

# Kastenfenster mit kombinierter Realisierung sowohl wärmeschutztechnischer Anforderungen als auch erhöhter Schallschutzeigenschaften für den Einsatz im Neubau und im Bestand/Denkmal

Projektleiter: Dipl.-Ing. Kerstin Schweitzer  
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Kerstin Schweitzer  
Dipl.-Phys. Jens Wiedemann  
Förderinstitution: BMWi/AiF/ZIM  
Kooperationspartner: HFBB Holzfensterbau Bernau GmbH

## Ausgangssituation und Zielstellung

Die Suche nach leistungsfähigen Fenstern im Bereich des Wärmeschutzes und der Schalldämmung führt zwangsläufig zu zweischaligen Konstruktionsprinzipien. Es ist bekannt, dass Kastenfenster zur Realisierung solcher Leistungseigenschaften besonders prädestiniert sind. Allerdings dominierte bisher aufgrund teilweise konträrer Konstruktionsregeln eine getrennte Optimierung beider Eigenschaften. Untersuchungen zu neuen modernen Kastenfenstern für den Einsatz in Neubauten und Bestandsgebäuden hatten zum Ziel, sowohl hohe wärmeschutztechnische Eigenschaften als auch überdurchschnittliche Schalldämmung in einem Bauelement zu vereinen.

## Problemstellung

Zur parallelen Optimierung der wärme- und schallschutztechnischen Eigenschaften von Kastenfenstern eignen sich einerseits allgemeingültige Maßnahmen, die zugleich auf eine Verbesserung beider Eigenschaften abzielen. Dazu gehören z. B. auf Luftdichtheit und geringe Fugenschalldämmmaße ausgerichtete Bauanschlüsse, Dichtungssysteme mit mehreren Ebenen und die Reduzierung aller konstruktionsbedingten Fensterfugen. Andererseits folgen beide bauphysikalischen Eigenschaften aber auch unterschiedlichen Konstruktionsregeln, die bei gemeinsamer Anwendung zu Diskrepanzen in Bezug auf das gewünschte Gesamtergebnis führen. Beispielsweise sind hier die spezifische Wirkung von Funktionsisoliertglas und hohe Flächenmassen zu nennen. Speziell für Kastenfenster ist mit der zwischen der raumseitigen und außenseitigen Verglasungsebene eingeschlossenen relativ breiten Luftschicht

ein weiterer wesentlicher Parameter zu nennen, der bei Einfach- und Verbundkonstruktionen so nicht existiert. Während bekannt ist, dass sich die Schalldämmung mit Vergrößerung der Kastenzwischenraumtiefe verbessert, geht man in der Praxis hinsichtlich des Wärmeschutzes von der Notwendigkeit eines optimalen Abstandes aus. Da dieses Wissen überwiegend auf Erfahrungen zu historischen Konstruktionen mit Einfachverglasungen basiert, war in den Untersuchungen zu klären, inwieweit eine Übertragung auf moderne Kastenfenster mit hochleistungsfähigen Verglasungen zulässig ist und welche schalltechnisch günstigen Kastentiefen machbar sind, ohne eine Verschlechterung wärmeschutztechnischer Eigenschaften hinnehmen zu müssen.

## Untersuchungen

Im Projekt wurde zwischen neuen Kastenfenstern für die Einsatzszenarien „Bestand“ (klassische Stulp-Konstruktion) und „Neubau“ (Fenster ohne Teilung und einem nach außen öffnenden Flügelrahmen für eine größere Lichtausbeute) unterschieden. Als entscheidende Einflussgrößen auf den erzielbaren Wärme- und Schallschutz der Kastenfenster wurden die Bautiefe des Kastenzwischenraums (KZR) und die Verglasungskombinationen variiert. Abhängig vom Einsatzzweck und unter Beachtung schalldämmunterstützender Kriterien (z. B. Glasdicken, Asymmetrie) wurden neben dem traditionellen Einfachglas, VSG, 2-fach IV, 3-fach IV (konventioneller Glasaufbau und sogenanntes Dünnglas) auch Vakuumisolierverglasungen (VIG) in verschiedenen Kombinationen eingesetzt. Die Abstände zwischen den Verglasungsebenen betragen dabei zwischen 65 mm und 235 mm. Analysen

zu den wärmeschutztechnischen Eigenschaften ( $R_s$ ,  $U_{g\_kombi}$ ,  $U_w$ ) und der sich einstellenden Konvektion im KZR erfolgten mittels numerischer Berechnungen (DIN EN 10077-2), Messungen nach dem geregelten Heizkastenverfahren (DIN EN ISO 12567-1) und CFD-Simulationen. Zur Beurteilung der schalldämmenden Eigenschaften wurde die Luftschalldämmung ausgewählter Kastenfenster prüftechnisch ermittelt (DIN EN ISO 10140-2, DIN EN ISO 717-1).

### Ergebnisse

Wärmetechnisch verbesserte Verglasungen führen zu geringeren Temperaturdifferenzen im KZR und damit zur Verringerung der Antriebskraft für Konvektionsströmungen im Vergleich zu traditionellen Verglasungskombinationen (Einfachverglasungen). Mit Vergrößerung des Abstandes einer Verglasungskombination nimmt außerdem die Neigung zur turbulenten Strömung im Mittelbereich des Kastens ab. Damit ist eine kombinierte Optimierung von Wärme- und Schallschutz auf hohem Niveau möglich (z.B. gezielte Verbesserung der Schalldämmung durch eine Abstandsvergrößerung zwischen den Verglasungsebenen).

Mit den entwickelten Kastenfenstern (Abbildung 1) wird die höchste Schallschutzklasse VI erreicht. Wärmeschutztechnisch unterbieten diese zudem die Anforderungen der EnEV 2014 mit Wärmedurchgangskoeffizienten ( $U_w$ ) zwischen  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  und  $0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Die Wärmedurchgangskoeffizienten der Verglasungskombinationen ( $U_{g\_kombi}$ ) liegen dabei zwischen  $0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$  und  $0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Hervorzuheben ist die Möglichkeit, durch Verwendung von VIG in einer der Ebenen, Fenster mit besten schalldämmenden Eigenschaften bereitzu-

stellen, die gleichzeitig Wärmeschutzeigenschaften aufweisen, wie sie mit 3-fach IV erreicht werden, und sich dennoch durch eine filigrane Optik auszeichnen. Auf dem BMWi-Innovationstag am 22. Mai 2014 in Berlin wurden die Projektergebnisse gemeinsam mit dem Projektpartner präsentiert.



Abb. 1: Beispiel eines modernen Kastenfensters im Bestandsgebäude