



MAßNAHME ZUR AKUSTISCHEN VERBESSERUNG VON RÄUMLICHKEITEN

– OPTIMIERUNG DES TIEFENABSORBERS "FORMA OCEAN"

Bachelorthesis

im Rahmen des Bachelorstudiengangs
Hörakustik

der technischen Hochschule Lübeck

vorgelegt von

Lisa Marie Schneider

am

24. März 2023

Erstprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Tchorz
Zweitprüfer: B.Sc. Hinnerk Brüne

Abstract

In this study, a measurement for acoustic optimization of rooms is optimised in the effect of the sound absorption coefficient as well as in the basic construction. The product "*Forma Ocean*" by apn[®] acoustic solutions is a wall absorber with broadband sound absorption of the sound absorption class C. This product is designed to dampen especially low frequencies better than other products on the market.

The aim of the work is to achieve a broadband sound absorption class A according to DIN EN ISO 11654 with a low frequency absorption of at least $\alpha = 0,7$ at 250 Hz and 125 Hz. In addition, the construction depth should be below 150 mm and the current weight of approximately 50 kg should be halved.

For this purpose, the effective regions of sound absorption are considered spatially separated and a broadband sound absorption is generated by combination. Medium and high frequencies are dampened with a mineral fibre panel made of recycled polyester material. Four designs are presented for the low frequency construction. These include one design for the plate resonator, one design for the perforated plate absorber and two designs for the Helmholtz resonator. From these presented designs, the first two mentioned variants are implemented and produced by the company apn.

For a reverberation time measurement in the reverberation room according to DIN 354, the objects are positioned according to setup type J. In addition, all objects are measured positioned on the wall, as the plate resonator positioned on the floor could be affected in its vibration capacity. The plate resonator is filled with three different layer thicknesses in the air cushion for the evaluation of the effectiveness. In addition, the reverberation time of the PET material used (total of 60 mm PET thickness) without low-frequency construction is also determined, positioned on the floor and on the wall.

The results of all test objects fulfil the purpose of improving the sound absorption class from class C to class A. This also includes the fulfilment of the requirements for the maximum construction depth and the halving of weight. Only the additional requirement of achieving a low-frequency absorption of at least $\alpha = 0,7$ at 250 Hz and 125 Hz is met by four of the seven test implementations. Due to the positioning on the wall, the sound absorption in the low frequency range is improved metrologically, as room modes occur along the room edges. This results in an improvement up to meeting the specifications for these frequencies. Although, in the case of the plate resonator and the perforated plate absorber, a notch in the sound absorption around 200 Hz can be observed. In addition, absorption values above 1,0 were measured due to inaccurate positioning of the objects.

The conclusions of this work are useful for future improvements of the acoustic properties of rooms. The precalculated resonance frequencies of the plate resonator and perforated plate absorber designs could both be confirmed by measurement. This reproducibility of the calculated resonance frequency can therefore be well incorporated into the planning of future absorber types and for the further development of the "*Forma Ocean*" product.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird eine Maßnahme zur akustischen Optimierung von Räumlichkeiten in der Wirkung des Schallabsorptionsgrades, als auch im Grundaufbau optimiert. Das Produkt "*Forma Ocean*" der Firma apn[®] acoustic solutions ist ein Wandabsorber mit breitbandiger Schallabsorption der Schallabsorptionsklasse C. Besonders tiefe Frequenzen sollen mit diesem Produkt besser als mit anderen Produkten auf dem Markt gedämpft werden.

Ziel der Arbeit ist eine breitbandige Schallabsorptionsklasse A nach DIN EN ISO 11654 mit einer Tieftonabsorption von mindestens $\alpha = 0,7$ bei 250 Hz und 125 Hz zu erreichen. Außerdem soll die Bautiefe von 150 mm unterschritten und das aktuelle Gewicht von ca. 50 kg halbiert werden. Hierfür werden die Wirkungsbereiche der Schallabsorption durch den Aufbau räumlich getrennt betrachtet und durch Kombination eine breitbandige Schallabsorption erzeugt. Mittlere und hohe Frequenzen werden mit einer Mineralfaserplatte aus einem recyceltem Polyester-Material gedämpft. Für die Tieftonkonstruktion werden vier Entwürfe vorgestellt. Diese beinhalten einen Entwurf zum Plattenresonator, einen Entwurf zum Lochplattenabsorber und zwei Entwürfe zum Helmholtz-Resonator. Aus diesen vorgestellten Entwürfen werden die ersten beiden genannten Varianten umgesetzt und von der Firma apn hergestellt.

Für eine Nachhallzeitmessung im Hallraum nach DIN 354 werden die Objekte nach Bautyp J positioniert. Zusätzlich werden alle Objekte an der Wand positioniert ausgemessen, da der Plattenresonator auf dem Boden positioniert in der Schwingfähigkeit beeinflusst werden könnte. Der Plattenresonator wird für die Beurteilung der Wirksamkeit mit drei verschiedenen Schichtungsdicken im Luftpolster befüllt. Zusätzlich wird die Nachhallzeit des verwendeten PET-Materials (insgesamt 60 mm PET-Stärke) ohne Tieftonkonstruktion ebenfalls auf dem Boden und an der Wand positioniert ermittelt.

Die Ergebnisse aller Versuchsobjekte erfüllen das Ziel der Verbesserung der Schallabsorptionsklasse von Klasse C zu Klasse A. Dies beinhaltet ebenfalls die Erfüllung der Vorgaben der maximalen Bautiefe und der Gewichtshalbierung. Lediglich der zusätzliche Anspruch einer Tieftonabsorption von mindestens $\alpha = 0,7$ bei 250 Hz und 125 Hz zu erreichen, wird von vier der sieben Versuchsdurchführungen erfüllt. Durch die Positionierung an der Wand wird die Schallabsorption im Tieftonbereich messtechnisch verbessert, da Raummoden entlang der Raumkanten auftreten. Dadurch wird eine Verbesserung bis hin zur Erfüllung der Vorgaben dieser Frequenzen erzielt. Allerdings ist beim Plattenresonator und dem Lochplattenabsorber eine Kerbe der Schallabsorption um 200 Hz zu beobachten. Außerdem wurden durch ungenaue Positionierung der Objekte Absorptionswerte oberhalb von 1,0 gemessen.

Die Schlussfolgerungen dieser Arbeit können für zukünftige Verbesserung der akustischen Eigenschaften von Räumen verwendet werden. Die vorberechneten Resonanzfrequenzen der Konstruktionen des Plattenresonators und des Lochplattenabsorbers konnten beide messtechnisch bestätigt werden. Diese Reproduzierbarkeit der berechneten Resonanzfrequenz lässt sich somit gut in die Planung von zukünftigen Absorbervarianten und für die Weiterentwicklung des Produkts "*Forma Ocean*" einbeziehen.