

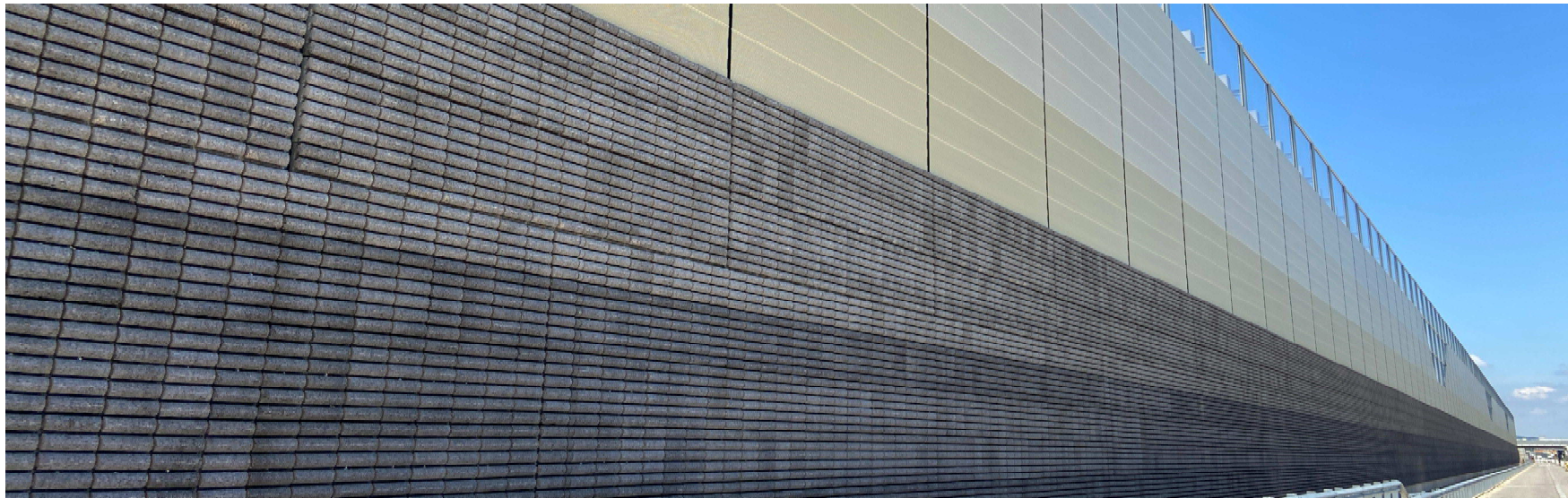


In-situ Messung der akustischen Eigenschaften von Lärmschutzwänden

Fachtagung ÖAL & ÖGA, 12.10.2022

Andreas Fuchs





Erfüllt diese Lärmschutzwand die Anforderungen?





INHALT

Einführung

In-Situ Messung der Luftschalldämmung

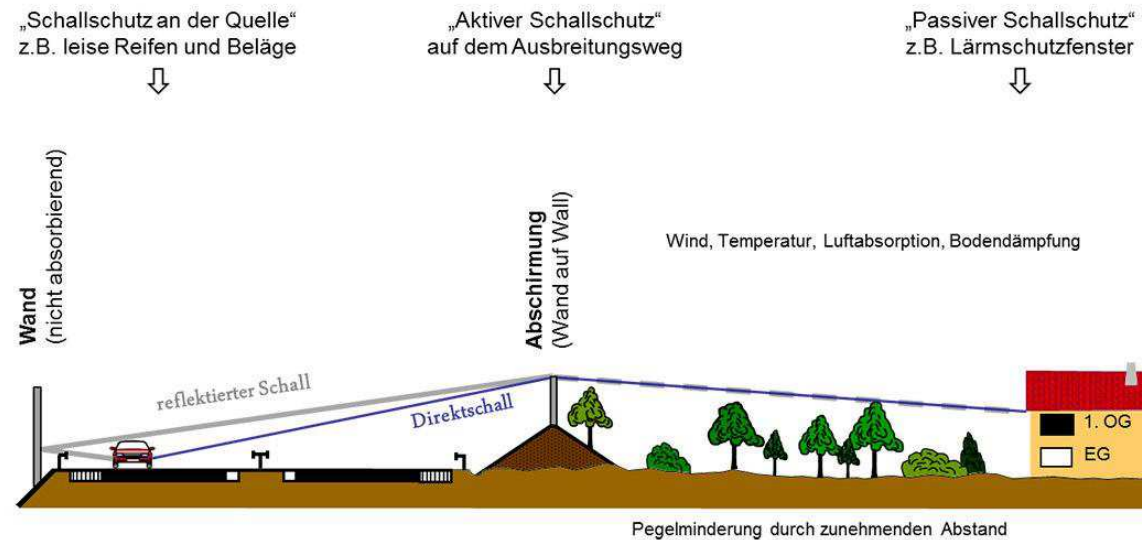
In-Situ Messung der Schallreflexion

Prüfhandbuch Abnahmeprüfung ASFINAG



MAßNAHMEN GEGEN VERKEHRSLÄRM

Pegelbeeinflussende Faktoren bei der Schallausbreitung



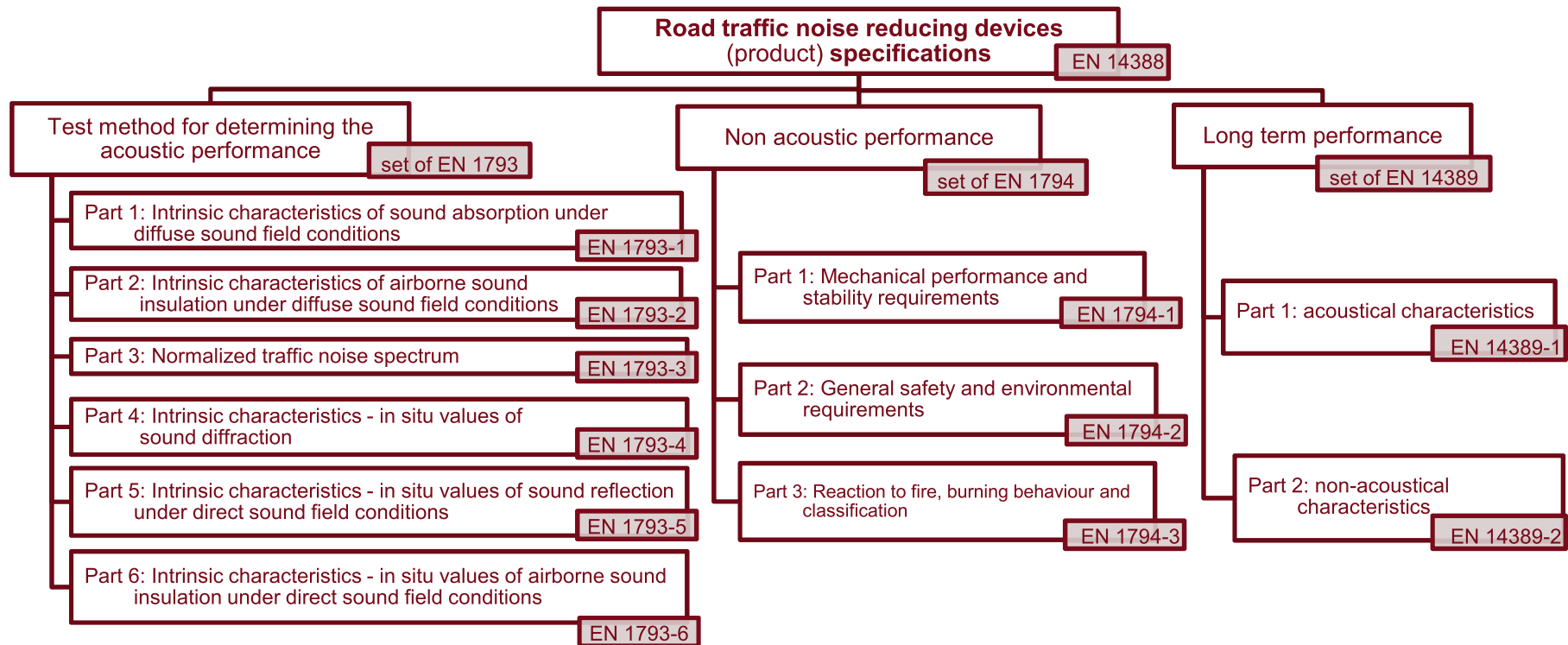
Quelle: itu.bayern.de

Einfügedämpfung



Produktspezifische
Eigenschaften

NORMENÜBERSICHT



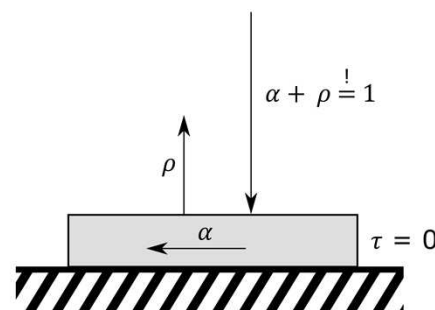
PRÜFMETHODEN NACH EN 1793

| | Teil 1 | Teil 2 | Teil 4 | Teil 5 | Teil 6 |
|------------|------------|----------|--------------|--------------|--------------|
| Messgröße | Absorption | Dämmung | Beugung | Reflexion | Dämmung |
| Umgebung | hallig | hallig | nicht hallig | nicht hallig | nicht hallig |
| Schallfeld | diffus | diffus | gerichtet | gerichtet | gerichtet |
| Prüfort | Hallraum | Hallraum | In-situ | In-situ | In-situ |
| Aufbau | Labor | Labor | regulär | regulär | regulär |

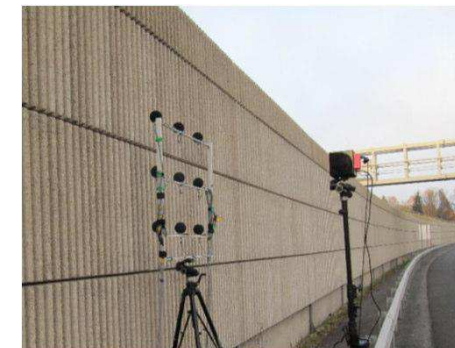
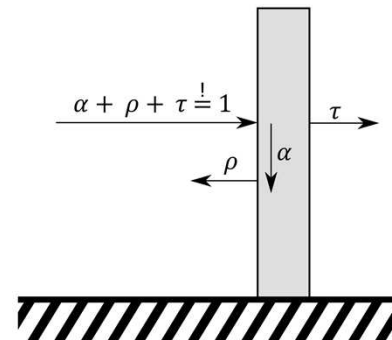


17.10.2022

EN 1793-1



EN 1793-2,5,6

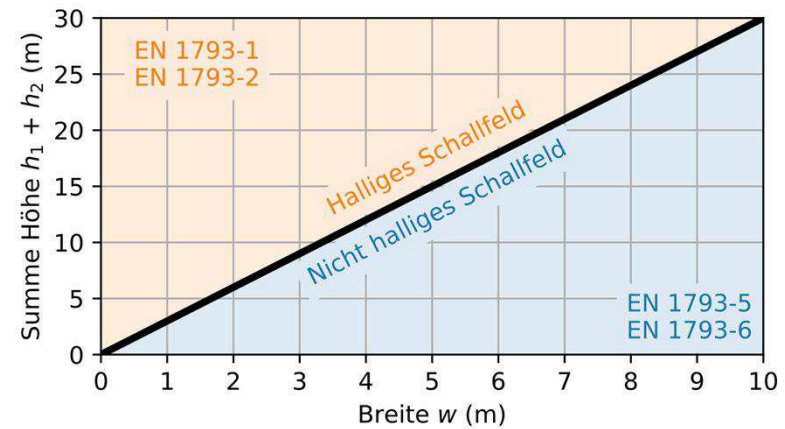
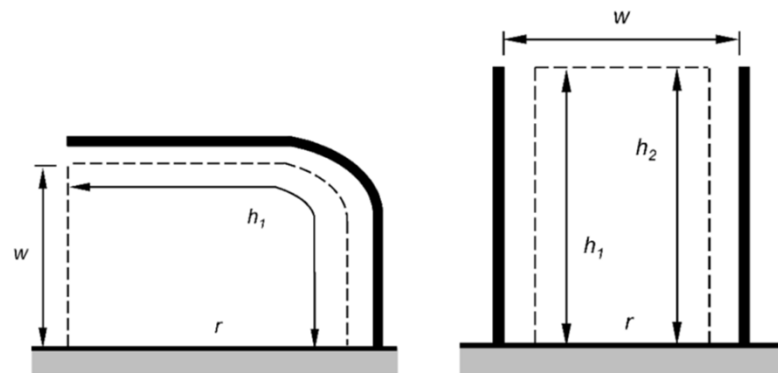


6

ANWENDUNGSBEREICH NACH EN 1793

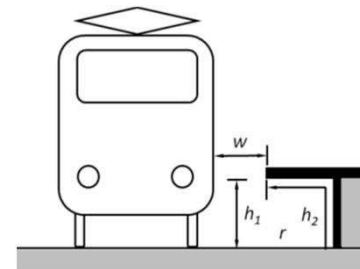
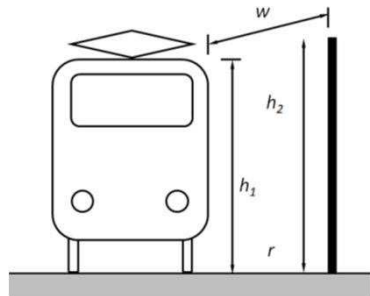
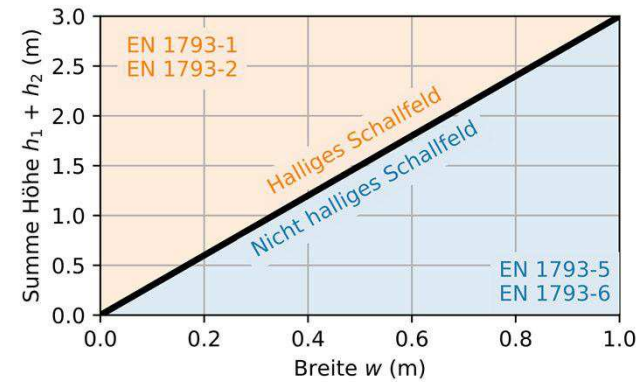
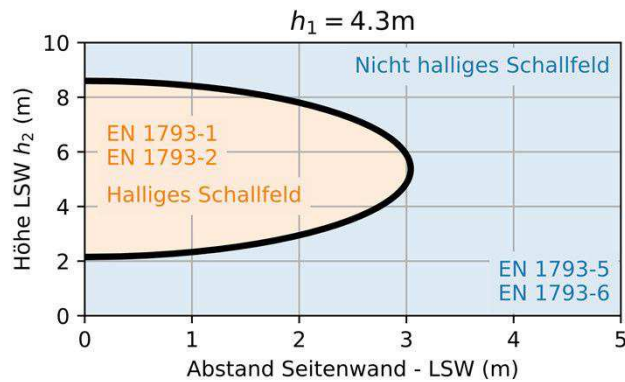
Bedingung für halliges Schallfeld:

$$\frac{w}{w + h_1 + h_2} \leq 0.25$$



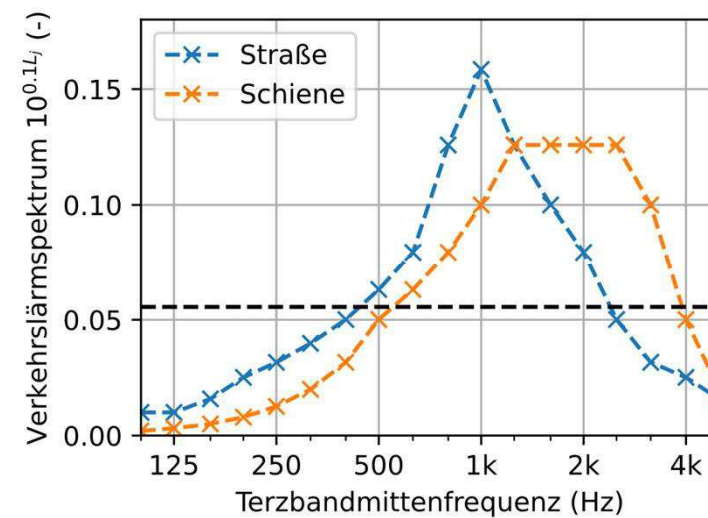
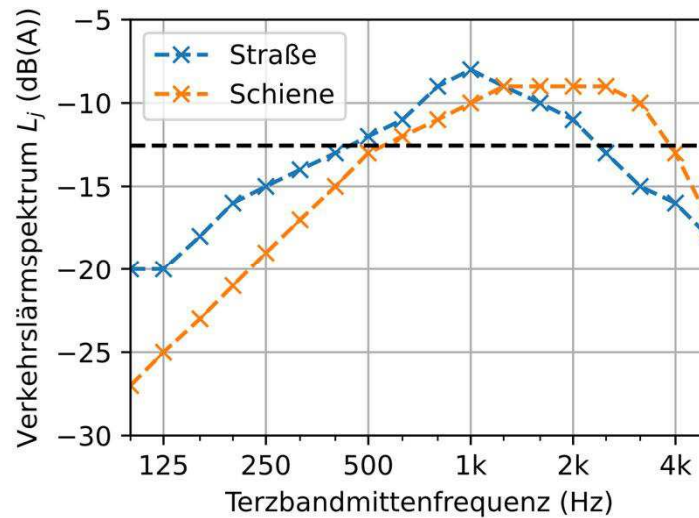
SCHIENENVERKEHR

- Keine Bauprodukttrichtlinie, aber EN 16272 Reihe sehr ähnlich zur Reihe EN 1793



BEWERTUNGSSPEKTREN

- Berechnung Einzahlangaben mittels Verkehrslärmspektrum
- Straße: EN 1793-3
- Schiene: EN 16272-3-1 & EN 16272-3-2 (identisch)





INHALT

Einführung

In-Situ Messung der Luftschalldämmung

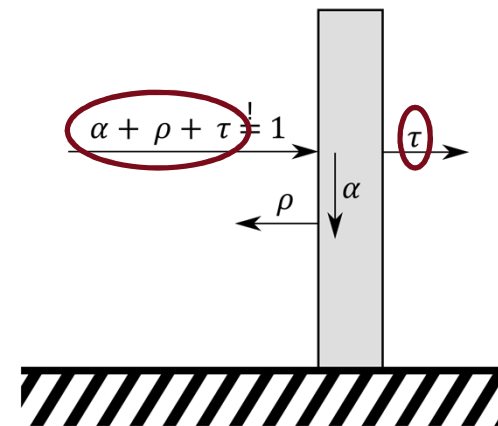
In-Situ Messung der Schallreflexion

Prüfhandbuch Abnahmeprüfung ASFINAG



LUFTSCHALLDÄMMUNG – ÖNORM EN 1793-6

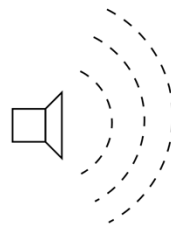
- Verhältnis der eintreffenden zur transmittierten Schallenergie: $\frac{\tau}{\alpha + \rho + \tau}$
- Berechnung der Energie aus Impulsantworten zwischen
 - Lautsprecher
 - 1,25 m vor LSW
 - 9 Mikrofonen
 - 40 cm x 40 cm Raster
 - 0,25 m hinter der LSW
- Messung unter Verkehrslärm möglich
- Oberes Limit: Signal-Rausch-Abstand
- Keine Berücksichtigung der Beugungskante bzw. Ankopplung an den Untergrund



LUFTSCHALLDÄMMUNG – IMPULSANTWORTEN

Messung der eintreffenden Schallenergie:

„Freifeld-Impulsantwort“



1, 2, 3
●
4, 5, 6
●
7, 8, 9
●

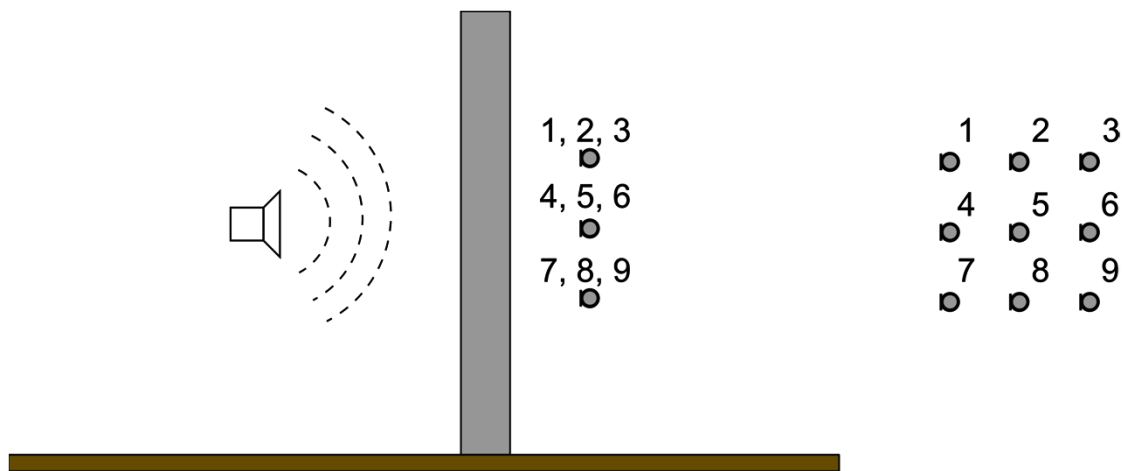
1 2 3
● ● ●
4 5 6
● ● ●
7 8 9
● ● ●



LUFTSCHALLDÄMMUNG – IMPULSANTWORTEN

Messung der eintreffenden Schallenergie:

„Transmissions-Impulsantwort“



17.10.2022



13

LUFTSCHALLDÄMMUNG – MESSGRÖßE

Messgröße: **Schalldämmungsindex** SI_j [dB]

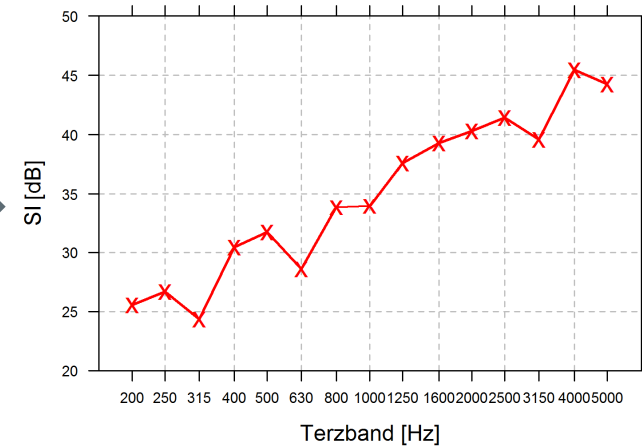
- in Terzbändern 200 – 5000 kHz
- $0 \text{ dB} \leq SI_j \leq SNR$

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\}$$



Einzahlangabe zur Luftschalldämmung

$$DL_{SI} = -10 \cdot \log_{10} \left[\frac{\sum_{j=m}^{18} 10^{0,1 \cdot L_j} \cdot 10^{-0,1 \cdot SI_j}}{\sum_{j=m}^{18} 10^{0,1 \cdot L_j}} \right]$$



31,2 dB

LUFTSCHALLDÄMMUNG – MESSGRÖßE

Messung der Impulsantworten

Transmission:

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\} \leftarrow$$



Freifeld:

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\} \leftarrow$$

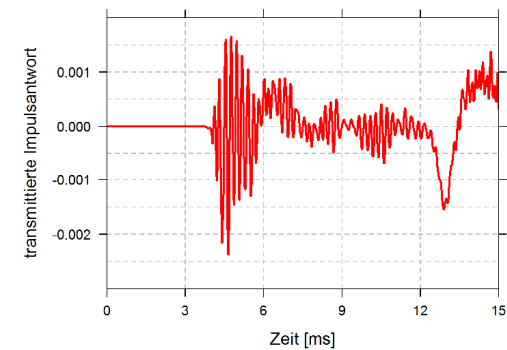


LUFTSCHALLDÄMMUNG – MESSGRÖßE

Messung der Impulsantworten

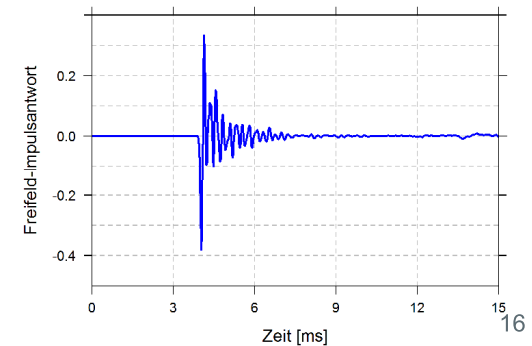
Transmission:

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\}$$



Freifeld:

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\}$$



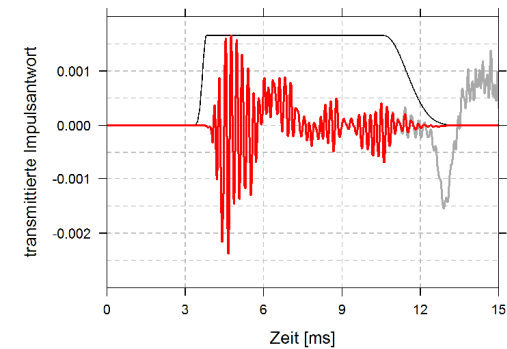
LUFTSCHALLDÄMMUNG – MESSGRÖßE



Zeitliche Fensterung der Impulsantworten

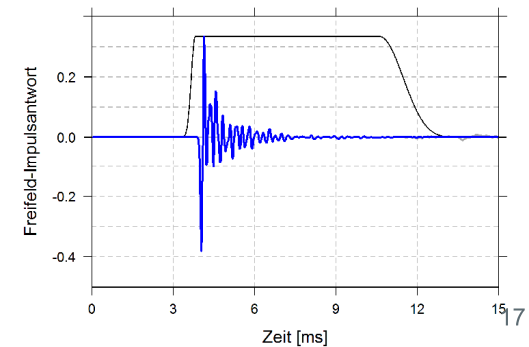
Transmission:

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\}$$



Freifeld:

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\}$$



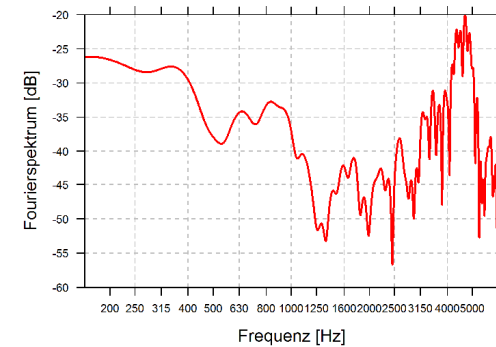
LUFTSCHALLDÄMMUNG – MESSGRÖßE

Fouriertransformation

Transmission:

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\}$$

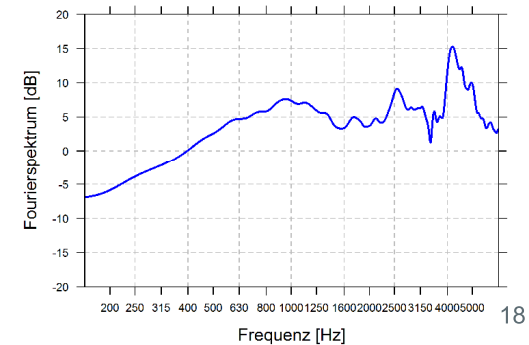
➔



Freifeld:

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\}$$

➔

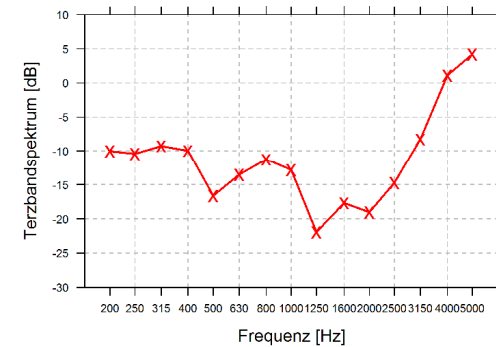


LUFTSCHALLDÄMMUNG – MESSGRÖßE

Terzband-Summation

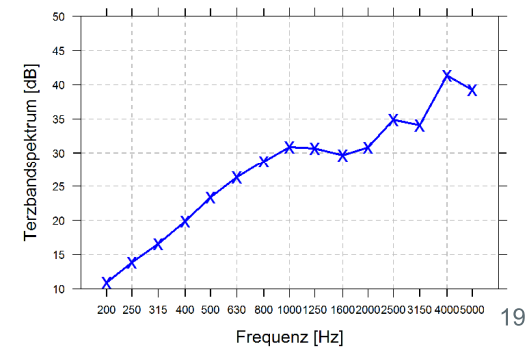
Transmission:

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\}$$



Freifeld:

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\}$$



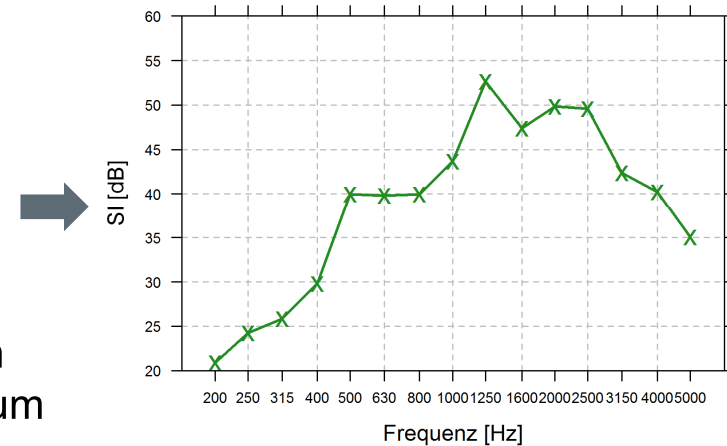
LUFTSCHALLDÄMMUNG – MESSGRÖßE

Division, Mittelung über Mikrofonpositionen und Logarithmieren

Schalldämmungsindex

$$SI_j = -10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\int_{\Delta f_j} |F[h_{tk}(t) \cdot w_{tk}(t)]|^2 df}{\int_{\Delta f_j} |F[h_{ik}(t) \cdot w_{ik}(t)]|^2 df} \right\}$$

↓ Gewichtung mit dem Verkehrslärmspektrum



Einzahlangabe zur Luftschalldämmung

$$DL_{SI} = -10 \cdot \log_{10} \left[\frac{\sum_{j=m}^{18} 10^{0,1 \cdot L_j} \cdot 10^{-0,1 \cdot SI_j}}{\sum_{j=m}^{18} 10^{0,1 \cdot L_j}} \right]$$



32,8 dB

LUFTSCHALLDÄMMUNG – MESSPOSITIONEN

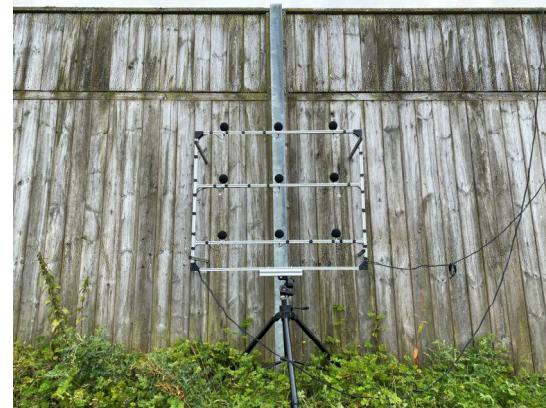
Akustisches Element

$$SI_{j,E} / DL_{SI,E}$$



Steher (Pfosten)

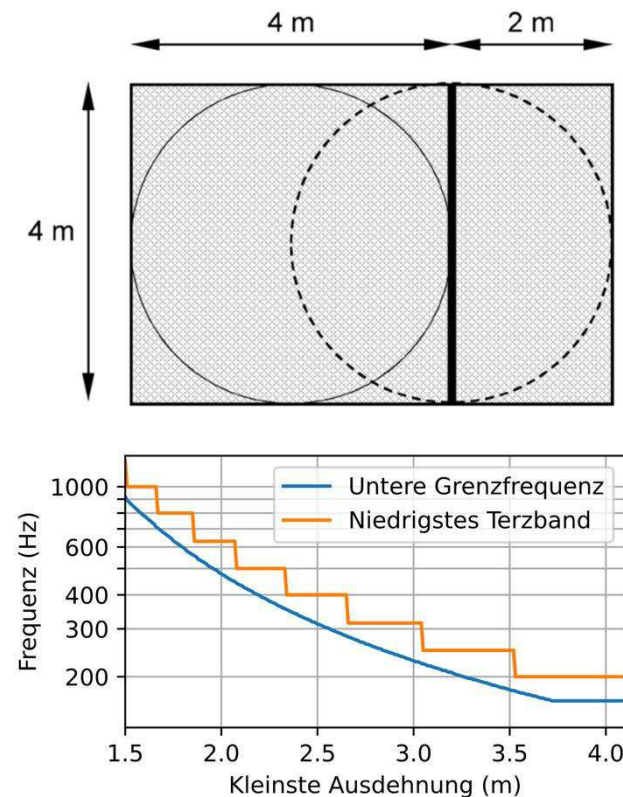
$$SI_{j,P} / DL_{SI,P}$$



Gesamtbewertung (der Einzahlangabe) als energetischer Mittelwert: $DL_{SI,G}$

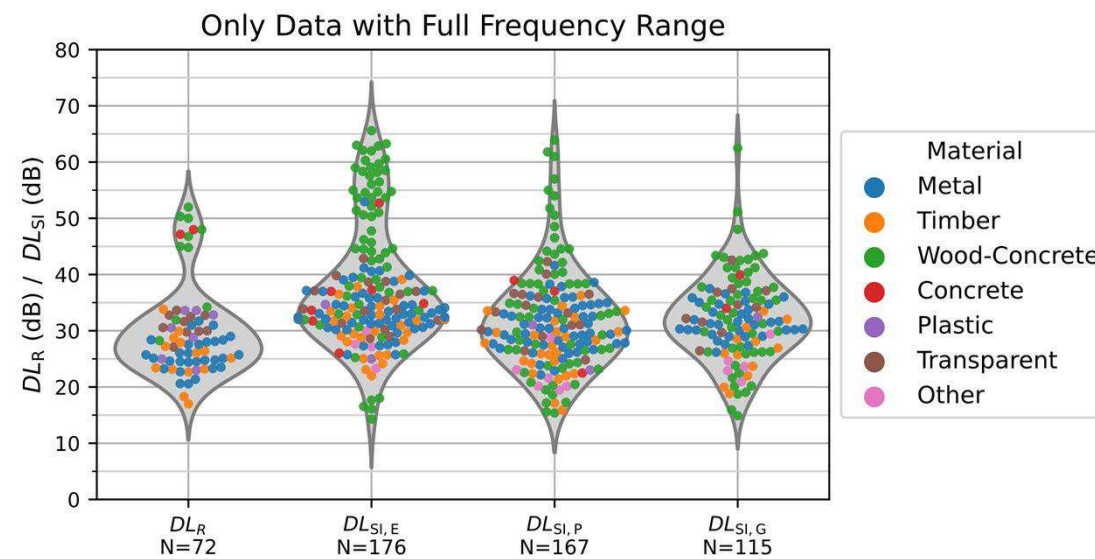
LUFTSCHALLDÄMMUNG – FREQUENZBEREICH

- Produktqualifizierung:
 - 200 Hz – 5 kHz
 - 4 m x 4 m Prüfkörper pro Messposition
- Vor-Ort-Prüfung
 - Eventuell kleinerer Prüfkörper
 - Verkürzung der Fensterlänge
 - Höhere untere Grenzfrequenz
 - Bei Einzahlangabe anzugeben:
z.B.: $DL_{SI,E}(400\text{ Hz} - 5000\text{ Hz})$
 - Achtung bei Vergleichen!



LUFTSCHALLDÄMMUNG – WERTEBEREICH

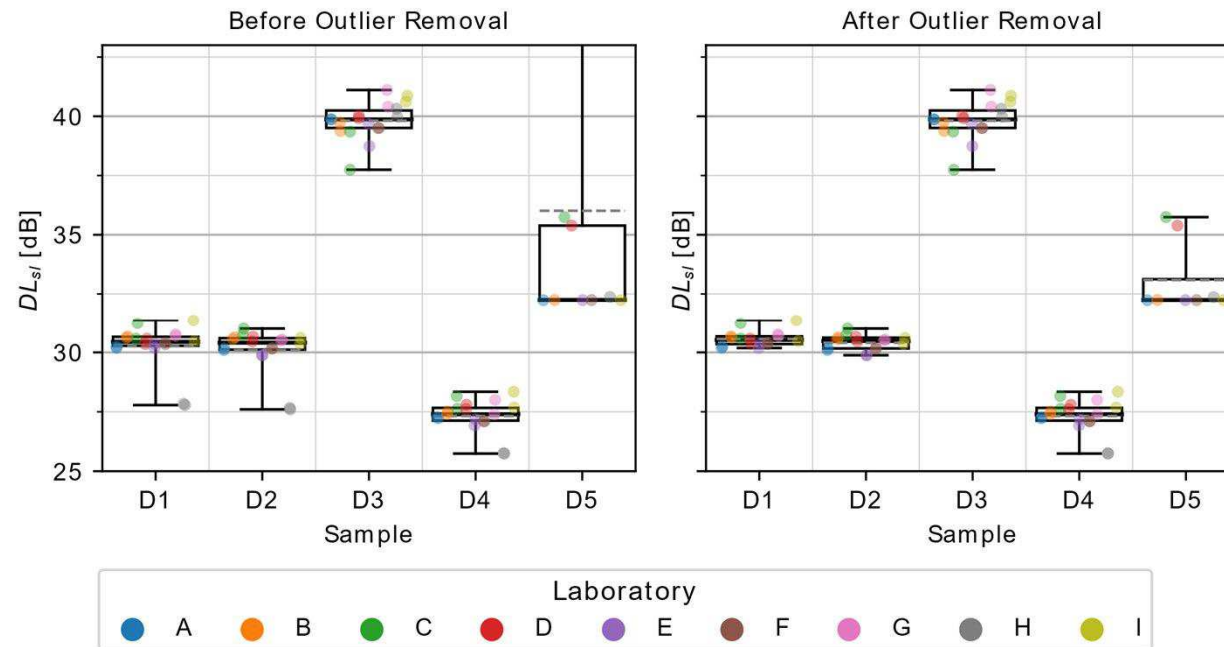
- Projekt SOPRANOISE:
Datenbank mit Messwerten europäischer Hersteller und Institute



LUFTSCHALLDÄMMUNG – MESSUNSICHERHEIT



- Vergleichstest am AIT gemeinsam mit 8 internationalen Instituten



| | |
|-------------|---------------------|
| | $U \approx 2\sigma$ |
| $DL_{SI,E}$ | 2,08 dB |
| $DL_{SI,P}$ | 1,41 dB |



INHALT

Einführung

In-Situ Messung der Luftschalldämmung

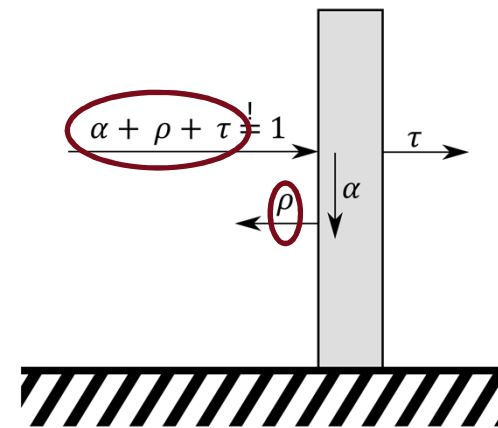
In-Situ Messung der Schallreflexion

Prüfhandbuch Abnahmeprüfung ASFINAG



SCHALLREFLEXION – ÖNORM EN 1793-5

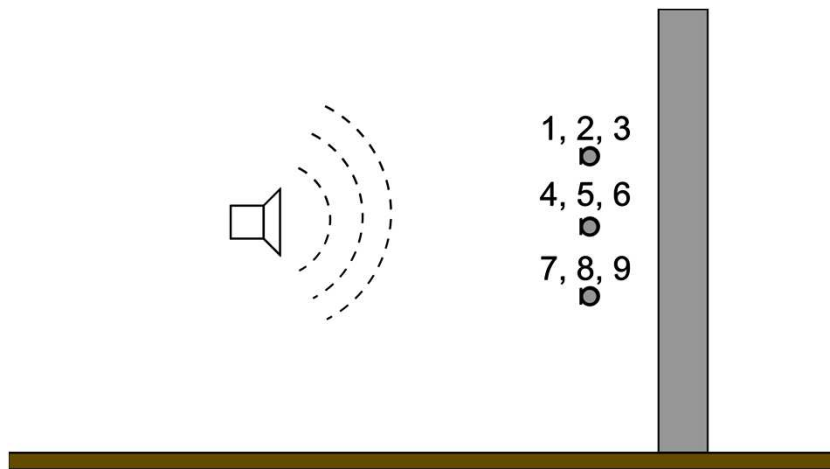
- Verhältnis der eintreffenden zur reflektierten Schallenergie: $\frac{\rho}{\alpha + \rho + \tau}$
- Berechnung der Energie aus Impulsantworten zwischen
 - Lautsprecher
 - 1,25 m vor LSW
 - 9 Mikrofonen
 - 40 cm x 40 cm Raster
 - 0,25 m vor der LSW
- Messung unter Verkehrslärm möglich
- Messbares oberes Limit: Signal-Rausch-Abstand, Positionierung



SCHALLREFLEXION – IMPULSANTWORTEN

Messung der eintreffenden Schallenergie:

„Reflexions-Impulsantwort“



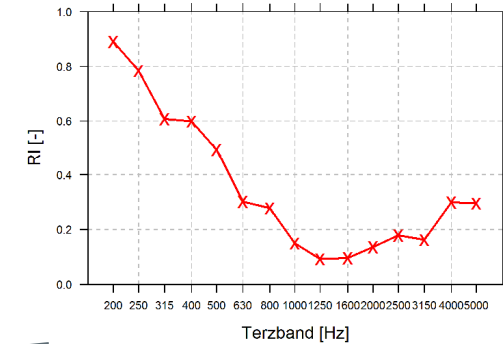
17.10.2022



SCHALLREFLEXION – MESSGRÖßE

Messgröße: **Schallreflexionsindex** RI_j [-]

- in Terzbändern 200 – 5000 kHz
- $0 \leq RI_j \leq 1$



$$RI_j = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} \left[\frac{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[\left(h_{w,k}(t) - h_{i,k}(t) \right) \cdot w_{r,k}(t) \right] \right|^2 df}{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[h_{i,k}(t) \cdot w_{i,k}(t) \right] \right|^2 df} \cdot C_{geo,k} \cdot C_{dir,k}(\Delta f_j) \cdot C_{gain,k}(\Delta f_g) \right]$$

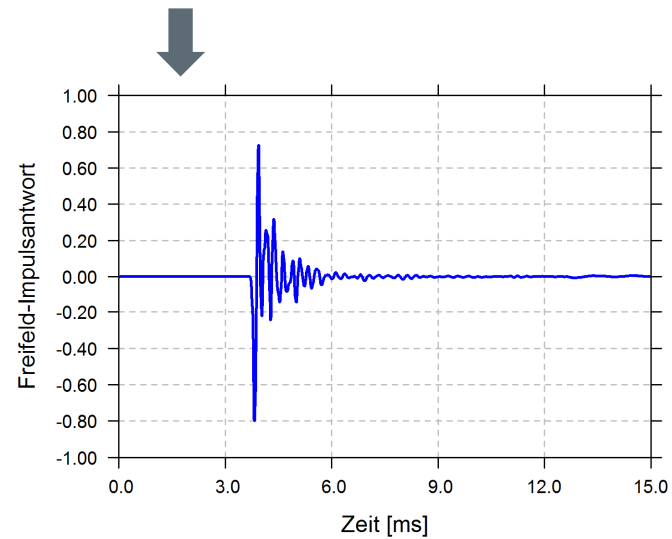
Einzahlangabe zur Schallreflexion

$$DL_{RI} = -10 \cdot \log_{10} \left[\frac{\sum_{j=m}^{18} 10^{0,1 \cdot L_j} \cdot RI_j}{\sum_{j=m}^{18} 10^{0,1 \cdot L_j}} \right] \rightarrow 5,6 \text{ dB}$$

SCHALLREFLEXION – MESSGRÖÖBE

Messung der Impulsantworten - Freifeld

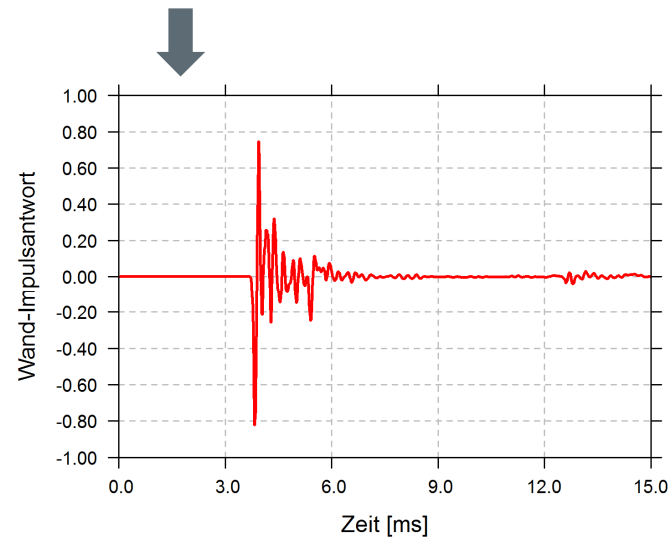
$$RI_j = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} \left[\frac{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[\left(h_{w,k}(t) - h_{i,k}(t) \right) \cdot w_{r,k}(t) \right] \right|^2 df}{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[h_{i,k}(t) \cdot w_{i,k}(t) \right] \right|^2 df} \cdot C_{geo,k} \cdot C_{dir,k}(\Delta f_j) \cdot C_{gain,k}(\Delta f_g) \right]$$



SCHALLREFLEXION – MESSGRÖßE

Messung der Impulsantworten - Wand

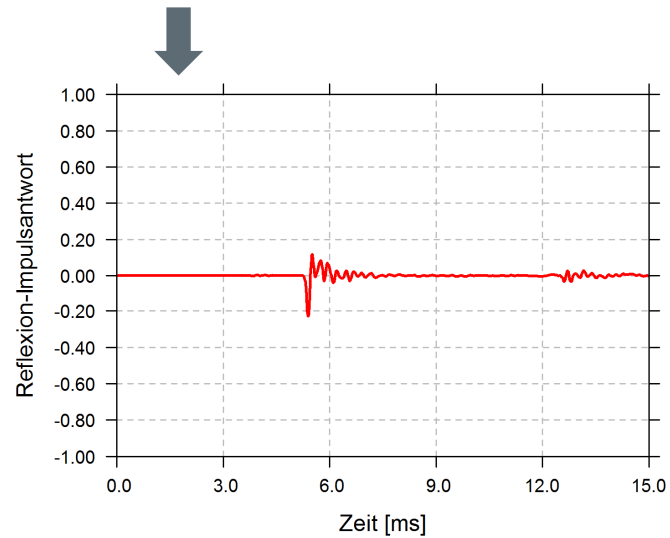
$$RI_j = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} \left[\frac{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[\left(h_{w,k}(t) - h_{i,k}(t) \right) \cdot w_{r,k}(t) \right] \right|^2 df}{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[h_{i,k}(t) \cdot w_{i,k}(t) \right] \right|^2 df} \cdot C_{geo,k} \cdot C_{dir,k}(\Delta f_j) \cdot C_{gain,k}(\Delta f_g) \right]$$



SCHALLREFLEXION – MESSGRÖÖE

Separation der reflektierten Komponente: Subtraktion „Wand“ – „Freifeld“

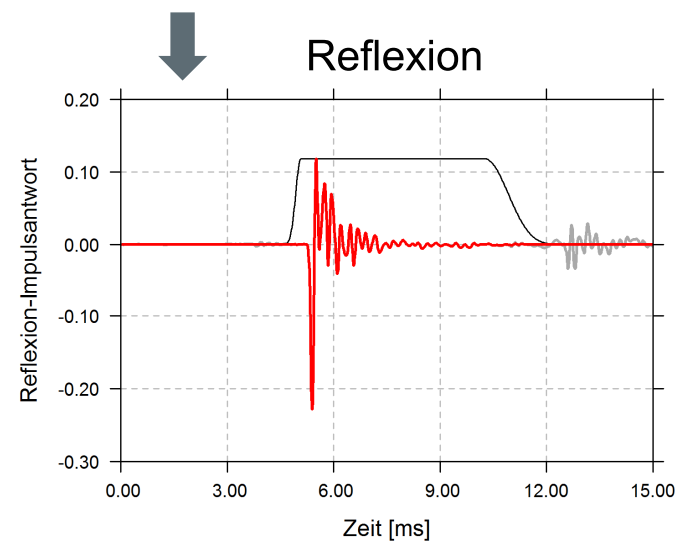
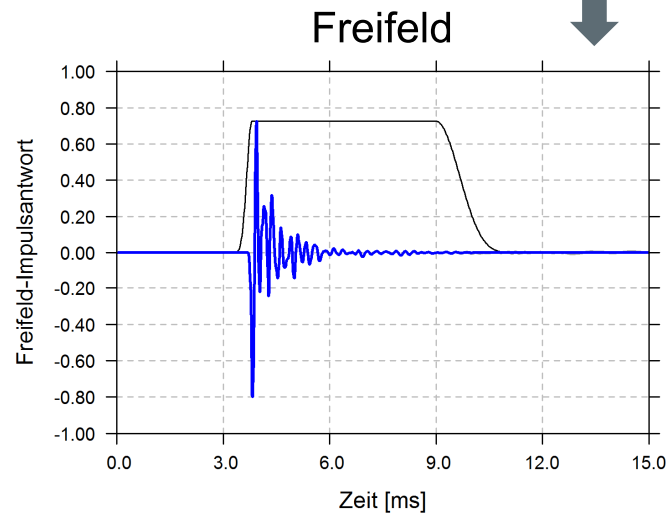
$$RI_j = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} \left[\frac{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[\left(h_{w,k}(t) - h_{i,k}(t) \right) \cdot w_{r,k}(t) \right] \right|^2 df}{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[h_{i,k}(t) \cdot w_{i,k}(t) \right] \right|^2 df} \cdot C_{geo,k} \cdot C_{dir,k}(\Delta f_j) \cdot C_{gain,k}(\Delta f_g) \right]$$



SCHALLREFLEXION – MESSGRÖßE

Zeitliche Fensterung der Impulsantworten

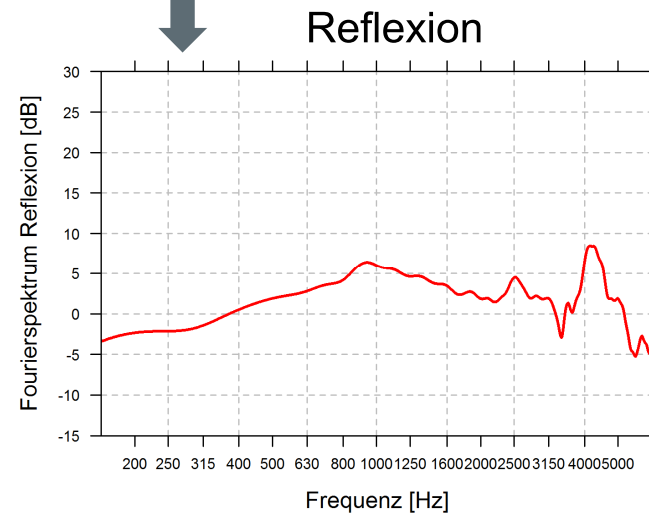
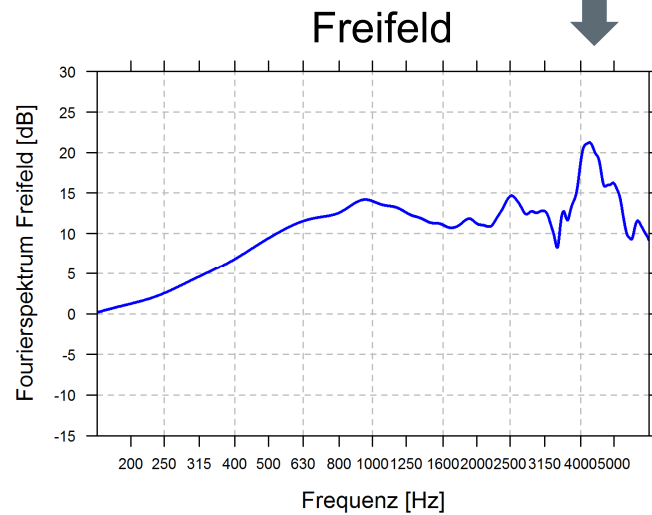
$$RI_j = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} \left[\frac{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[\left(h_{w,k}(t) - h_{i,k}(t) \right) \cdot w_{r,k}(t) \right] \right|^2 df}{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[h_{i,k}(t) \cdot w_{i,k}(t) \right] \right|^2 df} \cdot C_{geo,k} \cdot C_{dir,k}(\Delta f_j) \cdot C_{gain,k}(\Delta f_g) \right]$$



SCHALLREFLEXION – MESSGRÖÖE

Fouriertransformation

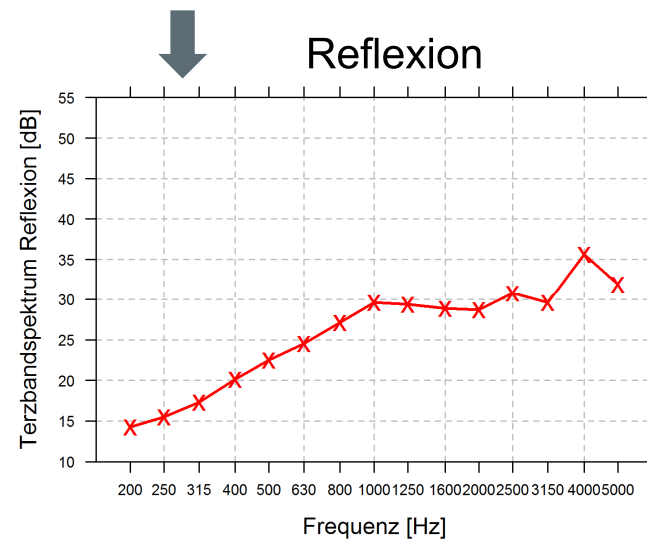
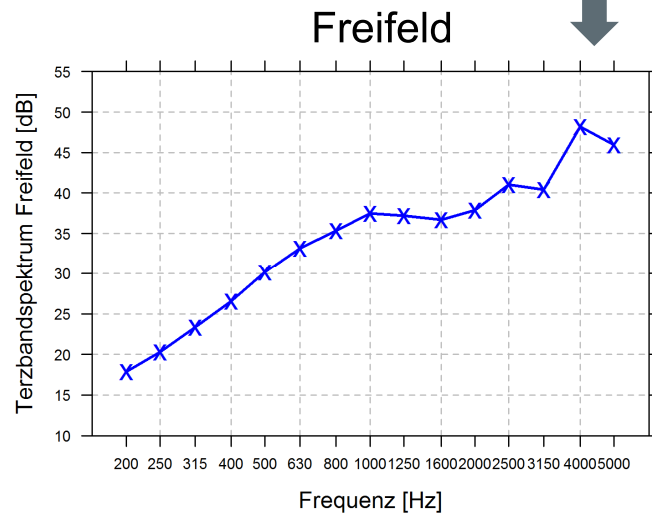
$$RI_j = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} \left[\frac{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[\left(h_{w,k}(t) - h_{i,k}(t) \right) \cdot w_{r,k}(t) \right] \right|^2 df}{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[h_{i,k}(t) \cdot w_{i,k}(t) \right] \right|^2 df} \cdot C_{geo,k} \cdot C_{dir,k}(\Delta f_j) \cdot C_{gain,k}(\Delta f_g) \right]$$



SCHALLREFLEXION – MESSGRÖÖBE

Terzband-Summation

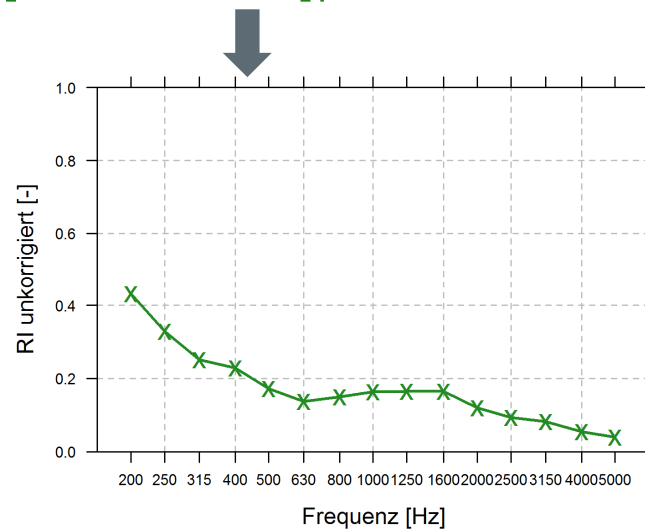
$$RI_j = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} \left[\frac{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[\left(h_{w,k}(t) - h_{i,k}(t) \right) \cdot w_{r,k}(t) \right] \right|^2 df}{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[h_{i,k}(t) \cdot w_{i,k}(t) \right] \right|^2 df} \cdot C_{geo,k} \cdot C_{dir,k}(\Delta f_j) \cdot C_{gain,k}(\Delta f_g) \right]$$



SCHALLREFLEXION – MESSGRÖßE

Division – Bildung des Energieverhältnisses

$$RI_j = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} \left[\frac{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[\left(h_{w,k}(t) - h_{i,k}(t) \right) \cdot w_{r,k}(t) \right] \right|^2 df}{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[h_{i,k}(t) \cdot w_{i,k}(t) \right] \right|^2 df} \cdot C_{geo,k} \cdot C_{dir,k}(\Delta f_j) \cdot C_{gain,k}(\Delta f_g) \right]$$



SCHALLREFLEXION – MESSGRÖßE

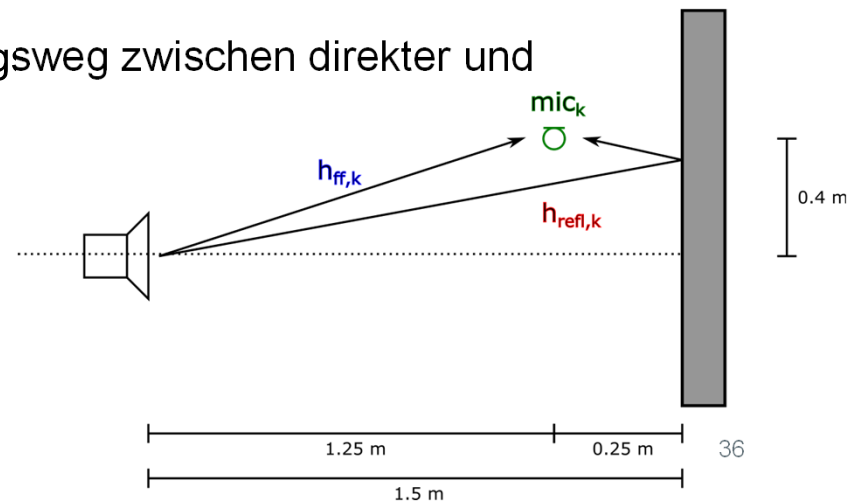
Korrekturfaktoren

$$RI_j = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} \left[\frac{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[\left(h_{w,k}(t) - h_{i,k}(t) \right) \cdot w_{r,k}(t) \right] \right|^2 df}{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[h_{i,k}(t) \cdot w_{i,k}(t) \right] \right|^2 df} \cdot C_{geo,k} \cdot C_{dir,k}(\Delta f_j) \cdot C_{gain,k}(\Delta f_g) \right]$$

$C_{geo,k}$: korrigiert den unterschiedlichen Ausbreitungsweg zwischen direkter und reflektierter Komponente

$C_{dir,k}$: korrigiert Lautsprecher-Richtcharakteristik

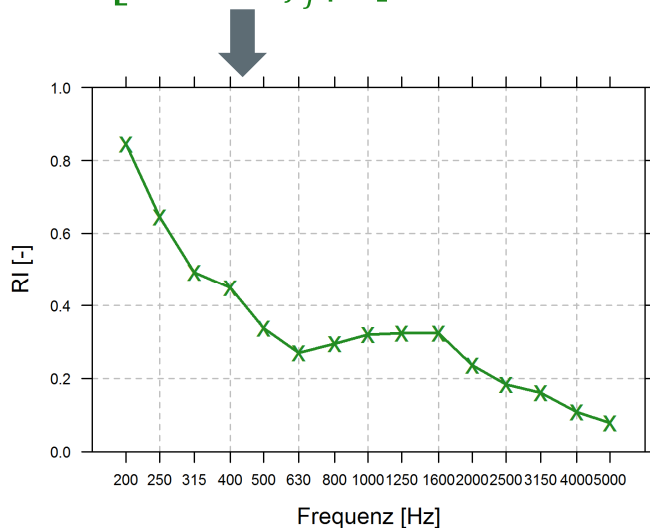
$C_{gain,k}$: korrigiert mögliche Änderungen in der Verstärkerkette



SCHALLREFLEXION – MESSGRÖßE

Anwendung der Korrekturfaktoren und Mittelung über Mikrofonpositionen

$$RI_j = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} \left[\frac{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[\left(h_{w,k}(t) - h_{i,k}(t) \right) \cdot w_{r,k}(t) \right] \right|^2 df}{\int_{\Delta f_j} \left| F \left[h_{i,k}(t) \cdot w_{i,k}(t) \right] \right|^2 df} \cdot C_{geo,k} \cdot C_{dir,k}(\Delta f_j) \cdot C_{gain,k}(\Delta f_g) \right]$$



Einzahlangabe zur Schallreflexion

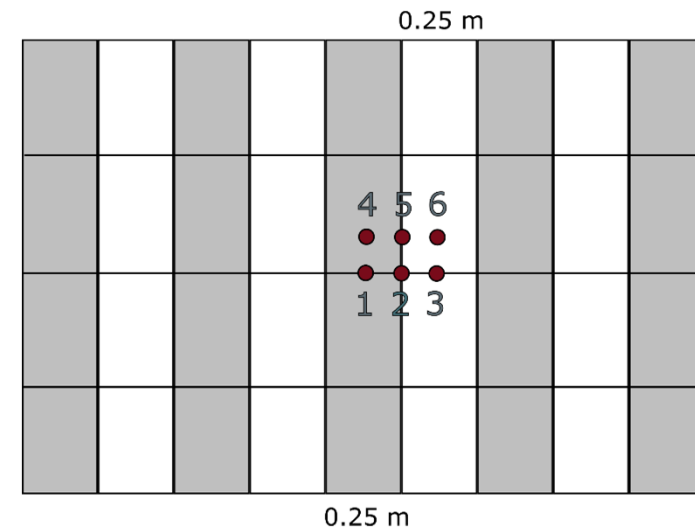
$$DL_{RI} = -10 \cdot \log_{10} \left[\frac{\sum_{j=m}^{18} 10^{0,1 \cdot L_j} \cdot RI_j}{\sum_{j=m}^{18} 10^{0,1 \cdot L_j}} \right]$$

Gewichtung mit dem Verkehrslärmspektrum

4,9 dB

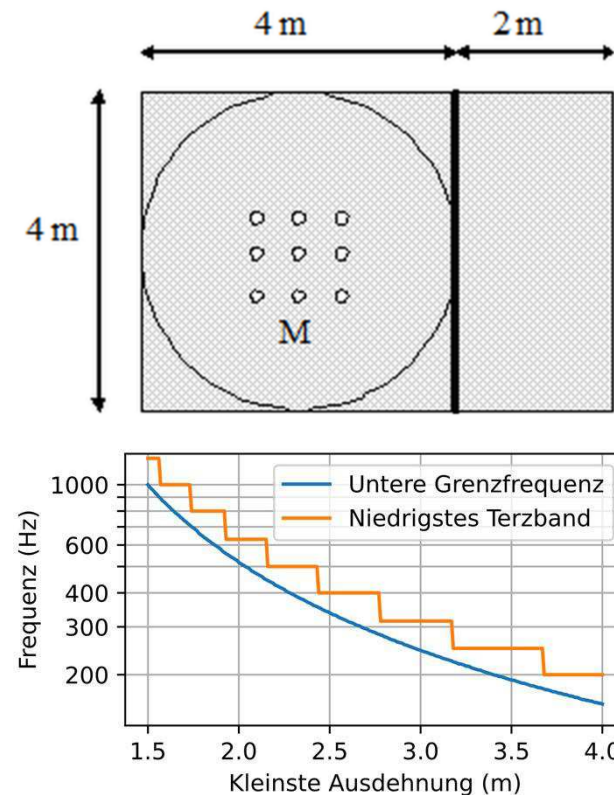
SCHALLREFLEXION – MESSPOSITIONEN

- Mehrere Messpositionen bei Strukturtiefe > 85 mm
- Versatz des gesamten Messgrids
- In ein oder zwei Richtungen inhomogen
- RI_j als Mittelwert über
 - alle Mikrofonpositionen
 - alle Messpositionen



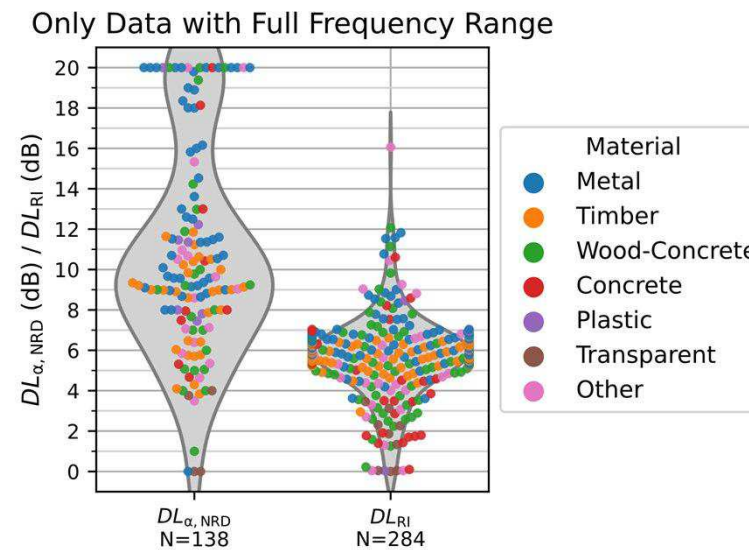
SCHALLREFLEXION – FREQUENZBEREICH

- Produktqualifizierung:
 - 200 Hz – 5 kHz
 - 4 m x 4 m Prüfkörper pro Messposition
- Vor-Ort-Prüfung
 - Eventuell kleinerer Prüfkörper
→ Verkürzung der Fensterlänge
→ Höhere untere Grenzfrequenz
 - Bei Einzahlangabe anzugeben:
z.B.: $DL_{SI,E}(400\text{ Hz} - 5000\text{ Hz})$
 - Achtung bei Vergleichen!



SCHALLREFLEXION – WERTEBEREICH

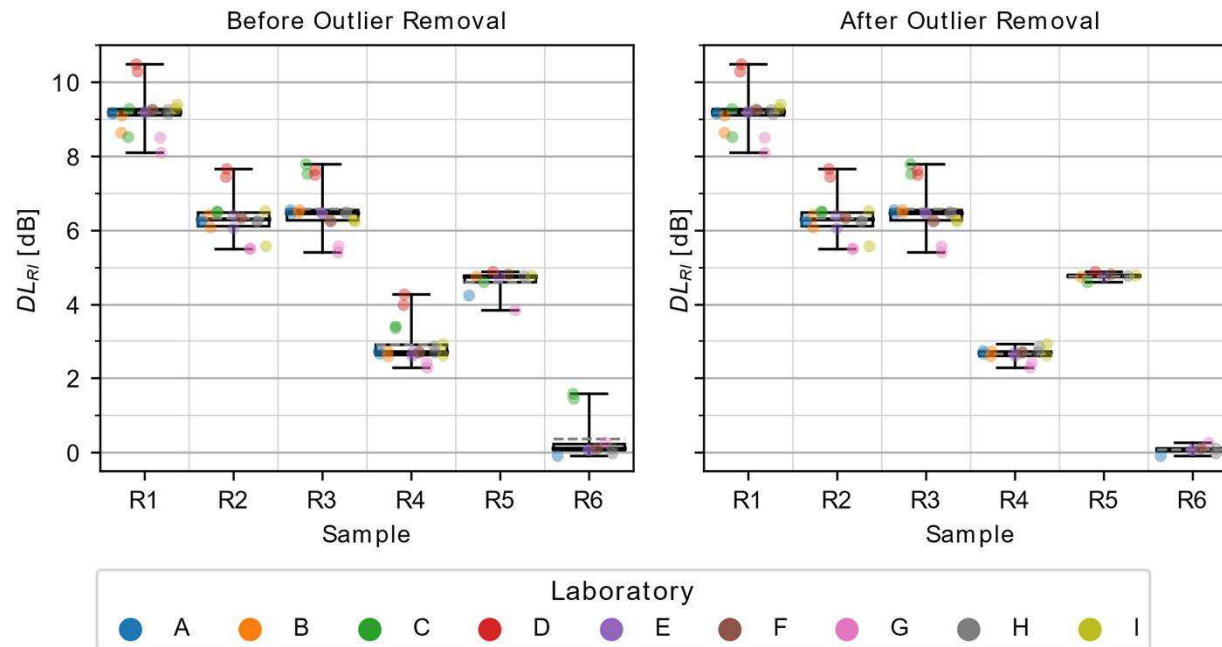
- Projekt SOPRANOISE:
Datenbank mit Messwerten europäischer Hersteller und Institute



SCHALLREFLEXION – MESSUNSICHERHEIT



- Vergleichstest am AIT gemeinsam mit 8 internationalen Instituten



| | |
|-----------|---------------------|
| | $U \approx 2\sigma$ |
| DL_{RI} | 1,33 (dB) |



INHALT

Einführung

In-Situ Messung der Luftschalldämmung

In-Situ Messung der Schallreflexion

Prüfhandbuch Abnahmeprüfung ASFINAG



PRÜFHANDBUCH ABNAHMEPRÜFUNG

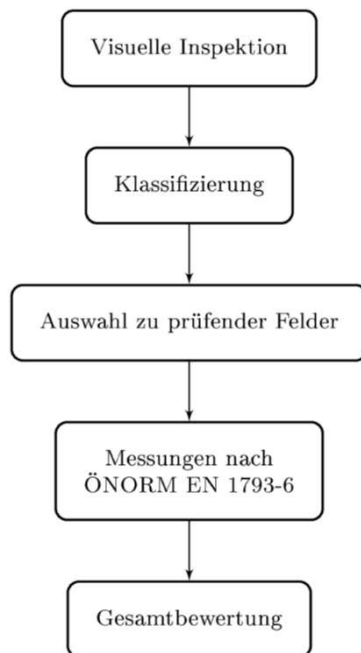
- Technisches Planungshandbuch der ASFAING
 - Prüfhandbuch zur akustischen Abnahmeprüfung von Lärmschutzwänden an Straßen und Autobahnen
 - Version 2.00, gültig seit 27.1.2020
- Entwickelt im Projekt in-situ LSW (2015 – 2017)
 - AIT Austrian Institute of Technology GmbH
 - TAS Sachverständigenbüro für Technische Akustik SV-GmbH
- Überarbeitung 2019

PRÜFHANDBUCH ABNAHMEPRÜFUNG



- Ziel: Bewertung des gesamten Bauleses
- Schnellprüfverfahren zur gezielten Auswahl von Elementen zur Prüfung nach Norm
 - Schalldämmung: optische Sichtprüfung
 - Schallreflexion: vereinfachte akustische Messung
- Anwendungsbereich
 - Überprüfung angegebener Leistungsdaten der Lärmschutzwand
 - Vergleich mit Bemessungsfestlegungen
 - Überprüfung der Langzeitwirksamkeit

ÜBERPRÜFUNG SCHALLDÄMMUNG



- Optische Sichtprüfung
 - Kategorie 1: Keine auffälligen Stellen
 - Kategorie 2: Auffälligen Stellen (Fugen) ohne Durchsicht
 - Kategorie 3: Offensichtlicher Mangel (Durchsicht)

- Anzahl Messungen abhängig von Bauloslänge

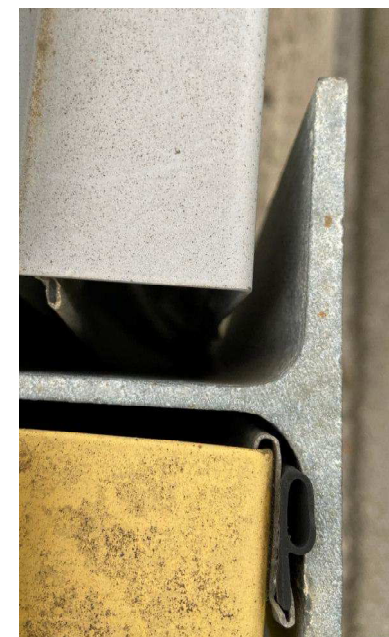
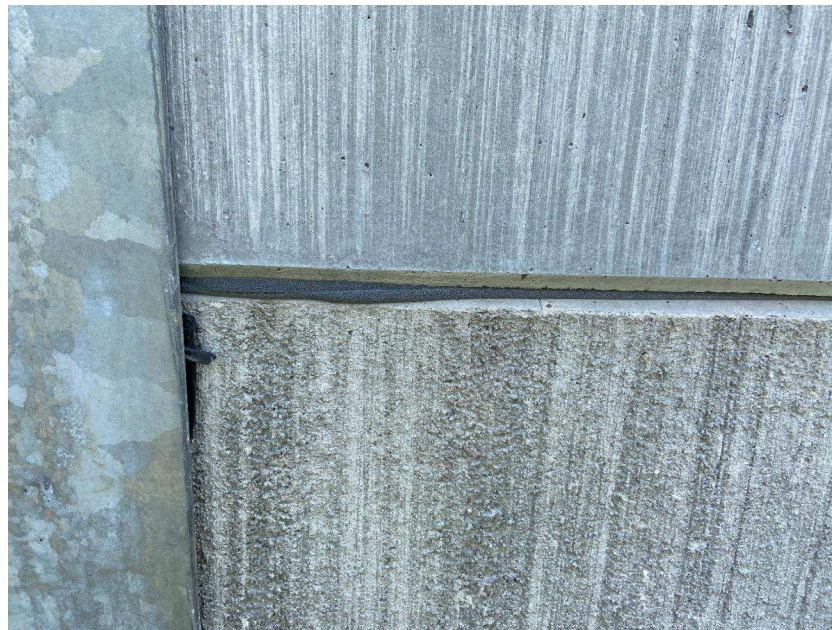
| Länge | < 500 m | < 1 km | > 1 km |
|-----------|---------|--------|---------|
| Messungen | 2 | +1 | +1 / km |

- 1 Messung Kategorie 1, restliche Messungen Kategorie 2
- Pro Messung: 1 Element + 1 Pfosten
 - Nicht zwangsweise angrenzend



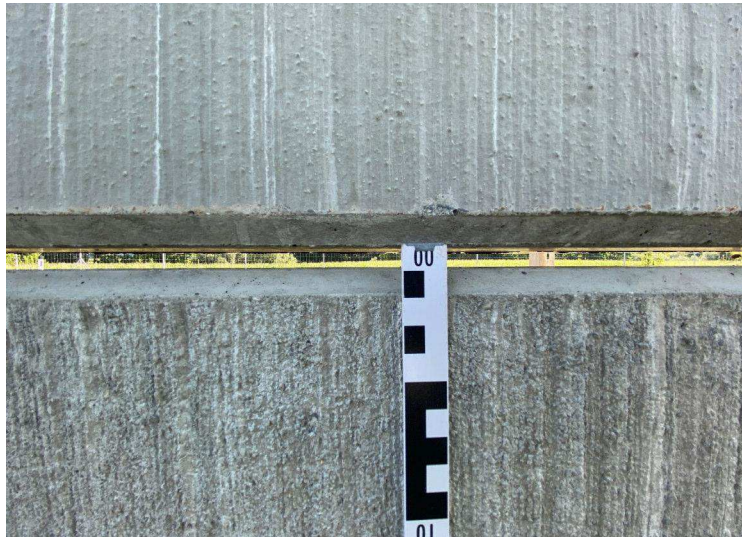
BEISPIELE FÜR KATEGORIE 2

v.a. Abweichungen in Abdichtung bei Beton-, Holz- und Aluminiumwänden



BEISPIELE FÜR KATEGORIE 3

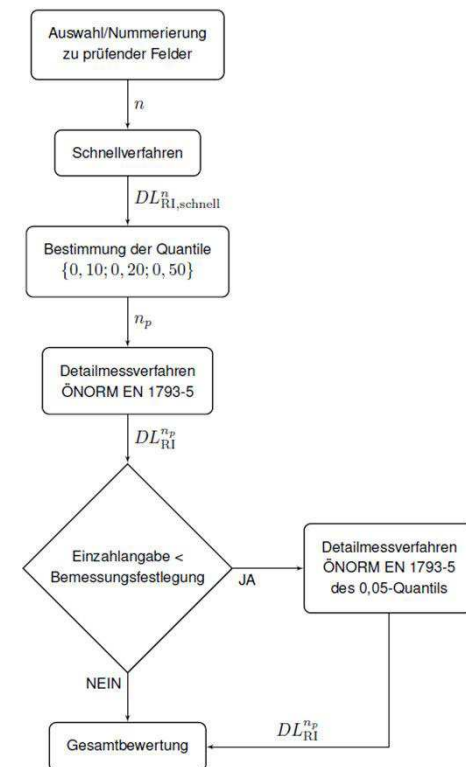
v.a. fehlende Abdichtung an Übergängen zw. Elementen (bzw. Sockel)



ÜBERPRÜFUNG DER SCHALLREFLEXION

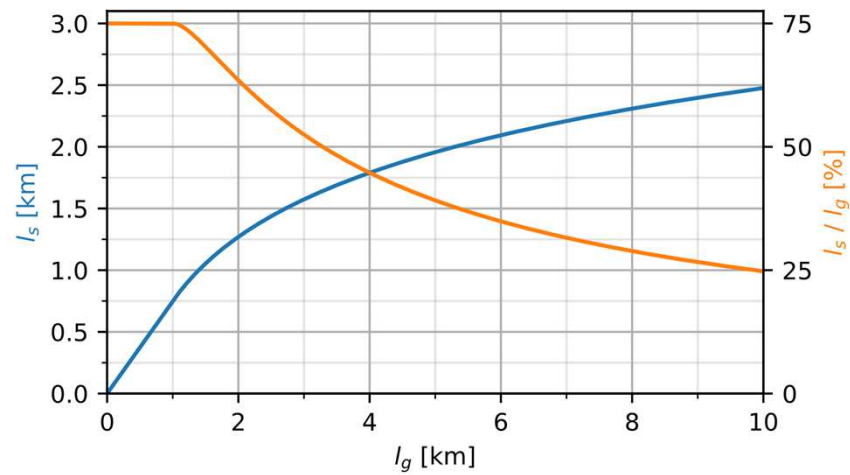
- Schnellverfahren:
 - 1 Mikrofon
 - Starre Verbindung zwischen Lautsprecher und Mikrofon
 - 1 Bezugsposition
 - Tragbares (batteriebetriebenes) System
 - Abhängig von Bauloslänge
- Quantile zur Auswahl der Felder
 - 10%, 20%, 50%
- 3 Messungen nach EN 1793-5
 - Falls Einzahlangabe < Bemessungsfestlegung:
 - Messung 0,05 Quantil

17.10.2022

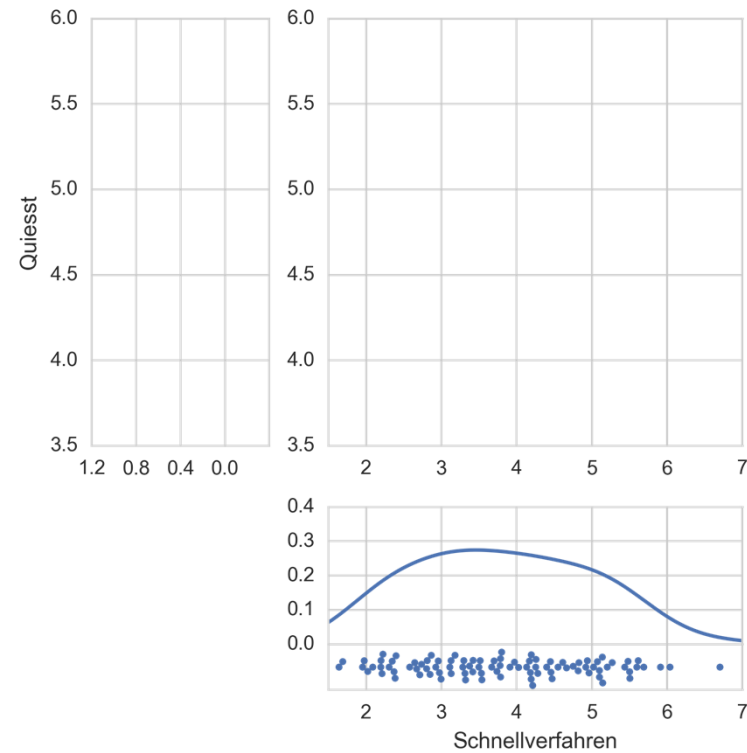
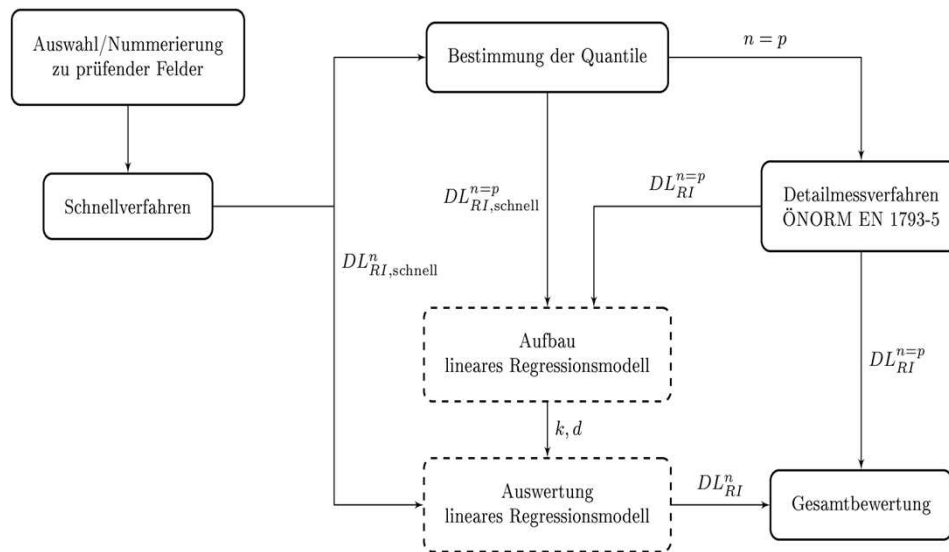


SCHNELLVERFAHREN SCHALLREFLEXION

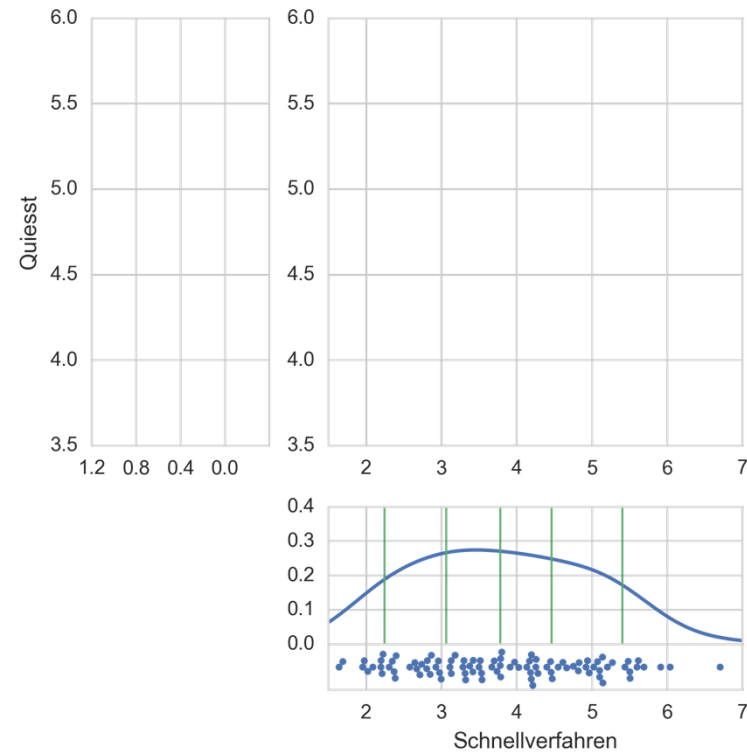
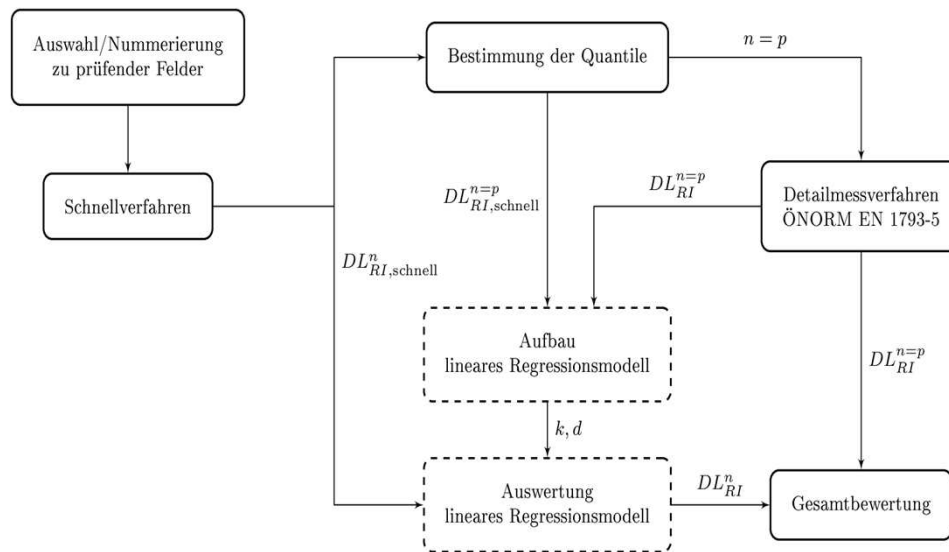
Anteil an Feldern einer Schnellverfahrensmessung



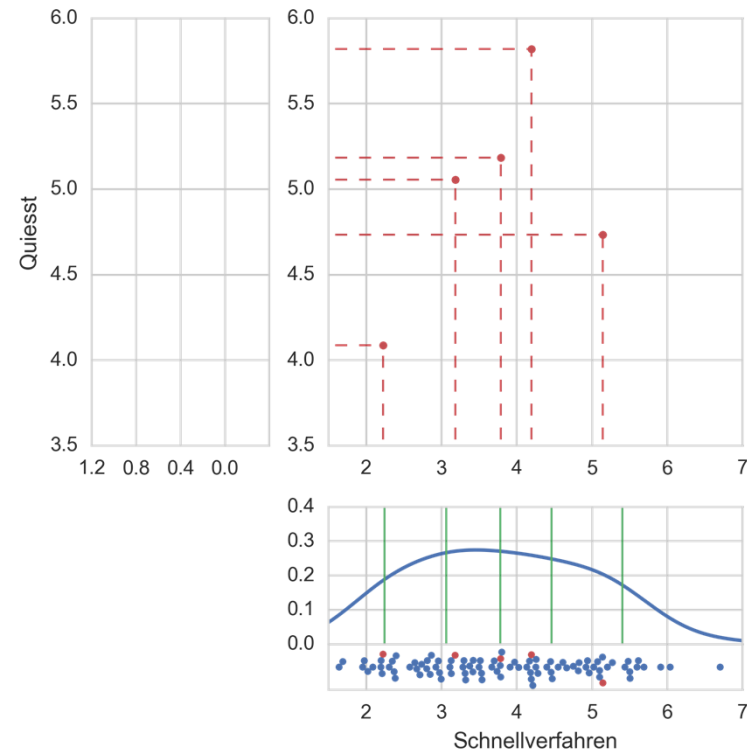
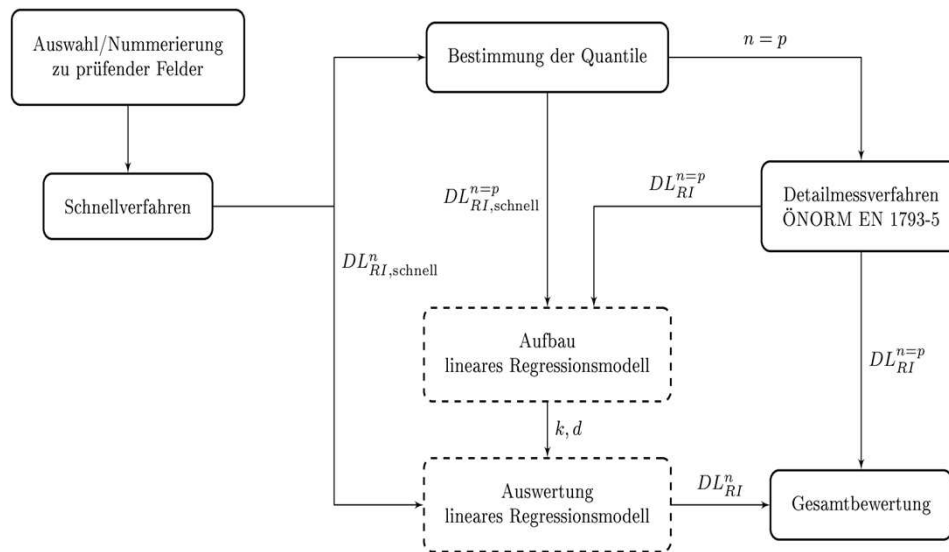
SCHALLREFLEXION PROGNOSEMODELL



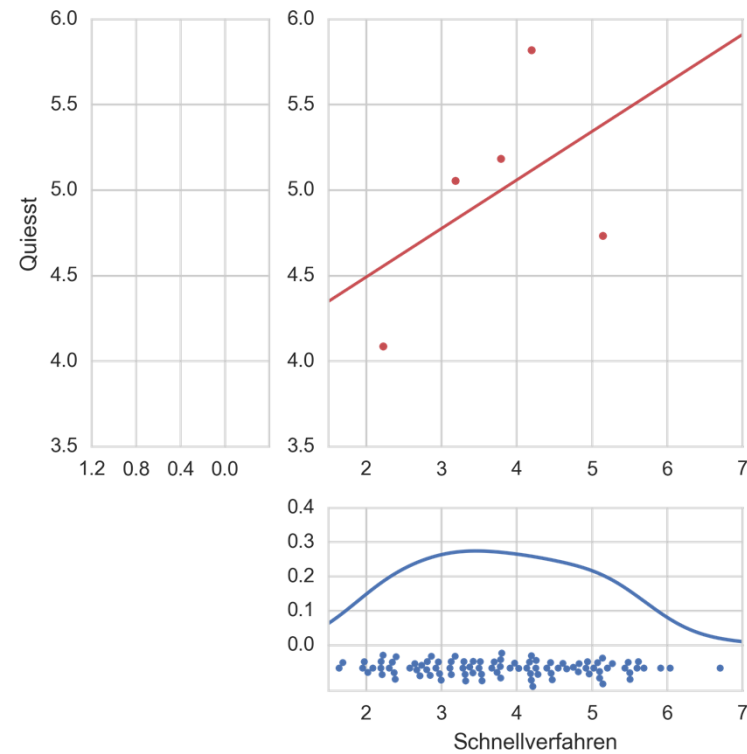
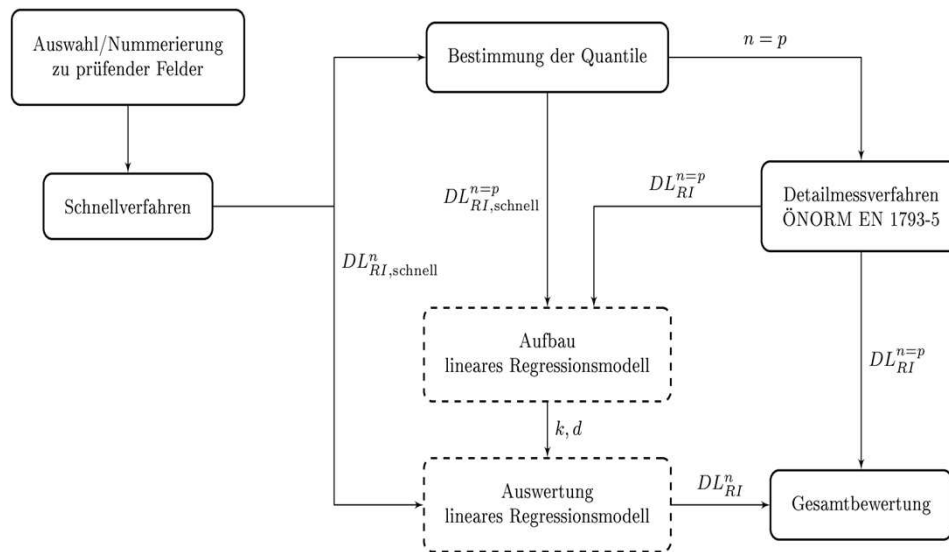
SCHALLREFLEXION PROGNOSEMODELL



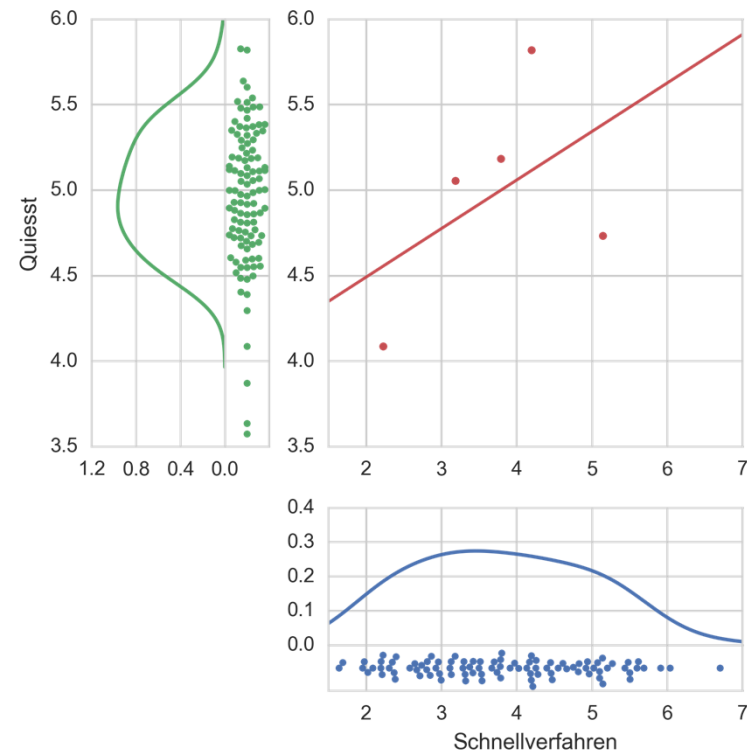
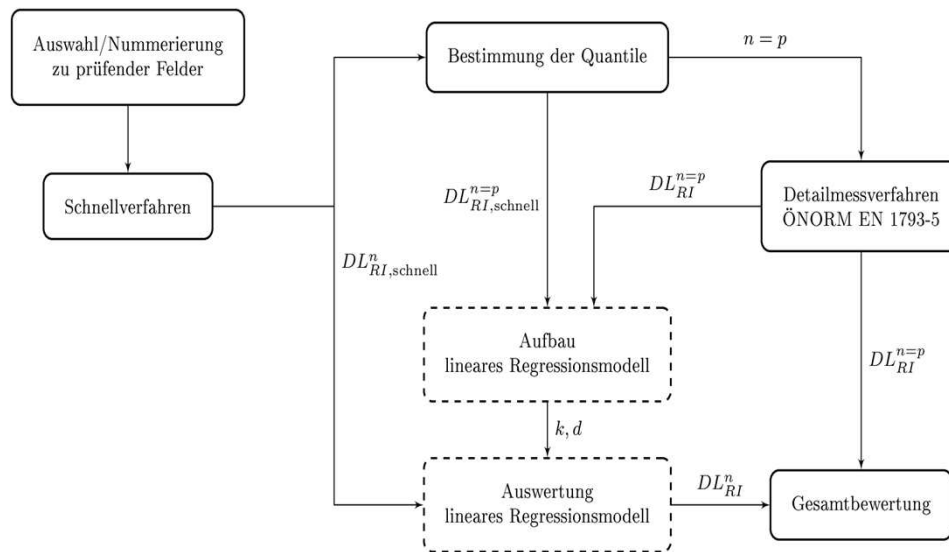
SCHALLREFLEXION PROGNOSEMODELL



SCHALLREFLEXION PROGNOSEMODELL



SCHALLREFLEXION PROGNOSEMODELL



PRÜFHANDBUCH ABNAHMEPRÜFUNG

- Überprüfung der Bemessungsfestlegung DL'_{XI}
 - Anrechnung der erweiterten Messunsicherheit U

Abnahme-Kriterium

$$DL_{XI} + U \geq DL'_{XI}$$

DL_{XI} Einzahlangabe der Messung
 DL'_{XI} Bemessungsfestlegung

| | $U \approx 2\sigma$ |
|-------------|---------------------|
| DL_{RI} | 1,33 (dB) |
| $DL_{SI,E}$ | 2,08 (dB) |
| $DL_{SI,P}$ | 1,41 (dB) |

- Nicht messbare Terzbänder aus (Vorab-) Prüfberichten für Berechnung Einzahlangabe aufgefüllt → Vergleichbare Werte!
- $DL'_{SI,E}$ bzw. $DL'_{SI,P}$: 25 – 30 dB, DL'_{RI} : 5 – 6 dB

PRÜFHANDBUCH ABNAHMEPRÜFUNG

- Einschränkung für Abnahmeprüfung
 - Sicherheit
 - Zugänglichkeit
 - Transparente Wände von Reflexion
- Minimale Wandhöhe von 2 m (bei Dämmung inklusive Sockel)
- Messpositionen:
 - Abbildung Makrostruktur bei Schallreflexion
 - Erfassung Schwachstellen
- Prüfbericht zu jeder Messung nach Norm

ZUSAMMENFASSUNG PRÜFHANDBUCH

- Vorauswahl am gesamten Baulos
- Bewertung anhand akkreditierter Messungen nach Norm
 - Berücksichtigung der Messunsicherheit
 - ≥ 3 Messungen
 - 1 Messung eines unkritischen Feldes
- Schallreflexion
 - Optionales Prognosemodell liefert Aussage über die gesamte Wand
- Überprüfung der Einbausituation
 - Eindeutiger Abschluss der Baumaßnahme möglich



Qualitätsunterschiede werden sichtbar und relevant!

- Produktqualität
- Einbauqualität



DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT

Andreas Fuchs

