

Entwicklung neuartiger Akustikplatten form- und größenvariabler Perforierung mithilfe der Lasertechnologie

Development of novel acoustic panels with perforation variable in shape and size by applying laser technology

Projektleiter

Project leader:

Oliver Bumbel

Projektbearbeiter

Project team:

Matthias Weinert,
Heiko Kühne

Fördermittelgeber

Sponsor:

BMW i (INNO-KOM-OST)

Projektpartner

Project partner:

akustik plus Behringen
GmbH & Co.KG

ZIELSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE

Für die lärmarme Gestaltung von Arbeitsplätzen und für die raumakustische Optimierung der Sprachverständlichkeit, beispielsweise in Klassenräumen, oder für die Einstellung einer bestimmten Nachhallzeit in öffentlichen Räumen, zum Beispiel in einem Konzertsaal, kommen häufig (Loch-) Plattenabsorber zum Einsatz. Sie bestehen aus einem abgegrenzten Luftvolumen, das teilweise oder vollständig mit einem schallabsorbierenden porösen Material gefüllt ist. Raumseitig begrenzt wird dieses Luftvolumen durch eine Akustikplatte, ein mehrschichtiges, plattenförmiges Element, das durch entsprechende Perforationen einen Luft- und Schalldurchgang gewährleistet. Bei einer großen Anzahl von Akustikplatten ist deren Sichtseite furniert. Die optische Wirkung des Furniers kommt durch die geometrische Anordnung der Perforierungen nicht oder nur sehr untergeordnet zur Wirkung. Der Grund dafür ist, dass ausschließlich Akustikplatten am Markt angeboten werden, bei denen die Perforationen durch Stanzen, Bohren oder Schlitzen erzeugt werden. Die Werkzeuge in diesen Fertigungsverfahren sind starr angeordnet und erlauben eine form- und größenvariable Perforierung nur mit erheblichen Rüstzeiten. Dadurch ist eine wirtschaftliche Herstellung nicht möglich. Akustikplatten, bei denen Anordnung und Größe der Perforierungen dem Porenbild der Holzmaserung

INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

(Perforated) panel absorbers are frequently applied in the low-noise design of workplaces and also in room-acoustic optimisation of speech intelligibility, e.g., in classrooms, or for the adjustment of a certain reverberation time in public spaces, e.g., in a concert hall. They consist of a delimited air volume which is partially or completely filled with a sound-absorbing porous material. On the room side, this air volume is delimited by an acoustic panel, a multi-layered, panel-shaped element that ensures air and sound passage through corresponding perforations. The visible side of a large number of acoustic panels is veneered. Due to the geometric arrangement of the perforations, the veneer has no or only a very subordinate visual effect. The reason for this is that only acoustic panels are offered on the market in which the perforations are created by punching, drilling or slitting. The tools in these manufacturing processes are rigidly arranged and allow variable shape and size perforation only with considerable rigging times. This makes economical production impossible.

It does not allow for economic manufacture. Acoustic panels in which the arrangement and size of the perforations follow the pore pattern of the wood grain of the veneer or of a free form offer an application-decisive advantage for decorative designs in the

des Furniers oder einer Freiform folgen, bieten bei dekorativen Ausführungen im Objekt- und Privatbereich einen anwendungsentscheidenden Vorteil. Ziel des Projektes war es daher, Akustikplatten zu entwickeln, bei denen Lage und Größe der Perforierungen dem Porenbild der Holzmaserung eines Furniers oder einer Freiform folgen. Eine wirtschaftliche Umsetzung sollte durch die Ablösung der gegenwärtig angewendeten mechanischen Bearbeitungsverfahren durch ein thermisches Bearbeitungsverfahren (Laserschneiden, -bohren) erreicht werden.

VORGEHENSWEISE

Im Projekt wurden die Kriterien zur Beschreibung und Bewertung der neuen Generation von plattenförmigen Akustikelementen zusammengestellt. Dies betraf die akustischen und optischen Eigenschaften. Dazu mussten geeignete Methoden ermittelt werden, um die entsprechenden Eigenschaften an klein-, mittel- und großformatigen Mustern erfassen und bewerten zu können. Vorrangiger Bearbeitungsschritt war das Laserschneiden bzw. -bohren für ausgewählte Decklagenmaterialien. Im Gegensatz zu den derzeitig erhältlichen Akustikplatten mit regelmäßig verteilten Perforationen auf der Fläche wurde bei der maserungsgebundenen Perforation von einer unregelmäßigen Verteilung und Konzentration auf der Oberfläche ausgegangen.

property and private sectors. Hence, the aim of the project was to develop acoustic panels in which the position and size of the perforations followed the pore pattern of the wood grain of a veneer or a free form. An economic implementation was to be achieved by replacing the currently used mechanical processing methods with a thermal processing method (laser cutting, laser drilling).

APPROACH

The project compiled the criteria for describing and evaluating the new generation of panel-shaped acoustic elements. This related to the acoustic and optical properties. For that purpose, suitable methods had to be determined to be able to record and evaluate the corresponding properties on small, medium and large-format samples. The primary processing step was laser cutting or drilling for selected top-layer materials. Other than the currently available acoustic panels with regularly distributed perforations on the surface, the grain-bound perforation was assumed to have an irregular distribution and concentration on the surface. To achieve at least an equivalent acoustic efficacy, the proportion of effective open surface was expected to be equal. The grain-bound perforation for the optically recorded veneer images

Um mindestens einen gleichwertigen akustischen Wirkungsgrad zu erreichen, sollte der Anteil der wirksamen offenen Oberfläche gleich sein. Die lasergebundene Perforation für die optisch erfassten Furnierbilder wurde entsprechend auf Perforationsdurchmesser und -abstand angepasst. Dabei war die erforderliche mechanische Festigkeit der Decklagen für die weitere Bearbeitung und den späteren Anwendungsfall zu gewährleisten. Anhand der Bewertung der akustischen und optischen Eigenschaften der erzeugten Muster erfolgte der Vergleich zu den konventionell gefertigten Akustikplatten.

ERGEBNISSE

Die Eignung der Lasertechnologie zur form- und größenvariablen Perforation von Decklagen an Akustikplatten konnte nachgewiesen werden. Insgesamt sollten vier Perforationsdurchmesser erzeugt werden: 0,1 mm, 0,3 mm; 0,5 mm und 1,0 mm (Abb. 1). Dabei wurde der Perforationsabstand stets so eingestellt, dass der Anteil wirksamer offener Oberfläche konstant blieb. Der Vergleich der akustischen Wirksamkeit erfolgte anhand des Schallabsorptionsgrads. Dieser wurde in einem Hallraum nach DIN EN ISO 354 und in einem Impedanzrohr nach DIN EN ISO 10534-1 ermittelt. Beide Verfahren belegen eine vergleichbare Wirksamkeit der Akustikplatten mit gelaserten Decklagen im Verhältnis zu jenen mit mechanisch perforierten Decklagen. In Abhängigkeit vom verwendeten Durchmesser konnte keine signifikante Änderung des Schallabsorptionsgrads festgestellt werden. Durch eine Schwellenwertanalyse an 8-Bit-Schwarz-Weiß-Aufnahmen erfolgte eine Flächendifferenzierung an

was adjusted accordingly to perforation diameter and spacing. Thereby, the required mechanical strength of the face layers had to be guaranteed for further processing and subsequent application. Based on the evaluation of the acoustic and optical properties of the generated samples, a comparison was made with the conventionally manufactured acoustic panels.

RESULTS

The suitability of laser technology for perforation of cover layers, which is variable in shape and size, on acoustic panels was demonstrated. Altogether, a total of four perforation diameters was to be produced: 0.1 mm, 0.3 mm, 0.5 mm and 1.0 mm (Fig. 1). The perforation spacing was always adjusted in such a way that the proportion of effective open surface remained constant. The comparison of the acoustic efficacy was drawn on the basis of the sound absorption coefficient.

This was determined in a reverberation chamber according to EN ISO 354 and in an impedance tube according to EN ISO 10534-1. Both methods demonstrate a comparable effectiveness of the acoustic panels with lasered top layers in relation to those with mechanically perforated top layers. Depending on the diameter used, no significant change in the sound absorption coefficient was found. By way of a threshold value analysis of 8-bit black-and-white images, a surface differentiation was performed on various veneers according to the grain pattern (Fig. 2). By means of these surfaces, different perforation patterns could be assigned. The implementation of

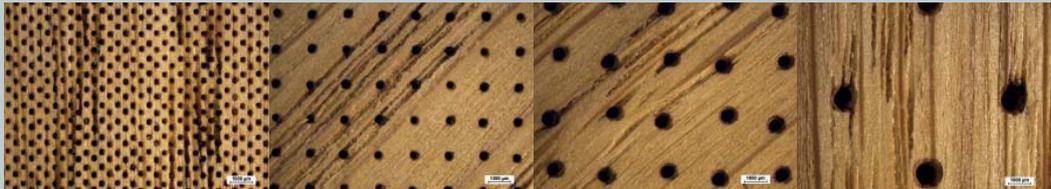


Abb. 1: Erzeugte Perforationsdurchmesser, v. l. 0,1 mm/0,3 mm/0,5 mm/1,0 mm

Fig. 1: Perforation diameters generated, from left 0.1 mm/0.3 mm/0.5 mm/1.0 mm

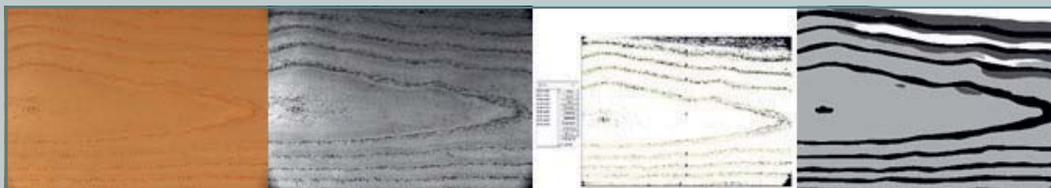


Abb. 2: Beispiel der Flächendifferenzierung mit Hilfe einer Schwellenwertanalyse

Fig. 2: Example for surface differentiation by means of a threshold value analysis

verschiedenen Furnieren entsprechend des Maserungsverlaufs (Abb. 2). Anhand dieser Flächen konnten unterschiedliche Perforationsmuster zugeordnet werden. Die Umsetzung einer automatisierten Oberflächenanalyse und Bereitstellung von Fertigungsdaten für die Laserbearbeitung wird mit Anlagenherstellern diskutiert.

an automated surface analysis and provision of manufacturing data for laser processing is being discussed with equipment manufacturers.