

**04**  
**2017**

# Konstruktiver Ingenieurbau

## **Grundbau**

Erschütterungsarme Ausführung  
von Fertigrampfpfählen  
aus Stahlbeton

## **Stahlbetonbau**

Hinweise zur sinnvollen  
Abschätzung der Verformungen  
von Stahlbetonbauteilen

## **Glasbau**

Gekrümmte direkt  
verglaste Stahlstruktur

## **Holzbau**

Leicht, schlank  
und trocken gekoppelt

## **Stahlbau**

Analyse- und Nachweisformate  
des Biegedrillknickens stählerner  
Rahmen

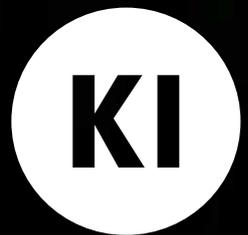
Qualitätsanforderungen bei der  
Herstellung von geschweißten  
Stahlbauten

## **Baudynamik**

Lärmschutzelemente  
aus Aluminium-Strangpressprofilen

**KI**

# Bau dyna mik



T. Szyszkowitz, K. Edegger, J. Feichter

# Lärmschutzelemente aus Aluminium-Strangpressprofilen

Entwicklung und Ausführung von Lärmschutzelementen für den Einsatz an Hochgeschwindigkeitsstrecken der Deutschen Bahn

## Einleitung – Allgemeine Grundlagen

2001 bis Ende 2002 wurden an der Hochgeschwindigkeitsstrecke der Bahnlinie Köln-Rhein/Main die ersten Lärmschutzwände für Geschwindigkeiten bis 330 km/h gebaut. Verwendet wurden vorwiegend Aluminiumkassetten, welche aus den tragenden Ober- und Untergurten (U-förmige Strangpressprofile) und den vertikalen gelochten oder ungelochten Aluminiumblechen bestanden. In die Kasette wurde Steinwolle zur Lärmabsorption eingeschoben. Dieser Elementaufbau wird im Wesentlichen auch heute noch angewandt. Die Bemessung der Paneele, der Pfosten und der Fundierung erfolgte nach [1]. Bereits Anfang 2003 traten bei der Bemessungsgeschwindigkeit Schäden an den Nahtstellen der Paneele auf (Bild 1). Daraufhin wurden umfangreiche theoretische und praktische Untersuchungen von [2], [3] und [4] durchgeführt.



Bild 1: Bruch an der Nahtstelle (Bild aus [4])

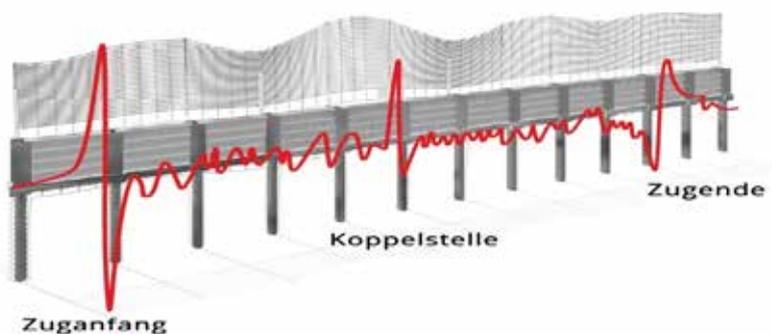


Bild 2: Belastungskurve und Verformung aus Zugvorbeifahrt

Das Ergebnis war die Erkenntnis des Druck-/Sog-Verlaufes eines zweiteiligen ICE-Zuges mit einer Gesamtlänge von 200 m (Bild 2) und die daraus folgende Überhöhung der Druck-Sog-Belastung an Lärmschutzwänden. Bei einer Eigenfrequenz der Wand von 4,4 Hz tritt z.B. bei einer Zuggeschwindigkeit von 300 km/h Resonanz ein und die Wandverformung erhöht sich um den Resonanzfaktor 2,6 bis 3.

Aufbauend auf den Messungen und Berechnungen zwischen 2003 und 2007 wurde 2008 die erste RIL 804.5501 [5] herausgegeben und somit die Bemessung von Lärmschutzwänden neu geregelt. Ergänzend dazu folgte ein Leitfaden [6]. Neuauflagen von [5] und [6] erfolgten 2012 und 2016.

## Entwicklung von Noise Phalanx® R300, R200, R160

2011 erhielt die MPA Dresden GmbH im Rahmen des „Zentralen Innovationsprogrammes Mittelstand“ des BMWi finanzielle Unterstützung, um ein alternatives Lärmschutzelement zu entwickeln. Dieses Element sollte ohne mechanische Verbindungsmittel (z.B. Niete) den auftretenden

statischen Lasten aus Wind und den dynamischen Belastungen aus Zugvorbeifahrt nach [5] standhalten.

Noise Phalanx® R160, R200, R300 wurde von den Verfassern entworfen, berechnet und durch Versuche geprüft. Nach der Zulassung durch das Eisenbahn Bundesamt (EBA) wurde es mittels Anwendererklärung der DB Netz AG zum Einsatz freigegeben. Die maximalen Abmessungen des Strangpressprofils sind  $B \times H \times L = 120 \times 250 \times 5000$  mm, wobei die Elementhöhe  $H$  durch den Extrusionsvorgang begrenzt ist. Die Wandstärken variieren je nach Bemessungsgeschwindigkeit von 1,5 mm (R160) bis 3,0 mm (R300). Als Material kommt Aluminium EN AW-6060 T66 zum Einsatz (Bild 3). Das schienenseitige Lochblech mit einer Mindeststärke von 1,5 mm wird in das Profil eingeschoben und -geklemmt. Alternativ kann auch Streckmetall verwendet werden. Es ist keine statisch wirksame Verbindung zwischen den beiden Elementteilen gegeben. Die Lagerung erfolgt mittels eines U-förmig ausgebildeten EPDM-Lagers, welches das Element stirnseitig umschließt und im Pfosten verschiebungssicher fixiert (Bild 4).



Bild 3: Noise Phalanx® R300



Bild 4: Stirnseitiges EPDM-Lager

## Statische Berechnungen

Für die Erteilung der Zulassung eines neuen Lärmschutzelementes durch das Eisenbahnbundesamt müssen umfassende Berechnungen und Prüfberichte vorgelegt werden. Diese sind mit den nachfolgend dargestellten Ansätzen durchgeführt worden.

## Lastansätze

Die für die Bemessung relevanten Lasten sind das Eigengewicht und die Ausbaulast (Steinwolle, vorderes Lochblech, Verschmutzung), die Windlast und die dynamische Belastung aus der Zugvorbeifahrt. Auf die Windlast wird nicht näher eingegangen, da diese in den einschlägigen Normen ausreichend erläutert ist.

## Lastfall Druck und Sog aus Zugverkehr (statische Ersatzlast)

Die dynamischen Lasten aus den Sog-/Druck-Wellen der Zugvorbeifahrt werden in den Nachweisen mit Hilfe von statischen Ersatzlasten gemäß [5] berücksichtigt. Die statischen Ersatzlasten errechnen sich dabei mit folgender Gleichung:

$$\pm q_{DS} = \varphi_H \cdot \varphi_L \cdot \varphi_{dyn} \cdot q_{1k}$$

Die Beiwerte  $\varphi_H$  und  $\varphi_L$  sind von der Wandgeometrie abhängig (in der Berechnung berücksichtigt wurden Wandhöhen von maximal 5,0 m über Schienen-Oberkante sowie Pfostenabstände von 5,0 m bzw. 2,5 m).

Der Beiwert  $\varphi_{dyn}$  hängt neben der Zuggeschwindigkeit vor allem von der 1. Eigenfrequenz des gesamten Wandsystems ab.

Tabelle 1: Angesetzte statische Ersatzlasten

Elementtyp	R160 (160 km/h)	R200 (200 km/h)	R300 (300 km/h)
$\pm q_{DS}$ für 5,0 m Elemente Freiland	0,86 kN/m <sup>2</sup>	1,02 kN/m <sup>2</sup>	1,93 kN/m <sup>2</sup>
$\pm q_{DS}$ für 2,5 m Elemente Brücke	0,93 kN/m <sup>2</sup>	1,40 kN/m <sup>2</sup>	1,66 kN/m <sup>2</sup>

Je höher die Grundfrequenz des Wandsystems, desto niedriger werden der Dynamikbeiwert und damit auch die statische Ersatzlast. Hohe Grundfrequenzen machen jedoch steife Pfosten und entsprechende, den Bodenverhältnissen angepasste Fundierungen notwendig. In [7] wurden diesbezüglich umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Die Einwirkung  $q_{1k}$  ist wiederum abhängig von der Zuggeschwindigkeit, der aerodynamischen Zugform sowie dem Abstand der Lärmschutzwand von der Gleisachse.

Ein Ziel der Entwicklung war es daher, die Wandelemente auf solche Grundfrequenzen auszulegen, welche auch bei großen Wandhöhen und schlechterem Untergrund eine möglichst wirtschaftliche Ausführung von

Fundierung und Pfosten zulassen. Die in den Bemessungen der Elemente angenommenen niedrigen Grundfrequenzen bedingen hohe statische Ersatzlasten (Tab. 1).

Die durch die Nachweise abgedeckten statischen Ersatzlasten und zugehörigen erforderlichen Grundfrequenzen des Wandsystems sind in den jeweiligen Anwendererklärungen [8], [9] dargestellt. Tabelle 2 zeigt etwa, dass beim Element R300 im Freilandbereich bei Wandhöhen bis 5,0 m eine Wand-Grundfrequenz von 6,0 Hz erforderlich ist; bei Wandhöhen bis 3,0 m gibt es dagegen keine Beschränkung der Eigenfrequenz mehr – das Wandsystem könnte daher theoretisch eine geringe Steifigkeit aufweisen (Tab. 2).

Tabelle 2: Erforderliche Wand-Grundfrequenzen für das Element R300

	Anordnung 1	Anordnung 2	Anordnung 3	Anordnung 4
Zuggeschwindigkeit v [km/h]	160	200	250	300
aerodynamischer Beiwert $K_1$ (Zugform)	1,00	0,85	0,60	0,60
Gleisabstand $a_g$ [m]	3,30	3,30	3,80	3,80
Pfostenabstand L [m]	5,00	5,00	5,00	5,00
Wandhöhe h [m]	≤ 5,00	≤ 5,00	≤ 5,00	≤ 5,00

Wandhöhe über SOK [m]	Anordnung 1		Anordnung 2		Anordnung 3		Anordnung 4	
	min. Eigenf. [Hz]	Lebensdauer						
2,00	0,70	5*10 <sup>6</sup>	1,00	5*10 <sup>6</sup>	1,30	5*10 <sup>6</sup>	1,50	5*10 <sup>6</sup>
3,00	0,70	5*10 <sup>6</sup>	1,00	5*10 <sup>6</sup>	1,30	5*10 <sup>6</sup>	1,50	5*10 <sup>6</sup>
4,00	0,70	5*10 <sup>6</sup>	1,00	5*10 <sup>6</sup>	1,30	5*10 <sup>6</sup>	5,30	5*10 <sup>6</sup>
5,00	0,70	5*10 <sup>6</sup>	1,00	5*10 <sup>6</sup>	1,30	5*10 <sup>6</sup>	6,00	5*10 <sup>6</sup>

Anmerkung 1: Für die grau hinterlegten Kombinationen gibt es keinerlei Eigenfrequenzbeschränkung für das Element lt. dem Berechnungsverfahren nach RIL 804.5501. Die im Elementnachweis angesetzte und damit zulässige statische Ersatzlast wird in diesen Kombinationen auf jeden Fall unterschritten. Die in diesen Feldern angegebenen Werte der min. Eigenfrequenz stellen eine willkürlich gewählte zusätzlich Begrenzung dar. Diese wird aber aus konstruktiven Gründen in der Praxis ohnehin stets überschritten werden.

## Nachweis der Tragfähigkeit, der Gebrauchstauglichkeit und der Ermüdungssicherheit

Mit Hilfe eines dreidimensionalen Flächenmodells des Tragprofils wurden die Nachweise der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Ermüdungssicherheit geführt.

Alle Teilflächen wurden gemäß den jeweiligen Wandstärken modelliert (Bild 5). Die Begrenzung der Beanspruchbarkeit der Rückwand durch lokales Beulen wurde durch die Querschnittsklassifizierung gemäß [11] berücksichtigt. Die horizontale Lagerung des Elementes im Pfosten wurde über die Modellierung von Federn mit der entsprechenden Federsteifigkeit der EPDM-Lager simuliert (Bild 6).

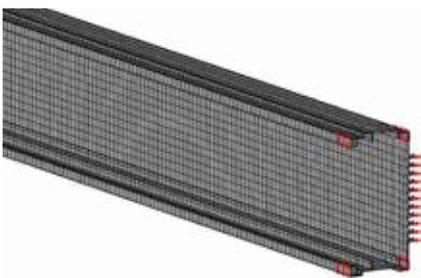


Bild 5: 3D-Flächenmodell

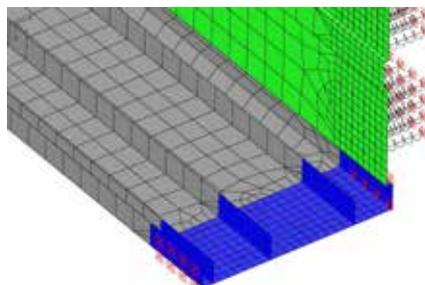


Bild 6: Detail Federlager

Die Berechnung der Schnittkräfte erfolgte am 3-D-Modell. Die Lastfallkombinationen erfolgten gemäß [10] bzw. [5], Kap. 5.5. Der Spannungsnachweis wurde für alle Punkte des Elementes und für alle Spannungsrichtungen geführt. Ein Beispiel für die graphische Darstellung von Hauptspannungen ist in Bild 7 abgebildet. Die größten Spannungen treten dabei an den Enden des Elementes im Bereich der Auflager auf, während die Längsspannungen im Feld deutlich geringer sind.

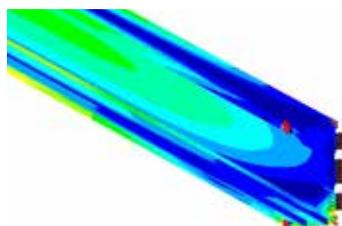


Bild 7: Hauptspannungen in Längsrichtung

Bezüglich der Kriterien der Gebrauchstauglichkeit verweist [5] auf [13], wo als maximal zulässige elastische Durchbiegung für Lärmschutzelemente ein Grenzwert von 50 mm angegeben ist. Dieser Grenzwert wird laut den Berechnungen bei allen drei Elementtypen deutlich unterschritten – die maximale elastische Verformung beträgt jeweils ca. 30 mm.

Der wichtigste Nachweis betrifft den Grenzstand der Ermüdung. Die bisher aufgetretenen Schäden an Lärmschutzwänden entlang Hochgeschwindigkeitsstrecken der Bahn wurden zu einem Großteil den dynamischen, ermüdungswirksamen Beanspruchungen aus der Zugvorbeifahrt zugeordnet. Ein Ziel der Elemententwicklung war es, eine Struktur zu schaffen, welche den auftretenden zyklischen Beanspruchungen eine möglichst hohe Ermüdungsfestigkeit entgegensetzen kann. Dies wurde erreicht durch das Strangpressprofil, welches keinerlei Schweißstellen aufweist und keine mechanischen Verbindungsmittel benötigt.

Die Ermüdungssicherheit ist gemäß [5] durch den Nachweis der Dauerfestigkeit zu erbringen. Die Anzahl der Spannungszyklen für den Dauerfestigkeitsnachweis wird gemäß [12] Absatz 6.2.1 (5) für nicht geschweißten

Werkstoff bzw. Bauteil und konstante Schwingbreite mit  $2 \cdot 10^6$  Zyklen angenommen. Für den relevanten Kerbfall 71-7 (nicht geschweißt, keine Verbindungsmittel) ergibt sich die Dauerfestigkeit zu  $\Delta\sigma_b = 71 \text{ N/mm}^2$ . Da das Spannungsverhältnis niedriger als  $R = +0,50$  ist und das vorliegende stranggepresste Profil aufgrund einer speziellen Wärmebehandlung in der Herstellung keinerlei Eigenspannungen aufweist, darf die Dauerfestigkeit um den Faktor  $f(R) = 1,60$  erhöht werden und errechnet sich damit zu  $\Delta\sigma = 71 \cdot 1,60 = 113,6 \text{ N/mm}^2$ .

Die maßgeblichen Spannungsschwingbreiten wurden aus den Ergebnissen der FE-Berechnung aus dem Lastfall „Zugvorbeifahrt“ ermittelt. Anders als die Maximalspannungen traten die maßgeblichen Spannungsschwingbreiten in Feldmitte auf. Dort gibt es einen stetigen Wechsel zwischen Druck- und Zugspannungen, während im Auflagerbereich die Spannungen infolge des Auflagerdrucks nur zwischen maximal und null wechseln.

Unter Berücksichtigung der lt. [5] und [12] gewählten Teilsicherheiten auf Material- und Lastseite ergaben sich für die drei Elementtypen Ermüdungssicherheiten im Bereich von 1,34 bis 1,61, also deutlich über dem geforderten Wert von 1,00. Damit konnte die Ermüdungssicherheit der Elemente nachgewiesen werden.

### Elementverdrillung/ Torsionsweichheit

Aufgrund der Charakteristik der Sog-/Druck-Welle aus Zugverkehr und der damit verbundenen zeitlich versetzten Anregung kommt es zu stark unterschiedlichen Verformungen (Kopfauslenkungen) der benachbarten Pfosten. Dadurch werden vor allem die obersten Wandelemente verdrillt und es treten – bei entsprechender Drillsteifigkeit – unterschiedlich hohe Torsionsspannungen in den Wandelementen auf. Man geht davon aus, dass bei den bisher aufgetretenen Schadensfällen diese Torsionsspannungen zumindest einen Mitgrund für die Schäden darstellen.

Ein Kernpunkt der Entwicklung des neuen Elementes war demnach die Schaffung einer möglichst torsionsweichen Struktur. Dies wurde durch das offene, C-förmige Profil erreicht. Durch die verschiebbare Lagerung des vorderen Lochblechs übernimmt dieses bei der Elementverdrillung keinerlei Kräfte und hat somit keinen Einfluss auf die Torsionssteifigkeit.

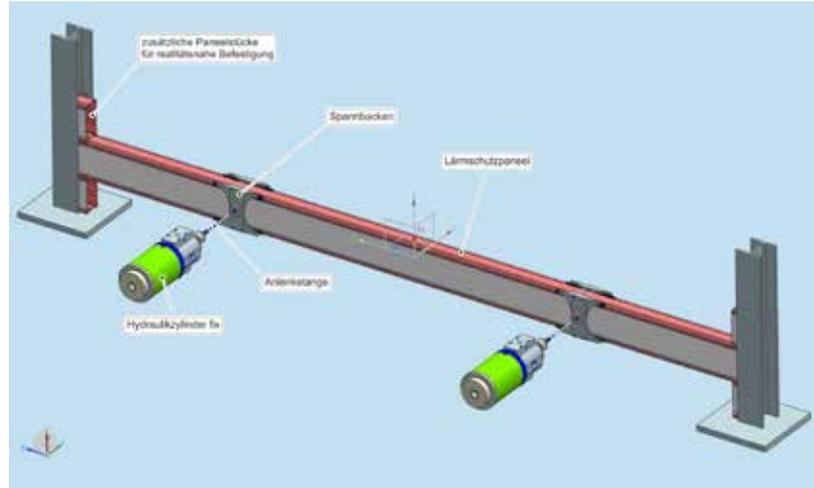


Bild 8: Prüfaufbau schematisch

Die Definition der Torsionsweichheit kann dem Leitfaden [6] entnommen werden, in welchem es heißt: „Das Element darf als torsionsweich angesehen werden, wenn im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit die Beanspruchungen des Panels (...) infolge Torsion weniger als 10% der Beanspruchungen infolge reiner Biegebeanspruchung betragen.“

Die rechnerisch maximal auftretenden Elementverdrillungen für die obersten Wandelemente wurden durch Rückrechnung aus der zulässigen Kopfauslenkung und der zugehörigen Kopfverdrehung der Pfosten ermittelt. Unter Berücksichtigung eines Vergrößerungsfaktors von 1,25 gemäß [6] ergaben sich Werte zwischen 17,1 mRad (für R160) und maximal 23,5 mRad (für R300). Zum Vergleich: Feldversuche an Bestandswänden der Strecke Köln-Rhein/Main mit sehr ungünstigem dynamischem Verhalten in [3] zeigten eine Elementverdrillung von etwa 16 mRad bei einer Vorbeifahrt eines ICE mit 300 km/h.

Das auftretende Schubspannungs-Schwingenspiel aus Torsion wurde aus der maximalen Verdrillung sowie material- und querschnittsabhängigen Werten (Torsionsträgheitsmoment, Materialdicke, Schubmodul) ermittelt und ergab Werte zwischen  $0,7 \text{ N/mm}^2$  (für R160) und  $3,0 \text{ N/mm}^2$  (für R300). Der maximal zulässige Wert für diese Spannungen wurde aus der Dauerfestigkeit abgeleitet und ergab sich zu  $65,5 \text{ N/mm}^2$ . Die Ausnutzung der „Dauerfestigkeit zufolge Verdrillung“ ergab sich demnach zu 1,1 % (für R160) bis 4,6 % (für R300). Die Elemente können daher als vollkommen torsionsweich eingestuft und die Torsionssteifigkeit vernachlässigt werden.

### Versuche

Ergänzend zu den beschriebenen statischen Berechnungen sind auch Bauteilversuche gemäß [6] für die Erteilung einer Zulassung erforderlich. Für die Elemente Noise Phalanx® R160 bis R300 wurden diese geforderten Versuche durch das Institut für Leichtbau an der TU Graz in Zusammenarbeit mit den Verfassern dieses Artikels durchgeführt. Die Durchführung sowie die Ergebnisse der Versuche sind im Prüfbericht [14] erläutert.

Gewählt wurde das Nachweisverfahren B nach [6]. Das heißt, es erfolgte eine Untersuchung der gesamten Elemente. Die Prüflinge wurden dabei in der realen Geometrie mit den originalen EPDM-Elementen zwischen passenden HE-Pfosten eingespannt und sodann dynamisch mit charakteristischen Lastwechselbeanspruchungen entsprechend der erwarteten maximalen Lastwechselzahl für die gegebene Einsatzdauer beaufschlagt. Die Krafteinleitung erfolgte durch zwei servo-hydraulische Prüfzylinder, wobei die Kräfte und der Ort der Krafteinleitung so gewählt wurden, dass sowohl die maximalen Querkräfte im Auflagerbereich als auch die maximalen Biegemomente in Feldmitte den realen Schnittgrößen entsprachen (Bild 8).

Die Elemente wurden mit jeweils 5 Millionen Lastwechseln beaufschlagt, wobei sowohl nach 2 Mio. Lastwechseln (Dauerfestigkeit lt. [12]) als auch nach 5 Mio. Lastwechseln die Elemente unter aufgebrachter statischer Prüflast (Windlast und Last aus Zugvorbeifahrt) einer umfassenden visuellen Untersuchung auf etwaige Schäden unterzogen wurden. Weitere visuelle Untersuchungen wurden nach Ausbau der Elemente



Bild 9: Visuelle Bauteilkontrolle nach 5 Mio. Lastwechseln



Bild 10: 25 MN-Pressen Fa. FEAL



Bild 11: Lärmschutzwand Heidelberg-Schlierbach



Bild 12: Lärmschutzwand Lampertheim

durchgeführt. Sichtprüfungen an den Prüflingen waren unauffällig. Die Elemente haben den Belastungstest ohne Schäden überstanden (Bild 9).

Für die Erfassung der während der Versuche am Bauteil auftretenden mechanischen Spannungen wurden zusätzlich lineare Dehnmessstreifen am Prüfling appliziert. Ein Vergleich der so gemessenen mit den im 3D-Berechnungsmodell errechneten Spannungen zeigte eine sehr gute Übereinstimmung der Werte, was auf ein sehr realitätsnahes Berechnungsmodell schließen lässt.

### Profilherstellung

Die Fertigung und der Vertrieb der Elemente erfolgt durch die Firma FEAL als Kooperationspartner der MPA Dresden. Die Größe des Elementes bestimmt die Presskraft, den Aufwärmprozess in einem vorgelagerten Gasofen und den Bolzenlängsschnitt

zur Optimierung der Bearbeitungszeit. Der Pressvorgang (Bild 10) durch das vorgelagerte Werkzeug erfolgt bei einer Temperatur von etwa 200 °C. Zur Erhöhung der Lebensdauer des Werkzeuges wird dieses während des Pressvorganges durch flüssigen Stickstoff gekühlt. Weitere intensive Kühlphasen erfolgen am nachgelagerten Pressentisch mit Wasser. Nach dem Zuschnitt wird das Profil zur Erreichung der mechanischen und physikalischen Eigenschaften 6 Stunden bei 180 °C im Härteofen zur künstlichen Alterung gelagert. Entsprechend den Wünschen des Auftraggebers wird das Profil anschließend eloxiert oder farblich beschichtet.

### Ausführungsbeispiele

2013: Heidelberg-Schlierbach, Zuggeschwindigkeit 120 km/h, 1 800 m<sup>2</sup> – Wandelement Noise Phalanx® R200, max. Wandhöhe 3,50 m (Bild 11)

2015: Lampertheim, Zuggeschwindigkeit 200 km/h, 1 900 m<sup>2</sup> – Wandelement Noise Phalanx® R200, max. Wandhöhe 5,00 m (Bild 12)

2017: Niesky-Lohsa, Zuggeschwindigkeit 160 km/h, 33 000 m<sup>2</sup> – Wandelement Noise Phalanx® R160, max. Wandhöhe 4,50 m

2017: Gotha (derzeit im Bau), Zuggeschwindigkeit 200 km/h, 3 800 m<sup>2</sup> – Wandelement Noise Phalanx® R200, max. Wandhöhe 5,00 m

2017: Petersberg (derzeit im Bau), Zuggeschwindigkeit 160 km/h, 7 500 m<sup>2</sup> – Wandelement Noise Phalanx® R160, max. Wandhöhe 4,50 m

2017: Karow (derzeit im Bau), Zuggeschwindigkeit 160 km/h, 15 000 m<sup>2</sup> – Wandelement Noise Phalanx® R160, max. Wandhöhe 3,50 m

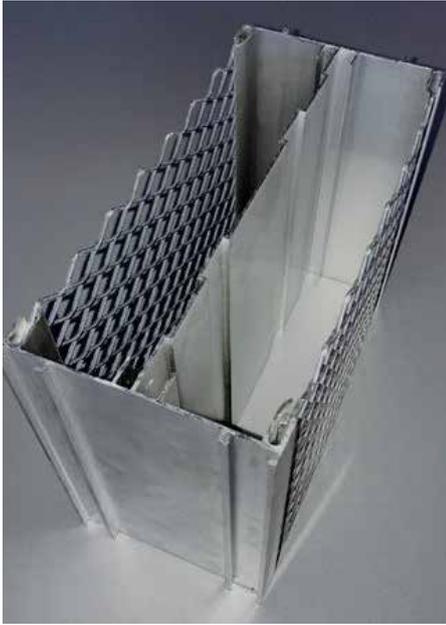


Bild 13: Noise Phalanx® R160 beidseitig hochabsorbierend

### Zusammenfassung und Ausblick

Aufgrund des komplexen Zusammenwirkens von statischen und dynamischen Belastungen bei Lärmschutzelementen wurde mit Noise Phalanx® ein Element kreiert, das ohne mechanische Verbindungsmittel diesen Belastungen standhält. Die Fertigung und der Zusammenbau der Elemente erfolgen automatisiert und mit höchster Präzision. Durch die Mindestwandstärke von 1,5 mm sind eine mechanische Robustheit, eine statische Widerstandsfähigkeit (insbesondere Beulsicherheit) und eine hohe Korrosionsbeständigkeit (auch ohne Beschichtung) gegeben. Durch die EPDM-Lagerung, angepasst an die Pfostenprofile und Walztoleranzen, wird eine hohe Lagerungssicherheit in den Pfosten erreicht. Somit wird gewährleistet, dass die in den statischen und dynamischen Berechnungen angenommenen Randbedingungen auch in der tatsächlichen Ausführung eingehalten werden.

Zurzeit ist das beidseitig hochabsorbierende Element für Geschwindigkeiten bis 250 km/h in Entwicklung und Berechnung. Dieses wird etwa dort eingesetzt, wo zwischen Lärmschutzwand und Anrainer noch eine Straße situiert ist und dadurch Schallreflexionen auftreten können. Hier wurde wiederum eine neue, innovative Form entwickelt. Bisher wurde in der Mitte des Elementes eine zementfasergebundene Platte zur weitgehenden Vermeidung des Schalldurchganges

eingeschoben. Bei Noise Phalanx® wird diese Platte durch den Mittelsteg des Aluelementes ersetzt, was die volle Funktionsfähigkeit auf die gesamte Lebenszeit gewährleistet (Bild 13). Die Absorberelemente werden zwischen den Lochblechen und dem Mittelsteg eingeschoben. Wiederum wurde ein torsionsweiches Element ohne Verbindungsmittel entwickelt, welches die geforderte Lebensdauer von 50 Jahre gewährleistet.

### Literatur

- [1] DS 804: Vorschriften für Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke; DB Netz AG; 09/2000
- [2] Härtle R., Näßl A.: Aerodynamische Anregung von Schutzwandkonstruktionen an schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsstrecken; Bauingenieur Band 80; 03/2005
- [3] Hoffmeister, B.: Lärmschutzwände an Hochgeschwindigkeitsstrecken der Bahn – eine Herausforderung für den Leichtbau; Lehrstuhl für Stahlbau und Leichtmetallbau, RWTH Aachen; D-A-CH Tagung 9/2007
- [4] Niemann H.-J., Hölscher N.: Eigendynamik unerwünscht – Wie Druckwellen von Hochgeschwindigkeitszügen die Schutzwände belasten; Ruhr-Uni Bochum; 2009
- [5] RIL 804.5501: Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken; DB Netz AG; 01/2013
- [6] Leitfaden für die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen für Wandelemente von Lärmschutzwänden im Anwendungsbereich der Eisenbahnen des Bundes im Rahmen des Zulassungsverfahrens beim Eisenbahn-Bundesamt; EBA Eisenbahn-Bundesamt; 12/2012
- [7] Vogt L.: Bemessung von Einzelpfahlgründungen für Lärmschutzwände an Hochgeschwindigkeitsstrecken unter Berücksichtigung dynamisch-zyklischer Beanspruchung; Baugrundtagung Dortmund der DGGT; 2008
- [8] TM 2013-139 I.NVT 4: Anwendererklärung der MPA Dresden GmbH für einseitig hochabsorbierende ALU-Lärmschutzwandelemente, Typ Noise Phalanx® R200 und R300 für Geschwindigkeiten bis 300 km/h
- [9] TM 4-2015-10115 LNPF 2: Anwendererklärung „Lärmschutzelement Noise Phalanx® R160“ für den Bereich der DB Netz AG
- [10] DIN EN 1990: Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; 12/2010
- [11] DIN EN 1999-1-1: Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln; 03/2014
- [12] DIN EN 1999-1-3: Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke; 11/2011
- [13] DIN EN 1794-1: Lärmschutzeinrichtungen an Straßen – Nichtakustische Eigenschaften – Teil 1: Mechanische Eigenschaften und Anforderungen an die Standsicherheit; 04/2011
- [14] ILB-P-12.27.3-20130318: Prüfbericht: Bauteilversuch Noise Phalanx® R300; TU Graz, Institut für Leichtbau; 03/2013



DI Dr. Tassilo Szyszkowitz

convex ZT GmbH  
www.convex.at



DI(FH) Konrad Edegger

convex ZT GmbH  
www.convex.at



Ing. Josef Feichter

MPA Dresden  
feichter.josef@gmx.at