

Verteiler

📍 1 - 8 Donnersberger Brücke

DBS

Ewald Widling
Tel.: 089 1308-5686
ewald.widling@deutschebahn.com
Zeichen: I.NPF 111 Wi - DBS 918290

23.11.2017

**Inkraftsetzung IK 04 / 2017
DB Standard
Einführung des DBS 918 290**

Sehr geehrte Damen und Herren,

mit Wirkung vom 01.12.2017 wird der DBS 918 290 – Technische Lieferbedingungen
„Schienenstegdämpfer“

in Kraft gesetzt.

Dieser DBS wird mit der Ausgabe Dezember 2017 neu eingeführt. Der DBS 918 290 gilt für Schienenstegdämpfer (SSD), die an der Schiene befestigt werden.

Schienenstegdämpfer sind als aktive Schallschutzmaßnahme einzustufen. Beim Schienenstegdämpfer erfolgt eine Dämpfung der Schwingungen der Schiene durch ein Masse-Feder-System, das als breitbandig abgestimmter Schwingungstilger beidseitig am Schienensteg und/oder Schienenfuß kraftschlüssig befestigt ist.

Charakterisierend für Schienenstegdämpfer ist, dass sie die Schienenschwingungen unmittelbar reduzieren und damit den abgestrahlten Luftschall mindern sollen.

Der Inhalt des DBS gilt für die Neuzulassung von Produkten. Er regelt den Einsatz im Gleis aus oberbautechnischer Sicht und beschreibt die akustischen Anforderungen sowie die Nachweiseführung.

Die Verteilung des DBS über

DB Kommunikationstechnik GmbH; Elisabeth-Schwarzhaupt-Platz 1; 10115 Berlin

erfolgt in Kürze. Die DV-technische Bereitstellung (für interne Nutzer über www.dbportal.db.de als pdf-Datei) in der Zentralen Regelwerksdatenbank - ZRWD - wird von derselben Stelle durchgeführt.

...

Externen Nutzern darf der DBS vom Auftraggeber der Deutschen Bahn AG als pdf-Datei zur Verfügung gestellt werden.

Bei Verwendung von pdf-Dateien muss sich der Anwender ggf. vergewissern, dass die Dateien den aktuellen gültigen Stand des DBS widerspiegeln.

Mit freundlichen Grüßen

DB Netz AG

i. V.



Dr. Thomas Hempe

I.NPF 11

i. V.



Dr. Manfred Zacher

I.NPF 111



Technische Lieferbedingungen

Schienenstegdämpfer (SSD)

Oberbautechnische und akustische Anforderungen

DBS
918 290

Inhalt

Seite

VORWORT	2
1 ANWENDUNGSBEREICH	2
2 NORMATIVE VERWEISUNGEN	2
3 BEGRIFFE	3
3.1 Schienenstegdämpfer (SSD)	3
3.2 Abklingrate	3
4 OBERBAUTECHNISCHE ANFORDERUNGEN	3
4.1 Allgemeines	3
4.2 Schienenfußkabel	4
4.3 Durcharbeitung des Gleises	4
4.4 Schienenbearbeitung	5
4.5 Befestigungen am Schienenfuß	5
4.6 Temperaturbeständigkeit	5
4.7 Lückenloses Gleis	5
4.8 Instandhaltbarkeit der Schiene	5
4.9 Befestigung der Produkte	6
4.10 Einbau der Produkte auf Brücken und in Tunneln	6
5 AKUSTISCHE ANFORDERUNGEN	6
6 QUALIFIKATION UND QUALITÄTSSICHERUNG	7
6.1 Qualifikation eines Produktes	7
6.2 Qualitätssicherung	7

ANLAGEN:

Anlage 1: Vorlage Produktdatenblatt

Anlage 2: Messung der Abklingrate

Der vorliegende DBS ist urheberrechtlich geschützt. Der DB AG steht an diesem DBS das ausschließliche und unbeschränkte Nutzungsrecht zu. Jegliche Formen der Vervielfältigung zum Zwecke der Weitergabe an Dritte bedürfen der Zustimmung der DB AG.

Fortsetzung Seiten 2 bis 7

Vorwort

Dieser Deutsche Bahn-Standard (DBS) wurde von der DB Netz AG, Technik und Anlagenmanagement Fahrbahn, Oberbautechnik - Gleistechnik, I.NPF 121(G) und Umweltschutz, I.NVS 4, in Zusammenarbeit mit der DB Systemtechnik GmbH, Akustik und Erschütterungen, I.T-IVE 34(1), erstellt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Deutsche Bahn-Standard (DBS) gilt für Schienenstegdämpfer (SSD), die an der Schiene befestigt werden. Beim Schienenstegdämpfer erfolgt eine Dämpfung der Schwingungen der Schiene durch ein Masse-Feder-System, das als breitbandig abgestimmter Schwingungstilger beidseitig am Schienensteg und/oder Schienenfuß kraftschlüssig befestigt ist. Charakterisierend für Schienenstegdämpfer ist, dass sie die Schienenschwingungen unmittelbar reduzieren und damit den abgestrahlten Luftschall mindern sollen.

Schienenstegdämpfer (SSD) werden im Folgenden als „Produkte“ bezeichnet.

Dieser DBS gilt nur für Produkte, die an die Schiene geklemmt werden. Produkte, die an den Schienenfuß geklebt werden und ohne zusätzliche Klemmwirkung auskommen, sind in Gleisen der DB AG nicht zulässig.

Der Inhalt des DBS gilt für die Neuzulassung von Produkten. Er regelt den Einsatz im Gleis aus oberbautechnischer Sicht und beschreibt die akustischen Anforderungen sowie die Nachweisführung.

2 Normative Verweisungen

Der Deutsche Bahn-Standard enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt.

Bei datierten Verweisungen gilt die in Bezug genommene Publikation. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN EN ISO/IEC 17025	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
DIN 4102-1	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN EN 13501-1	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
DIN 18200	Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte - Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung von Produkten

16. BImSchV	Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist.
EBO	Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 8. Mai 1967 (BGBl. 1967 II S. 1563), die durch Artikel 174 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist.
DB-Richtlinie 821.2003	Oberbau inspizieren – Gleisbegehung durchführen.
DB-Richtlinie 853.5001	Eisenbahntunnel planen, bauen und instand halten – Ergänzende Bestimmungen für Bauprodukte und Tunneleinbauten.

3 Begriffe

3.1 Schienenstegdämpfer (SSD)

Bauteile, die ein- oder beidseitig kraftschlüssig am Schienensteg und fallweise auch am Schienenfuß befestigt werden und das Schwingverhalten der Schiene beeinflussen. Schienenstegdämpfer arbeiten nach dem Tilgerprinzip. Durch Erhöhung der Gleisabklingrate wird die Schallabstrahlung der Schiene und damit das Rollgeräusch vermindert.

An der Schiene befestigte Bauteile zur Reduzierung des Rollgeräuschs, die keinen Einfluss auf die Schwingungseigenschaften der Schiene haben (z. B. Schienenstegabschirmungen) fallen nicht unter den Begriff „Schienenstegdämpfer“.

Häufig wird auch die Bezeichnung „Schienendämpfer“ verwendet.

3.2 Abklingrate

Dämpfungsrate der Schwingungsamplitude einer frei gelagerten Schiene sowohl der vertikalen als auch der transversalen Biegeachse in der Schiene in Schienenlängsrichtung. Die Abklingrate wird durch ein Terzspektrum in Dezibel je Meter (dB/m) ausgedrückt und dient zur Angabe der Schwingungsminderung in Abhängigkeit von der Entfernung vom Punkt der Anregung.

4 Oberbautechnische Anforderungen

4.1 Allgemeines

Die nachfolgenden Punkte geben einen Überblick über die oberbautechnischen Anforderungen, die vor dem Einsatz eines Produktes in Gleisen der DB AG nachgewiesen werden müssen.

Für den Einsatz in Gleisen der DB AG ist eine Zulassung des Eisenbahn-Bundesamtes (Referat 21 Technische Aufsicht und Zulassungen im Oberbau) und eine Anwendererklärung der DB Netz AG (I.NPF 121 Oberbautechnik) erforderlich.

Die Produkte stellen i. d. R. eine durchgehende Abdeckung vor dem Schienensteg dar. Um das Anbringen einer Schienenfußklemme der Erdungsstange, Langsamfahrtsignale o. ä. zu ermöglichen, muss alle 10 m ein Schwellenfach von SSD freigehalten werden.

4.2 Schienenfußkabel

Sollen Produkte im Bereich von Schienenfußkabeln (LST-Kabel, LZB) eingebaut werden, sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Sichere Befestigung des Schienenfußkabels am Produkt muss möglich sein.
- Das Schienenfußkabel muss gegen Durchrutschen gesichert sein.
- Der Ein- und Ausbau des Schienenfußkabels muss möglich sein.
- Die Signalübertragung LZB darf durch das Produkt nicht beeinflusst werden.
- Das Schienenfußkabel muss gegen Beschädigungen aus IH-Maßnahmen geschützt sein.

4.3 Durcharbeitung des Gleises

Gleise mit eingebauten Produkten müssen uneingeschränkt mit allen Stopf-Richtmaschinen bearbeitbar sein. Dafür dürfen die Produkte nur max. 10 mm über den Schienenfuß hinausragen und die Stopfpickel nicht beeinflussen. Weiterhin ist für den Angriff von Rollen- und Hebezangen am Schienenkopf ein hinreichender Freiraum nach EBO einzuhalten (siehe Abb. 1).

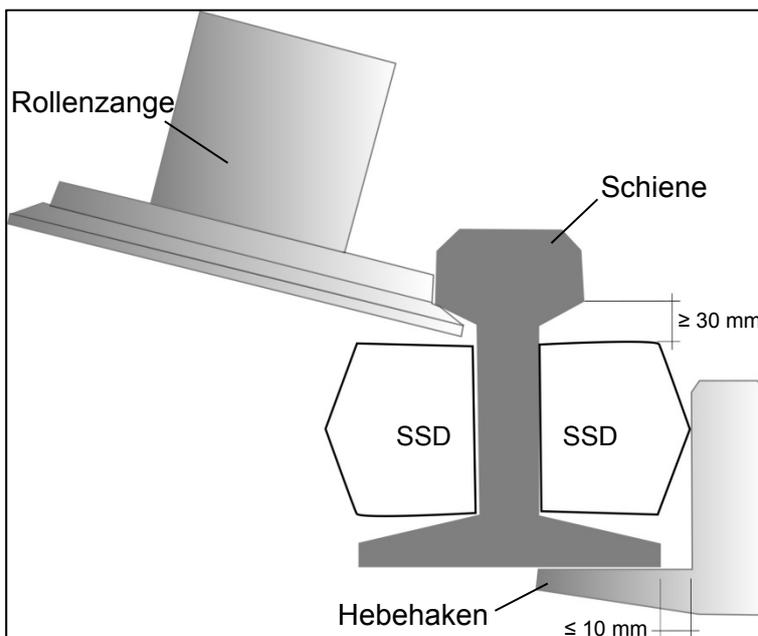


Abb. 1: Mindestfreiräume beim Einsatz von Stopf-Richtmaschinen

Das Produkt darf bei Durchbiegung der Schiene beim Heben nicht beschädigt werden und darf sich dabei nicht von der Schiene lösen bzw. darf sich nicht verschieben.

Das Produkt darf den Einsatz einer Schotterplaniermaschine nicht behindern.

Die Eignung ist mit einer Probebaustelle oder durch einen Feldversuch nachzuweisen. Dabei sollen ca. 10 Produkte an mindestens einer Schiene eingebaut werden. Danach ist das Gleis mit eingebautem Produkt mit einer Stopf-Richtmaschine zu stopfen und anschließend mit einer Schotterplaniermaschine zu bearbeiten. Das Produkt darf sich dabei nicht verschieben oder lösen, und es darf nicht beschädigt werden.

4.4 Schienenbearbeitung

Die Schienenbearbeitung mit Schleifmaschinen und Fräsen muss ohne Einschränkungen möglich sein.

Die Schiene muss vollständig reprofiliert werden können, die Arbeitsräume für die Aggregate sind von Einbauten frei zu halten.

Funkenflug darf nicht zu einer Beschädigung des Produktes führen.

4.5 Befestigungen am Schienenfuß

Der Schienenfuß dient der temporären Befestigung von Hilfsmitteln im Gleisbau, in der Leit- und Sicherungstechnik (LST) und Elektrotechnik (ET) sowie im Notfallmanagement. Die Zugänglichkeit des Schienenfußes ist sicher zu stellen. Beispiele sind:

- feste Absperrungen bei Baumaßnahmen im Nachbargleis,
- Erdungsvorrichtungen,
- Langsamfahrtsignale.

Produkte dürfen nicht an der Schiene montiert werden, wenn dort Kabel oder Halterungen (z. B. von Eurobalisen) verlaufen. In diesem Fall bleibt das jeweils betroffene Schwellenfach frei.

4.6 Temperaturbeständigkeit

Die Produkte müssen innerhalb des Temperaturbereiches der Schiene dauerhaft sein:

- Temperaturbereich witterungsbedingt -20°C bis $+60^{\circ}\text{C}$,
- bei Einsatz der Linearen Wirbelstrombremse bis $+80^{\circ}\text{C}$.

4.7 Lückenloses Gleis

Die Herstellung des lückenlosen Gleises sowie Arbeiten am lückenlosen Gleis müssen uneingeschränkt möglich sein.

Das Längen der Schiene mit künstlicher Wärme (Wärmeröhren) soll ohne Ausbau der Produkte möglich sein (relevant vor allem beim Einbau von Ersatzschienen).

Für das Schweißen der Schienen ist eine Anweisung erforderlich, wie viele Produkte zur Durchführung der Arbeiten zu demontieren sind.

4.8 Instandhaltbarkeit der Schiene

Die Produkte müssen einfach handhabbar sein. Sind besondere Werkzeuge erforderlich, sind diese in den Instandhaltungsbezirken der DB Netz AG bereit zu stellen und die Mitarbeiter sind zu schulen.

Alle Walzzeichen müssen dauerhaft stabil und sichtbar auf die Produkte übertragen werden können.

Bohrungen im Schienensteg müssen sichtbar bleiben.

Die bauliche Sicherung von Schienenfehlern muss möglich sein (z. B. durch Demontage).

Die Produkte dürfen keinen Einfluss auf die Ultraschallprüfung der Schiene haben.

Eine Inspektion der Schiene im Rahmen der Gleisbegehung nach Ril 821.2003 muss möglich sein.

4.9 Befestigung der Produkte

In Bezug auf die Befestigung der Produkte sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- einfache Handhabung,
- stabile Befestigung,
- Robustheit gegenüber IH-Maßnahmen,
- Befestigung / Wirkung im Bereich erhabener Walzzeichen.

4.10 Einbau der Produkte auf Brücken und in Tunneln

Ohne zusätzliche Sicherung dürfen auf Brücken mit offener Fahrbahn keine Produkte eingebaut werden.

Voraussetzung für den Einbau von Produkten in Tunneln ist, dass der Nachweis für ein nichtbrennbares Bauprodukt der Baustoffklasse A (DIN 4102-1 bzw. DIN EN 13501-1) vorliegt (siehe Ril 853.5001 Absatz 6 Nichtbrennbarkeit der Bauprodukte für den Ausbau).

5 Akustische Anforderungen

Schienenstegdämpfer werden als Schallschutzmaßnahme eingestuft, wenn sie die Vorgabewerte nach Tabelle 8, Anlage 2, 16. BImSchV einhalten. Um dies sicher zu stellen, werden Mindestwerte für die Dämpfung der vertikalen und lateralen Schienenschwingungen vorgegeben.

Die Einhaltung der akustischen Anforderungen ist durch Messung der vertikalen und lateralen Abklingraten im Laborversuch nachzuweisen. Die Labormessungen erfolgen im Rahmen der Qualifikationsprüfung (siehe Abschnitt 6.1). Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung werden in Anlage 2 beschrieben.

Der Mittelwert der vertikalen Abklingrate muss arithmetisch gemittelt über alle Terzbänder im Frequenzbereich von 500 Hz bis 2500 Hz mindestens den Wert von 3,0 dB/m erreichen.

Der Mittelwert der lateralen Abklingrate muss arithmetisch gemittelt über alle Terzbänder im Frequenzbereich von 500 Hz bis 2500 Hz mindestens den Wert von 2,6 dB/m erreichen.

Zusätzlich müssen die Abklingraten in jedem Terzband im Frequenzbereich von 630 Hz bis 2500 Hz die Mindestwerte gemäß Tab. 1 einhalten.

Frequenz [Hz]	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
vertikale Abklingrate [dB/m]	1,0	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
laterale Abklingrate [dB/m]	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Tab. 1: Mindestwerte der vertikalen und lateralen Abklingraten

6 Qualifikation und Qualitätssicherung

6.1 Qualifikation eines Produktes

Im Rahmen der Qualifikationsprüfung sind alle unter Abschnitt 4 und 5 aufgeführten Anforderungen an das Produkt zu prüfen. Die Prüfergebnisse sind in einem Produktdatenblatt nach Anhang 1 zusammenzufassen. Falls Anforderungen nicht erfüllt werden können, ist dies im Produktdatenblatt mit einer entsprechenden Fußnote zu dokumentieren und zu beschreiben, wie in diesem Fall zu verfahren ist (z. B. Ausbau der Schienenstegdämpfer bei IH-Maßnahmen).

Die akustische Wirksamkeit nach Punkt 5 ist mit dem in Anlage 2 beschriebenen Verfahren jeweils für das zum Einsatz kommende Schienenprofil nachzuweisen.

Durch die fachlich zuständige Stelle der DB AG (s. Deckblatt) können zusätzliche Anforderungen und Prüfungen festgelegt werden. Die DB AG behält sich vor, auf Prüfungen zu verzichten, falls z.B. die Eigenschaften von Produkten bestimmte Prüfungen nicht erfordern oder Materialeigenschaften bereits hinlänglich bekannt sind.

Die Qualifikationsprüfungen nach Abschnitt 5 dürfen nur von nach DIN EN ISO/IEC 17025 hierfür akkreditierten Prüflaboren durchgeführt werden.

Die Kosten für die Qualifikationsprüfung sind vom Hersteller zu tragen.

6.2 Qualitätssicherung

Die Produkte müssen einer laufenden Güteüberwachung nach DIN 18200 unterzogen werden.

Der Hersteller hat die Qualität der Produkte anhand einer zweckmäßigen statistischen Prozesskontrolle /-regelung sicherzustellen.

Die Eigenüberwachungsprüfungen können in eigenen Labors und Prüfständen durchgeführt werden.

Die Fremdüberwachung ist von einer anerkannten Stelle durchzuführen.

Anlage 1 – Vorlage Produktdatenblatt

	Produkt		erfüllt ? ^{a)}	
			ja	nein
	Bauteil/Maßnahme:			
1	Schienenfußkabel	Befestigung am Produkt möglich:	0	0
2		Ein- und Ausbau des Kabels möglich:	0	0
3		Signalübertragung LZB nicht beeinflusst:	0	0
4		Schutz des Kabels bei IH-Maßnahmen:	0	0
5	Durcharbeitung Gleis	Stopfen mit eingebauten Produkten möglich:	0	0
6		Freiraum für Rollen- und Hebezeugen vorhanden:	0	0
7		keine Beschädigung der Produkte durch die Durchbiegung der Schiene beim Heben:	0	0
8		Einsatz Schotterplaniermaschine möglich:	0	0
9	Schienenbearbeitung	Reprofilierung der Schiene möglich:	0	0
10		keine Beschädigung der Produkte durch Funkenflug:	0	0
11	Befestigungen am Schienenfuß bei eingebauten Produkten	Feste Absperrungen, Geschwindigkeitsüberwachungseinrichtungen, Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB):	0	0
12		Erdungsvorrichtungen:	0	0
13		Langsamfahrsignale:	0	0
14	Temperaturbeständigkeit	witterungsbeständig von -20° bis + 50°C:	0	0
15		Einsatz der linearen Wirbelstrombremse möglich:	0	0
16	Lückenloses Gleis	Längen der Schiene mit künstlicher Wärme (Wärmeröhren) möglich:	0	0
17		Anweisung zur Demontage der Produkte beim Schweißen der Schiene vorhanden:	0	0
18	Instandhaltung der Schiene	Übertragung der Walzzeichen auf das Produkt:	0	0
19		bauliche Sicherung von Schienenfehlern möglich:	0	0
20		keine Beeinflussung der Ultraschallprüfung:	0	0
21	Befestigung	Befestigung/Wirkung im Bereich erhabener Walzzeichen möglich:	0	0
22	Einsatz in Tunneln	Einbau in Tunneln möglich:	0	0
23	Schienenprofile	Einsatz an den Schienenprofilen 49 E5 möglich:	0	0
24		Einsatz an den Schienenprofilen 54 E4 möglich:	0	0
25		Einsatz an den Schienenprofilen 60 E2 möglich:	0	0

a) Zutreffendes bitte ankreuzen

Anmerkungen:

Punkt 1: ...

Punkt 2: ...

Punkt X: ...



Anlage 2 – Messung der Abklingrate

Das Verfahren zur Bewertung der akustischen Eigenschaften eines Schienenstegdämpfers beruht auf der STARDAMP-Methode, die im Rahmen eines deutsch-französischen Projekts der DEUFRAKO-Kooperation (www.deufrako.org) entwickelt wurde.

A1 Grundlage des Verfahrens

Wird ein hinreichend langes Schienenstück auf einer hochelastischen Lagerung nahezu frei gelagert, so ist die Abklingrate sowohl in lateraler als auch in vertikaler Richtung sehr gering. Bei der STARDAMP-Methode werden die Dämpfer im Labor an einem frei gelagerten 6 m langen Schienenstück befestigt. Die Dämpfung von Schienenschwingungen wird dann nahezu vollständig von den Eigenschaften der Dämpfer bestimmt.

Die vertikalen und lateralen Abklingraten werden auf Basis gemessener Übertragungsfunktionen (FRF; en: frequency response function) aus dem Verhältnis der Punkteingangs-FRF am Punkt der Anregung (Schlagpunkt SP) und der Transfer-FRF zwischen Anregungspunkt und dem anderen Ende der Schiene ermittelt. Die Anregung hat mit einem Impulshammer zu erfolgen. Mittels Beschleunigungsaufnehmer sind die Antwortsignale an jedem Ende der Schiene zu messen.

A2 Versuchsaufbau zur Messung von Abklingraten

Die Tests erfolgen an einer Schiene mit einer Länge von 6 m (+/- 10 mm). Die Schienenform muss derjenigen entsprechen, für die der Dämpfer vorgesehen ist. Die Testschiene muss sich in gutem Zustand befinden und darf keine Schweißnähte oder signifikante Fehler aufweisen.

Abb. A1 zeigt exemplarisch die Positionen der Dämpfer an der Testschiene. Die Dämpfer sind symmetrisch zur Mitte der Schiene (ML) über die ganze Länge zu montieren, wobei der Abstand dem Abstand beim Einbau im realen Gleis entsprechen muss. Die Montage hat entsprechend den Handlungsanweisungen des Herstellers zu erfolgen.

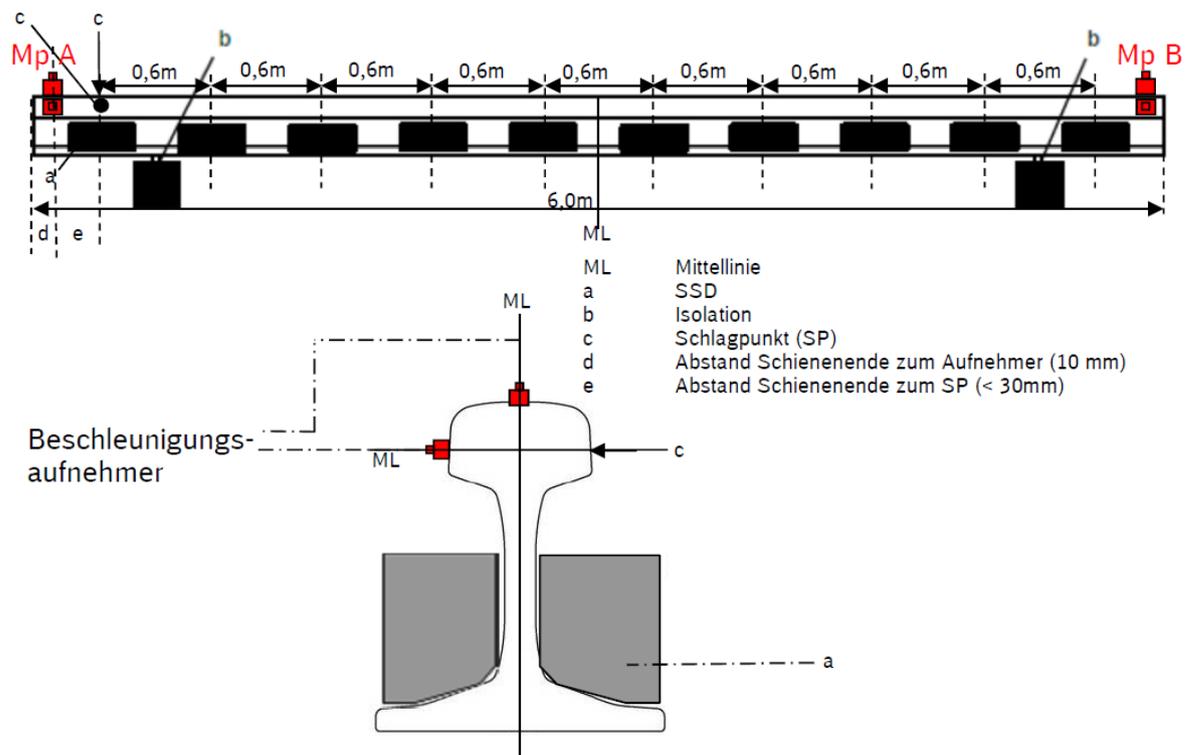


Abb. A1: Schematischer Aufbau und Beispiel für die Montage der Dämpfer mit einem Mittenabstand von 0,6 m. Die Positionen der Dämpfer werden von der Mitte der Schiene aus bestimmt.

Die Schiene ist so zu lagern, dass sie nahezu frei schwingen kann. Dies ist durch eine elastische Lagerung an beiden Enden mit einer Grundfrequenz unterhalb von 30 Hz zu erreichen (siehe Beispiel in Abb. A2). Realisiert werden kann dies z.B. durch Lagerung auf gestapelten Zwischenlagen oder auf Gummielementen.

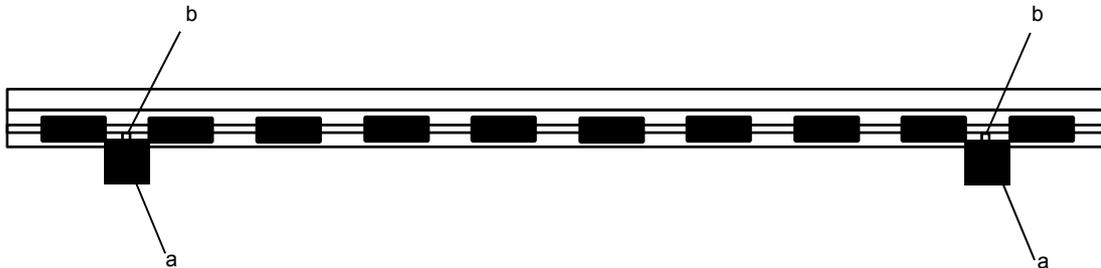


Abb. A2: Position der elastischen Lagerung (a) unterhalb der Schiene und Metallstützen (b), die zwischen Lagerung und Schienenfuß eingefügt sind.

Die Lagerungen müssen eine ausreichend hohe innere Dämpfung aufweisen, um den Einfluss von Resonanzen der Lagerung auf die Messergebnisse zu minimieren. Der Verlustfaktor der Lagerung soll größer als 0,01 sein. In den Terzbändern von 250 Hz bis 2 kHz darf der Verlustfaktor einen Wert von 0,2 nicht überschreiten. An der Kontaktfläche zwischen Schiene und Lagerung sind Metallstäbe vorzusehen, um eine genau definierte Kontaktfläche zu erhalten. Der quadratische Querschnitt der Metallstäbe soll 20 mm x 20 mm betragen. Ihre Länge muss mindestens gleich der Breite des Schienenfußes sein. Die Oberfläche der Metallstäbe muss sauber, trocken und fettfrei sein. Die elastische Lagerung soll keinen direkten Kontakt mit der Schiene haben. Weder die Lagerung noch die Metallstäbe dürfen direkten Kontakt mit den Dämpfern oder ihrem Befestigungssystem haben.

Die Schientemperatur soll während der Tests zwischen 18° C und 25° C liegen. Umgebungstemperatur und Schientemperatur sind zu Beginn und Ende jeder Messreihe zu erfassen. Schiene und Dämpfer sollen vor Beginn der Messungen akklimatisiert werden.

A3 Messungen

Die Messungen sind für die vertikale und laterale Schwingungsrichtung durchzuführen. Für beide Schwingungsrichtungen ist die Punkteingangs-FRF am Punkt der Anregung an einem Schienenende und die Transfer-FRF vom Anregungspunkt zum anderen Ende zu bestimmen. Um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu überprüfen, sind die Messungen mit dem Anregungspunkt am gegenüberliegenden Schienenende zu wiederholen.

Vor Beginn der Messungen ist die Eignung des Messaufbaus zu überprüfen, indem die Frequenz der Grundschiwingung der Lagerung gemessen wird. Diese muss den Anforderungen aus dem vorigen Abschnitt genügen. Für diesen Test ist ein Frequenzbereich bis zu 100 Hz ausreichend. Ein Impulshammer mit weicher Spitze ist zu verwenden um sicherzustellen, dass genügend Energie bei niedrigen Frequenzen übertragen wird.

A4 Messausrüstung

Die Antwort der Schiene soll an jedem Ende mittels Beschleunigungsaufnehmern gemessen werden. Abb. A1 zeigt die Positionen der Beschleunigungsaufnehmer (Mp A und Mp B). Ihre Mitten sollen einen Abstand von maximal 10 mm vom Ende der Schiene aufweisen. Die Beschleunigungsaufnehmer für die vertikale Richtung sollen in Schienenkopfmittle befestigt werden. Die Beschleunigungsaufnehmer für die laterale Richtung sollen mittig an der Außenseite des Schienenkopfs befestigt werden. Ihre Masse soll geringer als 10 g sein und ihr Durchmesser weniger als 15 mm betragen.

Die Beschleunigungsaufnehmer und ihre Befestigung dürfen keine Resonanzen unter 10 kHz aufweisen.

Die Schwingungsanregung erfolgt mit einem Impulshammer mit integrierter Kraftmessung. Es muss nachgewiesen sein, dass das Eingangsspektrum flach verläuft bis mindestens 7 kHz (d. h. das Leistungsspektrum der Kraft soll in diesem Frequenzbereich flach innerhalb 20 dB verlaufen). Die Anregungsbandbreite wird durch die Steifigkeit der Spitze und die wirksame Masse des Hammers gesteuert und hängt auch von der Steifigkeit und Masse des Testaufbaus ab.

Beim Anschlagen der Schiene sind Doppelschläge zu vermeiden. Dieselben Anschlagpunkte sind für alle Messungen einer Testserie zu verwenden. Der maximal zulässige Abstand der Anregungspunkte von der Mitte des Beschleunigungsaufnehmers beträgt 30 mm. Horizontaler und vertikaler Anregungspunkt sollen in derselben Querschnittsebene der Schiene liegen (s. Abb. A1).

Die Datenaufnahme muss mit einem mehrkanaligen Frequenzanalysator erfolgen (mindestens drei Kanäle).

Die komplette Messeinrichtung erfüllt die Anforderungen der Norm DIN EN 15461 [2] in einem Frequenzbereich von 100 Hz bis 5 kHz.

A5 Messung der Übertragungsfunktionen (FRF)

Die Messungen der FRFs erfolgen entsprechend der ISO 7626-5 [1]. Für die Messungen gelten folgende Festlegungen:

- Der Anschlagimpuls ist als Referenz für die Bestimmung der Übertragungsfunktionen zu nutzen.
- Die Übertragungsfunktion wird aus mindestens 10 gültigen Messungen (Hammer-schlägen) ermittelt [1].
- Die Kohärenzfunktion wird als Nachweis verwendet, dass das Signal nicht durch Hinter-grundrauschen kontaminiert ist.
- Die Messung wird durch den Kraftstoß getriggert. Ein Pretrigger von mindestens 10 ms ist zu wählen. Die Pretriggerzeit soll 15 % des Auswertzeitfensters nicht überschreiten.
- Ein Rechteckfenster ohne Filterfunktion ist zu verwenden.
- Das Auswertzeitfenster muss lang genug sein, um den zeitlichen Abfall der Antwort auf den Kraftimpuls zu erfassen. Für eine gedämpfte Schiene sollten 0,25 s (entsprechend einer Frequenzauflösung von 4 Hz) ausreichend sein. Dies muss im Einzelfall verifiziert werden. Falls erforderlich ist ein längeres Zeitfenster zu benutzen. Kürzere Zeitfenster als 0,25 s sind nicht zulässig. Es wird kein „zero-padding“ angewendet.
- Die Maximalfrequenz der Auswertung muss mindestens 5612 Hz betragen (für das 5 kHz-Terzband).
- Die Abtastrate muss mindestens das 2,5-fache der Maximalfrequenz betragen. Falls verfügbar, können auch höhere Abtastraten verwendet werden.

Das Hintergrundgeräusch soll gemessen werden. In jedem Terzband sollen sowohl der Anregeimpuls als auch das Antwortsignal mindestens 10 dB oberhalb des Hintergrund-geräuschpegels liegen. Um dies zu erreichen muss das Datenaufnahmesystem eine aus-reichende Auflösung haben (mindestens 16 Bit).

Die Auswertemethodik ist so umfassend zu dokumentieren, dass die Auswertung durch Dritte nachvollzogen und reproduziert werden kann.

A6 Bestimmung der Abklingraten

Die Abklingrate ist in jedem Terzband jeweils in vertikaler und lateraler Richtung nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$DR(f) = -\left(\frac{10}{L}\right) \cdot \lg \frac{|A(L, f)|^2}{|A_0(f)|^2} \quad (1)$$

mit:

- f Mittenfrequenz des Terzbandes
- $DR(f)$ Abklingrate
- $A_0(f)$ Punkteingangs-FRF
- $A(L, f)$ Transfer-FRF zwischen Schlagpunkt und Messpunkt im Abstand L
- L Abstand des Messpunkts für Transfer-FRF zum Schlagpunkt (entspricht näherungsweise der Länge der Schiene von 6 m)

Die Messungen sind jeweils mit Anregung am Punkt A und am Punkt B (siehe Abb. A1) durchzuführen (s. a. A3). Die ermittelten Abklingraten sind jeweils für die vertikale und laterale Richtung energetisch zu mitteln.

A7 Prüfbericht

A7.1 Allgemeines

Folgende Elemente müssen im Prüfbericht dokumentiert werden:

- genaue Position der eingesetzten Beschleunigungsaufnehmer und der Anregungspunkte;
- Beschreibung der Testschiene einschließlich Typ und Profil;
- Beschreibung der Schienenstegdämpfer einschließlich Bauart, Aufbau, Abmessungen und Produktnummer oder anderer Identifikationsmerkmale;
- Anzahl und Position der Dämpfer an der Testschiene und Art der Befestigung (einschließlich mechanischer Angaben z.B. über angewendete Drehmomente etc.);
- Temperatur der Schiene während der Messungen;
- Hersteller, Bauarten und Seriennummern bzw. weitere Kennzeichnungsmerkmale der Beschleunigungsaufnehmer, des Impulshammers oder Analysators für die verwendeten Frequenzen;
- graphische Darstellung (schmalbandig, im Frequenzbereich von 200 Hz bis 5 kHz mit einer Frequenzauflösung von ≤ 4 Hz) des Anregungsspektrums (exemplarisch), der gemittelten FRF (vertikal sowie lateral) und der Kohärenz;
- jeweils die vertikalen und lateralen Abklingraten für den Anregungspunkt A, den Anregungspunkt B und energetisch gemittelt in Terzbändern zwischen 400 Hz und 5 kHz als Zahlenwerte in Tabellenform, sowie graphisch gemäß Abschnitt A7.2.

A7.2 Darstellung der Abklingraten

Die Abklingraten (Vertikal- und Lateralrichtung) sind in graphischer Form als Terzspektren im Frequenzbereich zwischen 400 Hz und 5 kHz darzustellen.

Die in dB/m ausgedrückte Abklingrate ist auf der senkrechten Achse mit einer logarithmischen Skala zwischen 0,01 dB/m und 100 dB/m darzustellen. Die Frequenz ist auf der waagerechten Achse mit gleichständiger Unterteilung für jedes Terzband darzustellen. Bei den dargestellten Frequenzen muss es sich um Normfrequenzen handeln, die Terzbändern nach EN ISO 266 [3] entsprechen.

A8 Weiterführende Informationen

Weitere Einzelheiten zur STARDAMP-Methode können den Referenzen [4] bis [6] entnommen werden.

A9 Referenzen

- [1] ISO 7626-5: Schwingungen und Stöße - Experimentelle Bestimmung der mechanischen Admittanz - Teil 5: Messungen mit Stoßanregung durch einen Erreger, der nicht an die Struktur gekoppelt ist.
- [2] DIN EN 15461 Bahnanwendungen - Schallemission - Charakterisierung der dynamischen Eigenschaften von Gleisabschnitten für Vorbeifahrtgeräuschmessungen.
- [3] DIN EN ISO 266: 1997-08: Akustik - Normfrequenzen.
- [4] Jones, C. J. C.; Thompson, D. J.; Diehl, R. J.: The use of decay rates to analyse the performance of railway track in rolling noise generation. *Journal of Sound and Vibration*, 293(2006), S. 485-495.
- [5] Asmussen, B.; Stangl, M.; Starnberg, M. : „STARDAMP - Ein einfaches Laborverfahren zur Bewertung der Wirkung von Schienenstegdämpfern“, *ZEV Rail* 139 (2015) 8 August, Seite 276ff.
- [6] Asmussen, B. et al.: STARDAMP Final report, 2013; zu beziehen über das Forschungsinformationssystem unter www.forschungsinformationssystem.de des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur.