

Freigabe (Serien- / Anwenderfreigabe)

- Als Handlungsanweisung gemäß Rahmenrichtlinie 138.0202 -

TM: 4-2015-10168 I.NPF 2

Sachlich zugehörige Ril:	804
Ersatz für TM:	2010-161

TM-Titel / Handlungsbedarf:

4-2015-10168 I.NPF 2 zu Ril 804: Anwendererklärungen für Aluminium Lärmschutzelemente Typ "S160" und "S200" ein- und beidseitig hochabsorbierend der Firma Forster Metallbau GmbH für Geschwindigkeiten bis 230 km/h

Inkraftsetzung am :	04.08.2015		
Umsetzungsfrist bis :			
Rückmeldung bis :		An:	

Diese TM umfasst die Seiten 1 bis 2 (ohne Anlagen).

Mitzeichnung:**Fachlinie:**

I.NPP	<input checked="" type="checkbox"/>	gez. 29.06.2015	LST	<input type="checkbox"/>	
I.NVS 2	<input checked="" type="checkbox"/>	gez. 31.07.2015	Tk	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		EA	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		Oberbau	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		Fahrbahn	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		KIB	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		Betrieb	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		Sonstige	<input type="checkbox"/>	

Freigabe:

gez. Tilman Reisbeck, I.NPF 2 # 31.07.2015

gez. Jens ZA Müller, I.NPF 21 # 31.07.2015

Sachverhalt / Anlass / Begründung:

Anwendererklärungen für Aluminium Lärmschutzelemente Typ "S160" und "S200" ein- und beidseitig hochabsorbierend der Firma Forster Metallbau GmbH für Geschwindigkeiten bis 230 km/h

Zuständigkeiten / Ansprechpartner:

OE	Name	Mail-Adresse	Telefonnummer
I.NPF 21(F)	Michael Neudeck	Michael.Neudeck@deutschebahn.com	+49 69 265 45224
I.NPF 21(F)	Peter Lippert	peter.lippert@deutschebahn.com	+49 89 1308 6256

- ☒ Verteiler gemäß TM-Abo-System (DB Netz AG)
- ☐ Verteiler gemäß externem Postverteiler
- ☒ Verteilung an Dritte durch Einstellung im DBPortal
- ☐ Besonderer Verteiler

Zusätzliche Information an:

<input checked="" type="checkbox"/>	DB Projektbau GmbH Herr Peter Winter	<input checked="" type="checkbox"/>	Firma Forster Metallbau GmbH, Herr Dr. Reichartzeder
<input type="checkbox"/>	DB Systemtechnik	<input checked="" type="checkbox"/>	DVLV, Herr Ralph Brenner
<input type="checkbox"/>	DB Bahnbau Gruppe GmbH	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	EBA Herr Michael Fiedler	<input type="checkbox"/>	

Anlage:

Anwendererklärung
Technisches Datenblatt
Verwendungsleitfaden

Fachtechnische Stellungnahme

Anwendererklärungen für Aluminium Lärmschutzelemente Typ "S160" und "S200" ein- und beidseitig hochabsorbierend der Firma Forster Metallbau GmbH für Geschwindigkeiten bis 230 km/h

1. Anlass /Ausgangssituation

Mit Angebotsannahme [U1] vom 23.02.2015 stellt die Firma Forster Metallbau GmbH einen Antrag auf Anwendererklärungen für Aluminium Lärmschutzelemente Typ "S160" und "S200" ein- und beidseitig hochabsorbierend für Geschwindigkeiten bis 230 km/h einschließlich der EPDM - Profile zur Elementlagerung, auf Grundlage der Zulassung vom 16.06.2011 [U4]. Bei den Aluminiumlärmschutzwandelementen der Produktgruppe "LSW 30" handelt es sich um ein- und beidseitig hochabsorbierende Schallschutzelemente zur Errichtung an Hochgeschwindigkeitsstrecken.

Diese Fachtechnische Stellungnahme beschränkt sich auf ein- und beidseitig absorbierende Aluminiumlärmschutzwandelemente des **Typs Forster S160-ES, Typs Forster S160-BS, Typs Forster S200-ES, Typs Forster S200-BS.**

2. Beteiligung des EBA

Die Zulassung vom 16.06.2011 [U4] für die Aluminiumlärmschutzelemente der Typen Forster S160-ES, Forster S160-BS, Forster S200-ES, Forster S200-BS wurde den Antragsunterlagen auf Anwendererklärung beigelegt. Die Zulassung [4] ist bis zum 16.06.2016 befristet.

3. Stellungnahme, ggf. mit zusätzlichen Auflagen/Hinweise

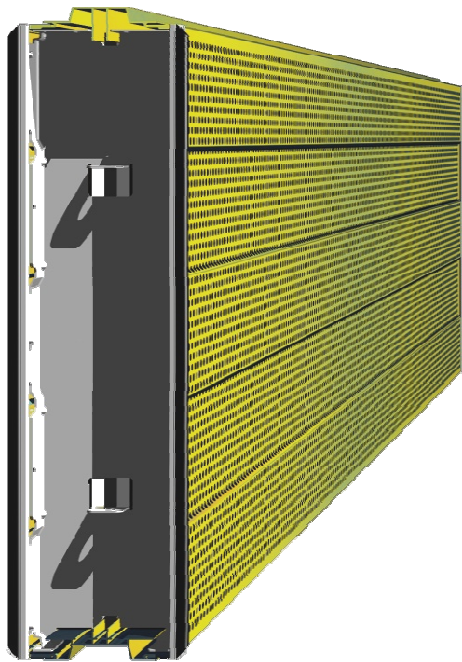
Zu den Antragsunterlagen Firma Forster Metallbau GmbH für die ein- und beidseitigen hochabsorbierenden Aluminiumlärmschutzwandelemente des Typs Forster S160-ES, Typs Forster S160-BS, Typs Forster S200-ES, Typs Forster S200-BS sind folgende Anmerkungen zu machen:

- 1.) Die Aluminiumlärmschutzwandelemente Typ "S160" und "S200" der Firma Forster Metallbau GmbH wurden von Herrn Dr.-Ing. Robert Hertle versuchstechnisch begleitet und gutachtlich bewertet [U5].

Die Durchführung dieser Untersuchungen entspricht dem EBA-Leitfaden [U3] für die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen für Wandelemente von Lärmschutzwänden im Anwendungsbereich der DB im Rahmen des Zulassungsverfahrens beim EBA.

- 2.) Die Verwendung der ein- und beidseitigen hochabsorbierenden Lärmschutzwandelemente Aluminiumlärmschutzwandelemente des Typs Forster S160-ES, Typs Forster S160-BS, Typs Forster S200-ES, Typs Forster S200-BS gelten für nachfolgende Anwendungsgrenzen:

Die Lärmschutzwandelemente sind sowohl für die Verwendung an konventionellen als auch an Strecken des Hochgeschwindigkeitsverkehrs mit Entwurfsgeschwindigkeiten bis zu $v = 230 \text{ km/h}$ unter Berücksichtigung der in Tabelle 1 vorgegebenen Formfaktoren k_1 konzipiert. An Hochgeschwindigkeitsstrecken darf der Gleisabstand nicht kleiner als 3,80 m und an Strecken mit Geschwindigkeiten bis $v = 160 \text{ km/h}$ nicht kleiner als 3,30 m sein.



Beschreibung: Aluminium Lärmschutzelement einseitig hochabsorbierend Dämmplatte: 40 mm dicke Steinwollmatte, Raumgewicht ca. 100 kg/m^3 , Vorderseite mit schwarzem Glasvlies abgedeckt (hydrophob).

Sichtfläche der Lärmschutzpaneele gesickt, profiliert und einseitig / beidseitig gelocht

Abmessungen: Länge max. 5,0 m ; max. Höhe 500 mm

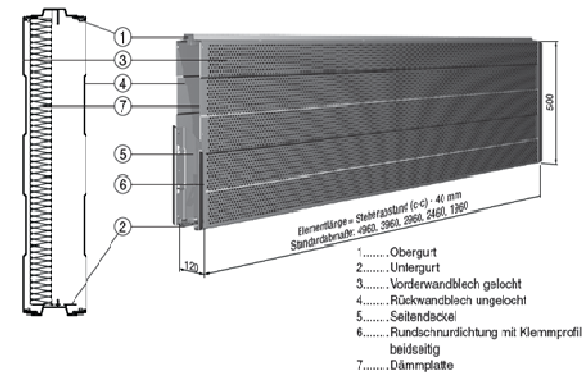
Bild 1: Aufbau der Lärmschutzwandelemente

Die Elemente dürfen bei Einhaltung folgender Randbedingungen verwendet werden:

Gleisabstand	Zuggeschwindigkeit	Formfaktor	Vorschlag Produkterstauswahl
3,3 m	160 km/h	1,0	S160-ES, S160-BS,
3,8 m	160 km/h	1,0	S160-ES, S160-BS,
3,8 m	200 km/h	0,85	S200-ES, S200-BS
3,8 m	230 km/h	0,6	S200-ES, S200-BS

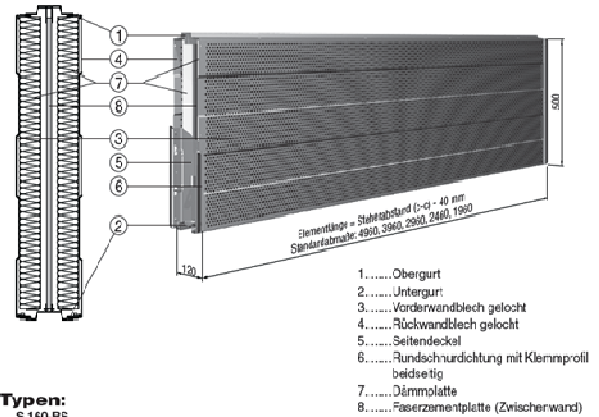
Tabelle 1: Maximal zulässige Entwurfsgeschwindigkeiten für einseitig und beidseitig absorbierende Wandelemente S160 ES/BS und S200 ES/BS

einseitig hochabsorbierendes Bahn-Lärmschutzelement



Typen:
S 160-ES
S 200-ES

beidseitig hochabsorbierendes Bahn-Lärmschutzelement



Typen:
S 160-BS
S 200-BS

Bild 2: Aufbau der Lärmschutzwandelemente S160 ES/BS und S200 ES/BS

Elementtyp	Pfostenabstand L		Max. Höhe H_{\max}	Breite B	Profiltypen / Kammermaß	
	$L \leq 5,0 \text{ m}$	$L \leq 2,5 \text{ m}$			min	max
	[ja/nein]	[ja/nein]			[mm]	[mm]
S160ES	ja	ja	500	≈ 119	HE. 160 bzw. entsprechendes Kammermaß	HE. 220 bzw. entsprechendes Kammermaß
S160BS						
S200ES						
S200BS						

Tabelle 2: Geometrische Eigenschaften

3.) Baustoffe

- Aluminiumbleche: EN 573 AW 3004 H24 / EN 573 AW 3105 H24
- Profile: EN 573 AW 6063 T66
- Schotte: EN 573 AW 5754 H34
- Koppelemente: Hohlkammerprofile; Ethylen-Propylen-Dien-Kauschuk

Die Elemente sind hinsichtlich der Elementbreite für den Einsatz in Pfostenprofilen der Typen HE-160 bis HE-220 konzipiert bzw. in Pfosten/Steher mit gleichem Kammermaß eingesetzt werden.

Es dürfen nur die in der Zulassung [U4] genannten Baustoffe verwendet werden.

- 4.) Für die Elemente ist in jedem Einzelfall ein Nachweis nach Modul 804.5501 für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und für den Grenzzustand der Ermüdung zu führen. Für

die Nachweise sind die Regelungen und Eingangsparameter der Zulassung [U4] und dem Verwendungsleitfadens [A1] umzusetzen.

- 5.) Für die Ermittlung der ersten Eigenfrequenzen des Wandsystems ist diese unter Berücksichtigung aller relevanten Einflussparameter (Gründung, Pfosten, Schallschutzelemente) abzubilden. Die in der nachfolgenden Tabelle 3 angegebenen Trägheitsmomente, Eigenfrequenz der Elemente und Massen sind im Sinne des "Leitfadens für die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen für Wandelemente von Lärmschutzwänden im Anwendungsbereich der DB im Rahmen des Zulassungsverfahrens beim Eisenbahn-Bundesamt" für die jeweiligen Wandelementtypen zugrunde zu legen. Die Elemente dürfen für Längen $\geq 3,5$ m als torsionsweiche Wandelemente idealisiert werden. Ebenso sind Schallschutzelemente $< 3,5$ m Länge ohne weiteren Nachweis als torsionsweich im Sinne des genannten Leitfadens einzustufen, solange die beidseitig-gegenläufige Pfostenverformung und damit die maximal auftretende Tordierung des am meisten betroffenen Elementes ganz oben in der Wand kleiner als 0,025 rad bleibt.

Für die Ermittlung der ersten Eigenfrequenz des Wandelements sind in Tabelle 3 die Eigenfrequenzen der Elemente für die Regelpfostenabstände von 5,0 m angegeben (Auszug aus genannter EBA-Zulassung).

Elementtyp	S200ES	S200BS	S160ES	S160BS
Masse [kg/m ²]	16	32	16	32
Trägheitsmoment [cm ⁴]	378	378	337	337
1. Eigenfrequenz [Hz]	11,4	8,1	10,8	7,6

Tabelle 3: Bemessungswerte der mechanischen Kenngrößen der Elemente S160 ES/BS und S200 ES/BS

- 6.) Die Elemente sind so zu kennzeichnen, dass Verwechslungen ausgeschlossen werden können. Die Kennzeichnung muss daher über die gesamte Nutzungsdauer beständig sein und im eingebauten Zustand lesbar. Zusätzlich zur Typbezeichnung muss das Aktenzeichen der Zulassung, und die Grenzparameter angegeben werden.
- 7.) Für die Nachweisverfahren, Herstellung und Gütesicherung sowie der Inspektion gelten die Regelungen die in der Zulassung [U4] angegeben sind.
- 8.) Die akustischen Freigaben [U7, U8] die durch DB AG, Akustik und Erschütterungen (T.TVI32(1)) für die ein und beidseitig absorbierenden Aluminiumlärmschutzkassetten erteilt wurden, sind bis zum 19.04.2020 gültig.
- 9.) Die Inspektionen sind gemäß den Modulen 804.8001 und 804.8004 durchzuführen. Werden sicherheitsrelevante Mängel festgestellt, sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die die öffentliche Sicherheit und die Sicherheit des Eisenbahnverkehrs wieder herstellen. Das Eisenbahn-Bundesamt ist unverzüglich und unaufgefordert zu informieren [U4].
- 10.) Die Anwendererklärung und Zulassung ist dem Bauwerksbuch/-heft hinzuzufügen I.NVS2(Ü).

4. Schlussbemerkungen

Die in der Ril 804.5501 und dem „Leitfaden für die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen für Wandelemente von Lärmschutzwänden im Anwendungsbereich der DB im Rahmen des Zulassungsverfahrens beim EBA“ für Lärmschutzwandelemente aus Aluminium definierten Anforderungen werden als ausreichend erfüllt angesehen.

Die Anwendererklärung der ein- und beidseitig absorbierende Aluminiumlärmschutzwandelemente des Typs Forster S160-ES, Typs Forster S160-BS, Typs Forster S200-ES, Typs Forster S200-BS für Geschwindigkeiten bis $v = 230$ km/h wird bei Einhaltung der in den Antragsunterlagen angegebenen erforderlichen Nachweise und bei Beachtung der Ausführungen unter 3. hiermit erteilt.

5. Unterlagen und Normen

- [U1] Angebotsannahme vom 23.02.2015, Firma Forster Metallbau GmbH, Waidhofen/Ybbs, Weyer Straße 135
- [U2] Ril 804, Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten Modul 5501 "Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken"
- [U3] Leitfaden für die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen für Wandelemente von Lärmschutzwänden im Anwendungsbereich der DB im Rahmen des Zulassungsverfahrens beim EBA
- [U4] EBA-Zulassung 21.51-21 izbia/014-2101#020-(024/11-ZUL) vom 16.06.2011
- [U5] 1. Prüfbericht 1702 aufgestellt am 18.12.2014 durch Prüfenieur Prof. Dr.-Ing. Robert Hertle, Bussardstrasse 8, 82166 Gräfeling
- [U6] 3. Prüfbericht 563 aufgestellt am 30.03.2011 durch Prüfenieur Prof. Dr.-Ing. Robert Hertle, Bussardstrasse 8, 82166 Gräfeling
- [U7] Prüfbericht Akustik 14-21936-T.TVI32(1)-SSW_Forster_S200uS160-ES vom 16.10.2014
- [U8] Prüfbericht Akustik 14-21936-T.TVI32(1)-SSW_Forster_S200uS160-BS vom 16.10.2014

Nachgereichte Unterlagen vom 23.06.2014

- [U9] Verwendungsleitfaden für ein und beidseitige hochabsorbierende Aluminiumschallschutzelemente der Baureihe S160 und S200 der Firma Forster Metallbau GmbH vom 03.06.15
- [U10] 1. Prüfbericht 1833 aufgestellt am 03-06.2015 durch Prüfenieur Prof. Dr.-Ing. Robert Hertle, Bussardstrasse 8, 82166 Gräfeling

6. Anlagen

- [A1] Verwendungsleitfaden für ein und beidseitige hochabsorbierende Aluminiumschallschutzelemente der Baureihe S160 und S200 der Firma Forster Metallbau GmbH vom 03.06.15
- [A2] Technisches Datenblatt der Firma Forster Metallbau GmbH vom 18.12.14

i. A. gez. Neudeck

Technisches Datenblatt

Lärmschutzelement Elementbeschreibung

Tragstruktur

Hersteller

Forster S160ES/BS und Forster S200ES/BS

ein- sowie beidseitig absorbierendes Aluminiumschallschutzelement

☐ Flächig

☒ Diskret

Forster Metallbau Gesellschaft m. b. H.

Elementtyp	Pfostenabstand L		Max. Höhe H_{max}	Breite B	Profiltypen / Kammermaß	
	$L \leq 5,0 \text{ m}$	$L \leq 2,5 \text{ m}$			min	max
	[ja/nein]	[ja/nein]			[mm]	[mm]
S160ES	ja	ja	500	≈ 119	HE. 160 bzw. entsprechendes Kammermaß	HE. 220 bzw. entsprechendes Kammermaß
S160BS						
S200ES						
S200BS						

Tabelle 1: Geometrische Eigenschaften

Elementtyp	Gewicht ¹⁾	Biegesteifigkeit EI ¹⁾		Eigenfrequenz f ²⁾		Torsions- weich ³⁾
		\square [kg/m]	\square [Nm ²]	\square [Hz]	\square [Hz]	
		\square [kg/m ²]	\square [Nm ² /m]	Prüfbericht	(Hz)	[ja/nein]
S160ES	$\approx 8,0$	$\approx 0,24 \cdot 10^6$	$\approx 0,26 \cdot 10^6$	10,8	43,2	Ja
S160BS	$\approx 16,0$					
S200ES	$\approx 8,0$					
S200BS	$\approx 16,0$					

¹⁾ Je 1 m Elementlänge bei diskreter Tragstruktur bzw. je 1 m² Fläche bei flächiger Tragstruktur

²⁾ Je Element bei diskreter Tragstruktur bzw. je 1 m Höhe bei flächiger Tragstruktur

³⁾ Gemäß EBA-Leitfaden, Abs. 2.2. (4), gültig für $H = H_{max}$ unter Berücksichtigung des Einflusses der Auflagerung

Tabelle 2: Mechanische Eigenschaften
Erweitert mit Urkunde vom 31/10/2003 Nr. IIB8 - 4117 12 - HRT/90
Verlängert mit Bescheid vom 06/04/2005 Nr. IIB8 - 4117 12 - HRT/90

Elementtyp	Horizontale Flächenlast $q_{Rd,stat}$ (alt: q_{ed})		Gratellast $ZV_{Rd,stat}$	gegenläufige Pfostenverdrehung $\Delta\phi_{Rd,stat}$
	$L = 5,0 \text{ m}$	$L = 2,5 \text{ m}$		
	[kN/m ²]	[kN/m ²]		[mrad]
S160ES	3,5 ⁴⁾	7,0	22,0	bei $L \geq 3,5 \text{ m}$: Beliebig bei $L < 3,5 \text{ m}$: max. 25 mrad
S160BS				
S200ES				
S200BS				

⁴⁾ Bei Wandelementen mit Systemlängen kleiner 5,0 m können, bei ansonsten konstruktiv identischer Ausführung, die Bemessungswerte der Widerstände für die aerodynamisch und für die quasi-statische Windlast im Verhältnis von 5,0 zur tatsächlichen Feldlänge erhöht werden.

Tabelle 3: Statische Widerstandswerte für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (gültig für $H \leq H_{max}$)

Elementtyp	Horizontale Flächenlast $q_{Rd,dyn}$ (alt: $q_{e,dyn,d}$)		gegenläufige Pfostenverdrehung $\Delta\phi_{Rd,dyn}$
	$L = 5,0 \text{ m}$	$L = 2,5 \text{ m}$	
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[mrad]
S160ES	0,52 ⁴⁾	1,04	bei $L \geq 3,5 \text{ m}$: Beliebig bei $L < 3,5 \text{ m}$: max. 25 mrad
S160BS	0,93 ⁴⁾	1,86	
S200ES	0,60 ⁴⁾	1,20	
S200BS	1,05 ⁴⁾	2,10	

⁴⁾ Bei Wandelementen mit Systemlängen kleiner 5,0 m können, bei ansonsten konstruktiv identischer Ausführung, die Bemessungswerte der Widerstände für die aerodynamisch und für die quasi-statische Windlast im Verhältnis von 5,0 zur tatsächlichen Feldlänge erhöht werden.

Tabelle 4: Dynamische Widerstandswerte für den Grenzzustand der Ermüdungsfestigkeit (gültig für $H \leq H_{max}$)

VERWENDUNGSLEITFADEN

2. Ausfertigung

Für ein- sowie beidseitig hochabsorbierende
Aluminiumschallschutzelemente der Baureihe

S160 und S200

der Firma Forster Metallbau GmbH

für die Verwendung an Strecken der Eisenbahnen des Bundes

Hinsichtlich der Standsicherheit geprüft
Siehe 01. Prüfbericht Nr. 1833 vom 03.06.15
Prof. Dr.-Ing. Robert Hertle
Prüfingenieur für Standsicherheit
Bussardstraße 8 82166 Gräfelfing
Tel. 089 / 8 98 06 70 - Fax 089 / 89 80 67 50

03/05/2000 Nr.: IIB8 - 4117.12 - HRT/00
Erweitert mit Urkunde vom 31/10/2003 Nr.: IIB8 - 4117.12 - HRT/04
Verlängert mit Bescheid vom 06/04/2005 Nr.: IIB8 - 4117.12 - HRT/05
Gräfelfing, den

Bearbeiter
[Signature]
03.06.15

Prüfingenieur
[Signature]



Einleitung

Dieser Leitfaden dient der Erläuterung bzw. Anwendung der Zulassung für ein- und beidseitig hochabsorbierende Aluminiumschallschutzelemente der Typen S160 und S200 der Firma Forster Metallbau GmbH für die Verwendung an Strecken der Eisenbahnen des Bundes. Auf Grundlage dieser Zulassung ist für jeden Elementtyp ein Verwendungsleitfaden mit folgenden Inhalten zu erstellen, welche in den einzelnen Kapiteln auch beschrieben werden:

1. *Allgemeines; Beschreibung des Elements*
2. *Technisches Datenblatt*
3. *Idealisierung des Wandsystems zur Ermittlung der Eigenfrequenz*
4. *Einwirkungen*
5. *Nachweis des Grenzzustandes der Tragfähigkeit*
6. *Nachweis des Grenzzustandes der Ermüdung*
7. *Überblick über die von der Fremdüberwachung zu überprüfenden Punkte*

In weiterer Folge werden diese Punkte, in Abstimmung mit dem zuständigen Prüfenieur Prof. Robert Hertle, erläutert. Einleitend ist darauf hinzuweisen, dass dieser Verwendungsleitfaden ausschließlich die Anwendung der in der oben genannten EBA-Zulassung beschriebenen Produkte erläutert. In diesem Dokument werden folglich nur die Aluminiumschallschutzelemente der Typen S160 und S200 behandelt bzw. es werden Aussagen hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten formuliert. Die mechanischen Kenngrößen der Schallschutzelemente sind im Kapitel „Technisches Datenblatt“ zusammengefasst.

In den Kapiteln „Nachweis des Grenzzustandes der Tragfähigkeit“ und „Nachweis des Grenzzustandes der Ermüdung“ sowie im Anhang A werden typische Anwendungsgebiete unter Bezug auf die wesentlichen Planungsparameter nach Modul 804.5501 (Zuggeschwindigkeit, Formfaktor), bzw. gemäß Modul 800.0130 (Gleisabstand) dargestellt, um unabhängig eines projektspezifischen Nachweises eine Produkterstauswahl treffen zu können. Dies ersetzt jedoch in weiterer Folge einen projektspezifischen Nachweis hinsichtlich der Eignung der Produkte unter Berücksichtigung der tatsächlichen Einflussparametern (u.a. Zuggeschwindigkeit, Gleisabstand, Formfaktor, Wandeigenfrequenz, Wandhöhe, Pfostenprofiltyp, Pfostenverformung) nicht.

Die Gründung der Lärmschutzwand, die Pfosten der Lärmschutzwand und weitere für die Konstruktion der Lärmschutzwand erforderliche Bauteile werden in diesem Leitfaden nicht behandelt. Insbesondere werden keine Hinweise und Informationen zu den für diese Bauteile und Komponenten erforderlichen Nachweisen in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Ermüdung gegeben. Die aus dem Gesamtwandsystem resultierenden relevanten Einflussfaktoren - erste Wandeigenfrequenz, die aufgrund der Zugvorbeifahrt induzierte Pfostenverformung, etc. - sind grundlegende Eingangsdaten für die Nachweisführung der Schallschutzelemente. Diese sind anhand einer dynamischen Untersuchung des Wandsystems im Vorlauf für einen projektspezifischen Nachweis der Schallschutzelemente zu ermitteln.

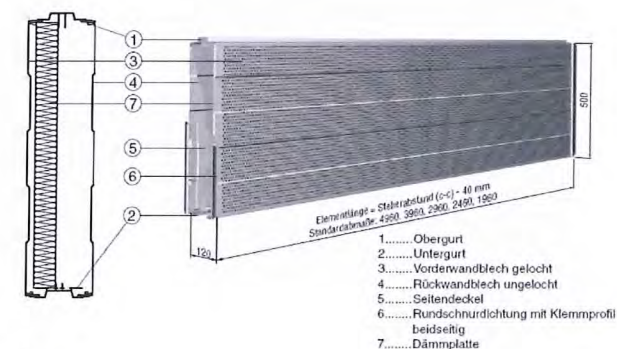
Geprüft

1. Allgemeines; Beschreibung der Elemente

Gegenstand dieses Verwendungsleitfadens sind ein- bzw. beidseitig hochabsorbierende Aluminiumschallschutzelemente der Typen S160 sowie S200 einschließlich der zugehörigen EPDM-Hohlkammerprofile zur Elementlagerung der Firma Forster Metallbau GmbH. Bei den Schallschutzelementen handelt es sich um Aluminiumelemente mit innenliegenden Schallabsorbern, die in bestehende bzw. neu zu errichtende Pfosten/Steher der Profiltypen HE-160 bis HE-220 bzw. in Pfosten/Steher mit entsprechendem Kammermaß eingesetzt werden.

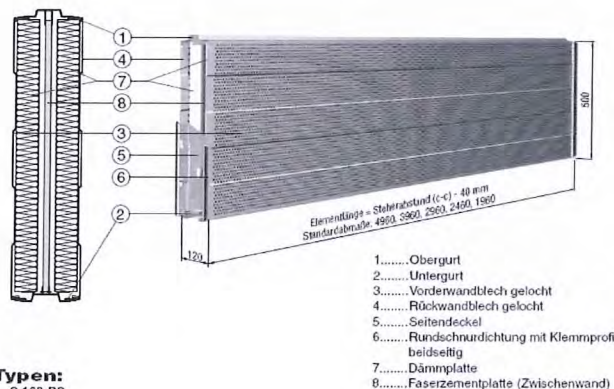
Nachfolgend sind die einseitig- und beidseitig hochabsorbierenden Aluminiumschallschutzelemente der Firma Forster Metallbau GmbH zur Verwendung an Strecken der Eisenbahnen des Bundes dargestellt. Die für die Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Ermüdung wesentlichen Bemessungswerte der Widerstände sind in den Tabellen der genannten EBA-Zulassung bzw. im technischen Datenblatt angeführt. Diese Dokumente sind auch als getrennte Dokumente und damit als Bestandteil einer gesamten Dokumentation aller Lärmschutzprodukte der Firma Forster Metallbau GmbH erhältlich.

einseitig hochabsorbierendes Bahn-Lärmschutzelement



Typen:
S 160-ES
S 200-ES

beidseitig hochabsorbierendes Bahn-Lärmschutzelement



Typen:
S 160-BS
S 200-BS

Grundsätzlich ist eine Kombination mit Schallschutzelementen anderer Bauart und Materialien möglich, die Widerstandskennwerte des technischen Datenblattes sind einzuhalten.

Geprüft

2. Technisches Datenblatt

Forster Metallbau Gesellschaft m. b. H.
A-3340 Waidhofen/Ybbs
Weyrer Straße 135

Tel. (0 74 42) 501 - 0 e-mail: forster@forster.at
Fax (0 74 42) 501 - 480 http://www.forster.at

FORSTER

Metallbau • Lärmschutz • Regalsysteme

Technisches Datenblatt

Lärmschutzelement

Elementbeschreibung

Tragstruktur

Hersteller

Forster S160ES/BS und Forster S200ES/BS

ein- sowie beidseitig absorbierendes Aluminiumschallschutzelement

☐ Flächig ☒ Diskret

Forster Metallbau Gesellschaft m. b. H.

Elementtyp	Pfostenabstand L		Max. Höhe H_{max}	Breite B	Profiltypen / Kammermaß	
	$L \leq 5,0$ m	$L \leq 2,5$ m			min	max
	[ja/nein]	[ja/nein]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
S160ES	ja	ja	500	≈ 119	HE. 160 bzw. entsprechendes Kammermaß	HE. 220 bzw. entsprechendes Kammermaß
S160BS						
S200ES						
S200BS						

Tabelle 1: Geometrische Eigenschaften

Elementtyp	Gewicht ¹⁾	Biegesteifigkeit EI ²⁾	Eigenfrequenz f		Torsions- weich ³⁾
			$L \leq 5,0$ m	$L \leq 2,5$ m	
	<input checked="" type="checkbox"/> [kg/m] <input type="checkbox"/> [kg/m ²]	<input checked="" type="checkbox"/> [Nm ²] <input type="checkbox"/> [Nm ² /m]	[Hz]	[Hz]	[ja/nein]
S160ES	$\approx 8,0$	$\approx 0,24 \cdot 10^6$	10,8	43,2	Ja
S160BS	$\approx 16,0$		7,6	30,4	
S200ES	$\approx 8,0$	$\approx 0,26 \cdot 10^6$	11,4	45,6	
S200BS	$\approx 16,0$		8,1	32,4	

¹⁾ Je 1 m Elementlänge bei diskreter Tragstruktur bzw. je 1 m² Fläche bei flächiger Tragstruktur

²⁾ Je Element bei diskreter Tragstruktur bzw. je 1 m Höhe bei flächiger Tragstruktur

³⁾ Gemäß EBA-Leitfaden, Abs. 2.2. (4), gültig für $H = H_{max}$ unter Berücksichtigung des Einflusses der Auflagerung

Tabelle 2: Mechanische Eigenschaften

Elementtyp	Horizontale Flächenlast $q_{Rd,stat}$ (alt: q_{wd})		Stapellast $\Sigma V_{Rd,stat}$	gegenläufige Pfostenverdrehung $\Delta\phi_{Rd,stat}$
	$L = 5,0$ m	$L = 2,5$ m		
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN]	[mrad]
S160ES	3,5 ⁴⁾	7,0	22,0	bei $L \geq 3,5$ m: Beliebig bei $L < 3,5$ m: max. 25 mrad
S160BS				
S200ES				
S200BS				

⁴⁾ Bei Wandelementen mit Systemlängen kleiner 5,0 m können, bei ansonsten konstruktiv identischer Ausführung, die Bemessungswerte der Widerstände für die aerodynamisch und für die quasi-statische Windlast im Verhältnis von 5,0 zur tatsächlichen Feldlänge erhöht werden.

Tabelle 3: Statische Widerstandswerte für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (gültig für $H \leq H_{max}$)

Elementtyp	Horizontale Flächenlast $q_{Rd,dyn}$ (alt: $q_{e,dyn,d}$)		gegenläufige Pfostenverdrehung $\Delta\phi_{Rd,dyn}$
	$L = 5,0$ m	$L = 2,5$ m	
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[mrad]
S160ES	0,52 ⁴⁾	1,04	bei $L \geq 3,5$ m: Beliebig bei $L < 3,5$ m: max. 25 mrad
S160BS	0,93 ⁴⁾	1,86	
S200ES	0,60 ⁴⁾	1,20	
S200BS	1,05 ⁴⁾	2,10	

⁴⁾ Bei Wandelementen mit Systemlängen kleiner 5,0 m können, bei ansonsten konstruktiv identischer Ausführung, die Bemessungswerte der Widerstände für die aerodynamisch und für die quasi-statische Windlast im Verhältnis von 5,0 zur tatsächlichen Feldlänge erhöht werden.

Tabelle 4: Dynamische Widerstandswerte für den Grenzzustand der Ermüdungsfestigkeit (gültig für $H \leq H_{max}$)

Geprüft

Technisches Datenblatt Typen Forster
S160ES / S160BS / S200ES / S200BS
Version 1.0 (November 2014)

3. Idealisierung des Wandsystems zur Ermittlung der Eigenfrequenz

Für die Ermittlung der ersten Eigenfrequenz des Wandsystems ist dieses unter Berücksichtigung aller relevanten Einflussparameter (Gründung, Pfosten, Schallschutzelemente) abzubilden. Dies bedeutet, es sind von allen Komponenten des Gesamtwandsystems die entsprechenden Kenngrößen zu bestimmen und zu berücksichtigen. Die relevanten zugehörigen Daten der Schallschutzelemente der Firma Forster Metallbau GmbH sind im Kapitel „Technisches Datenblatt“ zusammengestellt.

Die Schallschutzelemente $\geq 3,5$ m Länge werden im Sinne des „Leitfadens für die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen für Wandelemente von Lärmschutzwänden im Anwendungsbereich der DB im Rahmen des Zulassungsverfahrens beim Eisenbahn-Bundesamt“ als torsionsweiche Elemente eingestuft. Ebenso sind Schallschutzelemente $< 3,5$ m Länge ohne weiteren Nachweis als torsionsweich im Sinne des genannten Leitfadens einzustufen, solange die beidseitig-gegenläufige Pfostenverformung und damit die maximal auftretende Tordierung des am meisten betroffenen Elementes ganz oben in der Wand kleiner als 0,025 rad bleibt.

4. Einwirkungen

Für den Nachweis der Schallschutzelemente im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Ermüdung ist die projektspezifische Ermittlung der statischen Ersatzlasten infolge Druck-Sogwirkung aus Zugverkehr sowie die der Windlasten w erforderlich.

4.1 Statische Ersatzlast infolge Druck-Sogwirkung aus Zugverkehr

Die statische Ersatzlast $q_{\text{dyn,Gesamt}}$ setzt sich aus der direkt einwirkenden dynamischen Druck-Sogwirkung aufgrund Zugvorbeifahrt q_{1k} (angegeben im Eurocode DIN EN 1991-2) und den aus der Tragwerksantwort resultierenden Masseträgheitskräften zusammen, die wiederum in Trägheitskräfte infolge der Eigenschwingungen der Schallschutzelemente und Trägheitskräfte infolge der Schwingungen des übrigen Wandsystems aufgeteilt werden können.

Die projektspezifischen Einflussfaktoren (wie z.B. Gleisabstand, Zuggeschwindigkeit, erste Wandeigenfrequenz und Pfostenverformung aufgrund Zugvorbeifahrt) sind als erforderliche Eingangsparameter vorzugeben bzw. in getrennten Nachweisen zu ermitteln. Für die Ermittlung der Wandverformung aufgrund Zugvorbeifahrt kann als Lastansatz die nach dem vereinfachten Verfahren im Modul 804.5501 definierte „ q_{DS} -Last“ herangezogen werden.

4.2 Windlasten

Die auf die Schallschutzwand einwirkenden Windlasten w sind gemäß DIN EN 1991-1-4 i.V.m. DIN EN 1991-1-4/NA zu ermitteln. Hierbei ist die Unterscheidung zu treffen, ob es sich um Schallschutzwände auf freier Strecke bzw. Schallschutzwände auf Ingenieurbauwerken handelt.

Geprüft

5. Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Der Bemessungswert des Widerstands der Schallschutzelemente für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit $q_{Rd,stat}$ ist der entsprechenden EBA-Zulassung bzw. dem in diesem Verwendungsleitfaden im Kapitel abgebildeten „Technisches Datenblatt“ zu entnehmen. Bei Einsatz von Elementen mit Bauteillängen kürzer als 5,0 m darf der Bemessungswert des Widerstands linear in Bezug auf die Referenzlänge 5,0 m erhöht werden.

Der Bemessungswert der Einwirkung $q_{Ed,stat}$, der dem Bemessungswiderstand gegenüberzustellen ist, ist gemäß Modul 804.5501 zu ermitteln. Es ergeben sich hierbei folgende Lastfallkombinationen, mit denen der statische Nachweis zu führen ist:

Lastfallkombinationen:

LK1:	$q_{Ed,stat,1}$	$= \gamma_{Q1} \cdot w$	$(\gamma_{Q1} = 1,5)$
LK2:	$q_{Ed,stat,1}$	$= \gamma_{Q2} \cdot q_{dynGesamt} + \psi_{0,1} \cdot \gamma_{Q1} \cdot w$	$(\gamma_{Q2} = 1,3 ; \psi_{0,1} = 0,6)$

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

$$q_{Ed,stat} = \max (q_{Ed,stat,1} ; q_{Ed,stat,2}) \leq q_{Rd,stat}$$

Anmerkung: Der Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit kann für die in diesem Dokument dargestellten typischen Anwendungsgebieten entfallen, wenn folgende Randbedingungen eingehalten sind.

- Wände auf freier Strecke, Pfostenabstand ≤ 5 m:
 - Wandbereich C bis D: Windzonen 1 bis 4
 - Wandbereich B: Windzonen 1 bis 3 + Windzone 4 (nur Binnenland)
 - Wandbereich A: Windzone 1 + Windzone 2 (nur Binnenland)
- Wände auf freier Strecke, Pfostenabstand $\leq 2,5$ m:
 - Wandbereiche A bis D: Windzonen 1 bis 4
- Wände auf Ingenieurbauwerken:
 - $z_e \leq 100$ m: Windzone 1 bis 4

Es wird darauf hingewiesen, dass diese Nachweisführung nur die Eignung der Schallschutzelemente behandelt und keinerlei Aussagen hinsichtlich der restlichen Wandkomponenten beinhaltet. Diese Nachweise sind getrennt zu führen.

Geprüft

6. Nachweis im Grenzzustand der Ermüdung

Der Bemessungswert des Widerstands der Schallschutzelemente für den Nachweis im Grenzzustand der Ermüdung $q_{Rd,dyn}$ ist der entsprechenden EBA-Zulassung bzw. dem in diesem Verwendungsleitfaden im Kapitel abgebildeten „Technisches Datenblatt“ zu entnehmen. Bei Einsatz von Elementen mit Bauteillängen kürzer als 5,0 m darf der Bemessungswert des Widerstands linear in Bezug auf die Referenzlänge 5,0 m erhöht werden.

Der Bemessungswert der Einwirkung $q_{dyn,Gesamt}$, der dem Bemessungswiderstand gegenüberzustellen ist (Nachweis: $q_{dyn,Gesamt} \leq q_{Rd,dyn}$), setzt sich aus den folgenden Lastanteilen zusammen:

- i) *Aerodynamischer Staudruck q_{1k} gemäß DIN EN 1991-2 in Abhängigkeit der Zuggeschwindigkeit, der Zugform und des Abstands zur Gleisachse.*
- ii) *Trägheitsbeanspruchung des Paneels infolge Eigenschwingung des Paneels.*
- iii) *Trägheitsbeanspruchung des Paneels infolge globaler Schwingung des Wandsystems.*

Der Nachweis im Grenzzustand der Ermüdung erfolgt mittels Vergleich des so berechneten Werts der Elementbeanspruchung mit der Dauerfestigkeit des Elements $q_{Rd,dyn}$.

Für die Ermittlung der tatsächlichen Pfostenverformung des Gesamtsystems infolge Zugvorbeifahrt – keine Überlagerung mit Windlasten – sind neben der direkten Einwirkung des aerodynamisch induzierten Staudrucks auch die Trägheitskräfte des Stahlpfostens und der angrenzenden Schallschutzelemente wirksam. Damit kann für die Ermittlung der Wandverformung die sogenannte q_{DS} -Last nach dem vereinfachten Verfahren aus Modul 804.5501 herangezogen werden (siehe auch vorhergehenden Punkt dieses Verwendungsleitfadens „Statische Ersatzlast infolge Druck-Sogwirkung aus Zugverkehr“).

Die nachstehende Tabelle dient einer Produkterstauswahl der in diesem Verwendungsleitfaden enthaltenen Aluminiumschallschutzelemente S160 und S200 mit einer Elementlänge von 5,0 m der Firma Forster Metallbau GmbH. Dabei werden typische planerische Randbedingungen für die Verwendung an den Strecken des Bundes ausgewählt. Die Kombination der drei Einflussfaktoren (mind. Gleisabstand, max. Zuggeschwindigkeit, Formfaktor k_1) entspricht den Festlegungen des Moduls 804.5501 (2013).

Im Anhang A sind diesem Dokument Produktdatenblätter mit beispielhaften Anwendungsgebieten beigelegt (diese sind ebenfalls als geprüfte Dokumente in EBA Zulassung angeführt). Unter Annahme der Planungsparameter aus Modul 804.5501 (Gleisabstand, Zuggeschwindigkeit und Formfaktor) wurde für einen Vorschlag zur Produkterstauswahl beispielhaft eine erste Wandeigenfrequenz von 3,8 Hz gewählt.

Geprüft

Gleisabstand	Zuggeschwindigkeit	Formfaktor	Vorschlag Produkterstauswahl
3,3 m	160 km/h	1,0	S160-ES, S160-BS
3,8 m	160 km/h	1,0	S160-ES, S160-BS
3,8 m	200 km/h	0,85	S200-ES, S200-BS
3,8 m	230 km/h	0,6	S200-ES, S200-BS

Tabelle: Zuordnung typischer Planungsparameter zur Produkterstauswahl (Elementlänge 5,0 m und 5,0 m über SOK)

Wie bereits unter diesem Punkt angeführt, ist für konkrete Projekte der Nachweis im Grenzzustand der Ermüdung unter Berücksichtigung der im technischen Datenblatt enthaltenen zugehörigen Grenzwerte zu führen. Gerne stehen auch die Mitarbeiter der Firma Forster Metallbau unterstützend zur Verfügung.

Wie bereits einleitend ausgeführt, sind die für den Nachweis der Schallschutzelemente im Grenzzustand der Ermüdung relevanten Einflussfaktoren – die erste Wandeigenfrequenz, die aerodynamisch induzierte Wandverformung aufgrund Zugvorbeifahrt, etc. – unabhängig von diesem Nachweis im Zuge der Planung der Lärmschutzwand vorab zu ermittelnde Eingangsdaten.

Es wird darauf hingewiesen, dass diese Nachweisführung nur die Eignung der Schallschutzelemente behandelt und keinerlei Aussagen hinsichtlich der restlichen Wandkomponenten beinhaltet. Diese Nachweise sind getrennt zu führen.

7. Überblick über die von der Fremdüberwachung zu überprüfenden Punkte

Die Firma Forster Metallbau GmbH besitzt ein Qualitätssicherungssystem nach ISO 9001:2001 bzw. ISO 9001:14001. Weiters besteht eine Zertifizierung durch einen Notified Body, basierend auf den Bezugsnormen EN 14388 sowie der EN 1090.

Ebenfalls liegt eine HPQ (Herstellerbezogene Produktqualifikation) für Schallschutzelemente gemäß DBS 918007 für die Forster Metallbau GmbH vor.

Unter Berücksichtigung der Anforderungen der RiL 804.5501 und den Auflagen aus der EBA-Zulassung wird eine entsprechende Überwachung seitens einer vom Eisenbahn-Bundesamt anerkannten PÜZ-Stelle durchgeführt.

Die seitens der PÜZ-Stelle geforderten Qualitätsschritte und deren Dokumentation sind in das bestehende ISO 9001 System (Verfahrens- bzw. Arbeitsanweisungen) eingebunden.

Geprüft

ANLAGE A

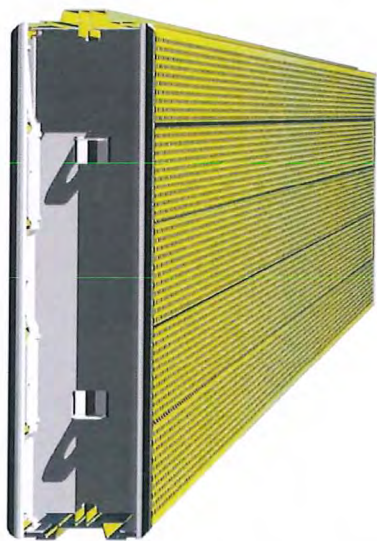
Beispiele für typische Anwendungsgebiete

Typische Anwendungsgebiete

Schallschutzelemente aus Aluminium

Typ "Forster S160-ES"

im Gültigkeitsbereich der RiLi 804.5501 (2013) der Deutsche Bahn AG



Werkstoff: Aluminium

Beschreibung: Aluminium Lärmschutzelement einseitig hochabsorbierend

Dämmplatte: 40 mm dicke Steinwollmatte, Raumgewicht ca. 100 kg/m³, Vorderseite mit schwarzem Glasvlies abgedeckt (hydrophob).

Sichtfläche der Lärmschutzpaneele gesickt, profiliert und einseitig gelocht

Abmessungen: Länge max. 5,0m ; max. Höhe 500mm

Minimaler Bemessungswert des Widerstandes gegenüber statischer Last: $q_{Rd,stat} = 3,5 \text{ kN/m}^2$

Minimaler Bemessungswert des Widerstandes gegenüber dynamischer Last: $q_{Rd,dyn} = 0,52 \text{ kN/m}^2$

Exemplarische Beispiele für Einsatzparameter:

Annahme: Erster Wandeigenfrequenz 3,8 Hz und q_{1k} bis max. Wandhöhe 5,0 über SOK

min. Gleisabstand	max. Zuggeschwindigkeit	Formfaktor k_1	max. zulässige Pfostenverformung aufgrund Zugvorbeifahrt
3,30 m	160 km/h	1,0	24 mm
3,80 m	160 km/h	1,0	31 mm

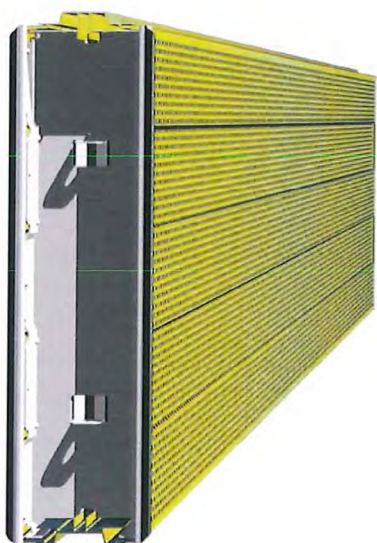
Anmerkung: Andere Parameterkonstellationen möglich unter Einhaltung der Grenzzustände lt. EBA Zulassung

Hinweis: bei Wandelementen mit Feldlängen kleiner 5,0m können die zulässigen Werte der Grenzzustände lt. EBA Zulassung im Verhältnis \rightarrow „5,0/tats. Feldlänge“ linear erhöht werden.

Geprüft

Typische Anwendungsgebiete Schallschutzelemente aus Aluminium Typ "Forster S160-BS"

im Gültigkeitsbereich der RiLi 804.5501 (2013) der Deutsche Bahn AG



Werkstoff: Aluminium

Beschreibung: Aluminium Lärmschutzelement beidseitig hochabsorbierend

Dämmplatte: 40 mm dicke Steinwollmatte, Raumgewicht ca. 100 kg/m³, Vorderseite mit schwarzem Glasvlies abgedeckt (hydrophob).

Sichtfläche der Lärmschutzpaneele gesickt, profiliert und beidseitig gelocht

Abmessungen: Länge max. 5,0m ; Höhe max. 500mm

Minimaler Bemessungswert des Widerstandes gegenüber statischer Last: $q_{k,stat} = 3,5 \text{ kN/m}^2$

Minimaler Bemessungswert des Widerstandes gegenüber dynamischer Last: $q_{k,dyn} = 0,93 \text{ kN/m}^2$

Exemplarische Beispiele für Einsatzparameter:

Annahme: Erster Wandeigenfrequenz 3,8 Hz und q_{1k} bis max. Wandhöhe 5,0 über SOK

min. Gleisabstand	max. Zuggeschwindigkeit	Formfaktor k_1	max. zulässige Pfostenverformung aufgrund Zugvorbeifahrt
3,30 m	160 km/h	1,0	31 mm
3,80 m	160 km/h	1,0	33 mm

Anmerkung: Andere Parameterkonstellationen möglich unter Einhaltung der Grenzzustände lt. EBA Zulassung

Hinweis: bei Wandelementen mit Feldlängen kleiner 5,0m können die zulässigen Werte der Grenzzustände lt. EBA Zulassung im Verhältnis \rightarrow „5,0/tats. Feldlänge“ linear erhöht werden.

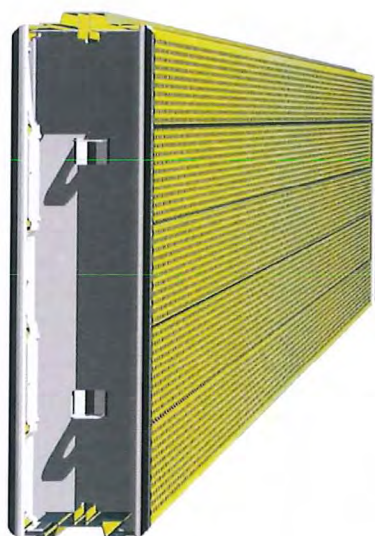
Geprüft

Typische Anwendungsgebiete

Schallschutzelemente aus Aluminium

Typ "Forster S200-ES"

im Gültigkeitsbereich der RiLi 804.5501 (2013) der Deutsche Bahn AG



Werkstoff: Aluminium

Beschreibung: Aluminium Lärmschutzelement einseitig hochabsorbierend

Dämmplatte: 40 mm dicke Steinwollmatte, Raumgewicht ca. 100 kg/m³, Vorderseite mit schwarzem Glasvlies abgedeckt (hydrophob).

Sichtfläche der Lärmschutzpaneele gesickt, profiliert und einseitig gelocht

Abmessungen: Länge max. 5,0m ; max. Höhe 500mm

Minimaler Bemessungswert des Widerstandes gegenüber statischer Last: $q_{Rd,stat} = 3,5 \text{ kN/m}^2$

Minimaler Bemessungswert des Widerstandes gegenüber dynamischer Last: $q_{Rd,dyn} = 0,60 \text{ kN/m}^2$

Exemplarische Beispiele für Einsatzparameter:

Annahme: Erster Wandeigenfrequenz 3,8 Hz und q1k bis max. Wandhöhe 5,0 über SOK

min. Gleisabstand	max. Zuggeschwindigkeit	Formfaktor k1	max. zulässige Pfostenverformung aufgrund Zugvorbeifahrt
3,80 m	200 km/h	0,85	31 mm
3,80 m	230 km/h	0,60	33 mm

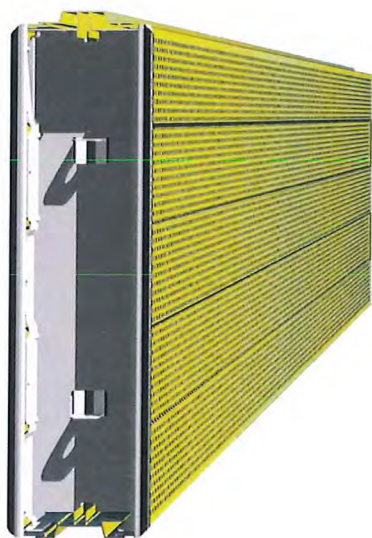
Anmerkung: Andere Parameterkonstellationen möglich unter Einhaltung der Grenzzustände lt. EBA Zulassung

Hinweis: bei Wandelementen mit Feldlängen kleiner 5,0m können die zulässigen Werte der Grenzzustände lt. EBA Zulassung im Verhältnis \rightarrow „5,0/tats. Feldlänge“ linear erhöht werden.

Geprüft

Typische Anwendungsgebiete Schallschutzelemente aus Aluminium Typ "Forster S200-BS"

im Gültigkeitsbereich der RiLi 804.5501 (2013) der Deutsche Bahn AG



Werkstoff: Aluminium

Beschreibung: Aluminium Lärmschutzelement beidseitig hochabsorbierend

Dämmplatte: 40 mm dicke Steinwollmatte, Raumgewicht ca. 100 kg/m³, Vorderseite mit schwarzem Glasvlies abgedeckt (hydrophob).

Sichtfläche der Lärmschutzpaneele gesickt, profiliert und beidseitig gelocht.

Abmessungen: Länge max. 5,0m ; max. Höhe 500mm

Minimaler Bemessungswert des Widerstandes gegenüber statischer Last: $q_{\text{rd,stat}} = 3,5 \text{ kN/m}^2$

Minimaler Bemessungswert des Widerstandes gegenüber dynamischer Last: $q_{\text{rd,dyn}} = 1,05 \text{ kN/m}^2$

Exemplarische Beispiele für Einsatzparameter:

Annahme: Erster Wandeigenfrequenz 3,8 Hz und q_{1k} bis max. Wandhöhe 5,0 über SOK

min. Gleisabstand	max. Zuggeschwindigkeit	Formfaktor k_1	max. zulässige Pfostenverformung aufgrund Zugvorbeifahrt
3,80 m	200 km/h	0,85	36 mm
3,80 m	230 km/h	0,60	34 mm

Anmerkung: Andere Parameterkonstellationen möglich unter Einhaltung der Grenzzustände lt. EBA Zulassung

Hinweis: bei Wandelementen mit Feldlängen kleiner 5,0m können die zulässigen Werte der Grenzzustände lt. EBA Zulassung im Verhältnis \rightarrow „5,0/tats. Feldlänge“ linear erhöht werden.

Geprüft