

Kleine Hallräume

Kleine Hallräume

Kleine Hallräume

Technische Akustik

Kleine Hallräume

2015

Jan Borgers

Kleine

Kleine Hallräume

Kleine Hallräume

Kleine Hallräume

Kleine Hallräume

Kleine Hallräume

Kleine Hallräume

Kleine Hallräume

Kleine Hallräume

Kleine Hallräume

1. Internetrecherche und eigene Ergebnisse

Fragen aus

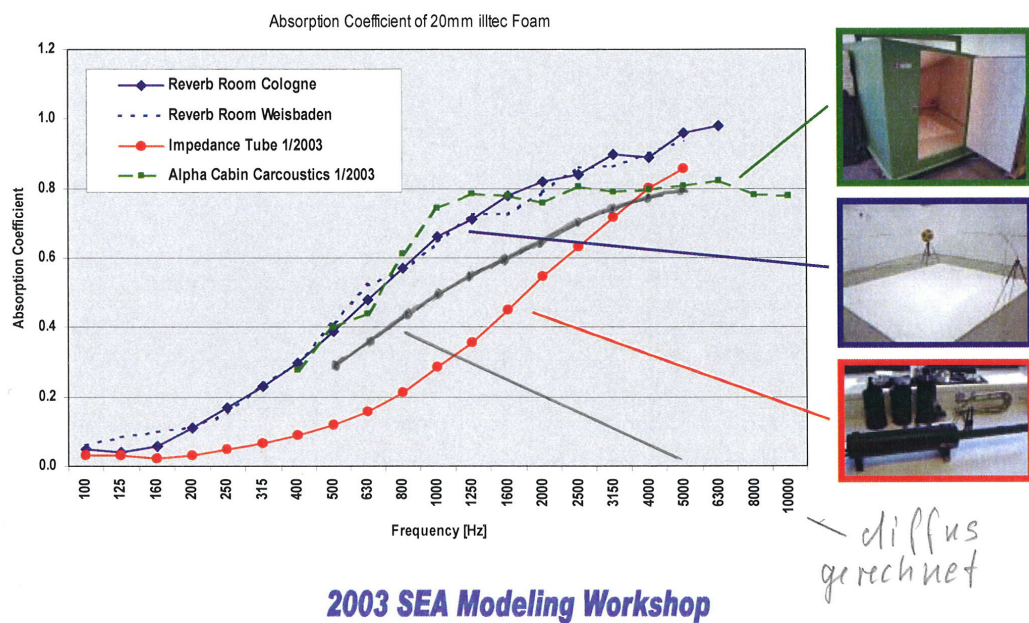
1) - 2003 SEA Modelling Workshop Carcoustics.

Autoren: Gordon Ebbit, Ralph Bungenberg

"Why do there appear to be systematic differences between measurement and simulations with the use of absorbers of varying size?"

Warum gibt es systematische Differenzen zwischen Messungen und Simulations-Rechnungen bei Luftschallabsorbern mit unterschiedlichen Dimensionen (Flächen) - im diffusen Schallfeld eines Hallraums?

Measurements



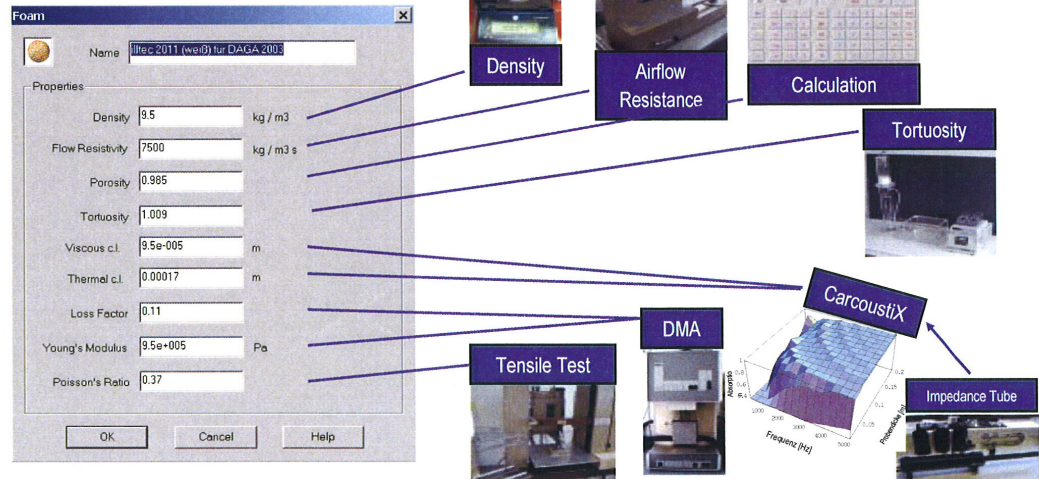
Antwort Carcoustics:

"Independent of the random incidence measurement technique (Alpha Cabin or large reverb room) there is a significant difference between the simulated and measured absorption. This effect shows up not only with illtec foam (a very homogeneous material), but also with other foams."

Carcoustics BIOT-Parameter

Measurements

Values for Material Parameters

**2003 SEA Modeling Workshop****Carcoustics: "Summary and Conclusion"**

The simulation of absorption, based on material parameters, provides reasonable results for models with normal incidence.

With random incidence a clear difference between simulation and measurement of the absorption exists in the middle and high frequency range.

If in place of the simulated absorption, the measured component absorption is used, we must still consider which angle of incidence is present at the location of the component. If the component's absorption is measured in an alpha cabin or reverberation room, then the too high absorption coefficient leads to an overestimation of the absorption and a corresponding drop in the predicted energy level.

This brief note is to remind SEA users that the angle of incidence plays a very significant role in the measured absorption of a material. In addition, the user is cautioned to consider the complexities of determining the actual component's absorption and the actual angle of incidence the component will experience insitu."

Weiterführende Literatur mit Beispielen - Grundlagen für diese Betrachtung

2) - Standardized Test Procedures for Small Reverberation Rooms.

Autoren: Jerry Veen, Johnson Controls; Jian Pan, Rieter; Pranab Saha, Kolano and Saha Engineers

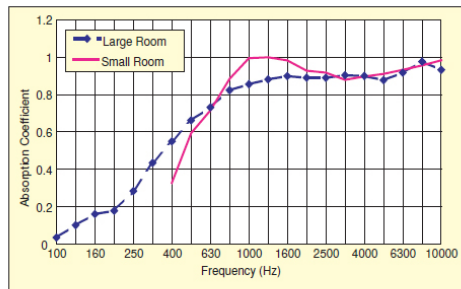


Figure 5. Small- and large-room absorption coefficient comparison for 25-mm fiberglass.

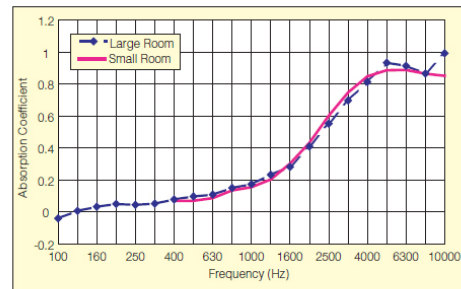


Figure 7. Small and large-room absorption coefficient comparison for 6-mm foam.

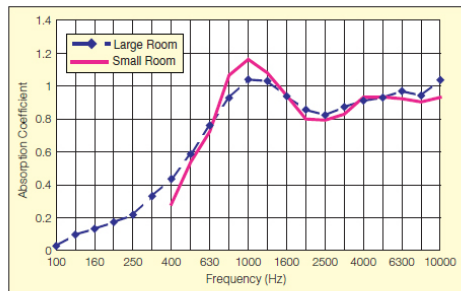


Figure 8. Small- and large-room absorption coefficient comparison for 25-mm foam.

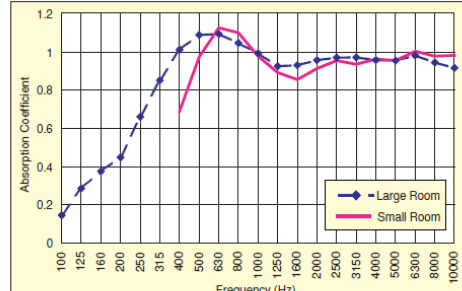


Figure 9. Small- and large-room absorption coefficient comparison for 50-mm foam.

3) - inter.noise 2009 innovations in practical noise control "Absorption Coefficients Part 2: is "edge effect" more important than expected?"

Autoren: Ronald Sauro, Michael Vargas, NWAA Labs;
Gery Mange, Western Electro Acoustic Laboratory

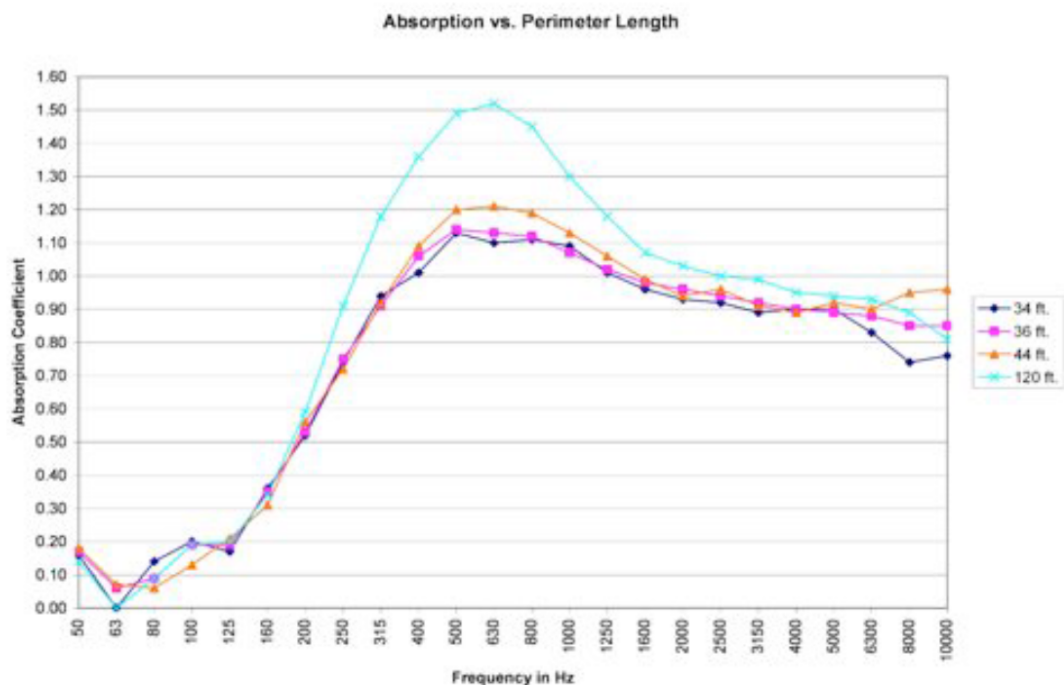


Figure 5: Absorption Coefficients of a 2inch (5.08cm) thick Fiberglass Sample (2nd Test, 2008)

4) - "A correction of random incidence absorption coefficients for the angular distribution of acoustic energy under measurement conditions"

Autor: Cheol-Ho Jeong Technische Universität Dänemark

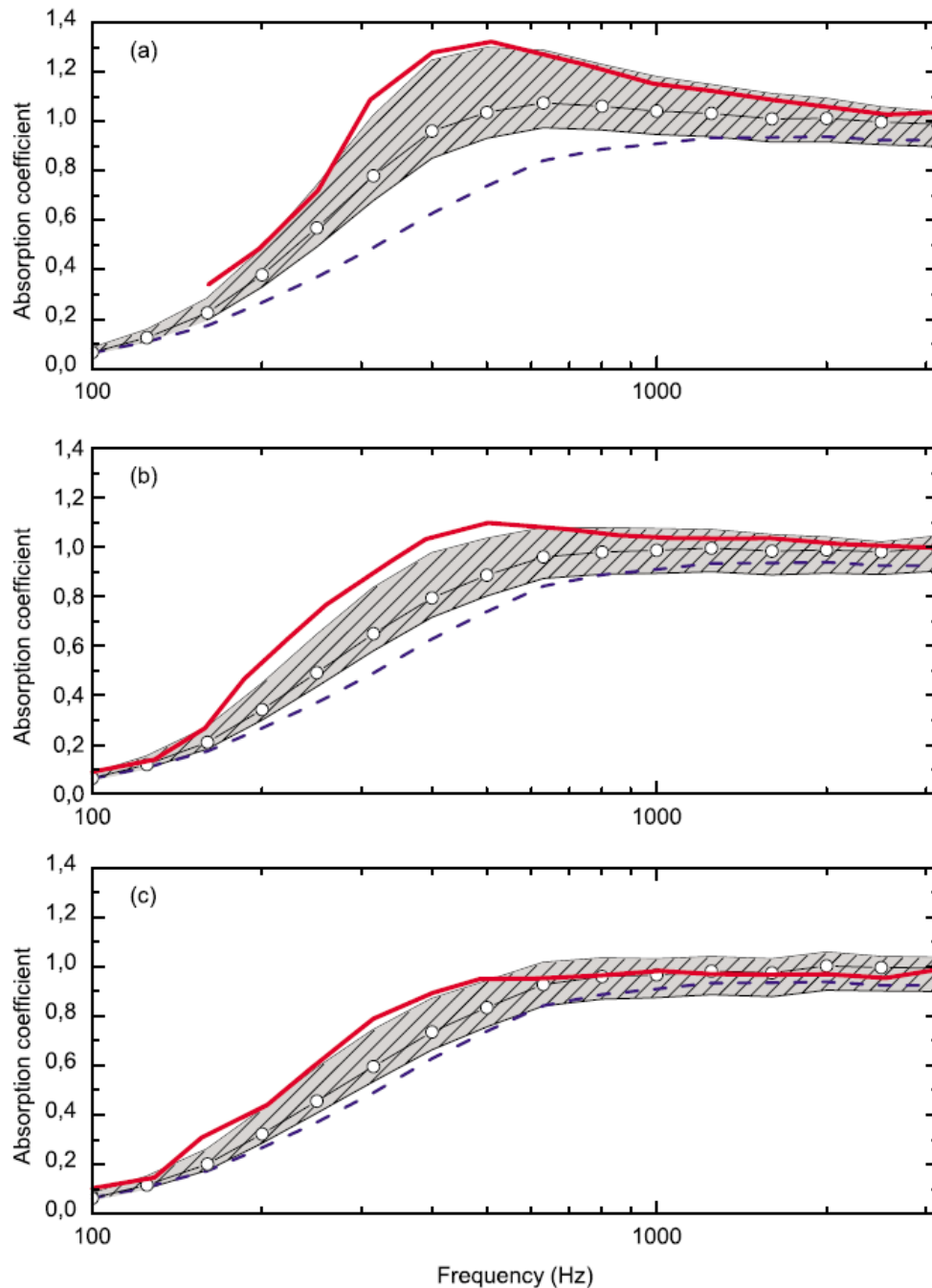
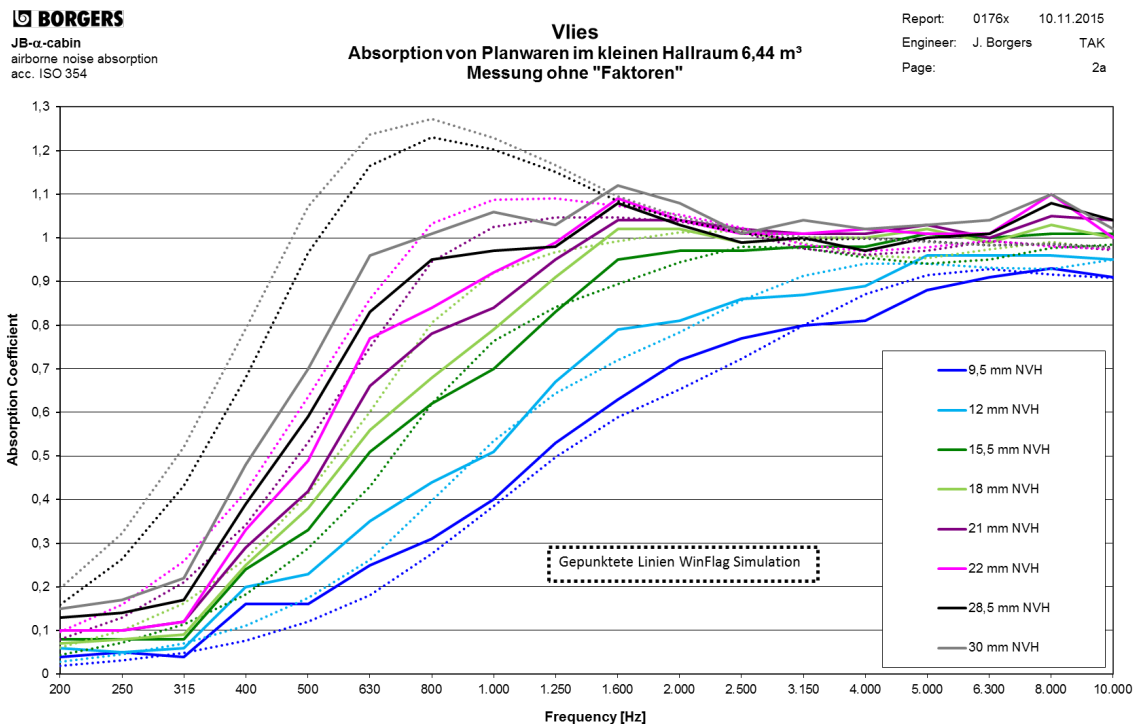


FIG. 10. Color online A comparison of absorption coefficient between the reverberation chamber measurement and the angle-weighted value calculated from Z_w . —○— measurement and — — absorption adopting the averaged weighting function. gray hatched area Possible range of the angle-weighted absorption coefficient and - - - random incidence absorption. _a_ $e=1.2$ m, _b_ $e=2.4$ m, and _c_ $e=3.6$ m.

Frage:

Warum werden die Ergebnisse aus "kleinen Hallräumen" mit zunehmender Probendicke - 9,5 – 30 mm - zusätzlich noch "ungenauer" im Frequenzbereich ca. 250 bis ca. 1600 Hz?



2. Ergebnis

Bei den derzeitigen Randbedingungen kleiner Hallräume sind die in diesen Räumen ermittelten Messergebnisse

- nicht für weitere Berechnungen und Verwertungen in SEA-Studien geeignet,
- nur für A - B - Vergleiche von Materialien zulässig,
- nur bedingt zur akustischen Bewertung im einzelnen Anwendungsfall tauglich.
- haben keine konstanten β -Werte zur Korrektur der Luftschallabsorption in Hallräumen bei unterschiedlichen Probengrößen (siehe auch "**02243_Untersuchung von β und $\beta \times E$.docx**").
- der Schweizer Kabinen untereinander aufgrund mechanischer Toleranzen, unterschiedlicher „Hardware-“ und „Software- Konfigurationen“ nur bedingt untereinander vergleichbar.

Der Einfluß der Abweichung bei zunehmender Probendicke konnte nicht geklärt werden.

3. Versuch einer Klärung den Ursachen am Beispiel Melaminschaum

Materialbeschreibung:

Melaminschaum: Illtec; Basotect G; Basotect 06; Probe Borgers Süd (Zukauf Basotect G)

BIOT-Parameter:

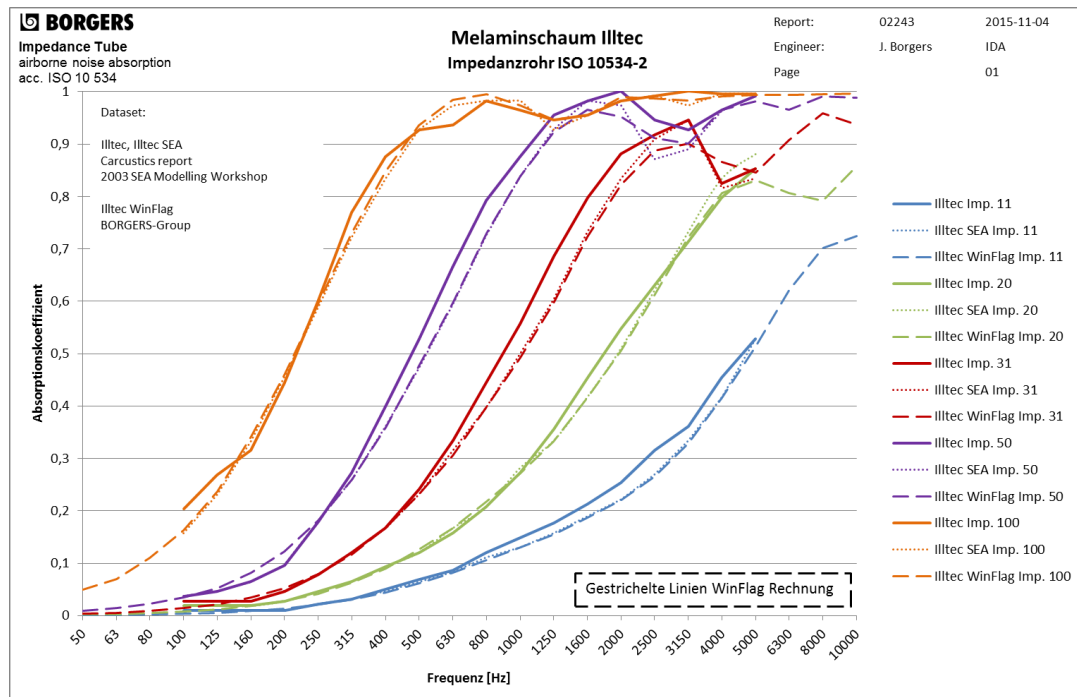
Messwertebereich

		min.			max.
Thickness	[mm]	10	...	...	100
Resistivity	[kPa s/m ²]	7,5	...	10; 11	14; 21
Porosity	[%]	98,5	...	...	99
Tortuosity		1	...	1,009	1,2
Viscous Length	[μ m]	50	...	95	100
Thermal Length	[μ m]	100	...	170	200

Ergebnisse aus Impedanzrohrmessungen:

Carcoustics Illtec, Probendicke 11 – 100 mm

Gute Übereinstimmung von Impedanzrohrmessung (Carcoustics) und SEA-Analyse (Carcoustics) sowie Berechnung mit Carcoustics BIOT Parametern mittels WinFlag Software (Tor Erik Vigran)

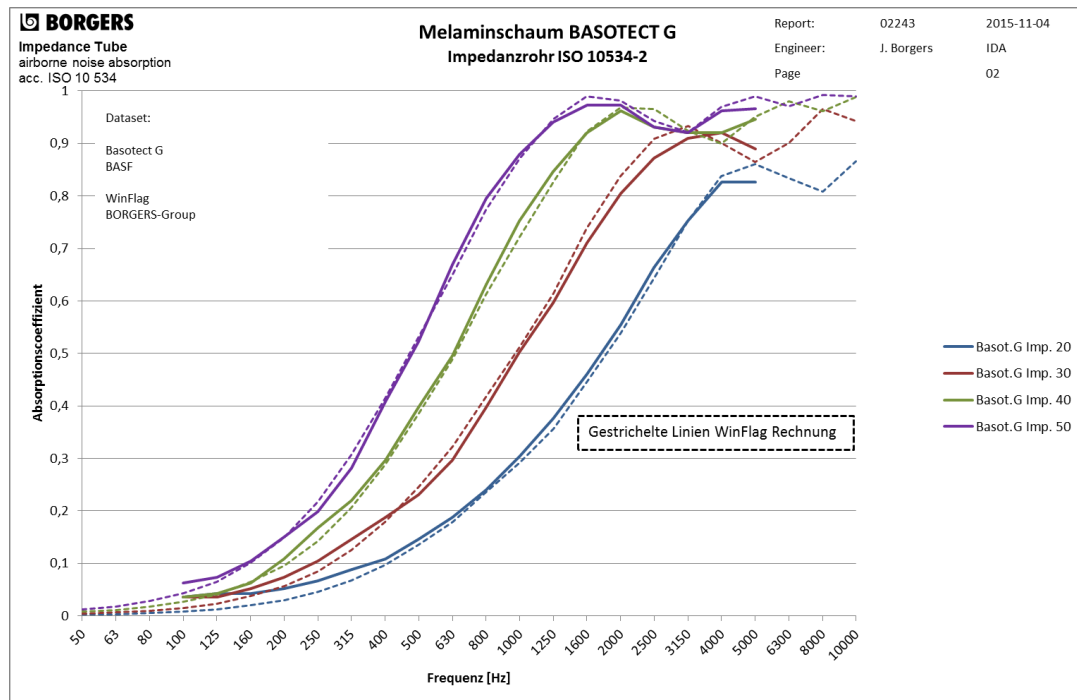


Nahezu identische Ergebnisse der beiden eingesetzten Rechenprogramme.

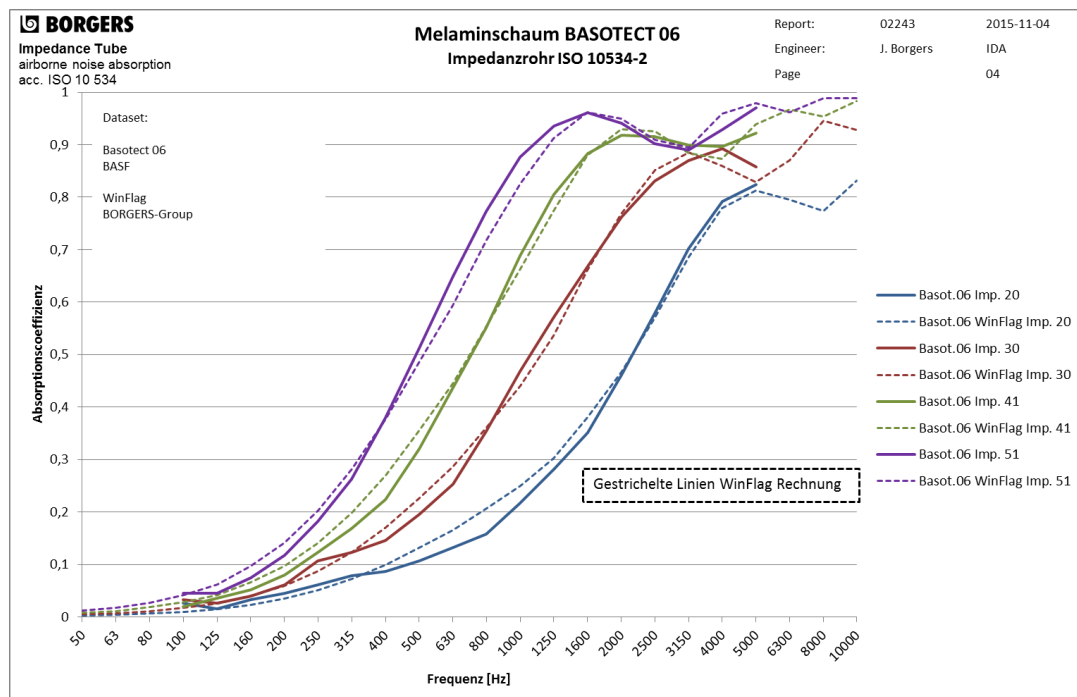
BASF Datensätze Basotect G und Basotect 06

Gute Übereinstimmung von Impedanzrohrmessung (BASF) und Berechnung mit aus Proben bestimmten BORGERS BIOT Parametern mittels WinFlag Software (Tor Erik Vigran) sowohl Basotect G als auch Basotect 06

Basotect G, Probendicke 20 – 50 mm

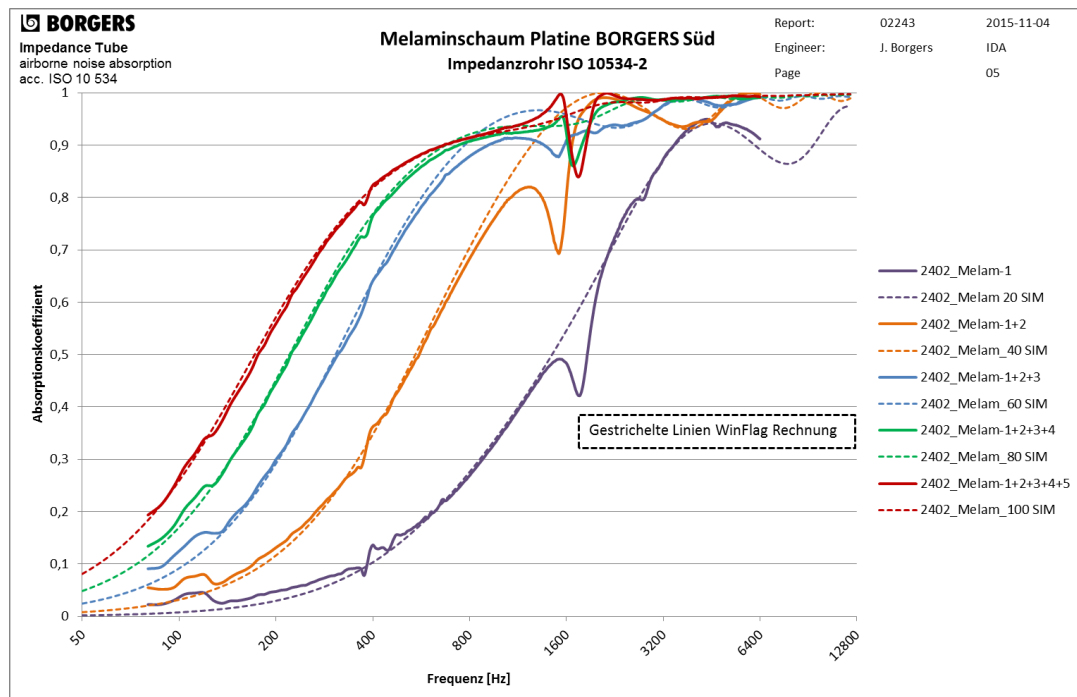


Basotect 06, Probendicke 20 – 51 mm



Probe BORGERS Süd

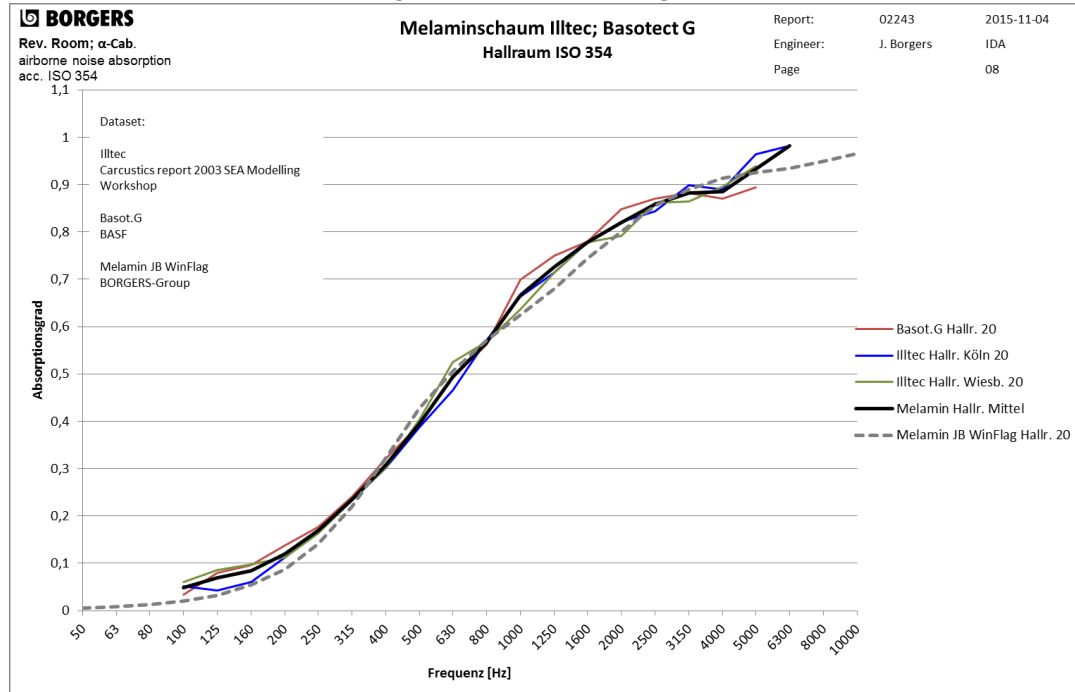
Gute Übereinstimmung von Impedanzrohrmessung (BORGERS) und Berechnung mit aus Proben bestimmten BORGERS BIOT Parametern mittels WinFlag Software (Tor Erik Vigran) sowohl Einzelproben 1 - 5 (je 20 mm) als auch zusammengesetzte Proben 1 bis 5 (20 mm - 100 mm)



4. Ergebnisse aus Hallraummessungen:

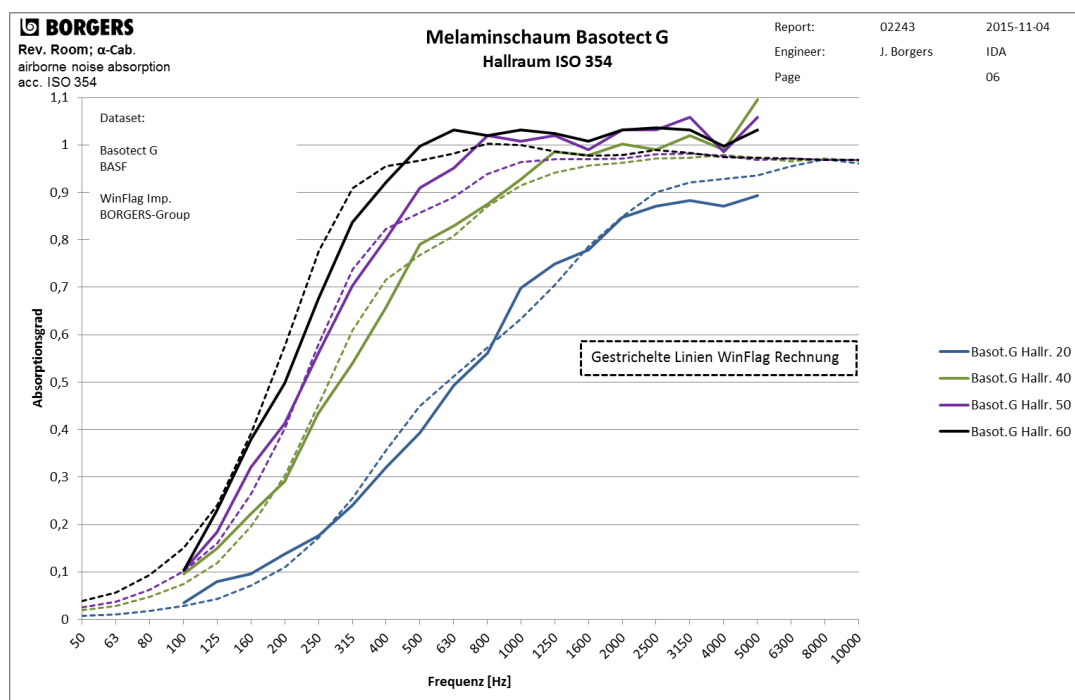
BASF Datensätze Basotect G und Carcoustics Illtec, 20 mm Dicke

Gute Übereinstimmung von Hallraummessungen (BASF; Carcoustics Messungen in den Hallräumen "Köln" und "Wiesbaden") und Berechnung mit aus Proben bestimmten BORGERS BIOT Parametern mittels WinFlag Software (Tor Erik Vigran)



Die Hallraumproben könnten aus einer Reihenuntersuchung (Round Robin) in unterschiedlichen Hallräumen stammen.

Basotect G, Probendicke 20 – 60 mm



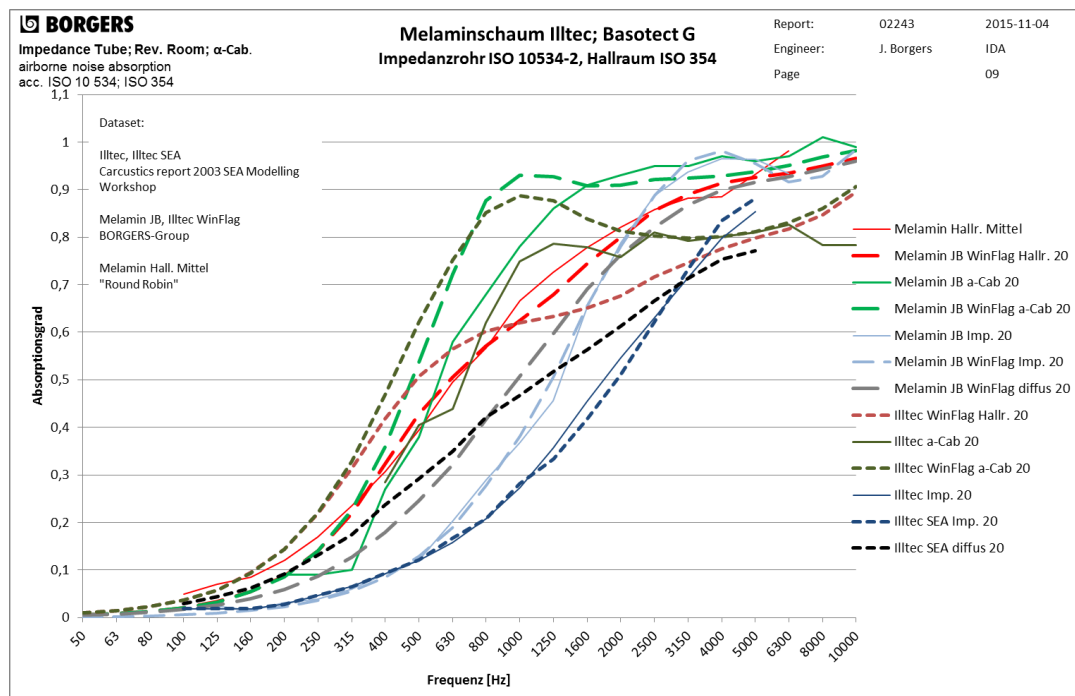
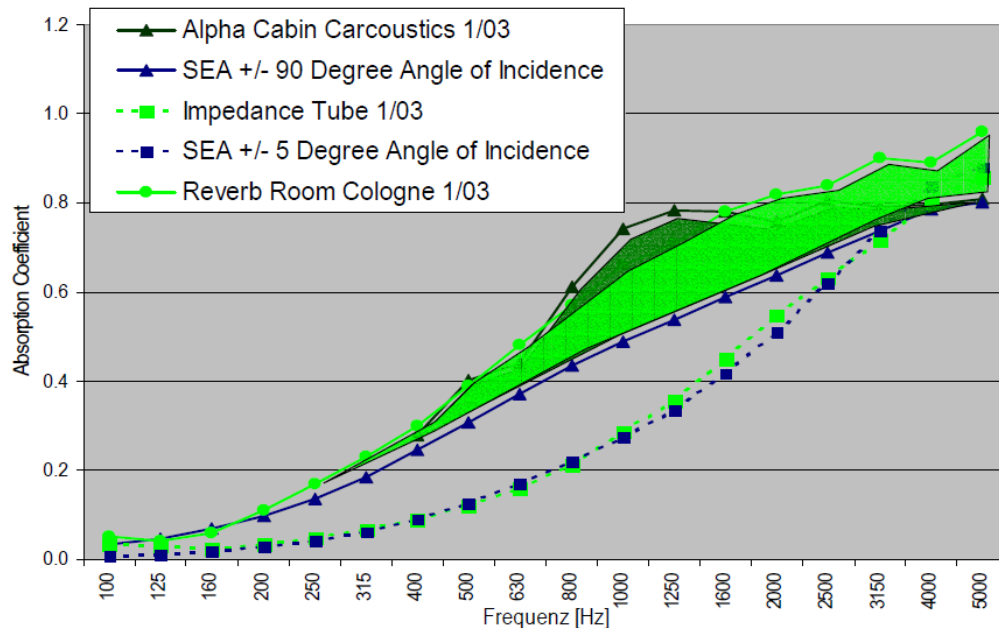
Gute Übereinstimmung zwischen Hallraummessung und Rechnung.

Carcoustics Proben

Die Absorptionsgrade im diffusen Schallfeld, im Hallraum mit 10 - 12 m² Proben divergieren das heißt unterhalb von 400 Hz und oberhalb von 2000 Hz nähern sich die Kurven

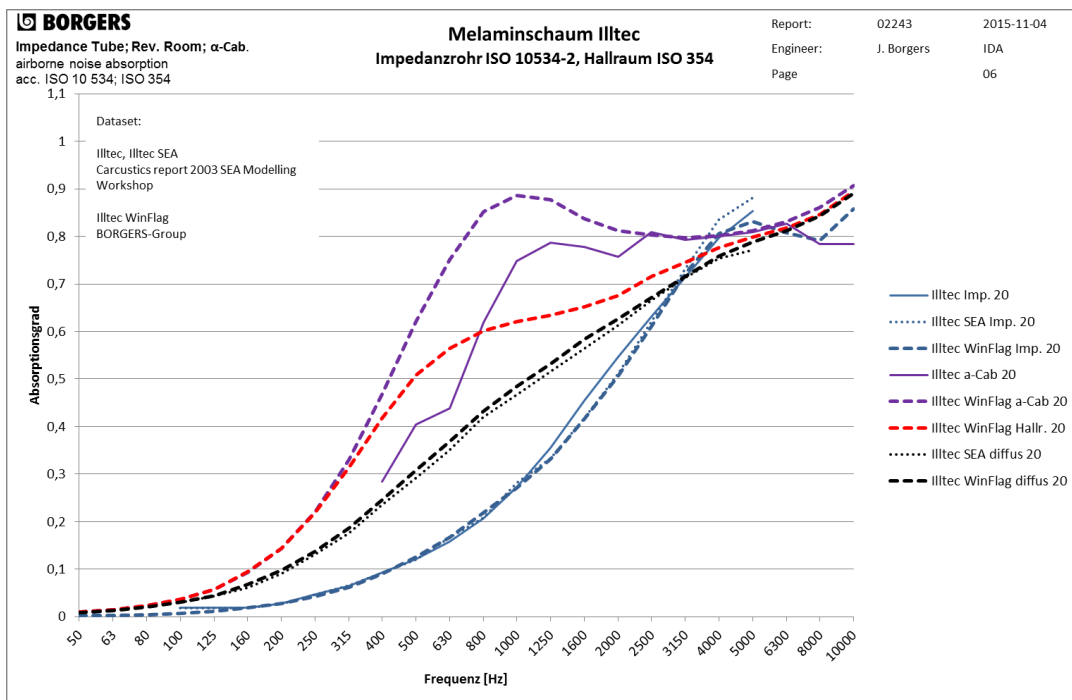
- diffuses Schallfeld und α -Kabine
- Hallraum
- nicht an

20mm foam with normal and random incidence



Die Hallraumproben Carcoustics und die α -Kabinen Probe unterscheiden sich in den BIOT-Parametern: Resistivity, Tortuosity, Viscous Length und Thermal Length und können daher nicht zum Vergleich Hallraum - α -Kabine herangezogen werden.

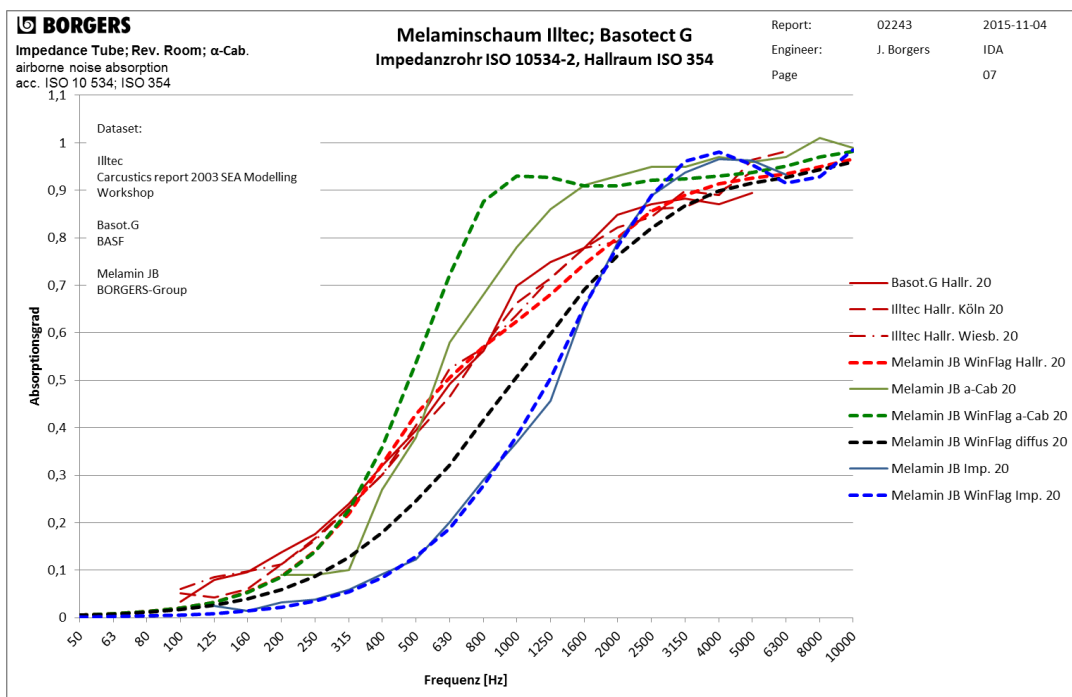
Die α -Kabinen Probe - Probendicke 20 mm - komplett untersucht hätte folgendes Aussehen



Basotect G, BORGERS Süd Probe - Probendicke 20 mm -

Die BIOT-Parameter der BASF-Hallraumprobe und der BORGERS-Impedanzrohrprobe unterscheiden sich nur marginal, das heißt nicht akustisch wirksam.

Simulation und Cabin-Messung der BORGERS-Probe zeigen erwartete Ergebnisse mit Schwächen der Cabin-Messung unterhalb 1600 Hz.



Cabin-Messung und -Simulation, Hallraummessung und -simulation sowie Rechnung der Absorption im diffusen Schallfeld zeigen die gewünschten Kurvenannäherungen.

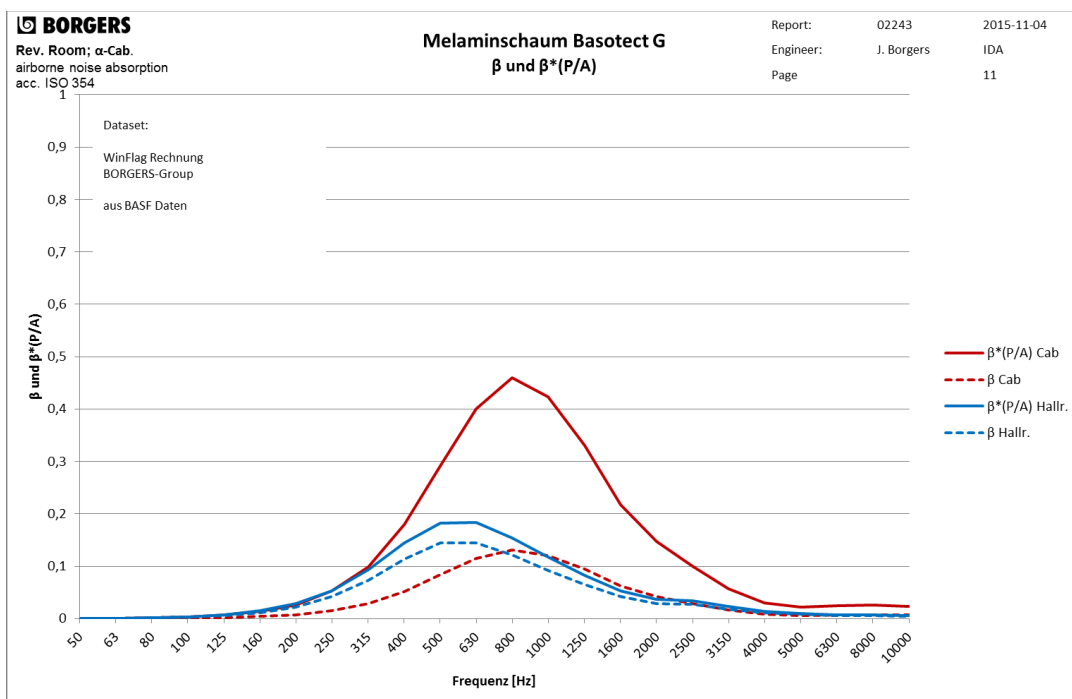
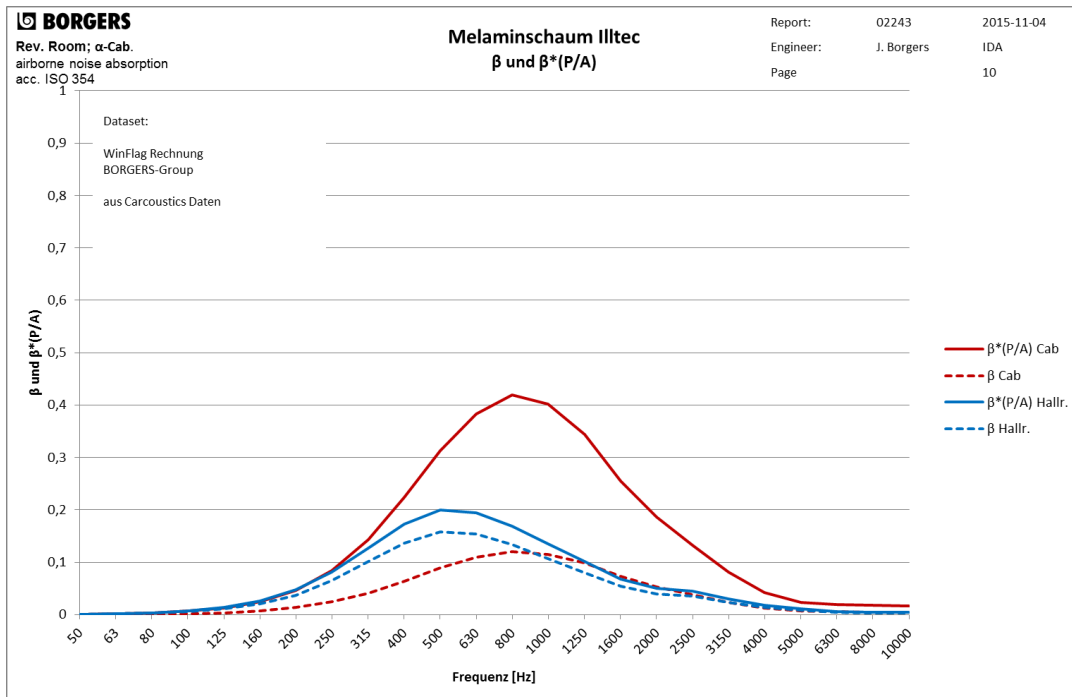
Dieser "Basotect G" ist hiermit ausreichend spezifiziert.

β und $\beta^*(P/A)$ nach Heinrich Kuttruff zur "Kompensation" des "Randeffektes" sind bei beiden Schaummaterialien bezogen auf das diffuse Schallfeld im Hallraum und in der α -Kabine nicht konstant.

$$\alpha_s = \alpha_{\text{infinite}} + \beta * E \text{ mit } E = (\text{Perimeter } P - \text{Umfang} - \text{der Probe})/(\text{Probenfläche } A)$$

$$\beta * E = \alpha_s - \alpha_{\text{infinite}}$$

$$\beta = (\alpha_s - \alpha_{\text{infinite}})/(P/A)$$



5. Ergebnis zu “Standardized Test Procedures for Small Reverberation Rooms”

Da keine BIOT-Parameter vorliegen sind diese für die WinFlag Simulationen aus hauseigenen Datenbanken für „meltblown“ Glasvlies und PUR-Schaum entnommen.

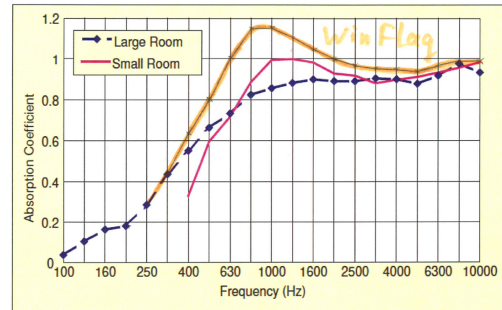
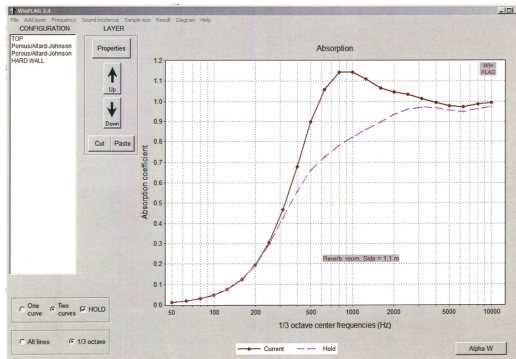


Figure 5. Small- and large-room absorption coefficient comparison for 25-mm fiberglass.

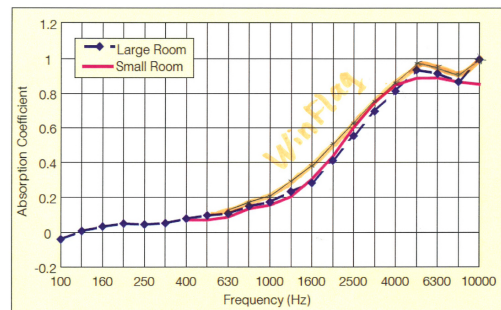
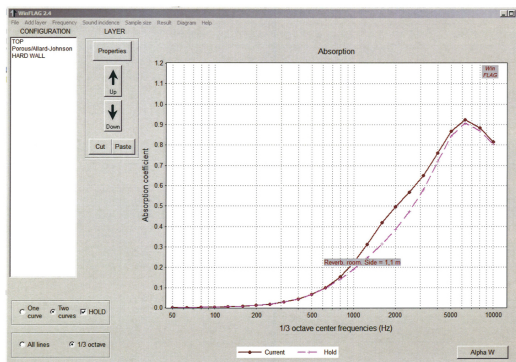


Figure 7. Small and large-room absorption coefficient comparison for 6-mm foam.

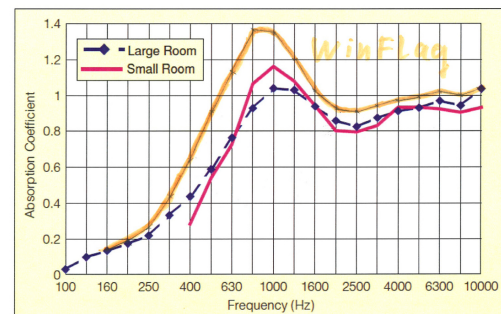
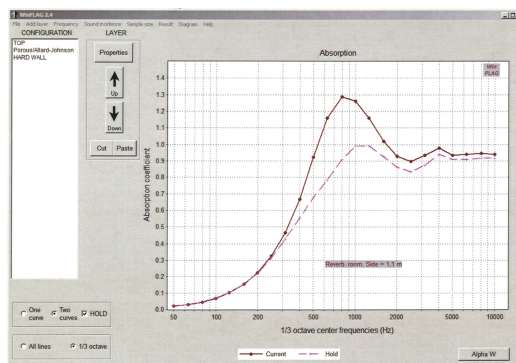


Figure 8. Small- and large-room absorption coefficient comparison for 25-mm foam.

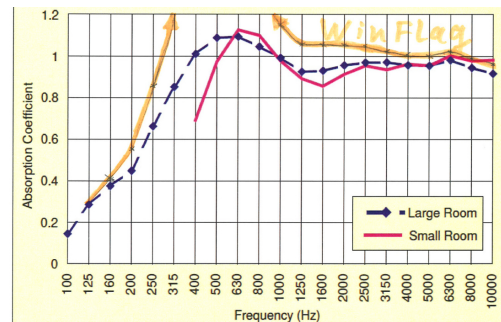
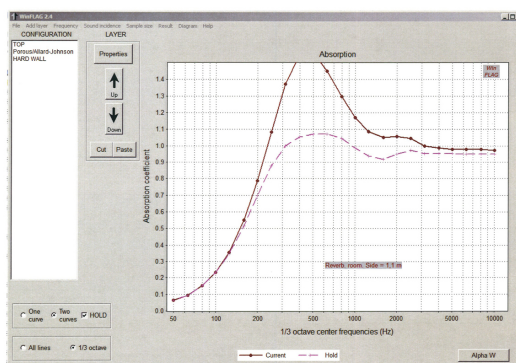
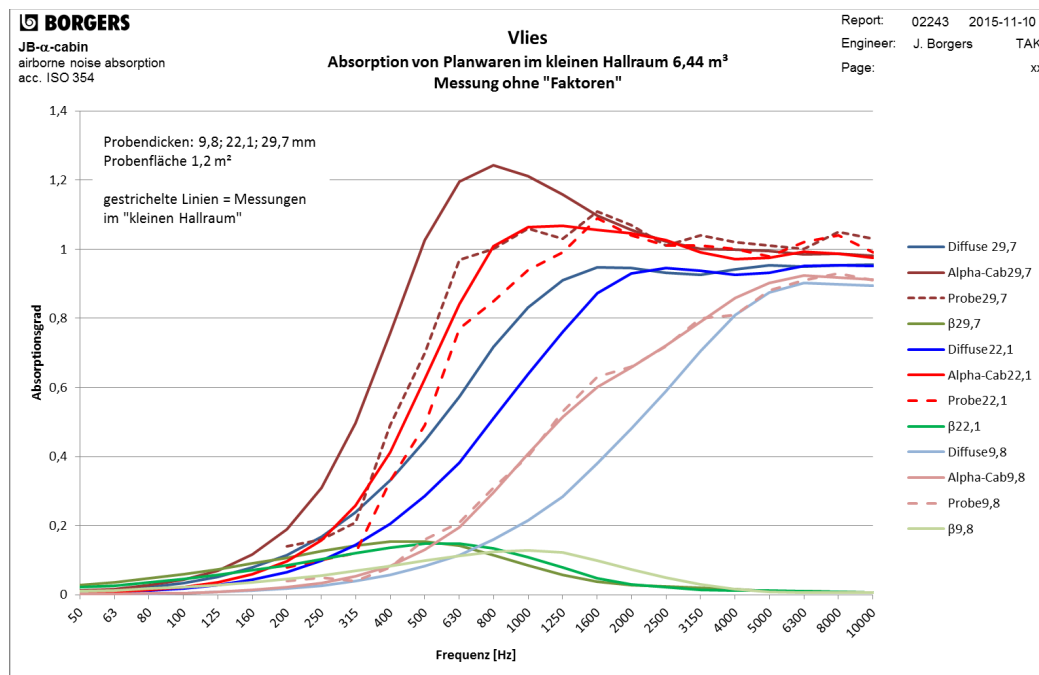


Figure 9. Small- and large-room absorption coefficient comparison for 50-mm foam.

Bei den derzeitigen Randbedingungen kleiner Hallräume sind die in diesen Räumen ermittelten Messergebnisse

- nicht für weitere Berechnungen und Verwertungen in SEA-Studien geeignet,
- nur für A - B - Vergleiche von Materialien zulässig,
- nur bedingt zur akustischen Bewertung im einzelnen Anwendungsfall tauglich.
- haben keine konstanten β -Werte zur Korrektur der Luftschallabsorption in Hallräumen bei unterschiedlichen Probengrößen (siehe auch "**02243_Untersuchung von β und $\beta \times E$.docx**").
- der Schweizer Kabinen untereinander aufgrund mechanischer Toleranzen, unterschiedlicher „Hardware-“ und „Software-Konfigurationen“ nur bedingt untereinander vergleichbar.

Der Einfluß der Abweichung bei zunehmender Probendicke konnte nicht geklärt werden.



Alle in diesem Bericht aufgeführten Messungen in „kleinen Hallräumen“ zeigen diese typische Schwäche der Kabinen im Frequenzbereich 400 – 1600 Hz im Vergleich zur Simulation auch in Abhängigkeit der Probendicke – hier 9,8 – 29,7 mm.

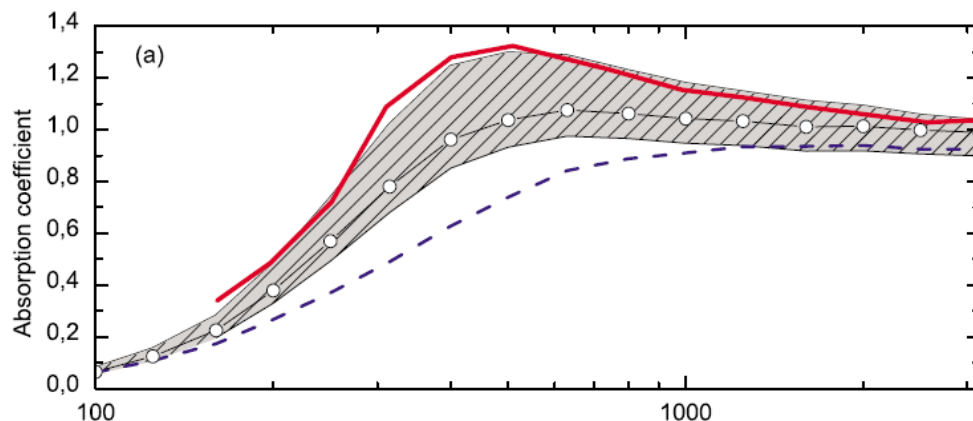


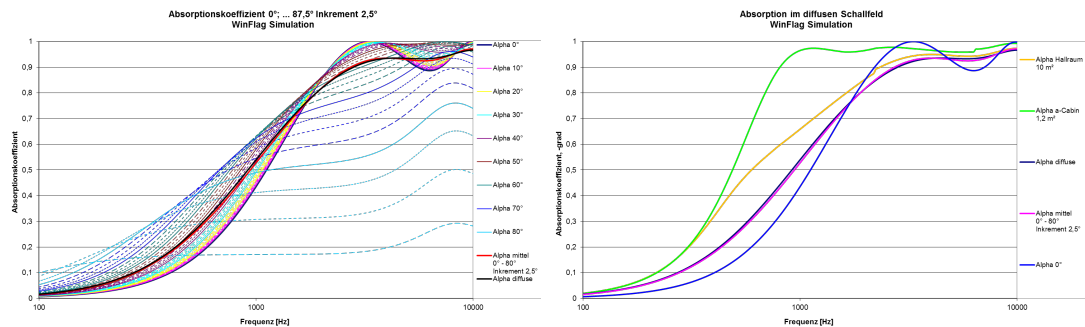
FIG. 10. *Color online* A comparison of absorption coefficient between the reverberation chamber measurement and the angle-weighted value calculated from Z_w . *—* measurement and *---* absorption adopting the averaged weighting function. *gray hatched area* Possible range of the angle-weighted absorption coefficient and *---* random incidence absorption. *a* $e=1.2$ m.

Der hier bei Cheol-Ho Jeong gezeigte Verlauf der Schallfeldbeugung (Randeffekt) an Probenrändern einer 1,2 m * 1,2 m großen Probe konnte in „kleinen Hallräumen“ nicht nachgestellt werden.

Anmerkung:

Die Kurven aus

- Absorptionsgrad im diffusen Schallfeld – gerechnet zum Beispiel aus Impedanzrohrmessungen oder Simulationsrechnungen – als arithmetischer Mittelwert aus Absorptionskoeffizienten aus Schalleinfallswinkeln zwischen 0° (senkrecht zur Probe) und nahe 90° (nahezu parallel zur Probe).



- Hallraum mit 10 - 13 m² großen Proben
- Hallraum mit Proben zwischen 1,44 und 13 m² sollten sich unterhalb 400 Hz und oberhalb 1600 Hz annähern wie Beispiele aus inter.noise 2009 und Cheol-Ho Jeong - in großen Hallräumen gemessen und Rechnungen mittels WinFlag - belegen.

Messungen und Rechnungen von Carcoustics und BASF Proben belegen dies im Trend, allerdings weichen die Messungen in kleinen Hallräumen unterhalb 2000 Hz zum Teil deutlich davon ab.

Messungen und Rechnungen von Materialien aus "Standardized Test Procedures for Small Reverberation Rooms" bestätigen:

Hallraum und α-Kabinen Messungen

- weichen aufgrund der unterschiedlichen Probengrößen zum Teil deutlich voneinander ab (Schallfeldbeugung an den Probenrändern - auch Randeffekt genannt)

- ein zusätzlicher konstanter "**Software-Faktor von 0,92**" bezogen auf eine Probe aus TAKA 20 mm, 1000 g/m² kann das Problem nicht lösen.

- verglichen mit den Ergebnissen zeigen - mit steigender Dicke der Proben ab 10 mm - die Proben deutliche Differenzen zwischen Messung und Rechnung zwischen 200 und 2000 Hz.

Vielleicht hat Interkeller – Rieter – Autoneum eine Erklärung zu diesen Effekten.