

# Wärmebrücken bei Isolierglasfenstern

Autor(en): **Blaich, Jürgen**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **104 (1986)**

Heft 33-34

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76209>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Wärmebrücken bei Isolierglasfenstern

Von Jürgen Blaich, Dübendorf

**Im Bauwesen sind Wärmebrücken örtlich begrenzte Stellen der Gebäudehülle mit erhöhtem Wärmedurchgang. Wärmebrücken besitzen im Winter eine reduzierte raumseitige Oberflächentemperatur mit dem Risiko für Feuchteschäden durch Tauwasserniederschlag oder Schimmelpilzbildung.**

**Die Abteilung Hochbau/Bauschäden der EMPA beurteilt Bauschäden durch Wärmebrücken in Koordination mit der Abteilung Bauphysik.**

In der Schweiz bestehen seit 1977 bzw. 1980 erhöhte Anforderungen an die Wärmedämmung von Gebäuden. Die erzielten Verbesserungen sind teilweise bemerkenswert. Sie sind jedoch nicht gleichmässig über das Gebäude verteilt. Als schwierig erweisen sich Verbesserungen von Wärmebrücken. Dies ist ungünstig, weil die bauphysikalische Belastbarkeit der Gebäudehülle durch die Schwachstellen begrenzt wird.

Beispiele für hartnäckige Wärmebrücken sind auskragende Bauteile wie Balkone oder Vordächer, sowie der Fensterbereich mit den Schwachstellen des Fenstersturzes und dem Scheibenrand von Isoliergläsern. Der Scheibenrand von Isoliergläsern ist Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen.

Die EMPA wurde wiederholt beigezogen, wenn sich am inneren Scheibenrand von Isoliergläsern Tauwasser gebildet hatte. Bemängelt wurde vor allem Tauwasserniederschlag am unteren Scheibenrand von Isoliergläsern, die in Holz-Aluminium-Fenster eingebaut waren.

Anlässlich einer Schadenanalyse wurden diverse beanstandete Isoliergläser in Holz-Aluminium-Fenstern am Bau untersucht. Dabei wurden im Winterzustand die Oberflächentemperaturen der Innenscheibe in Scheibenmitte und am unteren Scheibenrand gemessen, sowie gleichzeitig die Temperatur der Innen- und Aussenluft. Die Temperaturmessungen erfolgten mit Thermoelementen Kupfer/Konstantan. Die Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Aussenluft betrug mindestens 15 °C.

## Messergebnisse

Die Messergebnisse wurden unter der Annahme konstanter Wärmeübergangsbedingungen auf eine Innentemperatur von 20 °C umgerechnet. Für 6 untersuchte Fenster sind die resultierenden Oberflächentemperaturen für variable Aussenemperaturen zwischen +5 °C und -10 °C in Bild 2 aufgezeigt.

In Bild 2 kann am linken Rand des Diagramms die Oberflächentemperatur, am rechten Rand die maximal zulässige relative Raumluftfeuchtigkeit zur Vermeidung von Tauwasserniederschlag abgelesen werden.

Eine Analyse der Messergebnisse zeigt einen wesentlichen Temperaturunterschied zwischen der Scheibenmitte und dem unteren Scheibenrand. Dies ist eine Folge des metallischen Randverbands der Isoliergläser, vgl. Bild 3.

In Bild 2 ist die Streuung innerhalb der Bereiche B und D vor allem auf unterschiedliche Heizungsbedingungen zurückzuführen. Innerhalb der Bereiche charakterisieren die oberen Temperaturgeraden eine Situation, bei der die Innenscheibe durch die Heizkörper besonders wirksam erwärmt wurde. Bei den unten liegenden Temperaturgeraden war der Heizkörper entweder abgestellt oder für das Fenster ungünstig angeordnet. In einem Fall wurde für das gleiche Fenster, in bezug auf eine Aussen-temperatur von -10 °C und eine Innentemperatur von 20 °C, am unteren Scheibenrand eine Temperaturdifferenz von 4 °C bei ein- bzw. abgestelltem Heizkörper festgestellt.

Im Vergleich zur Temperaturkurve nach SIA 180 muss festgestellt werden, dass alle geprüften Fenster am unteren Scheibenrand unter den Minimalwerten für eine Aussenwanddecke liegen. Der Mittelwert von 4,7 °C bei einer Aussen-temperatur von -10 °C stimmt gut mit dem Rechenwert von 5 °C für den oberen Glasrand überein, der in der Dokumentation SIA 99 (3) angegeben wird.

In der Scheibenmitte liegen die Temperaturen über den Werten der SIA-Temperaturkurve. Auffallend, jedoch in diesem Zusammenhang nicht von Interesse, ist der in der Steigung abweichende Verlauf der SIA-Kurve.

In bezug auf die maximal zulässigen relativen Raumluftfeuchtigkeiten ergeben sich eher bescheidene Werte. Bei einer Aussenlufttemperatur von -10 °C resultierten Werte zwischen 32 und 42 % relative Feuchte.

Die Mitarbeiter der EMPA, Dübendorf, wünschen Herrn Prof. Dr. Th. Erismann zu seinem 65. Geburtstag alles Gute für seinen weiteren Lebensweg.

Mit Dreischeiben-Isoliergläsern oder mit Reflexionsscheiben bzw. mit Gasfüllungen lässt sich die Oberflächentemperatur in Scheibenmitte zusätzlich positiv beeinflussen. Hingegen wird die thermische Schwachstelle des Randverbands nicht entscheidend verbessert. Für ein Holz-Aluminium-Fenster mit Dreifach-Isolierverglasung und eher ungünstiger Heizkörperanordnung wurde, bei einer Innentemperatur von 20 °C und einer Aussen-temperatur von -10 °C, die Scheibenrandtemperatur mit 7 °C ermittelt. Unter den gleichen Voraussetzungen ergab sich die Randtemperatur für ein Zweischeiben-Isolierglas mit Reflexionsscheibe und Gasfüllung zu 5,6 °C.

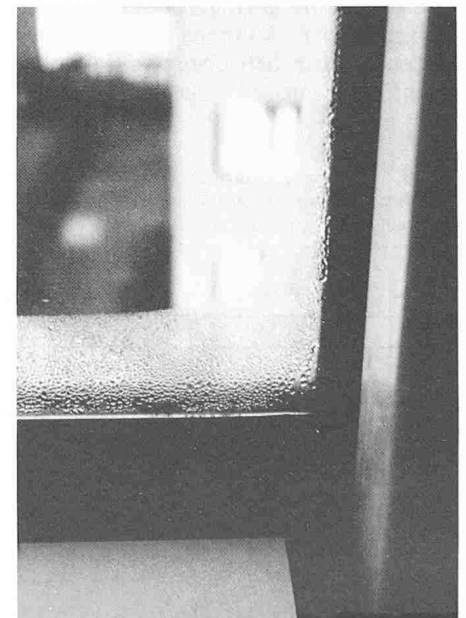
Neuerdings können an der EMPA in der Abteilung Bauphysik Temperaturverteilungen auch komplizierter Wärmemembrücken rechnerisch erfasst werden. Ein Beispiel zeigt Bild 4, das den Vergleich Messung - Rechnung für eine Stahlfensterkonstruktion (Eckprofil) enthält, die in der Praxis zu starker Tauwasserbildung geführt hat.

## Weitere Einflüsse

Die Wärmebrückenwirkung des Randverbands von Isoliergläsern kann durch bauspezifische Umstände zusätzlich ungünstig beeinflusst werden:

- Neue Fensterkonstruktionen mit verbesserten Fugendichtungen reduzie-

Bild 1. Tauwasser am Scheibenrand eines Isolierglases



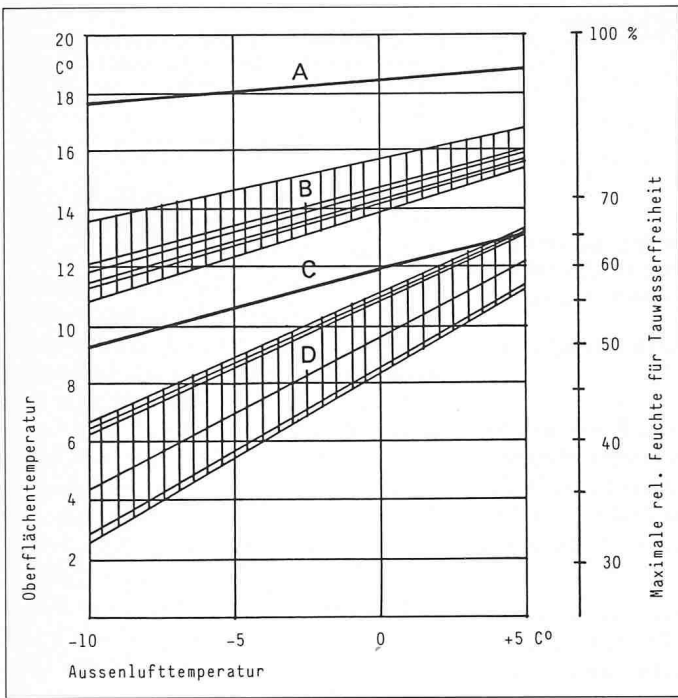


Bild 2. Verlauf der warmseitigen Oberflächentemperatur an Zweischeiben-Isoliergläsern bei sechs untersuchten Holz-Aluminium-Fenstern in Abhängigkeit von der Aussenlufttemperatur bei einer Innenlufttemperatur von 20 °C.  
 Bereich B: Temperaturen in Scheibenmitte;  
 Bereich D: Temperaturen am untern Scheibenrand, etwa 5 mm von der Glasleiste entfernt;  
 Gerade A: Recherischer Temperaturverlauf einer Aussenwand mit einem k-Wert von 0,6 W/m<sup>2</sup>K, gemäss Empfehlung SIA 180/1 [1];  
 Kurve C: Mindestanforderung der Empfehlung SIA 180 [2], für die innere Oberflächentemperatur in Gebäude-Aussenecken.

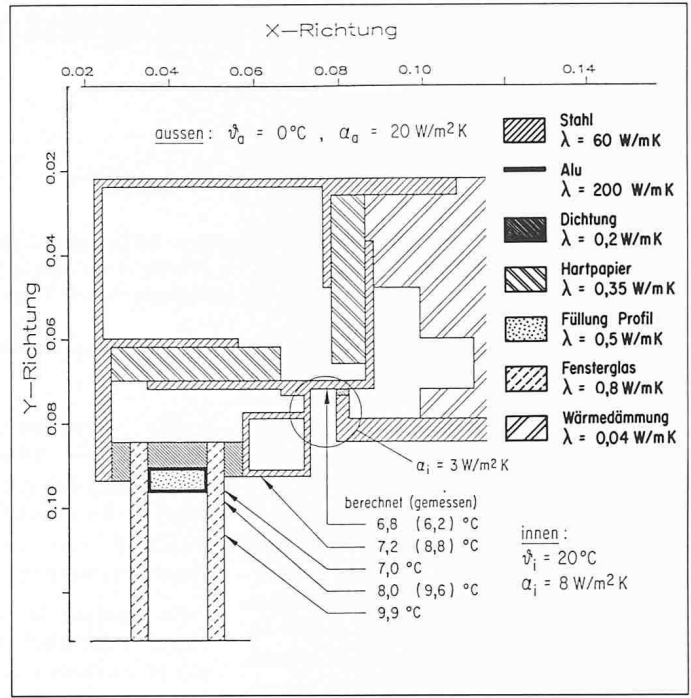
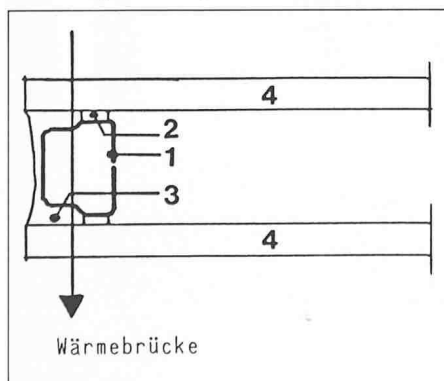


Bild 4. Oberflächentemperatur an kritischen Stellen eines Fenster-Eckprofils aus Stahl mit Fensterverglasung aus Zweischeiben-Isolierglas. Eingezeichnet sind ausgewählte Temperaturen, berechnet mit dem Rechenprogramm STAT 3D (Rudolphi/Müller, BAM Berlin), das an der EMPA implementiert wurde. Zum Vergleich sind die am Bau gemessenen Werte in Klammern angegeben

ren den natürlichen Luftwechsel. Die Folge ist ein tendenzieller Anstieg der Raumluftfeuchtigkeit;

- Die verbesserte Wärmedämmung der Gebäudehülle führt zu höheren mittleren Oberflächentemperaturen. Als Folge kann bei gleicher Behaglichkeit die Raumlufttemperatur gesenkt werden;
- Die verbesserte Wärmedämmung erfordert eine geringere Heizleistung. Heizkörper können mit niedriger Temperatur betrieben werden oder entfallen zeitweilig bei Thermostat-

Bild 3. Wärmebrückenwirkung des metallischen Randverbands von Isoliergläsern. 1 Randsteg, 2 Verklebung, 3 Dichtung, 4 Glasscheiben



gelung oder dauernd bei Niedertemperatur-Fussbodenheizung. Als Folge werden die Wärmebrücken im Fensterbereich von innen her weniger aufgeheizt und deshalb für Tauwasserniederschlag anfälliger.

### Schlussfolgerung

Als Schlussfolgerung kann festgehalten werden, dass bei Isoliergläsern mit gelegentlicher Tauwasserbildung gerechnet werden muss. Der Fensterbauer muss sich auf diesen Umstand einstellen. Er muss durch geeignete Massnahmen verhindern, dass Folgeschäden an der Fensterkonstruktion entstehen. Dies bedeutet vor allem bei Holz- und Holz-Metall-Fenstern einen zweimaligen Anstrich der Holzteile vor dem Einglasen und vorteilhafterweise eine dauerelastische raumseitige Glasfalzdichtung. Die Wärmebrückenwirkung des Randverbands von Isoliergläsern muss eher als ungünstige Eigenschaft denn als Baumangel beurteilt werden. Schliesslich entsprechen Isoliergläser dem gegenwärtigen Stand der Technik. Trotzdem erscheint es längerfristig gesehen sinnvoll, diese Schwachstelle zu verbes-

sern. Verschiedene neuerdings angebotene Fensterkonstruktionen mit einer nach aussen entspannten, äusseren Einfachscheibe und einem inneren Zweischeibenisoliertglas könnten eine mögliche Lösung darstellen. Sinnvoll erscheinen auch Forschungen, die auf einen Ersatz des metallischen Randstegs durch Materialien mit geringerem Wärmeleitvermögen abzielen.

### Literatur

- [1] Empfehlung SIA 180/1, Ausgabe 1980, Winterlicher Wärmeschutz im Hochbau
- [2] Empfehlung SIA 180, Ausgabe 1970, Empfehlung für Wärmeschutz im Hochbau
- [3] Dokumentation SIA 99, 1985, Wärmebrücken-katalog I, Neubaudetails, S. 56.

Adresse des Verfassers: Dr. J. Blai ch, Abteilung Hochbau/Bauschäden, EMPA Dübendorf, 8600 Dübendorf.