

**2. WORKSHOP IMMISSIONSSCHUTZ**

**15. / 16. März 2000**

**Vortrag 11**

**Zur geplanten Europeanorm EN 1793-5**

**Neue Prüfverfahren für  
Lärmschutzwände an Straßen**

**Dipl.-Phys. Gerhard Mosdzianowski**

**KÖTTER Consulting Engineers**

**Rheine**

## **Inhalt:**

1. Hintergründe
  
2. Die neuen Prüfverfahren zur geplanten EN 1793-5
  - 2.1. Allgemeine Merkmale
  - 2.2. Prüfungen zur Schallabsorption
  - 2.3. Prüfungen zur Luftschalldämmung
  
3. Ausblick

## Zur geplanten Europanorm EN 1793-5

### - neue Prüfverfahren für Lärmschutzwände an Straßen

Dipl.-Phys. Gerhard Mosdzianowski, KÖTTER Consulting Engineers, Rheine

#### 1. Hintergründe

Seit einigen Jahren wurden und werden für die Prüfung der akustischen Eigenschaften von Lärmschutzwänden an Straßen neue Europäische Normen erarbeitet /1/. Diesen EN-Normen kommt in Deutschland der Status von DIN-Normen zu /2/.

Dazu ist folgendes festzustellen:

- Der bereits verabschiedete Norm-Teil EN 1793-1 für die Prüfung der Schallabsorption beschränkt sich in seinem Anwendungsbereich ausdrücklich auf *ebene* Lärmschutzwände und *ebene* Bekleidungen für Stützmauern oder Tunnel, die nach dem vorgeschriebenen Hallraumverfahren in geeigneter Weise gemessen werden können. Ausgeklammert von dieser Prüfvorschrift – aber damit auch von der Vermarktbarkeit als Produkte, die als absorbierende Lärmschutzeinrichtungen an Straßen gelten dürfen und der entsprechenden Produktnorm gerecht werden – sind also alle Produkte mit ausgeprägten Oberflächenstrukturen sowie grundsätzlich alle Produkte, die nicht in Hallräumen gemessen werden können.
- Grundsätzlich ist es nicht zweckentsprechend, daß das zur Absorptionsprüfung vorgeschriebene Hallraumverfahren, wie es aus dem Bereich der Bauakustik für *diffuse* Schallfelder im Innern von Räumen übernommen wurde, nun für Produkte zur Anwendung im Freien bei *gerichteten* Schallfeldern eingesetzt wird. Insbesondere lassen sich mit diesem Diffusfeld-Verfahren nicht die Winkelabhängigkeiten der Reflexionsdämpfungen von Wänden oder Bekleidungen bestimmen und damit auch nicht, wie es angebracht wäre, anwendungsoptimierte Neuentwicklungen durch entsprechend günstige Kennwerte honorieren.
- Schließlich obliegt der europäischen Normenarbeitsgruppe (CEN / TC 226 WG 6) noch die Aufgabe, einen weiteren Norm-Teil EN 1793-5 für die Prüfung *in situ* von Lärmschutzeinrichtungen hinsichtlich ihrer Schallabsorption wie auch ihrer Luftschalldämmung zu erarbeiten. Dieser Norm-Teil ist besonders wichtig für:

- Prüfungen von Produkten, die nicht in Hallräumen gemessen werden können (siehe oben)
- Kontrollen fertiger Produkte *einschließlich* der Montagearbeiten (wie es z. B. im Nachbarstaat Frankreich vorgeschrieben ist und derzeit dort noch durch ein eigenes nationales Verfahren sichergestellt wird)
- mögliche Überwachungen des Alterungsverhaltens installierter Produkte.

## 2. Die neuen Prüfverfahren zur geplanten EN 1793-5

Zur Lösung der aufgeführten Probleme initiierte die europäische Normenarbeitsgruppe im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsprojekts der Europäischen Kommission (Generaldirektion XII – Wissenschaft, Forschung, Entwicklung) die Erarbeitung neuer Meßmethoden für die Schallabsorption und Luftschalldämmung mit den drei wesentlichen Zielen:

- (1) Anwendbarkeit auf ebene wie auch nicht-ebene Produkte
- (2) Berücksichtigung straßenverkehrstypischer Beschallung
- (3) Anwendbarkeit *in situ*.

Das so entstandene Verfahren mit dem Arbeitsnamen „Adrienne“ für Messungen der Schallabsorption wie auch der Luftschalldämmung ist im Anhang A zum Abschlußbericht des Projekt /3/ detailliert beschrieben und als Grundlage für den geplanten Norm-Teil EN 1793-5 vorgesehen. Es erfuhr in einem beschränkten Ringversuch der verschiedenen Projektpartner an verschiedenen marktüblichen wie auch eigens konstruierten Produkten eine erste zufriedenstellende Erprobung und wird derzeit schon im Vorfeld des geplanten Norm-Teils in verschiedenen europäischen Staaten testweise angewandt. Die Prinzipien dieses Verfahrens dienen auch schon als Grundlage für die geplante internationale Norm ISO 13472-1 zur Messung der Schallabsorptionseigenschaften von Fahrbahnoberflächen *in situ* (Entwurfssfassung vom 19.8.1999).

## 2. 1. Allgemeine Merkmale

Das Verfahren „Adrienne“ für die Prüfung der Reflexion bzw. Absorption und der Luftschalldämmung von Lärmschutzeinrichtungen an Straßen läßt sich durch folgende Merkmale beschreiben:

- Meßprinzip:
- Impulsbeschallung nach MLS-Methode
  - Verarbeitung des Empfangssignals im Zeitbereich unter Abtrennung von Direktimpuls und Störimpulsen (Subtraktionsmethode und Zeitfenster)
  - Fouriertransformationen zum Direktschall und zum Reflexionsschall (für Absorptionsmessungen) bzw. zum Transmissionsschall (für Messungen der Luftschalldämmung)
  - Ermittlung der Kenngröße für die Reflexion (Absorption) und deren Winkelabhängigkeit bzw. für die Luftschalldämmung und deren Ortsabhängigkeit (Elementmitte oder Pfostenbereich) in einzelnen Terzbändern

Prüfobjekte: Mindestmaße 4 m Länge, 4 m Höhe

Untergrund und

Meßumgebung: beliebig (da Störreflexionen durch Zeitfenster ausgeblendet)

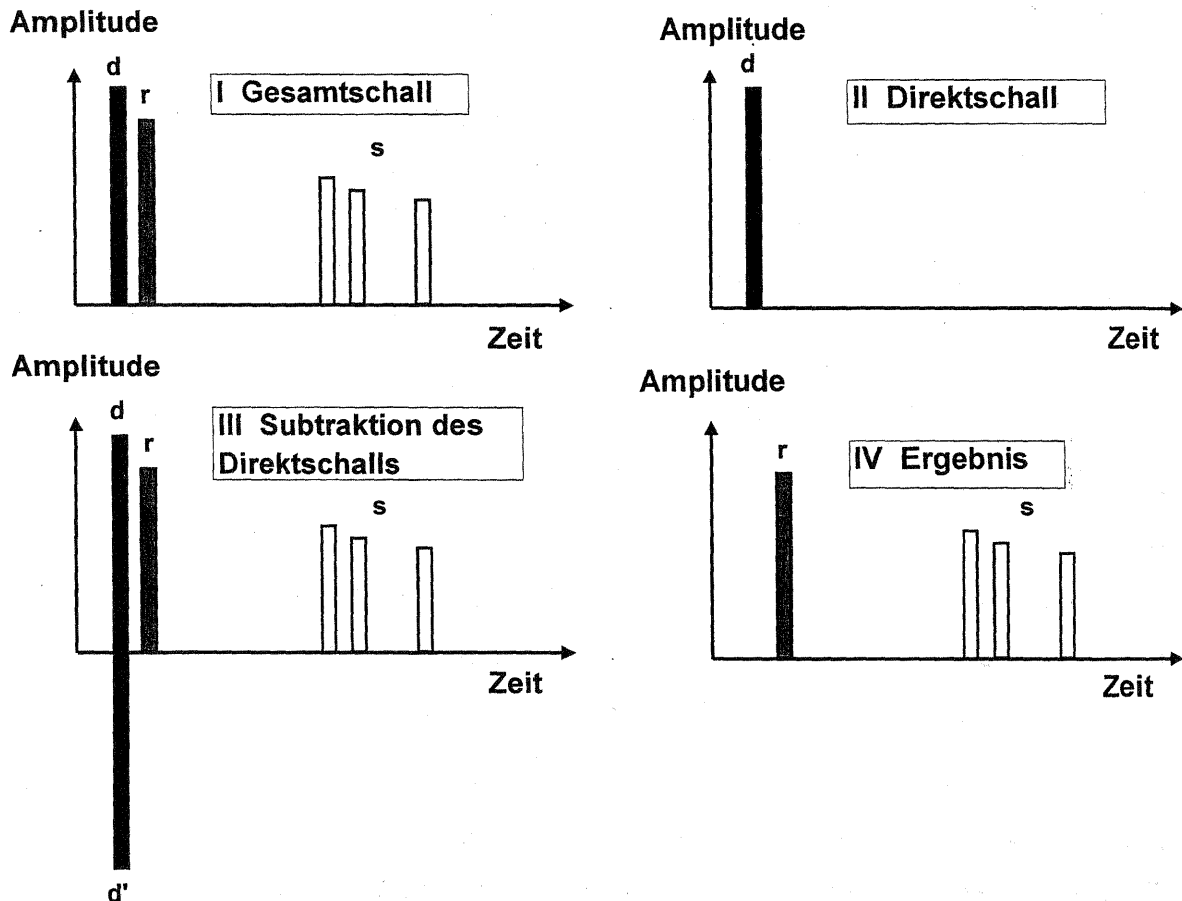
Fremdgeräusche: weitgehend unkritisch, da durch MLS-Verfahren auszumitteln.

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

Das *MLS-Verfahren* ermöglicht hohe Fremdgeräuschunterdrückungen durch Impulswiederholungen und Ausmittelungen nicht korrelierter Schallanteile.

Die zeitliche Trennung der verschiedenen Schallanteile wird in **Bild 1** für die Messungen zur Absorption bzw. Reflexion veranschaulicht: Das gesamte Empfangssignal besteht aus dem am frühesten eintreffenden Direktimpuls (d), dem danach einfallenden Reflexionsimpuls (r), der vom Testobjekt herrührt, und den schließlich hinzukommenden Störimpulsen (s), die auf Beugungen oder Reflexionen an sonstigen Objekten in der Umgebung (z. B. Boden) zurückzuführen sind. Die Ausblendung des Direktschalls erfolgt nicht durch ein Zeitfenster, sondern durch Subtraktion des separat gemessenen

Direktsignals, das bzgl. Form, Amplitude und Laufzeit genau bekannt sein muß. Dieser Kunstgriff über die Subtraktionsmethode erlaubt es, den Reflexionsimpuls sehr dicht hinter den Direktimpuls zu legen, um zur Isolierung des Reflexionssignals ein möglichst großes Zeitfenster – und damit schließlich eine möglichst niedrige untere Grenzfrequenz - zu erhalten. Das Zeitfenster zum Verfahren "Adrienne" ist bezüglich Form und zeitlicher Positionierung genau spezifiziert, um zu optimalen, repräsentativen Ergebnissen zu gelangen.



**Bild 1:** Schematische Darstellung zur zeitlichen Trennung von Direkt-, Reflexions- und Störschall bei Messungen zur Schallabsorption

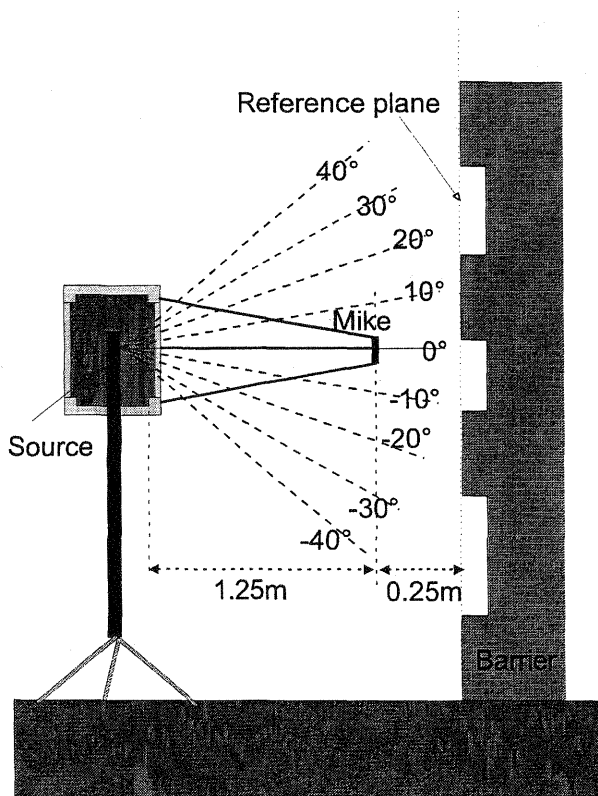
- (I) Gesamtes Empfangssignal mit Direktschall (d), Reflexionsschall (r) und Störschall (s)
- (II) Alleiniger Direktschall (d)
- (III) Subtraktion (Kompensation) des Direktschalls im Gesamtschall
- (IV) Ergebnis: verbleibende Beiträge von Reflexionsschall (r) und Störschall (s), mittels Zeitfenster trennbar

Die *Fouriertransformationen* liefern die Schmalbandspektren zum Direkt- und Reflexionsschall, aus denen schließlich der Reflexionsfaktor in Terzbandbreite zu errechnen ist.

Die *Kenngößen* zur Reflexion bzw. Absorption und zur Luftschalldämmung sind in den Abschnitten 2.2 und 2.3 näher beschrieben.

## 2. 2. Prüfungen zur Schallabsorption

Die Meßanordnung hierfür ist in **Bild 2** schematisch dargestellt. Die Einheit aus Schallquelle (*Source*) und in festem Abstand dazu angeordnetem Mikrofon (*Mike*) befindet sich in fester Entfernung vor der Bezugsebene (*Reference plane*) des Testobjekts (*Barrier*). Durch Schwenkung dieser Einheit in Schritten von  $10^\circ$  im Bereich von  $-40^\circ$  bis  $+40^\circ$  werden die Reflexionsbeiträge für verschiedene Reflexionswinkel gemessen.



**Bild 2:** Schema zur Meßanordnung für Messungen zur Reflexion bzw. Absorption

Das Verfahren sieht vor

(1) für Oberflächen, die eben und homogen sind:

1 Schwenk mit 9 Winkeln, vorzugsweise in vertikaler Richtung  
(insgesamt 9 Einzelergebnisse).

(2) für Oberflächen, die in einer Richtung nicht-eben oder nicht-homogen sind:

1 Schwenk mit 9 Winkeln in Richtung der Struktur bzw. Inhomogenität.

Dies ist gleichermaßen durchzuführen vor jedem relevanten Strukturelement wie z.B. hervorstehende oder zurückspringende Kante, herausragende oder zurückliegende Fläche, geneigte oder gekrümmte Flanke.

(insgesamt je nach Anzahl typischer Strukturelemente bis zu 27 Einzelergebnisse)

(3) für Oberflächen, die in zwei Richtungen nicht-eben oder nicht-homogen sind:

Je 1 Schwenk mit 9 Winkeln in Richtung jeder Struktur bzw. Inhomogenität. Dies ist gleichermaßen durchzuführen vor jedem relevanten Strukturelement (insgesamt je nach Anzahl typischer Strukturelemente bis zu 81 Einzelergebnisse)

So resultieren differenzierte Ergebnisse für jede Meßordnung, jeden Reflexionswinkel und jedes Frequenzband, und zwar jeweils als Verhältnis von reflektierter zu eintreffender Schallenergie. Nach Mittelungen über die Einzelergebnisse für verschiedene Meßanordnungen und Reflexionswinkel ergibt sich eine Kenngröße für den Reflexionsgrad in Abhängigkeit der Frequenz.

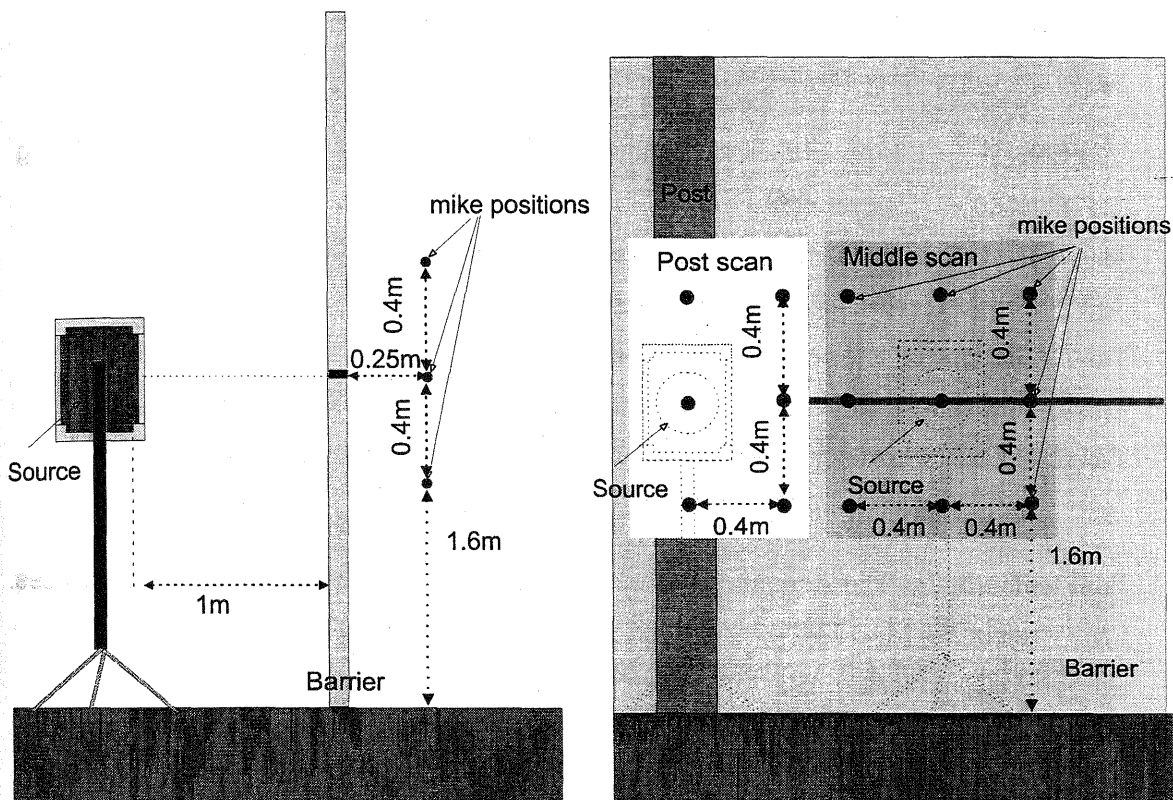
### 2. 3. Prüfungen zur Luftschalldämmung

Die Meßanordnung hierfür ist in **Bild 3** schematisch dargestellt. Die Schallquelle (*Source*) befindet sich in festem Abstand vor dem Testobjekt (*Barrier*). Hinter dem Testobjekt sind auf der Flächennormalen im festen Abstand von 25 cm insgesamt 9 Mikrofonpositionen (*mike positions*) auf einem Meßpunktgitter von 3 x 3 Punkten in jeweils 40 cm horizontalem und vertikalem Abstand angeordnet.

So erhält man - separat für den Bereich eines Pfostens (*Post scan*) und den Bereich der Elementmitte (*Middle scan*) - in jedem Frequenzband jeweils einen mittleren Wert für die durch das Testobjekt hindurchtretende Schallenergie.



Damit wird die Luftschalldämmung durch eine Kenngröße für den Transmissionsgrad in Abhängigkeit der Frequenz beschrieben und jeweils separat für den Bereich eines Pfostens und den Bereich der Elementmitte ausgewiesen.



**Bild 3:** Schema zur Meßanordnung für Messungen zur Luftschalldämmung

### 3. Ausblick

Die neuen Prüfverfahren sollen nach Einschätzung der Normenarbeitsgruppe in wenigen Jahren Normreife erlangen und die Grundlage des Norm-Teils EN 1793-5 bilden.

## Literaturverzeichnis

- /1/ Mosdzianowski: Neue Entwicklungen bei Vorschriften und Normen für Lärmschutzeinrichtungen an Straßen.  
Workshop Immissionsschutz, 24./25. Februar 1999, Tagungsband, S. 163 – 173.  
KÖTTER Consulting Engineers, Rheine
- /2/ DIN EN 1793 – Lärmschutzeinrichtungen an Straßen – Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften -  
Teil 1: Produktspezifische Merkmale der Schallabsorption. November 1997  
Teil 2: Produktspezifische Merkmale der Luftschalldämmung. November 1997  
Teil 3: Standardisiertes Verkehrslärmspektrum. November 1997  
Teil 4: Anwendungsorientierte Merkmale – in-situ-Wirksamkeit. (In Arbeit)  
Teil 5: Produktspezifische Merkmale - in-situ-Werte der Schallabsorption und der Luftschalldämmung. (In Arbeit)
- /3/ 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