

Analyse der komplexen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Materialparametern sowie der geometrischen Ausbildung der Lochbilder bei Hochlochziegeln und deren simultaner Auswirkung auf die Schalltransmission und die Wärmeleitfähigkeit zur Entwicklung einer digitalen Produktoptimierungshilfe

**Kurzfassung zum Schlussbericht
IGF-Vorhaben Nr. 21426N**

Essen, den 21. November 2023

Die Optimierung von Hochlochziegeln ist in der letzten Zeit eines der wichtigsten Themen für die Ziegelindustrie gewesen. Die optimierten Ziegel könnten bessere thermische, akustische oder/und strukturelle Eigenschaften aufweisen. Die Optimierung von Ziegeln erfolgte durch den Bau verschiedener Prototypen der Ziegel, die dann verschiedenen Experimenten unterzogen wurden, um ihre thermischen, akustischen und strukturellen Eigenschaften zu bestimmen. In jüngster Zeit werden numerische Simulationen eingesetzt, um die Ziegel zu optimieren und ihre verschiedenen Eigenschaften zu ermitteln. Der Einsatz numerischer Methoden kann den Ziegelherstellern Zeit, Kosten und Energie sparen. Die Herausforderung besteht jedoch darin, dass das technische Know-how nicht bei allen Ziegelherstellern vorhanden ist.

Als Forschungsprojekt zielt dieses Projekt darauf ab, den Ziegelherstellern eine digitale Hilfe an die Hand zu geben, mit der die Beteiligten den Einfluss der verschiedenen Material- und Geometrieparameter auf das thermische und akustische Verhalten der Hochlochziegel verstehen können. Dies hilft bei der Optimierung der Hochlochziegel.

Das Projekt wurde in einer detaillierten und anspruchsvollen Weise durchgeführt. In einem ersten Schritt wurden die grundlegenden thermischen und akustischen Simulationen auf der Grundlage der Materialparameter aus der Literatur durchgeführt und anschließend die Simulationsergebnisse mit den analytischen Berechnungen verglichen. Es wurde festgestellt, dass die Simulationsergebnisse mit den analytischen Berechnungen übereinstimmen. In einem nächsten Schritt wurden diese Simulationsergebnisse, nämlich die Wärmeleitfähigkeit und das Schalldämmmaß für die betrachteten Hochlochziegel, mit den Messergebnissen validiert. Anschließend wurden die ursprünglichen Materialparameter für die betrachteten Ziegeltypen, wie die Scherbenrohddichte, der dynamische Elastizitätsmodul und die Scherbenwärmeleitfähigkeit, mit verschiedenen experimentellen Methoden bestimmt und diese Werte für die weiteren Simulationen verwendet.

Die geometrischen Parameter wie die Anzahl der Lochkammern in den Hochlochziegeln, die Stegfläche, die Anordnung der Lochkammern in den Hochlochziegeln usw. wurden für die parametrischen Studien sowohl für die druckakustischen als auch für die thermischen Simulationen berücksichtigt. Bei den Materialparametern wurden für die thermische Simulation die Wärmeleitfähigkeit, der dynamische Elastizitätsmodul und die Scherbenrohddichte für die Parameterstudien berücksichtigt, während für die Parameterstudien auf der Grundlage der druckakustischen Simulation nur das dynamische Elastizitätsmodul und die Scherbenrohddichte berücksichtigt wurden. Zusätzlich zu diesen parametrischen Studien wurden an den Hochlochziegeln weitere parametrische Untersuchungen auf der Grundlage der Modalanalyse durchgeführt, um den Einfluss der betrachteten Parameter auf die erste Eigenfrequenz zu bestimmen.

Aus diesen Parameterstudien wurde deutlich, dass die Wärmeleitfähigkeit und die Schalldämmmaß der Hochlochziegeln für die betrachteten geometrischen Parameter in einem gegensätzlichen Verhältnis zueinanderstanden. Betrachtet man beispielsweise die Anzahl der Lochkammern in den Hochlochziegeln in Wanddickenrichtung als Parameter, so erhöht sich mit der Erhöhung dieses Parameters das Schalldämmmaß der Ziegel, während die Wärmeleitfähigkeit des Ziegels abnimmt.

Nach der Durchführung der erforderlichen Parameterstudien zur Erstellung eines digitalen Hilfsmittels für die Ziegelhersteller wurde das Konzept der Regressionsvorhersagemodelle angewandt und die entsprechenden Korrelationen zwischen den einzelnen Parametern ermittelt und die entsprechenden Gleichungen gefunden. Diese Gleichungen wurden für die Erstellung der digitalen Hilfe verwendet. Dieses digitale Hilfsmittel berücksichtigt sowohl die einzelnen als auch die kombinierten Auswirkungen der Material- und Geometrieparameter auf das thermische und akustische Verhalten der Hochlochziegel und kann für die Ziegeloptimierung genutzt werden.

Obwohl die auf der Grundlage dieses digitalen Tools erzielten Ergebnisse angemessen waren, ist zu beachten, dass dieses Tool die experimentelle Prüfung nicht ersetzen kann.

Das Projekt wurde vom BMWi über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) unter der Nummer IGF 21426N gefördert.

Gefördert durch:



**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz**

**aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages**