



Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege Benediktbeuern

Innendämmung mit Durchblick

Energetische Sanierung und Sichtbarkeit historischer Oberflächen

Hintergrund

Häufig bleibt aus Gründen des Denkmalschutzes eine Innendämmung als einzige Möglichkeit für die energetischen Sanierung der Außenwände [1]. Um auch Innenwände mit besonderen Oberflächenstrukturen oder Malschichten dabei nicht zu verdecken, ist eine transparente Innendämmung auf Basis einer wärmedämmenden Verglasung entwickelt worden. Bedingt durch den Aufbau der Haltekonstruktion und die unebene Wand-Innenoberfläche entsteht ein Luftspalt zwischen Verglasung und Außenwand. Dabei kann durch Undichtigkeiten ein Luftaustausch mit der Raumluft möglich sein. Das diffusionsdichte Glas verhindert eine Trocknung in den Raum, was zu Schimmelpilzbildung oder Feuchteschäden führen kann.

Beschreibung des Systems

Je nach Feuchtegehalt der Außenwand (Schlagregenschutz) und der ggf. aus der Raumluft einströmenden Luftmenge können sich unterschiedliche Feuchteverhältnisse im Luftspalt einstellen. Um hohe Luft-

feuchten und damit ein Schimmelpilzrisiko zu minimieren, wird der Luftspalt im hier beschriebenen Aufbau in Bodennähe mittels Heizkabeln erwärmt.

Eine Temperaturerhöhung führt prinzipiell zu einer Senkung der relativen Feuchte im Luftspalt. Die für die Beheizung des Luftspalts benötigte Energiemenge sollte aus Gründen von Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz deutlich unter der durch die transparente Innendämmung eingesparten Energiemenge bleiben.

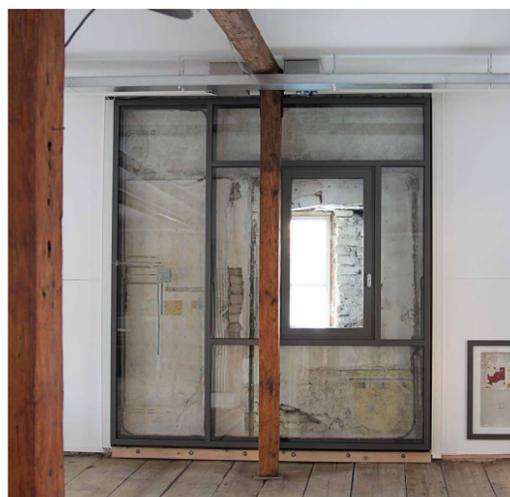


Abb. 1: Fertig installierte transparente Innendämmung [© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP]

Anhand der im Luftspalt gemessenen rel. Luftfeuchte und Temperatur kann bei Kenntnis der Oberflächen-

temperatur die Oberflächenfeuchte als Regelgröße für den energiesparenden Betrieb des Heizkabels bestimmt werden. Der Regelalgorithmus wird für den hier beschriebenen Versuch so festgelegt, dass die Oberflächenfeuchte auf unter 70 % r.F. gehalten werden soll. Der Realversuch soll die prinzipielle Eignung der transparenten Innendämmung demonstrieren.

Messaufbau

Die transparente Innendämmung mit der Verglasung (U-Wert 1,1 W/m²K) ist an der westseitigen Außenwand des denkmalgeschützten Gebäudes der »Alten Schäfllerei« des Klosters Benediktbeuern [2] im Obergeschoss angeordnet (Abb. 1). Dieses Fenster weist einige Besonderheiten auf. Hier sollte vermutlich in den 1940er-Jahren die Fenstersituation im Zuge von Wohnraumeinbauten für Flüchtlinge angepasst werden. Dies kollidierte mit dem äußeren Erscheinungsbild und so wurde das Fenster halbseitig verdeckt.

Die Wandoberflächen wurden vorab restauratorisch untersucht und konserviert [3].

Vor Installation der Glaskonstruktion wurden Sensorik sowie Heizkabel eingebaut. Die Abdichtung der Haltekonstruktion erfolgte sehr sorgfältig mit Dichtbändern und zusätzlicher dauerelastischer Fuge. Auch die Durchführungen für

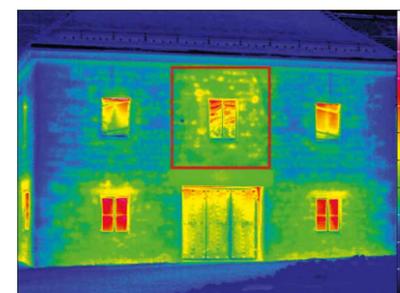


Abb. 2: Infrarot-Aufnahme der Westseite ohne die transparente Innendämmung. Die links und rechts angrenzenden Wandfelder sind auf der Raumseite bereits gedämmt. [© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP]

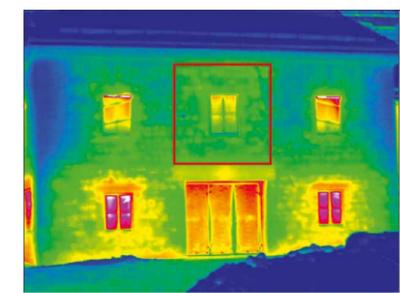


Abb. 3: Infrarot-Aufnahme nach der Installation der transparenten Innendämmung. Die komplette Wand im Obergeschoss ist wie beschrieben gedämmt. [© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP]

Messkabel und Stromleitung für die Heizkabel wurden abgedichtet.

In der Heizperiode wurde der Raum auf 20 °C beheizt und auf 50 % r.F. befeuchtet, sodass eine vergleichsweise hohe Feuchtelast vorlag. Zum Vergleich wurden an einem entsprechenden ungedämmten Wandbereich auf der Ostseite der Verlauf der Oberflächentemperatur und des Wärmestroms erfasst.

Ergebnisse

Die Bereiche rechts und links von der transparenten Innendämmung sind mit einer opaken Innendämmung versehen. Die Thermografieaufnahme von außen, vor dem Einbau der transparenten Dämmung, zeigt deutlich den höheren Wärmedurchgang durch das noch ungedämmte mittige Feld (Abb. 2, roter Rahmen). Die Thermografieaufnahme nach Einbau (Abb. 3) demon-

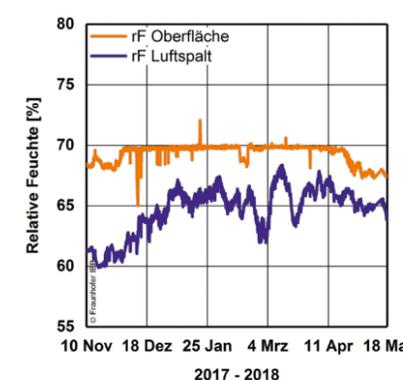


Abb. 4: Verlauf der rel. Feuchte am Regelungs-Messpunkt im Luftspalt und an der Wandoberfläche [© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP]

triert den Effekt der eingebauten transparenten Wärmedämmung.

Durch den Betrieb des Heizkabels wird die Oberflächenfeuchte bis auf minimale kurzfristige Spitzen unterhalb von 70 % r.F. gehalten (Abb. 4). Trotz dieser Beheizung ergibt sich im Vergleich zur ungedämmten Referenzwand eine deutliche Minderung des Energieverbrauchs.

Abb. 5 zeigt die kumulierte Differenz des ermittelten Wärmestroms der Wand mit transparenter Wärmedämmung zur ungedämmten Referenzwand. Der Vergleich mit dem Energieaufwand für die Luftspaltbeheizung ergibt allein für den dargestellten Zeitraum eine Energieeinsparung von über 20 kWh/m².

Zusammenfassung

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass selbst bei wertvollen sehenswerten Innenflächen eine Dämmung möglich

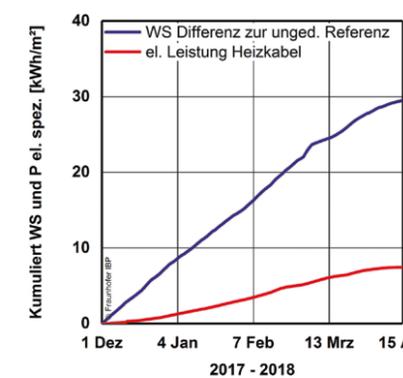


Abb. 5: Kumulierte Differenz zwischen Wärmestrom mit transparenter Dämmung und Referenzwand [© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP]

ist. Die hier vorgestellte transparente Innendämmung mit Verglasung bringt eine deutliche Energieeinsparung – trotz der zur Vermeidung von Feuchteschäden erforderlichen Beheizung des Luftraums zwischen Verglasung und Außenwand. Dabei kommt eine sehr einfache Lösung mit Heizkabel zum Einsatz. Die Wandinnenseite bleibt bei dieser Art der Dämmung sichtbar, wird vor feuchtebedingten, aber auch zusätzlich vor mechanischen Schäden geschützt. Über entsprechende Regelalgorithmen können auch weitere Energieeinsparungen erreicht, die Problematik salzbelasteter Oberflächen entschärft oder konservatorische Klimavorgaben eingestellt werden.

Literatur

- [1] Kilian, R. et al.: Energetische Untersuchungen und Optimierung von Innendämmungen. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt, IBP-Bericht HTB-003/2017, Fraunhofer Institut für Bauphysik. Valley, 2017
- [2] Weiterführende Informationen siehe Fraunhofer-Zentrum Benediktbeuern, www.denkmalpflege.fraunhofer.de
- [3] Friedl, C.; Gietz, C.; Kimmerle, D.: Untersuchung und Konservierung eines Teilabschnitts der westlichen Innenwand in der Alten Schäfllerei des Klosters Benediktbeuern. Projektarbeit. TU München, 2015

Autoren:

Stefan Bichlmair, Martin Krus, Ralf Kilian

→ Fraunhofer-Zentrum Benediktbeuern
Alte Schäfllerei im Kloster Benediktbeuern
Don-Bosco-Straße 9
83671 Benediktbeuern
www.denkmalpflege.fraunhofer.de