

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Benitz-Wildenburg – Leiter PR & Kommunikation, ift Rosenheim

Umgang mit Wärmebrücken

Tipps für Planung und Ausführung von Baukörperanschluss

Die Fenstertechnik hat sich mit der kontinuierlichen Verschärfung der energetischen Anforderungen enorm weiterentwickelt. Heute sind Fenster-, Fassaden und Verglasungssysteme High-Tech Bauteile, die mit modernster Fertigungstechnik in industriellen und in handwerklichen Betriebsstrukturen hergestellt werden. Auch die Montagetechnik hat sich in den letzten 10 Jahren deutlich weiterentwickelt, nicht zuletzt durch den vom ift Rosenheim erarbeiteten Montageleitfaden und die Entwicklung leistungsfähiger Montagemittel. Die Montage mit der Auswahl der richtigen Abdichtungssysteme und Befestigungsmittel entscheidet maßgeblich über die Qualität des Gesamtsystems „Fenster/Montage“.

Zwischen Herstellern und Monteuren hat sich eine gute Arbeitsteilung ergeben und für professionelle Monteure ist der Umgang mit Folien, Dichtstoffen, Befestigungsmitteln, Primern etc. kein Buch mit sieben Siegeln mehr. Insbesondere bei der energetischen Sanierung im Bestand ist die Planung und Ausführung eines bauphysikalisch korrekten Baukörperanschlusses, der die Anforderungen der EnEV erfüllt, eine anspruchsvolle Aufgabe, die vom Monteur Erfahrung und Kompetenz verlangt. Dies beginnt schon mit einer Beratung bei Angebot und Akquise, bei der Bauherren über die Bedeutung einer fachgerechten Montage informiert werden müssen. In dieser Phase müssen schon Entscheidungen getroffen werden, damit die Bauphysik nach dem Fensterwechsel noch stimmt. Häufig ist beispielsweise eine Dämmung der Laibung notwendig. Professionelle Monteure sind an dem RAL Gütezeichen für die Montage von Fenstern, Haustüren, Fassaden und Wintergärten zu erkennen.



Bild 1 RAL Gütezeichen Montage

Nachfolgend werden kritische Aspekte von Baukörperanschlüssen mit dem Fokus auf die Bauphysik beschrieben, die in dem ift Rosenheim bei Überwachungsbesuchen oder Gutachten immer wieder begegnen. Die entsprechenden Lösungswege sind dem Montageleitfaden entnommen.

Wärmebrücken und Mindestwärmeschutz

Wärmebrücken sind örtlich begrenzte, punktförmige, linienförmige oder flächige wärmetechnische Schwachstellen in der Gebäudehülle. Diese entstehen z. B. beim Anschluss unterschiedlicher Bauteile aneinander oder durch den Einsatz von Baustoffen mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit und werden durch erhöhte Wärmeströme (Φ) und niedrigere, raumseitige Oberflächentemperaturen (θ_{si}) charakterisiert. Dies erhöht nicht nur die Wärmeverluste sondern auch die Gefahr der Tauwasserbildung mit nachfolgender Schimmelpilzbildung, so dass dieser Problematik große Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte.

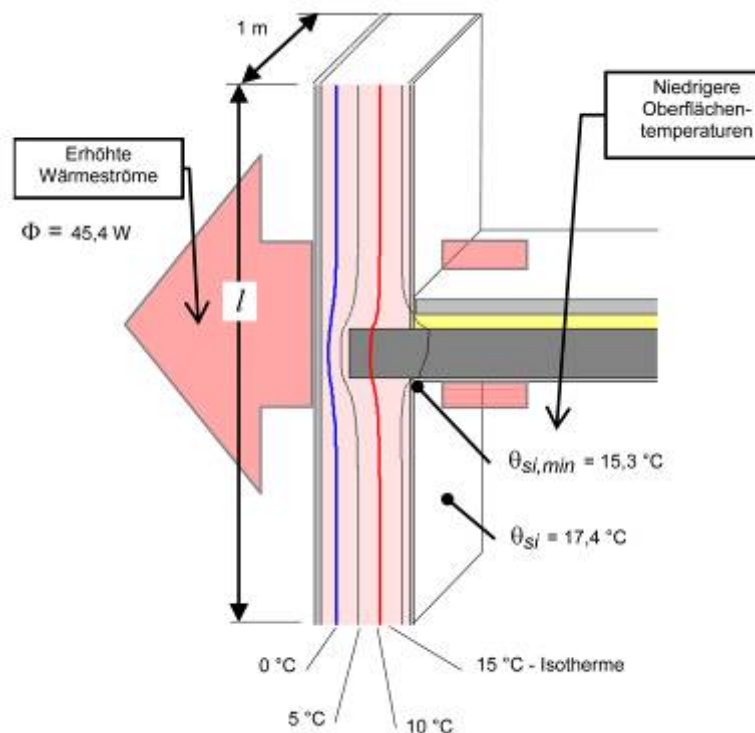


Bild 2 Kenngrößen von Wärmebrücken

Deshalb werden auch konkrete Anforderungen an den Mindestwärmeschutz und zur Vermeidung von Tauwasser- und Schimmelpilzbildung in der DIN 4108-2 und der EnEV formuliert. Die DIN 4108 macht im Beiblatt 2 Ausführungsvorschläge für die kein weiterer Nachweis erforderlich ist. Bei davon abweichenden Einbausituationen ist ein Nachweis anhand von Wärmebrückenkatalogen oder durch rechnerische Ermittlung des Temperaturfaktors mit $f_{Rsi, \min} \geq 0,7$ zu führen. Im Montageleitfaden sind für übliche Montagesituationen entsprechende Informationen enthalten.

Zum Nachweis der Mindestanforderung wurde der Temperaturfaktor f_{Rsi} eingeführt. Der Temperaturfaktor f_{Rsi} wird nach DIN EN ISO 10211 ermittelt. Der Index Rsi steht für den der Berechnung zugrunde gelegten raumseitigen Wärmeübergangswiderstand Rsi.

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

θ_{si} = die raumseitige Oberflächentemperatur
 θ_i = die Innenlufttemperatur
 θ_e = die Außenlufttemperatur

Der **Temperaturfaktor muss an der ungünstigsten Stelle des Baukörperanschlusses die Mindestanforderung $f_{Rsi, min} \geq 0,70$ erfüllen**, d. h. die Oberflächentemperatur muss $\theta_{si, min} \geq 12,6 \text{ °C}$ sein. Für die Beurteilung wird die 13 °C und nicht die $9,3 \text{ °C}$ -Isotherme herangezogen, da die Schimmelpilzbildung bereits bei länger anhaltenden relativen Luftfeuchten im oberflächennahen Bereich von ca. 80 % auftreten kann (dies entspricht einer 13 °C -Isotherme). Hilfreich ist deshalb auch die Betrachtung des **Isothermenverlaufs**. Wenn die 13 °C -Isotherme innerhalb der Konstruktion verläuft, ist die Tauwasser- bzw. Schimmelpilzgefahr gering. Allerdings deuten stark gekrümmte Isothermen auf erhöhte Wärmeverluste hin. Die Isothermen sollten also möglichst geradlinig verlaufen.

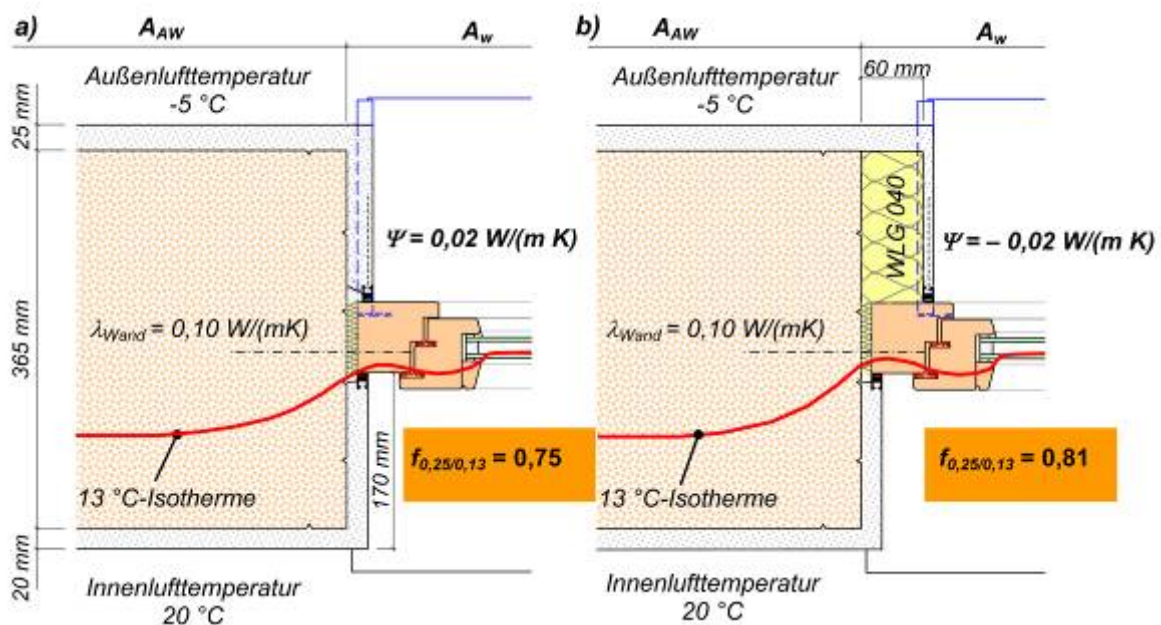


Bild 3 Fensteranschluss an monolithisches Mauerwerk (a. übliche Ausbildung, b. wärmetechnisch verbesserte Ausbildung mit Leibungsdämmung außen)

Das **Beiblatt 2 der DIN 4108** behandelt nur Neubausituationen und kann in der energetischen Sanierung nicht angewendet werden. Im Gebäudebestand stellt sich dabei häufig das Problem, dass vorhandene Außenwände oft nicht den heutigen wärmeschutztechnischen Mindestanforderungen entsprechen. Die Außenwand, die Lage des Fensters in der Außenwand, das Fenster und die Anschlussausbildung haben Einfluss auf den Temperaturfaktor (f_{Rsi} -Faktor) und sind deshalb bei der Lösungssuche mit in die Betrachtung ein-

zubeziehen. Soweit nicht auf bereits berechnete Anschlussdetails in Wärmebrückenkatalogen zurückgegriffen werden kann, muss der Temperaturfaktor (f_{Rsi} -Faktor) für jede Anschlussausbildung nachgewiesen werden, um eine Gefährdung durch Tauwasser auszuschließen.

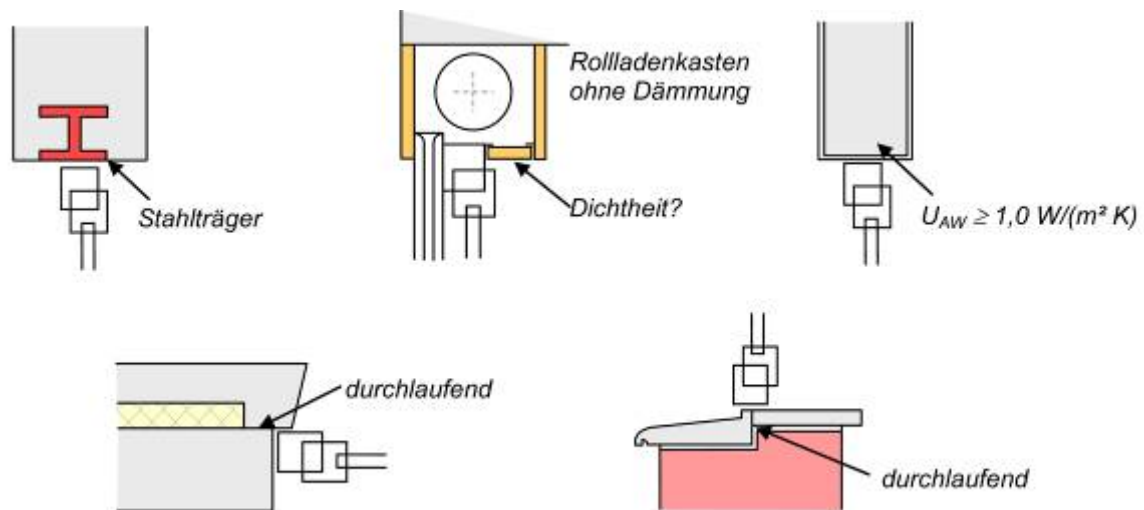


Bild 4 Typische energetische Schwachstellen (Wärmebrücke) in Altbauten

Das **ift** Rosenheim hat deshalb für übliche Montagesituationen Berechnungen durchgeführt und die notwendigen Kennwerte ermittelt. Die Tabelle gibt für monolithisches Mauerwerk in Abhängigkeit der relevanten Schichtdicken der Außenwand, der Wärmeleitfähigkeit der Baustoffe, der Einbausituation und der Fensterkonstruktion den Temperaturfaktor f_{Rsi} an. Für den Altbaubereich lassen sich anhand von durchgeführten Untersuchungen folgende **grundsätzliche Aussagen** treffen:

- Außenwandsituationen mit mehrschichtigem, bis in die Leibung gedämmtem Aufbau sind in Bezug auf die Erfüllung des Mindestwärmeschutzes eher unproblematisch.
- Bei monolithischen Außenwänden und mehrschichtigen, ungedämmten bzw. nicht bis in die Leibung gedämmten Außenwänden sind aufgrund des geringen Wärmeschutzstandards, neben dem Fenstereinbau, häufig zusätzliche Maßnahmen notwendig, um das Risiko der Schimmelbildung zu verringern ($f_{Rsi} \geq 0,7$). Als Anhaltspunkt kann davon ausgegangen werden, dass bei einem U-Wert der Außenwand im Leibungsbereich von $U \geq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind. Als Minimallösung kommen Dämm-Maßnahmen im Leibungsbereich in Frage.
- Bei Außenwandsituationen mit Natursteinwänden in den Fensteröffnungen oder durchgängigen Fenstersimsen oder auch aus Gründen des Denkmalschutzes sind die Möglichkeiten zusätzlicher Maßnahmen stark eingeschränkt. Die Einhaltung des Mindestwärmeschutzes ist hier nicht immer möglich und die Schimmelpilzgefahr muss im Innenraum heiztechnisch kompensiert werden.

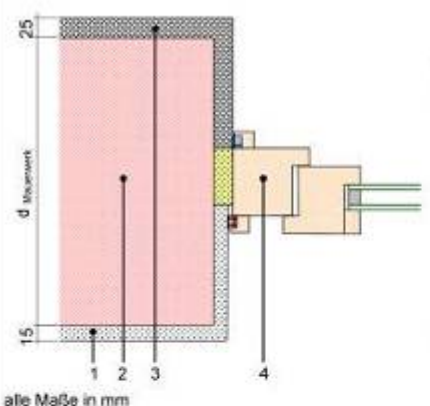

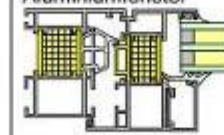
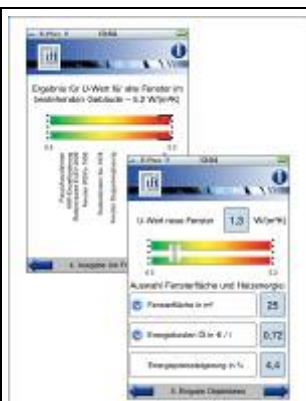
Seitlicher Baukörperanschluss eines Fensters an ein monolithisches Mauerwerk							
 <p>alle Maße in mm</p>			$d_{\text{Mauerwerk}}$	$\lambda_{\text{Mauerwerk}}$	$f_{0,25/0,13}$ bei Einbaulage		
			Fenster Aluminium WGP				
240	0,21	0,70	0,75	0,79			
	0,39	0,64	0,70	0,74			
	0,70	0,62	0,68	0,72			
	2,10	0,51	0,53	0,57			
300	0,21	0,69	0,75	0,79			
	0,39	0,64	0,70	0,75			
	0,49	0,62	0,68	0,73			
	2,10	0,51	0,54	0,57			
365	0,21	0,69	0,74	0,79			
	0,58	0,60	0,67	0,72			
	0,81	0,57	0,64	0,69			
	2,10	0,51	0,55	0,58			
Tabelle Baustoffe			Fenster Kunststoff (4-Kammersystem)				
Nr	Material	Wärmeleitfähigkeit λ in W/(m K)	240	0,21	0,70	0,76	0,82
1	Innenputz	0,70		0,39	0,63	0,71	0,76
2	Mauerwerk	Ergebnistabellen		0,70	0,61	0,68	0,74
3	Außenputz	0,87		2,10	0,49	0,51	0,55
4 Fensterkonstruktion			300	0,21	0,69	0,76	0,82
 <p>$U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ $U_w = 1,3 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$</p>	 <p>$U_g = 0,7 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ $U_w = 1,3 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$</p>	0,39		0,62	0,71	0,77	
		0,49		0,60	0,68	0,74	
2,1	0,48	0,52		0,56			
365	0,21	0,68	0,76	0,82			
	0,58	0,58	0,67	0,73			
	0,81	0,55	0,63	0,69			
2,10	0,48	0,53	0,57				
$f_{R_{gl,min}} \geq 0,7$ erfüllt			$f_{R_{gl,min}} \geq 0,7$ nicht erfüllt, zusätzliche Maßnahmen erforderlich				

Bild 5 Einfacher tabellarischer Nachweis des Mindestwärmeschutzes für Fenster in einschaliger Altbau- Außenwand aus dem ift-Wärmebrückenkatlog (zur Zeit in Überarbeitung)

Infokasten Literatur und Arbeitshilfen



App „FensterCheck“

Energie sparen mit Fenstern und Glas

Die ift-App „FensterCheck – Energie sparen mit Fenstern und Glas“ ist eine Lösung, um in wenigen Minuten eine einfache Abschätzung der energetischen Einsparmöglichkeiten durch den Austausch von Fenstern zu erhalten – und zwar für gesparte Heizstoffe, CO₂-Emissionen und Euros.



ift-Richtlinie Passivhaustauglichkeit

Die Richtlinie unterstützt Hersteller und Planer bei der Bewertung der Passivhaustauglichkeit von Fenstern, Außentüren und Fassaden auf der Grundlage von EN-Normen.

Über das ift Rosenheim

Das ift Rosenheim ist ein Forschungsinstitut sowie eine europaweit notifizierte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle und international nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Im Mittelpunkt steht die praxisnahe, ganzheitliche und schnelle Prüfung aller Eigenschaften von Fenstern, Fassaden, Türen, Toren, Glas und Baustoffen. Ziel ist die nachhaltige Verbesserung von Produktqualität, Konstruktion und Technik sowie Normungsarbeit und Forschung.

Die Zertifizierung durch das ift Rosenheim sichert eine europaweite Akzeptanz. Das ift fühlt sich zur Wissensvermittlung verpflichtet. Als neutrale Institution haben die Informationen und Richtlinien des ift Rosenheim einen besonderen Status und die Publikationen dokumentieren den aktuellen Stand der Technik.