

Freigabe (Serien- / Anwenderfreigabe)

- Als Handlungsanweisung gemäß Rahmenrichtlinie 138.0202 -

TM: 4-2016-10003 I.NPF 2

Sachlich zugehörige Ril:	804
Ersatz für TM:	2012-184

TM-Titel / Handlungsbedarf:

**4-2016-10003 I.NPF 2 zu Ril 804: Anwendererklärung der Fa.
Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG, Transparente
Lärmschutzwände Typ T15-Acryl d15 und Typ T15-Acryl d20 für
Entwurfsgeschwindigkeiten bis 250 km/h und 300 km/h**

Inkraftsetzung am :	18.04.2016		
Umsetzungsfrist bis :			
Rückmeldung bis :		An:	

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

Mitzeichnung:**Fachlinie:**

I.NPP	<input checked="" type="checkbox"/>	gez. 06.04.2016	LST	<input type="checkbox"/>	
I.NVS 2	<input checked="" type="checkbox"/>	gez. 13.04.2016	Tk	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		EA	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		Oberbau	<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"/>	
	<input type="checkbox"/>				

Freigabe:

gez. Tilman Reisbeck, I.NPF 2 # 14.04.2016 gez. Jens ZA Müller, I.NPF 21 # 13.04.2016

Sachverhalt / Anlass / Begründung:

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 Engineering & Consulting	<input checked="" type="checkbox"/>	DVLV, Herr Ralph Brenner
<input type="checkbox"/>	DB Systemtechnik	<input checked="" type="checkbox"/>	DB Netz AG, Herr Peter Winter
<input type="checkbox"/>	DB Bahnbau Gruppe GmbH	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	EBA Herr Michael Fiedler	<input type="checkbox"/>	

Anlage:

Anwendererklärung
 Anwenderleitfaden
 Leitfaden Plexiglas Soundstop

Fachtechnische Stellungnahme

Anwendererklärung der Fa. Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG, Transparente Lärmschutzwände Typ T15-Acryl d15 und Typ T15-Acryl d20 für Entwurfsgeschwindigkeiten bis 250 km/h und 300 km/h

Für die Verwendung von transparenten Lärmschutzwandelementen, Typ T15-Acryl d15 und Typ T15-Acryl d20 einschließlich der EPDM - Dichtungs- sowie Hohlkammerprofile zur Elementlagerung der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG.

Die Elemente können an Strecken mit Geschwindigkeiten bis 250 km/h bzw. 300 km/h sowohl im oberen als auch im unterem Wandbereich von Wänden bis zu einer Höhe von 5,0 m über SO, für Pfostenabstände $\leq 2,50$ m auf Ingenieurbauwerken und $\leq 5,00$ m auf freier Strecke unter Einhaltung der Grenzparameter eingesetzt werden.

1. Anlass / Ausgangssituation

Mit Schreiben [U1] vom 09.10.2015 beantragt die Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG für die transparenten Lärmschutzwandelemente, Typ T15-Acryl d15 und Typ T15-Acryl d20 eine Anwendererklärung auf Grundlage der EBA Zulassung.

Diese Fachtechnische Stellungnahme beschränkt sich auf transparente Lärmschutzwandelemente, Typ T15-Acryl d15 und Typ T15-Acryl d20. Die transparenten Lärmschutzwandelemente bestehen aus einem umlaufenden Aluminiumrahmen, in den das Plexiglas Soundstop GSCC mit eingegossenen Polyamidfäden der Firma Evonik Röhm GmbH mit einer Nenndicke von $d = 15$ mm oder $d = 20$ mm nachgiebig gelagert ist.

2. Beteiligung des EBA

Die Zulassungen des EBA vom 22.09.2015 [U2] für transparente Lärmschutzwandelemente, Typ T15 - 15 und 20 mm, der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG wurde den Antragsunterlagen auf Anwendererklärung beigelegt. Die Zulassung ist bis zum **30.09.2020** befristet.

3. Stellungnahme, ggf. mit zusätzlichen Auflagen / Hinweise

Zu den Antragsunterlagen der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG für transparente Lärmschutzwandelemente Typ T15-Acryl d15 und Typ T15-Acryl d20 sind folgende Anmerkungen zu machen:

- 1.) Die transparenten Lärmschutzwandelemente der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG wurden von Herrn Dr.-Ing. Robert Hertle versuchstechnisch begleitet und gutachtlich bewertet [U5, U6, U7].

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 transparenten Lärmschutzwandelemente Typ T15-Acryl d15 und Typ T15-Acryl d20, der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG gelten für nachfolgende Anwendungsgrenzen:

Die Lärmschutzwandelemente sind sowohl für die Verwendung an konventionellen als auch an Strecken des Hochgeschwindigkeitsverkehrs mit Entwurfsgeschwindigkeiten bis 250 km/h bzw. 300 km/h konzipiert. An Hochgeschwindigkeitsstrecken darf der Gleisabstand nicht kleiner als 3,80 m und an Strecken mit Geschwindigkeiten bis $v = 160$ km/h nicht kleiner als 3,30 m sein. Der Pfostenabstand auf der freien Strecke beträgt max. 5,00 m und auf Ingenieurbauwerken max. 2,50 m.

Die Elemente dürfen bei Einhaltung folgender Randbedingungen verwendet werden:

- Streckengeschwindigkeit $V_{\text{zug}} \leq 250 \text{ km/h}$ (Typ T15-Acryl d15)
 $V_{\text{zug}} \leq 300 \text{ km/h}$ (Typ T15-Acryl d20)
- Wandhöhe über SO $h_w \leq 5,00 \text{ m}$
- Elementlänge (freie Strecke) $l_E \leq 5,00 \text{ m}$
 Windzone 1 bis 4
- Elementlänge (auf Ingenieurbauwerken) $l_E \leq 2,50 \text{ m}$
 Bezugshöhe $z_e \leq 100 \text{ m}$ Windzone 1 bis 4
- Typische Elementhöhen $h_E \leq 0,50 \text{ m}, 0,75 \text{ m} \text{ und } 1,00 \text{ m}$

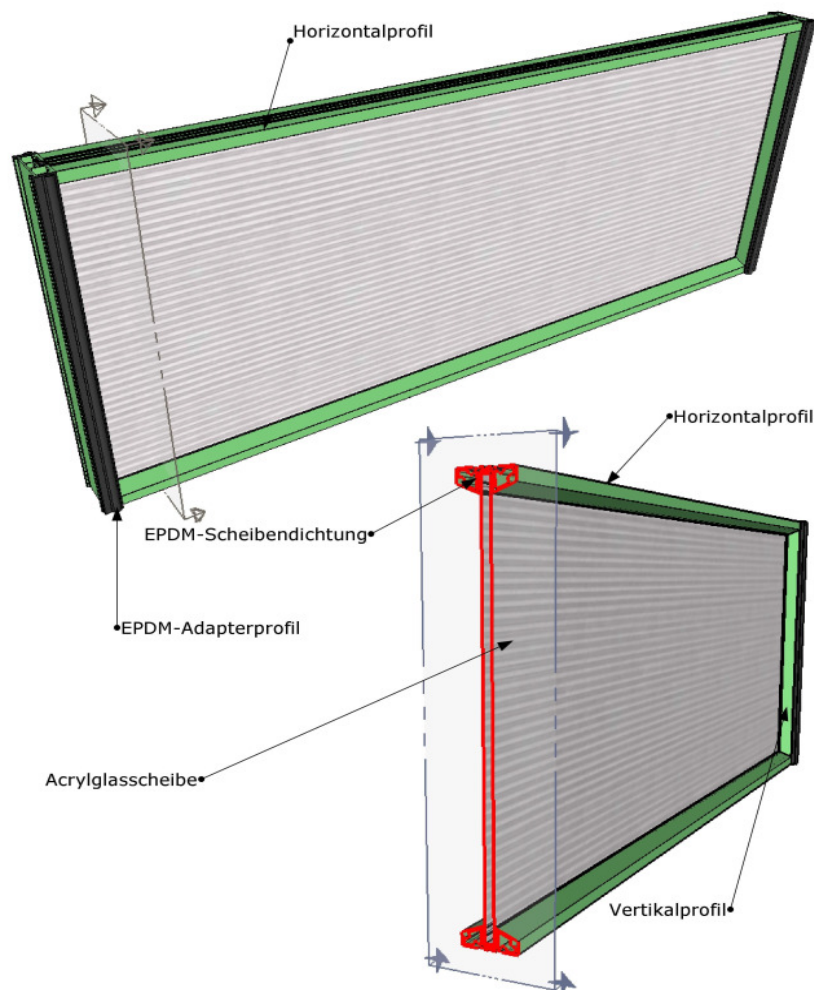


Bild 1: Transparentes Lärmschutzwandelemente Typ T15-Acryl

Werkstoffe:

- Rahmenprofile: EN 573 AW 6063 T6
- Ausfachung: Plexiglas Soundstop GSCC mit $d = 15 \text{ mm}$ bzw. $d = 20 \text{ mm}$ mit eingegossenen Polyamidfäden
- Koppелеlemente: EPDM-Profile nach DIN 7863

Die Elemente sind hinsichtlich der Elementbreite standardmäßig für den Einsatz in Pfostenprofilen HE_160 bis HE_240 konzipiert bzw. in Pfosten/Steher/Sonderprofilen mit vergleichbarem Kammermaß.

Es dürfen nur die oben und in der Zulassung [U2] genannten Werkstoffe verwendet werden.

3.) Wesentliche Eigenschaften und Widerstandswerte

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]
T15, d20	ja	ja	100	123	134	206
			750			
			500			
T15, d15	ja	ja	1000	123	134	206
			750			
			500			

Tabelle 1 Geometrische Eigenschaften

Elementtyp	Gewicht ¹⁾	Biegesteifig- keit EI ²⁾	Eigenfrequenz f		Torsions- weich ³⁾
	$L \leq 5,0 \text{ m}$	$L \leq 2,5 \text{ m}$			
	[kg/m] [kg/m ²]	[Nm ²] [Nm ² /m]	[Hz]	[Hz]	[ja/nein]
Typ T15-Acryl d20, h=1,00m	36,1	$\approx 0,46 \cdot 10^6$	$\approx 7,5$	$\approx 24,0$	ja
Typ T15-Acryl d20, h=0,75m	29,6		$\approx 8,3$	$\approx 30,0$	
Typ T15-Acryl d20, h=0,50m	23,2		$\approx 9,4$	$\approx 36,0$	
Typ T15-Acryl d15, h=1,00m	27,2	$\approx 0,46 \cdot 10^6$	$\approx 8,0$	$\approx 23,4$	ja
Typ T15-Acryl d15, h=0,75m	22,4		$\approx 8,9$	$\approx 30,9$	
Typ T15-Acryl d15, h=0,50m	17,5		$\approx 10,0$	$\approx 37,6$	

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 $q_{Rd,stat}$		Stapellast je Element $\Sigma V_{Rd,stat}$	Gegenläufige Pfostenverdrehung $\Delta \varphi_{Rd,stat}$
	$L \leq 5,0 \text{ m}$	$L \leq 2,5 \text{ m}$		
	[kN/m ²]	[kN/m ²]		
Typ T15-Acryl d20, h=1,00m	6,0	7,6	> 10	beliebig
Typ T15-Acryl d20, h=0,75m	8,2	12,6		
Typ T15-Acryl d20, h=0,50m	10,9	27,0		
Typ T15-Acryl d15, h=1,00m	3,4	4,7	> 10	beliebig
Typ T15-Acryl d15, h=0,75m	6,4	7,7		
Typ T15-Acryl d15, h=0,50m	10,9	17,3		

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

Elementtyp	Horizontale Flächenlast $q_{Rd,dyn}$		Gegenläufige Pfostenverdrehung $\Delta\varphi_{Rd,dyn}$ [mrad]
	$L \leq 5,0 \text{ m}$	$L \leq 2,5 \text{ m}$	
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
Typ T15-Acryl d20, h=1,00m	$\pm 1,8$	$\pm 2,6$	beliebig
Typ T15-Acryl d20, h=0,75m	$\pm 2,1$	$\pm 4,3$	
Typ T15-Acryl d20, h=0,50m	$\pm 3,0$	$\pm 7,4$	
Typ T15-Acryl d15, h=1,00m	$\pm 1,2$	$\pm 1,6$	beliebig
Typ T15-Acryl d15, h=0,75m	$\pm 2,1$	$\pm 2,7$	
Typ T15-Acryl d15, h=0,50m	$\pm 3,0$	$\pm 5,9$	

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

- 4.) Die experimentellen Untersuchungen im Rahmen der Zulassung wurden mit Plexiglas Soundstop GS CC der Fa. Evonik durchgeführt. Bei Verwendung dieses Materials ist bei Plattendicken mit $d = 15 \text{ mm}$ ein rechnerischer Nachweis der Plexiglasscheiben gemäß des Technischen Datenblattes der Fa. EVONIK [A2] erforderlich.
- 5.) Da die Lage eingebetteter Polyamidfäden gegossener transparenter Tafeln einen signifikanten Einfluss auf die Bemessungswerte der Biegezugfestigkeit in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Ermüdung hat, darf die Abweichung der Polyamidfäden von einer mittigen Lage einen Größtwert nicht überschreiten. Dieser ist in Abhängigkeit vom verwendeten Material, von der Plattennendicke und der Plattenstützweite zu ermitteln und im Technischen Datenblatt [A2] anzugeben. Die Überdeckung ist im Rahmen der Fertigungsüberwachung zu dokumentieren und die Dokumentation ist im Rahmen der Fremdüberwachung vorzulegen [U3].

Bei der Herstellung der Platten ist sicherzustellen, dass bei Verwendung von Polyamidfäden mit einem Durchmesser von 2,0 mm eine garantierte Mindestüberdeckung von 3,0 mm vorhanden ist. Die Überdeckung ist im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle mit geeigneten Methoden zu messen, die Ergebnisse sind zu dokumentieren und die Dokumentation ist im Rahmen der Fremdüberwachung vorzulegen [A2].

Scheiben ohne Polyamidfäden oder Scheiben aus extrudiertem Polymethylmethacrylat (PMMA) sind nicht zulässig.

- 6.) Die Lärmschutzelemente können mit anderen zugelassenen Elementen anderer Hersteller kombiniert werden, solange die nachfolgenden Punkte beachtet werden:
 - 7.1) Der kombinierte Einbau ist nur zulässig, wenn die Entkopplung durch zugelassene Adapterelemente sichergestellt ist. Werden Lärmschutzwandelemente der Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG beim kombinierten Einbau entkoppelt sind die entsprechenden Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Ermüdung in den Prüflauf der projektspezifischen bautechnischen Prüfung zu geben. Die Auswirkungen auf die betroffenen Lärmschutzwandelemente sind zu untersuchen [U2].
 - 7.2) Zusätzlich ist zu überprüfen, ob vom unteren Element die Stapellasten der darüber liegenden Elemente aufgenommen werden können (Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit). [U2]
 - 7.3) Einen Sonderfall stellt die Auflagerung auf Betonsockelelementen dar. Die Auflagerung ist ohne weiteren Nachweis zulässig, solange ein auf dem Beton aufgeklebtes Kompriband (z. B. ISO-BLOCO 300 oder gleichwertig) in zwei Streifen mit einer Breite von ca. 30 mm und einer Ausgangshöhe von 4 mm (Wickelmaß) angeordnet wird.

- 8.) Die Nachweise der Standsicherheit, der Gebrauchstauglichkeit sowie der Ermüdungsfestigkeit (Dauerfestigkeit) sind für die einzelnen Bauteile als auch für das Gesamtsystem der Lärmschutzanlage einschließlich der Gründung zu führen. Die Grenztragfähigkeiten bzw. -parameter nach 3.) sind einzuhalten. Die Einwirkungen sind für jeden Verwendungsfall gemäß den anerkannten Regeln der Technik in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten zu wählen und anzusetzen. Die Reaktion der Gründung auf dynamische Anregungen und ihre Auswirkung auf die Lärmschutzanlage sind zu untersuchen [U2].
- 9.) Die in der Zulassung [U2] unter V. angegebenen Nebenbestimmungen, Diskriminierungsfreier Netzzugang, Nachweisverfahren, Herstellung und Gütesicherung, Inspektion, Kennzeichnung etc. sind einzuhalten.
- 10.) Der Prüfbericht der DB Systemtechnik, Akustik und Erschütterungen T.TVI 32 (1), für den Nachweis der akustischen Eigenschaften lag den Antragsunterlagen bei. Die Elemente wurden mit dem Prüfbericht Akustik 14-21859-T.TVI32(1)-SSW_Bongard_T15-Acryl-d15 vom 30.09.2014 und dem Prüfbericht Akustik 12-18012_T.TVI32(1)_SSW_Bongard_T15_Acryl vom 17.09.2012 im Rahmen der akustischen Prüfung [U8, U9] hinsichtlich der Schalldämmung zum Einsatz bei der Deutschen Bahn AG unter folgender Einschränkung freigegeben.
Es ist zu beachten, dass für transparente Elemente kein Nachweis zur Absorption geführt wird, daher werden diese Elemente als schallreflektierend eingestuft. Die Elemente dürfen nur dort verbaut werden wo dies in der Fachplanung vorgesehen und im Genehmigungsbescheid vermerkt ist.
Die akustische Freigabe (Typ T15-Acryl d20) erfolgte nur für eine Konstellation aus SSW-Elementen, die mehrheitlich aus kleinen Elementen besteht, da das im Hallraum geprüfte Objekt aus einem großen Element (1 m Höhe) und drei kleinen Elementen (Höhe 0,5/0,5/0,41 m) bestand [U9].
Da das Prüfobjekt überwiegend aus Elementen mit einer Höhe von 500 mm bestand, gilt die akustische Freigabe (Typ T15-Acryl d15) nur für die Lärmschutzwand des Typs T15-Acryl-d15, wenn sie ausschließlich oder überwiegend aus Elementen der Höhe 500 mm besteht (d.h. die Anzahl der Elemente mit einer Höhe von 500 mm muss mindestens im Verhältnis 2:1 im Bezug zur Anzahl der Elemente mit einer Höhe von 1000 mm stehen).
Die akustischen Freigaben sind gültig bis zum **06.08.2017** (Typ T15-Acryl d20) und bis zum **09.07.2019** (Typ T15-Acryl d15).
- 11.) Die Elemente sind so zu kennzeichnen, dass Verwechslungen ausgeschlossen werden können. Die Kennzeichnung muss daher über die gesamte Nutzungsdauer beständig und lesbar sein. Zusätzlich zur Typbezeichnung Typ T15-Acryl d15 und Typ T15-Acryl d20 muss das Aktenzeichen der Zulassung und das Herstellungsdatum angegeben werden.
- 12.) Für die Nachweisverfahren, Herstellung und Gütesicherung sowie der Inspektion gelten die Regelungen die in der Zulassung [U2] angegeben sind.
- 13.) 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 [U2].
- 14.) 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 definierten Anforderungen werden als ausreichend erfüllt angesehen.

Die Anwendererklärung der transparenten Lärmschutzwandelemente, Typ T15-Acryl d15 und Typ T15-Acryl d20 der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG wird bei Einhaltung der in den Antragsunterlagen angegebenen erforderlichen Nachweisen und bei Beachtung der Ausführungen unter 3. hiermit erteilt.

5. Unterlagen und Normen

- [U1] Antragsunterlagen einschließlich der Technischen Unterlagen vom 09.10.2015 der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG
- [U2] EBA -Zulassung 21.51-21izbia/021-2101#007-(010/14-ZUL) vom 22.09.2015
- [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] Ril 804 Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instandhalten Modul 5501 "Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken"
- [U5] 1. Prüfbericht Nr. 866 aufgestellt am 07.02.2012 durch Prüfenieur Dr.-Ing. Robert Hertle, Bussardstrasse 8, 82166 Gräfeling
- [U6] 2. Prüfbericht Nr. 866 aufgestellt am 21.08.2014 durch Prüfenieur Dr.-Ing. Robert Hertle, Bussardstrasse 8, 82166 Gräfeling
- [U7] 3. Prüfbericht Nr. 866 aufgestellt am 24.03.2015 durch Prüfenieur Dr.-Ing. Robert Hertle, Bussardstrasse 8, 82166 Gräfeling
- [U8] Prüfbericht Akustik 4-21859-T.TVI32(1)-SSW_Bongard_T15-Acryl-d15 vom 30.09.2014
- [U9] Prüfbericht Akustik 12-18012_T.TVI32(1)_SSW_Bongard_T15_Acryl vom 17.09.2012
- [U10] Technisches Datenblatt Transparentes Lärmschutzelement „Typ T15-Acryl d15“ und „Typ T15-Acryl d20“, der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG. vom 20.08.2014
- [U11] Rechnerische Untersuchung und Versuche zur Feststellung der statischen Grenztragfähigkeit und der Ermüdungsfestigkeit des Lärmschutzelementes T15 der Fa. Bongard & Lind im Rahmen des Zulassungsverfahrens beim Eisenbahn-Bundesamt, Projekt-Nr: 14-09, 3. Ausfertigung, Ingenieurbüro Prof. Dr. – Ing. Othmar Springer, Ringstrasse 9, 84095 Furth b. Landshut vom 27.07.2014
- [U12] Durchführung und Dokumentation von Anprallversuchen an transparenten Lärmschutzelementen des Herstellers Bongard & Lind mit eingebauten PMMA-Scheiben "PLEXIGLAS® Soundstop GS CC" mit einer Nenndicke von 15 mm für Hochgeschwindigkeitsstrecken im Rahmen des EBA-Zulassungsverfahrens, ofi-Technologie & Innovation GmbH vom 22.05.2014
- [U13] Untersuchungsbericht Nr. 110004/KS, Statische und dynamische Versuche an Lärmschutzelementen „Bongard & Lind“, Technische Universität München, MPA Bau, Abteilung für das Bauwesen, Prof. Dr. – Ing. M. Mensinger Theresienstrasse 90, 80333 München vom 09.11.2011
- [U14] Typ T15, Statischer Belastungsversuch (mit Scheibe), der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG vom 07.02.12

- [U15] Kenngrößen zum Nachweis der Tragfähigkeit und der Ermüdungsfestigkeit von Plexiglas® Soundstop GS, XT und GsCC der Evonik Para-Chemie GmbH vom 07/10
- [U16] Prüfbericht Nr.: 300.161-d, ofi Tchnologie & Innovation GmbH, PMMA-Tafel „Plexiglas® Soundstop GS CC“ Prüfung auf Verhalten beim Anprall nach prEN 1794-2:2002 vom 07.05.2003
- [U17] Konzept zur Sanierung der durch eventuellen Verschleiß betroffenen Teile am transparenten Lärmschutzelement Typ T15, der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG vom 26.10.11
- [U18] Konstruktionszeichnungen Zeichn Nr. 10-114-00, 10-100-00, 10-101-00 bis 10-101-05, 11-08-00, 11-08-01, 11-08-05, 11-08-06, 11-80-00, 11-80-01, der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG.

6. Anlagen

- [A1] Verwendungsleitfaden Transparentes Lärmschutzelement „Typ T15-Acryl d15“ und „Typ T15-Acryl d20“, der Firma Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG. vom 20.08.2014
- [A2] Technisches Datenblatt für die Tragwerksplanung von Elementen aus PLEXIGLAS® Soundstop GS bzw. GS CC der EVONIK Industries AG zum Einsatz in transparenten Lärmschutzwandelementen an Hochgeschwindigkeitsstrecken der Deutschen Bahn AG nach Modul 804.5501 und EBA-Zulassung 21 izbia/0 18-21 01 #031-(044/13-ZU L) vom 20.04.2015

i. A. gez. Neudeck

3. Ausfertigung



Lärmschutzsysteme
Noise Protection Systems

Verwendungsleitfaden

Stand: 20.08.2014

Bongard & Lind Noise Protection
GmbH & Co.KG

Bongard-und-Lind-Straße 1
56414 Weroth

T +49 (0) 6435 90 80 200

F +49 (0) 6435 90 80 320

Transparente Lärmschutzelemente

Typ T15-Acryl d20

Typ T15-Acryl d15

Hinsichtlich der Standsicherheit geprüft

1. Allgemeines / Beschreibung des Elements

2.

Prüfbericht
Nr.

2.5

vom

21.08.14

Das transparente Lärmschutzelement „Typ T15“ besteht aus einem rechteckigen Rahmen aus Aluminiumstrangpressprofilen, in dem eine transparente Scheibe – die sogenannte Füllung – angeordnet wird.

Prof. Dr.-Ing. Robert Hertle
Prüfingenieur für Standsicherheit

Bussardstraße 8 82166 Gräfelfing

Tel. 089 / 8 98 06 70 - Fax 089 / 89 80 67 50

Folgende Füllungsvarianten stehen zur Verfügung:

Anerkannt mit Urkunde vom 03/05/2000 Nr. IIB8 - 4117 12 - HRT/90

Erweitert mit Urkunde vom 31/10/2008 Nr. IIB8 - 4117 12 - HRT/90

Verlängert mit Bescheid vom 26/04/2005 Nr. IIB8 - 4117 12 - HRT/90

Gräfelfing, den

21.08.14

Prüfingenieur

- Acrylglas Plexiglas Soundstop® GS CC, $d_n = 20 \text{ mm}$ (Elementbezeichnung "-Acryl d20")

- Acrylglas Plexiglas Soundstop® GS CC, $d_n = 15 \text{ mm}$ (Elementbezeichnung "-Acryl d15")

Die Auflagerung der Elemente in den Vertikalprofilen erfolgt linienförmig über EPDM-Profile, die auf beiden Elementseiten angeordnet sind.



Anwendungsgebiete

Lärmschutzwände an Strecken der Deutschen Bahn AG mit ein- oder beidseitigem Zugverkehr

- Zughäufigkeit: Beliebige (dauerfeste Auslegung der Elemente)
- Streckengeschwindigkeit ^{1),2)}:
 $V_{\text{Zug}} \leq 300 \text{ km/h}$ (Typ T15-Acryl d20)
 $V_{\text{Zug}} \leq 250 \text{ km/h}$ (Typ T15-Acryl d15)
- Regelpfostenabstand: $a_p \leq 5,00 \text{ m}$ (Wände auf freier Strecke)
 $a_p \leq 2,50 \text{ m}$ (Wände auf Ingenieurbauwerken)
- Wandhöhe: $h \leq 5,00 \text{ m}$ über SO
- Minimaler Gleisabstand: $a_g \geq 3,30 \text{ m}$ (Zuggeschwindigkeit $V_{\text{Zug}} \leq 160 \text{ km/h}$)
 $a_g \geq 3,80 \text{ m}$ (Zuggeschwindigkeit $V_{\text{Zug}} > 160 \text{ km/h}$)
- Pfostenprofile: Vorzugsweise HE_-Reihe (HE_160 bis HE_240) bzw. Sonderprofil mit gleichem Einbauraum
- Zulässige Elementkombinationen: Beliebige Elementtypen aus Stahl, Aluminium oder Stahlbeton mit rechteckiger Aufstandsfläche

Die Elemente sind jeweils durch geeignete Maßnahmen von Elementen anderen Typs dynamisch zu entkoppeln.
- Windzonen ²⁾: Windzonen 1 bis 4 (Wände auf freier Strecke,
Wände auf Ingenieurbauwerken)
Bezugshöhe $z_e \leq 100 \text{ m}$ (Wände auf Ingenieurbauwerken)

¹⁾ Standardanwendungsfall gemäß Vorgaben der Deutschen Bahn AG:

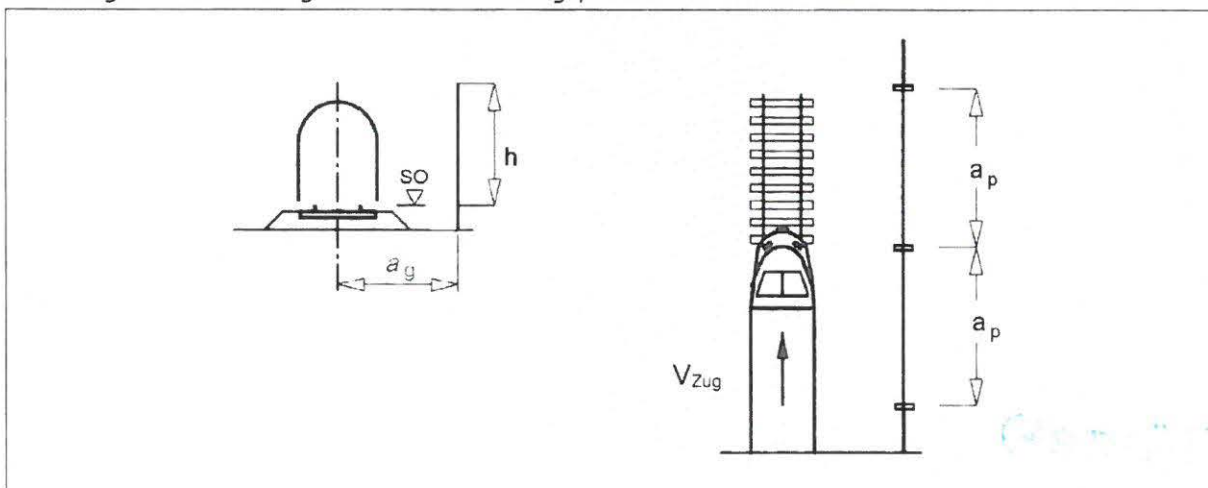
Maximaler Pfostenabstand, maximale Wandhöhe, minimaler Gleisabstand.

Ermittlung der Einwirkungen mit dem vereinfachten Verfahren der RIL 804.5501 [1]

²⁾ Für eventuell einzuhaltende Randbedingungen siehe Abschnitt 6.

Eine Abweichung von den oben aufgeführten Anwendungsparametern bedarf einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) durch das Eisenbahnbundesamt sowie ein einer unternehmensinternen Genehmigung (UiG) der DB Netz AG.

Abbildung 1: Bemessungsrelevante Trassierungsparameter



2. Eigenschaften

Die geometrischen und mechanischen Eigenschaften der Lärmschutzwandelemente sind in den Tabellen 1 bis 2 zusammengefasst und sind für die Ermittlung des dynamischen Verhaltens der Wandkonstruktion zu verwenden. Die Berechnungen dürfen mit Elementlänge = Pfostenabstand durchgeführt werden. Die Masse der Lärmschutzelemente ist über die Elementlänge gleichmäßig verteilt anzusetzen. Die angegebenen Werte für die Eigenfrequenzen beziehen sich auf die Elemente inklusive der Auflagerprofile.

Bei der Anwendung des vereinfachten Verfahrens der Ril 804.5501 [1] zur Ermittlung der Druck-Sog-Lasten aus Zugverkehr darf das Element als torsionsweich angesehen werden.

Tabelle 1: Geometrische Eigenschaften

Elementtyp	Pfostenabstand L		Max. Höhe H_{\max}	Breite B	Einbauraum/ Kammermaß	
	$L \leq 5,0 \text{ m}$	$L \leq 2,5 \text{ m}$			min	max
	[ja/nein]	[ja/nein]			[mm]	[mm]
T15-Acryl d20/d15, h=1,00m	ja	ja	1000	123	134	206
T15-Acryl d20/d15, h=0,75m			750			
T15-Acryl d20/d15, h=0,50m			500			

Tabelle 2: Mechanische Eigenschaften

Elementtyp	Gewicht ¹⁾	Biegesteifigkeit EI ²⁾	Eigenfrequenz f		Torsionsweich ³⁾
			$L \leq 5,0 \text{ m}$	$L \leq 2,5 \text{ m}$	
	<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]
T15-Acryl d20, h=1,00m	36,1	$\approx 0,46 \cdot 10^6$	$\approx 7,5$	$\approx 24,0$	ja
T15-Acryl d20, h=0,75m	29,6		$\approx 8,3$	$\approx 30,0$	
T15-Acryl d20, h=0,50m	23,2		$\approx 9,4$	$\approx 36,0$	
T15-Acryl d15, h=1,00m	27,2	$\approx 0,46 \cdot 10^6$	$\approx 8,0$	$\approx 23,4$	ja
T15-Acryl d15, h=0,75m	22,4		$\approx 8,9$	$\approx 30,9$	
T15-Acryl d15, h=0,50m	17,5		$\approx 10,0$	$\approx 37,6$	

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

3. Widerstandswerte der Elemente

Für den Nachweis der statischen Tragfähigkeit bzw. der Ermüdungssicherheit der Lärmschutzelemente gelten folgende statische Grenzlaster $q_{Rd,stat}$ (Tabelle 3) bzw. ermüdungsrelevante Grenzlaster $q_{Rd,dyn}$ (Tabelle 4).

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

Elementtyp	Horizontale Flächenlast $q_{Rd,stat}$		Stapellast $\Sigma V_{Rd,stat}$	Gegenläufige Pfostenverdrehung $\Delta\phi_{Rd,stat}$
	$L \leq 5,0 \text{ m}$	$L \leq 2,5 \text{ m}$		
	[kN/m ²]	[kN/m ²]		
T15-Acryl d20, h=1,00m	6,0	7,6	> 10	beliebig
T15-Acryl d20, h=0,75m	8,2	12,6		
T15-Acryl d20, h=0,50m	10,9	27,0		
T15-Acryl d15, h=1,00m	3,4	4,7	> 10	beliebig
T15-Acryl d15, h=0,75m	6,4	7,7		
T15-Acryl d15, h=0,50m	10,9	17,3		

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

Elementtyp	Horizontale Flächenlast $q_{Rd,dyn}$		Gegenläufige Pfostenverdrehung $\Delta\phi_{Rd,stat}$
	$L \leq 5,0 \text{ m}$	$L \leq 2,5 \text{ m}$	
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
T15-Acryl d20, h=1,00m	$\pm 1,8$	$\pm 2,6$	beliebig
T15-Acryl d20, h=0,75m	$\pm 2,1$	$\pm 4,3$	
T15-Acryl d20, h=0,50m	$\pm 3,0$	$\pm 7,4$	
T15-Acryl d15, h=1,00m	$\pm 1,2$	$\pm 1,6$	beliebig
T15-Acryl d15, h=0,75m	$\pm 2,1$	$\pm 2,7$	
T15-Acryl d15, h=0,50m	$\pm 3,0$	$\pm 5,9$	

Für die Lärmschutzelemente ist grundsätzlich ein projektspezifischer rechnerischer Nachweis auf der Grundlage des Moduls 804.5501, Ausgabe 01-2013 erforderlich. Die darin enthaltenen Angaben zu den Einwirkungen und den erforderlichen Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweisen sind in Abschnitt 4 zusammengefasst. Hinweise für die hierfür erforderliche Ermittlung der Eigenfrequenz des Wandsystems sind in Abschnitt 5 aufgeführt.

Auf einen detaillierten rechnerischen Nachweis darf projektspezifisch verzichtet werden, wenn für das Projekt die in Abschnitt 6 aufgeführten Randbedingungen eingehalten sind.

Geprüft

4. Einwirkungen und erforderliche Nachweise

4.1 Einwirkungen

4.1.1 Einwirkungen aus Wind

Für freistehende Wände sind die charakteristischen Windlasten w_k gemäß DIN EN 1991-1-4, Abschnitt 7.4 [4] zu ermitteln. Für Wände auf Ingenieurbauwerken sind die Windlasten DIN EN 1991-1-4/NA, Anhang NA.N [4] zu entnehmen.

4.1.2 Einwirkungen aus Zugverkehr

Die quasi-statischen Ersatzlasten $\pm q_{DS}$ für Druck-Sogeinwirkungen aus Zugverkehr sind nach Modul 804.5501, Abschnitt 5 [1] zu ermitteln. Für die Ermittlung des Dynamikbeiwertes zur Erfassung der dynamischen Effekte ist das System für die Ermittlung der niedrigsten Eigenfrequenz des Wandsystems nach Abschnitt 5 zu idealisieren.

4.2 Nachweis der statischen Tragfähigkeit

Der projektspezifische Nachweis der Tragfähigkeit nach Ril 804.5501 [1] ist für die Lärmschutzwandelemente erfüllt, falls folgende Gleichungen (1) und (2) erfüllt sind:

$$(1) \quad \gamma_{Q,DS} \cdot |q_{DS}| + \gamma_{Q,W} \cdot \psi_{Q,W} \cdot w_k \leq q_{Rd,stat}$$

$$(2) \quad \gamma_{Q,W} \cdot w_k \leq q_{Rd,stat}$$

mit

$$\gamma_{Q,DS} = 1,3$$

$$\gamma_{Q,W} = 1,5$$

$$\psi_{Q,W} = 0,6$$

$$q_{Rd,stat} \text{ gemäß Tabelle 3}$$

4.3 Nachweis der Ermüdungssicherheit

Der projektspezifische Nachweis der Ermüdungssicherheit bzw. Dauerfestigkeit nach Ril 804.5501 [1] ist für die Lärmschutzwandelemente erfüllt, falls folgende Gleichung (3) erfüllt ist:

$$(3) \quad |q_{DS}| \leq q_{Rd,dyn}$$

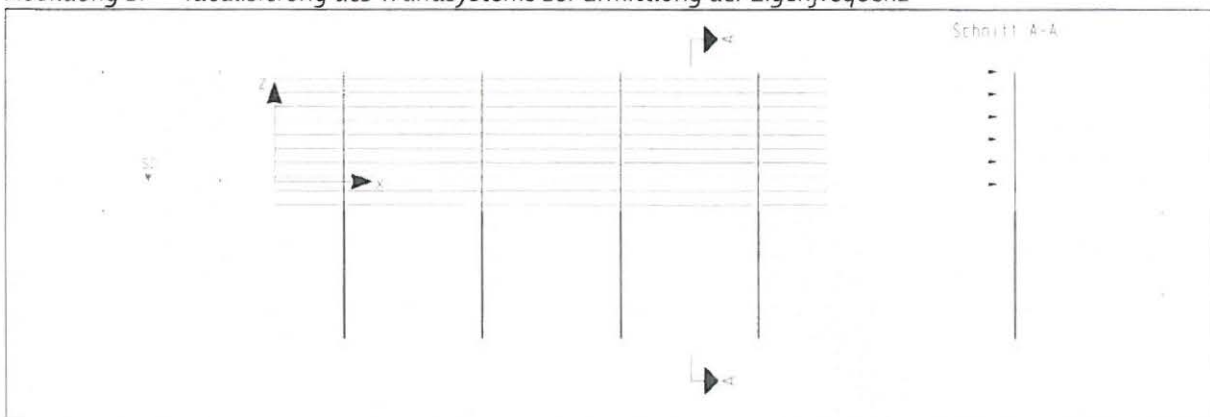
mit

$$q_{Rd,dyn} \text{ gemäß Tabelle 4}$$

5. Idealisierung des Wandsystems zur Ermittlung der Eigenfrequenz

Für die Ermittlung der niedrigsten Eigenfrequenz des Wandsystems ist das Wandsystem prinzipiell gemäß Abbildung 2 zu idealisieren. Die hierbei anzusetzenden Biegesteifigkeiten und Massen der Wandelemente, die als torsionsweiche Balkenelemente mit einer gelenkigen Lagerung in den Vertikalpfosten zu modellieren sind, sind Tabelle 3 zu entnehmen. Der Bettungsverlauf der Vertikalpfosten ist gemäß Modul 804.5501, 5.4.1(6) [1] anzusetzen.

Abbildung 2: Idealisierung des Wandsystems zur Ermittlung der Eigenfrequenz



Geprüf



6. Standardanwendungen

Die erforderlichen projektspezifischen Nachweise der statischen Tragfähigkeit gemäß Abschnitt 4.2 und der Ermüdungssicherheit gemäß Abschnitt 4.3 können projektspezifisch als erfüllt angesehen werden, wenn für das Projekt die in den Tabelle 5a/b und 6a/b bzw. 7a/b enthaltenen Randbedingungen erfüllt sind.

Tabelle 5a – T15-Acryl d20 – Erforderliche Mindesteigenfrequenzen des Wandsystems

$V_{Zug} \leq 300 \text{ km/h}$ Gleisabst. $a_g \geq 3,8 \text{ m}$	Mindesteigenfrequenz f der Lärmschutzwand [Hz]					
	Elementlänge 5,00 m			Elementlänge 2,50 m		
	Elementhöhe			Elementhöhe		
Wandhöhe [m]	1,00 m	0,75 m	0,50 m	1,00 m	0,75 m	0,50 m
$\leq 2,5$	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig
3,0	4,8					
3,5	5,3					
4,0	5,8					
4,5	6,2					
5,0	6,6	4,9	5,3			

$V_{Zug} \leq 250 \text{ km/h}$ Gleisabst. $a_g \geq 3,8 \text{ m}$	Mindesteigenfrequenz f der Lärmschutzwand [Hz]					
	Elementlänge 5,00 m			Elementlänge 2,50 m		
	Elementhöhe			Elementhöhe		
Wandhöhe [m]	1,00 m	0,75 m	0,50 m	1,00 m	0,75 m	0,50 m
$\leq 5,0$	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig

$V_{Zug} \leq 160 \text{ km/h}$ Gleisabst. $a_g \geq 3,3 \text{ m}$	Mindesteigenfrequenz f der Lärmschutzwand [Hz]					
	Elementlänge 5,00 m			Elementlänge 2,50 m		
	Elementhöhe			Elementhöhe		
Wandhöhe [m]	1,00 m	0,75 m	0,50 m	1,00 m	0,75 m	0,50 m
$\leq 5,0$	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig

Tabelle 5b – T15-Acryl d15 – Erforderliche Mindesteigenfrequenzen des Wandsystems

V _{Zug} ≤ 300 km/h Gleisabst. a _g ≥ 3,8 m	Mindesteigenfrequenz f der Lärmschutzwand [Hz]						
	Elementlänge 5,00 m			Elementlänge 2,50 m			
	Elementhöhe			Elementhöhe			
Wandhöhe [m]	1,00 m	0,75 m	0,50 m	1,00 m	0,75 m	0,50 m	
1,0	6,0	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	
1,5	6,6						
2,0	7,1						
2,5	7,5						
3,0	8,0						
3,5	*)	4,9	beliebig	5,3			
4,0				5,8			
4,5				6,4			
5,0				6,9			
				7,4			
				7,7			
				8,0			

$V_{Zug} \leq 250 \text{ km/h}$ Gleisabst. $a_g \geq 3,8 \text{ m}$	Mindesteigenfrequenz f der Lärmschutzwand [Hz]					
	Elementlänge 5,00 m			Elementlänge 2,50 m		
	Elementhöhe			Elementhöhe		
	1,00 m	0,75 m	0,50 m	1,00 m	0,75 m	0,50 m
Wandhöhe [m]						
$\leq 2,5$	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig
3,0	4,5					
3,5	4,9					
4,0	5,3					
4,5	5,6					
5,0	5,9					

$V_{Zug} \leq 160 \text{ km/h}$ Gleisabst. $a_g \geq 3,3 \text{ m}$	Mindesteigenfrequenz f der Lärmschutzwand [Hz]					
	Elementlänge 5,00 m			Elementlänge 2,50 m		
	Elementhöhe			Elementhöhe		
	1,00 m	0,75 m	0,50 m	1,00 m	0,75 m	0,50 m
Wandhöhe [m]						
$\leq 5,0$	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig

^{*)} ... Ausführung nicht möglich, da die erforderliche Mindesteigenfrequenz der Lärmschutzwand höher ist als die Eigenfrequenz des Lärmschutzelements

Tabelle 6a – T15-Acryl d20 – Erforderliches l/h -Verhältnis für Wände auf freier Strecke

Wandbereich	(l/h) = Wandlänge / Wandhöhe							
	Wind- zone 1	Windzone 2		Windzone 3		Windzone 4		
	Binnen- land	Binnen- land	Küste, Inseln	Binnen- land	Küste, Inseln	Binnen- land	Küste, Inseln Ostsee	Inseln Nord- see
A	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	$\leq 8,00$	$\leq 4,87$
B, C, D							beliebig	beliebig

Tabelle 6b – T15-Acryl d15 – Erforderliches l/h -Verhältnis für Wände auf freier Strecke

	(l/h) = Wandlänge / Wandhöhe							
	Wind- zone 1	Windzone 2		Windzone 3		Windzone 4		
Wandbereich	Binnen- land	Binnen- land	Küste, Inseln	Binnen- land	Küste, Inseln	Binnen- land	Küste, Inseln Ostsee	Inseln Nordsee
A	beliebig	≤ 7,40	≤ 3,33	≤ 3,83	*)	*)	*)	*)
B		beliebig	beliebig	beliebig	≤ 7,33	beliebig	≤ 4,15	≤ 3,30
C					≤ 8,83		≤ 6,00	
D					beliebig		beliebig	

^{*)} ... Ausführung mit Elementhöhe $h=1,00\text{m}$ nicht möglich, für $h=0,75\text{m}$ und $h=0,50\text{m}$ beliebig

Tabelle 7a – T15-Acryl d20 – Erforderliches b/d-Verhältnis für den Brückenüberbau (Wände auf Ingenieurbauwerken)

	(b/d) = Brückenbreite / Höhe von OK Lärmschutzwand bis UK Tragkonstruktion			
Bezugshöhe der Brücke	Windzone 1 und 2		Windzone 3 und 4	
	Binnenland	Küste	Binnenland	Küste
$z_e \leq 100 \text{ m}$	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig

Tabelle 7b – T15-Acryl d15 – Erforderliches b/d-Verhältnis für den Brückenüberbau (Wände auf Ingenieurbauwerken)

	(b/d) = Brückenbreite / Höhe von OK Lärmschutzwand bis UK Tragkonstruktion			
Bezugshöhe der Brücke	Windzone 1 und 2		Windzone 3 und 4	
	Binnenland	Küste	Binnenland	Küste
$z_e \leq 20 \text{ m}$	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig
$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$			$\geq 0,60$	$\geq 1,52$
$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$			$\geq 1,71$	$\geq 2,33$

7. Überblick über die von der Fremdüberwachung zu überprüfenden Punkte

Die Eigenüberwachung wird entsprechend der Ril 804.5501, Abschnitt 8 [1] im Rahmen einer werkseigenen Produktionskontrolle durchgeführt, die eine Überprüfung der Eingangsstoffe, sowie eine Fertigungs- und Endkontrolle umfasst. Die Fremdüberwachung des Produktes selbst erfolgt durch den TÜV Nord während der regelmäßigen Audits.

8. Verwendete Unterlagen und technische Regelwerke

- [1] Richtlinie 804.5501: Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke. Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken; Stand: 01.01.2013
- [2] Leitfaden für die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen für Wandelemente von Lärmschutzwänden im Anwendungsbereich der DB im Rahmen des Zulassungsverfahrens beim Eisenbahnbundesamt; Stand: 01.12.2013
- [3] DIN EN 1991-2: 2010-12 i. V. m. DIN EN 1991-2/NA: 2012-08 – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken
- [4] DIN EN 1991-1-4: 2010-12 i. V. m. DIN EN 1991-1-4/NA: 2010-12 – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten
- [5] DIN EN 1999-1-1: 2011-11 i. V. m. DIN EN 1999-1-1/NA: 2013-05 – Eurocode 9 – Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerke – Allgemeine Bemessungsregeln
- [6] DIN EN 1999-1-3: 2011-11 i. V. m. DIN EN 1999-1-3/NA: 2013-01 – Eurocode 9 – Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerke – ermüdungsbeanspruchte Tragwerke
- [7] DIN EN 1090-1: 2012-02 und DIN EN 1090-3: 2008-09
- [8] Technisches Datenblatt für die Tragwerksplanung von Elementen aus PLEXIGLAS® Soundstop GS bzw. GS CC der EVONIK Industries AG zum Einsatz in transparenten Lärmschutzwandelementen an Hochgeschwindigkeitsstrecken der Deutschen Bahn AG nach Modul 804.5501 und EBA-Zulassung; EBA-Zulassung 2112bia/018-2101#031-(044/13-ZUL) mit Geltungsdauer vom 28/05/2014 bis 31/05/2019
- [9] EBA-Zulassung 21.51-2112bia/012-2101#039-(053/10-ZUL): Zulassung für transparente Lärmschutzwandelemente vom Typ T15 der Fa. Bongard & Lind Noise Protection GmbH & Co. KG für die Verwendung an Strecken der Eisenbahnen des Bundes vom 10.05.2012 (gültig bis 30.05.2017)

Geprüft



**Technisches Datenblatt für die Tragwerksplanung von
Elementen aus PLEXIGLAS® Soundstop GS bzw. GS CC
der EVONIK Industries AG
zum Einsatz in transparenten Lärmschutzwandelementen
an Hochgeschwindigkeitsstrecken der Deutschen Bahn AG
nach Modul 804.5501 und EBA-Zulassung**

**EBA-Zulassung
21izbia/018-2101#031-(044/13-ZUL)**



Seiten 1- 9

Fassung 20. April 2015

**EVONIK Industries AG
Kirschenallee
64293 Darmstadt**

INHALT

1	Allgemeines	3
2	Werkstoffeigenschaften.....	3
2.1	Allgemeines	3
2.2	Ermüdungsfestigkeit.....	4
3	Einwirkungen.....	5
3.1	Allgemeines	5
3.2	Einwirkungen aus Wind.....	5
3.3	Druck-Sog-Einwirkungen aus Zugverkehr	5
3.4	Bemessungswerte der Einwirkungen und Schnittgrößen für den Grenzzustand der Tragfähigkeit	5
3.5	Bemessungswerte der Biegemomente im Grenzzustand der Ermüdung	5
4	Widerstände.....	6
4.1	Allgemeines	6
4.2	Biegetragfähigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit	6
4.3	Ermüdungsfestigkeit.....	7
5	Ergänzende Regelungen.....	7
6	Regelwerke	8

1 Allgemeines

Transparente Lärmschutzwände im Bereich der Deutschen Bahn AG sind nach Modul 804.5501 [1] und DIN EN 1990 [2] auf der Grundlage des in diesen Regelwerken verankerten semiprobabilistischen Nachweiskonzeptes zu bemessen. Es ist grundsätzlich ein Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und für den Grenzzustand der Ermüdung erforderlich.

Grenzzustand der Tragfähigkeit: $E_d \leq R_d$ (1)

Grenzzustand der Ermüdung: $E_{d,f} \leq R_{d,f}$ (2)

Da für Acrylglas (PMMA) in Modul 804.5501 [1] keine Regelungen enthalten sind, wird nachfolgend ein Nachweiskonzept angegeben, das die grundlegenden Anforderungen in Modul 804.5501 erfüllt.

Die Zulassung für den Werkstoff PLEXIGLAS® Soundstop GS bzw. GS CC der EVONIK Industries AG regelt ausschließlich materialspezifische Parameter zur Bemessung des Acrylglases. Zusätzlich sind weitere Randbedingungen, die in den jeweiligen Zulassungen der transparenten Lärmschutzwandelemente enthalten sind, grundsätzlich zu beachten. Siehe hierzu auch Abschnitt 5.

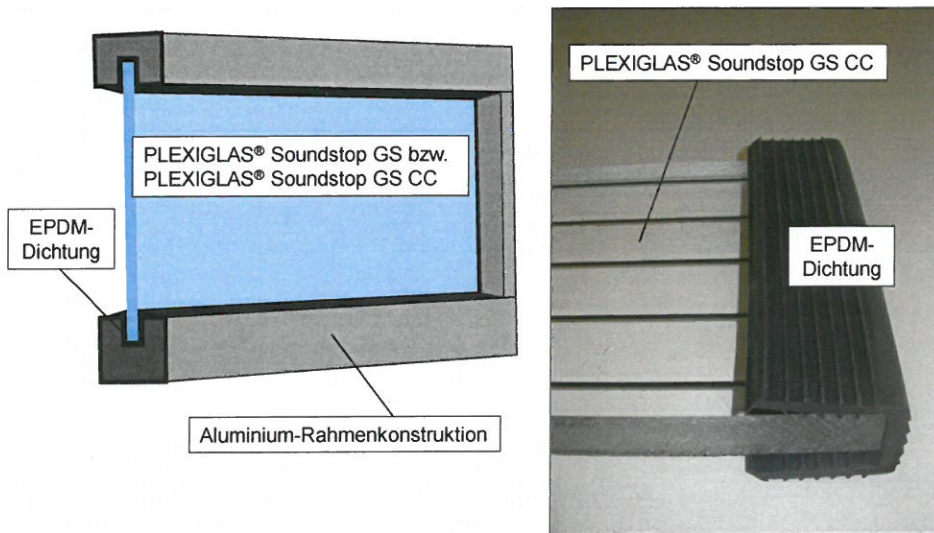


Abb. 1: PLEXIGLAS® Soundstop GS CC und Aluminium-Rahmenkonstruktion

2 Werkstoffeigenschaften

2.1 Allgemeines

PLEXIGLAS® Soundstop GS bzw. GS CC ist ein speziell für die Anwendung bei Lärmschutzwänden entwickeltes Material aus gegossenem Polymethylmethacrylat (PMMA). Die Variante PLEXIGLAS® Soundstop GS CC wird dabei mit eingebetteten Polyamidfäden zur Erhöhung der Splitterbindung und Absturzsicherung der Platten ausgeführt. Die Ermittlung der für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und im Grenzzustand der Ermüdung erforderlichen Materialeigenschaften ist in Übereinstimmung mit den Vorgaben des vom Eisenbahn-Bundesamt (EBA) erarbeiteten Leitfadens für die Zulassung von Lärmschutzwandelementen [3] sowie der DIN EN 1990 [2], Anhang D erfolgt. Innerhalb des EBA-

Leitfadens sind dabei die Regelungen für die Ermittlung der Biegezugfestigkeit und des Biegemoduls nach DIN EN ISO 178 [4] und für die Ermittlung der Ermüdungsfestigkeit nach DIN EN ISO 6721-1 [5] so modifiziert worden, dass mit Hilfe der Prüfverfahren die erforderlichen Eingangsgrößen für eine Bemessung auf der Grundlage des Moduls 804.5501 [1] der DB AG ermittelt werden können. Die für die Bemessung von Acrylglasplatten nach Modul 804.5501 [1] relevanten Materialeigenschaften sind einschließlich der zugehörigen Normen in Tabelle 1 aufgeführt. Im Rahmen der Eigenüberwachung werden durch den Hersteller die in Anlage 1 aufgeführten weiteren Materialeigenschaften garantiert. Die nachfolgenden Bemessungsregeln gelten nur bei Einhaltung der in Anhang C des EBA-Leitfadens [3] angegebenen technischen Lieferbedingungen sowie für die folgenden nominellen Materialstärken.

- $d_n = 15 \text{ mm}$
- $d_n = 20 \text{ mm}$

Tabelle 1: Materialeigenschaften von PLEXIGLAS® Soundstop GS bzw. GS CC

Materialeigenschaft	Wert	Norm
Biegezugfestigkeit	$\sigma_{u,Rk} = 70 \text{ N/mm}^2$	EBA-Leitfaden
Biegemodul	$E_f = 3300 \text{ N/mm}^2$	EBA-Leitfaden
Grundwert der Ermüdungsfestigkeit	$\Delta\sigma_{C,k} = 30 \text{ N/mm}^2$	EBA-Leitfaden
Rohdichte	$\rho = 1,19 \text{ g/cm}^3$	DIN EN ISO 1183-1
Wärmeausdehnungskoeffizient	$\alpha_T = 70 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$	DIN 53752 (Verfahren A)

2.2 Ermüdungsfestigkeit

Die statistische Auswertung von durchgeführten Ermüdungsversuchen nach EBA-Leitfaden [3] und DIN EN 1990 [2], Anhang D führt zu der in Abb. 2 dargestellten Ermüdungsfestigkeitskurve für das Grundmaterial von PLEXIGLAS® Soundstop GS bzw. GS CC.

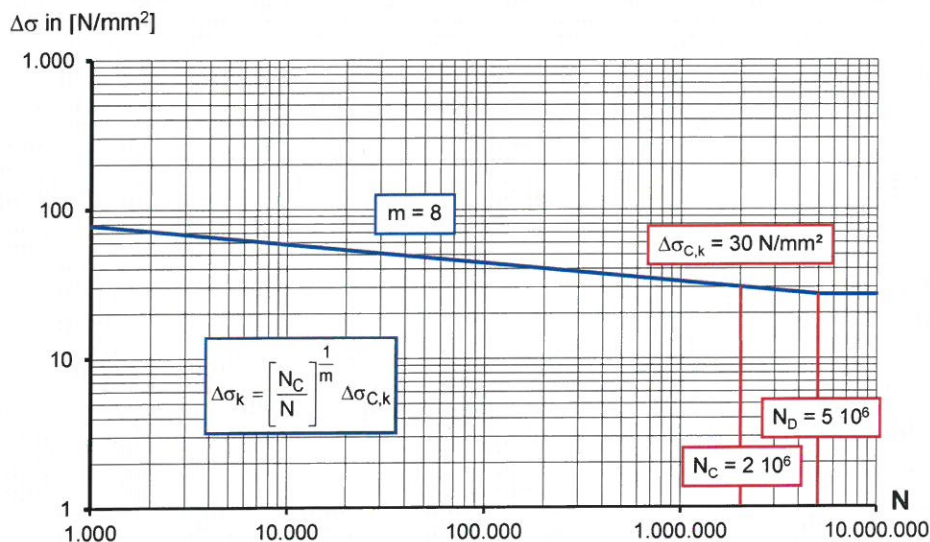


Abb. 2: Ermüdungsfestigkeitskurve von PLEXIGLAS® Soundstop GS bzw. GS CC

Der charakteristische Wert der Ermüdungsfestigkeit $\Delta\sigma_{C,k}$ ist dabei als aufnehmbare Spannungsamplitude bei $N_C = 2 \cdot 10^6$ Lastwechseln definiert. Die Dauerfestigkeit $\Delta\sigma_D$ ist bei $N_D = 5 \cdot 10^6$ festgelegt.

3 Einwirkungen

3.1 Allgemeines

Für die Bemessung von Lärmschutzwänden sind nach Modul 804.5501 [1], Abschnitt 5 als Einwirkungen Windlasten und Druck-Sog-Einwirkungen aus Zugverkehr zu berücksichtigen.

3.2 Einwirkungen aus Wind

Für die Einwirkungen aus Wind gilt DIN EN 1991-1-4 [6] einschließlich des Nationalen Anhangs zu DIN EN 1991-1-4 [7]. Es kann davon ausgegangen werden, dass Lärmschutzwände als nicht schwingungsanfällig einzustufen sind, so dass das vereinfachte Verfahren nach DIN EN 1991-1-4/NA [7], Anhang NA.B.3 angewendet werden darf. Der aerodynamische Druckbeiwert ist für freistehende Wände nach DIN EN 1991-1-4 [6], Abschnitt 7.4.1 zu bestimmen.

3.3 Druck-Sog-Einwirkungen aus Zugverkehr

Die Druck-Sog-Einwirkungen aus Zugverkehr sind nach dem in Modul 804.5501 [1], Abschnitt 5.4 angegebenen vereinfachten Nachweisverfahren zu ermitteln.

Bei der Bestimmung des Beiwertes φ_L zur Berücksichtigung der Einflusslänge des Bauteils sowie des dynamischen Vergrößerungsfaktors φ_{dyn} aus der Systemantwort der Lärmschutzwand ist für die Acrylglasscheiben mit lokaler Lastabtragung in vertikaler Richtung der Wand näherungsweise eine Einflusslänge $L \rightarrow 0,0$ m zugrunde zu legen.

Zur Berechnung der ersten Eigenfrequenz f_1 des Wandsystems sind die Vorgaben für die Diskretisierung des Gesamtsystems in der Zulassung bzw. dem technischen Datenblatt des jeweiligen Herstellers des transparenten Wandelementes zu beachten.

3.4 Bemessungswerte der Einwirkungen und Schnittgrößen für den Grenzzustand der Tragfähigkeit

Die Bemessungswerte der Einwirkungen sind im Grenzzustand der Tragfähigkeit mit den in Modul 804.5501 [1], Abschnitt 5.5 angegebenen Einwirkungskombinationen zu bestimmen. Dabei sind die Kombinations- und Teilsicherheitsbeiwerte für Windlasten und für Druck-Sog-Einwirkungen DIN EN 1990 [2] und Modul 804.5501 [1] zu entnehmen.

Das maßgebende Bemessungsmoment ergibt sich mit der maßgebenden Plattenstützweite L_P in Abhängigkeit des erforderlichen Glaseinstandes in die Aluminium-Rahmenkonstruktion. Angaben hierzu sind den Technischen Datenblättern der jeweiligen Hersteller der Rahmenkonstruktionen zu entnehmen.

3.5 Bemessungswerte der Biegemomente im Grenzzustand der Ermüdung

Für den Grenzzustand der Ermüdung ist das Bemessungsmoment mit den charakteristischen Werten der Einwirkungen aus Zugverkehr zu ermitteln.

4 Widerstände

4.1 Allgemeines

Nachfolgend werden die für die Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Ermüdung maßgebenden Biegezugtragfähigkeiten und Ermüdungsfestigkeiten auf der Grundlage des Moduls 804.5501 [1] sowie des EBA-Leitfadens [3] ermittelt. Die Spannungen sind mit den Nennwerten der Plattendicken zu berechnen.

4.2 Biegetragfähigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bei der Ermittlung der Biegezugtragfähigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit müssen die folgenden Einflussparameter berücksichtigt werden:

- Einfluss der Belastungsart
- Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit
- Einfluss aus hohen bzw. niedrigen Temperaturen
- Einfluss von geometrischen Kerben
- Einfluss aus zyklischer Vorbelastung
- Einfluss der Materialalterung

Für die Ermittlung des Bemessungswertes der Grenzspannung der Biegetragfähigkeit wird vom Grundwert der Biegezugtragfähigkeit nach Abschnitt 2 ausgegangen. Die weiteren, zuvor genannten Einflussparameter werden durch Abminderungsfaktoren k_i berücksichtigt.

Für den Bemessungswert der Grenzspannung zur Bestimmung der Biegetragfähigkeit ergibt sich dann:

$$\sigma_{u,Rd} = \frac{1}{\gamma_M} k_Z \cdot k_T \cdot k_K \cdot k_R \cdot k_F \cdot k_D \cdot \sigma_{u,Rk} \quad (3)$$

Dabei sind:

- $\sigma_{u,Rk}$ der Grundwert der charakteristischen Biegezugfestigkeit nach Abschnitt 2
- γ_M der Teilsicherheitsbeiwert im Grenzzustand der Tragfähigkeit mit $\gamma_M = 1,70$
- k_Z ein Beiwert, der den die Tragfähigkeit abmindernden Einfluss aus dynamischer Vorbelastung berücksichtigt ($k_Z = 0,7$)
- k_T ein Abminderungsfaktor, der den Einfluss von klimatischen Temperatureinwirkungen auf die Festigkeit berücksichtigt ($k_T = 0,9$)
- k_K ein Beiwert, der den Einfluss von unplanmäßigen Kerben berücksichtigt ($k_K = 0,40$)
- k_R ein Beiwert, der herstellungsbedingte Kerben an freien Rändern, z.B. aus dem Sägen der Scheiben berücksichtigt. Er darf bei gesägten und anschließend geschliffenen und polierten Kanten mit $k_R = 1,0$ und bei gesägten Kanten mit kleinen Ausbruchkratern mit $k_R = 0,7$ angenommen werden.
- k_F ein Abminderungsfaktor, der den Einfluss von unplanmäßigen Beschichtungen (z.B. Sprühlacken) erfasst. Er darf bei handelsüblichen Sprühlacken mit $k_F = 1,0$ angenommen werden.
- k_D ein Abminderungsfaktor, der den Einfluss der Materialalterung erfasst. ($k_D = 0,95$)

Für den Standardfall der Acrylglasscheiben in Aluminiumrahmen und umlaufender Linienlagerung ergibt sich dann der folgende Bemessungswert der Biegezugtragfähigkeit:

$$\begin{aligned}\sigma_{u,Rd} &= \frac{1}{\gamma_M} k_Z \cdot k_T \cdot k_K \cdot k_R \cdot k_F \cdot k_D \cdot \sigma_{u,Rk} \\ &= \frac{1}{1,7} 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,95 \cdot 70 = 9,9 \text{ N/mm}^2\end{aligned}\quad (4)$$

4.3 Ermüdungsfestigkeit

Als Grundwert der Ermüdungsfestigkeit wird nachfolgend die in Abschnitt 2.2 dargestellte Ermüdungsfestigkeitskurve verwendet. Unplanmäßige Kerben führen zu einer nennenswerten Reduzierung der Ermüdungsfestigkeit. Da im Betriebsfall nicht davon ausgegangen werden kann, dass Scheiben, die infolge von Vandalismus tiefere Kratzer aufweisen, zeitnah ausgetauscht werden, wird bei der Festlegung der Ermüdungsfestigkeit dieser Einfluss berücksichtigt. Für die Ermüdungsfestigkeitskurve bzw. den Bemessungswert der aufnehmbaren Doppelspannungsamplitude folgt dann

$$\Delta\sigma_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{M,f}} k_{K,f} \cdot k_T \cdot k_{D,f} \cdot \Delta\sigma_{C,k} \left[\frac{N_C}{N} \right]^{\frac{1}{m}} \quad (5)$$

Dabei ist:

$\Delta\sigma_{C,k}$ der charakteristische Wert der aufnehmbaren Doppelspannungsamplitude des Grundmaterials bei $N_C = 2 \cdot 10^6$ nach Abschnitt 2

$\gamma_{M,f}$ der Teilsicherheitsbeiwert im Grenzzustand der Ermüdung mit $\gamma_{M,f} = 1,35$

m der Neigungsexponent der Ermüdungsfestigkeitskurve mit $m = 8$

$k_{K,f}$ ein Abminderungsfaktor für unplanmäßige Kerbwirkungen mit $k_{K,f} = 0,40$

k_T ein Abminderungsfaktor, der den Einfluss von klimatischen Temperatureinwirkungen auf die Festigkeit berücksichtigt ($k_T = 0,9$)

$k_{D,f}$ ein Abminderungsfaktor, der den Einfluss der Materialalterung erfasst mit $k_{D,f} = 0,95$

Der Nachweis der Ermüdung ist nach Modul 804.5501 [1] als Dauerfestigkeitsnachweis zu führen. Der Bemessungswert der Dauerfestigkeit wird im EBA-Leitfaden [3] bei $N_D = 5 \cdot 10^6$ Lastwechseln festgelegt. Damit sind die Beanspruchungen an Strecken mit hoher Zugfrequenz (100 Züge pro Tag) ausreichend abgedeckt.

5 Ergänzende Regelungen

Die zuvor beschriebenen Bemessungsregeln setzen voraus, dass die in Anhang C des EBA-Leitfadens [3] angegeben technischen Lieferbedingungen eingehalten werden. Die gemäß den technischen Lieferbedingungen anzugebenden Materialeigenschaften sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Bei der Herstellung der Platten ist sicherzustellen, dass bei Verwendung von Polyamidfäden mit einem Durchmesser von 2,0 mm eine garantierte Mindestüberdeckung von 3,0 mm vorhanden ist. Die Überdeckung ist im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle mit

geeigneten Methoden zu messen, die Ergebnisse sind zu dokumentieren und die Dokumentation ist im Rahmen der Fremdüberwachung vorzulegen.

Für die transparenten Lärmschutzwandelemente mit Ausfachungen aus PLEXIGLAS® Soundstop aus gegossenem PMMA ist zusätzlich ein Nachweis der Steinwurfresistenz mittels Kugelfallversuch für unterschiedliche Temperaturen nach EBA-Leitfaden [3], Abschnitt 3.(9) zu führen, der in der vom Eisenbahn-Bundesamt erteilten Zulassung zu dokumentieren ist. Weiterhin wird nach EBA-Leitfaden [3], Abschnitt 3.(10) ein Nachweis der Resttragfähigkeit der transparenten Lärmschutzwandelemente mittels Pendelschlagversuch nach Modul 804.5501 [1], Abschnitt 3(3) vorausgesetzt. Der erforderliche Glaseinstand ist ebenfalls in der EBA-Zulassung des transparenten Lärmschutzwandelementes anzugeben.

Tabelle 2: Materialeigenschaften von PLEXIGLAS® Soundstop GS bzw. GS CC gemäß Technischer Lieferbedingungen nach EBA-Leitfaden, Anhang C

Materialeigenschaft	Wert	Norm
Tafeldicke als Mindestwert	13,1 mm (bei $d_n = 15$ mm) 17,6 mm (bei $d_n = 20$ mm)	DIN EN ISO 7823-1
Zugfestigkeit	$\sigma_{t,Rk} = 63 \text{ N/mm}^2$ ¹⁾	DIN EN ISO 527-2, Typ 1B
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	$> 13 \text{ kJ/m}^2$	DIN EN ISO 179-1
Maßänderung beim Erwärmen (Schrumpfen)	$< 2,5 \%$	DIN EN ISO 7823-1, Anhang A
Vicat-Erweichungstemperatur	110 °C	DIN EN ISO 306, Verfahren B50
¹⁾ Charakteristischer Wert nach DIN EN 1990, Anhang D		

6 Regelwerke

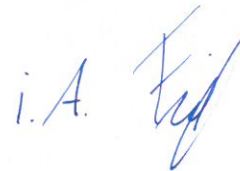
- [1] Richtlinie 804: Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke), planen, bauen und instand halten; Modul 804.5501: Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken, Ausgabe 01.01.2013
- [2] DIN EN 1990:2010-12: Eurocode – Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010
- [3] Leitfaden für die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen für Wandelemente von Lärmschutzwänden im Anwendungsbereich der Eisenbahn des Bundes im Rahmen des Zulassungsverfahrens beim Eisenbahn-Bundesamt (EBA-Leitfaden), Eisenbahn-Bundesamt, überarbeitete Fassung vom 21.10.2013
- [4] DIN EN ISO 178:2013-09: Kunststoffe - Bestimmung der Biegeeigenschaften
- [5] DIN EN ISO 6721-1:2011-08: Kunststoffe - Bestimmung dynamisch-mechanischer Eigenschaften – Teil 1: Allgemeine Grundlagen

- [6] DIN EN 1991-1-4:2010-12: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010
- [7] DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Windlasten

Darmstadt, den 20.04.2015

Seiten 1-9

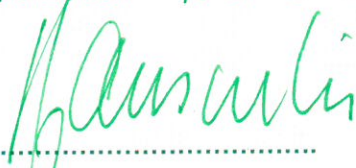
i.V. 
 EVONIK Industries AG, Darmstadt

i.A. 

Auf Übereinstimmung mit den zum
 EBA-Zulassungsantrag zugehörigen
 Gutachten geprüft

Seiten 1-9

Wuppertal, den 4.5.2015



 Univ.-Prof. Dr.-Ing. G. Hanswille