



Eisenbahn-Bundesamt

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

Vorabzug 01/2023

INHALT

1.	Allgemeines	3
2.	Antragsunterlagen und erforderliche experimentelle Untersuchungen	5
2.1.	Erforderliche Antragsunterlagen	5
2.2.	Versuche zur Ermittlung der charakteristischen Werte und der Bemessungswerte der Tragfähigkeit	6
2.3.	Versuche zur Ermittlung der charakteristischen Werte der Steifigkeit	7
2.4.	Versuche zur Ermittlung der charakteristischen Werte und der Bemessungswerte des Ermüdungswiderstands	8
2.4.1.	Allgemeines	8
2.4.2.	Kleinteilversuche für Kerbfalldetails (Nachweisverfahren A)	9
2.4.3.	Bauteilversuche (Nachweisverfahren B - Standardverfahren)	9
3.	Erforderliche Untersuchungen für Lärmschutzwandelemente mit transparenter Ausfachung	11
3.1.	Erforderliche Untersuchungen für Lärmschutzwandelemente mit transparenter Ausfachung; PMMA	11
3.2.	Erforderliche Untersuchungen für Lärmschutzwandelemente mit transparenter Ausfachung; Verbundsicherheitsglas (zurückgestellt)	16
4.	Erforderliche rechnerische Nachweise für Wandelemente in Leichtbauweise	16
5.	Erforderliche Untersuchungen für Wandelemente aus Beton	17
5.1.	Bauartspezifische Besonderheiten	17
5.2.	Rechnerische Nachweise der Betontragschale	18
5.3.	Versuche an der Betontragschale	18
5.4.	Versuche am Verbundsystem Betontragschale und Absorber	19
6.	Sockelelemente	20
7.	Türen	20
8.	Adapterelemente (zurückgestellt)	21
9.	Hinweise zur Berücksichtigung der Versuchsergebnisse bei den rechnerischen Nachweisen auf der Grundlage der Richtlinie 804.5501	21
10.	Normative Verweisungen	22
Anhang A	Auswertung von Ermüdungsversuchen	23
Anhang B	Verwendbarkeitsnachweis für elastomere Koppelemente	26
Anhang C	Technische Lieferbedingungen für transparente Ausfachungen	29
Anhang D	Durchführung von Pendelschlagversuchen	32
Anhang E	Verwendungsleitfaden	34
Anhang F	Gütesicherung – Eigen- und Fremdüberwachung	38

1. Allgemeines

- (1) Dieser Leitfaden regelt die grundsätzlichen Anforderungen an die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen für Wandelemente von Lärmschutzwänden im Rahmen des Zulassungsverfahrens des Eisenbahn-Bundesamts im Einsatzbereich der Eisenbahnen des Bundes (EdB). Der Leitfaden bezieht sich vornehmlich auf die eisenbahntechnischen Regelungen der DB Netz AG. Regelungen anderer EdB als der DB Netz AG sind mit dem EBA abzustimmen.
Die Regelungen gelten für Leichtbauelemente aus Aluminium, Wandelemente aus Beton sowie transparente Wandelemente, die aus Leichtbaurahmen und transparenten Füllelementen wie z.B. Glas oder Kunststoffen bestehen und die in Lärmschutzwandpfosten (Pfosten-Element-System) eingesetzt werden können. Die transparenten Füllelemente sind dabei in der Regel allseitig in den Leichtbaurahmen gelagert.
- (2) Die bauaufsichtliche Vorgehensweise hat den Vorgaben der Verwaltungsvorschrift für die Überwachung der Erstellung im Ingenieurbau, Oberbau und Hochbau (VV BAU) zu entsprechen. Es gilt das 4-Augen-Prinzip.
Für die gesamthafte Typprüfung von Elementtypen ist jeweils ein mit dem EBA abgestimmter Prüfsachverständiger (PSV) sowie ein mit dem EBA abgestimmtes Prüfinstitut zu beauftragen.
Die Typprüfung von Teilaspekten durch verschiedene Prüfer ist nicht zulässig.
- (3) Dem Antragsteller wird empfohlen, vor Beantragung einer Zulassung beim Eisenbahn-Bundesamt bei der zuständigen Stelle der DB Netz AG nachzufragen, ob die grundsätzliche Aussicht auf Erteilung der Produktfreigabe besteht. Ist dies gegeben, sollte die zuständige Stelle der DB Netz AG von Beginn an einbezogen werden, um die Randbedingungen der DB Netz AG für die nachfolgende Produktfreigabe hinsichtlich eisenbahnspezifischer Belange wie beispielsweise Kennzeichnung der Elemente, Erdung, Akustik, Anwendungsgrenzen, Inhalt der Prüfberichte, einheitliche Datenblätter, neue Materialien abzustimmen.
- (4) Sämtliche eingereichte Unterlagen (Prüfberichte, Standsicherheitsnachweise, Planunterlagen, Versuchsauswertungen usw.) sind vom Verfasser und vom Prüfsachverständigen unterschrieben vorzulegen. Standsicherheitsnachweise und Planunterlagen sind als getrennte Unterlagen einzureichen.
- (5) Sofern eine Beurteilung der Konstruktion der Wandelemente allein auf Grundlage der in der EITB [1] angegebenen Vorschriften und Regeln nicht möglich ist, sind im Rahmen des Zulassungsverfahrens Versuche durchzuführen, die eine Beurteilung der Grenzzustände der Tragfähigkeit, der Gebrauchstauglichkeit und der Ermüdung ermöglichen. Davon unberührt, sind in jedem Fall (Bauteil-) Versuche nach Abschnitt 1(7) durchzuführen.
- (6) Die Versuchsplanung, Durchführung und Auswertung der Versuche hat so zu erfolgen, dass auf der Grundlage der Versuche eine Bemessung aller standsicherheitsrelevanten Details nach Richtlinie 804.5501 [3] erfolgen kann.
- (7) Der Nachweis im Grenzzustand der Ermüdung kann sowohl durch Untersuchung der relevanten Details mit nachgeschalteter rechnerischer Simulation des Elements (Nachweisverfahren A) nach Punkt 2.4.2 als auch durch Untersuchung des gesamten Elements (Nachweisverfahren B) nach Punkt 2.4.3 erbracht werden. Für die Auflagerbereiche von Elementen ist grundsätzlich ein Bauteilversuch erforderlich. Wenn in einer Lärmschutzwand unterschiedliche Wandelemente (z.B. geschlossene Elemente und transparente Wandelemente) mit unterschiedlichem Verformungsverhalten verwendet

- werden, sind gegebenenfalls zusätzliche Adapterelemente erforderlich. Für diese Elemente gelten ebenfalls die in den Kapiteln 2 und 4 genannten Anforderungen.
- (8) Kapitel 2 dieses Leitfadens regelt die erforderlichen Antragsunterlagen und die Durchführung von gegebenenfalls erforderlichen experimentellen Untersuchungen. In den Kapiteln 4, 5 und 7 werden die im Rahmen des Zulassungsverfahrens erforderlichen rechnerischen Untersuchungen beschrieben. Kapitel 9 gibt Hinweise bezüglich der Berücksichtigung der experimentellen Untersuchungen beim Nachweis des Wandelementes auf der Grundlage der Richtlinie 804.5501 [3].
- (9) Dieser Leitfaden gibt in Anhang F Hinweise zu den Mindestanforderungen an die laufende Fertigungsüberwachung und deren Dokumentation, welche im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung durch den Hersteller der Wandelemente umzusetzen sind. Fertigungsüberwachung und zugehörige, nachvollziehbare und überprüfbare Dokumentation der Qualität der Wandelemente sind Grundlage für die Fremdüberwachung durch die anerkannte Überwachungs- und Zertifizierungsstelle.
- Dem Bereich QS KIB der Deutschen Bahn AG (im folgenden QS KIB) ist im Rahmen der Herstellerbezogenen Produktqualifikation (HPQ) auf Verlangen Zugang zu dieser Dokumentation zu gewähren.
- Im Zuge des Zulassungsverfahrens beim Eisenbahn-Bundesamt sind die für eine zielgerichtete Qualitätssicherung der Wandelemente erforderlichen Prozeduren und Dokumentationsanforderungen, welche in die Eigenüberwachung zu implementieren sind zu entwickeln und festzulegen. Aufgrund der konstruktiven Besonderheiten der jeweiligen Wandelemente, sind diese darauf abzustimmen.
- Die für die Qualitätssicherung (Eigen- und Fremdüberwachung) wesentlichen Leistungsparameter, wie definierte mechanische Eigenschaften der Wandelemente, Konstanz des Herstellungsverfahrens und des Herstellungsprozesses, Überwachungsintervalle und Überwachungshäufigkeit sind in Abstimmung mit dem Eisenbahn-Bundesamt und dem im Zulassungsverfahren gebundenen Prüfsachverständigen festzulegen. Sämtliche Prozeduren, Referenzwerte der Parameter und deren zulässige Streubreiten sind in einem gesonderten Dokument zur Gütesicherung im Rahmen der Werkseigene Produktionskontrolle zusammenzustellen und als nicht-öffentliche Unterlage beim Eisenbahn-Bundesamt zu hinterlegen.
- Die Regularien der Eigen- und Fremdüberwachung finden sich in Anhang F dieses Leitfadens.
- Die hinterlegte Unterlage wird der nachweislich zur Fremdüberwachung berechtigten Stelle sowie der QS KIB zur Verfügung gestellt.
- (10) Die Nachweise der Verwendbarkeit hinsichtlich akustischer Eigenschaften, hinsichtlich der Erdung oder hinsichtlich von Umweltschutzaspekten sind nicht Gegenstand dieses Leitfadens. Davon unbenommen sind diese gemäß Richtlinie 804.5501 [3] zu berücksichtigen.
- (11) Eventuelle konstruktive Eingriffe ausgehend vom gewählten System der Erdung usw. sind bei den Zulassungsversuchen zu berücksichtigen. Nachträgliche Veränderungen am Bauprodukt, wie Bohren, Nieten, Schrauben usw., die von der jeweiligen Zulassung des Lärmschutzwandelementes nicht abgedeckt sind und die Einflüsse auf die Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Ermüdung haben können, sind nicht zulässig.

2. Antragsunterlagen und erforderliche experimentelle Untersuchungen

2.1. Erforderliche Antragsunterlagen

- (1) Im Rahmen der Antragstellung für die Zulassung durch das Eisenbahn-Bundesamt sind die nachfolgend aufgeführten Unterlagen vor Durchführung von Versuchen einzureichen:
- a) Einsatzbereich der Elemente hinsichtlich der maßgebenden Strecken- und Konstruktionsparameter (Entwurfsgeschwindigkeit, Streckenbelastung, maximale Wandhöhe, minimaler Gleisabstand, Pfostenabstand, Gründungsart, Windlastzone, usw.);
 - b) Allgemeine Beschreibung des Elements mit Erläuterung des Tragverhaltens hinsichtlich des globalen Lastabtrags (globale Momenten- und Querkrafttragfähigkeit des Elements), hinsichtlich des lokalen Lastabtrags (z.B. lokale Momenten- und Querkraftbeanspruchungen in den Seitenwänden und Einspannung in die Randelemente) und hinsichtlich der Einleitung der Auflagerkräfte;
 - c) Geometrische und mechanische Eigenschaften sowie Widerstandswerte nach Anhang E zur Beschreibung des Wandelementes;
 - d) Ausführungszeichnungen des Elements mit Angabe aller Querschnitts- und Anschlussdetails sowie der Verbindungsmittel und der Auflagerungsdetails sowie eine Fotodokumentation aller Konstruktionsdetails;
 - e) Verwendete Werkstoffe und Verbindungsmittel mit zugehörigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, Europäischen Technischen Bewertungen, allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen bzw. Angabe der maßgebenden Regelwerke (i.A. harmonisierte europäische Normen nach der Bauproduktenrichtlinie);
 - f) Angaben über die Art des Oberflächenschutzes;
 - g) Angabe der Prüfinstitute, an denen die experimentellen Untersuchungen durchgeführt werden sollen;
 - h) Beschreibung des Versuchsprogramms, der Versuche und der Versuchsauswertung für die Ermittlung der charakteristischen Werte und der Bemessungswerte im Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie für das Verhalten unter Gebrauchslasten (siehe Kapitel 2.2);
 - i) Beschreibung des Versuchsprogramms, der Versuche und der Versuchsauswertung für die Ermittlung der charakteristischen Werte der Steifigkeiten (siehe Kapitel 2.3);
 - j) Beschreibung des Versuchsprogramms, der Versuche und der Versuchsauswertung für die Ermittlung der charakteristischen Werte und der Bemessungswerte des Ermüdungswiderstandes (siehe Kapitel 2.4);
 - k) Konzept der Gütesicherung (Eigen- und Fremdüberwachung) nach Anhang F.

2.2. Versuche zur Ermittlung der charakteristischen Werte und der Bemessungswerte der Tragfähigkeit

- (1) Die Versuche zur Ermittlung der charakteristischen Werte und der Bemessungswerte der Tragfähigkeit des Wandelements sind in der Regel als Bauteilversuche mit den Regelabmessungen des Elements durchzuführen. Wenn die Elemente bezüglich ihrer vertikalen Biegeachse und bezüglich der Auflagerungsbedingungen für Druck- und Sogkräfte nicht symmetrisch ausgebildet werden, sind jeweils Versuche unter positiver und negativer Einwirkung erforderlich. Bei torsionssteifen Elementen sind die Versuche unter Berücksichtigung der Verwindung des Elements durchzuführen.
Zusätzlich zu den Versuchen sind stets rechnerische Untersuchungen erforderlich, mit denen die Traglast des Elements vorab ermittelt wird. Diese Berechnungen sind dem Eisenbahn-Bundesamt vor Durchführung der Versuche vorzulegen. Bei den rechnerischen Untersuchungen ist gegebenenfalls das nichtlineare Verhalten der Werkstoffe, die Nachgiebigkeit von Verbindungsmitteln und das lokale Stabilitätsverhalten zu berücksichtigen.
- (2) Im Rahmen des Zulassungsverfahrens sind vor Versuchsbeginn alle maßgebenden Versuchsparameter in einer Versuchsdokumentation zu beschreiben. Hierzu gehören insbesondere:
 - a) die Zielsetzung der Versuche und Beschreibung der Versuchskörper und der Auflagerungsbedingungen, die Festlegung der Anzahl der Prüfkörper (es sind mindestens drei Versuche für die jeweils maßgebenden Versagensarten Momentenbeanspruchung, Querkraft- bzw. Auflagerkrafttragfähigkeit und evtl. Stabilitätsversagen erforderlich);
 - b) die rechnerische Prognose der Versuchsergebnisse mit Erläuterungen zum rechnerischen Modell für die Ermittlung der Tragfähigkeit gemäß (1);
 - c) die geplanten Werkstoffversuche zur Ermittlung der Werkstoffeigenschaften der Versuchskörper und der Verbindungsmittel;
 - d) die Festlegung der Belastungen und der Belastungsgeschwindigkeit sowie die Art der Lastaufbringung (kraftgeregelt). Die Belastungshöhe ist mindestens so zu wählen, dass sich die 1,25-fachen Werte im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach Richtlinie 804.5501, Abschnitt 5.5 [3] ergeben;
 - e) die Beschreibung der Lasteinleitung in die Elemente; die Lasteinleitung muss so gewählt werden, dass z.B. bei Leichtbauelementen sowohl die lokale Lasteinleitung (Ableitung der lokalen Druck- und Sogkräfte über die Seitenwände in die Randprofile, Einfluss der Dämmmatten) als auch das globale Verhalten (Biegebeanspruchungen in den Randprofilen) und die Verwindung infolge der Biegedeformationen der Auflagerpfosten richtig erfasst werden;
 - f) die Auflagerung der Elemente ist grundsätzlich so auszubilden, dass sie den an der Strecke vorhandenen Randbedingungen entspricht, werden bei Elementen Distanzprofile, wie beispielsweise vergrößerte Enddeckel, zum Einbau in größere Pfostenprofile erforderlich, so sind auch diese Auflagerungsbedingungen experimentell zu untersuchen;

- g) der Messplan und die Messeinrichtung (Verformungsmessungen wie Durchbiegungen und Endverdrehungen, Dehnungsmessungen an ausgezeichneten Punkten zur Kontrolle des Berechnungsmodells, Messvorrichtung und Lasteinleitung zur Ermittlung der Torsionssteifigkeit und der zugehörigen Dehnungen aus Torsionsbeanspruchung); bei Elementen mit mechanischen Verbindungsmitteln sind Dehnungsmessungen an ausgezeichneten Punkten erforderlich, die eine Abschätzung der Beanspruchungen in den Verbindungsmitteln ermöglichen (z.B. Rückrechnung von Scherkräften aus Änderung der Normalkräfte in den anzuschließenden Teilquerschnitten).
- (3) Nach Abstimmung des Versuchsprogramms mit dem Eisenbahn-Bundesamt und nach Durchführung der Versuche an einer mit dem Eisenbahn-Bundesamt abgestimmten Stelle ist eine Versuchsdokumentation und eine Versuchsauswertung vorzulegen. Die Versuchsdokumentation und die Auswertung müssen die folgenden Punkte enthalten:
- a) Beschreibung der maßgebenden Versagenszustände mit Fotodokumentation,
 - b) Diagramme mit der Darstellung des Zusammenhangs zwischen Pressenkraft und Verformung, z.B. Mittendurchbiegung, Enddrehwinkel, usw.,
 - c) Diagramme mit der Darstellung des Zusammenhangs zwischen Pressenkraft und Dehnungsmessungen,
 - d) Darstellung der Endverwindung in Abhängigkeit vom eingepprägten Torsionsmoment am Auflager sowie zugehörige Darstellung der DMS-Messungen,
 - e) Auswertung der Versuche zur Ermittlung des charakteristischen Werts und des Bemessungswerts der Tragfähigkeit nach DIN EN 1990 [7] unter Zugrundelegung der für die rechnerischen Nachweise verwendeten Modelle.
- (4) Vor Durchführung der Traglastversuche sind gesonderte Versuche zur Ermittlung der effektiven Torsionssteifigkeit des Elements durchzuführen. In das Element ist dabei eine Endverdrehung einzuprägen, die der 1,25-fachen größten Endverdrehung entspricht, die sich aus der maximalen gegenseitigen Verformung der Pfosten ergibt, die bei den unter 2.1 a) zu erwartenden Randbedingungen möglich ist. Das Element darf als torsionsweich angesehen werden, wenn im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit die Beanspruchungen des Paneels (und der Verbindungsmittel) infolge Torsion sowohl in Feldmitte als auch am Auflager weniger als 10% der Beanspruchungen aus Biegemomenten und Querkräften betragen. Wenn bei diesen Versuchen kein Versagen des Elements beobachtet wird, dürfen die Versuchskörper für die Traglastversuche verwendet werden.

2.3. Versuche zur Ermittlung der charakteristischen Werte der Steifigkeit

- (1) Für rechnerische Untersuchungen sind zutreffende, durch Versuche abgesicherte Steifigkeiten des Elements insgesamt sowie einzelner Bauteile (z.B. Verbindungsmittel) erforderlich.
- (2) Die charakteristischen Werte der Steifigkeiten des Elements oder einzelner Bauteile werden im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ermittelt. Zur Bestimmung der Steifigkeiten kann auf Zwischenergebnisse der Versuche zur Bestimmung der Tragfähigkeit (Kapitel 2.2) zurückgegriffen werden, sofern Versuchsdaten auf entsprechendem Lastniveau ausgewertet werden.

- (3) Die effektive Biegesteifigkeit eines Elements im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist aus Durchbiegungsmessungen unter den maximalen Beanspruchungen aus Druck-Sogeinwirkung zu ermitteln.
- (4) Zur Bestimmung der effektiven Torsionssteifigkeit eines Elements im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit siehe Kapitel 2.2 (4).
- (5) Für eine zutreffende rechnerische Modellierung des Elements können Detailversuche zur Bestimmung lokaler Steifigkeiten erforderlich werden, z.B. zur Bestimmung des nichtlinearen Last-Verformungsverhaltens von Verbindungsmitteln. Dabei ist zu beachten, dass die Prüfkörper das Konstruktionsdetail realistisch abbilden.

2.4. Versuche zur Ermittlung der charakteristischen Werte und der Bemessungswerte des Ermüdungswiderstands

2.4.1. Allgemeines

- (1) Zur Ermittlung der charakteristischen Werte und der Bemessungswerte des Ermüdungswiderstands dürfen Detailversuche mit einzelnen, normativ geregelten, kritischen Kerbfalldetails durchgeführt werden. Detailversuche sind mit einem rechnerischen Nachweis der Dauerfestigkeit zu kombinieren. Hierbei ist das gesamte Element (Nachweisverfahren A) nur bei Ermüdungsversagen infolge Biegebeanspruchung oder Bauteilversuche mit ganzen Wandelementen (Nachweisverfahren B) zu verwenden. Die Kerbfalldetails sind auf die Dauerfestigkeit umzurechnen. Für die Auflagerbereiche sind grundsätzlich Bauteilversuche durchzuführen. Für diese Versuche dürfen Elemente mit einer kleineren Stützweite verwendet werden, wenn die Ermüdungsfestigkeit von der absoluten Größe der Endverdrehung des Elementes unabhängig ist. Bauteilversuche sind ferner bei Wandelementen mit zusätzlichen Distanzprofilen durchzuführen
- (2) Wenn die Untersuchungen so durchgeführt werden, dass die Ermüdungssicherheit des gesamten Wandelements auf der Grundlage katalogisierter Kerbfalldetails nach Eurocode 9 (DIN EN 1999-1-3 (Nachweisverfahren A)) erfolgt, ist zusätzlich durch zwei Bauteilversuche mit Hilfe von DMS-Messungen nachzuweisen, dass mit dem verwendeten Berechnungsmodell die Beanspruchungen an den maßgebenden Stellen realistisch ermittelt werden. Hierzu dürfen die in Kapitel 2.2 beschriebenen statischen Versuche verwendet werden. Es ist jedoch mindestens ein Versuch mit $N = 5 \cdot 10^6$ Lastwechsel (entspricht Dauerfestigkeit) auf dem Niveau des Bemessungswerts der Einwirkung infolge aerodynamischer Anregung, gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Trägheitskräften, erforderlich, mit dem das Verformungsverhalten und eine mögliche Degradation des Verformungs- und Tragverhaltens des Elements unter Ermüdungsbeanspruchung überprüft werden. Bei Anwendung des Nachweisverfahrens A ist vorab Einvernehmen mit der zulassenden Stelle des Eisenbahn-Bundesamtes herzustellen. Es gilt nur für einfache Konstruktionen von Wandelementen, die bspw. folgende Randbedingungen erfüllen:
 - Das Element weist keine mechanischen Verbindungsmittel auf.
 - Das Element ist aus einem Strangpressprofil gefertigt.
- (3) Für die Versuchsdokumentation gelten die in Kapitel 2.2 (2) genannten Anforderungen sinngemäß. Ermüdungsversuche sind bei Detailuntersuchungen (Nachweisverfahren A) kraft geregelt zu fahren.
- (4) Das Nachweisverfahren B stellt das Standardverfahren dar. Wenn beim Nachweisverfahren B aus dem Verformungsverhalten des Elementes eine nennenswerte Änderung der Massenträgheitskräfte resultiert, sollte eine entsprechende Anpassung der Ver-

suchslasten vorgenommen werden. Bei Bauteilversuchen sind neben Verformungsmessungen grundsätzlich Dehnungsmessungen mit Hilfe von DMS zur Ermittlung der relevanten Spannungsschwingbreiten erforderlich.

- (5) Wenn für Lärmschutzwände transparente Werkstoffe wie Glas oder Kunststoff verwendet werden, für die keine normativen Regelungen zum Verhalten unter nicht vorwiegend ruhender Beanspruchung existieren, sind weitergehende Untersuchungen nach Kapitel 3 erforderlich.

2.4.2. Kleinteilversuche für Kerbfalldetails (Nachweisverfahren A)

- (1) Wenn in Ausnahmefällen bei Anwendung des Nachweisverfahrens A Kleinteilversuche durchgeführt werden sollen, ist vorab das Einvernehmen mit der zulassenden Stelle des Eisenbahn-Bundesamtes herzustellen und es wird eine Prüfung durch einen unabhängigen Gutachter erforderlich.
- (2) Die Versuchskörper für Kleinteilversuche zur Ermittlung der Ermüdungsfestigkeitskurve für die typischen Kerbfalldetails des Elements sind so zu planen, dass die im Wandelement auftretenden Beanspruchungen realistisch erfasst werden. Dies gilt insbesondere für die lokale Beanspruchung von Verbindungsmitteln, wenn diese neben Scherbeanspruchungen auch unplanmäßige Zugbeanspruchungen erhalten (z.B. bei Leichtbauelementen Scherbeanspruchungen aus dem globalen Tragverhalten und Zugbeanspruchungen aus der Abtragung der lokalen Druck- und Sogkräfte in die Randelemente).
- (3) Bei der experimentellen Untersuchung von Kerbfalldetails sind zur Ermittlung der Ermüdungsfestigkeitskurve nach DIN EN 1999-1-3 [16] für jedes Kerbfalldetail mindestens zwei Versuchsreihen mit jeweils 3 Versuchen unter unterschiedlichen Lastniveaus durchzuführen. Dabei ist ein Lastniveau so zu wählen, dass Aussagen über die Dauerfestigkeit getroffen werden können. Die Versuchsdokumentation und Auswertung muss bei Durchführung von Detailversuchen für einzelne Kerbfalldetails die folgenden Punkte enthalten:
 - a) Darstellung der Versuchsergebnisse und der Versuchsauswertung nach Anhang A im $\log \Delta\sigma$ - $\log N$ -Diagramm und Auswertung der Versuche zur Bestimmung der charakteristischen Werte und der Bemessungswerte des Ermüdungswiderstands,
 - b) Dokumentation der eingetretenen Ermüdungsbrüche (Fotodokumentation) mit Erläuterungen. Bei Verbindungsmitteln sind gegebenenfalls Schliffbilder erforderlich,
 - c) Erläuterung des Berechnungsmodells zur Ermittlung der maßgebenden Spannungsschwingbreiten,
 - d) rechnerische Ermittlung der Dauerfestigkeit des Bauteils auf der Grundlage der Ermüdungsfestigkeitskurven für die katalogisierten und/oder experimentell untersuchten Kerbfalldetails.

2.4.3. Bauteilversuche (Nachweisverfahren B - Standardverfahren)

- (1) Bei Durchführung von Bauteilversuchen zur Ermittlung der Dauerfestigkeit des gesamten Elements sind mindestens vier Versuchsreihen mit jeweils drei Versuchen zur Ermittlung der Ermüdungsfestigkeitskurven für das Momenten- und das Querkraft- bzw. Auflagerversagen durchzuführen. Zwei Versuchsreihen mit jeweils drei Versuchen dienen dabei zur Ermittlung der Ermüdungsfestigkeitskurve für Momentenbeanspruchung und zwei weitere Versuchsreihen mit jeweils drei Versuchen zur Ermittlung der Ermü-

- dungsfestigkeitskurve für Querkraft- bzw. Auflagerkraftversagen. Das Belastungsniveau ist für die einzelnen Versuchsreihen so festzulegen, dass eine Aussage über die Dauerfestigkeit des gesamten Elements bei Momenten- und Querkraftbeanspruchung möglich ist. Die Ermüdungsversuche sind hinsichtlich der Lasteinleitung so zu planen, dass eine Druck-Zug-Wechselbeanspruchung aufgebracht werden kann.
- (2) Der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit der EPDM-Koppelemente ist im Rahmen der Bauteilversuche zu erbringen. Der Anhang B ist ergänzend zu beachten.
 - (3) Bei torsionssteifen Elementen sind zusätzlich, bei Prüfung von gesamten Wandelementen, zwei Versuchsreihen mit jeweils drei Ermüdungsversuchen unter Berücksichtigung einer Endverdrehung der Auflagerachsen durchzuführen (z.B. mit Hilfe einer elastischen Auflagerung der Auflagerträger an vier Punkten mit unterschiedlichen Federsteifigkeiten; Anmerkung: Die unterschiedlichen Federsteifigkeiten können mit Hilfe von geeichten Tellerfedern realisiert werden). Alternativ dürfen die Einflüsse aus der Verdrillung mit Hilfe der DMS-Messungen aus den statischen Versuchen ermittelt werden. In diesem Falle ist die Ermüdungsfestigkeit des Gesamtelements zusätzlich rechnerisch unter Berücksichtigung der Einflüsse aus der Verdrillung nachzuweisen.
 - (4) Wenn die Bauteilversuche so durchgeführt werden, dass nur das globale Ermüdungsversagen (z.B. der Randprofile) erfasst wird, sind zusätzliche Ermüdungsversuche zur Erfassung des lokalen Lastabtrags erforderlich. Der Einfluss der Interaktion zwischen den lokalen und globalen Beanspruchungen ist dann bei der Auswertung gesondert zu berücksichtigen.
 - (5) Die Bauteilversuche sind in Übereinstimmung mit DIN EN 1990, Anhang D [7] auszuwerten. Bei der Auswertung dürfen jeweils nur Versuche berücksichtigt werden, bei denen gleichartige Ermüdungsbrüche infolge Momenten- oder Querkraftbeanspruchung aufgetreten sind. Als Versagenskriterium gilt grundsätzlich der erste erkennbare Anriss oder das erste Versagen eines Verbindungsmittels (Abscheren oder signifikante Lochaufweitung).
 - (6) Die Versuchsdokumentation und Auswertung der Bauteilversuche müssen die folgenden Punkte enthalten:
 - a) Darstellung der aufgetretenen Ermüdungsbrüche (Fotodokumentation) und der zugehörigen Lastspielzahlen, Bewertung der Ermüdungsbrüche im Hinblick auf Momenten- bzw. Querkraftversagen am Auflager;
 - b) Darstellung der Ermüdungsfestigkeitskurve und der einzelnen Versuchsergebnisse getrennt nach den Spannungsschwingbreiten aus Biegemomenten und Auflagerkräften, statistische Auswertung der Versuche nach Anhang A dieses Leitfadens sowie Ermittlung der charakteristischen Werte und der Bemessungswerte der Tragfähigkeit nach DIN EN 1990, Anhang D [7];
 - c) Darstellung des Zusammenhanges zwischen Verformung und Lastspielzahl N ;
 - d) aus den Messungen nach c) sind die effektiven Biegesteifigkeiten in Abhängigkeit von der Lastspielzahl N zu ermitteln;
 - e) Darstellung und Erläuterung des Bemessungskonzepts auf der Grundlage von Richtlinie 804.5501 [3].

3. Erforderliche Untersuchungen für Lärmschutzwandelemente mit transparenter Ausfächung

- (1) Die nachfolgenden Regelungen gelten für Acrylglas (PMMA) und Polycarbonat (PC). Die Versuche für andere Kunststoffe sind mit dem EBA abzustimmen. Lärmschutzwandelemente mit einer Ausfächung aus Mineralglas (VSG) sind in Abschnitt 3.2 geregelt.
- (2) Die nachfolgenden Regelungen gelten nur für transparente Wandelemente nach Kapitel 1 (1). Für andere Arten von transparenten Lärmschutzwänden (z.B. transparente Lärmschutzwände mit Punktlagerung und/ oder freien, nicht gestützten Rändern) sind die erforderlichen experimentellen Untersuchungen im Einzelfall mit dem EBA abzustimmen.
- (3) Für transparente Elemente sind in der Regel experimentelle Grundsatzuntersuchungen für den verwendeten transparenten Werkstoff sowie Bauteilversuche mit kompletten Wandelementen (transparente Füllelemente und Rahmen) erforderlich.

3.1. Erforderliche Untersuchungen für Lärmschutzwandelemente mit transparenter Ausfächung; PMMA

- (1) Die Bauteilversuche zur Ermittlung der Steifigkeit und der Tragfähigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind in Übereinstimmung mit den Kapiteln 2.1 bis 2.3 durchzuführen. Für die Ermüdungsversuche gelten die Regelungen nach Kapitel 2.4.3. Die Lasteinleitung in die transparenten Füllelemente ist bei den Bauteilversuchen so auszubilden, dass im Versuch sowohl im Hinblick auf die Tragfähigkeit als auch auf die Ermüdungsfestigkeit die Auflagerung der transparenten Füllelemente in den umlaufenden EPDM-Dichtungen und der Einstand der transparenten Füllelemente beurteilt werden können.
- (2) Zusätzlich zu den Bauteilversuchen nach (3) sind für den transparenten Werkstoff weitere Grundsatzuntersuchungen erforderlich, wenn keine normativen Vorgaben auf der Grundlage von DIN EN 1990 [7] existieren. Zur Beurteilung des Grenzzustandes der Tragfähigkeit sind die in (6) zusammengestellten Untersuchungen und für den Grenzzustand der Ermüdung die experimentellen Untersuchungen nach (7) und (8) durchzuführen.
- (3) Zur Beurteilung der statischen Tragfähigkeit des transparenten Werkstoffs sind Vierpunkt-Biegeversuche nach Abb. 1 durchzuführen. Mit Hilfe der nachfolgend beschriebenen Versuchsserien sollen Einflüsse aus Temperatur, unplanmäßiger Kerbwirkung durch Beschädigung, aus aggressiven unplanmäßigen Beschichtungen sowie aus einer möglichen Alterung beurteilt werden. Im Einzelnen sind die folgenden Versuchsserien zur Ermittlung der charakteristischen Werte der Tragfähigkeit sowie der Bemessungswerte der Tragfähigkeit erforderlich:
 - Serie 1: Mindestens 5 Versuche bei Raumtemperatur nach Abb. 1
 - Serie 2: Mindestens 5 Versuche bei einer Temperatur von -30 °C nach Abb. 1
 - Serie 3: Mindestens 5 Versuche bei einer Temperatur von + 50 °C nach Abb. 1
 - Serie 4: Mindestens 5 Versuche mit einer planmäßigen Kerbe nach Abb. 1b
 - Serie 5: Mindestens 5 Versuche zur Ermittlung des Einflusses von aggressiven Stoffen
 - Serie 6: Mindestens 5 Versuche mit Kerbe nach Abb. 1, hergestellt aus natürlich freibewitterten Probestücken mit einem Alter von mindestens 5 Jahren
 - Serie 7: Im Rahmen der Zulassungsversuche (Zulassung des transparenten Werkstoffes) sind jeweils 2 mal 5 Versuchskörper mit und ohne Kerbe nach Abb. 1

herzustellen und über einen Zeitraum von 5 und 10 Jahren auszulagern. Die Auslagerungsbedingungen sind:

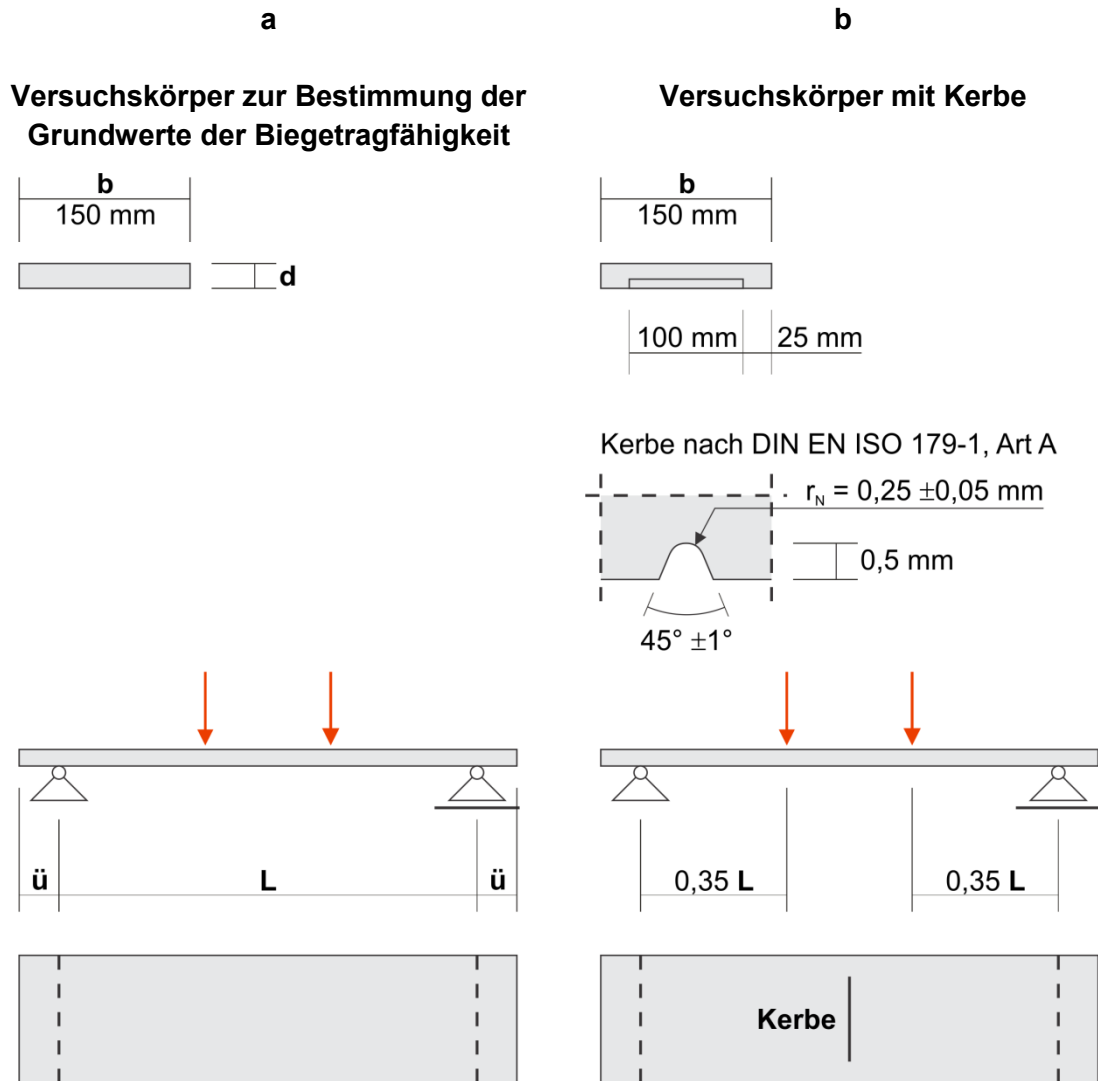
- Versuchskörper 45° geneigt
- Nach Süden ausgerichtet
- Kerbe vertikal ausgerichtet, um Verschmutzung des Kerbgrunds zu minimieren
- Maximale Exposition gegenüber der Sonnenbestrahlung, d.h. keine Verschattung

Vor Verlängerung der Zulassung ist mit diesen Versuchskörpern zu überprüfen, ob der Alterungseinfluss bei der Zulassung des Werkstoffes ausreichend berücksichtigt wurde.

Für die Herstellung der Probekörper gilt DIN EN ISO 2818 [19].

Wenn die Belastungsgeschwindigkeit einen nennenswerten Einfluss auf die Biegetragfähigkeit hat, sind gegebenenfalls zusätzliche Versuchsserien erforderlich.

Die Versuchsserie 1 dient der Ermittlung des Grundwertes der Biegetragfähigkeit des transparenten Materials sowie zur Ermittlung der Biegesteifigkeit bzw. des Biegemoduls. Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit sowie der Bemessungswert sind nach DIN EN 1990, Anhang D [7] zu ermitteln. Bei der Auswertung nach Anhang D sind neben den Streuungen der Biegezugfestigkeit mögliche Streuungen der Materialdicke zu berücksichtigen. Vorinformationen bezüglich der Streuungen der Materialdicke aus der laufenden Fertigungsüberwachung des Herstellers dürfen dabei berücksichtigt werden. Die Versuchsserien 2 und 3 dienen zur Beurteilung eines möglichen Temperatureinflusses auf die Festigkeit sowie die Duktilität des Materials. Mit der Versuchsserie 4 sollen Einflüsse aus möglichen unplanmäßigen Beschädigungen ermittelt werden. Hierzu sind Prüfkörper mit der in Abb. 1b dargestellten Kerbe zu prüfen. Insbesondere die Einhaltung des Radius im Kerbgrund ist an Parallelproben im Querschnitt mit Hilfe einer CCD-Kamera zu überprüfen (siehe ISO 179-1, Anhang C [18]). Die Kerbe ist mit einem Schafffräser unter Beachtung von DIN EN ISO 2818 einzubringen, der Probekörper darf nicht wärmenachbehandelt (getempert) werden. In Abhängigkeit von dem jeweils untersuchten Werkstoff sind weitere Versuche zur Berücksichtigung des Einflusses von möglichen aggressiven Stoffen (z.B. Sprühlacke, Reinigungsmittel zum Entfernen von Sprühlacken) erforderlich. Bei diesen Versuchen ist auf die Prüfkörper in Feldmitte ein 5 cm breiter Streifen über die gesamte Versuchskörperbreite mit dem aggressiven Stoff zu beschichten. Die Versuchsrandbedingungen sind in Abhängigkeit von dem verwendeten Material mit dem EBA abzustimmen.



Die Plattenlänge ist in Abhängigkeit der Nenndicke zu wählen.
Für die Plattenschlankheit gilt:

$$\frac{L}{d} = 20$$

Abb. 1: Versuchskörper zur Ermittlung der statischen Tragfähigkeit und der Ermüdungsfestigkeit

Der Bemessungswert der Tragfähigkeit unter Berücksichtigung der zuvor genannten Einflussparameter darf aus dem aus der Versuchsserie 1 ermittelten Grundwert der Biegetragfähigkeit durch Multiplikation mit weiteren Abminderungsfaktoren zur Berücksichtigung der Temperatur, der unplanmäßigen Kerbwirkung, einer unplanmäßigen aggressiven Beschichtung sowie der Alterung erfolgen. Gegebenenfalls ist noch ein Abminderungsfaktor nach (7) zu berücksichtigen.

- (4) Bei Platten mit eingebetteten Polyamidfäden oder anderen Konstruktionselementen zur Sicherstellung der Resttragfähigkeit sind die Einflüsse aus einer zusätzlichen Kerbwirkung infolge einer exzentrischen Lage der Polyamidfäden mit 5 Versuchen zu überprüfen.

- (5) Falls erforderlich, ist der Einfluss einer exzentrischen Lage von Polyamidfäden oder anderer Konstruktionselemente zur Sicherstellung einer ausreichenden Resttragfähigkeit auf die Ermüdungsfestigkeit mit jeweils 5 Versuchen unter unterschiedlichen Lastniveaus zu untersuchen (Serien E5 und E6).
- (6) Zur Ermittlung der Ermüdungsfestigkeit sind die Ermüdungsfestigkeitskurven des Grundmaterials experimentell zu ermitteln. Hierzu sind mindestens 2 Versuchsreihen (Serien E1 und E2) mit jeweils 5 Versuchen unter unterschiedlichen Lastniveaus durchzuführen. Es sind Vierpunkt-Biegeversuche nach Abb. 2 unter reiner Wechselbeanspruchung durchzuführen. Bei der Serie E1 sollte die maximale Oberlast F_{\max} so festgelegt werden, dass die zur Nennspannung zugehörige Dehnung maximal 0,8 % beträgt. Bei der Serie E2 ist das Lastniveau so zu bestimmen, dass die ertragbare Lastspielzahl im Mittel über $2 \cdot 10^6$ Lastwechseln liegt. Die Versuche sind nach Anhang A dieses Leitfadens auszuwerten. Der Teilsicherheitsbeiwert ist in Übereinstimmung mit DIN EN 1990, Anhang D zu ermitteln. Ferner ist die Ermüdungsfestigkeitskurve für den in Abb. 1 dargestellten Prüfkörper mit Kerbe analog zu ermitteln (Serien E3 und E4). Die aus den Serien E3 und E4 ermittelte Ermüdungsfestigkeitskurve dient zur Ermittlung des auf den Grundwert der Ermüdungsfestigkeit bezogenen Abminderungsfaktors für unplanmäßige Kerben. Die Oberlasten sind wie bei den Versuchsreihen E1 und E2 festzulegen. Für PMMA und PC sind die Belastungsfrequenzen auf maximal 2,5 Hz zu beschränken. Werden Werkstoffe untersucht, bei denen es unter diesen Frequenzen zu einer Temperaturerhöhung des Prüfkörpers kommt, die die Versuchsergebnisse beeinflusst, sind gegebenenfalls weitere Untersuchungen erforderlich. Wenn keine weiteren Ermüdungsversuche durchgeführt werden, dürfen bei der Ermittlung des Bemessungswertes der Ermüdungsfestigkeit zur Berücksichtigung weiterer Einflüsse näherungsweise die Abminderungsfaktoren nach (7) verwendet werden. Wenn sich aus den Versuchen eine Dauerfestigkeit experimentell nicht ermitteln lässt, darf die Dauerfestigkeit bei $N = 5 \cdot 10^6$ Lastspielen angenommen werden.

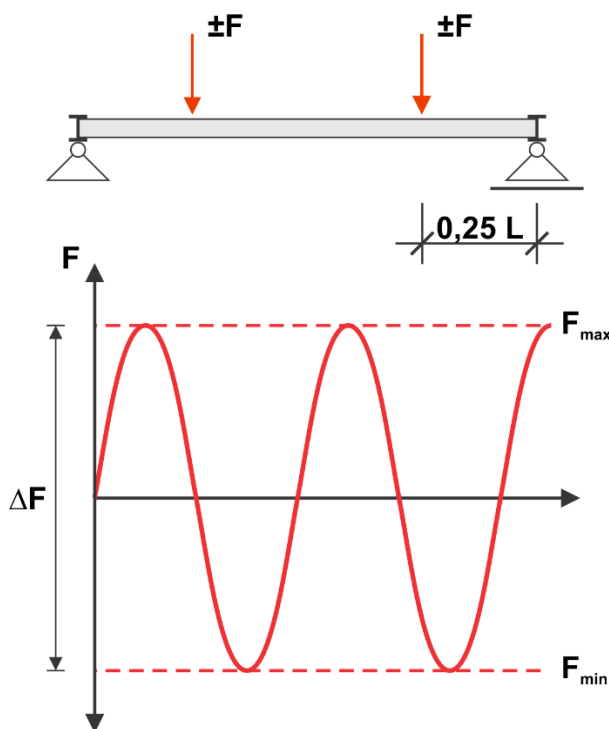


Abb. 2: Ermüdungsversuche

- (7) Es ist in Abhängigkeit vom untersuchten Werkstoff zu überprüfen, ob eine ermüdungsrelevante Beanspruchung wie die Druck-Sogeinwirkung im Lauf der Lebensdauer infolge von Mikroschädigungen dazu führen kann, dass bei einer statischen Laststeigerung bis in den Grenzzustand der Tragfähigkeit die Vorschädigung zu einem Abfall der Tragfähigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit führen kann. Dies wird dadurch überprüft, dass zunächst eine Ermüdungslast aufgebracht wird und dann nach $2 \cdot 10^6$ Lastwechseln ein statischer Bruchversuch durchgeführt wird.
- Dazu sind zur Sicherstellung einer ausreichenden Resttragfähigkeit nach dynamischer Vorbelastung sind drei weitere Versuche erforderlich, bei denen die Versuchslast für die dynamische Vorbelastung aus dem charakteristischen Wert der aufnehmbaren Doppelspannungsamplitude für das Grundmaterial bei $N = 2 \cdot 10^6$ Lastwechseln ermittelt wird. Auf die Versuchskörper sind dann in einer ersten Versuchsphase mit der so ermittelten Last 10^6 Lastwechsel aufzubringen. Anschließend ist der Versuch wegge-regelt zu Bruch zu fahren. Wenn der aus diesen Versuchen ermittelte Mittelwert der Traglast um mehr als 10% vom Mittelwert der Traglast der Versuchsserie 1 abweicht, ist bei der Ermittlung des Bemessungswertes der Biegetragfähigkeit nach (3) ein weiterer Abminderungsfaktor für die Einflüsse aus einer dynamischen Vorbelastung zu berücksichtigen.
- (8) Für die transparenten Wandelemente ist ein Nachweis ausreichender Steinwurfresistenz zu erbringen. Hierzu ist ein Fallversuch mit einer stählernen 3 kg-Kugel aus 3 m Höhe durchzuführen. Als Aufprallpunkt ist die Feldmitte des transparenten Füllelementes (Punkt 1 nach Abb. 3) sowie die Punkte 2 und 3 nach Abb. 3 zu wählen. Bei den Aufprallpunkten 2 und 3 sollte dabei der Auftreffpunkt 150 mm von der Innenkante des Rahmenprofils entfernt liegen. Der Versuch ist jeweils dreimal bei Raumtemperatur und bei -20 °C zu wiederholen. Der Versuch gilt als bestanden, wenn kein Bruch eingetreten ist oder bei Bruch das transparente Füllelement noch mit einer Last beansprucht werden kann, die dem 0,5fachen charakteristischen Wert der Biegetragfähigkeit entspricht. Die Fallversuche sind grundsätzlich mit kompletten Wandelementen (Rahmen und transparentes Füllelement) durchzuführen.

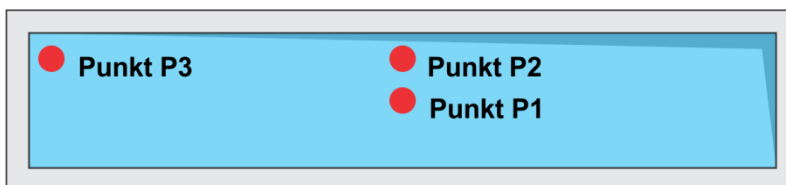


Abb. 3: Fallversuche

- (9) Für die Elemente ist zur Bestimmung der Resttragfähigkeit ein Pendelschlagversuch nach Richtlinie 804.5501 [3], Abschnitt 3 (3) erforderlich. Die erforderlichen Versuche sind im Rahmen der Zulassungsversuche durchzuführen und im Anhang D beschrieben.



Abb. 4: Pendelschlagversuch

Wenn nach Prüfung der Anprallpunkte 1 und oder 2 (vgl. Abb. 4) kein Bruch eingetreten ist, darf das Element für weitere Versuche verwendet werden. Bei Elementen mit eingebetteten Polyamidfäden, ist die Lage der Polyamidfäden mit geeigneter Messmethoden zu ermitteln.

Bei eingebetteten Polyamidfäden kann es herstellungsbedingt vorkommen, dass die Polyamidfäden nicht zentrisch in der Scheibe sitzen. Im Betrieb werden die Druck-Sogwirkungen und auch Anpralllasten bei den zugelassenen Wandelementen zu den Gurten des Elementes (Rahmen) hin abgetragen, d.h. es entstehen aus der Plattentragwirkung Zugspannungen senkrecht zur Faserrichtung. Da die Faser die Zugzone schwächt, kommt es zu einem Bruchbeginn auf der Zugseite, d.h. auf der dem Pendel abgewandten Seite.

Daher muss bei der Durchführung des Versuches die Seite mit der kleineren Überdeckung der Polyamidfäden auf der dem Pendel abgewandten Seite des Elementes (Seite mit Biegezugbeanspruchungen) liegen. Es sind nur die Bruchstücke zu berücksichtigen, die infolge des ersten Anstoßes herabfallen; siehe Anhang D (Anhalten des Pendels nach dem ersten Anstoß).

Die Klassifizierung erfolgt dabei anhand der Tabelle 1, DIN EN 1794-2 [[6]], anhand der Nachweiskriterien für lose Bruchstücke:

- Keine starren Bruchstücke des Prüfkörpers mit einer Größe von mehr als 25 cm² und einem Gewicht von mehr als 0,100 kg.
- Keine starren Bruchstücke des Prüfkörpers mit einer Länge von mehr als 15 cm.
- Keine starren Bruchstücke des Prüfkörpers mit Winkeln von weniger als 15° und einem Gewicht von mehr als 0,100 kg.
- Keine Bruchstücke mit einem Gewicht von mehr als 0,400 kg.
- Keine starren scharfkantigen Bruchstücke mit einer Dicke von weniger als 1 mm und einem Gewicht von mehr als 0,100 kg.

3.2. Erforderliche Untersuchungen für Lärmschutzwandelemente mit transparenter Ausfachung; Verbundsicherheitsglas (zurückgestellt)

bleibt frei

4. Erforderliche rechnerische Nachweise für Wandelemente in Leichtbauweise

- (1) Die erforderlichen rechnerischen Nachweise für Elemente in Leichtbauweise sind – soweit möglich – auf der Grundlage der einschlägigen technischen Regeln, d.h. der Normen der Reihe DIN EN 1993 ([12] bis [14]) und DIN EN 1999 ([15] bis [17]) zu führen. Sofern für die maßgebenden Ermüdungsnachweise keine normativ vorgegebenen Ermüdungsfestigkeitskurven für Wechselbeanspruchung vorliegen, sind die Ergebnisse der Ermüdungsversuche nach Abschnitt 2.4 zugrunde zu legen.
- (2) Beim Nachweis der Elemente sind insbesondere die folgenden Besonderheiten zu berücksichtigen:
 - a) Nachweise der wesentlichen Details und des Bauteils unter Wechselbeanspruchung im zutreffenden Frequenzbereich bspw. hinsichtlich Resonanz,
 - b) Nachweis der Verbindungsmittel gegebenenfalls unter Beachtung mehraxialer Beanspruchung, z.B. Schub aus Globalbiegung und Zug aus lokaler Lasteinleitung,
 - c) Nachweis im Grenzzustand der Ermüdung unter Berücksichtigung von Schnittgrößeninteraktionen,

- d) Nachweis der Lasteinleitung im Auflagerbereich unter Beachtung sekundärer Tragwirkungen,
- e) Nachweis der Ermüdungsfestigkeit profilierter, gelochter und beschichteter dünner Bleche,
- f) Berücksichtigung unterschiedlicher Materialpaarungen, z.B. Aluminium in Verbindung mit nichtrostendem Stahl,
- g) Nachweis der Ermüdungsfestigkeit in kaltverformten Bereichen auch unter Berücksichtigung sekundärer Tragwirkungen.

5. Erforderliche Untersuchungen für Wandelemente aus Beton

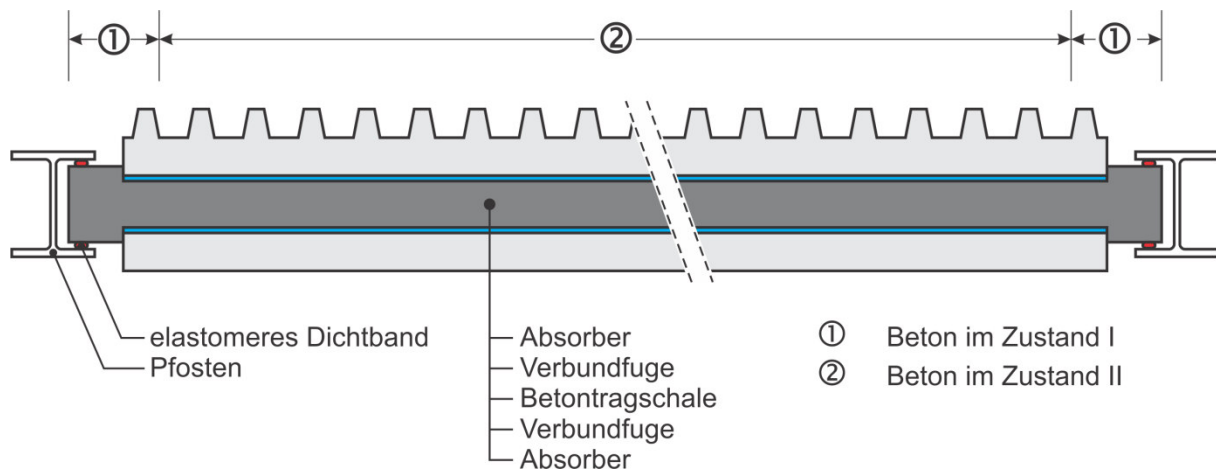


Abb. 5: Schnitt durch ein Betonelement mit möglicher Zonierung der Tragmechanismen

5.1. Bauartspezifische Besonderheiten

- (1) Betonlärmschutzelemente bestehen im Regelfall aus einer Betontragschale mit ein- oder beidseitig angebrachten Absorbern aus einem haufwerksporigen Material, die der Schallabsorption dienen und kein primär tragendes Bauteil darstellen. Die Auflagerung in den Vertikalpfosten erfolgt generell über beidseitig angeordnete Dichtbänder (beachte hierzu Anhang B dieses Leitfadens). Ein exemplarischer Schnitt durch ein Betonelement ist in Abb. 5 dargestellt.
- (2) Wie alle Lärmschutzelementtypen sind auch Betonlärmschutzelemente Wechselbeanspruchungen ausgesetzt. Dies steht im Gegensatz zu den Technischen Regeln sowie der überwiegenden Zahl der ermüdungsbeanspruchten Betonkonstruktionen im Bauwesen, die aufgrund ihres hohen Eigengewichts in der Regel lediglich Druck-Schwellbeanspruchungen unterliegen.
- (3) Es können für den beabsichtigten Tragmechanismus der Betontragschale bzw. einzelner Zonen der Betontragschale (Abb. 5) folgende Varianten unterschieden werden:
 - a) „Konventionelle“ Stahlbetonkonstruktion ohne planmäßigen Ansatz der Betonzugfestigkeit (Lastabtrag der Betontragschale im gerissenen Zustand II)
 - b) Konstruktion mit planmäßigem Ansatz der Betonzugfestigkeit (Lastabtrag der Betontragschale im ungerissenen Zustand I)
- (4) Betonlärmschutzelemente sind bauartbedingt größeren Toleranzen unterworfen als z. B. Lärmschutzelemente aus Aluminium. Diese Toleranzen können u. a. Einfluss auf die Lagerung in den Vertikalpfosten (Dickentoleranz) sowie Einfluss auf die ansetzbare Länge der Endverankerung (Einbautoleranz der Bewehrung) haben.

- (5) Die in (1) bis (4) beschriebenen Besonderheiten sind bei den rechnerischen und experimentellen Nachweisen nach Kapitel 5.2 bis 5.4 entsprechend zu berücksichtigen.

5.2. Rechnerische Nachweise der Betontragschale

- (1) Für die Betontragschale der Betonelemente, ausgenommen davon sind Sockelelemente nach Kapitel 6, sind zusätzlich zu den durchzuführenden Versuchen soweit möglich die folgenden Nachweise auf Grundlage der Normenreihe DIN EN 1992 rechnerisch zu führen:
- Momenten- und Querkrafttragfähigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie im Grenzzustand der Ermüdung
 - Nachweis der Endverankerung der Bewehrung im Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie im Grenzzustand der Ermüdung unter Berücksichtigung der möglichen geometrischen Spiele des Lärmschutzelements in den Pfosten sowie der baulichen Toleranzen und der Betondeckung beim Bewehrungseinbau
- (2) Sofern für die maßgebenden Ermüdungsnachweise keine normativ vorgegebenen Ermüdungsfestigkeitskurven für Wechselbeanspruchung vorliegen, ist der Nachweis allein über Ermüdungsversuche zu führen. Für die Auswertung der Versuche und für die Ermittlung der charakteristischen Werte und der Bemessungswerte der Tragfähigkeit im Grenzzustand der Ermüdung gelten generell die Regelungen nach DIN EN 1990, Anhang D [7] i.V.m. dem Anhang A dieses Leitfadens.
- (3) Die eisenbahnspezifischen Regularien für Betonlärmschutzelemente sind ergänzend zu beachten.

5.3. Versuche an der Betontragschale

- (1) Bei der Versuchsdurchführung ist der beabsichtigte Tragmechanismus der Betontragschale zu berücksichtigen.
- Konventionelle Stahlbetonkonstruktion ohne planmäßigen Ansatz der Betonzugfestigkeit:

Bei der Versuchsdurchführung ist sicherzustellen, dass die Wechselbeanspruchung am bereits gerissenen Bauteil (Zustand II) aufgebracht wird. In der Regel wird eine Vorbelastung der Probekörper erforderlich sein, um vorab ein Rissbild zu erzeugen. Die Vorbelastung ist jeweils entsprechend der Wechselbeanspruchung für beide Belastungsrichtungen aufzubringen.
 - Konstruktion mit planmäßigem Ansatz der Betonzugfestigkeit:

Für den Fall, dass das Betonelement planmäßig im ungerissenen Zustand I verbleiben soll, ist keine Vorbelastung erforderlich. Bei der Versuchsplanung und der Auswertung ist jedoch zu beachten, dass aufgrund der größeren Streuungen der Betonzugfestigkeit unter Ermüdungsbeanspruchung eine größere Zahl an Prüfkörpern erforderlich sein wird. Bei der Herstellung der Versuchskörper und bei Versuchsdurchführung ist darauf zu achten, dass keine unplanmäßigen Überfestigkeiten bei der Betonzugfestigkeit vorhanden sind.
- (2) Die Wechselbeanspruchung des Betons kann für folgende Konstruktionsdetails bei Betonelementen unter Ermüdungsbeanspruchung relevant sein, die folglich bei der Konzeption des Versuchsprogramms für Betonelemente zu berücksichtigen sind:
- Nachweis der Ermüdungssicherheit der Querkrafttragfähigkeit am Endauflager unter Wechselbeanspruchung

- b) gegebenenfalls Nachweis der Ermüdungssicherheit am Endauflager unter wechselnder Torsionsbeanspruchung (ein mögliches Spiel der Betonelemente in den Vertikalpfosten durch erhöhte Nachgiebigkeiten in den Dichtbändern darf zur Verringerung der Torsionsbeanspruchung angesetzt werden)
 - c) Nachweis der Verankerung der Längsbewehrung am Endauflager bei Unterschreitung der Mindestwerte der Verankerungslänge nach DIN EN 1992-1-1 [9]
- (3) Die Konzeption und Auswertung der Ermüdungsversuche an Stahlbetonbauteilen soll möglichst so erfolgen, dass die Versagensmechanismen materialbezogen (Beton bzw. Bewehrungsstahl) zugeordnet werden können. Separate Wöhlerlinien für das Betonversagen, bzw. das Stahlversagen (z.B. bei bestimmten Kerbfalldetails am Bewehrungselement) sind anzustreben.

5.4. Versuche am Verbundsystem Betontragschale und Absorber

- (1) Da Schäden an den Absorbern zu Gefährdungen der angrenzenden Verkehrswege führen können – z. B. durch Herabfallen einzelner Absorberteile oder sogar ganzer Absorberplatten – ist durch Versuche nachzuweisen, dass die Absorber und insbesondere ihr Verbund zur Betontragschale unter den zu erwartenden Betriebsbedingungen während ihrer planmäßigen Lebenszeit in ordnungsgemäßem Zustand verbleiben.
- (2) Folgende Einwirkungen führen prinzipiell zu Beanspruchungen des Absorbers sowie der zugehörigen Verbundfuge:
- a) Trägheitskräfte des Absorbers
 - b) unplanmäßige Beteiligung des Absorbers am Lastabtrag
 - c) ungleichmäßige Temperaturendehnungen infolge ungleichmäßiger Erwärmung und/ oder unterschiedlicher Temperaturendehnungskoeffizienten
 - d) Frosteinwirkungen bei durchfeuchteten Absorbern (gegebenenfalls auch mit Taumitteln)
 - e) relatives Schwinden zwischen Absorber und Tragplatte

Hinweis: Es wird angemerkt, dass die direkten Druck-Sog-Belastungen bei Zugvorbeifahrten sowie bei Starkwindereignissen zu keiner Zugbeanspruchung in der Verbundfuge führen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Soglasten eine mechanische Vereinfachung darstellen, die in der Realität auf einen Überdruck auf der abgewandten Seite zurückzuführen sind.

- (3) Für das Material des Absorbers sind die relevanten mechanischen Kenngrößen (Elastizitätsmodul, Wichte, Scherfestigkeit, Haftzugfestigkeit zur Tragschale, Kriech- und Schwindeigenschaften) zu bestimmen.
- (4) Die Widerstandsfähigkeit des Verbundsystems Betontragschale – Absorber ist hinsichtlich der in (2) beschriebenen Einwirkungen experimentell nachzuweisen. Eine Einwirkung muss nur dann nicht experimentell untersucht werden, wenn anhand von rechnerischen Nachweisen eine Vernachlässigbarkeit der resultierenden Beanspruchungen eindeutig nachgewiesen werden kann (z. B. Beanspruchungen durch Eigengewicht oder Druck-Sog-Belastungen).
- (5) Der Nachweis für die Einwirkung (2) b) kann über die für die Betontragschale erforderlichen Traglast- bzw. Dauerschwingversuche geführt werden, wenn als Versuchsele-

mente Betonelemente mit Absorbern verwendet werden. Bei der Einleitung der Versuchslasten in das Element ist darauf zu achten, dass unplanmäßige Zwängungen des Absorbers durch die Lasteinleitungskonstruktion so weit wie möglich vermieden werden.

- (6) Die Frost- bzw. Frost-Tausalz-Widerstandsfähigkeit ist durch ein geeignetes Verfahren an einem Verbundkörper aus Betontragschale und Absorber nachzuweisen (z. B. in Anlehnung an das LfS-Eintauchverfahren V gemäß ZTV-Lsw 88). Das gewählte Verfahren ist mit dem EBA abzustimmen.

Folgende Grundsatzanforderungen sind bei den durchzuführenden Versuchen jedoch zu beachten:

- a) Frost-Tau-Wechsel: ≥ 15 (Anzahl)
- b) Maximale bzw. minimale Temperatur: $\approx \pm 20$ °C
- c) Abkühlrate der Umgebungstemperatur (Klimaschrank): $\approx - 6$ °C/h
- d) Bestimmung und Vergleich der Scher- und Haftzugfestigkeiten an Verbundkörpern vor und nach Abschluss der Frost-Tau-Beanspruchung

6. Sockelelemente

Für die Bemessung und die konstruktive Durchbildung sind die Richtlinien 804.5501 [3] und 804.9060 [4] zu beachten. Soweit von der regelwerkssetzenden Stelle der DB Netz AG nicht anders festgelegt, erfordert die Verwendung von Sockelelementen eine gültige Produktfreigabe sowie eine gültige Herstellerbezogene Produktqualifikation (HPQ) des jeweiligen Herstellers.

7. Türen

- (1) Eine numerische und/ oder experimentelle Nachweisführung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Ermüdung gestaltet sich für Türen unter vorwiegend nicht ruhenden zuginduzierten Beanspruchungen als kompliziert. Die Konstruktion der Türen kann deshalb nur experimentell, auf der sicheren Seite liegend abgeschätzt werden. Es wird empfohlen, eine statisch wirkende, flächig aufgebrachte Belastung bis zum Versagen der Konstruktion zu steigern. Der damit erhaltene Wert der globalen Tragfähigkeit der Konstruktion unter senkrecht zur Türfläche wirkenden Lasten kann im Nachgang zu den Versuchen wie folgt bewertet werden:

- a) Für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

$$F_{R,d} = 0,75 \cdot \frac{F_u}{\gamma_M} = 0,68F_u$$

F_u ... experimentell ermittelte Versagenslast

$\gamma_M = 1,1$ (DIN EN 1993-1-9 [13])

- b) Für den Nachweis im Grenzzustand der Ermüdung:

$$F_{f,d} = \frac{0,1 \cdot 0,75 \cdot F_u}{\gamma_{Mf}} = 0,065F_u$$

$\gamma_{Mf} = 1,15$ (DIN EN 1993-1-9 [13])

Die Faktoren in den vorstehenden Gleichungen resultieren aus:

- 0,75 ... Abminderung zur Berücksichtigung der 5 % Fraktile bezogen auf den Mittelwert

- 0,10 ... Abminderung der statisch ermittelten Versagenslast zur Berücksichtigung des Grenzzustands der Ermüdung für den ungünstigsten Kerbfall bei Verwendung von Aluminiumlegierungen.
- (2) Auf eine rechnerische Untersuchung der Konstruktion der Türen kann aus folgenden Gründen verzichtet werden:
- Die Einflüsse großer Deformationen auf die Tür und auf die Türbeschläge können mit vertretbarem Aufwand rechnerisch nicht erfasst werden.
 - Die erforderliche Modellierungstiefe für wesentliche Details, wie beispielsweise die Scharniere, in Verbindung mit der Abbildung von unvermeidbaren Spielen in der Konstruktion ist zuverlässig nicht realisierbar.
 - Für produktangepasste Nachweise ist der einfache Vergleich mit der integralen Traglast unter senkrecht zur Tür gerichteten Lasten geeignet.
- (7) Durch die unter (1) ermittelten Werte werden nur die bemessungsrelevanten Widerstände der Türen definiert. Diese bilden die Grundlage für die projektspezifischen Nachweise der Konstruktion. Dabei sind die Türen sowohl unter den quasi-statisch wirkenden, klimatischen Windlasten gemäß DIN EN 1991-1-4 [8], als auch unter aerodynamisch induzierten Einwirkungen aus Zugverkehr gemäß Richtlinie 804.5501 [3] nachzuweisen.

8. Adapterelemente (zurückgestellt)

Hinweis: Adapterelemente sind hinsichtlich ihrer Funktion und akustischen Wirkung komplexe Konstruktionen, die vermieden werden sollten. Für nicht artreine LSW (bspw. Mischung mit transparenten und nicht transparenten Bereichen) sind Adapterelemente erforderlich.

9. Hinweise zur Berücksichtigung der Versuchsergebnisse bei den rechnerischen Nachweisen auf der Grundlage der Richtlinie 804.5501

- (1) Auf der Grundlage der Versuchsergebnisse sind alle erforderlichen Nachweise für die Grenzzustände der Tragfähigkeit, der Ermüdung und der Gebrauchstauglichkeit zusammenzustellen, die im Rahmen der bauaufsichtlichen Genehmigung erforderlich sind. Hierzu zählen insbesondere:
- a) Zusammenstellung aller im Rahmen der Tragwerksplanung zu führenden rechnerischen Nachweise für das Element auf der Grundlage der Richtlinie 804.5501 [3] (exemplarisch ausgearbeitet für eine typische Lärmschutzwand);
 - b) Darstellung des Nachweisverfahrens für den Grenzzustand der Tragfähigkeit auf der Grundlage von Richtlinie 804.5501 [3] mit Angabe aller maßgebenden Nachweise und Verifizierung auf der Grundlage der Versuchsergebnisse;
 - c) Erläuterung des Berechnungsmodells zur Ermittlung der maßgebenden Spannungsschwingbreiten für den Nachweis der Ermüdung und Verifizierung des Berechnungsmodells mit den Dehnungs- und Verformungsmessungen der zugehörigen Bauteilversuche unter Berücksichtigung der Lastspielzahl;
 - d) Darstellung des Nachweisverfahrens für den Grenzzustand der Ermüdung und rechnerische Ermittlung der Dauerfestigkeit des Bauteils auf der Grundlage von Richtlinie 804.5501 [3] und der normativ vorgegebenen oder experimentell ermittelten Ermüdungsfestigkeitskurven für Kerbfalldetails oder auf der Grundlage der durchgeführten Bauteilversuche; dabei sind alle relevanten Nachweispunkte für Biegung sowie für die Auflagerkonstruktion einschließlich der Einflüsse aus der

Verdrillung des Elements bei torsionssteifen Elementen sowie für die lokale Lastabtragung über die Seitenwände nachzuweisen;

- e) Darstellung der erforderlichen Nachweise für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sowie Verifizierung des Nachweisverfahrens auf der Grundlage der Versuche.

10. Normative Verweisungen

Die EUROCODES sind jeweils nur in Verbindung mit ihren Nationalen Anhängen anzuwenden.

- [1] EITB – Eisenbahnspezifische Technische Baubestimmungen
- [2] Richtlinienfamilie 804 – Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke
- [3] Richtlinie 804.5501 – Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken
- [4] Richtlinie 804.9060 – Ausrüstungselemente für Eisenbahnbrücken
- [5] DB Standard 918007 – Technische Lieferbedingungen für Lärmschutzwandelemente aus Aluminium
- [6] DIN EN 1794-2:2020-07 – Lärmschutzeinrichtungen an Straßen - Nichtakustische Eigenschaften – Allgemeine Sicherheits- und Umweltaanforderungen
- [7] DIN EN 1990:2021-10 – Grundlagen der Tragwerksplanung;
Anhang D: Versuchsgestützte Bemessung
- [8] DIN EN 1991-1-4:2010-12 – Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten
- [9] DIN EN 1992-1-1:2011-01 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [10] DIN EN 1991-2:2010-12 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken
- [11] DIN EN 1992-2:2010-12 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 2: Betonbrücken
- [12] DIN EN 1993-1-1:2010-12 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten;
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [13] DIN EN 1993-1-9:2010-12 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten;
Teil 9: Ermüdung
- [14] DIN EN 1993-2:2010-12 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten;
Teil 2: Stahlbrücken
- [15] DIN EN 1999-1-1:2014-03 – Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken;
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln
- [16] DIN EN 1999-1-3:2011-11 – Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken;
Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke
- [17] DIN EN 1999-1-4:2010-05 – Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken;
Teil 1-4: Kaltgeformte Profiltafeln
- [18] DIN EN ISO 179-1:2010-11 – Kunststoffe – Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften; Nicht instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung
- [19] DIN EN ISO 2818:2019-04 – Kunststoffe – Herstellung von Probekörpern durch mechanische Bearbeitung

Anhang A Auswertung von Ermüdungsversuchen

Die aus den Versuchen resultierende Ermüdungsfestigkeit und die zugehörige Ermüdungsfestigkeitskurve werden in zwei Schritten ermittelt. Zunächst wird mittels linearer Regressionsanalyse die mittlere Ermüdungsfestigkeitskurve (50 % Überlebenswahrscheinlichkeit) berechnet. Im zweiten Schritt wird der charakteristische Wert der Ermüdungsfestigkeit für $2 \cdot 10^6$ Lastspiele bestimmt.

Die Ermüdungsfestigkeitskurve wird im doppeltlogarithmischen Maßstab durch Gleichung 1 beschrieben:

$$\log N_i = \log a + m \cdot \log \Delta \sigma_i \quad (1)$$

Die Koeffizienten m und a zur Beschreibung des Mittelwerts (50%-Überlebenswahrscheinlichkeit) ergeben sich zu:

$$m = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad \text{und} \quad \log a = \bar{y} - m \cdot \bar{x} \quad (2)$$

$$\text{mit:} \quad x_i = \log \Delta \sigma_i \quad (3)$$

$$y_i = \log N_i \quad (4)$$

Dabei sind \bar{x} und \bar{y} die Mittelwerte von x_i und y_i , die sich nach den Gleichungen 5 und 6 ergeben:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i \quad (5)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_i y_i \quad (6)$$

Die Varianzen S_{xx} und S_{yy} der Zufallsvariablen x_i und y_i ergeben sich zu:

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \quad (7)$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \quad (8)$$

und die Kovarianz S_{xy} zu:

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i \quad (9)$$

Die Standardabweichung ergibt sich schließlich zu:

$$S_N = \sqrt{\frac{S_{yy} - m \cdot S_{xy}}{n - 2}} \quad (10)$$

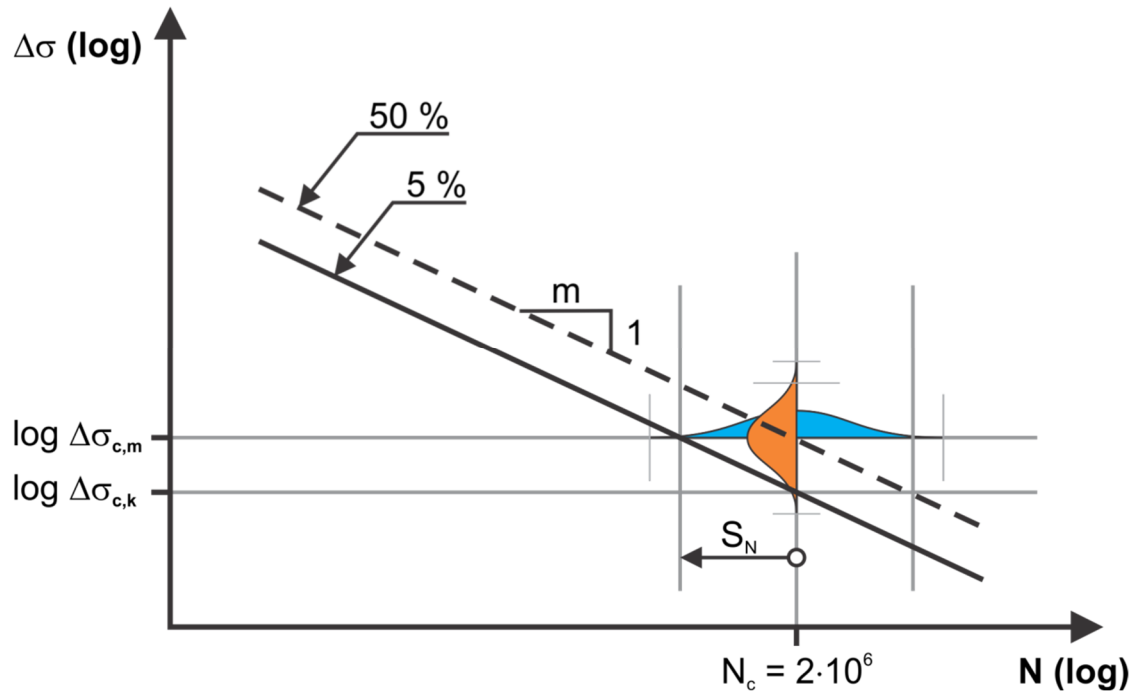


Abb. A.1: Vertrauensintervallgrenze für die Ermüdungsfestigkeitskurve

Zur Ermittlung des charakteristischen Werts der Ermüdungsfestigkeit bei $N_c = 2 \cdot 10^6$ Lastspielen wird die Streuung um den Mittelwert nach Gleichung 11 unter Zugrundelegung einer Student-Verteilung betrachtet:

$$\log N_{c,k} = \log N_c - t(\alpha) S_N \sqrt{f} \quad (11)$$

- wobei sich S_N nach Gleichung 10 ergibt
- für f gilt:

$$f = 1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_c - \bar{x})^2}{S_{xx}} \quad (12)$$

$$x_c = \log \Delta \sigma_{c,m} = \frac{\log N_c - \log a}{m} \quad (13)$$

- $t(\alpha)$ ergibt sich nach der Student-Verteilung mit einem Freiheitsgrad $(n-2)$ und einem Vertrauensintervall von 95%

Der charakteristische Wert der Ermüdungsfestigkeit bei $2 \cdot 10^6$ Lastspielen ergibt sich dann zu:

$$\log \Delta\sigma_{c,k} = \log \Delta\sigma_{c,m} - \frac{t(\alpha) S_N \sqrt{f}}{m} \quad (14)$$

Die zugehörige Ermüdungsfestigkeitskurve kann schließlich wie folgt angegeben werden:

$$\log N_R = \log a_k + m \cdot \log \Delta\sigma_R \quad (15)$$

$$\text{mit: } \log a_k = \log a - \frac{t(\alpha) S_N \sqrt{f}}{m} \quad (16)$$

Anhang B Verwendbarkeitsnachweis für elastomere Koppellelemente

Es dürfen nur EPDM-Profile verwendet werden, die witterungsstabil, hitzestabil und ozonbeständig sind. Ihre Verwendbarkeit ist im Rahmen der Ermüdungsersuche der Lärmschutzwandelemente mit nach ISO 188 künstlich gealterten elastomeren Koppellelementen bzw. Elastomer-Dichtprofilen (siehe Anhang B.2.) nachzuweisen. Die folgenden Materialeigenschaften sind vor Beginn der Ermüdungsversuche auszuweisen bzw. durch nachstehende Prüfungen zu belegen, wobei unter Anhang B.1. Richtwerte sowie Empfehlungen der Materialeigenschaften und unter Anhang B.2. Prüfungen zur Bestimmung der beschleunigten Alterung und der Hitzebeständigkeit beschrieben sind. DIN 7863 ist sinngemäß zu beachten.

Anhang B.1. Materialeigenschaften (informativ)

Nr.	Materialeigenschaft	elastomere Koppellelemente für Aluminiumelemente
1.	Nachweis der Härte DIN ISO 48 [Shore A]	65 ^{±5}
2.	Zugfestigkeit ISO 37 [MPa]	≥ 10 ^{±0,5}
3.	Nachweis der Reißdehnung ISO 37 [%]	≥ 330 ^{±25}
4.	Nachweis des Weiterreißwiderstands; Richtung A und B ISO 34-1 [N/mm]	≥ 25 ^{±3}
5.	Verträglichkeit mit anderen Materialien; bspw. PMMA und PC, bei Lagerung solcher Elemente	ja/nein
6.	Beständigkeit gegenüber Ölen, Fetten, Säuren, Basen, Ketonen und Alkoholen; soweit zutreffend Prüfung nach 1, 2 und 3 nach Alterung Lagerung nach ISO 1817 Prüfung nach ISO 868 und ISO 37 Lagerung für 28 Tage in:	ja/nein
	a. destilliertem Wasser	
	Änderung Härte [Shore A]	0
	Änderung Zugfestigkeit [%]	+ 20 ⁻⁵
	Änderung Reißdehnung [%]	+ 0 ⁻⁵
	b. verdünnter Schwefelsäure (pH = 2)	
	Änderung Härte [Shore A]	0
	Änderung Zugfestigkeit [%]	+ 20 ⁻⁵
	Änderung Reißdehnung [%]	+ 0 ⁻⁵
	c. verdünnter Natronlauge (pH = 12)	
	Änderung Härte [Shore A]	0 ⁺²
	Änderung Zugfestigkeit [%]	+ 20 ⁻⁵
	Änderung Reißdehnung [%]	+ 0 ⁻⁵

Anhang B.2. Prüfungen (normativ)

Nr.	Prüfung	elastomere Koppelemente für Aluminiumelemente
7.	Prüfung zur Bestimmung der beschleunigten Alterung und der Hitzebeständigkeit Prüfung nach 1, 2 und 3 nach Alterung Alterung nach ISO 188 Prüfung nach ISO 868 und ISO 37	168 h bei 100°C
	Änderung Härte [Shore A]	
	Änderung Zugfestigkeit [%]	
	Änderung Reißdehnung [%]	
8.	Nachweis der Ozonbeständigkeit bei Ozonkonzentration: 200 pphm Prüfdauer: 96 h Temperatur: 40°C Dehnung: 20 % [Rissstufe] DIN ISO 1431-1	Rissstufe 0
9.	Druckverformungsrest [%] DIN ISO 815-1/-2, DIN 7863-1	
	a. bei hohen Temperaturen Prüfdauer: 24+0/-2 h Temperatur: 100±1 °C Verformung: 25 % Probekörper: Typ B Erholzeit: 30±3 min	20 ±5
	b. bei niedrigen Temperaturen Prüfdauer: 24+0/-2 h Temperatur: -25±2 °C Verformung: 25 % Probekörper: Typ B Erholzeit: 30±3 min	60 ±5

Anhang B.3. (Prüf-) Normen

- DIN 7863-1:2022-02 Elastomer-Dichtprofile für Fenster und Fassade; Technische Lieferbedingungen; Nichtzellige Elastomer-Dichtprofile im Fenster- und Fassadenbau
- DIN 7863-2:2019-12 Elastomer-Dichtprofile für Fenster und Fassade; Technische Lieferbedingungen; Zellige Elastomer-Dichtprofile im Fenster- und Fassadenbau
- ISO 188:2011-10 Elastomere oder thermoplastische Elastomere - Prüfung zur Bestimmung der beschleunigten Alterung und der Hitzebeständigkeit
- DIN ISO 48:2018-08 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung der Härte (Härte zwischen 10 IRHD und 100 IRHD)
- ISO 37:2017-11 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung der Zugfestigkeitseigenschaften

-
- ISO 2781:2018-06 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung der Dichte
 - ISO 34-1:2022-06 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Weiterreißwiderstandes – Teil 1: Streifen-, winkel- und bogenförmige Probekörper
 - DIN ISO 1817:2016-11 Elastomere – Bestimmung des Verhaltens gegenüber Flüssigkeiten
 - DIN EN ISO 868:2003-10: Kunststoffe und Hartgummi – Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Durometer (Shore-Härte)
 - DIN ISO 1431-1:2017-04 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Widerstand gegen Ozonrissbildung; Statische und dynamische Prüfung
 - DIN ISO 815-1:2022-04 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Druckverformungsrestes; Umgebungs- oder erhöhte Temperaturen
 - DIN ISO 815-2:2022-04 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Druckverformungsrestes; Bei niedrigen Temperaturen

Anhang C Technische Lieferbedingungen für transparente Ausfachungen

Anhang C.1. Transparente Kunststoffe

Die Übereinstimmung der im Folgenden aufgeführten Technischen Lieferbedingungen ist aufgrund der produktionsbedingt großen Streubreite in den Qualitäten auf das einzelne Herstellwerk bezogen.

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 anzugeben. Die Überdeckung ist im Rahmen der Fertigungsüberwachung zu dokumentieren und die Dokumentation ist im Rahmen der Fremdüberwachung vorzulegen.

Anhang C.1.1. Formmassen

Die Konformität ist vom Hersteller der Formmasse endproduktnah durch Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 im Sinne der DIN EN 10204 nachzuweisen. Ein Nachtestieren ist nur in Ausnahmefällen zulässig. Zusätzlich ist die Übereinstimmung mit der Bestellung und Nennung der Ergebnisse von folgenden spezifischen Prüfungen zu erklären:

Polymethylmethacrylat (PMMA)
DIN EN ISO 24026-2
– Schmelz-Massefließrate (MFR)
– Viskositätszahl

Anhang C.1.2. Halbzeug (konfektionierte, ebene Tafel)

Die Konformität ist durch Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach EN 10204 vom Hersteller der ebenen Tafeln nachzuweisen. Die abnahmebeauftragte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (PÜZ-Stelle) muss durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) für die im Folgenden aufgeführten spezifischen Prüfungen für Bauelemente aus Thermoplaste anerkannt sein (siehe Verzeichnis der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen nach den Landesbauordnungen in der aktuellen Fassung).

Der mithilfe der durch dynamischen Differenzkalorimetrie (DSC) sowie der thermogravimetrischen Analyse (TGA) festgestellte „Fingerabdruck“ für die im Rahmen von Zulassungsversuchen geprüften Tafeln ist im Rahmen der wiederholten Fremdüberwachung durch DSC sowie TGA zu bestätigen. Es gelten die folgenden ergänzenden Regelungen:

- **Probenentnahme**
Eine Probenentnahme hat gleichmäßig verteilt über die Fläche (bei extrudierten Produkten über die Produktionsbreite) zu erfolgen. Die Probenbearbeitung und -behandlung muss der Zulassungsprüfung entsprechen. Es sind mindestens 5 Proben zu entnehmen. Bei extrudierten Platten sind die Proben nicht aus den unmittelbaren Randbereichen zu entnehmen.
- **Überwachungsintervall**
In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Komponenten verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Komponenten den Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen. Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle

sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Handelsname
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung der Komponenten bzw. des Ausgangsmaterials Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind dem EBA auf Verlangen vorzulegen. Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Komponenten, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden Komponenten ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

Für die werkseigene Produktionskontrolle ist mit der fremdüberwachenden Stelle ein Prüf- und Überwachungsplan zu erarbeiten und abzustimmen. Die Durchführung der werkseigenen Produktionskontrolle sowie der Fremdüberwachung muss den Anforderungen der DIN 18200 entsprechen. Die werkseigene Produktionskontrolle hat nach einem Prüf- und Überwachungsplan zu erfolgen und ist mindestens in den Abständen durchzuführen, die in nachstehender Tabelle zusammengefasst sind:

Prüfung	Intervall
Kontrolle der für die Verarbeitung vorgesehenen Ausgangsmaterialien	1 x je Charge
Überwachung der Produktionsparameter (Prozessgrößen)	fortlaufend
optische Kontrolle	Fortlaufend
Einhaltung der Abmessungen und der Form	Mind. 3 x arbeitstäglich
PMMA: Lage der Sicherungsfäden	Mind. 3 x arbeitstäglich
Eigenspannungen / eingefrorene Dehnungen	Mind. 1 x pro Woche
Ordnungsgemäße Schutzfolie / Verpackung	Mind. 3 x arbeitstäglich

Die Fremdüberwachung ist mindestens zweimal jährlich durchzuführen. Dabei sind neben der Überprüfung der werkseigenen Produktionskontrolle folgende Prüfungen als Identifikationsprüfungen durchzuführen:

- dynamische Differenzkalorimetrie (DSC) nach DIN EN ISO 11357 sowie thermogravimetrische Analyse (TGA) nach DIN EN ISO 11358
- Zugfestigkeit
- Charpy-Kerbschlagzähigkeit
- Maßänderung beim Erwärmen (Schrumpfen)
- Vicat-Erweichungstemperatur (bei PMMA)

- **Rückstellmuster**
Für jede Produktionscharge eines Auftrags sind Rückstellmuster über den Zeitraum von mindestens 2 Fremdüberwachungen in ausreichender Größe und repräsentativer Anzahl zu entnehmen, an denen im Zweifelsfall die technologischen Prüfungen wiederholt werden können. Die Rückstellmuster sind im Herstellwerk ordnungsgemäß einzulagern.
- **Abweichungen vom „Referenz-Fingerprint“**
Die Zusammensetzung des Materials wird durch die o.g. Analyseverfahren (DSC/ TGA) identifiziert und so ein „Fingerabdruck“ erstellt. Die gemessenen Spektren sind von der fremdüberwachenden Stelle zu bewerten. Es dürfen keine signifikanten Abweichungen hinsichtlich der Zusammensetzung erkennbar sein. Im Zweifelsfall ist nach Rücksprache mit dem EBA die Prüfstelle einzuschalten, die die Zulassungsprüfung vorgenommen hat.

Zusätzlich ist die Übereinstimmung mit der Bestellung und die Nennung der Ergebnisse von folgenden spezifischen Prüfungen zu erklären:

gegossene PMMA-Tafeln
DIN EN ISO 7823-1
– Tafeldicke als Mindestwert
– Zugfestigkeit
– Charpy-Kerbschlagzähigkeit
– Maßänderung beim Erwärmen (Schrumpfen)
– Vicat-Erweichungstemperatur DIN EN ISO 306 (Verfahren B50)

Anhang C.2. Ausfachungen aus mineralischen Gläsern (VSG)
bleibt frei

Anhang C.3. (Prüf-) Normen und Leitlinien

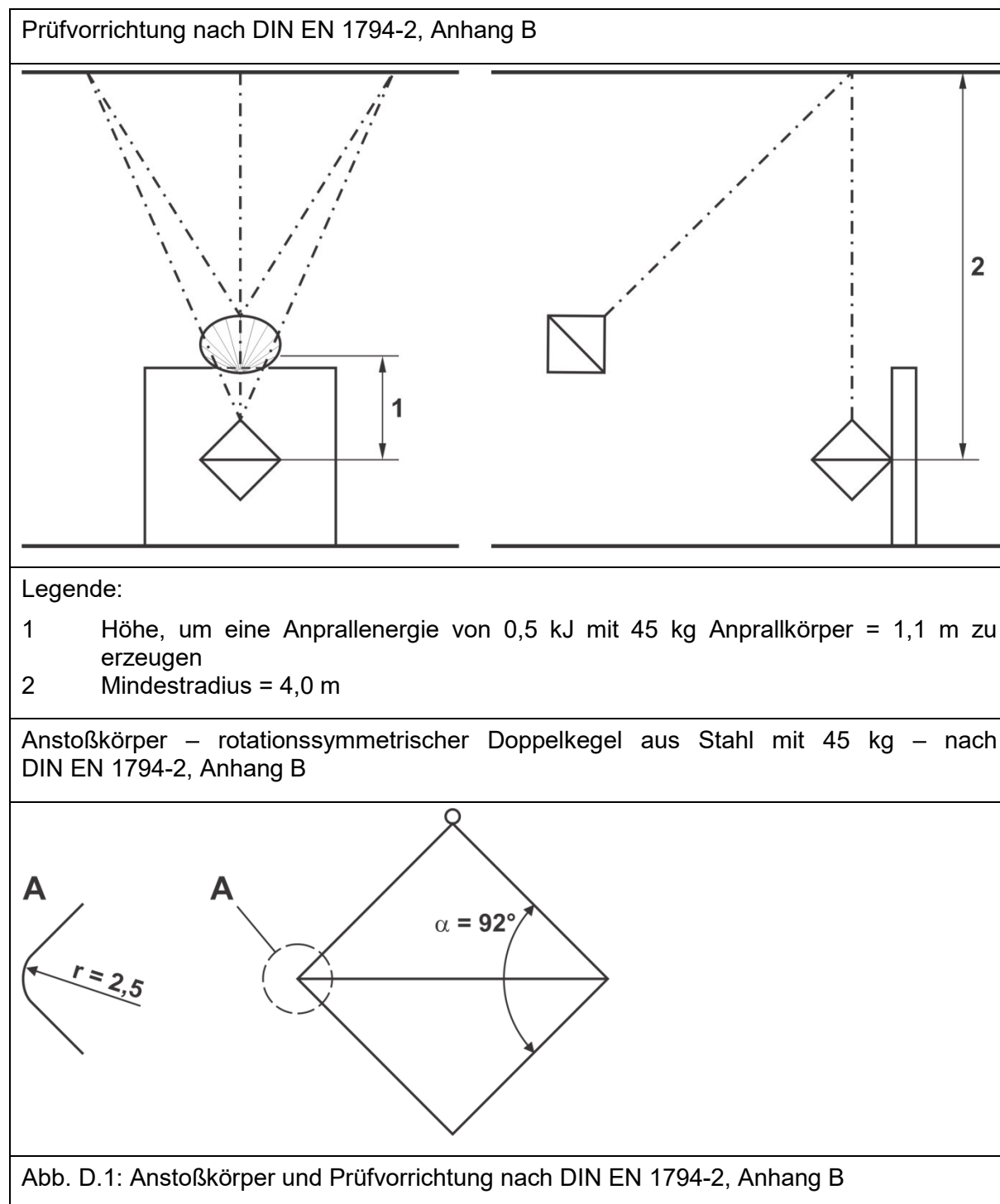
- DIN 18200:2021-04 Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte – Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung
- DIN EN 10204:2005-01 Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
- DIN EN ISO 24026-2:2020-09 Kunststoffe - Polymethylmethacrylat (PMMA)-Formmassen - Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften
- DIN EN ISO 7823-1:2003-12 Kunststoffe – Tafeln aus Polymethylmethacrylat – Typen, Maße und Eigenschaften; Gegossene Tafeln
- DIN EN ISO 11357-1:2017-02 Kunststoffe – Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC); Allgemeine Grundsätze
- DIN EN ISO 11357-2:2020-08 Kunststoffe – Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK); Bestimmung der Glasübergangstemperatur und der Glasübergangsstufenhöhe
- DIN EN ISO 11358-1:2022-07 Kunststoffe – Thermogravimetrie (TG) von Polymeren; Allgemeine Grundsätze

Anhang D Durchführung von Pendelschlagversuchen

Die Anforderungen an die Pendelschlagversuche nach DIN EN 1794-2, Anhang B, werden im Folgenden nach Richtlinie 804.5501 eisenbahnspezifisch präzisiert.

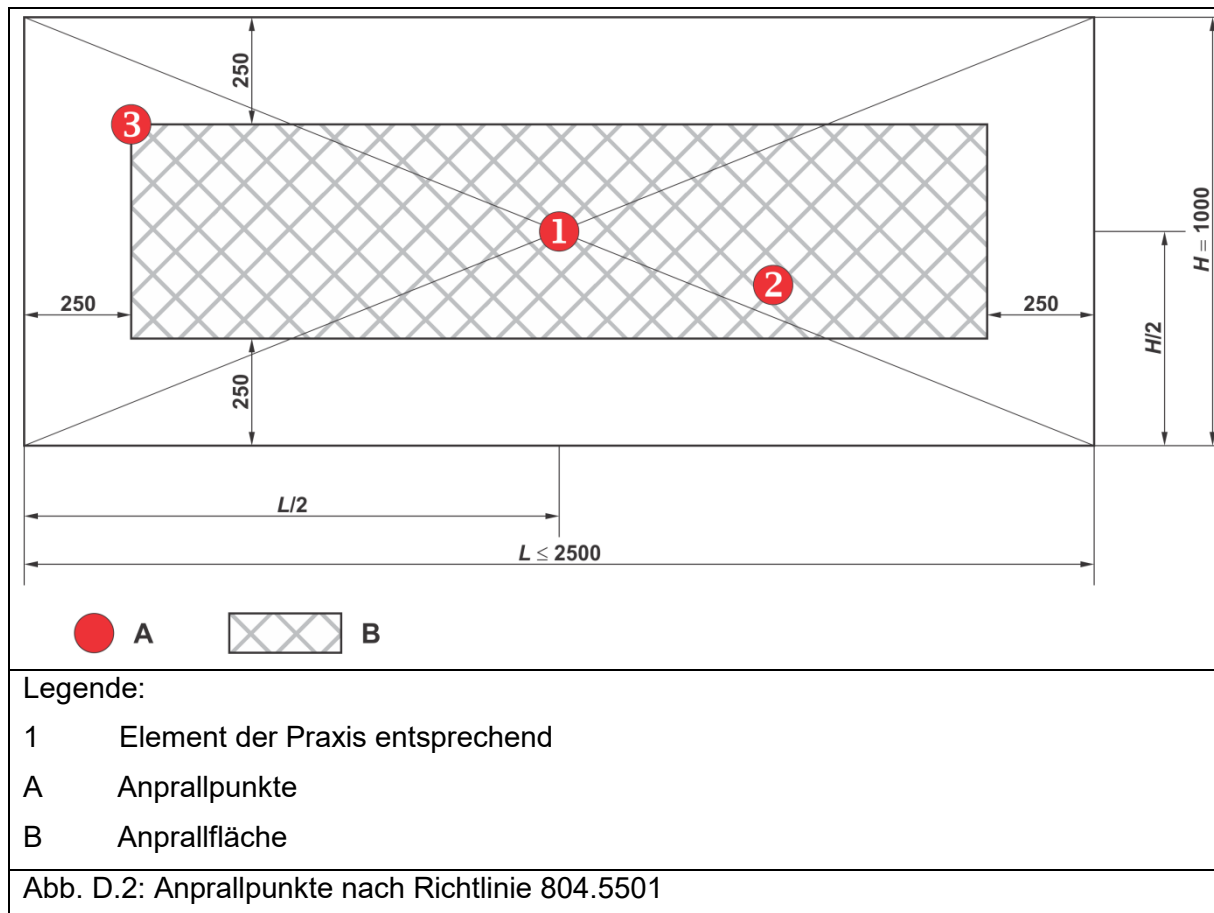
- Anstoßkörper; rotationssymmetrischer Doppelkegel aus Stahl mit 45 kg (vgl. Abb. D.1)
- Elementlänge ist maximal 2,50 m (vgl. Abb. D.2)
- Versuch mit standardmäßig geplanter Haltevorrichtung nach DIN EN 1794-2, Anhang B

Anhang D.1. Anstoßkörper und Prüfvorrichtung nach DIN EN 1794-2, Anhang B



Anhang D.2. Grundsätzliche Angaben zum Pendelschlagversuch an transparenten Lärmschutzwandelementen nach Angaben der DB Netz AG

- Prüfung von jeder Kombination von Rahmenkonstruktion und Ausfachung
- Anzahl von 2 Pendelschlagversuchen je Kombination von Rahmenkonstruktion und Ausfachung
- Festlegung der Elementhöhe von 1000 mm, Elemente mit geringerer Höhe sind nicht zu prüfen
- **1** Mitte → **2** Viertel Höhe im Feld → **3** Ecke



Anhang D.3. (Prüf-) Normen und Leitlinien

- DIN EN 1794-2:2020-07 Lärmschutzeinrichtungen an Straßen – Nichtakustische Eigenschaften; Allgemeine Sicherheits- und Umwelanforderungen
- Richtlinie 804.5501 Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken

Anhang E Verwendungsleitfaden

Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse ist für jeden Elementtyp ein Verwendungsleitfaden mit folgendem Inhalt zu erstellen. Der Verwendungsleitfaden gliedert sich in die Abschnitte A bis D. Diese beinhalten:

A Technisches Datenblatt des Herstellers

- Allgemeines; Beschreibung des Elementes
- Konzept zum Wechsel der Koppelemente zur Elementlagerung in den Pfosten
- Idealisierung des Wandsystems zur Ermittlung der Eigenfrequenz
- Statische Ersatzlasten infolge Druck-Sogeinwirkungen aus Zugverkehr
- Nachweis des Grenzzustandes der Tragfähigkeit
- Nachweis des Grenzzustandes der Ermüdung
- Überblick über die von der Fremdüberwachung zu überprüfenden Punkte sowie Festlegung der im Rahmen der Werkseigenen Produktionskontrolle durchzuführenden versuchstechnischen Qualitätssicherung (siehe auch Anhang F)

B Übereinstimmungskennzeichen

U-EBA-Zeichen – Übereinstimmungszertifikat des Eisenbahn-Bundesamtes nach § 39 (7) der Verwaltungsvorschrift für die Überwachung der Erstellung im Ingenieurbau, Oberbau und Hochbau (VV BAU) in Anlehnung an das Produktzertifikat nach DIN 18200.

C Zusammenfassung der wesentlichen Eigenschaften und Widerstandswerte

Die im Zulassungsprozess bestimmten Eigenschaften und Widerstandswerte sind vom Aufsteller für jeden Elementtyp auszuweisen und finden in geprüfter Form Einzug in den Zulassungsbescheid (i.d.R. Anlage 2 des Zulassungsbescheides) sowie den Verwendungsleitfaden. Sie bilden die Grundlage für den Nachweis der Verwendbarkeit für das konkrete Bauvorhaben und lassen einen direkten Vergleich der Elemente unterschiedlicher Hersteller hinsichtlich ihrer Eignung für den konkreten Anwendungsfall zu.

Zusammenfassung der wesentlichen Eigenschaften und Widerstandswerte

Lärmschutzelement	< Name des Lärmschutzelements bzw. der Elementfamilie >
Elementbeschreibung	< Beton-Element / Alu-Element / Transparentes Element >
Tragstruktur	<input type="checkbox"/> Flächig <input type="checkbox"/> Diskret
Hersteller	< Name des Elementherstellers >

Elementtyp	Pfostenabstand L		Max. Höhe H_{\max}	Breite B	Einbauraum/ Kammermaß	
	L ≤ 5,0 m	L ≤ 2,5 m			min	max
	[ja/nein]	[ja/nein]			[mm]	[mm]
< Typ 1 >						
< Typ 2 >						
< Typ ... >						

Tabelle 1: Geometrische Eigenschaften

Elementtyp	Gewicht ¹⁾	Biegesteifigkeit EI ¹⁾	Eigenfrequenz f ²⁾		Torsions- weich ³⁾
			L ≤ 5,0 m	L ≤ 2,5 m	
	<input type="checkbox"/> [kg/m] <input type="checkbox"/> [kg/m ²]	<input type="checkbox"/> [Nm ²] <input type="checkbox"/> [Nm ² /m]	[Hz]	[Hz]	[ja/nein]
< Typ 1 >					
< Typ 2 >					
< Typ ... >					

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 $\Sigma V_{Rd,stat}$	gegenläufige Pfostenverdrehung $\Delta\varphi_{Rd,stat}$
	L ≤ 5,0 m	L ≤ 2,5 m		
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN]	[mrad]
< Typ 1 >				
< Typ 2 >				
< Typ ... >				

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

Elementtyp	Horizontale Flächenlast $q_{Rd,dyn}$		Pfostenverdrehung $\Delta\varphi_{Rd,dyn}$
	L ≤ 5,0 m	L ≤ 2,5 m	
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[mrad]
< Typ 1 >			
< Typ 2 >			
< Typ ... >			

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

Erläuterungen zur Zusammenfassung der wesentlichen Eigenschaften und Widerstandswerte

– **Tragstruktur:**

Es wird zwischen flächigen Tragstrukturen (z. B. Betonelemente mit gleichmäßig verteilter Bewehrung) und Tragstrukturen aus stabartigen Tragelementen (z. B. Aluminiumrahmenkonstruktionen) unterschieden.

Bei flächigen Tragstrukturen können Elemente mit unterschiedlichen Höhen in einem Elementtyp mit der zugelassenen Maximalhöhe zusammengefasst werden. Die mechanischen Kennwerte des Elements (Gewicht, Biegesteifigkeit und Eigenfrequenz) können dabei je 1 m laufender Höhe angegeben werden. Bei stabartigen Tragstrukturen ist für unterschiedliche Elementhöhen (z. B. transparente Elemente mit 1,0 m bzw. 0,5 m Höhe) stets ein eigener Elementtyp anzugeben, da sich Höhenänderungen nicht linear auf das Gewicht und die Steifigkeit auswirken (z. B. Rahmenkonstruktion mit schwimmend gelagerter Füllung: Bei einer Höhenänderung steigt das Gewicht an, während die Biegesteifigkeit in der Haupttragrichtung näherungsweise konstant bleibt).

– **Einbauraum /Kammermaß:**

Es werden die nominellen Grenzwerte des zulässigen Einbauraums bzw. Kammermaßes für die Vertikalpfosten angegeben, die mit den in der Zulassung geregelten konstruktiven Ausbildungsmöglichkeiten der Elementenden (z. B. Aufdopplung bei Betonelementen oder Adapterprofile bei Aluminiumelementen) möglich sind. Sollten die konstruktiven Maßnahmen Auswirkungen auf die Widerstandswerte des Elements haben, ist für jede konstruktive Maßnahme ein einzelner Elementtyp aufzuführen (z. B. Alu-Element mit Adapter für HE_160, Alu-Element mit Adapter für HE_180, usw.).

– **Torsionsweich:**

Die Überprüfung der Torsionsweichheit gemäß EBA-Leitfaden, Abs. 2.2. (4) hat im Rahmen des Zulassungsprozesses unter Berücksichtigung des Einflusses der Lagerung in den Pfostenprofilen und unter Berücksichtigung der maximal zulässigen gegenläufigen Pfostenverdrehung (siehe Datenblatt) zu erfolgen. Hierbei ist zu beachten, dass das vereinfachte Verfahren nach Richtlinie 804.5501 nur für torsionsweiche Elemente gültig ist.

– **Stapellast:**

Anstelle der Angabe einer maximalen Wandhöhe ist die Angabe einer zulässigen Stapellast allgemeiner, da hierdurch auch die Kombination mit anderen Elementtypen berücksichtigt werden kann. Im Datenblatt ist diejenige Stapellast anzugeben, bis zu der die angegebenen Widerstandswerte ihre Gültigkeit behalten.

– **Widerstandswerte:**

Für Lärmschutzelemente können prinzipiell unterschiedliche Widerstandswerte ausgewiesen werden (z. B. Momenten- und Querkrafttragfähigkeit des Elements in Haupttragrichtung, Tragfähigkeit der Füllung in Quertragrichtung, usw.). Um das Datenblatt möglichst einfach zu halten, wird lediglich für die Elementlängen 2,5 m und 5,0 m, die die Regelanwendungsfälle darstellen, diejenige Flächenlast angegeben, unter der alle Nachweise der einzelnen Tragfähigkeiten erfüllt sind. Liegen andere, als die in den Zulassungsversuchen untersuchten Lagerungsbedingungen der Elemente in den Pfostenprofilen, beispielsweise durch Verwendung von Adapterprofilen für größere Kammermaße, vor, sind die in den Tabellen 3 und 4 aufgeführten Widerstandswerte für die Grenzzustände der Tragfähigkeit und Ermüdung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen.

D Dokument zur Gütesicherung (nicht-öffentlich)

Überblick über die im Rahmen der Werkseigenen Produktionskontrolle sowie von der Fremdüberwachung zu überprüfenden Punkte sowie Festlegung der im Rahmen der Werkseigenen Produktionskontrolle durchzuführenden versuchstechnischen Qualitätssicherung. Es handelt sich um ein Verfahren nach DIN 18200, System A.

Es gilt Anhang F dieses Leitfadens.

Hinweis: Das in der Zulassung vorgeschriebene Verfahren nach DIN 18200 ist nicht mit Verfahren zur Qualitätssicherung der Eisenbahnen des Bundes (i.d.R. Herstellerbezogene Produktqualifizierung) zu verwechseln. Diese sind voneinander unabhängig.

Muster

Verwendungsleitfaden		
A	Technisches Datenblatt des Herstellers	<ul style="list-style-type: none"> – Allgemeines; Beschreibung des Elementes – Idealisierung des Wandsystems zur Ermittlung der Eigenfrequenz – Statische Ersatzlasten infolge Druck-/ Sogeinwirkungen aus Zugverkehr – Nachweis des Grenzzustandes der Tragfähigkeit – Nachweis des Grenzzustandes der Ermüdung
B	Anlage 1 der Zulassung	Übereinstimmungskennzeichen
C	Anlage 2 der Zulassung	Zusammenfassung der wesentlichen Eigenschaften und Widerstandswerte
D	i.V.m. dem entsprechenden Abschnitt der Zulassung	Dokument zur Gütesicherung nach Anhang F des EBA-Leitfadens Überblick über die von der Fremdüberwachung zu überprüfenden Punkte sowie Festlegung der im Rahmen der Werkseigenen Produktionskontrolle durchzuführenden versuchstechnischen Qualitätssicherung

Anhang F Gütesicherung – Eigen- und Fremdüberwachung

Die Zulassung, d.h. der Verwendbarkeitsnachweis für das unter Anwendung dieses Leitfadens als eisenbahnspezifisches Bauprodukt zugelassene Wandelement, fordert für Wandelemente als nationales Übereinstimmungszertifikat ein Produktzertifikat, d.h. das System A nach DIN 18200.

Gemäß DIN 18200:2021-04, Tabelle 1, sind damit für die Eigen- und Fremdüberwachung die in folgender Übersicht dargestellten generellen Maßnahmen zur Güteüberwachung sowie zur Sicherstellung der Prozesssicherheit verknüpft.

Element	Nachweisverfahren System A
Werkseigene Produktionskontrolle → F.1	Hersteller
Probennahme → F.2 (3)	Überwachungsstelle
Erstprüfung → F.2 (4)	Überwachungsstelle
Stichprobenprüfung → F.2 (5)	Überwachungsstelle
Prüfbericht → F.2 (6)	Überwachungsstelle
Fremdüberwachung → F.2 (7)	Überwachungsstelle
Überwachungsbericht → F.2 (8)	Überwachungsstelle
Produktzertifikat → F.2 (9)	Zertifizierungsstelle

Für die Überwachungen und Zertifizierungen muss vorab eine Überwachungs- und Zertifizierungsstelle mit dem Eisenbahn-Bundesamt abgestimmt werden.

Im Folgenden werden die einzelnen Elemente der Eigen- und Fremdüberwachung hinsichtlich der eisenbahnspezifischen Besonderheiten und Anforderungen bei der werksmäßigen Fertigung von Lärmschutzwandelementen konkretisiert.

F.1. Eigenüberwachung

Grundsatz: Die Elemente der Eigenüberwachung sind im Rahmen des Zulassungsverfahrens anhand Kapitel 8 der Richtlinie 804.5501 im Einvernehmen mit dem Prüfsachverständigen (PSV) im Sinne von Abschnitt 1. (2) zu konzeptionieren (siehe auch F.3). Sie sind durch produktspezifische Elemente sinnvoll zu ergänzen. Diese Elemente sind im Dokument zur Gütesicherung einschließlich der verantwortlichen Stellen festzuhalten (siehe Kapitel 1 (9)).

Die Häufigkeit sowie der Umfang dieser Überwachungen sind im Rahmen des Zulassungsverfahrens im Einvernehmen mit dem Prüfsachverständigen (Abschnitt 1. (2)) festzulegen. Die Ergebnisse der Eigenüberwachung sind dem Bereich QS KIB der Deutschen Bahn AG (im folgenden QS KIB) auf Verlangen zugänglich zu machen.

(1) Eingangsstoff- und Fertigungskontrolle der Elemente

Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen des Verwendbarkeitsnachweises,

den entsprechenden Normen und technischen Regelwerken sowie den produktspezifischen Anforderungen entsprechen. Insbesondere betrifft dies:

- die Einhaltung der geltenden Normen, Regelwerke und Vorschriften bei der Fertigung,
- die zulassungskonforme Ausführung auf der Grundlage der bauaufsichtlich geprüften technischen Dokumentationen,
- die Einhaltung maximaler Imperfektionen und Toleranzen sowie
- die normgerechten Dokumentationen und Nachweisführungen.

Die Aufzeichnungen, die Ergebnisse der Erstprüfung sowie des Produktzertifikates sind für die Dauer der Nutzung, jedoch mindestens 10 Jahre aufzubewahren und auf Verlangen vorzulegen.

Der Inhalt und Umfang der WPK muss mindestens die Überwachungen nach dem Dokument zur Gütesicherung enthalten. Die Durchführung erfolgt durch Mitarbeiter im Herstellerwerk, kann aber auch bei nicht vorhandener Prüftechnik durch eine anerkannte Prüfstelle übernommen werden. Bestandteile sind:

- Wareneingangskontrolle;
- Überwachung der gleichbleibenden Qualität der Eingangsstoffe und Nachweis durch Werkszeugnisse, dies gilt auch für Beschichtungsstoffe;
- Fertigungsüberwachung;
- regelmäßige Produktprüfung gemäß Prüfplan.

Dabei sind der Produkttyp, die Herstellungs-Charge, Herstellungsdatum mit Zuordnung zur Produktionsanlage und Herstellerwerk rückverfolgbar vorzunehmen und die Ergebnisse zu dokumentieren und durch den Verantwortlichen der WPK auszuwerten. Bei Abweichungen von den Produktspezifikationen gemäß des Verwendbarkeitsnachweises sind Maßnahmen zur Behebung einzuleiten und die fehlerhaften Produkte zu kennzeichnen sowie auszusondern.

(2) Werkseigene Produktionskontrolle

Wird festgestellt, dass die Anforderungen an das Produkt oder die WPK nicht erfüllt werden, ist der Hersteller verpflichtet, unverzüglich Korrekturmaßnahmen festzulegen und vorzunehmen, sowie deren Wirksamkeit überprüfen.

Produkte, die den Anforderungen des Verwendbarkeitsnachweises nicht entsprechen, sind durch den Hersteller unverzüglich entsprechend zu kennzeichnen und auszusondern.

F.2. Fremdüberwachung

Die Fremdüberwachung erfolgt durch eine vorab mit dem Eisenbahn-Bundesamt abgestimmte Stelle.

(3) Probenahme

Die Probenahme obliegt der Überwachungsstelle. Im Herstellwerk sind von den zur Auslieferung bestimmten Produkten repräsentative Proben zu entnehmen.

Vom Hersteller als fehlerhaft oder aus anderen Gründen als ausgenommen erklärte Produkte sind nur dann von der Probenahme auszuschließen, wenn sie als solche entsprechend gekennzeichnet und ausgesondert sind.

Proben sind unverwechselbar und dauerhaft zu kennzeichnen. Über die Entnahme ist von der Überwachungsstelle ein Protokoll anzufertigen, abzuzeichnen, vom Hersteller oder dessen Beauftragten zu bestätigen und diesem eine Kopie des Protokolls zur Verfügung zu stellen.

(4) Erstprüfung

Grundsatz: Die Erstprüfung dient der Feststellung, ob sowohl die personellen und ausstattungsmäßigen Voraussetzungen für eine ständige ordnungsgemäße Herstellung als auch die entsprechende WPK zur Sicherstellung der Produkteigenschaften geeignet sind und die Produkte den an sie gestellten Anforderungen genügen. Die Erstprüfung des Produkts ist Bestandteil der Erstprüfung und obliegt der Überwachungsstelle. Die Erstprüfung muss mindestens den gleichen Umfang wie die Regelüberwachung haben. Die Erstprüfung ist zu wiederholen, wenn sich die WPK, der Produktionsprozess oder die technische Spezifikation wesentlich geändert haben.

Eine Erstprüfung wird an den ersten unter den Anforderungen des Verwendbarkeitsnachweises hergestellten Produkten durch eine Überwachungsstelle durchgeführt. Die Erstprüfung findet pro Verwendbarkeitsnachweis und Herstellwerk einmalig statt, solange sich nicht wesentliche Produkt-, Produktionsmerkmale oder Herstellwerke und Herstell- sowie Qualitätsüberwachungsprozesse ändern. Bestandteil der Erstprüfung ist eine Überprüfung der WPK und stichprobenartige Prüfung der Produkte. Die Art der Prüfung und jeweiligen Umfänge der Erstprüfung müssen aber mindestens die Nachweise nach dem Prüfplan (vgl. Dokument zur Gütesicherung) enthalten. Die Evaluierung der Erstprüfung hat durch eine Zertifizierungsstelle zu erfolgen. Die Übereinstimmung mit den Forderungen des Verwendbarkeitsnachweises wird durch ein Übereinstimmungszertifikat der beauftragten Zertifizierungsstelle bescheinigt. Mit Erhalt des Zertifikates hat der Inverkehrbringer seine Produkte mit einem Übereinstimmungszeichen zu kennzeichnen, hier U-EBA-Zeichen nach der § 39 (7) VV BAU.

(5) Stichprobenprüfung – Regel- und Sonderüberwachung

Eine regelmäßige Fremdüberwachung einschließlich der Stichprobenprüfungen hat im Rahmen einer Regelüberwachung durch eine Überwachungsstelle zu erfolgen.

Grundsatz: Im Rahmen der Regelüberwachung ist zu überprüfen, ob die WPK korrekt angewendet und dokumentiert wird, sowie die personellen und ausstattungsmäßigen Voraussetzungen für die ordnungsgemäße Herstellung gewährleistet sind. Dabei sind die Handhabung der WPK zu überprüfen und deren Ergebnisse zu bewerten. Die Stichprobenprüfung ist Bestandteil der Regelüberwachung und obliegt der Überwachungsstelle.

Die Regelüberwachung kann ohne vorherige Ankündigung erfolgen. Sie ist mindestens kalenderjährig (1x im Kalenderjahr) durchzuführen, soweit im Verwendbarkeitsnachweis oder anderweitig nichts Anderes festgelegt ist.

Lärmschutzwandelemente, die im Rahmen der Herstellerbezogenen Produktqualifikation stichprobenartig ausgewählt und dementsprechend gekennzeichnet wurden, sind durch die Überwachungsstelle zusätzlich nach Maßgabe des Dokuments zur Gütesicherung zu überwachen.

Bei der Feststellung von Abweichungen sind von der Überwachungsstelle, abgestuft nach der Schwere der Abweichung, Maßnahmen festzulegen und die Umsetzung der Maßnahmen zu kontrollieren. Die zulassende Stelle des Eisenbahn-Bundesamtes sowie das Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) sind unverzüglich und unaufgefordert über die Abweichung zu informieren. Bei schwerwiegenden Abweichungen fordert die Überwachungsstelle den Hersteller auf, die beanstandeten Abweichungen innerhalb

einer auf den Umfang und die Art der überwachten Produkte bezogenen, angemessenen kurzen Frist zu beheben und informiert unverzüglich die Zertifizierungsstelle. Spätestens nach Ablauf dieser Frist findet eine Sonderüberwachung statt.

Die Fremdüberwachung kann wechselnd am Standort des Inverkehrbringers erfolgen, insofern die werkseigene Produktionskontrolle sowie die Fertigungsdokumentation des Herstellwerkes uneingeschränkt vorliegen. Der Turnus des Wechsels obliegt der Zertifizierungsstelle. Die Art der Prüfung und jeweiligen Umfänge der Erstprüfung werden mit Erteilung der Zulassung festgelegt und müssen mindestens die Nachweise nach dem Prüfplan (vgl. Dokument zur Gütesicherung) enthalten. Die Fremdüberwachung hat kalenderhalbjährig (1x im Kalenderjahr) zu erfolgen.

Die Ergebnisse der Regelüberwachung sind der beauftragten Zertifizierungsstelle vorzulegen und gehen in die regelmäßige Beurteilung der Übereinstimmung des Bauproduktes mit dem Verwendbarkeitsnachweis ein. Die Ergebnisse der Regelüberwachung sind der QS KIB auf Verlangen zugänglich zu machen.

Beispielsweise in Abhängigkeit vom Ergebnis der Stichprobenprüfungen im Rahmen der Regelüberwachung können durch die Überwachungs- oder Zertifizierungsstelle Sonderüberwachungen bzw. auf Antrag des Herstellers veranlasst werden.

Die Sonderüberwachung wird von der Überwachungsstelle durchgeführt.

Sonderüberwachungen finden statt:

- a) nach Feststellung schwerwiegender Abweichungen bei der Regelüberwachung, insbesondere bei den Produkteigenschaften;
- b) nach Ruhen der Produktion für eine Dauer von mehr als sechs Monaten, sofern es sich um eine laufende Produktion handelt;
- c) auf Antrag des Herstellers; oder
- d) auf Veranlassung der Zertifizierungsstelle.

Art und Umfang der Sonderüberwachung sind deren Zweck entsprechend von der Überwachungsstelle bzw. der Zertifizierungsstelle festzulegen. Über das Ergebnis ist die Zertifizierungsstelle zu unterrichten.

Werden bei der Sonderüberwachung weiterhin schwerwiegende Abweichungen festgestellt, veranlasst die Überwachungsstelle die Einstellung der Überwachung und teilt dies dem Hersteller, der Zertifizierungsstelle, dem Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) sowie der zulassenden Stelle des Eisenbahn-Bundesamtes mit.

(6) Prüfbericht

Der Überwachungsbericht im Rahmen der Erst- und Stichprobenprüfung muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Name und Anschrift der ausführenden Stelle und Ort, an dem die Prüfungen durchgeführt wurden (wenn von der Anschrift der ausführenden Stelle verschieden);
- eindeutige Kennzeichnung des Prüfberichtes;
- Hersteller und Herstellwerk;
- Angabe des angewendeten Nachweisverfahrens;
- Beschreibung des Zustands und eindeutige Kennzeichnung des geprüften Gegenstandes (der geprüften Gegenstände);
- Datum der Probenahme, des Probeneingangs in der ausführenden Stelle, der Prüfung und des Prüfberichtes;
- Prüfergebnisse mit Angabe der Einheit;
- Ort und Datum;
- Name, Funktion und Unterschrift des Verantwortlichen;

- falls zutreffend, den Hinweis, dass sich die Ergebnisse nur auf die geprüften Gegenstände beziehen;
 - Aussage auf Übereinstimmung/Nichtübereinstimmung mit im Verwendbarkeitsnachweis formulierten Anforderungen;
 - Verweisung auf DIN18200:2021-04.
- (7) Fremdüberwachung
siehe Stichprobenprüfung – Regel- und Sonderüberwachung (F.2 (5))
- (8) Überwachungsbericht
Die Ergebnisse der Erst-, Regel- oder Sonderüberwachung sind in einem Überwachungsbericht, zu dem gegebenenfalls auch die Prüfberichte über die Produktprüfungen der im Rahmen der Überwachung entnommenen Proben gehören, festzuhalten.
Die DIN 18200 ist zu beachten.
Der Überwachungsbericht wird der Zertifizierungsstelle von der Überwachungsstelle zur Beurteilung vorgelegt und dem Hersteller zur Verfügung gestellt. Der Überwachungsbericht einschließlich zugehöriger Prüfberichte ist bei der Überwachungsstelle, der Zertifizierungsstelle und dem Hersteller mindestens fünf Jahre aufzubewahren.
Der Überwachungsbericht ist der QS KIB auf Verlangen zugänglich zu machen.
- (9) Produktzertifikat
Das Zertifikat muss mindestens folgende Angaben enthalten:
- a) Name, Anschrift und gegebenenfalls Zeichen der Zertifizierungsstelle;
 - b) Hersteller und Herstellwerk;
 - c) Gegenstand der Produktzertifizierung (System A nach Tabelle1, DIN 18200);
 - d) Zertifizierungsgrundlagen (bspw. Verwendbarkeitsnachweis, WPK, Produktprüfung, Fremdüberwachung);
 - e) Nummer des Zertifikates;
 - f) Ausstellungsdatum des Zertifikates;
 - g) Ort und Datum;
 - h) Name, Funktion und Unterschrift des Verantwortlichen.
- Das Ausstellungsdatum des Zertifikates darf nicht vor dem Zeitpunkt liegen, an dem die Entscheidung über die Zertifizierung abgeschlossen wurde.
- Das Zertifikat gilt so lange, wie sich die maßgebenden Zertifizierungsgrundlagen und die Bedingungen der Herstellung des Produktes nicht ändern oder bis es von der Zertifizierungsstelle zurückgezogen wird. Die Gültigkeitsdauer des Zertifikates ist auf die Gültigkeit des Verwendbarkeitsnachweises zu begrenzen.
- Die nach diesem Leitfaden zugelassenen Bauprodukte und von einem gültigen Produktzertifikat umfassten Produkte müssen vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen gemäß des eisenbahnspezifischen Verwendbarkeitsnachweises (i.d.R. Zulassung) unter Hinweis auf den Verwendungszweck gekennzeichnet werden, wenn der Hersteller entsprechend dem Produktzertifikat gemäß DIN 18200 sichergestellt hat, dass das von ihm hergestellte Bauprodukt dem Verwendbarkeitsnachweis entspricht. Das Übereinstimmungszeichen ist auf dem Bauprodukt oder, wenn dies Schwierigkeiten bereitet, auf dem Lieferschein bzw. auf der Sammelmappe der Lieferscheine der für die Bauart verwendeten Bauprodukte und Komponenten anzubringen. Außerdem müssen die Bauprodukte mit dem Herstellungsdatum versehen und so gekennzeichnet sein, dass jederzeit eine eindeutige Zuordnung zu den Prüfprotokollen möglich ist.

F.3. Prüfplan

Im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung sind mindestens die folgenden Produkteigenschaften an aus der lfd. Fertigung¹ entnommenen Lärmschutzelementen kontinuierlich auf Übereinstimmung mit den im Verwendbarkeitsnachweis festgeschriebenen Produktspezifikationen zu überwachen.

Produkteigenschaft	Regelüberwachungsintervall *	
	Hersteller	Überwachungsstelle
geometrische Abmessungen	Festlegung im Zulassungsverfahren (Anhaltswert: mindestens alle 100 Elemente bzw. alle 250 m ²)	Erstprüfung, Regelüberwachung produktspezifisch, mindestens 1 x jährlich
Gewicht pro Länge		
fester Sitz der Verbindungsmittel sowie der Ein- und Anbauteile		
produktspezifische Prüfungen (Festlegung im Zulassungsverfahren)	Festlegung im Zulassungsverfahren (Anhaltswert: mindestens alle 1000 Elemente bzw. alle 2500 m ²)	
* Das Intervall ist zu verkürzen, sollten die Überwachungsergebnisse dies erfordern.		

F.4. Wandelemente in Leichtbauweise (informativ)

Beispiele für die Konzeptionierung der Werkseigenen Produktionskontrolle

Hinweis: Das folgende Beispiel soll die Konzeptionierung der Werkseigenen Produktionskontrolle prinzipiell veranschaulichen. Auf der Grundlage des Konzepts ist eine nicht-öffentliche Anweisung, nämlich das **Dokument zur Gütesicherung**, zur Eigen- und Fremdüberwachung im Rahmen des Zulassungsverfahrens zu verfassen. Hierin sind auch die produktspezifischen Prüf- und Randbedingungen festzulegen. Damit muss nicht zwangsläufig die Wiederholung der Zulassungsprüfungen – also die Abbildung der im Technischen Datenblatt hinterlegten Grenzparameter und Widerstandswerte – gemeint sein. Sondern es können alternative, produktspezifische Prüfungen in Abstimmung mit dem Prüfsachverständigen sowie dem Eisenbahn-Bundesamt definiert werden, mit denen reproduzierbare Referenzwerte einschließlich ihrer zulässiger Bandbreiten ermittelt bzw. festgelegt werden, die die Grundlage für die Eigen- und Fremdüberwachung als auch der HPQ-Audits bilden und auf die sowohl die fremdüberwachenden Stellen als auch die QS KIB Zugriff erhalten.

Folgende Grundsätze sind bei der Konzeptionierung des Dokuments zur Gütesicherung zu beachten:

- (1) Die Konzeptionierung ist im Rahmen des Zulassungsverfahrens anhand Kapitel 8 der Richtlinie 804.5501 im Einvernehmen mit dem Prüfsachverständigen (PSV) im Sinne von Abschnitt 1. (2) vorzunehmen (siehe auch F.3).

¹ Die Produktspezifikationen von Lärmschutzwandelementen, die im Rahmen der Herstellerbezogenen Produktqualifikation stichprobenartig ausgewählt und dementsprechend gekennzeichnet wurden, sind in der Folge durch die Überwachungsstelle zusätzlich nach Maßgabe des Dokuments zur Gütesicherung zu überwachen.

-
- (2) Aufgrund der konstruktiven Besonderheiten der jeweiligen Wandelemente ist das Konzept darauf abzustimmen und ggf. durch produktspezifische Elemente sinnvoll zu ergänzen.
 - (3) Die Häufigkeit sowie der Umfang dieser Überwachungen sind im Rahmen des Zulassungsverfahrens im Einvernehmen mit dem Prüfsachverständigen (Abschnitt 1. (2)) in Anlehnung an die Anhaltswerte nach F.3 festzulegen.
 - (4) Die im Rahmen der Eigenüberwachung ermittelten Produkteigenschaften müssen:
 - unabhängig und reproduzierbar überwachbar und prüfbar sein,
 - in ihren zulässigen Bandbreiten definiert sein,
 - für die Überwachungen im Rahmen der Fremdüberwachung sowie der Herstellerbezogenen Produktqualifikation verwendbar sein,
 - Schlussfolgerungen auf die Übereinstimmung der hergestellten mit den zugelassenen Wandelementen und somit auf die Prozesssicherheit zulassen.

Für mindestens alle 100 Elemente bzw. alle 250 m² sind vom Hersteller an mindestens einem Element folgende Kontrollen durchzuführen:

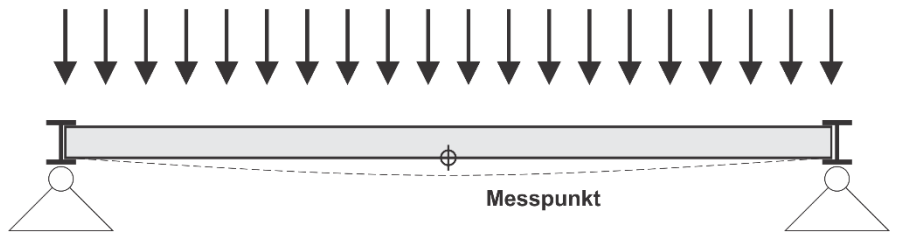
- Nachzumessen sind die Abmessungen des Elements, insbesondere die Wanddicken.
- Zu überprüfen sind Einbau, Befestigung und Sitz ein- und angebaute Teile wie Absorptions- und Dämmplatten, Befestigungen, Abstandshalter, Halterungen, Nieten, Dichtungen und dgl.
- Zu wiegen sind vor dem Einbau:
 - Absorptionsplatten und ggf. zusätzliches Dämmmaterial eines Elements je für sich,
 - das fertige Element, so wie es zu den Zulassungsprüfungen vorgelegen hat.

Für mindestens alle 1000 Elemente bzw. alle 2500 m² sind darüber hinaus an mindestens einem Element folgende Prüfungen erforderlich:

- experimentelle Überprüfung der Elementsteifigkeit bspw. durch Prüfung der Durchbiegung (Abb. F.1) bzw. durch die Ermittlung der ersten Eigenfrequenz (Abb. F.2),
- produktspezifische Überprüfungen nach den Festlegungen im Zulassungsverfahren.

Abb. F.1: Beispiel für eine Biegeprüfung zur Ermittlung der Globalsteifigkeit des Lärmschutzwandelements

Längsschnitt



Draufsicht

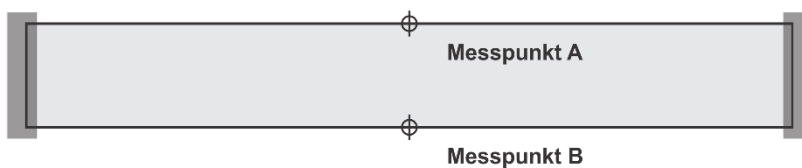
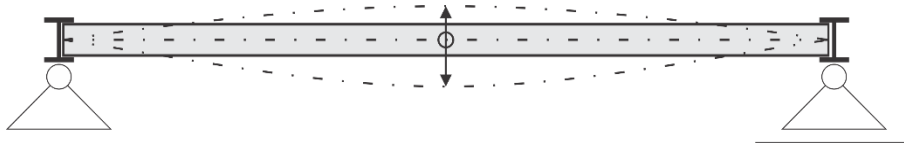


Abb. F.2: Beispiel für eine Prüfung zur Ermittlung der ersten Eigenfrequenz des Lärmschutzwandelements



F.5. Wandelemente in Betonbauweise (informativ)

Beispiele für die Konzeptionierung der Werkseigenen Produktionskontrolle

bleibt frei

F.6. Wandelemente mit transparenter Ausfachung aus Kunststoffen (informativ)

Beispiele für die Konzeptionierung der Werkseigenen Produktionskontrolle

bleibt frei

F.7. Wandelemente mit transparenter Ausfachung aus Verbundsicherheitsglas (informativ)

Beispiele für die Konzeptionierung der Werkseigenen Produktionskontrolle

bleibt frei