

Gestaltung funktionaler Ziegeloberflächen zur Beeinflussung des urbanen Mikroklimas und des Gebäudeenergiebedarfs

Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ)

Projektnummer	IGF 01IF22226BG
Projektförderer	DLR Projektträger BMWK über die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)
Durchführung	Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) Materialforschungs- und -prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar (MFPA)

Einleitung

Der durch die globale Erwärmung verursachte Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen, denen sich die Menschheit in diesem 21. Jahrhundert gegenübersteht. Die Naturkatastrophen der letzten Jahre haben gezeigt, dass der Mensch sofort eingreifen muss, um dieses Problem zu bewältigen. Derzeit läuft in jeder Branche ein Wettlauf mit der Zeit, um dieses Problem zu lösen. Im Falle der Bauindustrie hat in letzter Zeit ein Phänomen an Bedeutung gewonnen, das als städtischer Wärmeinseleffekt bezeichnet wird. Diese städtische Wärmeinsel wird durch die Absorption und Retention der kurzwelligen Strahlung durch Baumaterialien wie Verblendklinker, Dachziegel, Klinker usw. in den bebauten Gebieten verursacht. Aufgrund dieses Wärmeinseleffekts kommt es in den bebauten Gebieten zu einem Anstieg der Lufttemperatur und einer Verschlechterung der Luftqualität, was nicht nur zur globalen Erwärmung beiträgt, sondern auch zu einem geringeren menschlichen Komfort in diesem Gebiet. Die Hauptfaktoren, die zum städtischen Wärmeinseleffekt beitragen, sind der verringerte Reflexionsgrad, der erhöhte Absorptionsgrad, die hohe Wärmekapazität sowie die Rohdichte der Baumaterialien.

Ziel

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, den Einfluss verschiedener physikalischer Materialparameter wie Reflexionsgrad, Absorptionsgrad, Emissionsgrad, spezifische Wärmekapazität, Rohdichte und spezifische Wärmeleitfähigkeit der Baumaterialien sowie den Einfluss geometrischer Parameter wie Gebäudehöhe, Gebäudeabstand usw. auf die Lufttemperatur der bebauten Gebiete wissenschaftlich zu untersuchen. Basierend auf den Erkenntnissen dieser ersten Forschungsarbeiten besteht das Ziel darin, neue Baumaterialien (Dachziegel, Verblendklinker) so zu entwickeln, dass das neue Material einen höheren Reflexionsgrad und einen geringeren Absorptionsgrad aufweist, so dass der städtische Wärmeinseleffekt erheblich reduziert werden kann, ohne dass die strukturelle Integrität des Baumaterials beeinträchtigt wird, und dass der menschliche Wärmekomfort verbessert wird oder zumindest der gleiche Wärmekomfort im Gebäude erhalten bleibt.

Vorgehensweise und Ergebnisse

Dieses Forschungsprojekt wurde gemeinsam vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. und der MFPA Weimar detailliert und differenziert durchgeführt. In einem ersten Schritt wurden verschiedene gebräuchliche Baustoffe wie Vormauerziegel, Klinker und Dachziegel ausgewählt und deren Materialeigenschaften wie Rohdichte, spezifische Wärmekapazität, spezifische Wärmeleitfähigkeit, Emissions-, Reflexions- und Absorptionsgrad in verschiedenen Versuchen ermittelt. Die ermittelten Materialeigenschaften wurden später als Eingangsmaterialparameter für die Stadtklimasimulation mit ENVI-met verwendet. Mit Hilfe dieser Simulation wurde der Einfluss

verschiedener Material- und Geometrieparameter auf die Lufttemperatur des Stadtgebietes durch verschiedene Parameterstudien untersucht. Durch diese Parameterstudien wurde festgestellt, dass der Reflexionsgrad und der Emissionsgrad den größten Einfluss auf die städtische Lufttemperatur haben.

Bei diesem Projekt wurde die Oberfläche der Dachziegel besonders berücksichtigt, um die Strahlungseigenschaften zu verbessern. In einem nächsten Schritt wurde die Oberfläche der Dachziegel hin zu besseren Strahlungseigenschaften (Reflexionsgrad und Emissionsgrad) modifiziert. Im Rahmen des Projekts wurden spezielle IR-reflektierende Beschichtungen entwickelt, die durch den gezielten Einsatz funktionalisierter Pigmente die solare Reflexion erhöhen und somit zur Reduktion der städtischen Wärmeentwicklung beitragen. Dabei kamen unterschiedliche Pigmente für verschiedene Farbtöne – Weiß, Rot und Schwarz – zum Einsatz. Diese Pigmente zeigten vielversprechende positive Auswirkungen auf die Strahlungseigenschaften (Reflexionsgrad) der Dachziegel. Ein weiterer Ansatz, die Reflexion durch definierte Mikrostrukturen zu steigern, zeigte in Laborexperimenten mit dreidimensionalen Partikelschichten theoretisch positive Effekte. Aufgrund fehlender geeigneter transparenter Materialien zur Fixierung auf Ziegeln konnte dieser Weg jedoch nicht erfolgreich umgesetzt werden.

Im nächsten Schritt wurden Experimente am Dachprüfstand durchgeführt, um den Einfluss des Materialwechsels der Dachoberfläche auf die Innenraum- und die Außenlufttemperatur zu ermitteln. Der Dachprüfstand ist eine anspruchsvolle Anlage im IZF, die ein reales Dach unter verschiedenen klimatischen Bedingungen nachbildet. Auf der Grundlage dieses Experiments wurde das 3D-CFD-Modell WuFI Plus erstellt und das Modell anhand der Ergebnisse des Experiments validiert. Außerdem wurden Parameterstudien durchgeführt und der Einfluss der Strahlungseigenschaften auf die Innen- und Außenlufttemperatur untersucht. Es wurde festgestellt, dass die Auswirkungen auf die innere Raumtemperatur aufgrund der Isolierung sehr gering sind, während die Auswirkungen auf die äußere Lufttemperatur, die für den Kühleffekt des Stadtklimas entscheidend ist, sehr groß sind. Die in der MFPA Weimar durchgeführten Realzeitversuche zeigten jedoch, dass sich Dachziegel mit den besseren Strahlungseigenschaften nicht nur positiv auf die Außenlufttemperatur, sondern auch auf die Innenraumtemperatur auswirken.

Es handelt sich um ein Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ), das vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) und der Materialforschungs- und prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar (MFPA) durchgeführt wurde. Das vorwettbewerbliche IGF-Projekt 01F22226 wurde vom [Bundesministerium für Wirtschaft und Energie](#) mit den Mitteln der [IGF](#) gefördert.

Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde erreicht.

Der 83 Seiten lange Schlussbericht kann bei der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. in Berlin angefordert werden.