Leichte und lichtdurchlässige schallabsorbierende Vorhänge

Kurt Eggenschwiler[1], Reto Pieren[1], Annette Douglas[2], Martin Lachmann[3]

[1] *Empa, Abt. Akustik/Lärmminderung, CH-8600 Dübendorf, Schweiz, Email: kurt.eggenschwiler@empa.ch*

[2] *Annette Douglas Textiles AG, CH-5430 Wettingen, Schweiz, Email: adouglas@douglas-textiles.ch*

[3] *applied acoustics GmbH, CH-4460 Gelterkinden, Schweiz, Email: martin.lachmann@appliedacoustics.ch*

Einleitung

Vorhänge sind eigentlich ausgezeichnete Schallabsorber, welche in der Praxis auch breit und erfolgreich für die akustische Gestaltung von Räumen eingesetzt werden. [1] Allerdings waren es bisher ausschliesslich schwere und blickdichte Vorhänge, welche gute Werte für den Schallabsorptionsgrad erreichten. Leichte, lichtdurchlässige Akustik-Vorhänge gab es nicht.

Die Textil-Designerin Annette Douglas erkannte diese Lücke und initiierte zusammen mit dem innovativen Textilunternehmen Weisbrod-Zürrer AG und der Empa ein von der KTI (Förderagentur für Innovation der Schweiz) unterstütztes Projekt mit dem Ziel, transluzente, leichte und schwer entflammbare Textilien zu entwickeln, die sehr hohe Designansprüche erfüllen und gute Schallabsorptionswerte erreichen.

In der Innenarchitektur werden schon seit geraumer Zeit viele schallharte Materialien wie Glas und Beton verwendet. In solchen Räumen ist es schwierig, die eigentlich notwendige Schallabsorptionsfläche zu realisieren. Die neu entwickelten schallabsorbierenden Vorhänge leisten gerade in solchen Fällen in Kombination mit anderen Elementen (wie z.B. schallabsorbierenden Büromöbeln) einen wirkungsvollen Beitrag zu einer guten Akustik. Die Vorhänge können in Büro [2], Sitzungszimmer, Restaurant, Hotellobby, Foyer, Seminarraum, Mehrzwecksaal und vielen anderen Räumen erfolgreich eingesetzt werden und so einen entscheidenden Beitrag leisten, um die geltenden akustischen Anforderungen zu erfüllen.

Ziel / Herausforderungen

Das Ziel war es, gewobene multifunktionale Vorhänge zu entwickeln, die

- schallabsorbierend ($\alpha_s \geq 0.4$ ab 400 Hz),
- leicht (≤ 150 g/m^2),
- transluzent (Lichttransmissionsgrad von ca. 80%),
- weich fliessend,
- flammhemmend (B1) und
- gestalterisch anspruchsvoll

sind.

Die grösste Herausforderunge stellte sich, Kompromisse zwischen den Anforderungen resp. Lösungen für viele unterschiedliche und scheinbar widersprüchliche Anforderungen zu finden, wie zum Beispiel:

- Schallabsorption vs. Lichtdurchlässigkeit
- Schallabsorption vs. geringes Flächengewicht
- Physikalische Eigenschaften vs. Design

Entwicklungsschritte

Die akustische Entwicklung des neuartigen Vorhangs fand hauptsächlich an der Empa-Abteilung Akustik/ Lärmminderung statt, unterstützt durch die Kollegen der Abteilung Advanced Fibres der Empa St. Gallen. Die Idee der Akustiker war es, der Textildesignerin und der Weberei Rahmenbedingungen zu geben, welche gezielt zur Produktion eines schallschluckenden Gewebes führt.

Während der Entwicklung wurden laufend akustische Messungen im Impedanzrohr sowie Messungen geometrischer Parameter an Makro-Fotografien durchgeführt.

Um die Textilstrukturen systematisch optimieren zu können, wurde ein Berechnungsmodell für den Schallabsorptionsgrad α_{0° und α_s entwickelt. Das Modell basiert auf einer elektro-akustisch-mechanischen Analogie in der die akustischen und mechanischen Strukturen in ein elektrisches Netzwerk übersetzt wurden (siehe Abbildung 1). Das Modell [3] berücksichtigt sowohl die mikroskopische Struktur als auch den makroskopischen Aufbau des Gewebes. Es enthält u.a. eine Approximation für mikroperforierte Absorber und bezieht die schallinduzierten Schwingungen des Vorhangs mit ein.

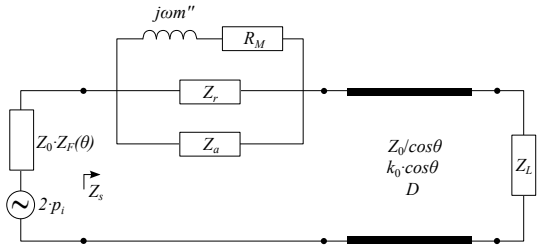

Abbildung 1: Berechnungsmodell dargestellt in Form eine elektronischen Schaltkreises.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, zeigt das Modell für den Schallabsorptionsgrad α_{0° (senkrechter Schalleinfall) eine sehr gute Übereinstimmung mit den im Impedanzrohr gemessenen Werten: Mittelwert und Standardabweichung der Differenzen betragen 0.03 $\pm$0.10.

Nun ging es darum, die vom Modell für gut schallabsorbierende Gewebe geforderten Parameter durch Garne und Webtechniken zu realisieren, was nur durch die Phantasie und Fachkenntnis der Textildesignerin und

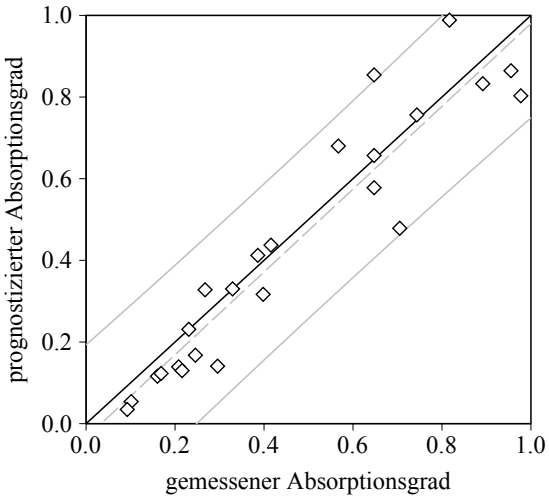

Abbildung 2: Vergleich der gemessenen und berechneten Werte des Schallabsorptionsgrads für 24 Gewebe. Die berechneten Werte basieren auf makroskopischen geometrischen Parametern. Die durchgezogene Linie entspricht der Identität von Messung und Berechnung. Die grauen Linien zeigen die lineare Regression ($R^2 = 0.89$) und das 95% Konfidenzintervall für zukünftige Werte.

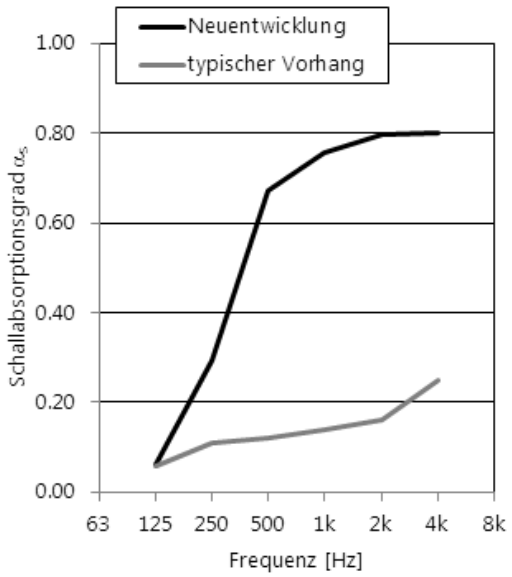

Abbildung 3: Vergleich des Schallabsoprtionsgrads gemessen im Hallraum bei doppelter Faltung und 15 cm Wandabstand für einen der neuentwickelten Vorhänge und einen typischen leichten, lichtdurchlässigen Vorhang

der Webfachleute möglich war. Die Herausforderung war hoch, weil die Vorhänge schliesslich auch gestalterischen Ansprüchen genügen sollen und in gleichbleibender Qualität hergestellt werden müssen. Die systematische Weiterentwicklung mit Messungen führten schliesslich zur drei Geweben, welche die eingangs erwähnten Ziele erfüllten und für den Mark tauglich erschienen.

Ergebnisse

Das Gewebe mit den besten Schallabsorptionswerten erreicht trotz seines geringen Flächengewichts von nur 130 g/m^2 ein im Hallraum gemessener bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w von 0.60(H), wobei α_s ab einer Frequenz von 500 Hz über 0.70 liegt und ab 1600 Hz bei rund 0.80 liegt. Abbildung 3 zeigt, dass einer der neuen Stoffe bis fünf mal besser Schall absorbiert als konventionelle lichtdurchlässige Vorhänge.

Anwendung der Vorhänge

Die Vorhänge sind heute kommerziell erhältlich (`www.douglas-textiles.ch/acoustics`) und die Textildesignerin Annette Douglas hat zusammen mit dem Team im Herbst 2011 den begehrten Schweizer Designpreis (`www.designpreis.ch`) für dieses Projekt gewonnen - und was besonders erwähnenswert ist, im Frühling 2012 den Red Dot Award "Best of the Best"(`www.red-dot.org`) erhalten. Die Vorhänge stossen weltweit auf grosses Interesse.

Als ein Beispiel für die Anwendung des Vorhangs sei ein Projekt von applied acoustics GmbH im Rahmen der akustischen Beratungstätigkeit für das neue Jazz Campus der Musikakademie Basel erwähnt. Im Jazz Campus sollen auf einer Fläche von 5'800 Quadratmetern 16 grössere und 13 kleinere Unterrichtsräume entstehen. In einem Musterraum wurden verschiedene akustische und architektonische Elemente als Versuchsanordnung getestet. Dabei kamen vor einem Fenster und einer vollflächig verglasten Raumseite die neuen Vorhänge zum Einsatz. Die grossen Glasflächen konnten dabei "entschärft", die entsprechende Fläche zusätzlich als Schallabsorber genutzt und zudem eine gewisse akustische Variabilität in den Raum gebracht werden. Die Vorhänge zeigten eine ausgezeichnete Wirksamkeit. Ob sie im Projekt schliesslich eingesetzt werden ist zur Zeit noch offen.

Das Angebot an Schallabsorbern wird mit den neuen Vorhängen um ein Produkt erweitert, welches seit langem auf der Wunschliste stand. Die "Silent Space Collection" Annette Douglas Textiles ACOUSTICS®, mit den Artikel "Liquid", "Whisper" und "Streamer" werden zukünftig in vielen Räumen wesentliche zu einer guten Akustik beitragen.

Dank

Wir danken der schweizerischen Förderagentur KTI für die Unterstützung des Projekts.

Literatur

[1] Meier A., Müller K., Schallreflektierende und schallabsorbierende Stoffe für raumakustische Anwendungen. In: Proceedings of DAGA 2010, Berlin, 2010.

[2] Pieren, R. Soundscape im Grossraumbüro (Open Plan Space). In: 2. HolzBauSpezial - 1. Internationale Schall- und Akustiktage (ISA 2011), Bad Wörishofen, Deutschland, 16.-17. März 2011

[3] Pieren, R.: Sound absorption modeling of thin woven fabrics backed by an air cavity. Textile Research Journal (TRJ), submitted