ durch den Tf durch zeitweilige Betätigung (Taststellung). Diese führt unverzüglich zur Sandausbringung. | Taststellung Kipptaster/Kipptastschalter „Sanden“ |
| Dauersanden (Raststellung Bedienelement – nicht zulässig für Neufahrzeuge) | Anforderung „Sanden“ durch den Tf durch Verlegen eines Bedienelements in eine Raststellung. Diese führt unverzüglich zur Sandausbringung, ggf. verriegelt bei Stillstand. | Raststellung Kipptastschalter/Kippschalter „Sanden“ |
| Automatisches Sanden | Automatische Anforderung „Sanden“ durch die Steuerung (z.B. Gleitschutz, Kraftschlussregler) unter definierten Freigabebedingungen. | Sandbefehl durch Steuerung bei: SB/NB/ZB und gleichzeitiger Gleitschutzaktivität. I.d.R. Deaktivierung unterhalb einer definierten Geschwindigkeit Sandbefehl durch Steuerung bei: Traktion und Schleuderschutzeingriff, geschwindigkeitsunabhängig |
| Notsanden | Ununterbrochenes Sanden im Gefahrfall, welches durch eine besondere Bedienhandlung aktiviert wird. | Notaus-Schlagschalter mit Voraussetzung SB/ZB/NB Notbrems-Schlagschalter Raststellung Kipptastschalter/Kippschalter „Sanden“ mit Voraussetzung SB/ZB/NB Raststellung „Stromabnehmer nieder + Sanden“ mit Voraussetzung SB/ZB/NB |

Tabelle 2: Unterscheidungen

Anlage 1 Ausführungsbeispiel zur Sandrohrposition



HINWEIS: Einstellung und Nachjustierbarkeit hinsichtlich des Radverschleißes sind zu berücksichtigen



| Beschreibung | Wert |
|------------------|--|
| Einstellwert „a“ | $\geq 20\text{mm}$ |
| Einstellwert „b“ | $\geq 40\text{mm}$ plus dynamischem Federweg |
| Einstellwert „w“ | $\leq 35^\circ$ |

Tabelle 3: Einstellwerte zur Sandrohrposition

Anlage 2 Korngrößenverteilung des Sandes

Die Körner des Streusandes müssen möglichst kantig und gedrunen, mindestens aber unregelmäßig geformt sein sowie eine raue Oberfläche aufweisen.

Die folgende Aufteilung der Massenanteile in Kornklassen wird empfohlen:

| Kornklassen der Lieferkörnung [mm] | Anteil [Massen-%] |
|---------------------------------------|----------------------|
| > 2,5 | max. 0,1 |
| > 2,00 | max. 5 |
| 1,60 – 2,00 | max. 30 |
| 0,80 – 1,60 | min. 50 |
| 0,63 – 0,80 | max. 30 |
| < 0,63 | max. 5 |
| < 0,10 | max. 0,5 |

Tabelle 4: Kornklassen für Streusand

Die Korngrößenverteilung kann durch Prüfsiebung nach DIN 1996-14 auf Prüfsieben nach ISO 3310-1 ermittelt werden und ist durch den Lieferanten zu bestätigen.

Anlage 3 Umrechnung von Sandmengen

Ausgebrachte Sandmengen können in Raten (R_{S30} [g/30 s]) und Dichten (ρ_S [g/m]) angegeben werden. Bei gegebener Geschwindigkeit v des Fahrzeugs können diese ineinander umgerechnet werden. Die Umrechnung einer Sandrate in eine Sanddichte erfolgt bei gegebener Fahr- geschwindigkeit v (in km/h) über die Formel

$$\rho_S = (R_{S30} / 30) * (3,6 / v) \quad (1)$$

Umgekehrt errechnet sich die in 30 Sekunden abgegebene Sandmenge aus der Angabe einer Sanddichte zu

$$R_{S30} = (v / 3,6) * \rho_S * 30 \quad (2)$$

Ist die Sandrate in der Einheit Gramm pro Sekunde angegeben und die Geschwindigkeit in der SI-Einheit Meter pro Sekunde, so entfallen in den obigen Formeln die Faktoren $3,6 / 30$ bzw. $30 / 3,6$.

Beispiel: Als Beispiel sei eine Sandrate von 500 g / 30 s bei einer Geschwindigkeit von 12 km/h in die entsprechende Sanddichte umgerechnet:

$$\rho_S = (500 / 30) * (3,6 / 12) = 5 \quad (3)$$

Bei einer Geschwindigkeit von 12 km/h entspricht dieser Wert der Sandrate also einer Sanddichte von 5 g/m.

Bei der Sandmengen-Umrechnung von kg in Liter kann von einer Sanddichte von 1,6 kg/l ausgegangen werden.

Anlage 4 Bewertungsmatrix für Bestandsfahrzeuge

| Eigenschaften / Einflussfaktoren | | Untersetzung der Einflussfaktoren | hinreichendes Sicherheitsniveau = 11 | | Dokumentation / Ausprägung |
|---|------|---|--|-----------------|----------------------------|
| | | | Wirkung | erreichte Summe | |
| | | | | | 0 |
| Technisch | | | | | Soll 7 |
| | | | | | Ist 0 |
| Pflichtmaßnahme | T1 | Kein Sanden nach dem in Fahrtrichtung letzten Radsatz möglich | | 1 | |
| | T2 | Einhaltung der definierten Sandausbringungsmengen pro Sandstreuanlage (Auswahl 1 aus 4 und betriebl./techn. Regelung B2 erforderlich) | | | |
| alternative Auswahl - Pflicht | T2.1 | Definition max. Grenzwerte nach ERA/ERTMS/033281 ^{1), 2)} | v < 140 km/h: 400 + 100 g/30 s v ≥ 140 km/h: 650 + 150 g/30 s | 2 | |
| | T2.2 | Definition max. Grenzwerte ²⁾ | 750 + 250 g/30 s | 1 | |
| | T2.3 | Definition max. Grenzwerte ^{2), 3)} | v < 140 km/h: 500 + 100 g/30 s v ≥ 140 km/h: 800 + 100 g/30 s | 2 | |
| | T2.4 | Definition max. Grenzwerte nach EN 16185-1:2015 | max. 5 g/m | 3 | |
| alternative Auswahl - Pflicht | T3 | Eigenschaften beim Dauersanden | | | |
| | T3.1 | Raststellung nicht vorhanden oder ausschließlich für Notsanden oder Verhinderung der Ansteuerung unterhalb 15 km/h (Definition Notsanden: Ununterbrochenes Sanden im Gefahrenfall, welches durch eine besondere Bedienhandlung aktiviert wird. Ausführungsbeispiele: - Notsand-Schlagschalter mit Voraussetzung SB/ZB/NB - Notbrems-Schlagschalter - Raststellung Kipptastschalter/Kippeschalter „Sanden“ mit Voraussetzung SB/ZB/NB - Raststellung „Stromabnehmer nieder“ + „Sanden“ mit Voraussetzung SB/ZB/NB) | | 2 | |
| | T3.2 | Raststellung mit Zustandsmeldung vorhanden | | 1 | |
| alternative Auswahl | T4 | Eigenschaften im Zusammenhang mit automatischer Sandung (Auswahl 1 aus 5) | | | |
| | T4.1 | Keine automatische Sandungsansteuerung | | 2 | |
| | T4.2 | Automatisches Sanden nur bei SB und Gleiten unter Verhinderung der Ansteuerung unterhalb 15 km/h | | 2 | |
| | T4.3 | Automatisches Sanden nur bei SB und Gleiten unter Verhinderung der Ansteuerung unterhalb 10 km/h | | 1 | |
| | T4.4 | Automatisches Sanden unterhalb 15 km/h mit Zustandsmeldung | | 1 | |
| alternative Auswahl | T5 | Anzahl und Anordnung aktiver Sandstreuanlagen je Fahrtrichtung ¹⁾ (Auswahl 1 aus 5 und betriebl./techn. Regelung erforderlich) | | | |
| | T5.1 | Lokomotiven, Steuerwagen: max. 2 Sandstreuanlagen pro Schiene | | 2 | |
| | T5.2 | einteilige Triebwagen: max. 1 Sandstreuanlage pro Schiene | | 2 | |
| | T5.3 | Triebzüge: an dem ersten und letzten Fahrzeug sowie den Fahrzeugen dazwischen müssen sich zwischen zwei aktiven Sandstreuanlagen mindestens 7 Radsätze befinden. | | 2 | |
| | T5.4 | Abweichende Anordnung von T5.1, T5.2 und T5.3, aber pro Schiene wird nicht mehr Sand ausgebracht, als von einem Fahrzeug mit gleicher Radsatz-Anzahl nach T2.1 ausgebracht werden dürfte. ⁴⁾ | | 2 | |
| | T5.5 | Abweichende Anordnung von T5.1, T5.2 und T5.3, aber pro Schiene wird bei v < 15 km/h nicht mehr Sand ausgebracht, als von einem Fahrzeug mit gleicher Radsatz-Anzahl nach T2.1 ausgebracht werden dürfte. | | 1 | |
| zusätzliche, voneinander unabh. Auswahloptionen | T6 | Maximalzeit /menge bis Beendigung des Sandaustritts nach Rücknahme der Anforderung | 3 s/ 50g; geführte Fahrzeuge 4 s/ 50g | 1 | |
| | T7 | technische Lösung verhindert manuelles Sanden ausschließlich bei Betriebsbremsung und alleinwirkender dynamischer Bremsung unterhalb von 20 km/h (unabhängig von automatischer Ansteuerung der Sandstreuanlage) | | 3 | |
| | T8 | erster Radsatz in Fahrtrichtung nicht besandet | | 2 | |
| Betrieblich-technisch | | | | | Soll 2 |
| | | | | | Ist 0 |
| Pflichtmaßnahmen | B1 | Das betriebliche Regelwerk muss folgende Grundsätze enthalten, die einzuhalten sind. 1. Nur Sanden, wenn unbedingt nötig, d.h. wenn mit Gleiten oder Schleudern der Radsätze zu rechnen ist 2. Sanden zurücknehmen, sobald der Grund entfällt 3. Sandungsvorgang vor Stillstand einstellen, spätestens bei einer Geschwindigkeit von 25 km/h (außer bei Schnell-, Zwangs- und Notbremsungen) (Die Überprüfung der Regelwerkslage ist erforderlich, Widersprüche sind auszumerzen) Meldung an FdI gemäß jetziger Allgemeinverfügung < 25 km/h | Bspw. Ril 915/VDV 757 - Sanden bei Zugfahrt, Rangierfahrt, im Gefahrenfall, Ril 418.2166, Betriebliches Regelwerk, Weisungen/ Umsetzung der EBA Allgemeinverfügung, Bedienungsanleitung Fahrzeuge (u.a. Ril 493ff) | 1 | |
| | B2 | Überprüfung der Einhaltung der Sandmengen entsprechend den festgelegten Prüffristen im Instandhaltungstechnischen Regelwerk gemäß Instandhaltungsprogramm (DIN 27200 ff) | | 1 | |
| Organisatorisch | | | | | Soll 2 |
| | | | | | Ist 0 |
| Pflichtmaßnahmen | O1 | Grundausbildung und regelmäßige Fortbildung müssen die Themen ungenügende Haltwertbedingungen Sanden und Wechselwirkungen EVU/EIU enthalten | | 1 | |
| | O2 | Überwachung / Monitoring: Umsetzung im Betrieb | | 1 | |

¹⁾ abgeleitet von TSI ZZS (2015/14/EU)

²⁾ Wenn der Grenzwert im Geschwindigkeitsbereich v < 40 km/h eingehalten wird kann bei abgestufter Sandausbringung im oberen Geschwindigkeitsbereich davon abgewichen werden, solange sicher gestellt ist, dass dort ein eine Sandmenge von 5 g/m unterschritten bleibt.

³⁾ abgeleitet von TSI Loc&Pas (2014/1302/EU)

⁴⁾ durch Reduktion der Sandausbringungsmenge je Sandstreuanlage oder durch Reduktion/Deaktivierung überzähliger Sandstreuanlagen

⁵⁾ z.B. aus DB LH 1998