

Einleitung

Wir, die Achenbach Fenster und Türen GmbH, haben uns dazu entschlossen, dieses Merkblatt zu erstellen, um unsere Kunden über den Problembereich Wärmebrücken in der Fensterleibung zu informieren. Es hat nicht den Anspruch einer wissenschaftlichen Arbeit, sondern soll den technischen Sachverhalt möglichst einfach und verständlich darstellen.

Klärung der Begriffe

Im Folgenden möchten wir zunächst die Begrifflichkeit „relative Luftfeuchtigkeit“ und „Wärmebrücken“ erklären:

Relative Luftfeuchtigkeit

Raumluft ist in der Lage, Wasser in Form von Wasserdampf aufzunehmen. Je höher die Lufttemperatur ist, umso mehr Wasser kann die Raumluft aufnehmen. Beispielsweise kann 1 m³ Luft kann bei 20° C maximal 17,3 g Wasser in Form von Wasserdampf aufnehmen. Sind nun lediglich 8,65 g Wasser vorhanden (bei 20°), ist nur die Hälfte der maximal möglichen Aufnahmefähigkeit (=Sättigungsmenge) genutzt, was dann einer Luftfeuchtigkeit von 50% entspricht. Da die maximale Aufnahmefähigkeit der Luft temperaturabhängig ist, besteht zugleich ein Zusammenhang zwischen der Luftfeuchtigkeit (genauer: der absoluten Wassermenge, die die Luft aufnehmen kann) und der Lufttemperatur. Man spricht deshalb von einer relativen Luftfeuchtigkeit, weil sich diese, bei gleichbleibender Wassermenge, je nach Temperatur verändert. Sinkt die Lufttemperatur ab (und damit zugleich die maximal mögliche Aufnahmefähigkeit), steigt die relative Luftfeuchtigkeit. Bei Erwärmung der Luft kehrt sich Zusammenhang entsprechend um.

Gut zu veranschaulichen ist dies am Beispiel einer Flasche mit Wasser, welche im Sommer aus dem Kühlschrank genommen wird. Die warme Raumluft kühlt an der Oberfläche der kalten Flasche ab. Die in der Raumluft gebundene Wassermenge bleibt zunächst dampfförmig. Durch die niedrigere Temperatur der Flasche sinkt sodann die maximale Aufnahmefähigkeit der angrenzenden Luftschicht ab bis zu dem Zeitpunkt, an dem die relative Luftfeuchtigkeit auf 100% gestiegen ist. Die „abgekühlte“ Luft kann die Wassermenge nun nicht mehr aufnehmen, und es bildet sich Kondensat an der Flaschenoberfläche.

Wärmebrücken

Bei Wärmebrücken (umgangssprachlich auch als „Kältebrücken“ bezeichnet) handelt es sich - vereinfacht dargestellt - um Bereiche eines Bauteiles (die Größe des Bauteiles spielt für unsere Betrachtung keine Rolle), welcher die kühler sind als der angrenzende Bereich. Unterschieden wird dabei zwischen materialbedingten Wärmebrücken, geometrischen Wärmebrücken und konstruktiven Wärmebrücken, welche in aller Regel in der Praxis auch in Mischform auftreten. Um den Rahmen dieses Merkblattes nicht zu sprengen, bleiben wir im Folgenden bei dem Überbegriff „Wärmebrücke“. Anschaulich wird dies am Beispiel einer Heizkörpernische, welche bei Bestandsgebäuden in aller Regel vorzufinden ist. Hier ist die Wandstärke im Bereich der Heizkörper dünner ausgeführt, und der Heizkörper ist im Bereich des „fehlenden“ Mauerwerkes montiert, um zu verhindern, dass er in den Innenraum ragt. Mit der hierdurch bedingten Schwächung des Mauerwerks in der Nische geht auch eine verminderte Dämmqualität einher. Im Vergleich zu den an die Nische angrenzenden Bereichen stellt der geschwächte Bereich der Nische eine Wärmebrücke dar. Dies ist bei abgestelltem Heizkörper sogar bei Berührung mit der flachen Hand spürbar.

Warum sollten Wärmebrücken möglichst gering ausfallen?

Zurückkommend auf die Thematik Fenster gilt zunächst festzustellen, dass Wärmebrücken im Leibungsbereich (Übergang Fensterrahmen zu Wandfläche) konstruktiv immer vorhanden sind, und die sich je nach Temperaturunterschied unterschiedlich stark auswirken. Sinkt die Randtemperatur unter einen kritischen Bereich, stellen sich Luftfeuchtigkeiten ein, welche zu Schimmelpilzwachstum und/oder sogar Tauwasser führen können. Schimmelpilze brauchen für ihr Wachstum kein „flüssiges Wasser“ in Tropfenform, relative Luftfeuchtigkeit im betroffenen Bereich um die 80% reichen bereits aus. Gemäß der aktuellen Normenlage (zum Beispiel DIN 4108-2) wie auch nach Ansicht der Fachleute gilt es deshalb, „kritische Oberflächentemperaturen“ zu vermeiden.

Im Neubau kann der Planer dabei auf zahlreiche Detailbeispiele zurückgreifen (Beiblatt 2 zur DIN 4108¹). Diese Beispiele wurden auf Basis definierten Material-Kennwerten erarbeitet.

Für den Altbau sind diese Detailbeispiele leider in aller Regel nicht anwendbar, da die Kennwerte der verwendeten Baustoffe meist gar nicht (mehr) bekannt sind. Hier sieht die Norm die Ermittlung auf der Grundlage von Wärmebrückenkatalogen oder mittels Berechnung (computerunterstützt) vor. Beiden Varianten gemein ist, dass nicht mit den exakt vor Ort im Bestand vorhandenen Materialkennwerten gerechnet wird, sondern „durchschnittliche“ Werte Anwendung finden. In der Praxis kann das tatsächliche Ergebnis folglich abweichen, nach oben wie nach unten. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, bei „grenzwertigen Ergebnissen“ konservativ zu planen – sprich, vom „schlechteren Fall“ auszugehen.

Der Nachweis über das Einhalten der Mindestanforderung mit Bezug auf Wärmebrücken erfolgt mittels Berechnung des Temperaturfaktors f_{Rsi} . Es gilt, die Mindestanforderung $f_{Rsi} \geq 0,7$ zu erfüllen.

Im Anhang dieses Merkblattes ist der Wärmebrückenkatalog abgebildet. Zur leichteren Lesbarkeit sind die zulässigen Werte grün hinterlegt.

Eine grundsätzliche Einschätzung hinsichtlich des Erreichens des f_{Rsi} -Wertes wurde Ihnen im Angebot oder durch unseren Außendienstmitarbeiter vor Ort mitgeteilt.

Was tun, wenn der f_{Rsi} -Wert nicht erreicht wird?

Ziel ist es, nach dem Einbau des Fensters bzw. der Fenstertüre ausreichend hohe Oberflächentemperaturen im Randbereich zu erreichen. Ist das Verfehlen der Werte im Vorfeld absehbar, ist es erforderlich, begleitende Maßnahmen zu ergreifen. Denkbar sind Dämmmaßnahmen im Innen- oder auch Außenbereich der Fensterleibung. Dabei wird ein Teil des vorhandenen Leibungsputzes entfernt² und durch geeignetes Material mit besseren Dämmeigenschaften ersetzt. Dies gehört nicht mehr zu unserem Dienstleistungsumfang; gerne können wir auf Wunsch den Kontakt zu Handwerksunternehmen herstellen, die diese Arbeiten für Sie ausführen.

- ¹ DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
- ² In unserem Verkaufsgebiet sind in aller Regel verputzte Leibungen vorhanden. Andere Ausführungen sind möglich, müssen aber entsprechend geplant werden.

Auch wenn das Anbringen einer Leibungsdämmung zunächst finanziellen Mehraufwand bedeutet, so hat dies doch handfeste Vorteile in verschiedener Hinsicht:

- Die Schimmelpilzgefahr wird deutlich reduziert.
- Die Leibung ist nach der Montage wieder vollständig hergestellt und macht einen optisch ansprechenden und wertigen Eindruck.
- Die raumseitige Fensterabdichtung kann - im Gegensatz zur regulären Innenabdichtung - mit langlebigeren Folienanschlüssen erfolgen.
- Dies schafft u.U. die Voraussetzungen für Fördermaßnahmen des Bundes, die häufig das Einhalten des f_{Rsi} -Wertes umfassen.

Wir hoffen, dass wir Ihnen den Themenbereich dieses Merkblatts verständlich vermitteln konnten. Sollten Sie Fragen im Zusammenhang mit Ihrem Bauvorhaben haben, möchten wir Sie bitten, sich mit uns in Verbindung zu setzen.

ACHENBACH FENSTER UND TÜREN GMBH
SUDETENSTRASSE 7
85635 HÖHENKIRCHEN-SIEGERTSBRUNN

MAIL: INFO@ACHENBACH-MUENCHEN.DE
TELEFON: 089/74790395
FAX: 089/74790410

Die Tabellen auf den Seiten 4 und 5 sind uns von der Gütegemeinschaft Fenster, Fassaden und Haustüren e.V. zur Verfügung gestellt worden. Es handelt sich um einen Auszug aus dem Leitfaden zur Montage, Ausgabe März 2020, Seiten 88-93, ISBN 978-3-00-063548-9

Tabelle 4.7 Temperaturfaktor $f_{0,25/0,13}$, Beispiel 2 (zweischichtiges Mauerwerk mit Luftschicht)

Spalte 1		2	3	4.1	4.2	4.3	
Seitlicher Baukörperanschluss eines Fensters an ein zweischichtiges Mauerwerk mit Luftschicht		$d_{\text{Mauerwerk}}$	$\lambda_{\text{Mauerwerk1}}$	$f_{0,25/0,13}$ bei $\lambda_{\text{Mauerwerk2}}$			
		6.1 Fenster Holz ($U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}), U_w = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$)					
		115	0,58 0,79 0,99	0,68 0,67 0,66	0,69 0,68 0,68	0,70 0,69 0,69	0,70 0,69 0,69
		175	0,23 0,52 0,99	0,70 0,67 0,66	0,70 0,68 0,66	0,71 0,69 0,68	0,71 0,69 0,68
		240	0,23 0,70 0,99	0,65 0,66 0,66	0,66 0,66 0,66	0,67 0,67 0,67	0,67 0,67 0,67
		300	0,23 0,79 0,99	0,68 0,64 0,64	0,68 0,65 0,65	0,67 0,66 0,66	0,69 0,66 0,66
		6.2 Fenster Kunststoff ($U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}), U_w = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$)					
		115	0,58 0,79 0,99	0,68 0,67 0,66	0,69 0,68 0,68	0,70 0,69 0,69	0,70 0,69 0,69
		175	0,23 0,52 0,99	0,70 0,67 0,66	0,71 0,68 0,67	0,72 0,69 0,68	0,72 0,69 0,68
		240	0,23 0,70 0,99	0,69 0,65 0,65	0,70 0,66 0,66	0,70 0,67 0,67	0,70 0,67 0,67
		300	0,23 0,79 0,99	0,69 0,64 0,64	0,69 0,65 0,65	0,70 0,66 0,66	0,70 0,66 0,66
<p>*) Hinweis: Mit zunehmender Anschlagbreite werden die f_{Rsi}-Werte günstiger (höher). Siehe Beispiel unten für 6.2, Spalte 4.1, $d_{\text{Mauerwerk}} = 240 \text{ mm}$</p>		6.3 Fenster Aluminium ($U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}), U_w = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}), U_w = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$)					
		115	0,58 0,79 0,99	0,70 0,70 0,69	0,71 0,70 0,71	0,71 0,71 0,71	0,71 0,71 0,71
		175	0,23 0,52 0,99	0,71 0,70 0,68	0,71 0,70 0,69	0,71 0,71 0,70	0,71 0,71 0,70
		240	0,23 0,70 0,99	0,68 0,68 0,68	0,69 0,69 0,69	0,70 0,70 0,70	0,70 0,70 0,70
		300	0,23 0,79 0,99	0,68 0,64 0,67	0,69 0,65 0,67	0,69 0,66 0,68	0,70 0,66 0,69

Tabelle 4.5 Temperaturfaktor $f_{0,25/0,13}$, Beispiel 1 (monolithisches Mauerwerk)

Spalte 1		2	3	4.1	4.2	4.3	
Seitlicher Baukörperanschluss eines Fensters an ein monolithisches Mauerwerk		$d_{\text{Mauerwerk}}$	$\lambda_{\text{Mauerwerk}}$	$f_{0,25/0,13}$ bei Einbaulage			
		4.1 Fenster Holz ($U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}), U_w = 1,31,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$)					
		240	0,21 0,39 0,70 2,1	0,71 0,64 0,57 0,45	0,77 0,71 0,63 0,48	0,80 0,74 0,67 0,52	0,80 0,74 0,67 0,52
		300	0,21 0,39 0,49 2,1	0,70 0,63 0,60 0,45	0,77 0,71 0,68 0,49	0,80 0,74 0,72 0,53	0,80 0,74 0,72 0,53
		365	0,21 0,58 0,81 2,1	0,70 0,57 0,54 0,44	0,77 0,66 0,62 0,50	0,80 0,70 0,66 0,54	0,80 0,70 0,66 0,54
<p>4.2 Fenster Kunststoff ($U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}), U_w = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$)</p>		240	0,21 0,39 0,70 2,1	0,72 0,64 0,57 0,45	0,78 0,71 0,64 0,48	0,80 0,74 0,67 0,52	0,80 0,74 0,67 0,52
		300	0,21 0,39 0,49 2,1	0,71 0,63 0,60 0,45	0,78 0,71 0,68 0,49	0,81 0,75 0,72 0,54	0,81 0,75 0,72 0,54
<p>4.3 Fenster Aluminium ($U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}), U_w = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}), U_w = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$)</p>		240	0,21 0,39 0,70 2,1	0,74 0,70 0,63 0,50	0,77 0,74 0,68 0,52	0,79 0,76 0,72 0,62	0,79 0,76 0,72 0,62
		300	0,21 0,39 0,49 2,1	0,74 0,69 0,66 0,49	0,77 0,74 0,72 0,53	0,79 0,76 0,75 0,62	0,79 0,76 0,75 0,62
		365	0,21 0,58 0,81 2,1	0,71 0,58 0,54 0,45	0,78 0,66 0,62 0,50	0,81 0,71 0,67 0,54	0,81 0,71 0,67 0,54

Tabelle 4.9 Temperaturfaktor $f_{0,25/0,13}$, Beispiel 3 (zweischaliges, kerngedämmtes Mauerwerk)

Spalte 1		2	3	4.1	4.2	4.3
Seitlicher Baukörperanschluss eines Fensters an ein zweischaliges, kerngedämmtes Mauerwerk mit/ohne Luftschicht 		$d_{\text{Mauerwerk}}$	$\lambda_{\text{Mauerwerk}}$	$f_{0,25/0,13}$ bei $d_{\text{Dämmung}}$		4.3
				0	20	40
6.1 Fenster Holz ($U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, $U_w = 1,3 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$)		175	0,21	0,78	0,80	0,82
			0,39	0,74	0,80	0,82
			0,81	0,69	0,80	0,82
			2,1	0,67	0,81	0,84
			0,21	0,76	0,79	0,81
		240	0,39	0,75	0,78	0,80
			0,81	0,69	0,79	0,82
			2,1	0,68	0,81	0,83
			0,21	0,75	0,79	0,80
		300	0,39	0,71	0,78	0,80
			0,81	0,68	0,79	0,81
			2,1	0,68	0,81	0,83
6.2 Fenster Kunststoff ($U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, $U_w = 1,3 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$)		175	0,21	0,78	0,81	0,82
			0,39	0,74	0,80	0,82
			0,81	0,70	0,80	0,83
			2,1	0,67	0,82	0,84
			0,21	0,77	0,80	0,81
		240	0,39	0,73	0,79	0,81
			0,81	0,69	0,80	0,82
			2,1	0,68	0,82	0,84
			0,21	0,76	0,79	0,81
		300	0,39	0,72	0,78	0,80
			0,81	0,68	0,79	0,82
			2,1	0,68	0,81	0,84
6.3 Fenster Aluminium ($U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, $U_i \leq 1,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, $U_w = 1,3 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$)		175	0,21	0,77	0,79	0,80
			0,39	0,76	0,78	0,80
			0,81	0,72	0,79	0,81
			2,1	0,69	0,80	0,82
			0,21	0,77	0,78	0,79
		240	0,39	0,75	0,78	0,80
			0,81	0,72	0,78	0,80
			2,1	0,70	0,80	0,82
			0,21	0,77	0,78	0,79
		300	0,39	0,74	0,78	0,79
			0,81	0,72	0,78	0,80
			2,1	0,70	0,80	0,82

alle Maße in mm

Baustoffe und deren Wärmeleitfähigkeit λ in W/(m K) :

- 1 Innenputz 0,70
- 2 Mauerwerk innen gem. Spalte 3
- 3 Dämmschicht 0,04
- 4 Ruhende Luftschicht $R_g = 0,18 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$
- 5 Mauerwerk außen 0,96
- 6 Fensterkonstruktion (siehe 6.1, 6.2, 6.3)

MIG-Randverbund mit warmer Kante
 Bautiefe Rahmen $\geq 75 \text{ mm}$

*) Hinweis:
 Mit zunehmender Anschlagbreite werden die f_{Rsi} -Werte günstiger (höher). Siehe Beispiel unten für 6.2, Spalte 4.1, $d_{\text{Mauerwerk}} = 240 \text{ mm}$

Ab Anschlagbreiten $\geq 50 \text{ mm}$ gilt für alle Beispiele rechts $f_{Rsi} > 0,7$.