

Vergleichsmessung im Impedanzmessrohr

Peter Krämer¹, Hannes Krummheuer¹, Ralph Bungenberg², Christine Völker², Abidin Uygun³

¹ Akustikbüro Krämer & Stegmaier GmbH, 10553 Berlin, Deutschland, Email: krummheuer@akustik-berlin.de

² Carcoustics TechConsult GmbH, 51381 Leverkusen, Deutschland, Email: rbungenberg@carcoustics.com

³ OWA Odenwald Faserplattenwerk GmbH, 63916 Amorbach, Deutschland, Email: abidin.uygun@owa.de

Einleitung

Mit einem Vergleich von Messungen des Schallabsorptionsgrads an identischen Proben in unterschiedlichen Impedanzmessrohren wurde die Wiederhol- und Vergleichspräzision in Anlehnung an DIN ISO 5725-2 [1] abgeschätzt.

An der Vergleichsmessung waren drei verschiedene Impedanzrohr-Mess-Systeme beteiligt. Als Messverfahren kommt bei allen Systemen das Verfahren mit Übertragungsfunktion nach DIN EN ISO 10534-2 [2] zu Einsatz.

Versuchsbeschreibung

Impedanzrohrsysteme

System A: Zwei getrennte Rohre, quadratisch, Kantenlänge innen: 15 cm und 3 cm, Frequenzbereiche: 30 – 1000 Hz respektive 100 – 5000 Hz.

System B: Ein Rohr, quadratisch, Kantenlänge innen: 20 cm. Mikrofonarray zur Ausblendung von Quermoden, Frequenzbereiche: 30 – 500 Hz respektive 200 – 3400 Hz.

System C: Zwei getrennte Rohre, rund, Durchmesser: 10 cm und 2,9 cm, Frequenzbereiche: 50 – 1600 Hz respektive 500 – 6400 Hz.

Probenmaterial

Melaminharzschaum, Probendicke 5 cm.

Anordnung der Proben

- I. Probe direkt vor schallhartem Abschluss
- II. Probe mit 10 cm Wandabstand zum schallharten Abschluss
- III. schallharter Abschluss ohne Probe

In jedem System wurden acht Materialproben nacheinander unter Wiederholbedingungen gemessen. Die Messungen erfolgten bei allen Teilnehmern an denselben Prüflingen.

Auswertung

Bei der Auswertung wurden in Anlehnung an DIN ISO 5725-2 für jede Messanordnung die folgenden Größen ermittelt:

- Wiederholstandardabweichung

Die mittlere Standardabweichung unter Wiederholbedingungen über alle Labors, berechnet aus den einzelnen Standardabweichungen innerhalb der Labore.

- Standardabweichung zwischen den Labors

Die Standardabweichung, die sich aus den einzelnen Mittelwerten der Ergebnisgrößen der drei Labors ergibt. Die Größe beinhaltet nicht nur zufällige, sondern auch systematische Abweichungen zwischen den Labors.

- Vergleichstandardabweichung

Die Standardabweichung unter Vergleichbedingungen. Letztlich die interessanteste Größe, da hier sowohl die mittlere Wiederholpräzision der Labors als auch die Abweichung der Mittelwerte zwischen den Labors eingehen.

Alle Auswertungen erfolgten getrennt nach großen und kleinen Rohren (bei System B bedeutet dies tiefer und hoher Frequenzbereich). Die gemeinsamen Frequenzbereiche, getrennt nach großem und kleinem Rohr, betragen 30 - 500 Hz bzw. 200 - 3400 Hz.

Weiterhin werden für jede Messanordnung die Einzelergebnisse der drei Labors im Vergleich dargestellt (Mittelwert und Standardabweichung aus acht Messungen).

Ergebnisse

Anordnung I: Probe vor schallhartem Abschluss

Bei der Absorberprobe vor schallhartem Abschluss (ohne Wandabstand) liegen die Wiederholstandardabweichungen der einzelnen Labors bis auf einzelne schmalbandige Ausreißer sowohl im großen Rohr als auch im kleinen Rohr unter 4%.

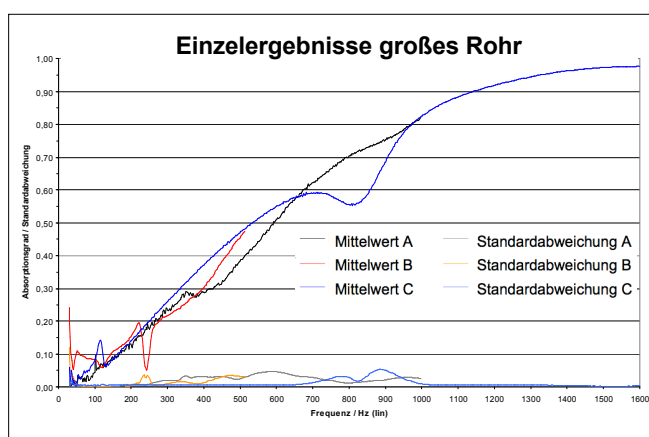


Abbildung 1: Probe vor schallhartem Abschluss, Einzelergebnisse großes Rohr

Aufgrund der systematischen Abweichungen hat die Vergleichstandardabweichung im großen Rohr bzw. bei tiefen Frequenzen ein Maximum von ca. 8% bei 240 Hz und im kleinen Rohr bzw. bei hohen Frequenzen von 5%, was im

Vergleich zu Hallraummessungen einen sehr guten Wert darstellt.

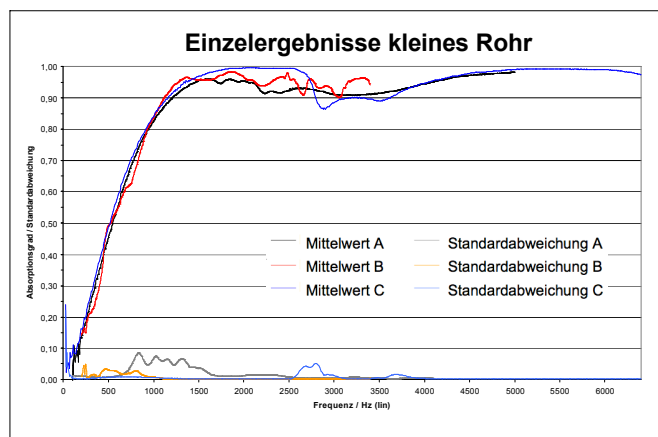


Abbildung 2: Probe vor schallhartem Abschluss, Einzelergebnisse kleines Rohr

Anordnung II: Probe mit 10 cm Wandabstand zum schallharten Abschluss

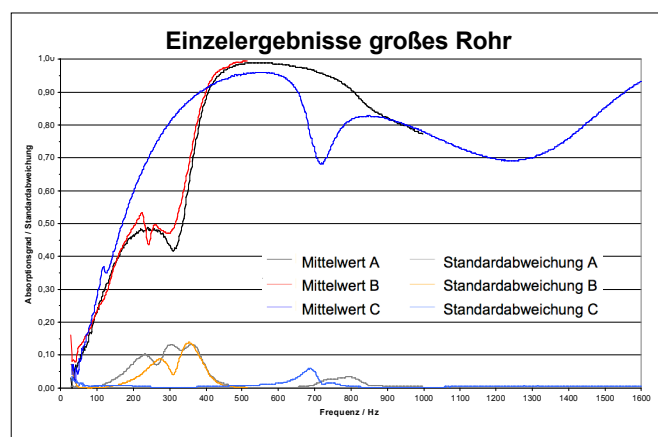


Abbildung 3: Probe vor 10 cm Wandabstand, Einzelergebnisse großes Rohr

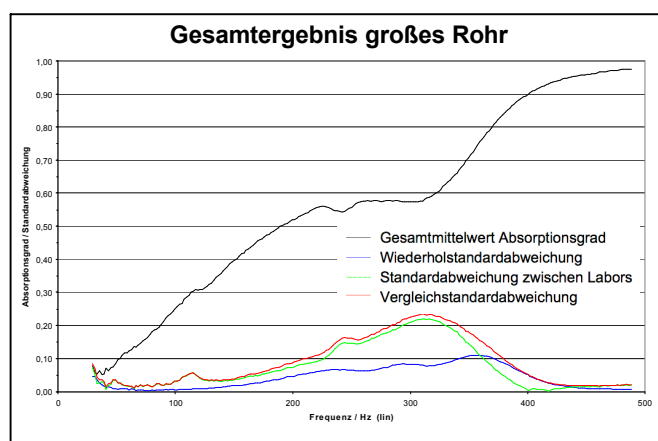


Abbildung 4: Probe vor 10 cm Wandabstand, Gesamtergebnis großes Rohr im Frequenzbereich bis 500 Hz

Bei den Messungen vor 10 cm Wandabstand weist die Vergleichstandardabweichung im großen Rohr bzw. tiefen Frequenzbereich um 300 Hz aufgrund systematischer Abweichungen ein Maximum von knapp über 20% auf. Außerhalb

dieses Frequenzbereichs liegt die Vergleichstandardabweichung unter 5%. Dabei handelt es sich mutmaßlich nicht um Messfehler, sondern um einen physikalischen Effekt:

Der Effekt wird durch die Skelettschwingungen des Absorbers bewirkt, welche vor allem bei Schaumstoffen, Mineralwolle und Faserabsorbieren mit hoher Dichte und Bindungsanteil auftreten (vgl. [3], [4]).

Die Skelettschwingungen sind stark von der Größe der Probe abhängig und zeigen sich vor 10 cm Wandabstand am deutlichsten. Im kleinen Rohr ist der Effekt deutlich geringer.

Anordnung III: Schallharter Abschluss ohne Probe

Es zeigen sich vor allem im Impedanzmessrohr B periodische Frequenzbereiche mit sehr hohen Absorptionsgraden (bis über 1,0), die vermutlich auf nicht ausreichende Unterdrückung der Quermoden im Rohr zurückzuführen sind.

Bei den Impedanzmessrohren A und C bleibt die Absorption im gesamten Frequenzbereich unter etwa 0,05 und die Streuung unter 1%.

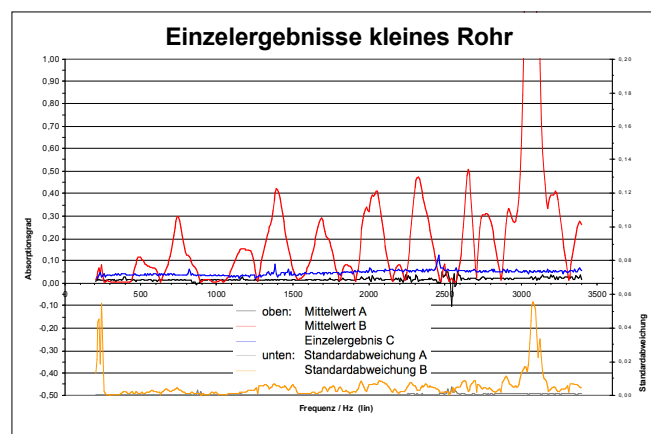


Abbildung 5: Schallharter Abschluss ohne Probe, Einzelergebnisse kleines Rohr

Schlussbemerkung

Aus Platzgründen konnten an dieser Stelle nicht alle Ergebnisdigramme dargestellt werden. Bei Interesse an den vollständigen Ergebnissen oder anderen Rückfragen kontaktieren Sie bitte die Autoren unter folgender Email-Adresse: krummheuer@akustik-berlin.de

Literatur

- [1] DIN ISO 5725-1 /-2, Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen, Teil 1 (1997-11) und 2 (2002-12)
- [2] DIN EN ISO 10534-2, Bestimmung des Schallabsorptionsgrades und der Impedanz in Impedanzrohren - Teil 2: Verfahren mit Übertragungsfunktion (2001-10)
- [3] Mechel, F.P.: Schallabsorption. In: Heckl, M.; Müller, H.A. (Hrsg.) Taschenbuch der Technischen Akustik, 2. Aufl., Kap. 19. Springer Verlag, Berlin, 1994
- [4] Mechel, F.P.: Schallabsorber, Bd. 2, Innere Schallfelder, Strukturen. Hirzel Verlag, Stuttgart, 1998