



Planungshandbuch Straße - Bau

Anlagen

Prüfhandbuch zur akustischen Abnahmeprüfung von Lärmschutzwänden an Straßen und Autobahnen

<i>Dokumentnummer</i>	<i>Version</i>	<i>Gültig ab</i>	<i>Dokumentstatus</i>	<i>Verteilerstatus</i>	<i>Arbeitsgruppe</i>	<i>Anzahl Seiten</i>
800.100.1601	4.00	15.04.2026	freigegeben	öffentlich		56

PLaPB

Technisches Planungshandbuch der ASFINAG

ASFINAG

AUTOBAHNEN- UND SCHNELLSTRASSEN-FINANZIERUNGS-AKTIENGESELLSCHAFT

Austro Tower, Schnirchgasse 17, 1030 WIEN, Telefon +43 (0) 50108 - 10000

Änderungsberechtigte/Dokumentersteller/Ansprechpartner

<i>Name</i>	<i>Firma/Abteilung</i>	<i>Telefon - Nummer</i>	<i>Fax - Nummer</i>	<i>E - Mail</i>
Reinhard Lohmann-Pichler	ASFINAG BMG / AS ENG	+43 (0) 50108 - 14965	+43 (0) 50108 - 14020	reinhard.lohmann-pichler@asfinag.at

Dokumenthistorie

<i>Version</i>	<i>gültig ab</i>	<i>Dokument-status</i>	<i>Verteiler-status</i>	<i>Verantwortlicher</i>	<i>Änderungsgrund</i>
4.00	15.04.2026	Freigegeben	öffentlich	Technisches Gremium	Überarbeitung
3.00	06.09.2024	Freigegeben	öffentlich	Technisches Gremium	Überarbeitung
2.00	14.08.201	Freigegeben	öffentlich	Technisches Gremium	Überarbeitung
1.00	01.01.2019	Freigegeben	öffentlich	Technisches Gremium	Erstausgabe

Prüfhandbuch zur akustischen Abnahmeprüfung von Lärmschutzwänden an Schnellstraßen und Autobahnen

Version 4.00 vom 15.04.2026

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Allgemeines	6
2.1 Anwendungsbereich	6
2.2 Bereitzustellende Unterlagen	7
2.3 Entscheidungsgrundlagen für den Austausch alter Lärmschutzwände	8
3. Normative Verweisungen	9
4. Begriffe	10
5. Überprüfung der Schallreflexionseigenschaften	12
5.1 Auswahl und Nummerierung zu prüfender Felder.....	12
5.2 Schnellmessverfahren zur Bewertung der Lärmschutzwand	13
5.3 Statistische Analyse der Ergebnisse des Schnellmessverfahrens.....	16
5.4 Detailmessverfahren zur Bewertung ausgewählter Lärmschutzwand-Felder	17
5.5 Gesamtbewertung der Schallreflexionseigenschaften des Prüfabschnittes	18
6. Überprüfung der Luftschalldämmungseigenschaften	19
6.1 Visuelle Inspektion.....	19
6.2 Auswahl zu prüfender Felder und Detailmessungen.....	20
7. Abnahme-Kriterium	23
A. Auswahl der Messpositionen innerhalb eines Lärmschutzwandfeldes	24
A.1 Schallreflexion	24
A.2 Luftschalldämmung	25
B. Prüfprotokolle der Detailmessungen für Schallreflexion und Luftschalldämmung	26
C. Ablaufdiagramme	29
D. Beispiele für die Auswertungsschritte einer Abnahmeprüfung	30
D.1 Überprüfung der Mindestanforderungen der Schallreflexion	30
D.2 Überprüfung der Luftschalldämmung	33
E. Beispiele für die Klassifizierung von Lärmschutzwänden	35
E.1 Optische Auffälligkeiten der Kategorie 3	35
E.2 Optische Auffälligkeiten der Kategorie 2	36
F. Erstellung eines Prognosemodells (optional)	37
Statistische Analyse der Ergebnisse des Schnellmessverfahrens	37
Detailmessverfahren ausgewählter Lärmschutzwand-Felder	38
Erstellung und Auswertung des Regressionsmodells	38
F.1 Beispiel zur Überprüfung der Schallreflexion mit Anwendung des Regressionsmodells..	39
G. Leitfaden bei negativer Abnahmeprüfung	44
G.1 Schallreflexion	44
G.2 Luftschalldämmung	49
H. Änderungen zu Vorversionen	51
H.1 Änderungen von Version 3.00 (6.9.2024) zur Version 4.00 (20.11.2025)	51
H.2 Änderungen von Version 2.00 (14.08.2020) zu Version 3.00 (6.9.2024).....	51
Literatur	54

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Skizze zur Lautsprecher – Mikrofon-Geometrie des Schnellmessverfahrens....	13
Abbildung 2:	Mindestlängenanteil der mit dem Schnellverfahren zu messenden Länge von der Gesamtlänge des Prüfabschnittes in Prozent.	15
Abbildung 3:	Ablaufdiagramm der Abnahmeprozedur zur Schallreflexion zur Überprüfung der Mindestanforderungen.	29
Abbildung 4:	Ablaufdiagramm der Abnahmeprozedur zur Luftschalldämmung.	29
Abbildung 5:	Fiktive Beispieldaten mit Kerndichteschätzer und Boxplot der Werte des Schnellverfahrens.	31
Abbildung 6:	Optische Auffälligkeiten der Kategorie 3, da ein oder mehrere größere Löcher mit Durchsicht vorhanden sind.	35
Abbildung 7:	Optische Auffälligkeiten der Kategorie 2 aufgrund eines herausstehenden Dichtungsbandes (linkes Bild) bzw. eines Ausbruchs am Sockel mit übermäßig expandiertem Dichtungsband (rechtes Bild).	36
Abbildung 8:	Optische Auffälligkeiten der Kategorie 2 aufgrund eines herausstehenden Dichtungsbandes (linkes Bild) bzw. eines Ausbruchs am Sockel mit übermäßig expandiertem Dichtungsband (rechtes Bild).	36
Abbildung 9:	Optische Auffälligkeiten der Kategorie 2, da die größte Ausdehnung der Löcher mit Durchsicht unter 10 mm beträgt.	36
Abbildung 10:	Ablaufdiagramm der Abnahmeprozedur zur Schallreflexion mit Regressionsmodell.	37
Abbildung 11:	Fiktive Beispieldaten mit Kerndichteschätzer und Boxplot der Werten des Schnellverfahrens.	40
Abbildung 12:	Beispiel der Umrechnung von Schnellverfahrenswerten mittels Regressionsmodell.	42
Abbildung 13:	Ablaufdiagramm des Vorgehens im Falle einer nicht erfolgreichen Abnahmeprüfung für die Schallreflexion.	44
Abbildung 14:	Grafische und tabellarische Darstellung der Umrechnung eines gemessenen $DLRI$ zu $DL\alpha$, NRD anhand der Anforderungen der LB-VI.	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Produktspezifische Leistungsdaten der fiktiven Lärmschutzwand.	30
Tabelle 2:	Quantile und Lärmschutzwandfeld-Nummern der Beispielbewertung.	31
Tabelle 3:	Anpassung der gemessenen <i>RI</i> -Werte an den Frequenzbereich von 200 Hz bis 5000 Hz für das gemessene Feld Nr. 79.	32
Tabelle 4:	Quantile, Lärmschutzwandfeld-Nummern und Detailmessergebnisse der Beispielbewertung.	32
Tabelle 5:	Gesamtbewertung der Detailmessergebnisse des Beispiels mit einer Bemessungsfestlegung von 5,0 dB.	32
Tabelle 6:	Produktspezifische Leistungsdaten der fiktiven Lärmschutzwand.	33
Tabelle 7:	Prozentuelle Aufteilung der Lärmschutzwandfelder in den jeweiligen Kategorien.	33
Tabelle 8:	Beispielergebnisse von Messungen an Elementen.	34
Tabelle 9:	Beispielergebnisse von Messungen an Pfosten.	34
Tabelle 10:	Beispielendergebnisse an Elementen mit einer Bemessungsfestlegung von 25,0 dB.	34
Tabelle 11:	Beispielendergebnisse an Pfosten mit einer Bemessungsfestlegung von 25,0 dB.	34
Tabelle 12:	Produktspezifische Leistungsdaten der fiktiven Lärmschutzwand.	39
Tabelle 13:	Quantile und Lärmschutzwandfeld-Nummern der Beispielbewertung.	40
Tabelle 14:	Anpassung der gemessenen <i>RI</i> -Werte an den Frequenzbereich von 200 Hz bis 5000 Hz für das gemessene Feld Nr. 20.	41
Tabelle 15:	Quantile, Lärmschutzwandfeld-Nummern und Detailmessergebnisse der Beispielbewertung.	41
Tabelle 16:	Gesamtbewertung der Detailmessergebnisse des Beispiels mit einer Bemessungsfestlegung von 5,0 dB.	42
Tabelle 17:	Feldnummern, prognostizierte Werte welche die Bemessungsfestlegung voraussichtlich nicht erfüllen.	43
Tabelle 18:	Pönale <i>S</i> der Produktkosten (Liefen und Versetzen der Lärmschutzwandelemente gemäß LB-VI) für einen erreichten Referenzwert.	48

1. Einleitung

Dieses Dokument beschreibt ein Verfahren zur Abnahme und Überprüfung der akustischen Eigenschaften von Lärmschutzwänden am Einsatzort im installierten Zustand (in-situ). Dies betrifft die produktspezifischen Eigenschaften der Schallreflexion und der Luftschalldämmung. Ziel ist es, sowohl neu errichtete Lärmschutzwände auf ihre Leistungsdaten zu überprüfen als auch bereits errichtete Lärmschutzwände auf ihre weitere Wirksamkeit (Alterungsverhalten) zu testen. Ebenfalls kann damit die Lärmschutzwand auf ihre Übereinstimmung mit in Bemessungsverfahren zur Schallausbreitung verwendeten akustischen Eigenschaften überprüft werden, sofern diese auf mit den jeweiligen Normen erhobenen Leistungsdaten basieren.

Die zum Einsatz kommenden Messverfahren basieren auf den Normen ÖNORM EN 1793-5 und ÖNORM EN 1793-6. Diese beruhen auf der direkten Messung der Schallreflexion bzw. Transmission im gerichteten Schallfeld.

Die mit diesen Messverfahren gewonnenen Messergebnisse zur Schallreflexion sind daher nicht direkt mit den Ergebnissen des in ÖNORM EN 1793-1 beschriebenen Hallraumverfahrens, das auf einem diffusen Schallfeld beruht, vergleichbar. In Bezug auf die terzbandaufgelösten Ergebnisse wird in-situ der Schallreflexionsindex, im Hallraum der Schallabsorptionsgrad erhoben. Diese Werte sollten – unter Berücksichtigung der abweichenden Schallfelder – als Komplement zu Eins ineinander umrechenbar sein, durch das gerichtete bzw. diffuse Schallfeld kommt es hier allerdings zu Abweichungen, wobei im gerichteten Schallfeld tendenziell von geringerer Schallabsorption ausgegangen wird. Es muss beachtet werden, dass die mit den verschiedenen Messverfahren erhobenen Einzulangaben nicht übereinstimmen.

Die nach ÖNORM EN 1793-6 erhobenen Werte zur Luftschalldämmung sind vergleichbar mit den im Hallraum nach ÖNORM EN 1793-2 gemessenen Werten. Abweichungen treten hier hauptsächlich deshalb auf, weil das Verfahren nach ÖNORM EN 1793-6 ein gerichtetes Schallfeld verwendet, während das Verfahren nach ÖNORM EN 1793-2 ein diffuses Schallfeld voraussetzt, in dem sämtliche Schalleinfallswinkel gleich wahrscheinlich sind. Untersuchungen zeigen hier tendenziell höhere Werte der Luftschalldämmung für die Vorort-Messungen nach ÖNORM EN 1793-6, wobei allerdings eine gute Einbauqualität gewährleistet sein muss. [1]

Die Ergebnisse werden zum aktuellen Zeitpunkt nicht für die Berechnung der Einfügedämpfung einer Lärmschutzwand oder ihrer Wirkung im Fernfeld verwendet. Die Berechnung von Schallimmissionspegeln auf Basis dieser Werte ist daher derzeit nicht in den nationalen Regelwerken vorgesehen.

2. Allgemeines

Mit dem vorliegenden Prüfverfahren ist es möglich, die akustischen Eigenschaften von Lärmschutzwänden vor Ort zu überprüfen (auch in-situ-Verfahren genannt). Dabei werden Schallreflexion und Luftschalldämmung getrennt betrachtet. Grundlage für die Bestimmung der jeweiligen Eigenschaften bilden die beiden Normen ÖNORM EN 1793-5 für die Schallreflexion und ÖNORM EN 1793-6 für die Luftschalldämmung.

Ziel ist dabei, nicht nur auf Basis einer statistischen Stichprobe einzelne Lärmschutzwandfelder zu messen, sondern das gesamte Baulos zu überprüfen. Da es aufgrund der typischerweise langen Baulose nicht möglich ist, mit vertretbarem Aufwand alle Lärmschutzwandfelder mittels der in-situ-Verfahren vollständig zu bewerten, zielt das in diesem Dokument beschriebene Verfahren auf ein reduziertes Schnellprüfverfahren ab, das es erlaubt, mittels anschließender einzelner punktueller Messungen nach ÖNORM EN 1793-5 und -6 das Baulos als Gesamtes zu bewerten. Die jeweiligen Verfahren für die Schallreflexion und Luftschalldämmung sind in den Abschnitten 5 und 6 beschrieben.

2.1 Anwendungsbereich

Das Prüfverfahren ist für die folgenden Anwendungen vorgesehen:

- Bestimmung der produktspezifischen Eigenschaften zur Schallreflexion und Luftschalldämmung vor Ort in gerichteten Schallfeldern;
- Überprüfung der angegebenen Leistungsdaten der Lärmschutzwand;
- Vergleich der Bemessungsfestlegungen mit den tatsächlichen Leistungsdaten nach Abschluss der Bauarbeiten;
- Überprüfung der Langzeitwirksamkeit bzw. des Alterungsverhaltens von Lärmschutzwänden.

Von der Anwendung ausgenommen sind Lärmschutzeinrichtungen, die aufgrund ihrer baulichen Gegebenheiten eine Messung nach den in-situ-Verfahren nicht erlauben, wie zum Beispiel Erd- bzw. Lärmschutzwälle. Ebenso muss das vorliegende Schallfeld die Anforderungen an die Halligkeit nach ÖNORM EN 1793-5 bzw. -6 (siehe Bild 1 in den jeweiligen Normen) erfüllen, damit diese Normen zur Bestimmung der jeweiligen Eigenschaften der Schallreflexion bzw. Schalldämmung im Rahmen des Prüfverfahrens herangezogen werden dürfen. In halligen Umgebungen (wie zum Beispiel in Tunneln und bei Portalen) ist das hier beschriebene Prüfverfahren daher nicht anwendbar. Ebenfalls von der Messung ausgenommen sind Teile von Lärmschutzeinrichtungen, die nicht mit vertretbaren Mitteln und ohne Gefahr für das Messpersonal zugänglich sind. Dies betrifft beispielsweise sicherheitsrelevante Messkonfigurationen wie die Messung der Schalldämmung von Lärmschutzwänden auf Brücken, sofern auf der straßenabgewandten Seite eine ausreichende Absicherung nicht mit vertretbaren Mitteln durchgeführt werden kann. Weitere Beispiele umfassen Lärmschutzwände an steilen Hanglagen bzw. auf unzugänglichen Lärmschutzwällen oder Teile des Bauloses, bei denen z.B. aufgrund der geringen Breite des Pannestreifens der Aufwand der durchzuführenden Absicherungsmaßnahmen nicht in vertretbarem Verhältnis zum erzielten Nutzen der Abnahmeprüfung steht.

Ebenfalls können Teile von Lärmschutzeinrichtungen aufgrund von speziellen weiteren technischen Anforderungen von der Messung ausgenommen werden. Beispiele dafür sind transparente Lärmschutzwandelemente in Bezug auf ihre Schallreflexionseigenschaften, temporäre Lärmschutzeinrichtungen in Baustellenbereichen oder Lärmschutzeinrichtungen, die hauptsächlich den Zweck von Fahrzeugrückhaltesystemen erfüllen, sodass ihre akustischen Eigenschaften weniger oder nicht relevant sind.

Prüfabschnitte bzw. Lärmschutzwandfelder, die durch ihre geringe Höhe nur eine Messung in einem eingeschränkten Frequenzbereich erlauben, können ebenfalls von der Abnahmeprüfung ausgenommen werden. Hierbei unterscheiden sich die Verhältnisse von unterer Grenzfrequenz und minimal

erforderlicher Lärmschutzwandhöhe für Messungen nach ÖNORM EN 1793-5 und -6. Bezogen auf die Schallreflexion wird eine minimale Wandhöhe von 2,0 m ohne Berücksichtigung eines möglichen Sockels festgelegt, für die Luftschalldämmung hingegen eine minimale Wandhöhe von 2,0 m mit Berücksichtigung eines möglichen Sockels.

ANMERKUNG Die Prüfverfahren nach ÖNORM EN 1793-5 und -6 beruhen auf Laufzeitverfahren und gefensterten Impulsantworten. Störende Reflexionen, beispielsweise vom Boden vor der Lärmschutzwand, führen bei niedrigen Lärmschutzwänden zu kurzen Zeitfenstern und damit zu einer hohen unteren Grenzfrequenz des Reflexions- bzw. Schalldämmindex. Dies hat einen Einfluss auf die Berechnung der Einzahlangaben.

ANMERKUNG Die minimale Wandhöhe für die Schallreflexionsmessung bezieht sich auf den absorbierend ausgeführten Bereich der Lärmschutzwand exklusive eines möglichen (Beton-)Sockels. Die minimale Wandhöhe für die Luftschalldämmung bezieht sich auf die Gesamthöhe der Lärmschutzwand inklusive eines möglichen Betonsockels.

ANMERKUNG Die minimalen Wandhöhen sind so angesetzt, dass das Terzband mit einer Mittenfrequenz von 1000 Hz (das Maximum des standardisierten Verkehrslärmspektrums nach ÖNORM EN 1793-3) in jedem Fall in die Berechnung der Einzahlangabe eingeht.

Für alle im Rahmen der Abnahmeprüfung durchgeführten Messungen soll die Oberfläche der Lärmschutzwand augenscheinlich im trockenen Zustand sein, sofern die Feuchtigkeit nicht Bestandteil des Produkts ist. Da Nässe und Feuchtigkeit Einfluss auf die Prüfergebnisse haben, soll in den 24h vor der Messung kein Regen oder Schneefall stattgefunden haben. Bei der Messdurchführung müssen die Prüflinge vollständig eis- und schneefrei sein. Aktuelle Wetterdaten können beim Straßenerhalter bzw. der zuständigen Autobahnmeisterei abgefragt werden.

Das beschriebene Abnahmeverfahren ist für die Gesamtheit der im Baulos errichteten Lärmschutzwände, die einer im Ausschreibungstext einheitlichen Anforderung in Bezug auf ihre Reflexions- bzw. Schalldämmeigenschaften nach ÖNORM EN 1793-5 bzw. -6 unterliegen, durchzuführen. Sollten im Ausschreibungstext für verschiedene Teile bzw. Abschnitte der Lärmschutzwand unterschiedliche Anforderungen in Bezug auf ihre Reflexions- bzw. Schalldämmeigenschaften gestellt werden, so ist die Prüfung für jeden dieser Prüfabschnitte getrennt durchzuführen. Falls eine darüber hinausgehende Unterteilung der sich so ergebenden Prüfabschnitte mit einheitlichen Anforderungen vom Auftraggeber gewünscht wird, so ist dies im Ausschreibungstext für die Abnahmeprüfung eindeutig anzugeben und die gewünschten Prüfabschnitte sind eindeutig zu definieren.

Im Allgemeinen ist die zum Zeitpunkt der Ausschreibung des Bauvorhabens geltende Version des Prüfbuches anzuwenden.

2.2 Bereitzustellende Unterlagen

Ziel des Prüfverfahrens ist der Vergleich der in-situ erhobenen Messergebnisse zur Schallreflexion und Luftschalldämmung (der tatsächlichen Leistungsdaten) mit den Bemessungsgrundlagen. Aufgrund der Abhängigkeit der Einzahlangabe vom durch die in-situ-Messung abgedeckten Frequenzbereich sind dem Prüfinstitut die produktspezifischen Leistungsdaten in Terzbändern vor Prüfbeginn zur Verfügung zu stellen. Diese sind erforderlich, um jene Terzbandwerte in der Berechnung der Einzahlangabe ergänzen zu können, die aufgrund zu geringer Lärmschutzwandhöhe nicht durch Messungen vor Ort erfassbar sind. Dies ermöglicht einen sinnvollen Vergleich mit der Bemessungsfestlegung.

ANMERKUNG Die Einzahlangaben zur Schallreflexion bzw. zur Luftschalldämmung beruhen auf einer gewichteten Summierung von Terzbandwerten. Variierende Frequenzbereiche führen somit zu abweichenden Einzahlangaben.

2.3 Entscheidungsgrundlagen für den Austausch alter Lärmschutzwände

Die akustischen Eigenschaften von Lärmschutzwänden können sich über die Zeit verändern. Dabei kann es zu einer Verschlechterung der Leistungsdaten beispielweise durch folgende Effekte kommen:

- mechanische Beschädigung der Lärmschutzwandelemente,
- Setzungen des Sockels und damit einhergehende Verkipfung der Lärmschutzwandelemente,
- Exposition des Absorptionsmaterials in Bezug auf Umwelteinflüsse (z.B. Regen, Schnee, ultraviolettes Licht, ...),
- Exposition des Absorptionsmaterials in Bezug auf Schadstoffe aus dem Verkehr (z.B. Reifen- und Bremsabrieb, Abgas- bzw. Schadstoffablagerungen, ...),
- Ablagerungen bzw. Degradation des Absorptionsmaterials durch Streusalz, z.B. durch Sprühwasser oder Schneewurf im Zuge des Winterdienstes.

Aus diesem Grund kann es sich als sinnvoll erweisen, das im Folgenden beschriebene Prüfverfahren nicht nur für neu errichtete Lärmschutzwände anzuwenden.

Das hier beschriebene Verfahren kann sowohl zur Überprüfung neu gebauter Lärmschutzwände mit den ausgeschriebenen Leistungsdaten bzw. Bemessungsgrundlagen als auch zur Überprüfung der Leistungsdaten bzw. Bemessungsgrundlagen nach einem längeren Zeitraum angewendet werden. Dazu kann ein regelmäßiges Prüfintervall definiert werden, das beispielsweise alle 5 Jahre eine Überprüfung der aktuellen tatsächlichen Leistungsdaten der Lärmschutzwand fordert. In diesem Zusammenhang wird hier auf die ÖNORM EN 14388 bzw. ÖNORM EN 14389 verwiesen.

3. Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. In der Anwendung des Prüfhandbuches (insbesondere für die Detailmessungen nach ÖNORM EN 1793-5 und ÖNORM EN 1793-6) sollen immer die zum Zeitpunkt der Ausschreibung des Bauvorhabens geltenden Version der Normen angewendet werden.

ÖNORM EN 1793-3, *Lärmschutzvorrichtungen an Straßen – Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften – Teil 3: Standardisiertes Verkehrslärmspektrum.*

ÖNORM EN 1793-5, *Lärmschutzvorrichtungen an Straßen – Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften – Teil 5: Produktspezifische Merkmale – In-situ-Werte der Schallreflexion in gerichteten Schallfeldern.*

ÖNORM EN 1793-6, *Lärmschutzvorrichtungen an Straßen – Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften – Teil 6: Produktspezifische Merkmale – In-situ-Werte der Luftschalldämmung in gerichteten Schallfeldern.*

4. Begriffe

In diesem Abschnitt sind die Begriffsdefinitionen und -konventionen für die Anwendung des vorliegenden Dokumentes angegeben. Weitere Begriffe finden sich in den in diesem Dokument referenzierten Normen.

produktspezifische Leistungsdaten

die vom Hersteller übermittelten akustischen Eigenschaften der Lärmschutzwand, d.h. die Werte für RI_j bzw. DL_{RI} nach ÖNORM EN 1793-5 und die Werte für $SI_{j,E}$ und $SI_{j,P}$ bzw. $DL_{SI,E}$ und $DL_{SI,P}$ nach ÖNORM EN 1793-6.

tatsächliche Leistungsdaten

die nach diesem Dokument erhobenen tatsächlichen akustischen Eigenschaften der hergestellten Lärmschutzwand, gemessen nach ÖNORM EN 1793-5 bzw. -6.

Bemessungsfestlegungen

die in der Ausschreibung geforderten Mindestanforderungen an die Schallreflexion und Luftschalldämmung nach ÖNORM EN 1793-5 bzw. -6.

Baulos

alle im Rahmen eines Bauvorhabens hergestellten Lärmschutzwände.

Prüfabschnitt

Teil der Lärmschutzwände im Baulos, der in Bezug auf die in den Ausschreibungsunterlagen angegebenen Forderungen an Reflexions- und Schalldämmeigenschaften eine einheitliche Bemessungsfestlegung aufweist.

ANMERKUNG

Ein Prüfabschnitt muss nicht aus direkt zusammenhängenden Lärmschutzwandfeldern bestehen, sondern kann aufgrund von baulichen, geländebedingten oder anderen Gegebenheiten unterbrochen sein, sich über beide Fahrrichtungen erstrecken und aus verschiedenen Materialien bestehen. Alle Bestandteile eines Prüfabschnittes müssen aber im selben zeitlichen Zusammenhang hergestellt worden sein.

Lärmschutzwandfeld (auch nur Feld genannt)

Teil der Lärmschutzwandeinrichtung zwischen zwei Pfosten. Typische Längen sind 4 m bis 5 m. Es können aber auch kürzere Längen auftreten (z.B. auf Brücken).

Lärmschutzwandelement

die einzelnen (meist gestapelten) akustische wirksamen Elemente, die sich zu einem Lärmschutzwandfeld zusammensetzen.

ANMERKUNG

Die Element-Position nach ÖNORM EN 1793-6 ($DL_{SI,E}$) bezieht sich auf die Messung vor den akustisch wirksamen Elementen und wird gewöhnlich in der Mitte des Lärmschutzwandfeldes durchgeführt.

Lärmschutzwandpfosten (auch nur Pfosten genannt)

strukturelle Elemente (siehe ÖNORM EN 1793-6), deren Hauptfunktion es ist, akustische Elemente zu halten.

ANMERKUNG

Im Einklang mit ÖNORM EN 1793-6 wird der Begriff Pfosten verwendet. Im österreichischen Sprachgebrauch ist der synonyme Begriff Steher ebenso gebräuchlich.

Lärmschutzwandssockel

Unterster Bereich des Lärmschutzwandfeldes über dem Boden, auf dem die Lärmschutzwandelemente gestapelt liegen, üblicherweise aus Beton (Betonsockelbrett).

ANMERKUNG

Für die Bestimmung der Eigenschaften der Schallreflexion wird der Sockel zur Berechnung der Höhe des Lärmschutzwandfeldes nicht berücksichtigt. Für die Bestimmung der Schalldämmung wird die Höhe der Wand inklusive Sockel (d.h. vom Boden) aus berechnet.

Schnellmessverfahren

zur Überblicksmessung der Schallreflexionseigenschaften eines Lärmschutzwandfeldes geeignetes Messverfahren, beschrieben in Abschnitt 5.2.

Detailmessverfahren

Messverfahren nach ÖNORM EN 1793-5 bzw. ÖNORM EN 1793-6.

Prüfinstitut

Das Unternehmen, das die akustischen Prüfdienstleistungen gemäß diesem Dokument auf Basis seiner einschlägigen technischen Kompetenz (z.B. Akkreditierung, eine vom Auftraggeber anerkannte Prüfstelle) ausführt.

Produktpreis

Der Produktpreis umfasst die Summe der Positionspreise (Menge x Einheitspreis) der Positionen (zB. LB-VI), welche dem Vertrag zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer des Bauauftrags für das Liefern und Versetzen der Lärmschutzwandelemente zu Grunde liegen. Die Valorisierung zum Zeitpunkt des versetzten der Elemente ist hinzuzurechnen.

Auftraggeber / Straßenerhalter

Der Auftraggeber der Errichtung der Lärmschutzmaßnahme, in dessen Interesse eine Überprüfung der Mindestanforderungen durchgeführt wird (i.A. ASFiNAG).

Auftragnehmer des Bauauftrags (AN Bau)

Der Auftragnehmer des Bauauftrags ist für die Errichtung und Gewährleistung der Lärmschutzwand verantwortlich.

5. Überprüfung der Schallreflexionseigenschaften

Das Verfahren zur Bestimmung der Schallreflexionseigenschaften von Lärmschutzwänden an Straßen beruht auf Messungen nach ÖNORM EN 1793-5. Ziel der Abnahmeprüfung ist es, jedes Lärmschutzwandfeld auf seine Leistungsdaten hin zu testen. Aufgrund des Zeitbedarfs für Messungen nach ÖNORM EN 1793-5 ist es nicht praktikabel, jedes Feld einer vollständigen Überprüfung zu unterziehen. Daher wird in dem im Folgenden beschriebenen Prüfverfahren darauf abgezielt, innerhalb kurzer Zeit einen allgemeinen Überblick über die Schallreflexionseigenschaften der einzelnen Lärmschutzwandfelder zu erhalten. Dies erfolgt mit einem akustischen Schnellmessverfahren, das es erlaubt, einen Überblick über die Verteilung der akustischen Eigenschaften der einzelnen Lärmschutzwandfelder im Baulos zu erhalten.

ANMERKUNG Die Absorptionseigenschaften des Lärmschutzwandfeldes sind durch eine einfache Sichtprüfung nicht erhebbar und müssen daher akustisch gemessen werden.

Anschließend werden die im Schnellverfahren erhobenen Daten ausgewertet und es wird eine statistische Analyse der Verteilung der Absorptionseigenschaften der Lärmschutzwandfelder im gesamten Baulos durchgeführt. An einzelnen auf dieser Basis ausgewählten Lärmschutzwandfeldern wird anschließend eine vollständige Detailmessung nach ÖNORM EN 1793-5 durchgeführt. Anhand dieser Werte wird eine Bewertung der Schallreflexionseigenschaften durchgeführt. Der Arbeitsablauf ist in Anhang C **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.

Für eine tiefergehende Betrachtung wird in Anhang F eine optionale Methode vorgestellt, die anhand eines Regressionsmodells die Schallreflexionseigenschaften aller mit dem Schnellverfahren gemessenen Lärmschutzwandfelder prognostiziert.

Für beidseitig absorbierende Lärmschutzwände ist die Überprüfung der Schallreflexionseigenschaften von Prüfabschnitten bis auf einzelne Detailmessungen nur auf der Seite der Lärmschutzwand durchzuführen, die der Hauptfahrbahn zugewandt ist. Das Schnellverfahren wird daher nur auf dieser Seite angewendet. Detailmessungen werden auf beiden Seiten durchgeführt, wobei auch hier der Schwerpunkt auf der der Hauptfahrbahn des Auftraggebers zugewandten Seite liegt.

ANMERKUNG Ab- und Auffahrten beinhalten im Allgemeinen auch eine Hauptfahrbahn (Ausnahme Betriebsumkehr).

ANMERKUNG Für eine beidseitig absorbierende Mittellärmschutzwand zwischen den Richtungsfahrbahnen werden das Schnellverfahren und die Detailmessungen auf beiden Seiten angewendet.

5.1 Auswahl und Nummerierung zu prüfender Felder

Alle nach Abschnitt 2.1 messbaren Felder des Prüfabschnittes werden identifiziert. Dabei werden die Lärmschutzwandfelder auf ihre Zugänglichkeit und Messbarkeit überprüft und zur weiteren Identifikation fortlaufend nummeriert.

ANMERKUNG Im Falle von nicht zugänglichen Lärmschutzwandfeldern reduziert sich die Gesamtanzahl an messbaren Lärmschutzwandfeldern. Die verbliebenen messbaren Lärmschutzwandfelder werden in diesem Fall stellvertretend für den gesamten Prüfabschnitt herangezogen, sofern die überwiegende Mehrheit der Lärmschutzwandfläche messbar ist.

5.2 Schnellmessverfahren zur Bewertung der Lärmschutzwand

Basis des Schnellmessverfahrens ist die Erhebung der Reflexionsindizes in Anlehnung an ÖNORM EN 1793-5. Dabei wird jedoch eine Reduktion der Datenerhebung auf die zentrale Mikrofonposition durchgeführt und die in der ÖNORM CEN/TS 1793-5:2003 eingesetzte starre Verbindung zwischen Lautsprecher und Mikrofon zur Erleichterung des Subtraktionsverfahrens der einfallenden Komponente verwendet. Darüber hinaus ist es erforderlich, einen Abstandhalter zwischen Messmikrofon und Lärmschutzwand einzusetzen, um die erforderlichen geometrischen Abmessungen zwischen Lautsprecher, Mikrofon und Lärmschutzwand konstant halten zu können.

ANMERKUNG Größere reflektierende Teile des Messsystems wie das Gestänge zwischen Lautsprecher und Mikrofon bzw. Mikrofon und Lärmschutzwand beeinflussen das Schallfeld und somit die gemessene reflektierte Komponente der Lärmschutzwand. Im vorliegenden Schnellmessverfahren wird in erster Linie darauf Wert gelegt, einen Überblick über Verteilung der Absorbereigenschaften der Lärmschutzwandfelder zu erlangen. Der Einfluss solcher reflektierenden Teile ist über alle gemessenen Lärmschutzwandfelder konstant und beeinflusst somit in geringem Ausmaß die gemessenen Absorbereigenschaften, nicht aber die gesuchte Verteilung dieser.

Die Geometrie von Lautsprecher, Mikrofon und Lärmschutzwand ist in Abbildung 1 skizziert. Der Lautsprecher wird mit dem Mikrofon durch ein Gestänge starr verbunden, ebenfalls ist zwischen Mikrofon und Lärmschutzwand ein Abstandhalter angebracht. Die Vorrichtung wird normal auf die Lärmschutzwandfläche ausgerichtet vor einem zentralen Punkt der Lärmschutzwand positioniert. In dieser Konfiguration wird die Impulsantwort des Systems erhoben.

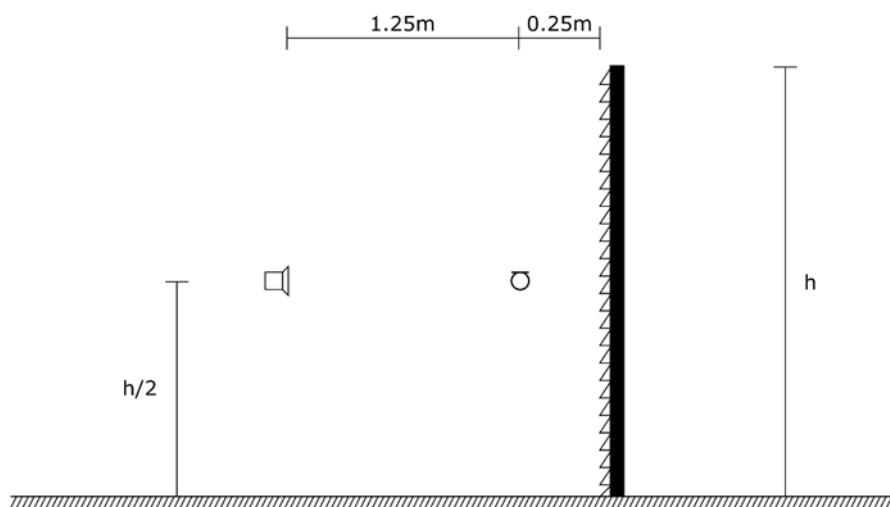


Abbildung 1: Skizze zur Lautsprecher – Mikrofon-Geometrie des Schnellmessverfahrens

ANMERKUNG Aufgrund der Relativmessung der produktspezifischen Eigenschaft der Schallreflexion kann zum Zeitgewinn ein handgehaltenes Lautsprecher-Mikrofon-System eingesetzt werden. In diesem Fall ist es wichtig, die Messdauer bei gleichzeitiger Einhaltung eines hohen Signal-Rauschabstandes kurz zu halten, um Veränderungen in der Ausrichtung des Lautsprecher-Mikrofon-Systems zu verhindern. Dies kann beispielsweise durch MLS-Signale niedriger Ordnung erreicht werden, da diese auch bei ausreichender Mittelungsanzahl und kurzer Messdauer einen guten Signal-Rauschabstand aufweisen.

ANMERKUNG Bei der Positionierung des Messsystems vor der Lärmschutzwand soll darauf geachtet werden, dass bei jedem betrachteten Feld die gleiche Bezugsposition gewählt wird. Diese soll mit Beachtung auf die zu erhebende produktspezifische Eigenschaft der Schallreflexion des Lärmschutzwandfeldes gewählt werden. Dadurch ist ein konsistenter Relativvergleich gegeben, womit das Verfahren auch für Lärmschutzwände mit großer Strukturtiefe anwendbar ist.

ANMERKUNG Die Ausrichtung des Messsystems normal zur Lärmschutzwandoberfläche kann nach Augenmaß erfolgen. Dabei soll eine maximale Abweichung von 5° von der Bezugsnormalen nicht überschritten werden.

Das Schnellmessverfahren soll auf einen möglichst großen Teil des Prüfabschnittes angewendet werden, wobei eine folgende Mindestanzahl an Lärmschutzwandfeldern n_s zur Anwendung des Schnellverfahrens einzuhalten ist.

$$n_s \geq \begin{cases} 0,75 \cdot n_g & l_g \leq 1\text{km} \\ 0,75 \cdot \frac{1 + \ln l_g}{l_g} \cdot n_g & l_g > 1\text{km} \end{cases} \quad (1)$$

l_g bezeichnet hierbei die relevante Gesamtlänge des untersuchten Prüfabschnittes in Kilometern, also die Länge aller Lärmschutzwandfelder mit einer einheitlichen Bemessungsfestlegung innerhalb des Bauloses. n_g bezeichnet die Anzahl dieser Lärmschutzwandfelder. Die geforderte Mindestanzahl n_s ist auf die nächste ganze Zahl aufzurunden. Es können folgende relevante Fälle auftreten:

- Wenn einseitig absorbierende Lärmschutzwandfelder auf der absorbierenden Seite der Hauptfahrbahn des Auftraggebers zugewandt sind, dann ist nur die Länge dieser Seite als Teil von l_g in Gleichung (1) zu berücksichtigen.
- Wenn beidseitig absorbierende Lärmschutzwandfelder nur auf einer Seite der Hauptfahrbahn des Auftraggebers zugewandt sind, dann ist nur die Länge dieser Seite als Teil von l_g in Gleichung (1) zu berücksichtigen.
- Sofern beidseitig absorbierende Lärmschutzwandfelder auf beiden Seiten einer Hauptfahrbahn des Auftraggebers zugewandt sind (wie zum Beispiel im Falle einer Mittellärmschutzwand zwischen den Richtungsfahrbahnen bzw. bei Rampen), ist die Summe der Längen von Vorder- und Rückseite als Teil von l_g in Gleichung (1) zu berücksichtigen.

Die Messungen nach den Schnellmessverfahren sind zumindest an der ermittelten Mindestanzahl n_s durchzuführen. In der Auswahl der Lärmschutzwandfelder für die Messungen nach dem Schnellverfahren sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Die Schnellverfahrensmessungen sind auf den gesamten Prüfabschnitt und flächenanteilmäßig vorrangig auf die im Baulos vorhandenen Bauformen und Materialien zu verteilen. Eine Häufung der Messstellen in einem kleinen Bereich sollte vermieden werden.
- Im Sinne des Anrainerschutzes kritische Stellen sollen in der Auswahl ebenso vorrangig ausgewählt werden.
- Ebenso ist die Sicherheit und Zugänglichkeit in der Auswahl der Messstellen zu berücksichtigen.

Der daraus resultierende Prozentanteil der mindestens mit dem Schnellverfahren zu messenden Länge ist in Abbildung 2 dargestellt. Sollten aufgrund von Zugänglichkeits- bzw. Sicherheitseinschränkungen weniger Lärmschutzwandfelder als die geforderte Mindestanzahl n_s messbar sein, sind zumindest 95 % der messbaren Felder mit dem Schnellverfahren zu messen.

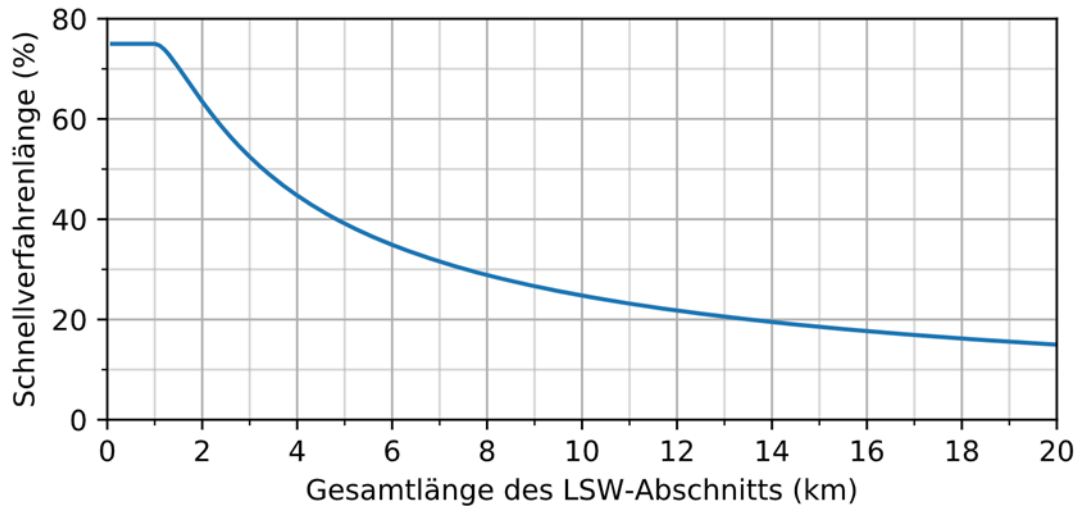


Abbildung 2: Mindestlängenanteil der mit dem Schnellverfahren zu messenden Länge von der Gesamtlänge des Prüfabschnittes in Prozent.

ANMERKUNG Nach Gleichung (1) ergibt sich für einen Prüfabschnitt mit einer Länge von 3 km eine Mindestlängenanteil für die Anwendung des Schnellverfahrens von ca. 52 %. Für Prüfabschnitte unter 1 km sind generell zumindest 75 % mit dem Schnellverfahren zu messen.

In regelmäßigen zeitlichen Abständen, mindestens aber alle 30 Minuten, wird eine Freifeld-Impulsantwort gemessen. Dazu wird die Lautsprecher-Mikrophon-Konfiguration von der Lärmschutzwand weg ins akustische Freifeld gerichtet und so die Freifeld-Impulsantwort erhoben. Anhand dieser Daten werden die Reflexionsindizes für jedes Feld mit nachfolgender Formel berechnet:

$$RI_j^n = \frac{\int_{\Delta f_j} |F[(h_r^n(t) - h_i^n(t)) \cdot w_r^n(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_i^n(t) \cdot w_i^n(t)]|^2 df} \cdot C_{geo} \cdot C_{gain}(\Delta f_g) \quad (2)$$

Dabei ist:

- h_r^n die gemessene Impulsantwort am n-ten Lärmschutzwandfeld, bestehend aus der einfallenden und der von der Wand reflektierten Komponente sowie möglichen Störreflexionen von Boden etc.
- h_i^n die einfallende Komponente der Freifeld-Impulsantwort, erhoben für das n-te Lärmschutzwandfeld
- w_r^n das Zeitfenster (Adrienne-Zeitfenster) für die reflektierte Komponente der Impulsantwort am n-ten Lärmschutzwandfeld mit einer Gesamtlänge von 6 ms
- w_i^n Das Zeitfenster (Adrienne-Zeitfenster) für die einfallende Komponente der Freifeld-Impulsantwort für das n-te Lärmschutzwandfeld mit einer Gesamtlänge von 6 ms
- F das Symbol für die Fourier-Transformation
- j der Index der Terzbänder (von 630 bis 2000 Hz)
- Δf_j die Breite des j-ten Terzbandes
- n der Index des vermessenen Lärmschutzwandfeldes ($n = 1 \dots N$)

C_{geo} der Faktor zur geometrischen Ausbreitungskorrektur, im vorliegenden Fall ist

$$C_{geo} = \frac{(1,75)^2}{(1,25)^2}$$

$C_{gain}(\Delta f_g)$ der Faktor zur Korrektur möglicher Änderungen in der Verstärkerkette, wobei im vorliegenden Fall Δf_g den Frequenzbereich von 630 bis 2000 Hz umfasst. Alle weiteren Berechnungsschritte des Korrekturfaktors sind in Übereinstimmung mit ÖNORM EN 1793-5 durchzuführen.

ANMERKUNG In Abweichung zur Notation in ÖNORM EN 1793-5 wird in (2) die Subtraktion der Freifeld- Impulsantwort von der vor dem zu prüfenden Lärmschutzwandfeld gemessenen Impulsantwort explizit hervorgehoben.

ANMERKUNG Der Korrekturfaktor zur Lautsprecher-Richtcharakteristik in ÖNORM EN 1793-5 $C_{dir}(\Delta f_f)$ entfällt, da nur das Mikrofon der Normalkomponente berücksichtigt wird.

Die somit für N Lärmschutzwandfelder erhobenen N terzbandaufgelösten RI_j werden nun mittels Gewichtung mit dem standardisierten Verkehrslärmspektrum nach ÖNORM EN 1793-3 zu N Einzahlangaben des Schnellmessverfahrens $DL_{RI,schnell}^n$ zusammengefasst.:

$$DL_{RI,schnell}^n = -10 \cdot \log_{10} \left[\frac{\sum_{j=630}^{2000} RI_j^n \cdot 10^{0,1 \cdot L_j}}{\sum_{j=630}^{2000} 10^{0,1 \cdot L_j}} \right] \quad (3)$$

Diese $DL_{RI,schnell}^n$ bilden die Datenbasis, die die Verteilung der Schallreflexionseigenschaften der Lärmschutzwandfelder im Baubereich beschreibt.

5.3 Statistische Analyse der Ergebnisse des Schnellmessverfahrens

Die $DL_{RI,schnell}^n$ beschreiben die Verteilung der Schallreflexionseigenschaften der Lärmschutzwandfelder im untersuchten Prüfabschnitt. Mittels Histogramm kann nun die Homogenität der Lärmschutzwandfelder dargestellt werden (siehe Beispiel in Abbildung 5).

Es sind mindestens zwei Detailmessungen nach ÖNORM EN 1793-5 durchzuführen. Im Hinblick auf die praktische Umsetzbarkeit (Aufwand) ergibt sich folgende Vorgehensweise für die Bestimmung der Anzahl der Detailmessungen:

- Für einen Prüfabschnitt mit einer Länge unter 500 m sind Detailmessungen an 2 Stellen durchzuführen.
- Bei Längen ab 500 m und bis zu 1 Kilometer des Prüfabschnitts sind Detailmessungen an mindestens 3 Stellen durchzuführen.
- Für jeden weiteren angefangenen Kilometer kommt eine weitere Messstelle hinzu.

Dabei werden die Messungen auf folgende Bereiche des p-Werts der Quantile der $DL_{RI,schnell}^n$ aufgeteilt:

- Eine Detailmessung soll an einem Lärmschutzwandfeld durchgeführt werden, dessen p-Wert sich im Bereich 0,45 bis 0,55 befindet.
- Zwei Detailmessungen sollen an einem Lärmschutzwandfeld durchgeführt werden, dessen p-Wert sich im Bereich 0,1 bis 0,2 befindet. Sofern insgesamt nur zwei Detailmessungen erforderlich sind (Prüfabschnittlänge <500 m), ist nur eine Detailmessung in diesem Bereich des p-Werts durchzuführen.

- Alle anderen notwendigen Detailmessungen können frei an Lärmschutzwandfeldern verteilt werden, wobei vorrangig Messungen im Bereich der p-Quantile 0,1 bis 0,2 ausgewählt werden sollen.

In der Auswahl der Lärmschutzwandfelder für die Detailmessungen sind zusätzlich folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Die Detailmessungen sind auf den gesamten Prüfabschnitt und flächenanteilmäßig vorrangig auf die im Baulos vorhandenen Bauformen und Materialien zu verteilen. Eine Häufung der Messstellen in einem kleinen Bereich sollte vermieden werden.
- Im Sinne des Anrainerschutzes kritische Stellen sollen in der Auswahl ebenso vorrangig ausgewählt werden.
- Im Falle von Baulosen, die Wände mit unterschiedlichen Höhen aufweisen, soll bei der Auswahl der Lärmschutzwandfelder die Höhe des jeweils ausgewählten Feldes berücksichtigt werden. Dabei sollen höhere Wände, die eine Messung über den gesamten geforderten Frequenzbereich ermöglichen (d.h. Wände mit mind. 4 m Höhe), gegenüber niedrigeren Wänden den Vorzug bei der Auswahl der Detailmessungen erhalten.
- Ebenso ist die Sicherheit und Zugänglichkeit in der Auswahl der Messstellen zu berücksichtigen.

5.4 Detailmessverfahren zur Bewertung ausgewählter Lärmschutzwand-Felder

An den in Abschnitt 5.3 ausgewählten Lärmschutzwandfeldern werden Detailmessungen nach ÖNORM EN 1793-5 durchgeführt und damit die DL_{RI}^{np} erhoben. Die genaue Messprozedur ist dazu in der Norm dargestellt. Auf diese Weise werden die Reflexionseigenschaften im gerichteten Schallfeld für eine die Bandbreite der Leistungsdaten des gesamten Bauloses abdeckenden Menge an Lärmschutzwandfeldern erhoben. Für die Messungen sind Prüfberichte lt. ÖNORM EN 1793-5 zu erstellen.

Darüberhinausgehend kann die Messung von mehreren ausgewählten Lärmschutzwandfeldern nach ÖNORM EN 1793-5 gefordert werden. Die so erhobenen Werte werden als DL_{RI}^{ng} bezeichnet.

Wie bereits erwähnt sind für eine beidseitig absorbierende Lärmschutzwand zusätzliche Detailmesspunkte auf der Seite durchzuführen, die nicht der Hauptfahrbahn des Auftraggebers zugewandt ist.

Die Anzahl der Detailmesspunkte richtet sich nach der Länge der abgewandten Seite der absorbierenden Lärmschutzwand. Im Hinblick auf die praktische Umsetzbarkeit (Aufwand) ergibt sich folgende Vorgehensweise für die Bestimmung der Anzahl der Detailmessungen auf der abgewandten Seite:

- Bei einer Länge unter 500 m ist keine Detailmessung durchzuführen.
- Ab einer Länge von 500 m bis zu 2 km ist eine Detailmessung durchzuführen.
- Darüber hinaus kommt für jeweils 2 zusätzlich angefangene Kilometer eine weitere Detailmessung dazu.

Die Detailmessungen auf der abgewandten Seite werden entsprechend den Überlegungen in Abschnitt 5.3 auf den Prüfabschnitt verteilt. Die so erhobenen Werte werden ebenso als DL_{RI}^{ng} bezeichnet.

Für die Mindestabmessungen der Lärmschutzwandfelder bzw. der unteren gültigen Grenzfrequenz gelten hierbei die Überlegungen in ÖNORM EN 1793-5. Es ist zu beachten, dass die Grenzfrequenzen nicht notwendigerweise mit den im Schnellverfahren beschriebenen Grenzfrequenzen übereinstimmen, da bei der vollständigen Messung über neun Mikrofonpositionen gemittelt wird. Dabei

kommt es je Mikrophon zu unterschiedlichen Signallaufzeiten, die einen Einfluss auf die Positionierung und maximale Länge des verwendeten Adrienne-Zeitfensters haben.

Die Gesamtbewertung des Prüfabschnittes beruht auf einer Berechnung der DL_{RI} über einen Frequenzbereich von 200 Hz bis 5000 Hz. Dazu müssen für alle Terzbänder RI-Werte vorliegen. Für diejenigen Terzbänder, für die aufgrund der niedrigen Höhe der Lärmschutzwand die RI-Werte messtechnisch nicht erhebbar sind, werden die entsprechenden RI-Werte aus den produktspezifischen Leistungsdaten verwendet. Durch das Auffüllen dieser Terzbänder mit den produktspezifischen Leistungsdaten können DL_{RI} über den gesamten Frequenzbereich von 200 Hz bis 5000 Hz berechnen werden.

Es ist dabei zu beachten, dass das Ergebnis der Detailmessung vor dem Auffüllen der fehlenden Terzbändern nicht mit dem Ergebnis nach dem Auffüllen der Terzbändern verwechselt wird. Daher wird empfohlen, immer den jeweils gültigen Frequenzbereich mit dem Ergebniswert auszuweisen. Im Endbericht der Abnahmeprüfung sind (sofern vorhanden) die Ergebnisse mit eingeschränkten bzw. aufgefüllten Frequenzbereich (Terzbänder) anzugeben.

Im Falle von Prüfabschnitten bzw. Lärmschutzwandfeldern, die sich aus unterschiedlichen Produkttypen zusammensetzen (Mischwände), werden hierbei die aus den Prüfberichtsdaten zu übernehmenden RI_j als flächengewichteter arithmetischer Mittelwert der in den produktspezifischen Leistungsdaten angegebenen RI_j berechnet.

ANMERKUNG Für das Auffüllen der fehlenden Terzbänder dürfen Werte aus Prüfberichten, die nach CEN/TS 1793-5 erhoben wurden („Adrienne-Verfahren“ mit einem Mikrophon), nicht verwendet werden.

Bei Lärmschutzwänden mit einer Gesamthöhe (exklusive Sockel) von über 4 m darf die Bezugsposition aus der vertikalen Mitte verschoben werden, um eine gefahrlose Messung zu ermöglichen. Dabei ist ein Abstand von mindestens 2 m vom der Lärmschutzwandunterkante, der Leitschiene bzw. der Oberkante einzuhalten. Auch wenn bei einer Lärmschutzwand mit mehr als 4 m Gesamthöhe ein größerer Frequenzbereich messbar ist, werden die Adrienne-Zeitfenster und der Frequenzbereich nicht angepasst. Somit ist der maximal zu messende Frequenzbereich 200 Hz bis 5 kHz.

Bei der Wahl der Höhe der Bezugsposition ist der störende Einfluss der Leiteinrichtung gemäß ÖNORM EN 1793-5 zu berücksichtigen.

Alle Felder der Detailmessungen müssen mittels eines farbigen Punktes am Sockel mit Markierungsspray gekennzeichnet werden, damit diese im Falle einer Nachmessung leichter auffindbar und identifizierbar sind.

5.5 Gesamtbewertung der Schallreflexionseigenschaften des Prüfabschnittes

Auf Basis der so erhobenen Daten kann nun eine Bewertung der Reflexionseigenschaften des Prüfabschnittes erfolgen. Die mittels Detailmessverfahren nach ÖNORM EN 1793-5 erhobenen tatsächlichen Leistungsdaten $DL_{RI}^{n_p}$ bzw. $DL_{RI}^{n_g}$ werden im Abnahme-Kriterium als K eingesetzt (siehe Kapitel 7). Für eine erfolgreiche Abnahmeprüfung müssen alle mittels Detailmessverfahren nach ÖNORM EN 1793-5 gemessenen Felder das Abnahme-Kriterium (siehe Formel (5) in Kapitel 7) erfüllen. Im Anhang G ist ein Leitfaden für das Vorgehen bei negativer Abnahmeprüfung enthalten.

6. Überprüfung der Luftschalldämmungseigenschaften

Das Verfahren zur Bestimmung der Luftschalldämmungseigenschaften von Lärmschutzwänden an Straßen beruht auf Messungen nach ÖNORM EN 1793-6. Ziel der Abnahmeprüfung ist es, Prüfabschnitte als Gesamtes zu überprüfen. Der in der Bauausschreibung festgelegte Mindestwert der Schalldämmung ist an allen Stellen des Prüfabschnittes inkl. Türen einzuhalten. Aufgrund des Aufwandes lassen sich jedoch nur an einer begrenzten Anzahl von Stellen Messungen durchführen. Schwachstellen hinsichtlich Luftschalldämmung wie z. B. Fugen oder Schlitze können meist visuell erkannt werden. Das nachfolgend beschriebene Verfahren beinhaltet aus diesem Grunde eine visuelle Überprüfung eines Prüfabschnittes, bevor Messungen der Schalldämmung an einzelnen Stellen vorgenommen werden und ist daher zweistufig wie folgt konzipiert: zuerst findet eine visuelle Inspektion statt, anhand derer anschließend die Orte der Detailmessungen nach ÖNORM EN 1793-6 bestimmt werden. Der Arbeitsablauf ist in Anhang C dargestellt.

6.1 Visuelle Inspektion

In der ersten Stufe sind eine visuelle Überprüfung und die Dokumentation des optischen Zustands des Prüfabschnittes als Ganzes vorzunehmen. Dabei ist auf Basis der Planunterlagen der Bauplanung eine Klassifizierung der besichtigten Felder des Prüfabschnittes durchzuführen.

Für eine Vereinheitlichung der Klassifizierung sind folgende drei Kategorien vorgesehen:

Kategorie 1:	Felder ohne auffällige Stellen (vermutlich schalltechnisch in Ordnung).
Kategorie 2:	Felder mit auffälligen Stellen, z.B. breiten Fugen oder Schlitzen, jedoch ohne unmittelbar wahrnehmbare Durchsichtigkeit. Ein Loch in der Lärmschutzwand, dessen größte Ausdehnung unter 10 mm liegt, wird auch bei Durchsichtigkeit als Kategorie 2 bewertet.
Kategorie 3:	Felder mit augenscheinlichen Mängeln z.B. deutlich durchsichtige Fugen und Schlitze, schadhafte Elemente, deutlich wahrnehmbare Einbau- oder Konstruktionsfehler.
ANMERKUNG	Unter „Feld“ versteht man in diesem Zusammenhang jeweils das Lärmschutzwandelement mit Betonsockelbrett inkl. der Einbausituation im Pfosten.
ANMERKUNG	Die Lärmschutzwand muss vollständig mit dem Boden abschließen.
ANMERKUNG	Untersuchungen zeigen für 0,5 cm breite Schlitze mit Durchsicht bereits deutliche Reduktionen des Schalldämmwertes von mehreren Dezibel [2].

Die Klassifizierung erfolgt hierbei dadurch, dass den Feldern obige Kategorien zugeordnet werden und dies (tabellarisch bzw. durch Fotos) vermerkt und nachvollziehbar in den Prüfunterlagen des Prüfinstituts dokumentiert wird. Beispiele der Kategorisierung sind in Anhang E gegeben. In den meisten Fällen treten vergleichbare Auffälligkeiten an mehreren Feldern auf, wodurch diese in Schadensgruppen zusammengefasst werden können (z.B. breitere Fuge zwischen Lärmschutzwandelementen, Sicherungseillöcher bei Acrylglaselementen, großer Spalt mit Durchsicht bei Brückenkonstruktion). Im Endbericht sind Beschreibungen der Auffälligkeiten bzw. Schadensgruppen, Beispielfotos bzw. die betroffenen Felder für Auffälligkeiten der Kategorie 3 zu integrieren. Für Auffälligkeiten der Kategorie 2 ist es nicht erforderlich, die betreffenden Felder bzw. die Schadensgruppe im Endbericht zu vermerken. Für alle

drei Kategorien soll sowohl die Anzahl als auch die prozentuelle Aufteilung (bezogen auf die Gesamtsumme aller inspizierten Lärmschutzwandfelder) tabellarisch dargestellt werden.

Die visuelle Prüfung erfolgt in der Regel durch Abgehen des Prüfabschnittes. Im Allgemeinen ist nur eine autobahnseitige Begehung durchzuführen, in speziellen Fällen kann es durchaus auch sinnvoll sein, den Wandabschnitt auch von der Rückseite zu besichtigen. Die Begutachtung einer Lärmschutzwand von der Rückseite (Zugänglichkeit vorausgesetzt) empfiehlt sich speziell in Fällen, in denen für die Luftschalldämmung maßgebende Konstruktionsdetails (beispielsweise straßenseitig von Absorber verdeckt) lediglich von dieser Seite aus ersichtlich sind (wie beispielsweise eine verschobene Dämmplatte etc.). Die Inspektion und Klassifizierung kann auf Lärmschutzwandfelder ausgeweitet werden, die aufgrund der speziellen Gegebenheiten (Zugänglichkeit, Sicherheit) nicht nach ÖNORM EN 1793-6 gemessen werden können, aber eine Begehung und visuelle Inspektion erlauben. Dies schließt insbesondere Lärmschutzwände geringer Höhe mit ein.

Falls während der visuellen Inspektion absehbar ist, dass großflächig saniert werden muss, so wird empfohlen, Rücksprache mit dem Auftraggeber der Abnahmeprüfung zu halten und die Abnahmeprüfung gegebenenfalls zu unterbrechen. Nach erfolgter Sanierung kann die Abnahmeprüfung fortgesetzt werden, dabei sind die bereits inspizierten Abschnitte erneut zu bewerten.

6.2 Auswahl zu prüfender Felder und Detailmessungen

In der zweiten Stufe werden aufbauend auf der ersten Stufe Detailmessungen gemäß ÖNORM EN 1793-6 an ausgewählten Stellen (akustisch wirksame Elemente bzw. Pfosten) der Lärmschutzwand durchgeführt. Dabei ist zu beachten, dass die Messungen an den Pfosten-Positionen (abweichend zur ÖNORM EN 1793-6) nicht zwangsläufig an die Messungen an den Element-Positionen angrenzen müssen, wenn sich dies situationsbedingt als sinnvoll erweist. Die Auswahl der Messstellen erfolgt derart, dass Bereiche der Kategorie 3 ausscheiden, da diese ohnedies (z.B. bereits aus optischen Gründen) als mangelhaft eingestuft werden und für diese in der Regel eine Sanierung zu empfehlen ist (siehe hierzu auch die Ausführungen der ZTV-ING Teil 8 Abschnitt 1 (Lärmschutzwände), wo es in den Konstruktionsgrundsätzen heißt: Lärmschutzwände dürfen keine durchgehenden Risse, Löcher, Schlitzlöcher oder offene Fugen aufweisen [3]). Zudem ist davon auszugehen, dass an derartigen Stellen die Schalldämmung aufgrund der Schalldurchlässigkeit deutlich reduziert ist. [2]

Aufgrund statistischer Überlegungen und im Hinblick auf die praktische Umsetzbarkeit (Aufwand) ergibt sich folgende Vorgehensweise für die Bestimmung der Mindestanzahl der Detailmessungen:

- Für einen Prüfabschnitt mit einer Länge unter 500 m sind Detailmessungen an 2 Stellen durchzuführen.
- Von Längen des Prüfabschnitts ab 500 m und bis zu 1 Kilometer sind Detailmessungen an 3 Stellen durchzuführen.
- Für jeden weiteren angefangenen Kilometer kommt eine weitere Messstelle hinzu.

Jede Stelle beinhaltet eine Element-Position sowie eine Pfosten-Position.

In der Auswahl der Messstellen für die Detailmessungen sind zusätzlich folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Die Detailmessungen sind auf den gesamten Prüfabschnitt und flächenanteilmäßig vorrangig auf die im Baulos vorhandenen Bauformen und Materialien zu verteilen. Eine Häufung der Messstellen in einem kleinen Bereich sollte vermieden werden.
- Im Sinne des Anrainerschutzes kritische Stellen sollen in der Auswahl ebenso vorrangig ausgewählt werden.

- Im Falle von Baulosen, die Wände mit unterschiedlichen Höhen aufweisen, soll bei der Auswahl der Lärmschutzwandfelder die Höhe des jeweils ausgewählten Feldes berücksichtigt werden. Dabei sollen höhere Wände, die eine Messung über den gesamten geforderten Frequenzbereich ermöglichen (d.h. Wände mit mind. 4 m Höhe), gegenüber niedrigeren Wänden den Vorzug bei der Auswahl der Detailmessungen erhalten.
- Ebenso ist die Sicherheit und Zugänglichkeit in der Auswahl der Messstellen zu berücksichtigen.

Vorzugsweise sind Stellen der Kategorie 2 zu wählen, da für diese möglicherweise reduzierte Dämmwerte erwartet werden könnten. Für Kategorie 1 soll zumindest eine Stelle gewählt werden, um den augenscheinlich korrekten Einbau messtechnisch zu dokumentieren. Die Gesamtanzahl der durchzuführenden Messungen wird durch die Aufteilung der Lärmschutzwände in Kategorien nicht beeinflusst. Das heißt, wurden keine Lärmschutzwände in Kategorie 2 eingeteilt, sind alle Messungen bei Wänden der Kategorie 1 durchzuführen und umgekehrt. Sofern im Rahmen der visuellen Überprüfung mindestens 85% der Lärmschutzwände Kategorie 1 zugeordnet werden konnten, genügt eine Messung innerhalb der Kategorie 2. Die restlichen Messungen können in diesem Fall auf die Kategorie 1 aufgeteilt werden.

Es müssen alle Felder der Detailmessungen mittels eines färbigen Punktes am Betonsockel bzw. Pfosten mit Markierungsspray gekennzeichnet werden, damit diese im Falle einer Nachmessung leichter auffindbar und identifizierbar sind.

Für die Messungen nach ÖNORM EN 1793-6 sind Wände mit einer Höhe von mindestens 4 m bevorzugt auszuwählen, da diese eine Messung über den gesamten interessierenden Frequenzbereich von 200 Hz bis 5000 Hz ermöglichen. Sofern dies nicht möglich ist, sind die entsprechenden Anpassungen des Adrienne-Zeitfensters bzw. gültigen Frequenzbereichs nach ÖNORM EN 1793-6 vorzunehmen.

Die Gesamtbewertung des Prüfabschnittes beruht auf einer Berechnung der DL_{SI} über einen Frequenzbereich von 200 Hz bis 5000 Hz, dazu müsse für alle Terzbänder SI-Werte vorliegen. Für diejenigen Terzbänder, für die aufgrund der niedrigen Höhe der Lärmschutzwand die SI-Werte messtechnisch nicht erhebbbar sind, werden die entsprechenden SI-Werte aus den produktspezifischen Leistungsdaten verwendet. Durch das Auffüllen dieser Terzbänder mit den produktspezifischen Leistungsdaten können DL_{SI} über den gesamten Frequenzbereich von 200 Hz bis 5000 Hz berechnen werden.

Es ist dabei zu beachten, dass das Ergebnis der Detailmessung vor dem Auffüllen der fehlenden Terzbändern nicht mit dem Ergebnis nach dem Auffüllen der Terzbändern verwechselt wird. Daher wird empfohlen, immer den jeweils gültigen Frequenzbereich mit dem Ergebniswert auszuweisen. Im Endbericht der Abnahmeprüfung sind (sofern vorhanden) die Ergebnisse mit eingeschränkten bzw. aufgefüllten Frequenzbereich (Terzbänder) anzugeben.

Im Falle von Prüfabschnitten bzw. Lärmschutzwandfeldern, die sich aus K unterschiedlichen Produkttypen mit den jeweiligen Oberflächen A_k zusammensetzen (Mischwände mit der Gesamtoberfläche $A = \sum A_k$, werden hierbei die aus den Prüfberichtsdaten zu übernehmenden SI_j als flächengewichteter energetischer Mittelwert der in den produktspezifischen Leistungsdaten angegebenen $SI_{j,k}$ nach Gleichung (4) berechnet.

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{A} \sum_{k=1}^K A_k \cdot 10^{-0.1 \cdot SI_{j,k}} \right\} \quad (4)$$

Um den Einfluss auffälliger Stellen der Kategorie 2, die sich nicht in der vertikalen Mitte des Lärmschutzwandfeldes bzw. des Pfostens befinden, auf die Luftschalldämmungseigenschaften zu erfassen, kann die Bezugsposition für die Detailmessungen vertikal verschoben werden. Dabei soll die Höhe der Bezugsposition in die Nähe der auffälligen Stelle gesetzt werden, wobei ein minimaler Abstand von einem Meter zur Oberkante bzw. Unterkante (inkl. Sockel) einzuhalten ist. Je nach Abstand ist die Fensterlänge des Adrienne-Zeitfensters anzupassen, um Störeinflüsse durch Beugung an der Oberkante zu unterdrücken. Weiters ist der gültige Frequenzbereich an die Länge des Adrienne-Zeitfensters anzupassen. Um Auffälligkeiten in der Nähe des Bodens messtechnisch zu erfassen, darf die Bezugsposition auf bis zu einem halben Meter über dem Boden abgesenkt werden. Die durch den Boden durchtretende Komponente wird dabei entsprechend Kapitel 4.6.3 (Ausgabe 2021) „Zusatzmessungen“ in ÖNORM EN 1793-6 nicht als Störsignal betrachtet. Somit wird das Adrienne-Zeitfenster und der sich daraus ergebende gültige Frequenzbereich nicht an diese bzw. Bodenreflexionen angepasst.

Auffällige Stellen sind mit einem möglichst großen gültigen Frequenzbereich zu messen. Daher sind Felder mit auffälligen Stellen in der vertikalen Mitte des Elements bevorzugt auszuwählen. Sofern dies nicht möglich ist, kann die vertikale Verschiebung der Bezugspositionen angewendet werden, wobei gegebenenfalls für nicht gültige Frequenzbänder die Werte aus den bereitgestellten produktspezifischen Leistungsdaten zu verwenden sind.

Bei Lärmschutzwänden mit einer Gesamthöhe (inklusive Sockel) von über 4 m darf die Bezugsposition ebenso aus der vertikalen Mitte verschoben werden, um eine gefahrlose Messung zu ermöglichen. Dabei ist ein Abstand von mindestens 2 m vom Boden bzw. der Oberkante einzuhalten. Auch wenn bei einer Lärmschutzwand mit mehr als 4 m Gesamthöhe ein größerer Frequenzbereich messbar ist, werden die Adrienne-Zeitfenster und der Frequenzbereich nicht angepasst. Somit ist der maximal zu messende Frequenzbereich 200 Hz bis 5000 Hz.

Bei der Wahl der Höhe der Bezugsposition ist auch eine Minimierung der Reflexionen des Schalls an Leitschienen zu berücksichtigen, sofern nicht dezidiert Auffälligkeiten in der Nähe des Bodens gemessen werden sollen. In diesem Fall wird der Einfluss der Leitschiene als vernachlässigbar angesehen. Die Leitschiene ist entsprechend den Vorgaben nach ÖNORM EN 1793-6 im Prüfbericht anzugeben.

Die visuelle Inspektion soll über den gesamten Anwendungsbereich des Prüfhandbuches (siehe Abschnitt 2.1) durchgeführt werden. Aus organisatorischen Gründen können Detailmessungen vor Abschluss der gesamten Begehungen durchgeführt werden, wobei in der Durchführung darauf zu achten ist, die Anzahl der Messungen pro Kategorien beizubehalten.

Aufgrund der Forderung, dass der Prüfabschnitt sowohl beim Element als auch beim Pfosten die geforderten akustischen Eigenschaften erfüllen soll, werden Auswertungen in den Prüfberichten getrennt nach $DL_{SI,E}$ für das Element und $DL_{SI,P}$ für den Pfosten durchgeführt. Die Betrachtung des $DL_{SI,G}$ (energetische Mittelung von $DL_{SI,E}$ und $DL_{SI,P}$) ist daher nicht erforderlich. Dies ist eine kleine Abweichung zur Norm ÖNORM EN 1793-6, die die Angabe des $DL_{SI,G}$ für ein Lärmschutzwandfeld (inkl. angrenzendem Pfosten) vorsieht. Wenn aber sowohl $DL_{SI,E}$ als auch $DL_{SI,P}$ den geforderten Mindestwert erfüllen müssen, so wird dieser für $DL_{SI,G}$ ohnedies erfüllt.

Die erhobenen tatsächlichen Leistungsdaten $DL_{SI,P}$ bzw. $DL_{SI,E}$ werden im Abnahme-Kriterium als K eingesetzt (siehe Kapitel 7). Für eine erfolgreiche Abnahmeprüfung müssen alle gemessenen Pfosten- und Element-Messpositionen das Abnahme-Kriterium (Formel (5) in Kapitel 7) erfüllen. Weiteres dürfen für eine erfolgreiche Abnahme keine Felder der Kategorie 3 zugeordnet worden sein. Im Anhang G ist ein Leitfaden für das Vorgehen bei negativer Abnahmeprüfung enthalten.

7. Abnahme-Kriterium

Das Endergebnis einer Abnahmeprüfung ist der Vergleich mit der im Auftrag definierten Bemessungsfestlegung. Um diesen Vergleich zu ermöglichen, wird ein Abnahme-Kriterium laut Gleichung (5) definiert.

In Bezug auf die Messunsicherheit wird der Ansatz des geteilten Risikos nach [4] verwendet, wobei das Risiko einer falschen Entscheidung aufgrund der Messunsicherheit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer des Bauauftrages gleichmäßig geteilt wird. Beim Abnahme-Kriterium wird daher der gemessene Wert mit der Bemessungsfestlegung verglichen und die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

Eine Detailmessung erfüllt eine Bemessungsfestlegung DL'_{XI} , wenn die auf eine Nachkommastelle kaufmännisch gerundeten tatsächlichen Leistungsdaten K mindestens den Wert der Bemessungsfestlegung aufweisen:

$$K \geq DL'_{XI} \quad (5)$$

ANMERKUNG DL'_{XI} ist hier als Platzhalter für DL_{RI} , $DL_{SI,E}$ bzw. $DL_{SI,P}$ zu verstehen.

Für eine erfolgreiche Abnahme der Luftschalldämmung darf kein Lärmschutzwandfeld im Rahmen der visuellen Inspektion der Kategorie 3 zugeordnet worden sein.

A. Auswahl der Messpositionen innerhalb eines Lärmschutzwandfeldes

A.1 Schallreflexion

In diesem Abschnitt sind Orientierungshilfen für die Positionierung der Messeinrichtung vor dem zu prüfenden Lärmschutzwandfeld enthalten. In Bezug auf das Schnellmessverfahren wird als Bezugsposition die horizontale Mitte des Lärmschutzwandfeldes und die halbe Höhe der Absorberfläche ausgewählt. Im Falle einer Strukturierung der Lärmschutzwand soll die Messeinrichtung vor der akustisch relevantesten Fläche, d.h. vor dem Bereich mit der höchsten zu erwartenden Absorption positioniert werden. Grundsätzliche Regeln für die Positionierung der Messeinrichtung des Detailmessverfahrens ÖNORM EN 1793-5 sind der Norm selbst zu entnehmen.

Bei großen Wandhöhen kann es sein, dass hohe Messpositionen gefordert sind. In solchen Fällen können die Bezugspositionshöhen aufgrund von Sicherheitsbedenken dahingehend adaptiert werden, dass anstelle der typischerweise als Bezugsposition gewählten Wandmitte eine niedrigere Bezugsposition gewählt wird, wenn diese die Messung über den gesamten in ÖNORM EN 1793-5 geforderten Frequenzbereich erlaubt.

Die nachfolgenden Leitlinien beziehen sich auf die Messung von Lärmschutzwand-Feldern, die sich aus Elementen mit unterschiedlichen produktspezifischen Leistungsdaten bzw. unterschiedlichen Typen, aber gleichem Bemessungsfestlegungen zusammensetzen (d.h. Mischwände in einem gemeinsamen Lärmschutzwandfeld):

- Übergänge zwischen Wandtypen in unterschiedlichen Lärmschutzwand-Abschnitten werden nicht gemessen (beispielsweise schrittweise Wechsel zwischen Wandtypen mit unterschiedlichen Bemessungsfestlegungen).
- Übergänge zwischen Wandtypen im selben Prüfabschnitt werden nicht gemessen, es sei denn, Lärmschutzwandfelder mit Übergängen haben einen relevanten Anteil (mehr als 10 Flächen-%) am Prüfabschnitt.
- Bei Wänden mit einer Gesamthöhe der Absorberfläche kleiner oder gleich 2,5 m werden in der Wahl der Bezugspositionen die unterschiedlichen Elementtypen nicht berücksichtigt.
- Wandhöhenanteile kleiner als 2,0 m eines Elementtyps werden bei der Wahl der Bezugspositionen nicht berücksichtigt.
- Im Falle von niedrigen Wänden, bei denen auf produktspezifische Leistungsdaten für die Berechnung der DL_{RI} zurückgegriffen werden muss, wird für die Messung an den unterschiedlichen Bezugspositionen der Frequenzumfang der Bezugsposition mit der höchsten unteren Grenzfrequenz herangezogen. Die tieferfrequenten Leistungsdaten werden durch den flächenanteilmittelten RI der produktspezifischen Leistungsdaten berechnet (siehe Abschnitt 5.4).
- Bei einer Mischwand mit einer Höhe des geringeranteiligen Elementtyps von mindestens 2,0 m werden zusätzliche Bezugspositionen vor dem geringerflächigen Anteil gewählt:
 - Es wird mindestens eine Bezugsposition im geringerflächigen Anteil gewählt.
 - Wird eine Bezugsposition an der Stoßstelle zweier Elementtypen gewählt, kann diese beiden Elementtypen zugerechnet werden.
 - Abgebildet werden soll in der Wahl der Bezugspositionen sowohl die Mikrostruktur (Variationen innerhalb des Elementtyps, z.B. gefräste Wellen bei Holzbetonwänden, Holzlattung bei Holzwänden) als auch die Makrostruktur (Stoßstellen zwischen Elementtypen).
 - Die Abbildung der Mikrostruktur wird nach ÖNORM EN 1793-5 vorgegeben bzw. orientiert sich an den Prüfberichten der produktspezifischen Leistungsdaten.

- Bei der Abbildung der Makrostruktur sollen Bezugspositionen vor beiden Element-Typen gewählt werden. Die Anzahl der Bezugspositionen soll sich an den Flächenanteilen der Elementtypen orientieren; dabei muss die Abbildung der Mikrostruktur berücksichtigt werden.
- Der gemeinsame RI für alle Bezugspositionen wird durch Mittelwertbildung nach ÖNORM EN 1793-5 berechnet.

A.2 Luftschalldämmung

Hinsichtlich Auswahl der Messpositionen wird auf die ÖNORM EN 1793-6 verwiesen. Die Wahl der Messposition (Mittenposition des Messgitters nach Norm) an einem Lärmschutzwandfeld hat vorzugsweise nach ÖNORM EN 1793-6 mittig zu erfolgen. Zu beachten ist hierbei, dass für die Messung der Luftschalldämmung das Sockelbrett sowie die Abdichtung des Bodens grundsätzlich mitzuberechnen ist, da auch dieses bzw. der Übergang zum Lärmschutzwandelement für die Luftschalldämmung von Bedeutung ist. Abweichend zur Norm können auch Messungen außerhalb der vertikalen Mitte bzw. des Pfostens gewählt werden, wenn dies sinnvoll erscheint (beispielsweise bei auffälligen Fugen zwischen Lärmschutzwandelementen ober/unter der mittleren Höhe). Etwaige Einschränkungen in den Terzbändern sind hierbei zu berücksichtigen.

Die Mindestanforderungen hinsichtlich Luftschalldämmung sind grundsätzlich an jeder beliebigen Position einzuhalten. Dies gilt auch für Mischungen unterschiedlicher Lärmschutzwand-Typen.

Darüber hinaus gelten die Mindestanforderungen bezüglich Luftschalldämmung auch für Einbauten in die Lärmschutzwand, wie z. B. Türen etc. Derartige Einbauten sind daher ebenso zu betrachten wie die übrigen Lärmschutzwandfelder und werden daher genauso mitberücksichtigt.

B. Prüfprotokolle der Detailmessungen für Schallreflexion und Luftschalldämmung

Im Endbericht der Abnahmeprüfung soll für jede durchgeführte Detailmessung ein Prüfprotokoll im Anhang erstellt werden, wobei dieses die wesentlichen Informationen einer Detailmessung beinhalten soll. Für Detailmessungen der Luftschalldämmung am akustischen Element bzw. am Pfosten sind jeweils getrennte Prüfprotokolle zu erstellen. Die zusätzlich auszustellenden Prüfberichte der Detailmessungen, die alle nach der jeweiligen Norm geforderten Informationen enthalten, sind im Endbericht als Beilage anzuführen.

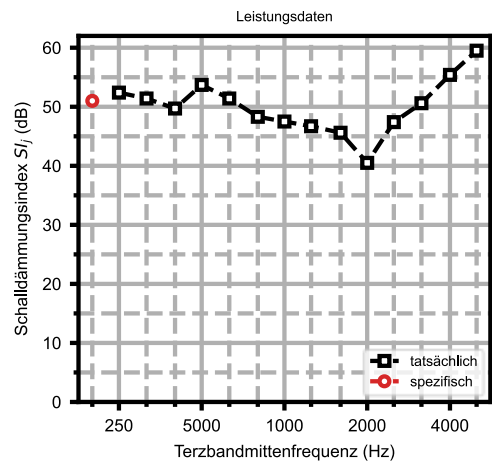
Auf den nachfolgenden Seiten ist eine Layoutvorlage für die Prüfprotokolle für Detailmessungen der Schallreflexion sowie der Luftschalldämmung zu finden. Das Prüfprotokoll ist möglichst vollständig zu befüllen. In den Prüfprotokollen sollen allenfalls bereits aufgefüllte Terzbänder und daraus berechnete Einzahlangaben vorhanden sein (rot markiert). Dadurch können sich eventuell die Werte aus den beigelegten Prüfberichten und den Prüfprotokollen unterscheiden. Auf den Fotos soll die Messposition des Lautsprechers bzw. des zentralen Mikrophons für alle gemessenen Bezugspositionen eingezeichnet werden.

ANMERKUNG

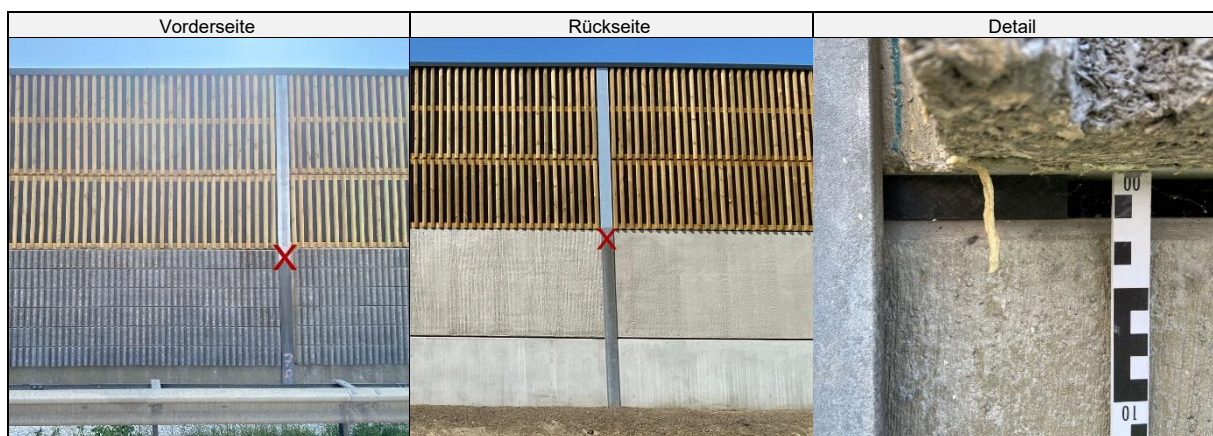
Die auf den nachfolgenden Seiten gezeigten Werte sind rein fiktiv und entsprechen nicht den abgebildeten Lärmschutzwänden. Auch sind die verwendeten Fensterlängen nicht konsistent mit der Größe des Lärmschutzwandfeldes. Die Beispiele demonstrieren die Formatierung und Layoutgestaltung für Lärmschutzwände verschiedener Materialien sowie das Auffüllen nicht messbarer Terzbänder.

Prüfprotokoll Luftschalldämmung nach ÖNORM EN 1793-6:2021				Prüfobjekt: LSW 2 Feld 78		Pfosten	
				Hersteller: HERSTELLERNAME(N)		Type: TYPENBEZEICHNUNG(EN)	
Prüfzeit, Meteorologie & Messaufbau				Bauart: einseitig hochabsorbierend			
Prüfinstitut: Institut für Messungen an Lärmschutzwänden Prüfer*in: Franziskus Frank				Oberfläche: Holzbetonabsorber & Holzlatten vor Dämmmatte			
Datum: 15.6.2023		Uhrzeit: 15:00 – 16:00		Einbaudatum: 2022		Temperatur: 21,3 °C	
Prüfört: A99 LSA Burghausen LSW2 Feld 105 Höhe km-15,384		Zustand: NEU		Feuchte: trocken			
Lufttemperatur: 20 °C		Windgeschwindigkeit: 1 m/s		Windrichtung: N			
Dicke der LSV (t _s): 24 cm		Anzahl Bezugspositionen: 1		Bezugshöhe(n) (h _s): 1,2 m		Position Bezugspositionen: Mittig	
Reflektierende Gegenstände im Nahbereich: Leitplanke mit 85 cm Höhe 1 m vor LSW		Dicke der Lärmschutzvornichtung auf Höhe h _s		h _s : Höhe Mikrofon Nr. 5 über Sockeloberkante			
		Aufbau		Typ		Anz. Höhe H _{TYP}	
				Holzelement		1 1,2 m 1,2 m	
				Holzelement		1 0,6 m 0,6 m	
				Holzbetonelement Welle		1 1,3 m 1,3 m	
				Betonsockel		1 0,7 m 0,7 m	
				Pfostenabstand: 5,00 m		LSW-Höhe: 3,8 m	

Freq. (Hz)	SI ₁ (dB)	SI ₂ (dB)	SI ₃ (dB)	SI ₄ (dB)	SI ₅ (dB)	SI ₆ (dB)	SI ₇ (dB)	SI ₈ (dB)	SI ₉ (dB)	SI ₁ (dB)
200	51,3*	58,0*	48,1*	57,4*	52,9*	50,5*	47,0*	49,7*	60,2*	51,0*
250	50,5	59,5	48,4	55,2	50,4	51,6	54,4	56,2	57,0	52,4
315	52,9	50,1	47,7	55,8	52,3	48,5	61,2	55,7	51,1	51,4
400	54,5	47,3	47,5	52,4	50,3	47,3	58,4	51,2	48,4	49,7
500	57,8	52,3	53,2	56,5	52,0	51,1	61,6	59,3	51,1	53,7
630	60,1	48,9	45,4	55,0	53,5	54,0	54,7	52,7	56,4	51,4
800	61,9	48,6	43,5	56,5	49,2	43,9	53,1	52,8	49,9	48,3
1.000	52,5	47,6	42,4	56,8	50,5	45,2	57,8	48,9	46,4	47,5
1.250	53,6	43,5	42,6	50,8	47,1	47,4	53,5	45,7	49,0	46,7
1.600	46,3	44,0	44,4	49,2	42,5	43,9	51,0	46,5	51,6	45,6
2.000	47,1	39,7	48,5	46,4	38,0	47,5	40,1	36,0	39,7	40,5
2.500	52,1	46,1	44,7	48,6	45,2	50,0	53,4	46,0	48,2	47,4
3.150	48,9	48,7	55,2	54,9	50,4	54,5	51,2	47,7	54,0	50,6
4.000	53,4	52,0	56,5	54,2	54,1	56,6	63,6	59,3	59,2	55,4
5.000	59,6	56,3	56,7	67,0	63,7	60,4	62,2	61,0	58,3	59,5



Abnahmeprüfung		Kategorie	2
Auffälligkeiten:	ca. 2 cm Spalt zwischen Holzbetonelement und Betonsockel	Bemessungsfestlegung:	30,0 dB
		DL_{SI} (200Hz – 5000Hz) tatsächlichen Leistungsdaten	46,9 dB*

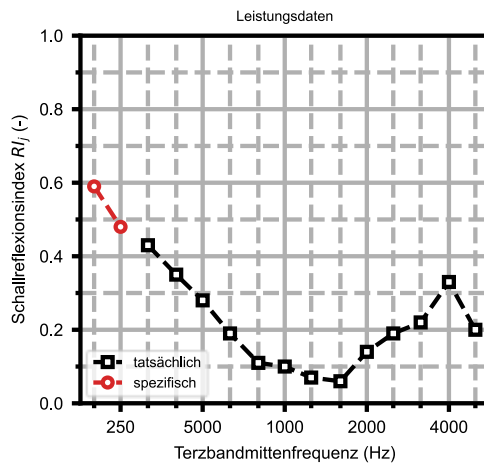


Zugehöriger Prüfbericht: Prüfbericht - A99 LSA Burghausen Akustische Abnahmeprüfungen (in-situ) - Luftschalldämmung LSW 2 Feld 78 - Pfosten. Institut für Messungen an Lärmschutzwänden. Ausgabe: 12.10.2023.

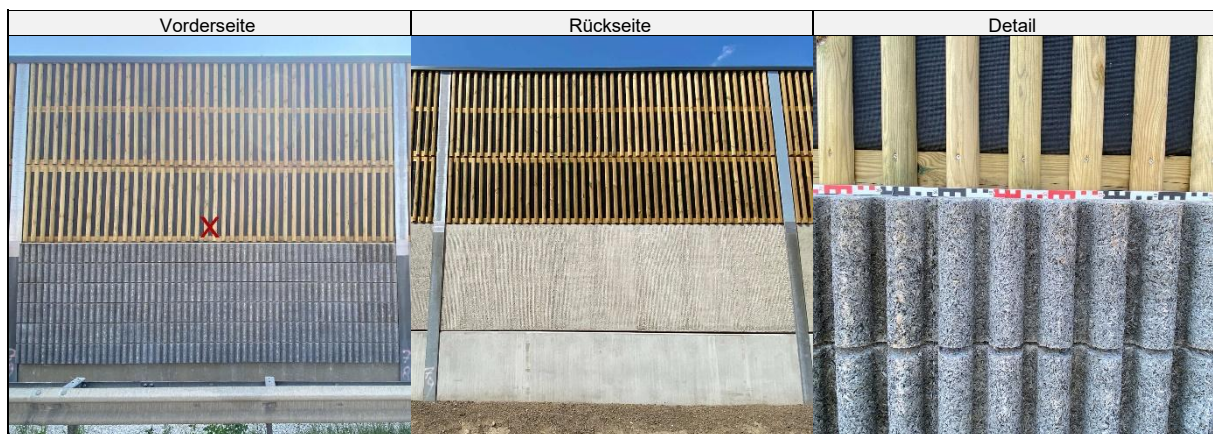
* Nicht messbare Terzbänder flächengewichtet ergänzt mit spezifischen Leistungsdaten aus:
 Prüfbericht – In-situ Messung der Luftschalldämmung an einer Lärmschutzwand der Firma Holzhersteller. Typ Standard – Holz Lärmschutzwandelement. Institut für Messungen an Lärmschutzwänden. Ausgabe 14.08.2019.
 Prüfbericht – In-situ Messung der Luftschalldämmung an einer Lärmschutzwand der Firma Betonhersteller. Typ Standard Welle einseitig hochabsorbierend. Institut für Messungen an Lärmschutzwänden. Ausgabe 28.11.2020.

<h1>Prüfprotokoll</h1>		Prüfobjekt: LSW 2 Feld 105				
Schallreflexion nach ÖNORM EN 1793-5:2019		Hersteller: HERSTELLERNAME(N) Type: TYPENBEZEICHNUNG(EN)				
Prüfinstitut, Prüfort/-zeit, Meteorologie & Messaufbau		Bauart: einseitig hochabsorbierend				
Prüfinstitut: Institut für Messungen an Lärmschutzwänden Prüfer*in: Franziskus Frank		Oberfläche: Holzbetonabsorber & Holzlatten vor Dämmmatte				
Datum:	15.6.2023	Einbaudatum: 2022 Temperatur: 21,3 °C				
Uhrzeit:	13:00 – 14:00	Zustand:	NEU Feuchte: trocken			
Prüfort:	A99 LSA Burghausen LSW2 Feld 105 Höhe km-15,384	Lufttemperatur: 20 °C				
Windgeschwindigkeit:	1 m/s Windrichtung: N	Aufbau	Type	Anz.	Höhe	H _{TYP}
Dicke der LSV (t _s):	24 cm <small>Dicke der Lärmschutzvorrichtung auf Höhe h_s</small>		Holzelement	1	1,2 m	1,2 m
Anzahl Bezugspositionen	1		Holzelement	1	0,6 m	0,6 m
Bezugshöhe(n) (h _s)	1,4 m <small>h_s: Höhe Mikrophon Nr. 5 über Sockeloberkante</small>		Holzbetonelement Welle	1	1,0 m	1,0 m
Position Bezugspositionen	Mittig		Betonsockel	1	0,7 m	0,7 m
Reflektierende Gegenstände im Nahbereich	Leitplanke mit 85 cm Höhe 1 m vor LSW		Pfostenabstand: 5,00 m LSW-Höhe: 3,5 m			

Freq. (Hz)	R _{fj} (-)
200	0,59*
250	0,48*
315	0,43
400	0,35
500	0,28
630	0,19
800	0,11
1.000	0,10
1.250	0,07
1.600	0,06
2.000	0,14
2.500	0,19
3.150	0,22
4.000	0,33
5.000	0,20



Abnahmeprüfung	
p-Wert Quantil	0,18
Bemessungsfestlegung:	5,0 dB
DLR_i (200Hz – 5000Hz) <small>tatsächlichen Leistungsdaten</small>	7,2 dB*



Zugehöriger Prüfbericht: Prüfbericht - A99 LSA Burghausen Akustische Abnahmeprüfungen (in-situ) - Schallreflexion LSW 2 Feld 105. Institut für Messungen an Lärmschutzwänden. Ausgabe: 12.10.2023.

* Nicht messbare Terzbänder flächengewichtet ergänzt mit spezifischen Leistungsdaten aus:
 Prüfbericht – In-situ Messung der Luftschalldämmung an einer Lärmschutzwand der Firma Holzhersteller. Typ Standard – Holz Lärmschutzwandelement. Institut für Messungen an Lärmschutzwänden. Ausgabe 14.08.2019.
 Prüfbericht – In-situ Messung der Luftschalldämmung an einer Lärmschutzwand der Firma Betonhersteller. Typ Standard Welle einseitig hochabsorbierend. Institut für Messungen an Lärmschutzwänden. Ausgabe 28.11.2020.

C. Ablaufdiagramme

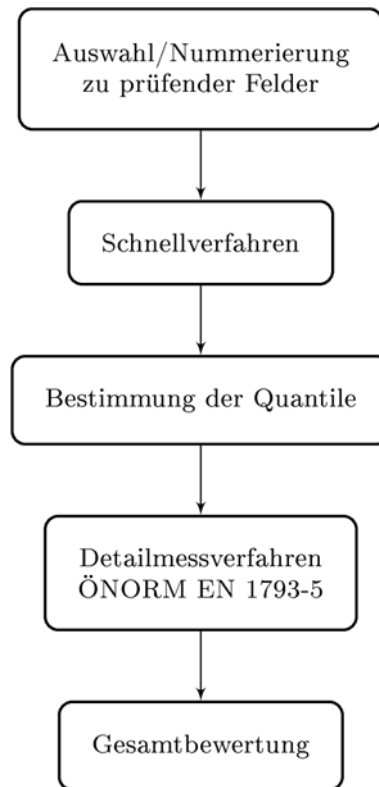


Abbildung 3: Ablaufdiagramm der Abnahmepezedur zur Schallreflexion zur Überprüfung der Mindestanforderungen.

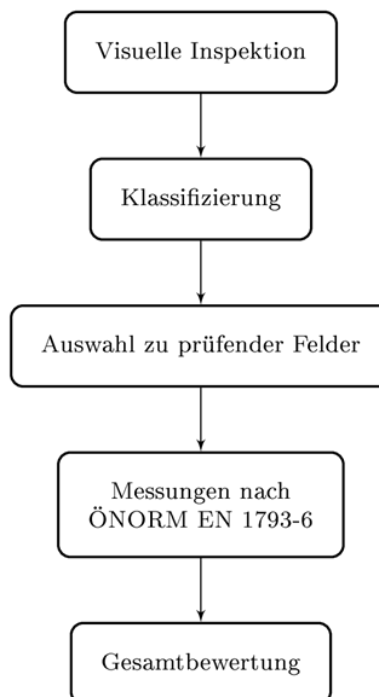


Abbildung 4: Ablaufdiagramm der Abnahmepezedur zur Luftschalldämmung.

D. Beispiele für die Auswertungsschritte einer Abnahmeprüfung

D.1 Überprüfung der Mindestanforderungen der Schallreflexion

In diesem Abschnitt soll der Messablauf und die Auswertung anhand eines Beispiels dargestellt werden, wobei nur die Mindestanforderungen nach Abschnitt 5 überprüft werden sollen. Das fiktive Baulos besteht aus 100 Lärmschutzwandfeldern zu jeweils 4 m Breite und 3 m Höhe. Die Bemessungsfestlegung im Ausschreibungstext fordert in Bezug auf die Reflexionseigenschaften der Lärmschutzwand einen DL_{RI} von mindestens 5,0 dB. Die im Vorfeld mittels vorgelegter Prüfberichte durch den Hersteller bereitgestellten produktspezifischen Leistungsdaten sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1: Produktspezifische Leistungsdaten der fiktiven Lärmschutzwand.

Terz [Hz]	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
RI	0,60	0,55	0,50	0,50	0,30	0,20	0,15	0,10	0,05

Terz [Hz]	1600	2000	2500	3150	4000	5000	DL_{RI}
RI	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,20	7,6 dB

Schritt 1: Begehung

In dem vorliegenden Beispiel sind alle Lärmschutzwandfelder messbar und fortlaufend zur eindeutigen Identifikation nummeriert (1 bis 100).

Schritt 2: Schnellmessverfahren

Das Baulos besteht aus 100 Lärmschutzwandfeldern mit einer jeweiligen Breite von 4 m und hat somit eine Gesamtlänge von 400 m. Daher sollen mindestens 75 Felder einer Schnellverfahrensmessung unterzogen werden. In diesem Beispiel werden die Felder mit den Nummern 15 bis 25 aufgrund schlechter Zugänglichkeit vom Schnellmessverfahren ausgeschlossen.

Basierend auf der Höhe der Lärmschutzwand von 3 m ergibt sich eine untere Frequenzgrenze für die Schallreflexionsmessung von 250 Hz. Dies liegt unter der in Abschnitt 5 angegebenen unteren Frequenzgrenze von 630 Hz. Damit kann für die Auswertung der Schnellverfahrensmessungen ein Frequenzbereich von 630 Hz bis 2000 Hz angewendet werden.

Nun werden die 89 Lärmschutzwandfelder mit Hilfe des Schnellverfahrens akustisch gemessen, dies entspricht 89% der Gesamt-Bauloslänge. Die daraus hervorgehenden $DL_{RI, \text{schnell}}^n$ sind in Abbildung 5 dargestellt.

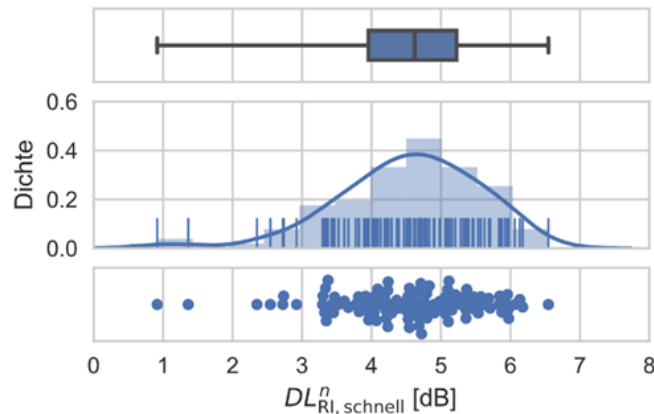


Abbildung 5: Fiktive Beispieldaten mit Kerndichteschätzer und Boxplot der Werte des Schnellverfahrens.

Schritt 3: Bestimmung der Quantile

Als nächstes werden aus den $DL_{RI,schnell}^n$ die Quantile bestimmt. Da der Prüfabschnitt eine Länge von weniger als 500 m aufweist werden nur 2 Detailmessungen durchgeführt. Es wird ein Lärmschutzwandfeld ausgewählt, dessen p-Quantil im Bereich von 0,1 bis 0,2 liegt, sowie ein Lärmschutzwandfeld, dessen p-Quantil im Bereich von 0,45 – 0,55 liegt, ausgewählt. Die Lärmschutzwand-Felder sind für das vorliegende Beispiel in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2: Quantile und Lärmschutzwandfeld-Nummern der Beispielbewertung.

Feld-Nr.	p-Wert	$DL_{RI,schnell}^{np}$ [dB]
79	0,11	3,30
5	0,46	4,38

Schritt 4: Messungen nach ÖNORM EN 1793-5

Anschließend an die Auswahl der für das Baulos repräsentativen Lärmschutzwandfelder zur Überprüfung der Mindestanforderungen werden an diesen Feldern mittels Detailmessverfahren nach ÖNORM EN 1793-5 die tatsächlichen DL_{RI}^{np} bestimmt.

Aufgrund der Lärmschutzwand-Höhe von 3 m können in diesem Beispiel die Ergebnisse der Detailmessung erst ab dem Terzband mit der Mittenfrequenz von 315 Hz verwendet werden. Daher werden für die tieferfrequenten Terzbänder für den RI die Werte aus den produktspezifischen Leistungsdaten aus Tabelle 1 eingesetzt (siehe Tabelle 3). Die sich daraus ergebenden Resultate werden in Tabelle 4 gezeigt.

Tabelle 3: Anpassung der gemessenen RI -Werte an den Frequenzbereich von 200 Hz bis 5000 Hz für das gemessene Feld Nr. 79.

Terzband	RI spez. Leistungsdaten	RI tats. Leistungsdaten	RI Berechnung
200	0,60	-	0,60
250	0,55	-	0,55
315	0,50	0,70	0,70
400	0,50	0,70	0,70
500	0,30	0,50	0,50
630	0,20	0,50	0,50
800	0,15	0,45	0,45
1000	0,10	0,35	0,35
1250	0,05	0,35	0,35
1600	0,05	0,25	0,25
2000	0,05	0,25	0,25
2500	0,05	0,25	0,25
3150	0,05	0,30	0,30
4000	0,15	0,30	0,30
5000	0,20	0,35	0,35
DL_{RI}	5,56 dB	-	3,61 dB

ANMERKUNG

Im Falle eines aus verschiedenen Lärmschutzwandelementen zusammengesetzten Lärmschutzwandfeldes würde für die Berechnung der $DL_{RI,prog}^n$ heranzuziehenden RI der flächengewichtete arithmetische Mittelwert der jeweiligen produktspezifischen Leistungsdaten herangezogen werden. Bei einem Lärmschutzwandfeld, dessen Elemente zu 25 % aus einem Produkt mit einem $RI_{200Hz} = 0,90$ und zu 75 % aus einem Produkt mit einem $RI_{200Hz} = 0,70$ bestehen ergibt sich für den $RI_{200Hz} = 0,90$ somit ein Wert von 0,75.

Tabelle 4: Quantile, Lärmschutzwandfeld-Nummern und Detailmessergebnisse der Beispielbewertung.

Feld-Nr.	p-Wert	$DL_{RI,schnell}^{np}$ [dB]	DL_{RI}^{np} [dB]
79	0,11	3,30	3,61
5	0,46	4,38	4,95

Schritt 5: Gesamtbewertung des Lärmschutzwand-Bauloses

Aus den erhobenen Messergebnissen zur Schallreflexion kann folgende Bewertung des Bauloses angegeben werden:

- Anhand der erhobenen tatsächlichen Leistungsdaten der mittels Detailmessverfahren gemessenen Lärmschutzwandfelder nach ÖNORM EN 1793-5 erfüllt eines von zwei vermessenen Feldern die geforderten Bemessungsfestlegungen nicht (Feld-Nr. 79, siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Gesamtbewertung der Detailmessergebnisse des Beispiels mit einer Bemessungsfestlegung von 5,0 dB.

Feld-Nr.	DL_{RI} [dB] (ungerundet)	K [dB] (gerundet)	Abnahme erfolgreich
79	3,61	3,6	NEIN
5	4,95	5,0	JA

ANMERKUNG

Die Zahlenwerte in diesem Beispiel wurden bewusst so gewählt, dass es zu einer knappen Entscheidung kommt. Es wird allerdings ein gemessener Wert von 4,95 dB für eine Bemessungsfestlegung von 5,0 dB aufgrund der Rundung akzeptiert. Im Gegensatz dazu, kann ein Wert von 4,94 dB nicht akzeptiert werden, da die kaufmännische Rundung 4,9 dB ergibt. Es ist das Wesen einer Schwellwertentscheidung, dass auch eine geringfügige Änderung über das Erreichen des Schwellwertes entscheiden kann. Eine Rundung in den Zwischenschritten würde nur den Schwellwert verschieben und zusätzliche Rundungsfehler einführen, diese Eigenschaft aber nicht ändern.

D.2 Überprüfung der Luftschalldämmung

In diesem Abschnitt soll der Messablauf und die Auswertung anhand eines Beispiels dargestellt werden. Das fiktive Baulos besteht aus 200 Lärmschutzwandfeldern zu jeweils 4 m Breite und 3 m Höhe mit einer Gesamtlänge von 800 m. Die Bemessungsfestlegung im Ausschreibungstext fordert in Bezug auf die Schalldämmung der Lärmschutzwand einen DL_{SI} von mindestens 25,0 dB. Die im Vorfeld mittels vorgelegter Prüfberichte durch den Hersteller bereitgestellten produktspezifischen Leistungsdaten sind in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6: Produktspezifische Leistungsdaten der fiktiven Lärmschutzwand.

Terz [Hz]	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
SI [dB]	21,9	22,8	23,7	24,6	25,5	26,4	27,3	28,2	29,1

Terz [Hz]	1600	2000	2500	3150	4000	5000	DL_{SI}
SI [dB]	30,0	31,1	32,2	33,3	34,5	35,5	27,2

Schritt 1: Visuelle Inspektion

Für das vorliegende Beispiel wurden die Lärmschutzwand-Felder fortlaufend nummeriert. Die Felder 18 und 43 in unserem Beispiel entsprechen Kategorie 3 und werden als mangelhaft eingestuft. Feld 18 zeigt offensichtlich einen Spalt zwischen zwei Elementen mit Durchsicht, Feld 43 schließt im oberen Bereich nicht bündig mit dem angrenzenden Pfosten ab, da es schräg eingebaut wurde. 162 Felder werden der Kategorie 1 zugeordnet, da hier der Einbau augenscheinlich in Ordnung ist. 36 Felder werden der Kategorie 2 zugeordnet. Tabelle 7 zeigt die Übersicht über die Anzahl der Lärmschutzwandfelder und die prozentuelle Aufteilung in den jeweiligen Kategorien.

Tabelle 7: Prozentuelle Aufteilung der Lärmschutzwandfelder in den jeweiligen Kategorien.

Kategorie	Anzahl pro Kategorie	Prozentuelle Aufteilung pro Kategorie
Kategorie 1	162	81%
Kategorie 2	36	18%
Kategorie 3	2	1%

Schritt 2: Messungen gemäß ÖNORM EN 1793-6

Die Wand umfasst 200 Elemente zu jeweils 4 m Breite, das heißt, das gesamte Baulos umfasst 800 m. Aufgrund dieser Länge ergeben sich 3 Detailmessungen nach ÖNORM EN 1793-6 über das Baulos verteilt. Felder der Kategorie 3 scheiden für die Messungen aus, da diese bereits in Schritt 1 als mangelhaft eingestuft wurden. Für Kategorie 1 wird eine Stelle ausgesucht. Die beiden weiteren Felder, die ausgesucht werden, sind der Kategorie 2 zugeordnet. Die Messergebnisse für die ausgesuchten Felder 12 (Kategorie 2), 89 (Kategorie 1), und 173 (Kategorie 2) sind in nachfolgender Tabelle 8 und Tabelle 9 für Elemente und Pfosten getrennt angegeben. Die Messung der Pfosten erfolgte, straßenseitig betrachtet, stets rechts vom jeweiligen Element. Breitere Fugen ohne Durchsicht zeigten sich bei Feld 173 beim Element und bei Feld 176 beim Pfosten. Daher wurden in diesem Beispielfall Messungen von

Element und Pfosten an getrennten Feldern durchgeführt. Die breitere Fuge am Element bei Feld 173 lag am Übergang zwischen den Lärmschutzwandelementen in 2 m Höhe. Daher wurde die Bezugsposition zur Schalldämmungsmessung in diese Höhe verlegt und die untere Grenzfrequenz der Messung angepasst.

Tabelle 8: Beispielergebnisse von Messungen an Elementen.

Feld	Feld 12	Feld 89	Feld 173
Kategorie	Kategorie 2	Kategorie 1	Kategorie 2
$DL_{SI,E}$	27,32 dB	29,03 dB	28,14 dB

Tabelle 9: Beispielergebnisse von Messungen an Pfosten.

Feld	Feld 12	Feld 89	Feld 176
Kategorie	Kategorie 2	Kategorie 1	Kategorie 2
$DL_{SI,P}$	22,86 dB	26,92 dB	28,24 dB

Die Messergebnisse müssen die Bemessungsfestlegung (siehe Abnahme-Kriterium (Gleichung (5))) erfüllen. In unserem Beispiel bedeutet dies:

Tabelle 10: Beispielergebnisse an Elementen mit einer Bemessungsfestlegung von 25,0 dB.

Feld-Nr.	Kategorie	$DL_{SI,E}$ [dB] (ungerundet)	K [dB] (gerundet)	Abnahme erfolgreich
12	2	27,32	27,3	JA
89	1	29,03	29,0	JA
173	2	28,14	28,1	JA

Tabelle 11: Beispielergebnisse an Pfosten mit einer Bemessungsfestlegung von 25,0 dB.

Feld-Nr.	Kategorie	$DL_{SI,P}$ [dB] (ungerundet)	K [dB] (gerundet)	Abnahme erfolgreich
12	2	22,86	22,9	NEIN
89	1	26,92	26,9	JA
176	2	28,24	28,2	JA

Für Feld 12 der Kategorie 2 wird beim Pfosten die geforderte Bemessungsfestlegung nach ÖNORM EN 1793-6 nicht erreicht.

E. Beispiele für die Klassifizierung von Lärmschutzwänden

Anhand von Beispielfotos wird hier eine Entscheidungshilfe zur Einteilung von optischen Auffälligkeiten in die Kategorien 2 und 3 im Rahmen der visuellen Inspektion zur Überprüfung der Schalldämmeigenschaften von Prüfabschnitten gegeben.

E.1 Optische Auffälligkeiten der Kategorie 3



Abbildung 6: Optische Auffälligkeiten der Kategorie 3, da ein oder mehrere größere Löcher mit Durchsicht vorhanden sind.

E.2 Optische Auffälligkeiten der Kategorie 2



Abbildung 7: Optische Auffälligkeiten der Kategorie 2 aufgrund eines herausstehenden Dichtungsbandes (linkes Bild) bzw. eines Ausbruchs am Sockel mit übermäßig expandiertem Dichtungsband (rechtes Bild).



Abbildung 8: Optische Auffälligkeiten der Kategorie 2 aufgrund eines herausstehenden Dichtungsbandes (linkes Bild) bzw. eines Ausbruchs am Sockel mit übermäßig expandiertem Dichtungsband (rechtes Bild).



Abbildung 9: Optische Auffälligkeiten der Kategorie 2, da die größte Ausdehnung der Löcher mit Durchsicht unter 10 mm beträgt.

F. Erstellung eines Prognosemodells (optional)

Um weitreichende Betrachtungen der Schallreflexionseigenschaften der Lärmschutzwand zu ermöglichen, wird in diesem Kapitel die Erstellung eines Regressionsmodells beschrieben, anhand dessen die Schallreflexionseigenschaften aller mit dem Schnellverfahren gemessenen Lärmschutzwandfelder prognostiziert werden können. Die Erstellung des Prognosemodells geht über die Überprüfung der Mindestanforderung hinaus, um Aussagen über einen großen Bereich der Lärmschutzwand treffen zu können, ohne dass Detailmessungen für jedes Lärmschutzwandfeld notwendig sind. Für jeden zu untersuchenden Prüfabschnitt ist ein separates Regressionsmodell zu erstellen.

Abbildung 10 zeigt das Ablaufdiagramm der Abnahme-prozedur zur Überprüfung der Schallreflexionseigenschaften mit Anwendung des Regressionsmodells.

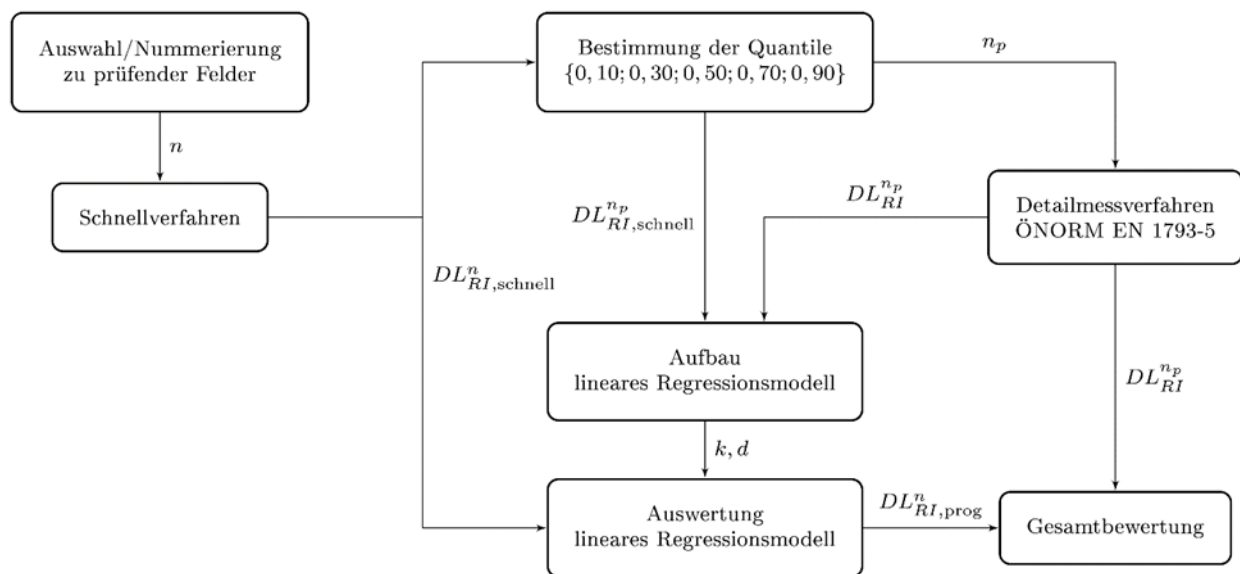


Abbildung 10: Ablaufdiagramm der Abnahme-prozedur zur Schallreflexion mit Regressionsmodell.

Wie auch bei der Überprüfung der Schallreflexionseigenschaften in Kapitel 5 werden die Lärmschutzwandfelder nummeriert und mit dem Schnellmessverfahren gemessen. Das Schnellmessverfahren ist dabei auf den gesamten zu untersuchenden Bereich anzuwenden.

Statistische Analyse der Ergebnisse des Schnellmessverfahrens

Die $DL_{RI,schnell}^n$ beschreiben die Verteilung der Schallreflexionseigenschaften der Lärmschutzwandfelder im untersuchten Baulos. Mittels Histogramms kann nun ein Überblick über die Homogenität der Lärmschutzwandfelder gewonnen werden (siehe Beispiel in Abbildung 5). Der Grundgedanke zur Bewertung des Bauloses mittels ÖNORM EN 1793-5 ist im Weiteren, an 5 ausgewählten Lärmschutzwandfeldern vollständige Messungen nach ÖNORM EN 1793-5 durchzuführen und mittels linearer Regression eine Umrechnung der $DL_{RI,schnell}^n$ auf die in ÖNORM EN 1793-5 erhobenen DL_{RI} zu erlauben. Dazu werden die n_p Lärmschutzwandfelder, die den $P = 5$ Quantilen mit den p-Werten $p = \{0, 10; 0, 30; 0, 50; 0, 70; 0, 90\}$ entsprechen, ausgewählt (diese entsprechen den $DL_{RI,schnell}^{n_p}$) und nach ÖNORM EN 1793-5 gemessen. Es ist möglich bei der Auswahl der Lärmschutzwandfelder für die Detailmessung auf eines der in der nach aufsteigenden Werten sortierten Liste der $DL_{RI,schnell}^n$ benachbarten Lärmschutzwandfelder auszuweichen. Hierbei soll die absolute Abweichung nicht mehr als 0,03 des ursprünglichen p-Wertes des Quantils betragen. Das bedeutet,

dass für die Auswahl des Feldes für $p = 0,50$ ein Feld innerhalb des Bereichs 0,47 bis 0,53 gewählt wird.

Die Verteilung der Detailmessungen auf den Prüfabschnitt ist entsprechend den Vorgaben aus Kapitel 5.3 durchzuführen.

Detailmessverfahren ausgewählter Lärmschutzwand-Felder

An den ausgewählten Lärmschutzwandfeldern werden Detailmessungen nach ÖNORM EN 1793-5 durchgeführt und damit die $DL_{RI}^{n_p}$ erhoben. Die genaue Messprozedur ist dazu in der Norm dargestellt. Auf diese Weise werden die Reflexionseigenschaften im gerichteten Schallfeld für eine die Bandbreite der tatsächlichen Leistungsdaten des gesamten Bauloses abdeckenden Menge an Lärmschutzwandfeldern erhoben. Für die Messungen sind Prüfberichte lt. ÖNORM EN 1793-5 zu erstellen.

Sofern bei den Detailmessungen nicht der volle Frequenzbereich messbar ist, so ist die Regel zur Auffüllung der Terzbänder nach Kapitel 5.4 anzuwenden.

Erstellung und Auswertung des Regressionsmodells

Die erhobenen $DL_{RI,schnell}^{n_p}$ und $DL_{RI}^{n_p}$ werden nun einer linearen Regressionsanalyse zugeführt. Die dadurch generierte lineare Abbildung hat somit die Form:

$$DL_{RI,prog}^n = k \cdot DL_{RI,schnell}^n + d \quad (6)$$

mit

$$k = \frac{\sum_p (x_p - \bar{x}) (y_p - \bar{y})}{\sum_p (x_p - \bar{x})^2}$$

$$d = \bar{y} - k\bar{x}$$

wobei für die x und y gilt:

$$x_p = DL_{RI,schnell}^{n_p} \quad \bar{x} = \frac{1}{P} \sum_p x_p$$

$$y_p = DL_{RI}^{n_p} \quad \bar{y} = \frac{1}{P} \sum_p y_p$$

Damit können alle zuvor erhobenen $DL_{RI,schnell}^n$ in die auf Basis des Modells prognostizierten $DL_{RI,prog}^n$ transformiert werden. Hierbei sollen auch die für die Modellerstellung herangezogenen Lärmschutzwandfelder n_p auf die prognostizierten Einzahlangaben zur Schallreflexion $DL_{RI,prog}^n$ umgerechnet werden.

ANMERKUNG

Im Fall einer geringen Variation der $DL_{RI, \text{schnell}}^n$ kann es durch Messunsicherheiten vorkommen, dass die Steigung der Regressionsgeraden k einen negativen Wert aufweist. Dadurch können auf die tatsächliche Reihung der Lärmschutzwandfelder in Bezug auf ihre Reflexionseigenschaften keine gesicherten Rückschlüsse gezogen werden. Die (somit ebenfalls eine geringe Breite aufweisende) absolute Verteilungsfunktion der $DL_{RI, \text{prog}}^n$ behält nichtsdestotrotz ihre Gültigkeit.

Die mittels linearem Regressionsmodell erstellten $DL_{RI, \text{prog}}^n$ können für weitere statistische Auswertungen der prognostizierten akustischen Eigenschaften zur Schallreflexion herangezogen werden. Sie geben einen Aufschluss über mögliche Schwachstellen in der Schallreflexion des mittels Schnellmessverfahren gemessenen Prüfabschnittes und können bei Bedarf als Ausgangsbasis für weitere DL_{RI}^{ng} genutzt werden. Weiters können diese im Rahmen des im Anhang E beschriebenen Leitfadens bezüglich des Vorgehens bei nicht erfolgreicher Abnahme Hinweise auf den zu sanierenden Bereich geben.

Es ist dabei zu achten, dass man zwischen den nach ÖNORM EN 1793-5 erhobenen DL_{RI}^{np} bzw. DL_{RI}^{ng} Werten sowie den durch das lineare Regressionsmodell errechneten $DL_{RI, \text{prog}}^n$ Werten unterschieden wird. Prognostizierte Werte dürfen nicht zum Vergleich mit der Bemessungsfestlegung im Abnahmekriterium herangezogen werden.

F.1 Beispiel zur Überprüfung der Schallreflexion mit Anwendung des Regressionsmodells

In diesem Abschnitt soll der Messablauf und die Auswertung anhand eines Beispiels mit Anwendung des Regressionsmodells dargestellt werden. Das fiktive Baulos besteht aus 120 Lärmschutzwandfeldern zu jeweils 4 m Breite und 3 m Höhe. Die Bemessungsfestlegung im Ausschreibungstext fordert in Bezug auf die Reflexionseigenschaften der Lärmschutzwand einen DL_{RI} von mindestens 5,0 dB. Die im Vorfeld mittels vorgelegter Prüfberichte durch den Hersteller bereitgestellten produktspezifischen Leistungsdaten sind in Tabelle 12 angegeben.

Im Zuge der Abnahmeprüfung wurde in Übereinstimmung mit Abschnitt 5.4 die Detailmessung an zwei weiteren Lärmschutzwandfeldern vereinbart. Dazu wurden die Felder mit der Feld-Nr. 3 und 64 ausgewählt.

Tabelle 12: Produktspezifische Leistungsdaten der fiktiven Lärmschutzwand.

Terz [Hz]	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
RI	0,60	0,60	0,55	0,50	0,35	0,25	0,20	0,15	0,10

Terz [Hz]	1600	2000	2500	3150	4000	5000	DL_{RI}
RI	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,20	5,3 dB

Schritt 1: Begehung

In dem vorliegenden Beispiel sind alle Lärmschutzwandfelder messbar und fortlaufend zur eindeutigen Identifikation nummeriert (1-120).

Schritt 2: Schnellmessverfahren

Das Baulos besteht aus 120 Lärmschutzwänden mit einer jeweiligen Breite von 4 m und somit aus einer Gesamtlänge von 480 m. Damit sollen mindestens 90 Felder einer Schnellverfahrensmessung unterzogen werden. Aufgrund von erschwerter Zugänglichkeit werden die Felder mit den Nummern 1 - 100 durch Schnellverfahrensmessungen erfasst, dies entspricht 83% der Gesamt-Bauloslänge.

Basierend auf der Höhe der Lärmschutzwand von 3 m ergibt sich eine untere Frequenzgrenze für die Schallreflexionsmessung von 250 Hz. Dies liegt unter der in Abschnitt 5.2 angegebenen unteren Frequenzgrenze von 630 Hz. Damit kann für die Auswertung der Schnellverfahrensmessungen ein Frequenzbereich von 630 Hz bis 2000 Hz angewendet werden.

Nun werden die 100 Lärmschutzwandfelder mit Hilfe des Schnellverfahrens akustisch vermessen. Die daraus hervorgehenden $DL_{RI,schnell}^n$ sind in Abbildung 11 dargestellt.

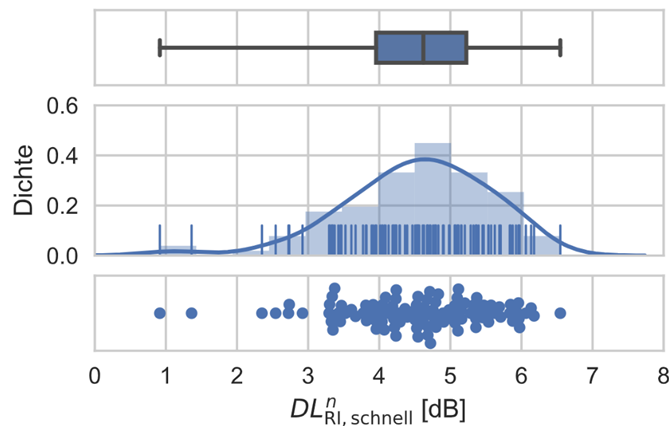


Abbildung 11: Fiktive Beispieldaten mit Kerndichteschätzer und Boxplot der Werte des Schnellverfahrens.

Schritt 3: Bestimmung der Quantile

Als nächstes werden aus den $DL_{RI,schnell}^n$ die Quantile mit den p-Werten $p = \{0,10; 0,30; 0,50; 0,70; 0,90\}$ bestimmt. Die zugehörigen Lärmschutzwand-Felder sind für das vorliegende Beispiel in Tabelle 13 angegeben.

Tabelle 13: Quantile und Lärmschutzwandfeld-Nummern der Beispielbewertung.

p-Wert	$DL_{RI,schnell}^{n_p}$	Feld-Nr.
0,10	3,34	20
0,30	4,09	58
0,50	4,63	31
0,70	5,10	98
0,90	5,84	1

Schritt 4: Messungen nach ÖNORM EN 1793-5

Anschließend an die Auswahl der für das Baulos repräsentativen Lärmschutzwandfelder werden an diesen Feldern mittels Detailmessverfahren nach ÖNORM EN 1793-5 die tatsächlichen $DL_{RI}^{n_p}$ bestimmt. Zusätzlich werden nach den getroffenen Vereinbarungen die Felder mit den Nummern 3 und 64 nach ÖNORM EN 1793-5 vermessen.

Aufgrund der Lärmschutzwandhöhe von 3 m können in diesem Beispiel die Ergebnisse der Detailmessung erst ab dem Terzband mit der Mittenfrequenz von 315 Hz verwendet werden. Daher werden für die tieferfrequenten Terzbänder für den RI die Werte aus den produktspezifischen Leistungsdaten aus

Tabelle 12 eingesetzt (siehe Tabelle 14). Die sich daraus ergebenden Ergebnisse werden in Tabelle 15 gezeigt.

Tabelle 14: Anpassung der gemessenen RI -Werte an den Frequenzbereich von 200 Hz bis 5000 Hz für das gemessene Feld Nr. 20.

Terzband	RI spez. Leistungsdaten	RI tats. Leistungsdaten	RI Berechnung
200	0,60	-	0,60
250	0,60	-	0,60
315	0,55	0,65	0,65
400	0,50	0,60	0,60
500	0,35	0,50	0,50
630	0,25	0,35	0,35
800	0,20	0,35	0,35
1000	0,15	0,30	0,30
1250	0,10	0,30	0,30
1600	0,10	0,30	0,30
2000	0,10	0,30	0,30
2500	0,10	0,35	0,35
3150	0,10	0,35	0,35
4000	0,15	0,35	0,35
5000	0,20	0,40	0,40
DL_{RI}	5,17 dB	-	3,48 dB

Tabelle 15: Quantile, Lärmschutzwandfeld-Nummern und Detailmessergebnisse der Beispielbewertung.

p-Wert	$DL_{RI,schnell}^{np}$ [dB]	Feld-Nr.	DL_{RI}^{np} [dB]
0,10	3,34	20	3,48
0,30	4,09	58	3,65
0,50	4,63	31	3,82
0,70	5,10	98	4,56
0,90	5,84	1	5,27
		Feld-Nr.	DL_{RI}^{np} [dB]
-	-	3	1,12
-	-	64	6,01

Schritt 5: Aufbau und Auswertung des linearen Regressionsmodells

Anhand der in Tabelle 15 angegebenen Werte für $DL_{RI,schnell}^{np}$ und DL_{RI}^{np} wird nun ein lineares Regressionsmodell erstellt. Damit werden alle Werte $DL_{RI,schnell}^n$ nach Gleichung (6) in die prognostizierten $DL_{RI,prog}^n$ umgerechnet. Aus diesen kann wiederum eine für das Baulos repräsentativ Verteilungsfunktion bzw. Kerndichteschätzung berechnet werden. Die Umrechnung ist in Abbildung 12 graphisch dargestellt.

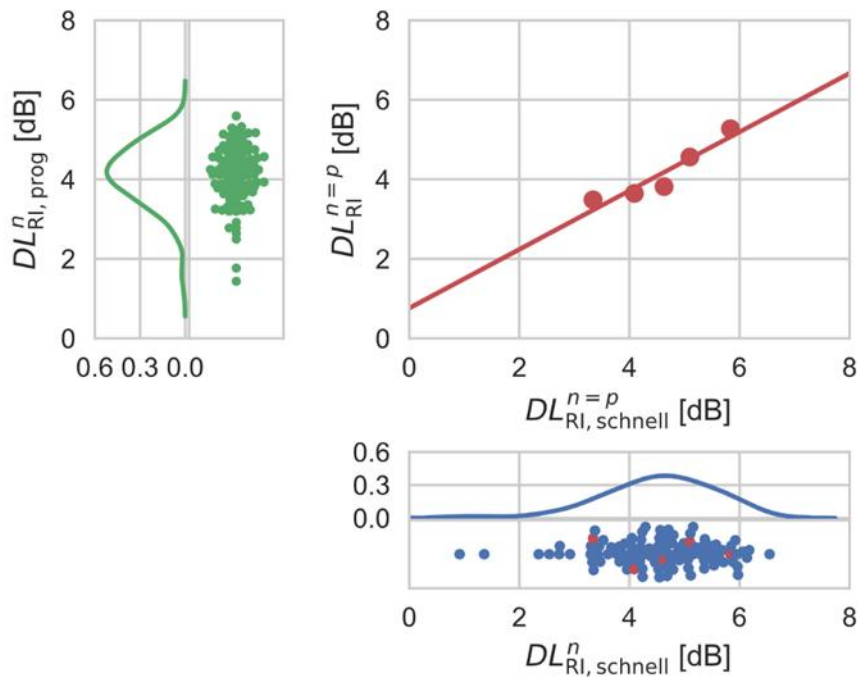


Abbildung 12: Beispiel der Umrechnung von Schnellverfahrenswerten mittels Regressionsmodell.

Schritt 6: Gesamtbewertung des Lärmschutzwand-Bauloses

Aus den erhobenen Messergebnissen zur Schallreflexion kann folgende Bewertung des Bauloses angegeben werden:

- Anhand der erhobenen tatsächlichen Leistungsdaten der mittels Detailmessverfahren gemessenen Lärmschutzwandfelder nach ÖNORM EN 1793-5 erfüllen zwei von sieben gemessenen Feldern die geforderten Bemessungsfestlegungen nicht (Feld-Nr. 3 und 20), siehe Tabelle 16.
- Anhand der erhobenen $DL_{RI,prog}^n$ erfüllen 16 von 100 prognostizierten Felder die geforderten Bemessungsfestlegungen nicht (siehe Tabelle 17). Es ist zu erwarten, dass diese Felder bei einer Detailmessung nach ÖNORM EN 1793-5 die Bemessungsfestlegung nicht erfüllen werden.

Tabelle 16: Gesamtbewertung der Detailmessergebnisse des Beispiels mit einer Bemessungsfestlegung von 5,0 dB.

Feld-Nr.	DL_{RI} [dB] (ungerundet)	K [dB] (gerundet)	Abnahme erfolgreich
20	3,48	3,5	NEIN
58	3,65	3,7	NEIN
31	3,82	3,8	NEIN
98	4,56	4,6	NEIN
1	5,27	5,3	JA
3	1,12	1,1	NEIN
64	6,01	6,0	JA

Tabelle 17: Feldnummern, prognostizierte Werte welche die Bemessungsfestlegung voraussichtlich nicht erfüllen.

Feld-Nr.	$DL_{RI,prog}^n$ [dB]	K [dB] (ungerundet)	K [dB] (gerundet)
3	1,44	1,44	1,4
8	2,78	2,78	2,8
10	1,77	1,77	1,8
14	2,50	2,50	2,5
16	3,22	3,22	3,2
20	3,23	3,23	3,2
22	3,31	3,31	3,3
23	3,19	3,19	3,2
24	3,20	3,20	3,2
25	3,23	3,23	3,2
26	2,64	2,64	2,6
30	3,29	3,29	3,3
35	3,25	3,25	3,3
50	2,77	2,77	2,8
90	3,32	3,32	3,3
96	2,92	2,92	2,9

G. Leitfaden bei negativer Abnahmeprüfung

Anhand der in den Abschnitten G.1 und G.2 enthaltenen Leitfäden soll im Falle eines nicht erfüllten Abnahmekriteriums bzw. beim Auftreten von optischen Auffälligkeiten der Kategorie 3 vorgegangen werden. Das entsprechende Vorgehen ist an die besonderen Umstände des Bauroses anzupassen. Weiters ist durch den Auftraggeber zu überprüfen, ob zum Zeitpunkt der Ausschreibung des Bauvorhabens die angewendete Version des Prüfhandbuches und die angewendete Version der Normen Gültigkeit hatten.

G.1 Schallreflexion

Im Allgemeinen werden die Schallreflexionseigenschaften von Lärmschutzwänden durch Absorption in porösen Materialien bestimmt. Da im Normalfall eine nachträgliche Sanierung einer mangelhaften Absorption nicht möglich ist, kann unter bestimmten Umständen von einem Austausch der Elemente abgesehen werden, wobei durch den Auftraggeber in diesem Fall eine Pönale festgesetzt werden kann. Die dafür notwendigen Voraussetzungen und die Festlegung der Pönale ist im Folgenden beschrieben. Das Vorgehen ist für jeden Prüfabschnitt einer Abnahmeprüfung getrennt anzuwenden, für den das Abnahmekriterium der Schallreflexion nicht erfüllt ist, und ist in Abbildung 13 als Ablaufdiagramm dargestellt. Die einzelnen Schritte sind nachfolgend beschrieben.

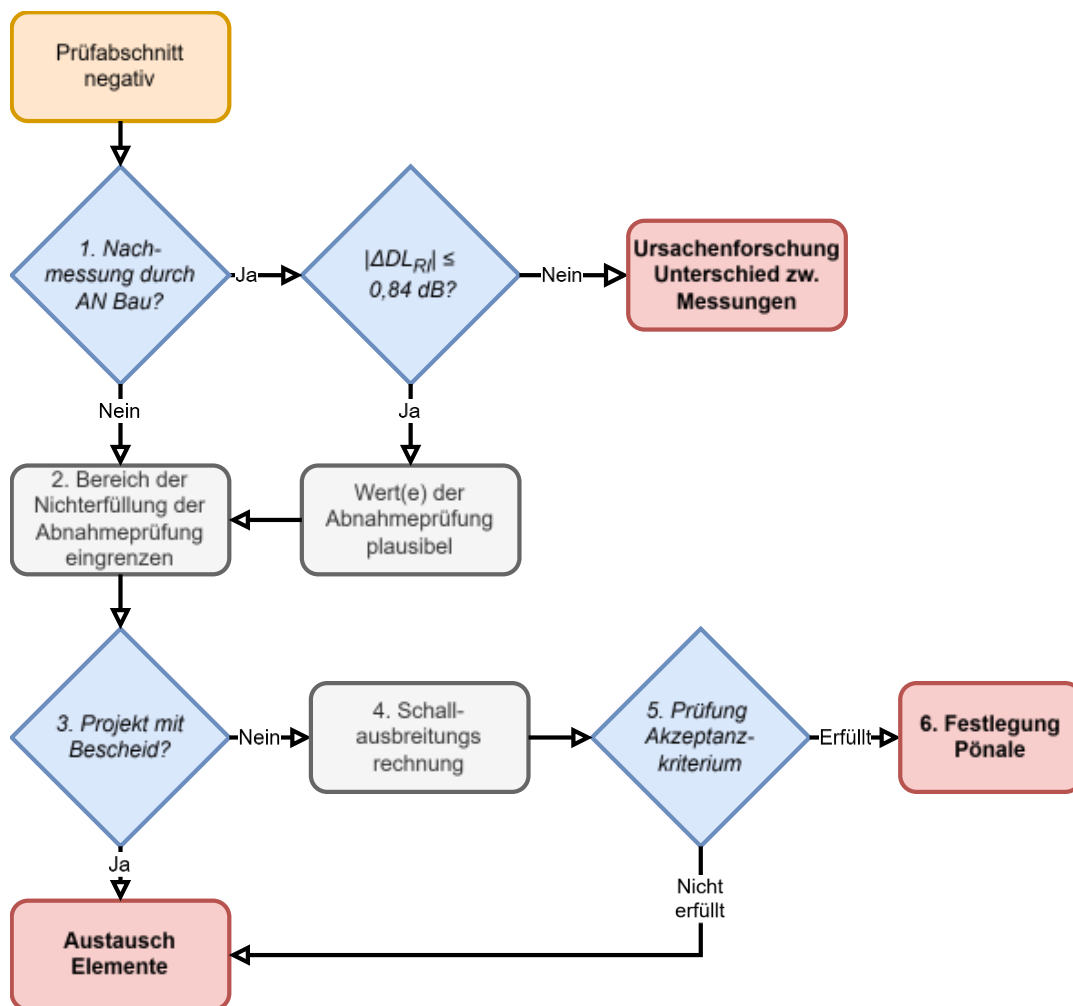


Abbildung 13: Ablaufdiagramm des Vorgehens im Falle einer nicht erfolgreichen Abnahmeprüfung für die Schallreflexion.

1. Nachmessung durch Auftragnehmer des Bauauftrags (AN Bau)

Der Auftragnehmer des Bauauftrags kann Messungen an den (beanstandeten) Lärmschutzwandfeldern durchführen, um die Validität der Messergebnisse der akustischen Abnahmeprüfung zu überprüfen. Diese werden mit den Ergebnissen der Abnahmeprüfung verglichen, wobei für eine Bestätigung der Abnahmeprüfung der Absolutbetrag der Differenz $|\Delta DL_{RI}|$ zwischen den gemessenen DL_{RI} kleiner gleich 0,84 dB sein muss:

$$|\Delta DL_{RI}| \leq 0,84 \text{ dB} \quad (6)$$

Zur Berechnung des $|\Delta DL_{RI}|$ werden die auf zwei Nachkommastellen gerundeten Werte der DL_{RI} verwendet. Ist die Ungleichung in (6) erfüllt, so werden die Messungen der Abnahmeprüfung als valide angesehen. In weitere Folge werden nur die Messungen der Abnahmeprüfung berücksichtigt. Ist die Ungleichung in (6) nicht erfüllt, so ist die Ursache der Differenz der Messungen zwischen den Prüfinstituten, dem Auftraggeber und dem Auftragnehmer des Bauauftrags in gemeinsamer Abstimmung zu identifizieren und zu beseitigen.

ANMERKUNG

Nach DIN ISO 5725-6 [5] sind zwei Ermittlungsergebnisse als miteinander vereinbar zu betrachten, sofern der Betrag der Differenz kleiner der Vergleichsgrenze $R = 2,8s_R$ ist. Im Rahmen von Vergleichstests der AIT Austrian Institute of Technology GmbH zeigen sich für typische Lärmschutzwände in Österreich geringere Werte der Vergleichsstandardabweichung s_R als in ÖNORM EN 1793-5 angegeben, wobei diese im letzten Vergleichstest 2023 [6] (mit 11 teilnehmenden Laboren und 5 Prüfkörpern) mit $s_R < 0,3$ dB abgeschätzt werden kann. Als konservative Schätzung wird nur für den Vergleich der Nachmessungen durch den Auftragnehmer des Bauauftrags mit den Messungen der Abnahmeprüfung $s_R = 0,3$ dB verwendet, wodurch sich die Vergleichsgrenze $R = 0,84$ dB ergibt.

2. Bereich der Nichterfüllung eingrenzen

Die Erfahrung der letzten Jahre hat gezeigt, dass in den meisten Fällen nur einzelne Detailmessungen die Bemessungsfestlegung nicht erreichen und somit das Abnahmekriterium nicht erfüllt ist. Daher ist es zielführend, den Bereich der Nichterfüllung (*mangelhaften Bereich*) einzugrenzen. Als Kriterien für die Eingrenzung können sowohl unterschiedliche Materialien der Lärmschutzwand (wie zum Beispiel Holzbetonabsorber und Aluminiumlochblechkassetten) und Oberflächengeometrien (wie zum Beispiel unterschiedliche Typen an Holzbetonabsorbersteinen) als auch eine lokale Häufung herangezogen werden. Um den Bereich präziser einzugrenzen, können unter anderen folgende Methoden (sowohl einzeln als auch in Kombination) angewendet werden:

- Messungen des Schnellverfahrens nach Prüfhandbuch
- Mehrere lokale verteilte Messungen nach ÖNORM EN 1793-5 durch das Prüfinstitut der Abnahmeprüfung. Die Kosten sind dabei vom Auftragnehmer des Bauauftrags zu tragen. Die Auswahl der Felder erfolgt im Vorhinein durch Abstimmung zwischen dem Auftraggeber, dem Auftragnehmer des Bauauftrags sowie dem Prüfinstitut.

Die finale Eingrenzung des Bereichs erfolgt durch Abstimmung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer des Bauauftrags. In weiterer Folge wird nur der eingegrenzte Bereich berücksichtigt.

3. Projekt mit Bescheid?

Vom Auftraggeber ist zu prüfen, ob für das Bauprojekt akustische Mindestanforderungen in einem Bescheid (z.B. UVP, §4, etc.) fixiert sind. In diesem Fall ist ein Austausch der fehlerhaften Elemente des eingegrenzten Bereichs durchzuführen.

Für Lärmschutzwände nach Dienstanweisung für Lärmschutz an bestehenden Bundesstraßen kann eine Pönale festgelegt und von einem Austausch der fehlerhaften Elemente abgesehen werden, sofern das Akzeptanzkriterium im Schritt 5 (aufbauend auf der Schallausbreitungsrechnung) erfüllt ist. Ist die Lärmschutzwand durch Mitfinanzierung Dritter errichtet worden, ist mit allen beteiligten Kostenträgern Einvernehmen herzustellen, ob eine Pönale anstelle eines Austausches akzeptiert wird.

4. Schallausbreitungsrechnung

Anhand der Auswirkungen der mangelhaften Absorption für den eingegrenzten Bereich ist mit einem schalltechnischen Projekt nachzuweisen, ob eine Pönale akzeptiert werden kann. Das zu verwendete Berechnungsmodell ist von der Lärmuntersuchung für die Bemessung der Lärmschutzmaßnahme zu übernehmen. Die Koordination für die Bereitstellung der Berechnungsdaten übernimmt der Auftraggeber und alle daraus entstehenden Kosten sind vom Auftragnehmer Bau zu übernehmen. Die Beurteilung der Auswirkungen der verminderten Absorptionsleistung für alle Gebäudeöffnungen von schutzwürdigen Gebäuden ist anhand von zwei Varianten zu untersuchen:

- **Geplante Variante:** Für die Berechnung der Schallimmissionspegel wird als Absorptionswert der geforderte Wert eingesetzt ($DL_{\alpha,NRD}$).
- **Tatsächliche Variante:** Für die Berechnung der Schallimmissionspegel wird als Absorptionswert der tatsächlich vorhandener Wert des $DL_{\alpha,NRD}$ aus den gemessenen DL_{RI} abgeschätzt und für die Lärmschutzwände des eingegrenzten Bereichs verwendet. Die Umrechnung basiert auf den produktspezifischen Anforderungen der LB-VI [7] an die akustischen Eigenschaften von Lärmschutzwänden als Stützstellen einer linearen Interpolation (siehe auch Abbildung 14):

$$DL_{\alpha,NRD} = \begin{cases} 0, & DL_{RI} < 1 \\ 2DL_{RI} - 2, & 1 \leq DL_{RI} < 5 \\ 4DL_{RI} - 12, & 5 \leq DL_{RI} < 8 \\ 20, & DL_{RI} \geq 8 \end{cases} \quad (7)$$

Für die Umrechnung wird die Absorptionsleistung der Lärmschutzwand anhand des Feldes mit dem niedrigsten Wert des DL_{RI} festgelegt. Dabei werden im Rahmen der Abnahmeprüfung durchgeführte Detailmessungen (laut Schnellverfahren sowie zusätzlich festgelegte Messungen) und lokal verteilte Detailmessungen zur Eingrenzung des Bereichs berücksichtigt. Durch den Auftragnehmer zusätzlich durchgeführte Messungen werden nicht berücksichtigt.

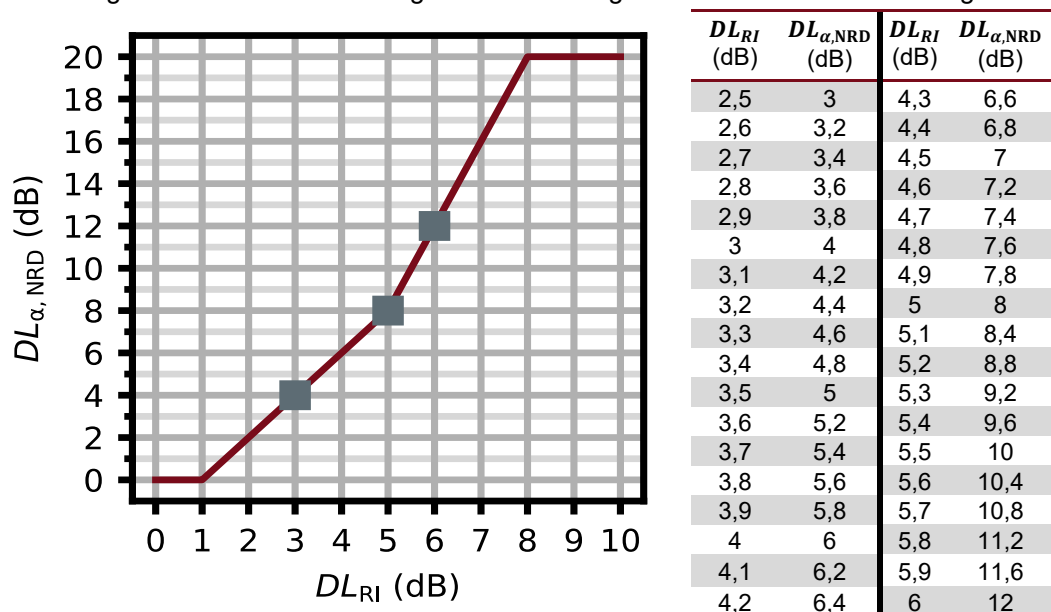


Abbildung 14: Grafische und tabellarische Darstellung der Umrechnung eines gemessenen DL_{RI} zu $DL_{\alpha,NRD}$ anhand der Anforderungen der LB-VI.

5. Prüfung Akzeptanzkriterium

Anhand der Schallausbreitungsrechnung sind für alle schutzwürdigen Gebäude die zwei folgenden Kriterien zu erfüllen:

- Die maximale Pegelerhöhung der tatsächlichen Variante zur geplanten Variante ist $\leq 0,5$ dB.
- Die Anzahl der schutzwürdigen Gebäude mit Grenzwertüberschreitung muss gleich zwischen der tatsächlichen Variante und der geplanten Variante sein.

Ist für einen mangelhaften Abschnitt eines oder beide Kriterien nicht erfüllt, so ist ein Austausch der Elemente grundsätzlich vorzunehmen.

Im Rahmen der Schallausbreitungsrechnung können zusammenhängende Abschnitte des eingegrenzten (mangelhaften) Bereichs definiert werden, die jeweils alle beiden Kriterien erfüllen bzw. nicht erfüllen. Ziel dabei ist, dass ein möglichst großer Anteil an mangelhaften Abschnitten die Akzeptanzkriterien erfüllt und somit nur ein geringer Anteil an Elementen auszutauschen sind.

Die optimierte Einteilung der Abschnitte erfolgt in Abstimmung zwischen Auftraggeber, Auftragnehmer des Bauauftrags sowie der durchführenden Stelle der Schallausbreitungsrechnung.

Werden für einen mangelhaften Abschnitt alle beiden Akzeptanzkriterien eingehalten, so kann für diesen Abschnitt eine Pönale akzeptiert werden.

Werden Elemente ausgetauscht, ist im Anschluss deren akustische Leistungsfähigkeit durch das Prüfinstitut des Auftraggebers zu überprüfen (entsprechend Kapitel 5).

6. Festlegung Pönale

Für die Berechnung der Pönale wird als Referenzwert der Mittelwert der DL_{RI} der Detailmessungen festgelegt, die das Abnahmekriterium nicht erfüllen. Dabei werden im Rahmen der Abnahmeprüfung durchgeführte Detailmessungen, lokal verteilte Detailmessungen zur Eingrenzung des Bereichs bzw. Detailmessungen nach Austausch von Elementen berücksichtigt. Durch den Auftragnehmer zusätzlich durchgeführte Messungen werden nicht berücksichtigt. Der Referenzwert wird auf eine Nachkommastelle gerundet.

Die Pönale S wird folgendermaßen berechnet:

$$S = \operatorname{erf}\left(\frac{DL'_{RI} - DL_{RI}}{s_R} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \cdot 30 \% \quad (8)$$

Dabei ist $\operatorname{erf}(x)$ die Gauß'sche Fehlerfunktion, DL'_{RI} die Bemessungsfestlegung, DL_{RI} der Referenzwert und s_R die Vergleichsstandardabweichung nach ÖNORM EN 1793-5 (0,68 dB). Die Pönale S wird in Prozent angegeben und auf eine Nachkommastelle gerundet. Die Pönale S ist in Tabelle 18 als Prozentsatz der Produktkosten für drei Bemessungsfestlegungen in Abhängigkeit des Referenzwertes aufgelistet. Die Basis für die Pönale bildet die Summe der Positionspreise der Positionen (Produktpreis) des eingegrenzten Bereichs, welche dem Vertrag zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer des Bauauftrags für das Liefern und Versetzen der Lärmschutzwandelemente zu Grunde liegen.

Die Valorisierung zum Zeitpunkt des Versetzens der Elemente ist hinzuzurechnen. Die Pönale wird durch den Auftraggeber berechnet.

Tabelle 18: Pönale S vom Produktpreis für einen erreichten Referenzwert.

Geforderter Wert (Bemessungsfestlegung) DL'_{RI}			Pönale S vom Produktpreis
$DL'_{RI} = 3 \text{ dB}$	$DL'_{RI} = 5 \text{ dB}$	$DL'_{RI} = 6 \text{ dB}$	
Referenzwert DL_{RI} (Mittelwert nicht erfüllter Detailmessungen)			
3 dB	5 dB	6 dB	0,0%
2,9 dB	4,9 dB	5,9 dB	3,5%
2,8 dB	4,8 dB	5,8 dB	6,9%
2,7 dB	4,7 dB	5,7 dB	10,2%
2,6 dB	4,6 dB	5,6 dB	13,3%
2,5 dB	4,5 dB	5,5 dB	16,1%
2,4 dB	4,4 dB	5,4 dB	18,7%
2,3 dB	4,3 dB	5,3 dB	20,9%
2,2 dB	4,2 dB	5,2 dB	22,8%
2,1 dB	4,1 dB	5,1 dB	24,4%
2 dB	4 dB	5 dB	25,8%
1,9 dB	3,9 dB	4,9 dB	26,8%
1,8 dB	3,8 dB	4,8 dB	27,7%
1,7 dB	3,7 dB	4,7 dB	28,3%
1,6 dB	3,6 dB	4,6 dB	28,8%
1,5 dB	3,5 dB	4,5 dB	29,2%
1,4 dB	3,4 dB	4,4 dB	29,4%
1,3 dB	3,3 dB	4,3 dB	29,6%
1,2 dB	3,2 dB	4,2 dB	29,8%
1,1 dB	3,1 dB	4,1 dB	29,8%
1 dB	3 dB	4 dB	29,9%
0,9 dB	2,9 dB	3,9 dB	29,9%
$\leq 0,8 \text{ dB}$	$\leq 2,8 \text{ dB}$	$\leq 3,8 \text{ dB}$	30,0%

ANMERKUNG

In der Berechnung der Pönale wird die Messunsicherheit berücksichtigt. Ist ein gemessener Wert gleich der Bemessungsfestlegung, so ist mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % diese erfüllt. Dies wird als 100 % erbrachte Leistung angesehen (vgl. Kapitel 7). Ist der gemessene Wert niedriger als die Bemessungsfestlegung, ist die geforderte Leistung nicht vollständig erbracht. Liegt der gemessene Wert eine bzw. zwei Standardabweichungen unter der Bemessungsfestlegung, wird diese nur noch mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 15 % bzw. 2 % erreicht. Aufgrund des geteilten Risikos wird das Doppelte dieser Wahrscheinlichkeiten als anerkannte Leistung der Produktkosten für die Schallreflexion betrachtet. Die Pönale ist die Gegenwahrscheinlichkeit der anerkannten Leistung für die Schallreflexion, gewichtet mit einem Faktor von 30 %, da sich die Pönale nur auf die Schallreflexion bezieht und 30 % der gesamten Produktkosten den die Schallreflexion bestimmenden schallabsorbierenden Eigenschaften der Lärmschutzwand zugeschrieben werden. Beispiel: Für eine Bemessungsfestlegung von 6 dB wurde ein Referenzwert von 5,3 dB (ca. eine Standardabweichung von der Bemessungsfestlegung entfernt) ermittelt. Das Doppelte der Erreichungswahrscheinlichkeit von ca. 15 % ergibt eine anerkannte Leistung der Schallreflexion von ca. 30 %. Somit werden ca. 70 % der Leistung der Schallreflexion nicht anerkannt. Die Pönale auf die gesamten Produktkosten sind 20,9 %, die als 30 % Anteil der Schallreflexion an den Produktkosten von der nicht anerkannten Leistung von ca. 70 % für die Schallreflexion berechnet werden.

G.2 Luftschalldämmung

Sofern ein Prüfabschnitt das Abnahmekriterium für die Luftschalldämmung nicht erfüllt bzw. optische Auffälligkeiten der Kategorie 3 auftreten, soll anhand des folgenden Leitfadens eine Überprüfung der Wirksamkeit von Sanierungsmaßnahmen erfolgen (Nachprüfung der akustischen Eigenschaften). Dabei sind alle nicht abgenommen Prüfabschnitte als sanierungsbedürftig anzusehen. Dabei sind folgende Schritte vorgesehen:

1. Feststellung von negativen Detailmessungen oder von Auffälligkeiten der Kategorie 3

Im Endbericht des Prüfinstitutes werden ein oder mehrere Lärmschutzwandfelder unter Kategorie 3 eingestuft, und/oder ein oder mehrere Lärmschutzwandfelder innerhalb des Prüfabschnittes haben das Abnahme-Kriterium nicht erfüllt.

2. Übermittlung des Endberichtes an den Auftragnehmer des Bauauftrags:

Der Auftraggeber übermittelt den Endbericht an den Auftragnehmer des Bauauftrags und bittet diesen, um eine Stellungnahme zu den im Endbericht identifizierten Mängeln.

3. Stellungnahme des Auftragnehmers des Bauauftrags zu den identifizierten Mängeln:

Der Auftragnehmer des Bauauftrags bereitet eine Stellungnahme zu den Mängeln vor und übermittelt diese dem Auftraggeber. Die Stellungnahme hat eine genaue Beschreibung der Lage und des Ausmaßes der Mängel inklusive plausible Begründung und sachliche Fehleranalyse zu beinhalten.

4. Abstimmungsgespräch:

Der Auftraggeber organisiert ein Abstimmungsgespräch zwischen Auftragnehmer des Bauauftrags, Auftraggeber und Prüfinstitut, um die Stellungnahme des Auftragnehmers des Bauauftrags und die nächsten Schritte zu besprechen. Im Zuge des Abstimmungsgesprächs soll der Sanierungsbereich definiert werden, in dem die Verbesserungsmaßnahme angewendet werden soll. Es ist Aufgabe des Auftragnehmers des Bauauftrags die Verbesserungsmaßnahme vorzuschlagen und diese auf Sinnhaftigkeit vorab zu überprüfen.

5. Sanierungsplan

Aufbauend auf den Ergebnissen der akustischen Abnahmeprüfung ist ein Sanierungsplan durch den Auftragnehmer des Bauauftrags dem Auftraggeber vorzulegen. Dabei soll die geplante Sanierung der Felder bzw. Pfosten, die die Bemessungsfestlegung nicht erfüllen bzw. die Mängel der Kategorie 3 aufweisen, beschrieben werden. Weiters soll auch sichergestellt werden, dass erwartet werden kann, dass bis zu diesem Zeitpunkt nicht gemessene Felder und Pfosten nach Sanierung ebenso die Bemessungsfestlegung erfüllen werden.

6. Freigabe des Sanierungsplans von Seite des Auftraggebers

Der Auftraggeber gibt den Sanierungsplan des Auftragnehmers des Bauauftrags frei. Erst nach Freigabe des Sanierungsplans darf die Nachprüfung der Wirksamkeit der geplanten Sanierung im abgestimmten Sanierungsbereich stattfinden.

7. Kleinräumige Sanierung im abgestimmten Sanierungsbereich

Sofern der Sanierungsplan durch den Auftraggeber akzeptiert wird, soll der Sanierungsplan zuerst kleinräumig angewendet werden, um die Wirksamkeit der geplanten Sanierung zu überprüfen.

8. Nachprüfung der kleinräumigen Sanierung

Im Bereich der kleinräumigen Sanierung werden 1 bis maximal 2 Detailmessungen der Luftschalldämmung (jeweils bei einem Pfosten und/oder bei einem Element) durchgeführt. Die Organisation der Nachprüfung ist Aufgabe des Auftragnehmers des Bauauftrags. Die Mindestanzahl der Detailmessungen wird vom Auftraggeber festgelegt.

9. Freigabe der Durchführung der großflächigen Sanierung von Seite des Auftraggebers

Falls die kleinräumige Sanierung erfolgreich war, erteilt der Auftraggeber die Freigabe zur Durchführung der großflächigen Sanierung. Erst nach erfolgreicher Nachprüfung der kleinräumigen Sanierung darf die großflächige Sanierung erfolgen.

10. Großräumige Sanierung im abgestimmten Sanierungsbereich:

Sofern der Auftraggeber den Sanierungsplan und die kleinräumige Sanierung freigegeben hat, soll der Sanierungsplan großräumig angewendet werden.

11. Nachprüfung der großflächigen Sanierung

Nach der großflächigen Sanierung ist eine akustische Nachprüfung vorgesehen. Dafür ist dem Prüfinstitut der Umfang (Ort bzw. Art und Weise) der Sanierungsarbeiten mitzuteilen. Die Nachprüfung orientiert sich an den Regelungen einer Abnahmeprüfung, mit dem Ziel, ausschließlich den Sanierungsbereich des betreffenden Prüfabschnitts auf Erfüllung der Bemessungsfestlegung zu überprüfen. Die relevante Untersuchungslänge der Nachprüfung ergibt sich dabei aus der Länge des Sanierungsbereiches.

Es ist eine neue visuelle Inspektion durchzuführen, wobei das Ziel eine Neubewertung der sanierten Lärmschutzwandfelder ist. Dabei sind die entsprechenden Felder den Kategorien der visuellen Inspektion aus Abschnitt 6.1 zuzuordnen. Anschließend an die Neubewertung durch die visuelle Inspektion sind Detailmessungen durchzuführen. Für Untersuchungslängen von bis zu 1 km sollen Messungen an 3 Stellen durchgeführt werden. Jede Stelle beinhaltet eine Element-Position sowie eine Pfosten-Position. Für jeden weiteren angefangenen Kilometer kann eine weitere Stelle hinzukommen. Die Bewertung der Detailmessungen erfolgt analog zur Abnahmeprüfung.

Anmerkung: Es wird empfohlen, sanierte Felder, die in der Abnahmeprüfung die Bemessungsfestlegung unterschritten, für die Detailmessungen auszuwählen. Felder, die in der Abnahmeprüfung die Bemessungsfestlegung erfüllten, sind in der Nachprüfung nicht erneut zu messen.

Anmerkung: Sofern unsanierte Felder im Sanierungsbereich vorhanden sind und diese während der Abnahmeprüfung noch nicht gemessen wurden, so wird empfohlen eine Detailmessungen an diesen durchzuführen.

12. Bericht zu den Nachprüfungen der großflächigen Sanierung:

Das Prüfinstitut fasst die Ergebnisse der Überprüfungsmessungen sowie alle Erkenntnisse der Nachprüfungen in einem Endbericht zusammen. Weiters ist zu bewerten, ob nach der großflächigen Sanierung alle Prüfabschnitte der ursprünglichen Abnahmeprüfung das Abnahme-Kriterium erfüllen.

Anmerkung: Die Nachprüfungen sollen vom selben Prüfinstitut durchgeführt werden, das auch die ursprüngliche Abnahmeprüfung durchgeführt hat. Die Beauftragung des Prüfinstituts soll vorzugsweise durch den Auftraggeber erfolgen. Entsprechend vorhandenen Vereinbarungen sollen alle Mehraufwände inklusive Kosten der Überprüfungsmessungen sowie der Nachprüfung an den Auftragnehmer des Bauauftrags verrechnet werden.

H. Änderungen zu Vorversionen

H.1 Änderungen von Version 3.00 (6.9.2024) zur Version 4.00 (14.04.2026)

Neben redaktionellen Korrekturen wurden folgende inhaltlichen Änderungen vorgenommen:

Kapitel 3 „Normative Verweisungen“:

Es wird nicht mehr auf eine bestimmte Ausgabe der Norm verwiesen.

Kapitel 4 „Begriffe“ (und Anpassung entsprechender Vorkommen im weiteren Text):

- Begriff Straßenerhalter durch Auftraggeber ersetzt
- Begriff *Auftragnehmer des Bauauftrags* anstatt Baufirma

Kapitel 5 „Überprüfung der Schallreflexionseigenschaften“:

- Die Anzahl an notwendigen Messungen für das Schnellverfahren orientiert sich jetzt an der Anzahl der Felder und nicht an der Länge.

Kapitel 6 „Überprüfung der Luftschalldämmungseigenschaften“:

- Verweis auf die ZTV-Lsw 22 auf die aktuelle ZTV-ING 2025 ersetzt

Kapitel G „Leitfaden bei negativer Abnahmeprüfung“:

- Eigener Leitfaden für die Schallreflexion mit Möglichkeit einer pönalisierten Abnahme
- Bestehender Leitfaden mit Sanierungskonzept nur für die Luftschalldämmung

H.2 Änderungen von Version 2.00 (14.08.2020) zu Version 3.00 (6.9.2024)

Kapitel 1 „Einleitung“:

- Spezifikation auf Normen ÖNORM EN 1793-5 und -6 in Absatz 2.

Kapitel 2 „Allgemeines“:

- Hinweis auf trockenen Oberflächenzustand der Lärmschutzwand während der Prüfung.
- Ausführlichere Erklärung der Notwendigkeit der bereitzustellenden Unterlagen.

Kapitel 3 „Normative Verweisungen“:

- Es wurde der Verweis auf eine bestimmte Ausgabe der Normen festgelegt.
- Der Verweis auf ÖVE/ÖNORM EN 61672-1:2015 wurde gelöscht.

Kapitel 4 „Begriffe“:

- Ergänzung der Begriffe: Teilabschnitt, Prüfinstitut, Straßenerhalter.

Kapitel 5 „Überprüfung der Schallreflexionseigenschaften“:

- Ergänzung Kurzübersicht über Vorgehen bei Überprüfung der Mindestanforderungen bzw. bei beidseitig absorbierenden Lärmschutzwänden.

- Löschen des obsoleten Verweises auf ÖNORM EN 1793-5:2016.
- Ergänzung Länge des Schnellverfahrens für einseitig absorbierende Lärmschutzwände.
- Ergänzung Länge des Schnellverfahrens für beidseitig absorbierende Lärmschutzwände nur auf einer Seite der Hauptfahrbahn.
- Ergänzung Länge des Schnellverfahrens für beidseitig absorbierende Lärmschutzwände auf beiden Seiten der Hauptfahrbahn.
- Spezifikation der Adrienne-Fensterlänge des Schnellverfahrens auf 6 ms.
- Änderung der geforderten Anzahl an Detailmessungen bei der Schallreflexion.
- Wegfall der zusätzlichen Detailmessung bei einem Quantil p-Wert von 0,05 der Schnellverfahrenswerte, sofern eine der durchgeführten Messungen unter der Bemessungsfestlegung ist.
- Ergänzung der Entscheidungsfaktoren, nach denen Detailmesspunkte ausgewählt werden.
- Spezifikation der Anzahl an Messungen an der straßenabgewandten Seite für beidseitig absorbierende Lärmschutzwände.
- Genauere Beschreibung des Vorgangs Auffüllen von Terzbändern.
- Hinweis, dass für das Auffüllen von Terzbändern Prüfberichte nach CEN/TS 1793-5 nicht verwendet werden dürfen.
- Ergänzung einer möglichen vertikalen Verschiebung der Referenzposition bei Reflexionsmessungen sowie Klarstellung, dass für große Lärmschutzwände der Frequenzbereich nicht erweitert wird.
- Ergänzung der Markierung von Detailmesspunkten.
- Wegfall der Anwendung der Messunsicherheit zur Bildung von K.
- Ergänzung Verweis auf Sanierungsleitfaden im Anhang.

Kapitel 6 „Überprüfung der Luftschalldämmungseigenschaften“:

- Ergänzung, dass kleine Löcher (wie konstruktionsbedingt für ein Sicherheitsseil notwendig) als Kategorie 2 eingestuft werden sollen.
- Explizite Nennung von Konstruktionsfehlern in der Kategorie 3.
- Ergänzung, dass die Lärmschutzwand mit dem Boden abschließen muss.
- Änderung Umfang der Dokumentation der visuellen Inspektion.
- Ergänzung der Empfehlung, bei notwendiger großflächiger Sanierung Rücksprache mit dem Auftraggeber zu halten.
- Ergänzung der Entscheidungsfaktoren, nach denen Detailmesspunkte ausgewählt werden.
- Ergänzung der Markierung von Detailmesspunkten.
- Genauere Beschreibung des Vorgangs Auffüllen von Terzbändern.
- Hinweis auf tiefe Messpositionen nach EN 1793-6, um den Übergang Boden zu Lärmschutzwand messtechnisch zu überprüfen.
- Ergänzung einer möglichen vertikalen Verschiebung der Referenzposition bei Reflexionsmessungen sowie Klarstellung, dass für große Lärmschutzwände der Frequenzbereich nicht erweitert wird.
- Falls Störreflexionen durch die Leitschiene nicht verhindert werden können, ist der Einfluss der Leitschiene bei der Luftschalldämmung zu vernachlässigen.
- Ergänzung, dass für positive Abnahme keine Kategorie 3 Felder vorhanden sein dürfen
- Ergänzung Verweis auf Sanierungsleitfaden im Anhang.

Kapitel 7 (vormals Anhang A „Messunsicherheiten“) „Abnahme-Kriterium“:

- Komplette Überarbeitung mit neuem Abnahme-Kriterium ohne Messunsicherheit, Rundung nach Norm sowie Abnahme in Teilabschnitten.

Anhang A „Auswahl der Messpositionen innerhalb eines Lärmschutzwandfeldes“:

- Ergänzung: Abdichtung des Bodens ist bei der Wahl der Messpositionen für die Luftschalldämmung zu berücksichtigen.

Anhang B „Prüfprotokolle der Detailmessungen für Schallreflexion und Luftschalldämmung“ wurde neu hinzugefügt.

Anhang C

- Anpassung: Flowchart neue Vorgehensweise Überprüfung der Mindestanforderungen der Schallreflexion.

Anhang D „Beispiele für die Auswertungsschritte einer Abnahmeprüfung“

- Anpassung der Beispiele an die neue Version des Prüfhandbuches (Version 3.0).

Anhang E „Beispiele für die Klassifizierung von Lärmschutzwänden“ wurde neu hinzugefügt.

Anhang F „Erstellung eines Prognosemodells (optional)“ wurde getrennt dargestellt und aus Kapitel 5 entnommen.

Anhang G „Leitfaden bei negativer Abnahmeprüfung“ wurde neu hinzugefügt.

Literatur

- [1] „QUIESST - Final procedural report on WP4 activities: Including public database,“ http://www.quiesst.eu/images/QUIESST_D4.3_MS4.2.pdf, abgerufen im August 2017, 2012.
- [2] M. Pfister, M. Gröschl, P. Reiter und M. Conter, „Impact of Gaps on in situ Airborne Sound Insulation of Noise Barriers,“ 6th Congress of Alps-Adria Acoustics Association, Graz, 2014.
- [3] „ZTV-ING - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten,“ Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Berlin, 2025.
- [4] „ISO/IEC Guide 98-4: Uncertainty of measurement Part 4: Role of measurement uncertainty in conformity assessment,“ ISO, Genf, 2012.
- [5] „DIN ISO 5725-6: Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen. Teil 6: Anwendung von Genauigkeitswerten in der Praxis,“ DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, 2002.
- [6] A. Fuchs und M. Conter, „Inter-laboratory Test on Sound Reflection and Airborne Sound Insulation Properties of Noise Barriers,“ AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Wien, 2024.
- [7] „Standardisierte Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur (LB-VI), Version 7,“ Österreichische Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr (FSV), Wien, 2024.
- [8] A. Fuchs, R. Wehr und M. Conter, „Proposal for an In Situ Approval Testing and Quality Assurance Procedure for Assessing Sound Reflection Properties of Noise Barriers,“ 24th International Congress on Sound and Vibration (ICSV24), London, 2017.