

ARCHITECTURAL ACOUSTICS, EXTENDED - GEFALTETE RÄUME

ein Projekt von Jamilla Balint^{1,2}, Milena Stavric³ und Studierenden der Technischen Universität Graz

¹(zum Zeitpunkt des Projektes) Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation,
Technische Universität Graz, Österreich

²(aktuell) Institut für Hörtechnik und Akustik, RWTH Aachen Universität, Deutschland

³ Institut für Architektur und Medien, Technische Universität Graz, Österreich

Die akustische Beschaffenheit von Konferenzzentren steht bei jeder Veranstaltung im Fokus. Die Herausforderungen sind ausreichend Platz und ausreichend Säle zur Verfügung zu stellen (neben gutem Kaffee) und die bestmögliche Sprachverständlichkeit für die Vorträge und Posterpräsentation bereitzustellen. Im folgenden Beitrag werden anhand von zwei Konferenzen die akustischen Optimierungsmöglichkeiten für Posterpräsentationen vorgestellt und das Potential von interdisziplinärer Arbeit zwischen Akustik und Architektur aufgezeigt. Durch kombinierte Herangehensweisen und neue Einblicke in die jeweiligen Fachrichtungen konnten neue Maßstäbe gesetzt werden, was die akustische und ästhetische Gestaltung von Innenräumen betrifft. Durch die Verbindung von Lehre und universitärer Forschung wurde gemeinsam mit Studierenden der Technischen Universität Graz ein Konzept erarbeitet und das Thema Akustik und Architektur aus neuen Blickwinkeln betrachtet.

1. UMSETZUNG DES KONZEPTEES BEI DER INTERSPEECH CONFERENCE IN GRAZ, SEPTEMBER 2019 ([HTTPS://INTER SPEECH2019.ORG/](https://interspeech2019.org/))

Einer der weltweit größten Konferenzen im Bereich Sprachkommunikation, die Interspeech, kam 2019 nach Graz, Österreich. Es wurden über 2000 Teilnehmer*innen aus der ganzen Welt in der Messe Congress Graz - MCG empfangen (s. Abb. 1 und Abb. 2). Niemandem war damals bewusst, dass es die letzte Interspeech Konferenz vor der Corona-Epidemie war, die in Präsenz abgehalten wurde. Bei der Besichtigung der Räumlichkeiten für die Posterpräsentation wurde von dem Messeausstatter angeboten, herkömmliche Posterwände bereitzustellen. Die üblichen Präsentationswände sind optisch sehr unauffällig und durch die schallharte Oberfläche (s. Abb. 3) können sie nicht zu einer Lärminderung im Raum beitragen. Die Nachhallzeit im Posterpräsentationsraum mit einem Raumvolumen von ca. $V = 2250 \text{ m}^3$ (s. Abb. 4) lag bei 1000 Hz bei $T = 1.6 \text{ s}$. Für die Nutzungsart Kommunikation wird laut ÖNORM B 8115-3 eine Soll-Nachhallzeit von 0.7 - 1.1 s empfohlen. Somit konnten die herkömmlichen Stellwände nicht herangezogen werden. Nun



Abb. 1: Eingang Messe Graz



Abb. 2: Besucher*innen bei der Interspeech in Graz

sollte ein Konzept entworfen werden, wie die Posterpräsentationen akustisch besser realisiert werden können und das übliche Problem des Lärms und der schlechten Sprachverständlichkeit gelöst werden können. Die Herausforderungen für die Planung waren:

- Es muss genügend Platz vorhanden sein, dass sich Personen frei im Raum bewegen können.
- Es muss genügend Absorption in den Raum eingebracht werden damit eine ausreichende Lärminderung erreicht werden kann.
- Es soll eine gute Sprachverständlichkeit bei jeder Posterpräsentation (bis zu 45 Präsentationen zeitgleich im Saal) gewährleistet werden.
- Die Paneele sollen nicht nur zur Verbesserung der Akustik dienen, sondern auch als gestalterische Objekte den Raum ästhetisch aufwerten.

Ein Material wurde gesucht, das einerseits als Pinnwand dienen kann und gleichzeitig eine absorbierende Funktion erfüllt. Gepresstes Polyestervlies der Firma Sandler AG mit einer Masse von 4 kg/m², Materialstärke 25 mm, und einer Größe von 150x200 cm wurde ausgewählt. Einzelne Platten mit diesen Maßen haben eine ausreichende Stabilität und können als selbsttragende Elemente dienen (s. Abb. 5). In der nachfolgenden Tabelle sind der Absorptionsgrad der Platte (gemessen im Hallraum nach ISO 354) dargestellt, sowie die gemessene Nachhallzeit im leeren Raum, die Soll-Nachhallzeit nach ÖNORM B 8115-3 und die berechnete Nachhallzeit nach Sabine mit 270 m² Paneelen.

Tabelle 1: Absorptionsgrad der Paneele und berechnete Nachhallzeit

Frequenz in Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Absorptionsgrad	0.05	0.25	0.7	1	1	1
Nachhallzeit leerer Raum [s]	0.8	1.1	1.4	1.6	1.7	1.4
Nachhallzeit mit 270 m ² Akustikpaneel [s]	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7
Soll-Nachhallzeit [s] lt. Önorm B 8115-3, Kommunikation	0.7- 1.1	0.7- 1.1	0.7- 1.1	0.7- 1.1	0.7- 1.1	0.7- 1.1



Abb. 3: Herkömmliche Posterwände mit schallharter Oberfläche



Abb. 5: Ein Posterpräsentationsraum in der Messe Graz



Abb. 4: Akustikpaneele von Sandler AG

2. VISUALISIERUNG UND AUSARBEITUNG DES KONZEPTS

Ein sehr wichtiger Aspekt bei der Ausarbeitung des Konzeptes war die visuelle Darstellung der Idee. Um einerseits eine bessere Vorstellung zu bekommen und andererseits die Größen- und Platzverhältnisse besser einschätzen zu können, wurde ausgehend von einer Skizze auch eine vollständige Visualisierung in 3D erstellt (s. Abb. 6, Abb.7). Die Darstellung der Besucher*innen und der Bewegungsabläufe sind in Abb. 8 und Abb.9 dargestellt. Aus unserer Sicht profitieren Akustiker*innen als auch Lai*innen von den Bildern, da die Bewusstseinsbildung und Vermittlung von akustischen Maßnahmen und Verbesserungsvorschlägen oft eine große Herausforderung darstellt.

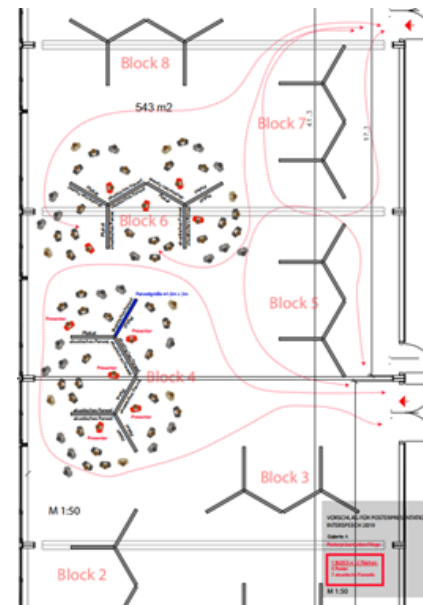
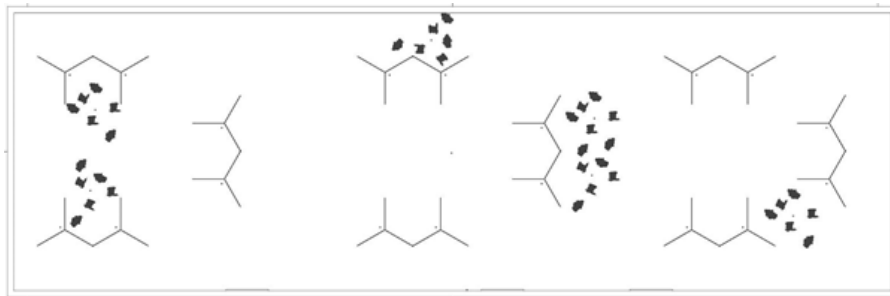


Abb. 6: 3D Visualisierung der Inseln

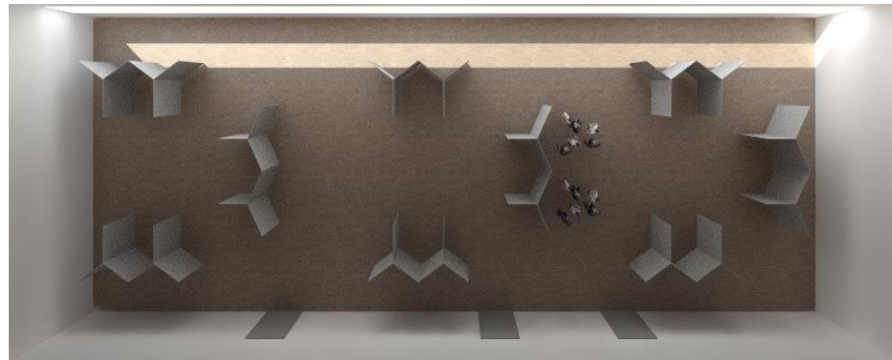


Abb.8: Perspektivische Ansicht von oben und Darstellung der Besucher*innen

Abb. 9: Bewegungsströme



Abb.7: 3D Visualisierung des Raumes

3. ANORDNUNG DER AKUSTIKPANEELE IM RAUM

Um eine vorgegebene Anzahl von 45 Postern gleichzeitig zu präsentieren, wählten wir eine hexagonale Anordnung der akustischen Platten. Auf diese Art und Weise entstanden neun Präsentationsinseln mit jeweils sechs Paneelen und fünf Präsentationsplätzen (s. [Abb. 9](#) u. [Abb. 10](#)). Die hexagonale Anordnung bietet durch die "gefaltete Form" Stabilität der einzelnen Paneele und ermöglicht die Bildung von "Kojen" für die Gruppenbildung vor dem Präsentationspaneel. Um die ausreichende Stabilität der Insel zu ermöglichen und optisch unauffällig zu gestalten, entwickelten wir verschiedene Fussverbindungselemente (s. [Abb. 11](#)).

Neben jedem Präsentationpaneel ergaben sich eine bzw. zwei freie Flächen, die genutzt wurden um individuell gestaltete Werke von Studierenden auszustellen. Diese zusätzliche visuelle Gestaltung wurde mit dem Standardmaterial Vlies vorgenommen. Den Studierenden der Fachrichtung Architektur (aus dem 1. Semester, LV Darstellungsmethoden) wurden die grundlegenden Prinzipien der Akustik erklärt und die ersten Schritte mit dem CAD-CAM Programm (RhinoCeros und Lasercutter) nähergebracht. Durch die künstlerische Bearbeitung mittels Schneiden, Falten, Biegen oder Überlagerungen wurden hochwertige Kunstobjekte erstellt. Es resultierten 160 verschiedene Muster, deren Absorptionsgrad für normalen Schalleinfall im Impedanzrohr vermessen wurde (s. [Abb. 12](#)). Die Ergebnisse wurden im Buch "Architectural Acoustics, ext. - between two languages new space is discovered ..." und dem zugehörigen Ausstellungskatalog (jeweils zwei gedruckte Exemplare liegen der DEGA vor) veröffentlicht. In [Abb. 13](#) sind zwei Beispiele der Vliesmodelle dargestellt.

Es wurde eine Nachhallzeitmessung im Raum durchgeführt, das Ergebnis ist in [Abb. 14](#) dargestellt. Durch die Einbringung der Paneele konnte die Nachhallzeit über den gesamten Frequenzbereich auf 0.6 s – 0.8 s gesenkt werden. Die fertige Anordnung der Paneele im Raum ist in [Abb. 15](#) und [Abb. 16](#) dargestellt.



Abb. 10: Gestaltung der Akustikplatten mit einem Plakat und Vlieskunstobjekten



Abb. 11: Verschiedene Fussverbindungselemente



Abb. 12: D Verschiedene Muster mit den zugehörigen Absorptionsgraden

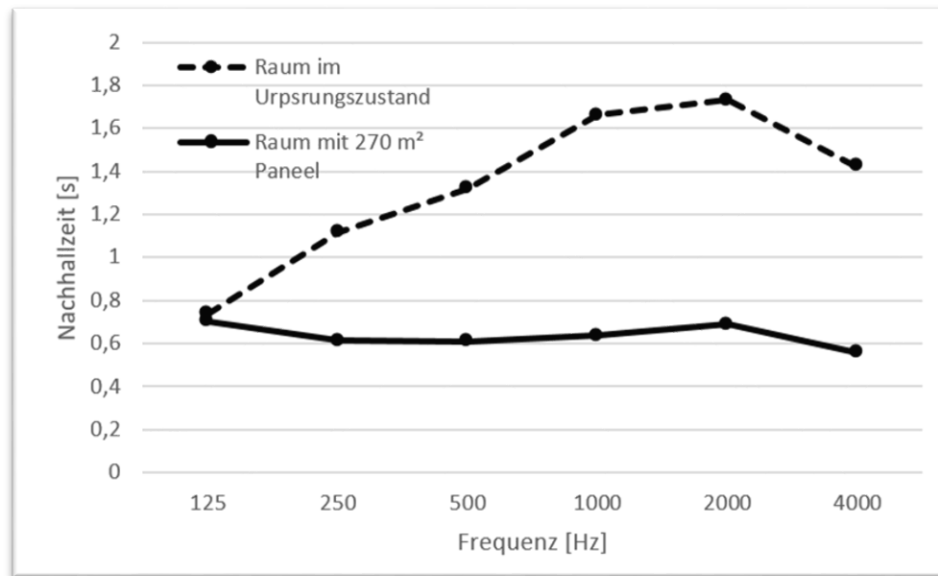


Abb.14 Nachhallzeit vorher - nachher

Bei der Abschlussveranstaltung wurde betont, dass die Rückmeldungen aufgrund der tollen akustischen und ästhetischen Gestaltung der Posterpräsentation neue Maßstäbe in der Konferenzwelt gesetzt haben:

“Conference organizers, please note: these great acoustic panels gave the best poster experience I’ve had in 30+ years of attending such sessions. Thanks”.

“Background noise also interferes with speech production, not only with speech perception! The poster boards are so helpful in making conversations run smoothly!”

“Many have lauded the excellent poster designs @interspeech2019 led by Milena Stavric and Jamilla Balint, bringing together design and acoustics. Many thanks to them, their team and students, it’s great!!”

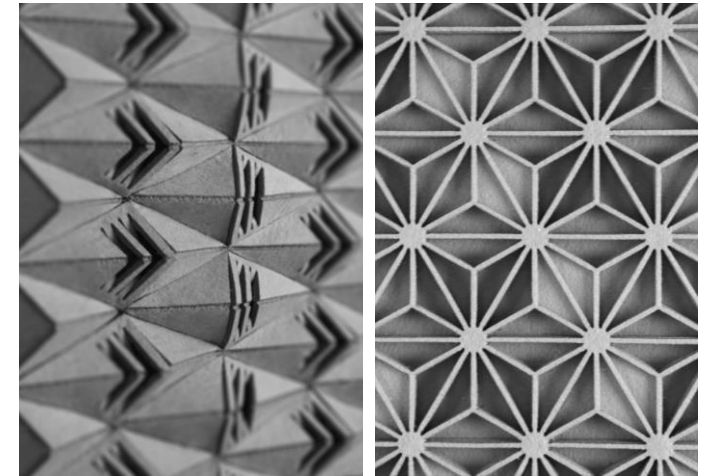


Abb.13: Künstlerische Modelle



Abb.15: Die Anordnung der Paneele im Präsentationsraum



Abb.16: Der Raum während der Posterpräsentation

4. UMSETZUNG DES KONZEPTES BEI DER DIGITAL PRACTICE CONFERENCE IN GRAZ, OKTOBER 2019

Aufgrund des großen Erfolges bei der Interspeech Conference kamen die mobilen Posterwände anschließend bei einer weiteren Konferenz zum Einsatz - Digital Practice Conference in Graz, Oktober 2019 (vorwiegend für Architekt*innen).

Die Konferenz fand in einem Gebäude der Technischen Universität Graz statt, in einem ehemaligen Turnsaal. Auch hier war die Sprachverständlichkeit aufgrund der zu langen Nachhallzeit nicht ausreichend gewährleistet. Die Paneele wurden bei diesem Beispiel zick-zack-förmig entlang von zwei parallelen Wänden aufgestellt (s. Abb. 17 - 19). Die Paneele wurden einerseits als Posterpräsentationswände verwendet und andererseits dienten sie zusätzlich als akustische Verbesserungsmaßnahme. Die Lufträume zwischen Wand und Paneel bewirkte eine verbesserte Absorption auch bei tiefen Frequenzen.

Auch hier konnte die Nachhallzeit gesenkt werden und eine ausreichende Lärminderung gewährleistet werden (s. Abb. 20). Optisch konnte der Raum durch die gezackten Posterwände und die künstlerische Gestaltung bestechen.

Es ist eine Nachnutzung der Paneele in den Hörsälen der TU Graz geplant, da die akustische Situation in vielen Räumen nicht zufriedenstellend ist (dazu gibt eine Publikation bei der Daga 2021, *Hofer et al.: Architectural Acoustics from an interdisciplinary viewpoint*).

Die akustische Sanierung und ästhetische Gestaltung soll ebenfalls in einem interdisziplinären Projekt von Studierenden der Fachrichtungen Architektur sowie Elektrotechnik-Toningenieur durchgeführt werden. Somit können beide Fachrichtungen voneinander profitieren und die Sensibilisierung für das jeweilige Fach kann schon früh im Studium erfolgen.

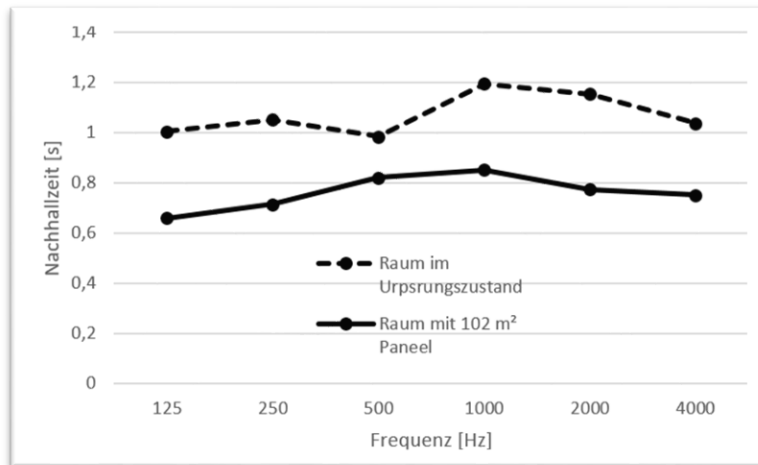


Abb.20: Nachhallzeitmessung vorher - nachher im Turnsaal



Abb.17: Der Raum - ehemalige Turnsaal



Abb.18: Zick-zack-förmige Akustikwände



Abb.19: Der Raum während der Digital Practice Conference in Graz

Photocredits: Thomas Kubin, Milena Stavric, Jamilla Balint, Marko Stavric

Visualisierung: Milena Stavric

Beiträge der Antragstellenden beim Projekt:

Assoc. Prof. Dr. Milena Stavric: Idee & Konzept, Leitung der Lehrveranstaltung Darstellungsmethoden, Visualisierung

Dr. Jamilla Balint: Idee & Konzept, Akustische Planung, Durchführung der Messungen

Studienassistent*innen: Nora Hoti, Alexander Mülleder und Kristian Ristoski

Studierende der TU Graz: Architekturstudenten aus dem WS 2018, 1. Semester, LV Darstellungsmethoden

Beiträge der Antragstellenden bei der DAGA 2021 in Wien:

Robert Hofer¹, Jamilla Balint², Milena Stavric³: Architectural Acoustics from an interdisciplinary viewpoint

Jamilla Balint², Janina Fels²: Research data management across disciplines in AUDICTIVE

Marco Berzborn², Jamilla Balint²: On the directional distribution of decay constants in a reverberation room

¹ Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation, Technische Universität Graz

² Institut für Hörtechnik und Akustik, RWTH Aachen Universität

³ Institut für Architektur und Medien, Fakultät für Architektur, Technische Universität Graz