Akustische Abnahmeprüfung von Lärmschutzwänden im hochrangigen Straßennetz in Österreich

Andreas Fuchs[1], Herbert Bötscher[2], Karl Zeilinger[2], Reinhard Wehr[1], Marco Conter[1]
[1] *AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Giefinggasse 4, 1210 Wien, Email: andreas.fuchs@ait.ac.at*
[2] *ASFINAG Service GmbH, Traunuferstraße 9, 4052 Ansfelden*

Einleitung

Das Prüfhandbuch zur akustischen Abnahmeprüfung von Lärmschutzwänden an Straßen und Autobahnen [1] 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 nach ÖNORM EN 1793-5 [2] und der Luftschalldämmung nach ÖNORM EN 1793-6 [3] in gerichteten Schallfeldern. Da eine Messung eines Lärmschutzwandfeldes (mit typischerweise 5 m Länge) nach den entsprechenden Normen ca. 1 bis 2 Stunden dauert, ist es nicht praktikabel die gesamte Wand nach Norm zu messen.

Daher wurde im Rahmen des Projekts *in-situ LSW*, welches durch das Verkehrsinfrastruktur Forschungsprogramm VIF2014 gefördert wurde, eine Prozedur entwickelt, um die gesamte Lärmschutzwand mit sinnvoll ausgewählten Stichproben zu überprüfen. Das Projekt wurde von der AIT Austrian Instutite of Technology GmbH geleitet mit der TAS Sachverständigenbüro für Technische Akustik SV-GmbH als Projektpartner. Im Rahmen des Projektes wurde die erste Version des Prüfhandbuchs verfasst, die nach den ersten Erfahrungen 2019 von Seiten der ASFINAG in einer Version 2.00 überarbeitet wurde.

Das Prüfhandbuch wird aktuell hauptsächlich für akustischen Abnahmeprüfungen von neu errichteten Lärmschutzwänden angewendet.

Prüfhandbuch

Ziel des Prüfhandbuchs ist die Bewertung des gesamten Bauloses, wobei folgende Anwendungsfälle definiert sind:

- Vergleich der geforderten Bemessungsfestlegung mit den tatsächlichen Leistungsdaten nach Abschluss der Bauarbeiten
- Überprüfung der Langzeitwirksamkeit bzw. des Alterungsverhaltens von Lärmschutzwänden

Die Bewertung der Lärmschutzwand beruht auf einer gezielten Auswahl von Lärmschutzwandfeldern zur Prüfung nach den entsprechend Prüfnormen der ÖNORM EN 1793 Reihe in gerichteten Schallfeldern. Für die Schallreflexion wird hier ein vereinfachtes Schnellmessverfahren angewendet, um anhand der Verteilung der Schnellverfahrensmesswerte eine Auswahl der Felder zur Messung nach ÖNORM EN 1793-5 vorzunehmen. Für die Abnahmeprüfung der Luftschalldämmung wird eine visuelle Inspektion durchgeführt, nach deren Ergebnis die Auswahl der Lärmschutzwandfelder zur Messung erfolgt.

Für eine praktische Umsetzbarkeit sind Lärmschutzeinrichtungen von der Anwendung ausgenommen, die aufgrund ihrer baulichen Gegebenheiten eine Messung nicht erlauben. Dies beinhaltet Erd- bzw. Lärmschutzwälle und hallige Umgebungen, da hier die Anforderungen der Normen ÖNORM EN 1793-5 bzw. -6 nicht erfüllt werden, sowie Lärmschutzwände bei denen mit vertretbaren Mittel eine Messung unter sicheren Bedingungen nicht möglich ist (Hanglage, fehlende oder zu schmale Pannenstreifen). Explizit ausgenommen sind auch transparente Lärmschutzwandelemente in Bezug auf ihre Schallreflexionseigenschaften, da diese im Allgemeinen als vollreflektierend angenommen werden.

Für eine Messung der akustischen Eigenschaften von Lärmschutzwänden über den vollständigen Bereich von 200 Hz bis 5 kHz ist in den Normen ÖNORM EN 1793-5 und -6 eine Mindestausdehnung eines Lärmschutzwandfeldes von 4 m x 4 m erforderlich. Das Prüfhandbuch setzt unter Berücksichtigung des kleineren gültigen Frequenzbereichs als minimale Wandhöhe 2,0 m an, wobei für die Schallreflexion der Betonsockel nicht berücksichtigt wird. Da der Betonsockel relevant für die Luftschalldämmung ist, wird dieser für eine minimal messbare Wandhöhe von 2,0 m berücksichtigt.

Überprüfung der Luftschalldämmung

Abbildung 1 zeigt den Ablauf der Abnahmeprozedur für Lärmschutzwände für die Luftschalldämmung. Nach einer visuellen Inspektion der Lärmschutzwand wird jedes Feld und jeder Steher in eine von drei Kategorien klassifiziert:

Kategorie 1: Ohne auffällige Stellen.

Kategorie 2: Auffällige Stellen (z.B. breite Fugen oder Schlitze) ohne unmittelbar wahrnehmbare Durchsicht

Kategorie 3: Augenscheinliche Mängel, deutlich durchsichtige Fugen und Schlitze

In Abbildung 2 und 3 sind zwei Beispiele für die Einteilung von im Rahmen einer visuellen Inspektion festgestellten auffälligen Stellen in die Kategorien des Prüfhandbuchs zu sehen.

Nach der Klassifizierung werden die zu prüfenden Felder nach ÖNORM EN 1793-6 ausgewählt. Die Anzahl der zu messenden Felder richtet sich dabei nach der Länge der Lärmschutzwand. Bis zu einer Länge von 500 m sind zwei Messungen nach Norm vorgesehen. Bei Lärmschutzwänden mit einer Länge zwischen 500 m und 1 km sind drei Messungen nach Norm vorzunehmen. Für jeden

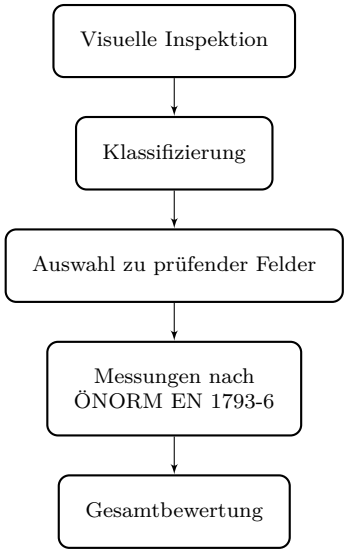

Abbildung 1: Abnahmeprozedur der Luftschalldämmung

Abbildung 2: Fehlende Abdichtung an der Vorderseite innerhalb des Stehers einer Aluminiumlärmschutzwand (Kategorie 2).

Kilometer über 1 km kommt jeweils noch eine Messung dazu. Aus dieser Gesamtanzahl wird ein Feld der Kategorie 1 gemessen. Alle weiteren Messungen werden auf einen möglichst repräsentativen Querschnitt der auffälligen Stellen der Kategorie 2 aufgeteilt. Da Lärmschutzwandfelder der Kategorie 3 als augenscheinlich mangelhaft eingestuft sind, werden diese auch nicht gemessen.

Für eine sinnvolle Erfassung des Einflusses der auffälligen Stellen erlaubt das Prüfhandbuch im Rahmen der Messungen nach ÖNORM EN 1793-6 die Messung eines nicht angrenzenden Stehers zu dem gemessenen Lärmschutzwandfeld. Somit ist es auch bei kleinen Baulosen unter 500 m möglich, eine auffällige Stelle in der Mitte eines Lärmschutzwandfeldes sowie eine auffällige Stelle an einem nicht angrenzenden Steher messtechnisch zu erfassen. Weiters darf die Bezugsposition aus der vertikalen Mitte der Lärmschutzwand verschoben werden, um auffällige Stellen am oberen oder unteren Rand der Lärmschutzwand sinnvoll zu messen.

Abschließend findet eine Gesamtbewertung der Lärmschutzwand statt, wobei die Messungen nach ÖNORM EN 1793-6 nach dem Abnahme-Kriterium (siehe unten)

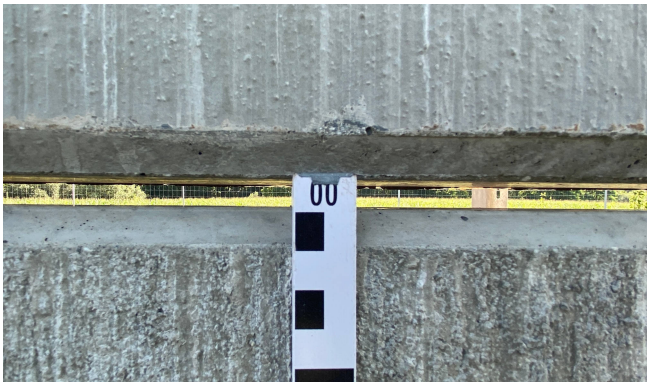

Abbildung 3: Fehlende Abdichtung zwischen einem Betonlärmschutzwandelement und dem Sockel mit unmittelbarer Durchsicht (Kategorie 3).

bewertet werden bzw. die Ergebnisse der visuellen Inspektion in Bezug auf die Kategorie 3-Stellen einfließen.

Überprüfung der Schallreflexion

Abbildung 4 zeigt den Ablauf der Abnahmeprozedur für Lärmschutzwände für die Schallreflexion.

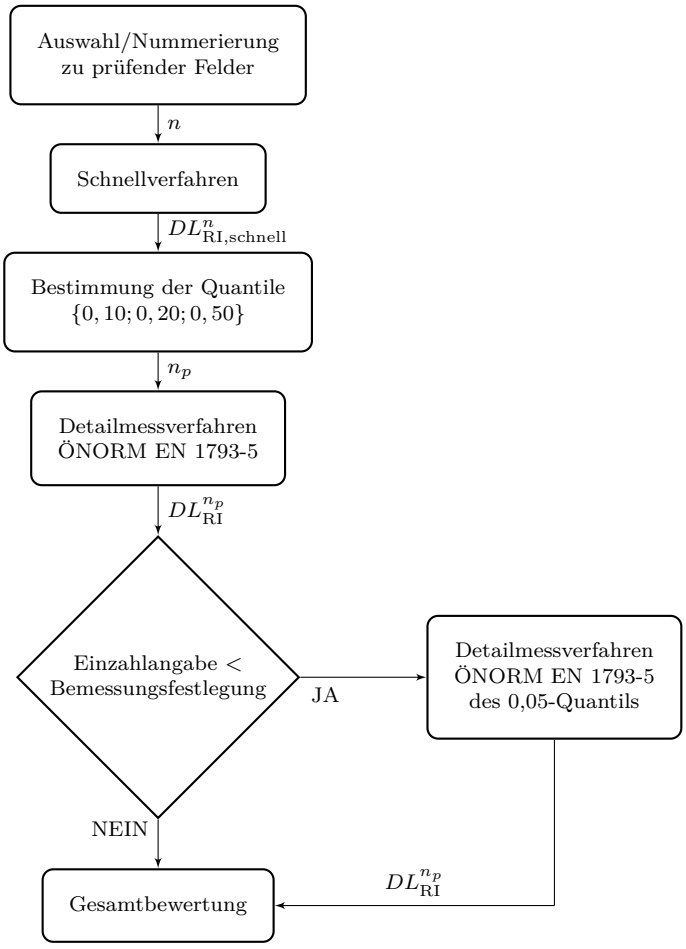

Abbildung 4: Abnahmeprozedur der Schallreflexion

Nach der Auswahl und Nummerierung der zu prüfenden Felder werden diese mit einem vereinfachten Schnellmesssystem gemessen. Dieses ist an das Messverfahren in

ÖNORM EN 1793-5 angelehnt, benützt jedoch nur ein Mikrofon statt dem Raster aus neun Mikrofonen. Für eine schnelle Positionierung wird eine starre Verbindung zwischen Mikrofon und Lautsprecher verwendet und auch nur eine Bezugsposition verwendet. Dadurch ist es möglich ein vollständig tragbares und batteriebetriebenes System zu verwenden (siehe Abbildung 5). Unter guten Umgebungsbedingungen kann somit die durchschnittliche Messzeit eines Lärmschutzwandfeldes unter einer Minute betragen.

Abbildung 5: Tragbares Schnellverfahrensystem mit Lautsprecher und einem starr verbunden Mikrofon vor der Lärmschutzwand.

Im Prüfhandbuch ist die Mindestlänge des zu messenden Anteils der Lärmschutzwand über folgende Formel definiert:

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

l_s bezeichnet die mindestens zu messende Länge mit dem Schnellverfahren, l_g die Gesamtlänge der Lärmschutzwand. Abbildung 6 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen l_s und l_g und zeigt den resultierenden Prozentsatz für Lärmschutzwände bis 20 km Länge.

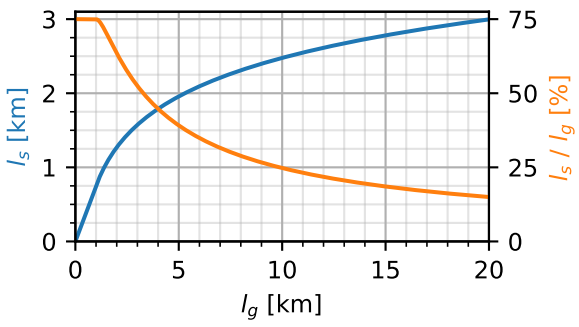

Abbildung 6: Zusammenhang zwischen der Gesamtlänge der LSW l_g und der mindestens zu messende Länge mit dem Schnellverfahren l_s.

Aus allen mit dem Schnellverfahren erhobenen Messwerten $DL^n_{\mathrm{RI,schnell}}$ werden die Felder bestimmt die den 10, 20 und 50-Perzentilen entsprechen. An diesen Feldern wird anschließend nach ÖNORM EN 1793-5 die Schallreflexion gemessen und die Einzahlangabe DL_{RI} bestimmt. Sofern die Einzahlangabe kleiner als die geforderte Bemessungsfestlegung der Lärmschutzwandmessung ist, wird zusätzlich noch eine Messung an dem Feld, das dem 5-Perzentil entspricht, durchgeführt. Anschließend wird eine Gesamtbewertung entsprechend dem Abnahmekriterium durchgeführt.

Abnahme-Kriterium

In der Gesamtbewertung der Lärmschutzwand wird der nach der jeweiligen Norm gemessene Wert DL_{XI} der Lärmschutzwand mit der Bemessungsfestlegung DL'_{XI} verglichen, wobei unter Berücksichtigung der erweiterten Messunsicherheit U das 95 %-Vertrauensniveau des Messwertes mindestens der Bemessungsfestlegung entsprechen muss. XI steht dabei für die jeweilige Messgröße RI bzw. SI, E oder SI, P. Das Abnahmekriterium lautet daher:

$$DL_{\mathrm{XI}} + U \geq DL'_{\mathrm{XI}}. \quad (2)$$

Als erweiterte Messunsicherheit wird die doppelte der jeweils in den Normen angegebenen mittleren Vergleichsstandardabweichung verwendet. Diese sind in Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1: Erweiterte Messunsicherheiten für die Schallreflexion (DL_{RI}) nach ÖNORM EN 1793-5 [2] sowie für die Luftschalldämmung am akustischen Element ($DL_{\mathrm{SI,E}}$) und am Steher ($DL_{\mathrm{SI,P}}$) nach ÖNORM EN 1793-6 [3].

	DL_{RI}	$DL_{\mathrm{SI,E}}$	$DL_{\mathrm{SI,P}}$
U	1,33 dB	2,08 dB	1,41 dB

Das Abnahmekriterium muss für die Luftschalldämmung sowohl am akustischen Element als auch am Steher erfüllt werden. Daher muss auch das Abnahmekriterium nicht an der (energetisch gemittelten) Gesamtangabe $DL_{\mathrm{SI,G}}$ überprüft werden.

Ist eine im Rahmen der Abnahmeprüfung durchgeführte Messung aufgrund der Abmessungen des Lärmschutzwandfeldes nicht über den vollständigen Frequenzbereich von 200 Hz bis 5 kHz gültig, so ist der ermittelte Wert nicht direkt mit der Bemessungsfestlegung vergleichbar. In diesem Fall werden die nicht messbaren Terzbänder mit den Terzbandwerten aus einem Prüfbericht zur Produktqualifizierung, der über den vollständigen Frequenzbereich gültig ist, aufgefüllt und daraus die Einzahlangabe ermittelt.

Zusammenfassung und Fazit

Das Prüfhandbuch gibt ein klares Regelwerk zur Überprüfung der Mindestanforderungen bzw. der Langzeitwirksamkeit einer Lärmschutzwand vor. Im Falle einer neu errichteten Lärmschutzwand gibt eine positiv absolvierte Abnahmeprüfung dem Straßenbetreiber die Möglichkeit für einen eindeutigen Abschluss der Baumaßnahme.

Anhand einer visuellen (Luftschalldämmung) bzw. akustischen (Schallreflexion) Vorprüfung werden die Positionen für eine Messung im Rahmen des Prüfhandbuchs ausgewählt. Häufig besteht dabei jedoch auch der Wunsch

des Auftraggebers Messungen nach Norm eher in der Nähe von Anrainern (bzw. Anrainerbeschwerden) durchzuführen. Dabei zeigte sich, dass im Rahmen des Prüfhandbuchs ausreichend Flexibilität gegeben ist, dass einerseits die Ergebnisse der Vorprüfung zu einer sinnvollen Auswahl der Lärmschutzwandfelder genutzt werden, andererseits der praktische Nutzen der durchgeführten Messungen maximiert wird.

Für kleine Baulose an Lärmschutzwänden (< 500 m Länge) kann eine Abnahmeprüfung typischerweise in einem Zeitraum von einem Tag durchgeführt werden, wobei dabei teilweise das Prüfhandbuch reduziert zur Anwendung kommt. Zwar wird die Überprüfung der Luftschalldämmung vollständig wie oben beschrieben durchgeführt, bei der Schallreflexion wird jedoch nur ein zufällig ausgewähltes Feld nach ÖNORM EN 1793-5 gemessen.

Sowohl in der reduzierten Form als auch in der vollständigen Anwendung zeigen sich bei den Abnahmeprüfungen deutliche Unterschiede sowohl in der Produkt- als auch in der Einbauqualität. Lärmschutzwandelemente, deren Werte knapp über der geforderten Bemessungsfestlegung liegen, können durch geringe Variation in der Einbauqualität oder Produktionsstreuung zu einem negativen Ergebnis führen. Vor allem in Bezug auf die Luftschalldämmung können schwere Einbaufehler eines sehr gut dämmenden Lärmschutzwandtyps jedoch auch ein Nichterreichen der Bemessungsfestlegung bedeuten. Hier zeigt sich die Stärke der Messmethoden der ÖNORM EN 1793-5 und ÖNORM EN 1793-6 im Vergleich zu den Hallraummethoden (ÖNORM EN 1793-1 und ÖNORM EN 1793-2), da die Einbausituation und somit die Wirksamkeit vor Ort bewertet wird.

Literatur

[1] Wehr, R., Fuchs, A., Conter, M., Hoislbauer, H., Strohmayer, G.: Prüfhandbuch zur akustischen Abnahmeprüfung von Lärmschutzwänden an Straßen und Autobahnen. Technisches Planungshandbuch der ASFINAG, 800.100.1601, Version 2.00, 27.1.2020.

[2] ÖNORM EN 1793-5: Lärmschutzvorrichtung an Straßen - Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften. Teil 5: Produktspezifische Merkmale - In-situ-Werte der Schallreflexion in gerichteten Schallfeldern. 15.10.2016.

[3] ÖNORM EN 1793-6: Lärmschutzvorrichtung an Straßen - Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften. Teil 5: Produktspezifische Merkmale - In-situ-Werte der Luftschalldämmung in gerichteten Schallfeldern. 01.12.2018.