

20 (1993) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

J. Rath, N. König

Bauphysikalische Beanspruchung von Außenwänden mit transparenter Wärmedämmung

1. Einleitung

Seit Sommer 1989 untersucht eine interdisziplinäre Forschergruppe [1] aus Architekten, Bauingenieuren und Bauphysikern an einem speziell dafür errichteten Versuchshaus, ob Altbauten ohne Schädigung ihrer Bausubstanz mit transparenter Wärmedämmung (TWD) verkleidet werden können. Schäden könnten darin bestehen, daß durch Aufbringen von TWD-Stoffen auf die ursprüngliche Wandschale eine zu starke thermische Beanspruchung kommt, so daß Risse entstehen. Dazu liegen ab 1990 kontinuierliche Meßdaten über das thermische, energetische und mechanische Verhalten verschiedener Wandkonstruktionen vor. Aus der gemessenen, thermischen Belastung der Wände mit verschiedenen Materialien und unterschiedlichen Orientierungen konnten Rückschlüsse für die rechnerische Modellierung des Mauerwerks mit transparenter Wärmedämmung gezogen werden. Nach der Validierung der Programme ist es nun möglich, die thermischen Auswirkungen dieser neuartigen Dämmsysteme auf vorhandene Wände zu analysieren. Mit Hilfe eines Auswahl- und Bewertungsschemas können an das Mauerwerk angepaßte Konstruktionen gewählt werden.

2. Funktionsprinzip

Bei herkömmlichen opaken, d.h. lichtundurchlässigen Dämmschichten erwärmt die auftreffende Sonnenstrahlung zwar die Außenhaut der Wand; diese Wärme wird aber zum größten Teil gleich wieder an die Außenluft abgegeben und trägt kaum zur Wärmelieferung nach innen bei. Transparente Dämmschichten lassen etwa die Hälfte der angebotenen Sonnenenergie bis an die Oberfläche der Wand dahinter durch; die Energie wird dort in Wärme umgesetzt. Je nach Temperaturniveau draußen und im Raum sowie der Wärmeleitfähigkeit und des Transmissionsvermögens des transparenten Dämmmaterials wird ein Großteil dieser Energie in die Wand eingeleitet; ein kleiner Rest geht in der Nachtperiode als Wärmeverlust nach außen. Die massive Konstruktion dient als Wärmespeicher, der die Temperaturspitzenwerte im Bauteilinneren dämpft und zeitlich verzögert.

3. Thermische Beanspruchung der transparent gedämmten Versuchswände

Um die Verhältnisse bei Altbauten nachzubilden, wurden Mauersteine unterschiedlicher Art (Bimshohlblock-, Blähton-, Lochziegel-, Vollziegel-, Kalksand- und Natur sandstein) zum Aufbau der Außenwände verwendet. Die größte Teilfläche der transparenten Dämmung (22 m²) ist in der Mitte der Ostwand angebracht. Der Rest der Ostwand ist mit herkömmlicher Dämmung und einer Holzfassade verkleidet. Die Südfassade ist bei einem Fensterflächenanteil von 50% im Wandbereich vollflächig transparent gedämmt. Es konnte festgestellt werden, daß die TWD-Wände, abhängig von ihrer Orientierung, jahreszeitlich verschiedenen thermischen Belastungen ausgesetzt sind: die nordorientierten Flächen erhalten, mit Ausnahme der frühen Morgen- und späten Abendstunden im Sommer, keine nennenswerte direkte Sonneneinstrahlung; das nordorientierte, transparent gedämmte Mauerwerk verhält sich ähnlich wie eine konventionell gedämmte Wand. Die Außen-

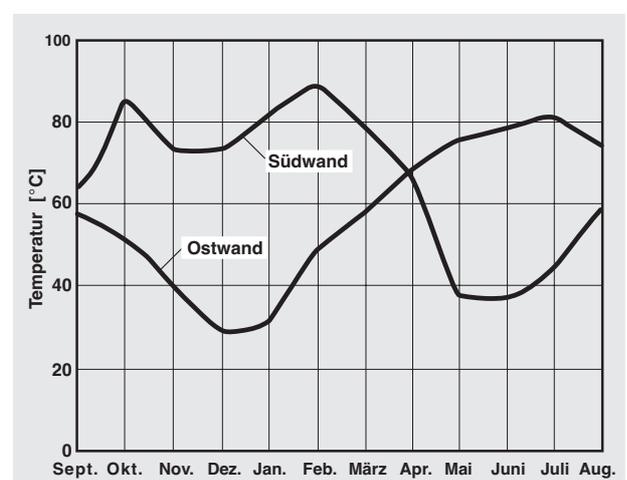


Bild 1: Jahresgang der Maximaltemperaturen der die Sonnenenergie absorbierenden Oberflächen der leichten Außenwände am Versuchshaus. Rohdichte: 600 bis 800 kg/m³.

Oberflächentemperaturen des Mauerwerks auf der Ost- und Südfassade steigen bei starker Sonneneinstrahlung auf Werte bis über 80°C, wobei die Südwand im Winter, die Ostwand dagegen im Hochsommer wegen des jahreszeitlichen Sonnenstandes die maximalen Temperaturen erreicht (siehe Bild 1). Bei schweren Konstruktionen mit Rohdichten über 2000 kg/m³ überschreiten die Oberflächentemperaturen eine Grenze von 60°C nicht. Dicke und Art der untersuchten transparenten Dämmung beeinflussen die erzielten Oberflächentemperaturen wenig.

4. Rißgefahr

Die häufig empfohlene TWD-Teilflächenbelegung führt im Übergangsbereich zwischen transparenter und opaker Dämmung zu relativ starken Temperaturunterschieden im Mauerwerk. Hier können mehr als 20 K Temperaturdifferenz auf wenigen Zentimetern Abstand auftreten, was unterschiedliche thermische Dehnungen des erwärmten Mauerwerks verursacht, aber gleichzeitig das Austrocknen von z.B. regennassem oder neu erstelltem Mauerwerk (hauptsächlich nach innen!) beschleunigt. Das hinter der TWD befindliche Mauerwerk ist nach kurzer Zeit (2 bis 3 Monate) deutlich trockener als das benachbarte Mauerwerk hinter der opaken Wärmedämmung. Da das Mauerwerk beim Trocknungsprozeß schrumpft, treten im transparent gedämmten Bereich des Mauerwerks Zugkräfte auf, die bei zugempfindlichen Steinsorten zu Rissen führen können.

Die transparent gedämmte Teilfläche in der Ostwand besitzt eine Breite von 4,5 m. Diese Wand ist ohne Dehnfuge im Verband aus nicht bewehrten Betonsteinen 12,75 m lang gemauert, die nur geringe Zugfestigkeiten aufweisen. In Bild 2 sind die Risse an der Außenoberfläche des tragenden Mauerwerks der Ostfassade im Sommer 1991, ein Jahr nach Einbau der TWD, dargestellt: sie verlaufen quer durch das Mauerwerk und konnten an der inneren Oberfläche schon drei Monate nach Einbau der TWD mit Rißbreiten bis zu 1,2 mm festgestellt werden. Die Risse haben zwar keinen Einfluß auf die Tragfähigkeit der Wand, können aber die Gebrauchsfähigkeit der Wohnung beeinträchtigen.

5. Praktische Konsequenzen

Thermisch trägere Materialien als Wandinnenschale erzielen bei TWD-Bekleidung höhere Wärmegewinne bei geringeren Spitzentemperaturen und geringerer Rißgefahr. Die Erfahrungen am Versuchshaus zeigen, daß transparent gedämmte Wände schadensfrei bleiben, wenn die in der Wand auftretenden Bewegungen (thermische und hygri-sche Längenänderungen) in geeigneten, vertikalen Dehnfu-

gen aufgenommen werden können (z.B. als geschoßhohe Fenster oder Türen). Um eine sommerliche Überhitzung von transparent gedämmten Gebäuden zu vermeiden, müssen west- und ostorientierte TWD-Flächen durch Sonnenschutzeinrichtungen wie z.B. Schiebe-, Klapp-, Rolläden oder thermotrope, sich eintrübende Gelschichten [2] verschattet werden. Südorientierte TWD-Fassadenflächen können konstruktiv durch Balkone oder Dachüberstände so verschattet werden, daß die Fassade im Winter - bei tiefstehender Sonne - viel und im Sommer - bei hohem Sonnenstand - wenig direkte Sonneneinstrahlung erhält.

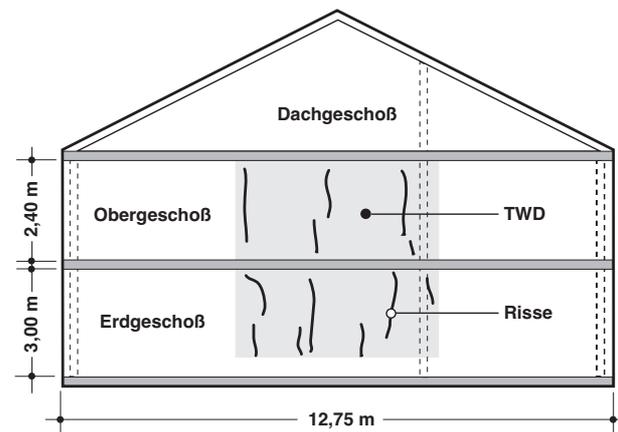


Bild 2: Schematische Darstellung der Risse im Mauerwerk der Ostfassade im Sommer 1991 (ein Jahr nach Anbringung der TWD).

Graue Fläche: mit TWD belegt.

Mauersteine: Betonsteine, Rohdichte 800 kg/m³.

6. Literatur

- [1] Sulzer, P. et al: Untersuchung des Einflusses von transparenten Wärmedämmsystemen auf altbauüblichen inhomogenen Außenwandkonstruktionen. Teile 1-5, Teil 5: Fallstudie Mehrfamilienhaus und Empfehlungen. Schlußbericht zum BMFT-Vorhaben 0335, Stuttgart 1993.
- [2] Meinhard, S.; Boy, E. und Bertsch, K.: Temperaturabhängige Lichtdurchlässigkeit von Verglasungen. IBP-Mitteilung 14 (1987), Nr. 131.

Das Vorhaben wurde mit Unterstützung durch das Bundesforschungsministerium und durch Industriespenden durchgeführt.



Fraunhofer Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis
D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0