

# **Entwicklung eines mathematischen Modells zur Beschreibung der Schalltransmission von Hochlochziegeln unter Berücksichtigung der richtungsabhängigen Materialeigenschaften**

**Kurzfassung zum Schlussbericht  
IGF-Vorhaben Nr. 19407N**

Essen, den 08. Oktober 2020

## 1 HINTERGRUND

Ressourcenknappheit und steigende Energiepreise führten in den letzten Jahrzehnten zur deutlichen Verschärfung der Anforderung an den Wärmeschutz der Gebäudehülle. Aus diesem Grund lag der Forschungsschwerpunkt lange Zeit auf der wärmetechnischen Optimierung der Hochlochziegel. Dabei wurden, für eine geringere Wärmeleitfähigkeit, geringere Rohdichten, dünnere Stege und wärmetechnisch optimierte Lochbilder der Hochlochziegel realisiert. Sowohl die geringere Rohdichte als auch die dünneren Stege führen zu einer geringeren flächenbezogenen Masse und demnach zu einer Reduzierung des Schalldämmmaßes des Hochlochziegels. Deshalb sollte in Zukunft eine Verbesserung des Schalldämmmaßes, ohne eine starke Beeinträchtigung der guten Wärmedämmeigenschaften des Hochlochziegels, angestrebt werden.

## 2 ZIELSETZUNG

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines numerischen Simulationsmodells zur Beschreibung der Schalltransmission durch unverfüllte Hochlochziegel unter Berücksichtigung richtungsabhängiger Materialeigenschaften. Mit Hilfe des numerischen Simulationsmodells können Ziegelwerke bei der Optimierung und Neuentwicklung von Hochlochziegeln in Bezug auf die schalltechnischen Eigenschaften kosten- und zeiteffizient unterstützt werden.

## 3 DURCHFÜHRUNG

Das numerische Simulationsmodell wurde als fiktiver akustischer Prüfstand in Anlehnung an DIN EN ISO 10140 entwickelt. Demzufolge können in einem Prüfstand gemessene Schalldämm-Maße von Wänden aus Hochlochziegeln mit den im Simulationsmodell numerisch berechneten Schalldämm-Maßen zum qualitativen Vergleich herangezogen werden. Abbildung 1. Veranschaulicht das zweidimensionale numerische Modell zur Ermittlung des Schalldämm-Maßes von Hochlochziegeln.

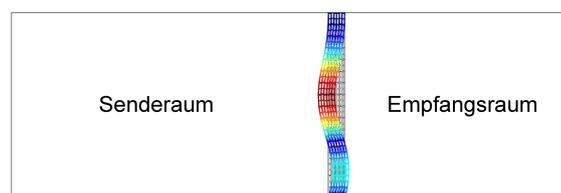


Abbildung 1: Darstellung des numerischen Simulationsmodells

Zunächst wurde ein numerisches Simulationsmodell für die Berechnung des Schalldämmmaßes von homogenen und einschaligen Wänden entwickelt. Nach diversen Parameterstudien und Plausibilitätsuntersuchungen wurde dieses Modell auf die numerische Berechnung des Schalldämmmaßes von Hochlochziegeln erweitert. Zur Validierung der Ergebnisse des numerischen Simulationsmodells wurden in akustischen Prüfständen gemessene Schalldämm-Maße herangezogen. Hinzukommend wurde das numerische Simulationsmodell parallel mit Hilfe von numerischer und experimenteller Modalanalyse an einzelnen Hochlochziegeln verifiziert.

### 4 ERGEBNISSE

Abschließend kann festgehalten werden, dass das numerische Simulationsmodell die Schalldämm-Maße sowohl von Großkammerziegeln als auch von Ziegeln mit Kleinlochung zufriedenstellend abbildet. Es konnte beobachtet werden, dass das numerische Schalldämm-Maß der Ziegel etwas unterhalb der Prüfstandmessung im mittleren bis hohen Frequenzbereich liegt. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass in dem aktuellen numerischen Simulationsmodell die Füllung der Hochlochziegel mit einem vereinfachten Ansatz abgebildet wird. Nichtsdestotrotz liegt die numerische Berechnung auf der sicheren Seite und führt nicht zu einer Überbewertung des gemessenen Schalldämm-Maßes und kann dadurch für Parameterstudien bei Optimierungen und Neuentwicklungen von Hochlochziegeln herangezogen werden. In Abbildung 2 sind numerisch und experimentell ermittelte Eigenfrequenzen und Eigenschwingungen eines Großkammerziegels dargestellt. Es ist sehr gut zu erkennen, dass die gemessenen Eigenschwingungen des untersuchten Großkammerziegels mit den numerisch berechneten gut übereinstimmen.

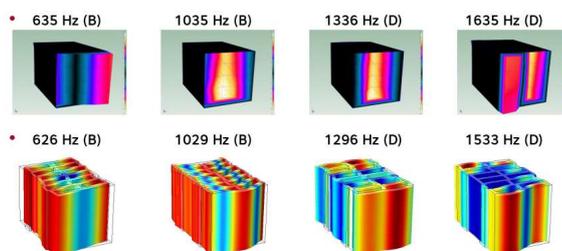


Abbildung 2: Eigenfrequenzen und Eigenschwingungen eines Großkammerziegels mit einer Dicke von 365 mm und einem durchgehenden Innensteg. Erste Zeile: Experimentelle Modalanalyse. Zweite Zeile: numerische Simulation. (B) Biegeschwingungen. (D) Dickenschwingungen.

Abbildung 3 zeigt eine numerische Simulation eines Hochlochziegels mit Großlochung und eine numerische Simulation eines Hochlochziegels mit Kleinlochung. Für diese Simulationen wurden bereits durchgeführte Prüfstandmessungen herangezogen. Aus diesem Grund kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Materialparameter der Hochlochziegel, welche im Institut für Ziegelforschung gemessen wurden, mit den Materialparametern der Ziegel aus den Prüfstandmessungen übereinstimmen. Nichtsdestotrotz zeigt das numerische Schalldämm-Maß sehr gute Übereinstimmung mit den im Prüfstand gemessenen.

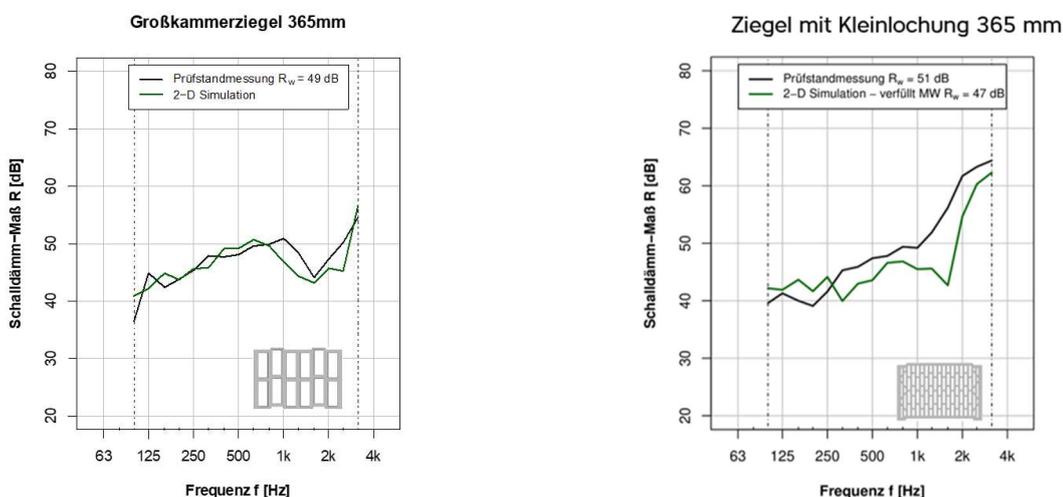


Abbildung 3: Numerische Berechnung des Schalldämm-Maßes eines Großkammerziegels (links) und eines Ziegels mit Kleinlochung (rechts)

Das IGF-Vorhaben 19407N der Forschungsvereinigung Ziegelindustrie e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Es handelt sich um ein Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ), das vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) durchgeführt wurde.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages