

10. Konferenz

Verkehrslärm

5./7. Oktober 2001

**Erste Reflexionsmessungen
an Lärmschutzwänden *in situ*
nach Normvorlage prENV 1793-5**

Dipl.-Phys. Gerhard Mosdzianowski

KÖTTER Consulting Engineers, Rheine

Inhalt:

Zusammenfassung

1. Grundlagen
2. Meßverfahren
3. Meßwerte
4. Ergebnisse
5. Perspektiven

Erste Reflexionsmessungen an Lärmschutzwänden *in situ* nach Normvorlage prENV 1793-5

G. Mosdzianowski, KÖTTER Consulting Engineers, Rheine¹

Zusammenfassung.

Für Lärmschutzeinrichtungen an Straßen sind neue Euronormen in Arbeit und teilweise schon verabschiedet. Dazu gehört ein Normteil für Messungen *in situ*, der als Vornorm beschlossen wurde und voraussichtlich im ersten Quartal 2002 (auch in deutscher Fassung) veröffentlicht wird. Das dafür neu entwickelte Verfahren ADRIENNE ermöglicht die Prüfung der Luftschalldämmung und der –reflexion bzw. –absorption auch für solche Produkte, die nicht in bauakustischen Prüfräumen zu messen sind. Über erste Messungen der Reflexionseigenschaften *in situ* an ebenen und nicht ebenen kommerziellen Produkten nach den Vorgaben der kommenden Vornorm wird berichtet.

1. Grundlagen

Die Vermeidung von technisch bedingten Handelshemmnissen und Wettbewerbsverzerrungen auf dem europäischen Binnenmarkt erfordert auch für Lärmschutzeinrichtungen an Straßen eine Harmonisierung nationaler Vorschriften /1/, /2/. Vor diesem Hintergrund erarbeitete das Europäische Komitee für Normung (CEN) in seiner Arbeitsgruppe „Lärmschutzeinrichtungen“ eine entsprechende Produktnorm mit 3 Reihen von Prüfnormen, deren aktueller Stand aus **Darst. 1** hervorgeht.

Der Normteil EN 1793-5 (Produktspezifische Merkmale – *in-situ*-Werte der Schallabsorption und der Luftschalldämmung) hat hierbei eine zweifache Aufgabe zu erfüllen /3/:

- (1) Seit Beginn der Normungsarbeit zu den Lärmschutzeinrichtungen bestand die Vorgabe, auch *in situ* standardisierte Messungen zur Luftschalldämmung und Reflexionsdämpfung (bzw. Absorption) zu ermöglichen. Dabei geht es vor allem um die Kontrolle fertiger Produkte *einschließlich* der fachgerechten Montage.
- (2) Bei der Erarbeitung des Normteils EN 1793-1 für die Prüfung der Schallabsorption wurde deutlich, daß Produkte mit stärker strukturierten Oberflächen nicht wie die ebenen

¹ Der Autor ist seit Beginn der europäischen Harmonisierungsarbeiten zu Lärmschutzeinrichtungen an Straßen deutscher Delegierter in der entsprechenden Arbeitsgruppe im CEN und Mitglied im zugehörigen nationalen Spiegelausschuß des DIN.

Produkte nach dem Hallraumverfahren gemessen werden sollten, sondern eines angemesseneren Verfahrens bedürfen. So trat eine Regelungslücke für nicht im Hallraum meßbare Produkte zutage, die geschlossen werden mußte.

Aus diesen Gründen wurde im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsprojekts der Europäischen Kommission (/4/, /5/) unter dem Arbeitsnamen ADRIENNE ein neues Verfahren entwickelt, das in erster Linie den folgenden Anforderungen zu entsprechen hatte:

- Anwendbarkeit *in situ* (wie auch in Prüfräumen)
- Anwendbarkeit bei ebenen wie auch nicht ebenen Produkten
- Berücksichtigung straßenverkehrstypischer Beschallung

Auf der Grundlage dieses Verfahrens wurde im CEN der Normteil EN 1793-5 als Normvorlage /6/ erarbeitet und im Frühjahr dieses Jahres als Vornorm beschlossen. Es wird damit gerechnet, daß diese Vornorm in deutscher Fassung im 1. Quartal 2002 als DIN V ENV 1793-5 veröffentlicht wird und europaweit vergleichende Messungen an nicht ebenen wie ebenen Produkten ermöglicht.

Im folgenden wird über erste Messungen zur Reflexionsdämpfung (bzw. Absorption) nach der neuen Normvorlage bzw. der in Kürze veröffentlichten Vornorm berichtet.

2. Meßverfahren

Da die Vornorm mit der Verfahrensbeschreibung derzeit nur als unveröffentlichte englischsprachige Normvorlage /6/ existiert, werden zur Interpretation der in Abschnitt 3 vorgelegten Meßwerte im folgenden die Grundzüge des Verfahrens für Reflexionsmessungen zusammengefaßt /3/ und anschließend kurz beschrieben, s. **Darst. 2.**

Meßprinzip: • Impulsbeschallung nach MLS-Methode

- Verarbeitung des Empfangssignals im Zeitbereich unter Abtrennung von Direktimpuls und Störimpulsen (Subtraktionsmethode und Zeitfenster)
- Fouriertransformation zum Direktschall und zum Reflexionsschall
- Ermittlung der Kenngrößen für die Reflexion und deren Winkelabhängigkeit als „Reflexionsindex“ R_j für die einzelnen Terzbänder (j) bzw. als Einzahlwert DL_{Rj} in dB

Prüfobjekte: Mindestmaße 4 m Breite, 4 m Höhe

Untergrund und Meßumgebung: beliebig, da Störreflexionen durch Zeitfenster ausgeblendet

Fremdgeräusche: weitgehend unkritisch, da durch MLS-Verfahren auszumitteln.

Die *Impulsbeschallung* liefert zeitlich eng begrenzte Schallsignale und ermöglicht damit die zeitliche Trennung zwischen dem auf das Testobjekt auftreffenden Direktschall, dem vom Testobjekt bewirkten Reflexionsschall und dem hinzutretenden Störschall aufgrund von Beugungen oder Reflexionen an sonstigen Objekten.

Die *MLS-Methode* ermöglicht hohe Fremdgeräuschunterdrückung durch Impulswiederholung und Ausmittelung nicht korrelierter Schallanteile.

Die *Fouriertransformation* liefert die Schmalbandspektren zum Direkt- und Reflexionsschall, aus denen der Reflexionsindex R_{ij} in Terzbandbreite und der Einzahlwert DL_{RI} errechnet werden.

Die Meßanordnung ist in Darst. 2 schematisch wiedergegeben. Die Einheit aus Schallquelle (*Source*) und in festem Abstand dazu angeordnetem Mikrofon (*Mike*) befindet sich in fester Entfernung vor dem Testobjekt (*Barrier*). Durch Rotation dieser Einheit in Schritten von 10° im Bereich von -40° bis $+40^\circ$ werden die Reflexionsbeiträge für verschiedene Reflexionswinkel gemessen.

Das Verfahren schreibt vor, daß je nach Oberflächenstruktur bzw. Inhomogenität eines Prüfobjekts mehrere derartiger Rotationen in vertikaler und/oder horizontaler Richtung für charakteristische Bezugspositionen (z. B. vor hervorstehenden oder zurückspringenden Kanten, herausragenden oder zurückliegenden Flächen, geneigten oder gekrümmten Flanken) durchzuführen sind.

So ergeben sich für jede Meßanordnung und jeden Reflexionswinkel differenzierte Ergebnisse zu jedem Frequenzband, die zur Gewinnung des Einzahlwertes DL_{RI} zu mitteln und – entsprechend Normteil EN 1793-1 – mit dem standardisierten Verkehrslärmspektrum nach Normteil EN 1793-3 zu gewichten sind.

3. Meßwerte

Wenn auch erst nach der Veröffentlichung der Vornorm mit umfangreicheren Reflexionsmessungen nach diesem Verfahren an nicht ebenen und damit nicht im Hallraum zu prüfenden Lärmschutzeinrichtungen zu rechnen ist, so liegen doch schon jetzt erste Daten zu (ebenen und nicht ebenen) Produkten des europäischen Marktes vor, die hier wiedergegeben werden. Sie entstammen den folgenden Quellen:

- (1) Forschungs- und Entwicklungsprojekt ADRIENNE /4/
- (2) Meßkampagne der Universität Bologna (Dipartimento di Ingegneria Energetica, Nucleare e del Controllo Ambiente – DIENCA) im Auftrag der Eisenbahngesellschaft *Italferr* für das italienische Hochgeschwindigkeitsschienennetz /7/, /8/
- (3) Untersuchungen an Pflanzwandsystemen in Deutschland, im Vorgriff auf die kommende Vornorm, unveröffentlicht, s. **Darst. 3**.

In **Darst. 4** sind die Ergebnisse DL_{RI} nach ADRIENNE-Verfahren zu EN 1793-5 und, soweit verfügbar, die Ergebnisse DL_a nach Hallraum-Verfahren zu EN 1793-1, jeweils A-bewertet in dB, zusammengestellt. Da in diversen Fällen (bei beschränkten Probenabmessungen) erst ab einer unteren Grenzfrequenz von 250 Hz verwertbare Ergebnisse vorliegen, wurden für diese Vergleiche grundsätzlich die unteren Frequenzkomponenten – die für Unterschiede zwischen ebenen und nicht-ebenen Produkten nachrangig sind – außer Betracht gelassen.

4. Ergebnisse

Qualitative und quantitative Aussagen und Folgerungen für die einzelnen Produkte sollen in diesem Kontext nicht gezogen werden.

Aber bereits mit diesen ersten Ergebnissen wird deutlich:

- Aufgrund der Unterschiede zwischen ADRIENNE- und Hallraumverfahren (Schallsignale, Beschallungsrichtungen, Schallfeldabtastungen und –mittelungen) resultieren jeweils unterschiedliche Kennwerte DL_{RI} und DL_a , die naturgemäß nicht auf physikalisch-mathematischem Weg ineinander umgerechnet werden können. Es ist davon auszugehen, daß die ADRIENNE-Ergebnisse den tatsächlichen Einsatzbedingungen der Lärmschutzeinrichtungen an Straßen am ehesten gerecht werden.
- Die Reflexionsminderungen werden beim Hallraumverfahren im Vergleich zum ADRIENNE-Verfahren tendenziell *überschätzt*. Die hier wiedergegebenen ADRIENNE-Werte liegen je nach Produktausführung bis zu 15 dB niedriger als die entsprechenden Hallraumwerte.

5. Perspektiven

Die bisherigen Untersuchungen bestätigten die grundsätzliche Eignung des Verfahrens ADRIENNE für die Prüfung beliebiger Ausführungen von Lärmschutzeinrichtungen mit unterschiedlichen Oberflächenstrukturen und Impedanzen, vgl. /8/. Auf dieser Basis wurde die neue europäische Vornorm ENV 1793-5 zur Veröffentlichung in den verschiedenen Sprachfassungen beschlossen. Mit der deutschen Fassung wird zum 1. Quartal 2002 gerechnet. Die weitere zeitliche und sachliche Entwicklung lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt nicht im Detail absehen und beschreiben. Jedenfalls ist damit zu rechnen, daß auf der Basis des Verfahrens ADRIENNE mit der Vornorm europaweit umfangreiche Messungen zu den verschiedenen nicht im Hallraum prüfbaaren Produkten des europäischen Marktes erfolgen werden. Es ist zu erwarten, daß auf diesem Wege wie auch über weitergehende Forschungs- und Entwicklungsprojekte in der Europäischen Union umfangreiches Datenmaterial gewonnen wird, um von der Vornorm zur endgültigen Norm zu gelangen.

Literatur

- /1/ Mosdzianowski, G. *Neue Entwicklungen bei Vorschriften und Normen zu Lärmschutzeinrichtungen an Straßen.*
Straße + Autobahn 11 (1999), S. 596 – 600.
- /2/ Mosdzianowski, G. *Lärmschutzeinrichtungen – Europäische Standards zum Abbau von Wettbewerbsverzerrungen.*
Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (2001), S. 15 – 18.
- /3/ Mosdzianowski, G. *Zur geplanten Europeanorm EN 1793-5 – Neue Prüfverfahren für Lärmschutzwände an Straßen.*
KÖTTER Consulting Engineers, Rheine.
2. Workshop Immissionsschutz, 15./16. März 2000, Tagungsband, S. 137 – 148.
- /4/ *Test Methods For The Acoustic Performance Of Road Traffic Noise Reducing Devices.*
SMT Project MAT1-CT94049 ‚ADRIENNE‘ 1-95/12-97 Final Report.
European Commission, DG XII, Science – Research – Development
1st Edition, February 1998.
- /5/ Anfosso-Lédée, F., Garai, M., Clairbois, J.-P. *ADRIENNE. Une méthode européenne pour la qualification sur site des écrans antibruit.*
Bulletin des laboratoires des Ponts et Chaussées – 225 – mars-avril 2000
Réf. 4303 – pp. 89 - 104.
- /6/ Draft European Standard pr ENV 1793-5. Working Draft – Version 5.1. 27/11/2000.
English Version.
Road traffic noise reducing devices – Test method for determining the acoustic performance - Part 5: Intrinsic characteristics – In situ values of sound reflection and airborne sound insulation.
CEN – Comité Européen de Normalisation.
- /7/ *Noise barriers. Italferr Campaign (1999).*
<http://acustica.ing.unibo.it/Researches/barriers/italferr1999.html>
(Kurzdarstellung zur Meßkampagne der Universität Bologna für die italienische Eisenbahngesellschaft Italferr)
- /8/ Garai, M., Guidorzi, P. *Experimental verification of the European methodology for testing noise barriers in situ: sound reflection.*
29th international congress on noise control engineering, InterNoise 2000,
27-30 August 2000, Nice, France, conference 1-477.

PRODUKTNORM:

EN Lärmschutzeinrichtungen an Straßen – Spezifizierungen

(als Entwurf dem Technischen Komitee zugeleitet, noch ohne Norm-Nummer)

PRÜFNORMEN:

EN 1793 Lärmschutzeinrichtungen an Straßen -

Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften

Teil 1: Produktspezifische Merkmale der Schallabsorption *(ratifiziert)*

Teil 2: Produktspezifische Merkmale der Luftschalldämmung *(ratifiziert)*

Teil 3: Standardisiertes Verkehrslärmspektrum *(ratifiziert)*

Teil 4: Produktspezifische Merkmale – *in-situ*-Werte zur Schallbeugung
(in Arbeit)

Teil 5: Produktspezifische Merkmale – *in-situ*-Werte der Schallabsorption und
der Luftschalldämmung
(als Vornorm zur Veröffentlichung beschlossen)

**EN 1794 Lärmschutzeinrichtungen an Straßen -
nichtakustische Eigenschaften**

Teil 1: Mechanische Eigenschaften und Anforderungen an die Standsicherheit
(ratifiziert)

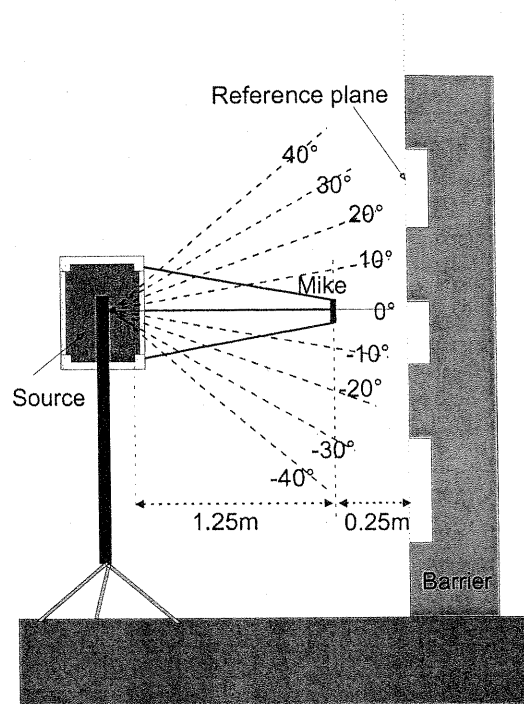
Teil 2: Allgemeine Sicherheits- und Umwelanforderungen *(ratifiziert)*

**EN Lärmschutzeinrichtungen an Straßen -
Verfahren zur Bewertung der Langzeitwirkung**

Teil 1: Akustische Eigenschaften
(in Arbeit, noch ohne Norm-Nummer)

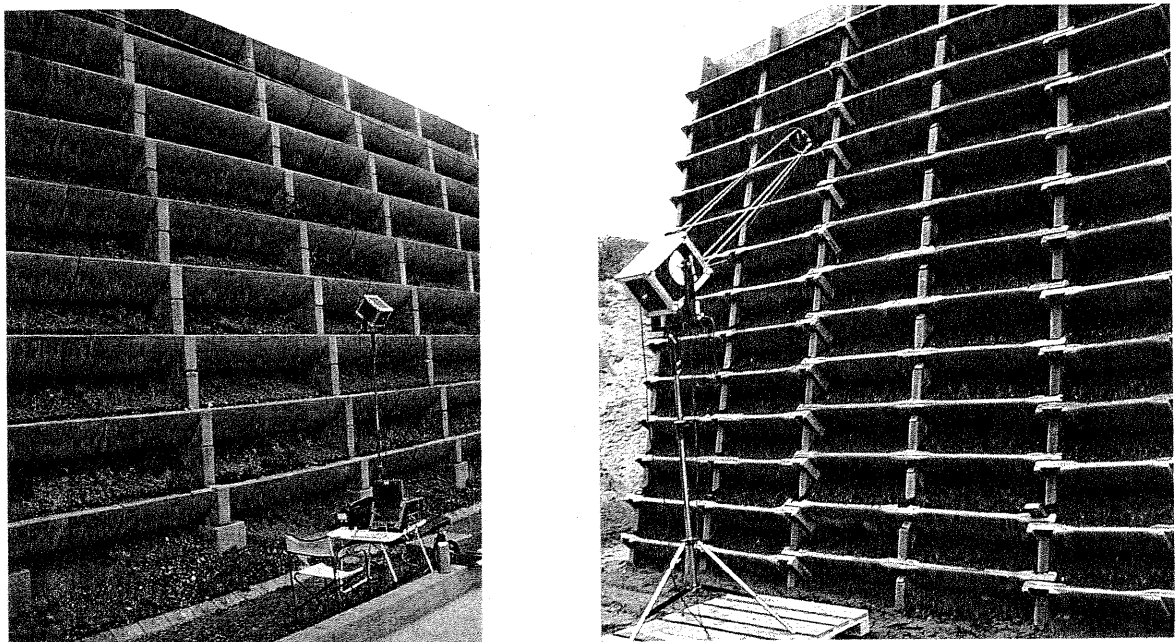
Teil 2: Nichtakustische Eigenschaften
*(als Entwurf dem Technischen Komitee zugeleitet,
noch ohne Norm-Nummer)*

**Darst. 1. Aktuelle Übersicht über die neuen europäischen Normen
zu Lärmschutzeinrichtungen an Straßen
(Produktnorm und Prüfnormen)**



Darst. 2: Schema der Meßanordnung für Messungen zur Reflexion

(Anmerkung: Gegenüber dieser ursprünglichen Anordnung aus dem Projekt ADRIENNE /4/ wurde in der Vornorm die Bezugsebene (reference plane) durch einen Bezugskreis (reference circle) um den Drehpunkt der Lautsprecher-Mikrofon-Einheit mit gleichem Mikrofon-Mindestabstand von 0,25 m zum Prüfobjekt ersetzt)



Darst. 3: Ansicht der Pflanzwälle mit steiniger, lehmiger Erde (links) und mit mulchbedeckter Erde (rechts), jeweils unbepflanzt.

| Produkt | Quelle | DL _{RI} | DL _a | DL _a - DL _{RI} | Produktmerkmale |
|---------|--------|------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 1 | 1 | 6 | - | - | Mineralwolle mit Lochblech-Abdeckung, ohne Struktur |
| 2 | 1 | 6 | - | - | Holzbeton mit Rippenstruktur |
| 3 | 1 | 5 | - | - | Versuchsobjekt mit Sägezahnstruktur, jeweils eine Flanke reflektierend, eine Flanke absorbierend |
| 4 | 1 | 12 | - | - | Wie Produkt 3, doch jeweils beide Flanken absorbierend |
| 5 | 2 | 6 | 10 | 4 | Absorbierender Leichtbeton mit Oberflächenstruktur |
| 6 | 2 | 4 | 7 | 3 | dto. |
| 7 | 2 | 4 | 12 | 8 | dto. |
| 8 | 2 | 2 | 5 | 3 | dto. |
| 9 | 2 | 0 | 1 | 1 | dto. |
| 10 | 2 | 3 | 6 | 3 | Hohlblocksteine als Hohlraumresonatoren |
| 11 | 2 | 5 | 20 | 15 | Steinwolle mit Lochblech-Abdeckung, ohne Struktur |
| 12 | 2 | 5 | 20 | 15 | dto. |
| 13 | 2 | 0 | 0 | 0 | dto. |
| 14 | 2 | 4 | 9 | 5 | dto. |
| 15 | 2 | 6 | 20 | 14 | dto. |
| 16 | 2 | 5 | 20 | 15 | dto. |
| 17 | 2 | 5 | 20 | 15 | dto., doch Oberflächenstruktur gekrümmt |
| 18 | 2 | 4 | 9 | 5 | Glaswolle mit Lochblech-Abdeckung, ohne Struktur |
| 19 | 2 | 0 | 0 | 0 | Acrylglas |
| 20 | 2 | 3 | 4 | 1 | Untere Wandhälfte wie Produkte 11 – 17, obere Wandhälfte wie Produkt 19 |
| 21 | 2 | 4 | 8 | 4 | Steinwolle und Faserbeton mit Holzabdeckung |
| 22 | 3 | 6 | - | - | Pflanzwall mit steiniger, lehmiger Erde, unbepflanzt |
| 23 | 3 | 8 | - | - | Pflanzwand mit mulchbedeckter Erde, unbepflanzt |
| 24 | 3 | 9 | 12 | 3 | Pflanzwall mit mulchbedeckter Erde, unbepflanzt |
| 25 | 3 | 9 | - | - | Untere Hälfte Pflanzwand, obere Hälfte Pflanzwall, jeweils mit mulchbedeckter Erde, unbepflanzt |
| 26 | 3 | 9 | - | - | Stufenförmig zurückspringende Pflanzwand mit mulchbedeckter Erde, unbepflanzt |

Darst. 4: Gemessene Kennwerte zur Reflexion bzw. Absorption nach ADRIENNE-Verfahren (DL_{RI}) und nach Hallraum-Verfahren (DL_a) für verschiedene Produkte
Frequenzbereich jeweils einheitlich von 250 Hz bis 5 kHz