

Ingenieurbüro
Prof. Dr. Hauser GmbH
Gottschalkstraße 28a
D-34127 Kassel
Tel.: (0561) 49 49 05
Fax: (0561) 49 49 35

Datum: 28.08.2015

Erarbeitung von Grundlagen zur Erstellung von Handlungsempfehlungen zur schimmelpilzfreien Teilmodernisierung von Fenstern

Projekt-Nr.: IBH 874/13

Auftraggeber:

Bundesverband Flachglas e.V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf

Bundesverband Rollläden + Sonnenschutz e.V.
Hopmannstraße 2
53117 Bonn

Verband Fenster + Fassade
Walter-Kolb-Straße 1-7
60594 Frankfurt am Main

Inhalt

1. Aufgabenstellung	3
2. Bauphysikalische Grundlagen bei Ersatz von Fenstern	4
3. Untersuchungsgrundlagen	5
3.1. Wärmebrückenberechnungen	5
3.2. Energetische Bewertung der Einbaulage von Fenstern	6
4. Bearbeitungsgrundlagen	8
4.1. Einbausituation Bestandsfenster	8
5. Untersuchungsmethode	8
6. Ergebnisse	10
6.1. Ermittlung des Temperaturfaktors f_{Rsi}	10
6.1.1. Fensterlage mittig in Laibung	10
6.1.2. Innenanschlag	17
6.1.3. Fenster außen bündig	24
7. Literatur	29

Kassel, den 28. August 2015



(Prof. Dr.-Ing. Anton Maas)

1. Aufgabenstellung

Die Funktionstüchtigkeit von Fenstern, Fenstertüren und Haustüren ist in einem hohen Maße von einer fachgerechten Montage abhängig. Die in der Praxis anzutreffenden Schadensbilder zeigen, dass Fenster an sich keine Probleme aufweisen. Vielmehr kommt es im Bereich der Anschlüsse an den Baukörper zu Schäden. Bei Modernisierung und Instandsetzung von Gebäuden ist daher zu beachten, dass es durch den Fensterwechsel zu einer Erhöhung der inneren Feuchtelast aufgrund einer reduzierten Infiltration und Erhöhung von Wärmebrückeneffekten kommen kann.

Durch die vielseitige Beanspruchung von Fenstern und der Vielfalt der Anschlüsse, besonders beim Fensteraustausch, kommt es zu bauphysikalischen und technischen Problemen, die meist den ausführenden Firmen zur Last gelegt werden. Zusätzlich führt der Umfang der einzuhaltenden Normen und Richtlinien zu Irritationen bis hin zu Fehlinterpretationen, die zu einer falschen Montage führen können.

Weitere Maßnahmen, wie das Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems (WDVS) oder eines Innendämmsystems, führen nur bedingt zu einem ausreichenden Feuchteschutz, da nur durch Aufbringung einer Laibungsdämmung in Verbindung mit einem WDVS ausreichend hohe Oberflächentemperaturen im Anschlussbereich Fenster zu Baukörper zu erzielen sind. Ohne Laibungsdämmung liegen ebenso deutlich höhere Transmissionswärmeverluste im Bereich der Wärmebrücke vor und der Mindestwärmeschutz wird nicht eingehalten. Die Lage des Fensters innerhalb des Baukörpers beeinflusst das wärmetechnische Verhalten des Anschlusses zusätzlich. Der Wärmedurchgang sowie die Oberflächentemperaturen sind bei verschiedenen Mauerwerksarten und Einbaulagen unterschiedlich.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Erarbeitung einer Handlungsempfehlung zur schimmelpilzfreien Teilmodernisierung von Fenstern bei nicht sanierter Außenwand. Unter Beachtung der Ausarbeitung dürfen nach Austausch von Fenstern im Altbau trotz unsanierter Außenwand bei üblichem Nutzerverhalten keine Schäden auftreten. Der Fensterbauer soll durch die Empfehlungen in die Lage versetzt werden, den Bestand bewerten zu können und bei Bedarf flankierende bauliche Maßnahmen zur Sicherstellung der raumseitigen hygienischen Bedingungen umzusetzen.

Für die Erarbeitung der Handlungsempfehlung werden unterschiedliche Fenstereinbausituationen in unterschiedlichen Außenwandkonstruktionen anhand von Wärmebrückenberechnungen auf Grundlage von [1] auf die Einhaltung des raumseitigen hygienischen Mindestwärmeschutzes geprüft und bei Bedarf erforderliche Sanierungsmaßnahmen erarbeitet.

2. Bauphysikalische Grundlagen bei Ersatz von Fenstern

Die wärmeschutztechnischen Anforderungen bei Ersatz von Fenster und Türen sind in der gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV) [3] festgeschrieben. Für diese gelten die in Tabelle 2.1 dargestellten Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten.

Tabelle 2.1: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen nach [3] (Auszug)

Bauteil	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19\text{ °C}$	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von $12\text{ bis } < 19\text{ °C}$
	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U_{\max}	
Außenliegende Fenster, Fenstertüren	1,3 W/(m ² ·K)	1,9 W/(m ² ·K)
Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	2,0 W/(m ² ·K)	2,8 W/(m ² ·K)

Sollten bei Wohngebäuden der zulässige Jahres-Primärenergiebedarf und die Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts und bei Nichtwohngebäuden der Jahres-Primärenergiebedarf sowie die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten die Anforderungen an Neubauten um nicht mehr als 40 % überschritten werden, gelten die Anforderungen nach [3] ebenfalls als erfüllt.

Die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz von Fenstern, Türen und Rollläden sind in DIN 4108-2 [4] beschrieben. Hierbei heißt es, dass Schnittstellen zwischen Rollladenkasten und Baukörper einen Temperaturfaktor $f_{Rsi} \geq 0,70$ einzuhalten haben. Das gleiche gilt auch an der Schnittstelle zwischen Rollladenkasten und Fensterprofil. Zusätzlich ist bei Schnittstellen zwischen Fenster und Baukörper ebenfalls ein Temperaturfaktor $f_{Rsi} \geq 0,70$ sicherzustellen. Beim Nachweis des Temperaturfaktors wird immer von einer gleichmäßigen Beheizung und ausreichenden Belüftung des Raumes sowie von einer weitgehend ungehinderten Luftzirkulation an den Außenbauteilen ausgegangen. Tauwasserbildung auf Fensterprofilen und Verglasungen ist gemäß DIN EN ISO 13788 [5] zulässig, wenn es zu keinen Schäden an angrenzenden Bauteilen kommen kann.

Bei der Ausbildung der Anschlussfuge zwischen Fenster und Außenwand ist darauf zu achten, dass es zu keinem unkontrollierten Wassereintritt kommt, der Wassergehalt der angrenzenden Baustoffe darf zulässige Grenzwerte nicht überschreiten. Schlagregen muss planmäßig abgeführt werden, ebenso wie anfallendes Tauwasser innerhalb des Fensters [1]. Weiterhin ist Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen, welche zu Materialschädigungen oder Beeinträchtigung der Funktionssicherheit führt, zu vermeiden.

Die Anforderung an die Schlagregendichtheit von Fenstern und Türen ist nicht im deutschen Baurecht, also nicht in den jeweiligen Landesbauordnungen, implementiert und stellt somit keine baurechtliche Anforderung dar. Deshalb muss sie gesondert zwischen Planer und ausführender Firma geregelt werden [6], [7]. Die Anforderung wird maßgeblich durch den Standort, die jeweilige Einbausituation und die Orientierung beeinflusst. Fenster und Türen in Küstennähe unterliegen höheren Anforderungen als in niedrigeren Lagen im Landesinneren. Die Windbelastung ist bei Fenstern und Türen unterhalb von auskragenden Bauteilen, wie Balkonen, geringer als bei Fenstern und Türen, die nicht unterhalb von schützenden Bauteilen liegen.

3. Untersuchungsgrundlagen

3.1. Wärmebrückenberechnungen

Bei der Berechnung von Wärmebrücken gemäß DIN EN ISO 10211 [8] wird das geometrische Modell in eine Anzahl von Zellen mit je einem charakteristischen Punkt unterteilt. Die charakteristischen Punkte werden als Knotenpunkte bezeichnet. Unter Anwendung des Energieerhaltungssatzes und des Fourierschen Gesetzes erhält man unter Berücksichtigung der Randbedingungen ein Gleichungssystem, welches eine Funktion der Temperatur in den Knotenpunkten darstellt. Unter Verwendung eines direkten Lösungsverfahrens oder eines Iterationsverfahrens können die Knotenpunkttemperaturen und aus der Temperaturverteilung die Wärmeströme ermittelt werden.

Bei zwei unterschiedlichen Temperaturen, zum Beispiel Innen- und Außenlufttemperatur eines nicht unterteilten Modells, kann der thermische Leitwert mit Hilfe des Gesamtwärmestroms Φ wie folgt ermittelt werden:

$$\Phi_1 = L_{2D} (\theta_i - \theta_e)$$

Dabei ist

Φ_1 [W] Wärmestrom;

L_{2D} [W/(m·K)] der thermische Leitwert aus einer 2-D-Berechnung des die beiden betrachteten Räume trennenden Bauteils;

θ_i [°C] die Innenlufttemperatur;

θ_e [°C] die Außenlufttemperatur.

Bei der Berechnung der längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ist die Beziehung zwischen dem thermischen Leitwert und den Wärmedurchgangskoeffizienten wie folgt definiert:

$$\Psi = L_{2D} - \sum_{j=1}^{N_j} U_j \cdot l_j$$

Dabei ist

Ψ [W/(m·K)] der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient der die beiden betrachteten Räume trennenden linienförmigen Wärmebrücke;

U_j [W/(m²·K)] der Wärmedurchgangskoeffizient des die beiden betrachteten Räume trennenden 1-D-Bauteils j;

l_j [m] die Länge innerhalb des 2-D-geometrischen Modells, für die der Wert U_j gilt;

N_j [-] die Nummer der 1-D-Bauteile.

Bei zwei Temperaturrendbedingungen können die Temperaturen auf der Innenoberfläche mit dem dimensionslosen Temperaturfaktor f_{Rsi} ausgedrückt werden.

Der Temperaturfaktor f_{Rsi} lässt sich wie folgt berechnen:

$$f_{Rsi}(x,y) = \frac{\theta_{si}(x,y) - \theta_e}{(\theta_i - \theta_e)}$$

Dabei ist

$f_{Rsi}(x,y)$ [-] der Temperaturfaktor am Ort (x,y) der Innenoberfläche;

$\theta_{si}(x,y)$ [°C] die Temperatur am Ort (x,y) der Innenoberfläche;

θ_i [°C] die Innenlufttemperatur;

θ_e [°C] die Außenlufttemperatur.

Die Berechnung des Temperaturfaktors f_{Rsi} an Fensteranschlüssen erfolgt nach [1]. Hierbei werden die in Bild 3.1 dargestellten Wärmeübergangskoeffizienten und das dargestellte Modell für Fenster in Ansatz gebracht.

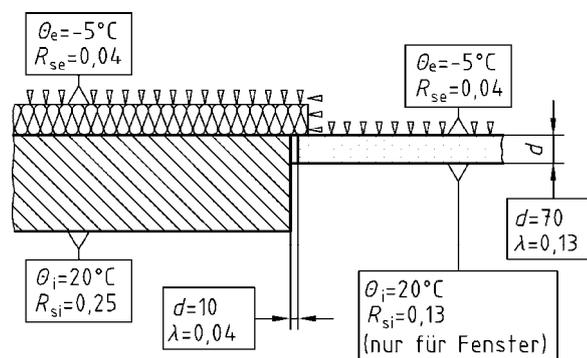


Bild 3.1: Randbedingungen für die Berechnung des Temperaturfaktors f_{Rsi} nach [1]

3.2. Energetische Bewertung der Einbaulage von Fenstern

Beim Fensteraustausch ist zu beachten, dass es durch den Fensterwechsel zu einer Erhöhung der inneren Feuchtelast (reduzierte Infiltration aufgrund dichter Fensterkonstruktionen) und Erhöhung von Wärmebrückeneffekten (schlechter Wärmeschutz der Bausubstanz) kommen kann.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Bausubstanz oft in einem schlechten Zustand vorgefunden wird. Hierdurch muss die Bausubstanz häufig zusätzlich instandgesetzt werden. Darüber hinaus steht eine Vielzahl von Gebäuden unter Denkmalschutz, was eine bauliche außenseitige Veränderung verbietet.

So führen weitere Maßnahmen, wie das Aufbringen eines WDVS oder eines Innendämmsystems, nur bedingt zu einem ausreichenden Feuchteschutz. In Bild 3.2 wurden bei einem Gebäude die Fenster ausgetauscht und die Außenwände energetisch mit einer Dämmung aufgewertet. Die durchgeführten Maßnahmen führen nur durch Aufbringung eines WDVS und einer Laibungsdämmung zu ausreichend hohen Oberflächentemperaturen. Ohne Laibungsdämmung liegen deutlich erhöhte Transmissionswärmeverluste im Bereich der Wärmebrücke vor.

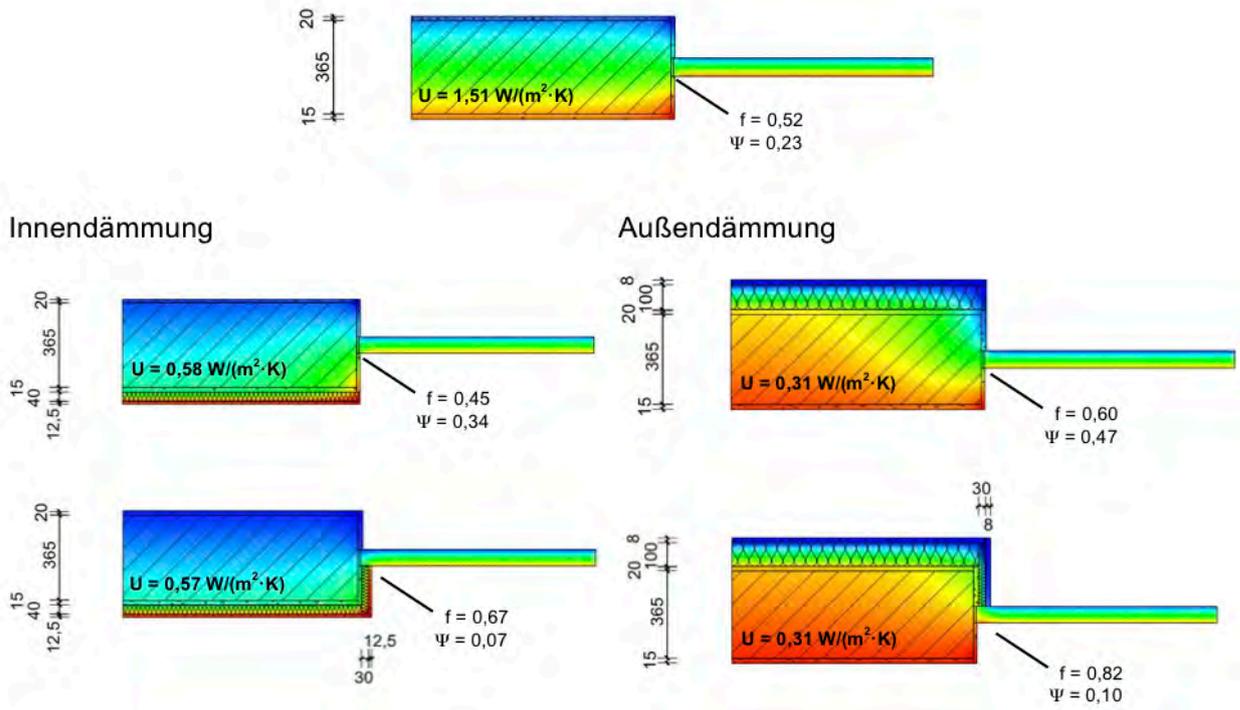


Bild 3.2: Temperaturverteilungen und Kennwerte von Wärmebrücken bei unterschiedlich gedämmten Wandkonstruktionen

Die Lage des Fensters im Baukörper beeinflusst daher das wärmetechnische Verhalten des Anschlusses. Der Wärmedurchgang sowie die Oberflächentemperaturen sind bei verschiedenen Mauerwerksarten und Einbaulagen unterschiedlich.

4. Bearbeitungsgrundlagen

4.1. Einbausituation Bestandsfenster

Für die Bewertung von unterschiedlichen Einbausituationen werden die nachfolgenden Anschlussdetails, jeweils mit unterschiedlichen Außenwandaufbauten, anhand von Wärmebrückenberechnungen untersucht. Für die Bewertung des thermischen Verhaltens werden Fensterkonstruktionen gegen Innenanschlag, Fensterkonstruktionen in der Mitte der Laibung und Fenster außen bündig bewertet.

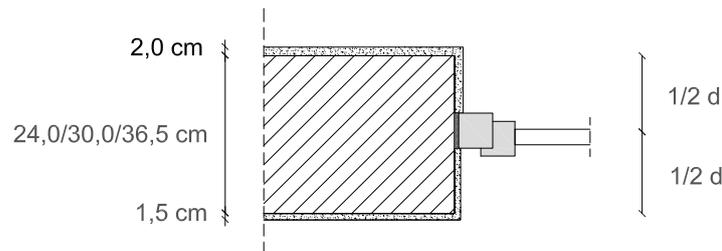


Bild 4.1: Darstellung der zu untersuchenden Einbausituation des Fensters; Mitte Laibung

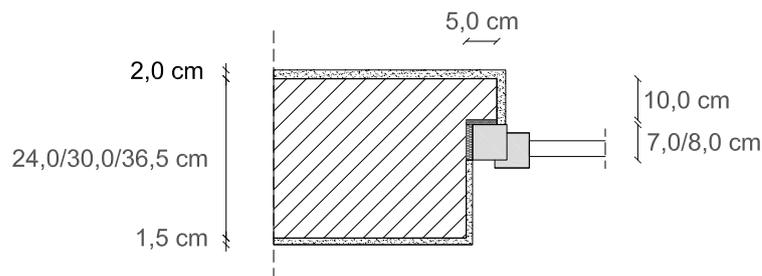


Bild 4.2: Darstellung der zu untersuchenden Einbausituation des Fensters; Innenanschlag

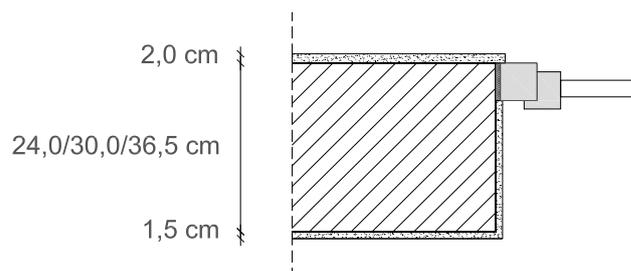


Bild 4.3: Darstellung der zu untersuchenden Einbausituation des Fensters; Außen bündig

5. Untersuchungsmethode

Anhand von Wärmebrückenberechnungen werden unterschiedliche Fenstereinbausituationen in unterschiedlichen Außenwandkonstruktionen auf die Einhaltung von raumseitigen hygienischen Bedingungen geprüft und ggfs. erforderliche Sanierungsmaßnahmen erarbeitet.

Die Wärmebrückenberechnungen erfolgen mit dem Programm ARGOS 5.0 Professional unter Berücksichtigung von [1] und [8] für die in Kapitel 4.1 dargestellten Fenstereinbausituationen bei unterschiedliche Wandaufbauten. Für die Fensterkonstruktion wird ein Wärmedurchgangskoeffizient

des Rahmens von $U_f = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ bei Bautiefen des Fensters von 70 mm und bei 80 mm Bautiefe Wärmedurchgangskoeffizienten $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ in Ansatz gebracht.

Die für die Berechnung benötigten Bemessungswerte werden DIN 4108-4 [9] und DIN EN ISO 10456 [10] entnommen.

Die Bewertung des Mindestwärmeschutzes erfolgt anhand des Temperaturfaktors gemäß [4] und wird wie folgt berechnet:

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

mit

θ_{si} [°C] Oberflächentemperatur innen;

θ_e [°C] Lufttemperatur außen;

θ_i [°C] Lufttemperatur innen.

Die Einhaltung des raumseitigen Temperaturfaktors $f_{Rsi} \geq 0,7$ stellt sicher, dass bei üblichen Nutzerverhalten keine Schimmelpilz- bzw. Tauwasserbildung auftritt. Wird der raumseitige Temperaturfaktor $f_{Rsi} \geq 0,7$ unterschritten, werden Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen.

Zur Sicherstellung von raumseitigen hygienischen Bedingungen ist es zusätzlich notwendig einen ausreichend hohen Luftwechsel innerhalb der Wohnung sicherzustellen. Daher ist die Prüfung von zusätzlichen Lüftungstechnischen Maßnahmen erforderlich. In [11] wird daher empfohlen die Nutzungseinheit auf eine ausreichend hohe Infiltration hin zu prüfen. Sollte diese nicht gegeben sein, können Lüftungstechnische Maßnahmen gemäß [12] ausgelegt werden.

6. Ergebnisse

6.1. Ermittlung des Temperaturfaktors f_{Rsi}

Die Ermittlung des Temperaturfaktors f_{Rsi} für monolithische Außenwandkonstruktionen mit einem 2 cm dicken Außenputz und einem 1,5 cm dicken Innenputz für mittig, außenseitig und gegen Innenanschlag angeordnete Fenstersysteme.

Bei der Berechnung werden Fenstersysteme mit einer Bautiefe von 70 mm mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und 80 mm mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ in Ansatz gebracht.

6.1.1. Fensterlage mittig in Laibung

Die Ergebnisse der Wärmebrückenberechnungen zeigen, dass bei monolithischen Außenwandkonstruktionen mit mittiger Anordnung der Fenster der Temperaturfaktor f_{Rsi} linear abfällt. Bautiefere Fenstersysteme bei geringen Wanddicken weisen jedoch höhere Oberflächentemperaturen auf. Ab Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ kann es zu einer Unterschreitung des Temperaturfaktors f_{Rsi} von $0,7$ kommen. Hierdurch steigt die Gefahr von raumseitiger Schimmelpilzbildung. Die Ergebnisse der Wärmebrückenberechnungen können dem nachfolgenden Bild entnommen werden.

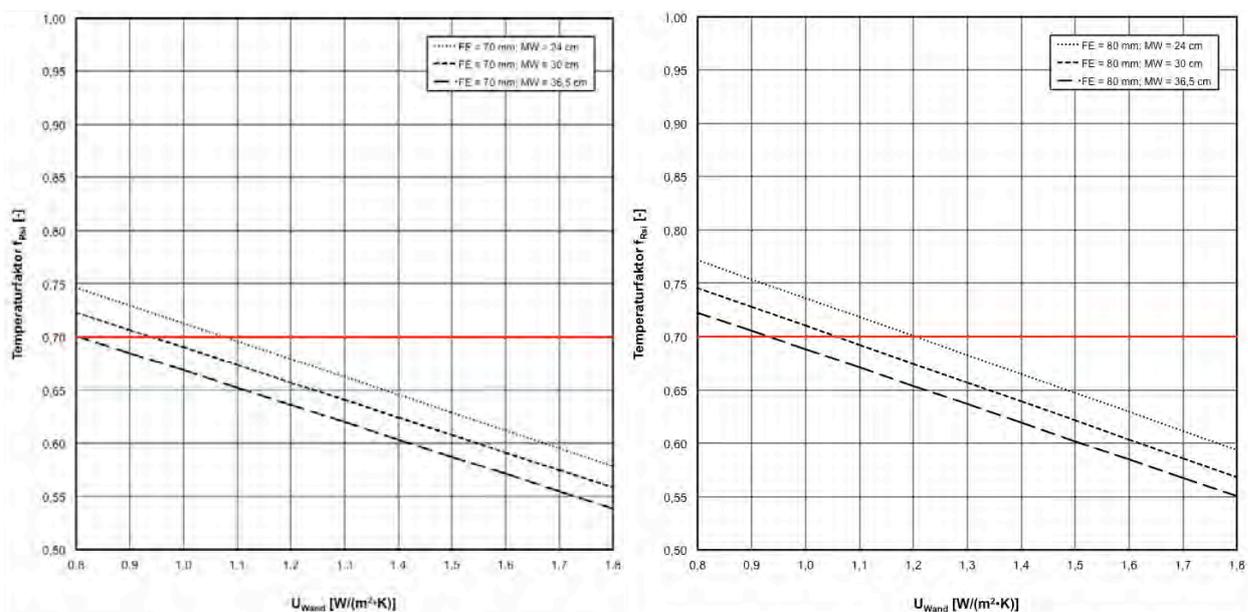


Bild 6.1: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Durch die Aufbringung einer Innenleiste erhöhen sich geringfügig die raumseitigen Oberflächentemperaturen. Ab Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von $0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ kann es jedoch weiterhin zu einer Unterschreitung des Temperaturfaktors f_{Rsi} von $0,7$ kommen, siehe Bild 6.2.

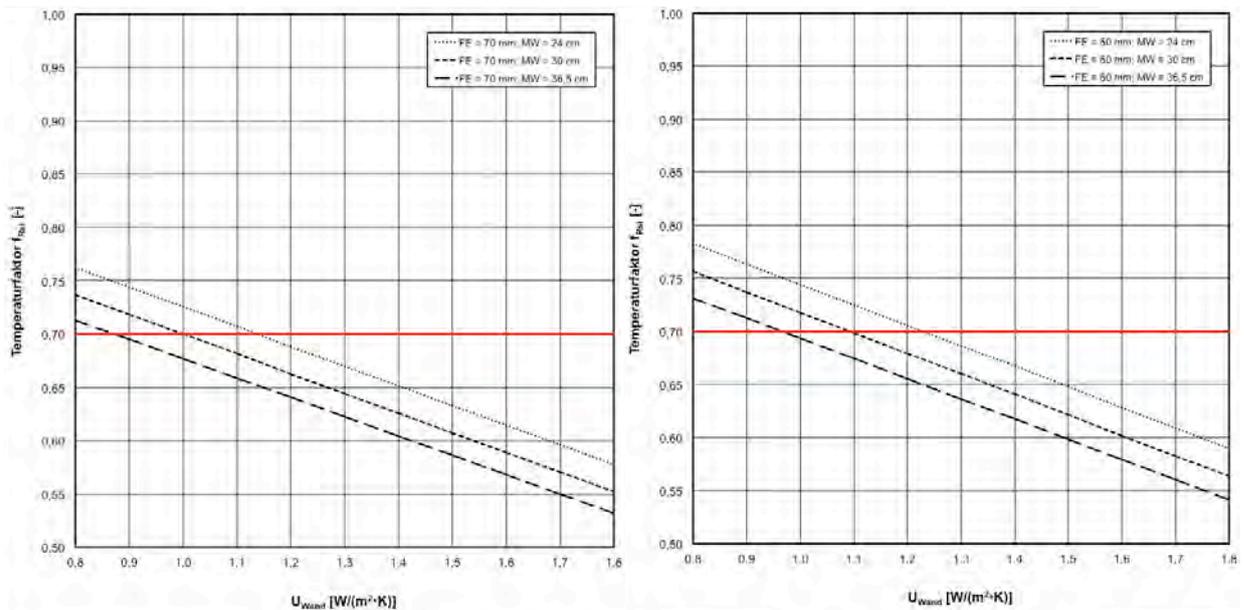


Bild 6.2: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4$ W/(m²·K) und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0$ W/(m²·K) mit raumseitiger Innenleiste

Durch die Aufbringung einer raumseitigen 2 cm dicken Laibungsdämmung ($\lambda = 0,04$ W/(m·K)) oder einer Dämmzarge stellen sich bis zu Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von 1,6 W/(m²·K) Temperaturfaktoren $f_{Rsi} \geq 0,7$ ein. Bei größeren Fensterbautiefen werden unabhängig vom Wärmedurchgangskoeffizient der Außenwand Temperaturfaktoren über 0,7 sichergestellt, siehe Bild 6.3.

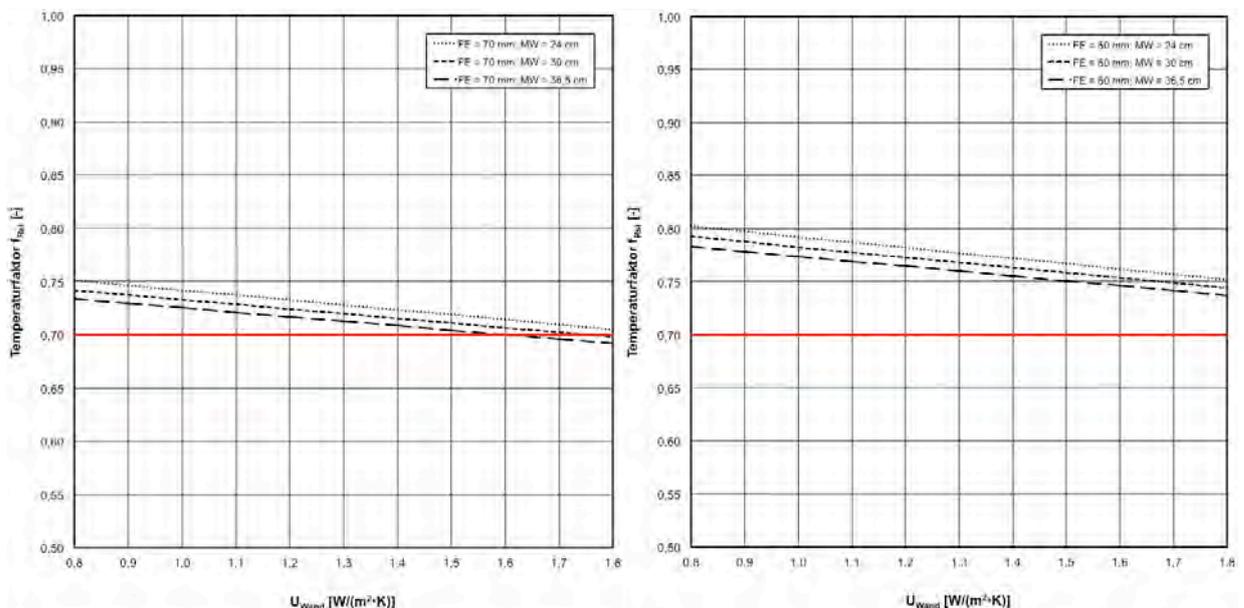


Bild 6.3: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4$ W/(m²·K) und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0$ W/(m²·K) mit 2 cm dickem Laibungsdämmung oder Dämmzarge

Durch Aufbringung einer raumseitigen Sanierleiste ($\lambda \leq 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) können die raumseitigen Oberflächentemperaturen angehoben werden. Im Anschlussbereich stellen sich ab einem Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von größer $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Temperaturfaktoren

$f_{\text{Rsi}} < 0,7$ ein. Durch den Einsatz von größeren Bautiefen der Fenstersysteme als auch geringeren Mauerwerksdicken kommt es zu einer Anhebung der Oberflächentemperaturen, siehe Bild 6.4.

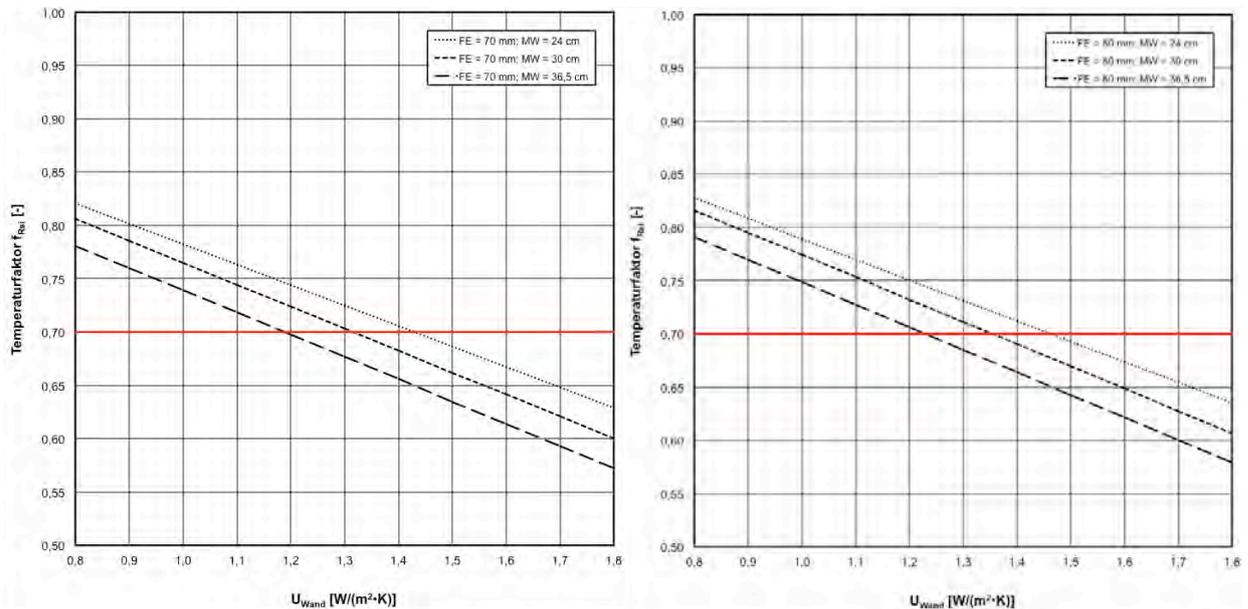


Bild 6.4: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ mit raumseitiger Sanierleiste

Durch Aufbringung einer außenseitigen Sanierleisten ($\lambda \leq 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) im Anschlussbereich Fenster zum Baukörper sind ausreichend hohe Temperaturfaktoren $f_{\text{Rsi}} \geq 0,7$ bis zu Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von $0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ sichergestellt. Bautiefere Fenstersysteme und geringere Mauerwerksdicken erhöhen die raumseitigen Oberflächentemperaturen im Anschlussbereich, siehe Bild 6.5 .

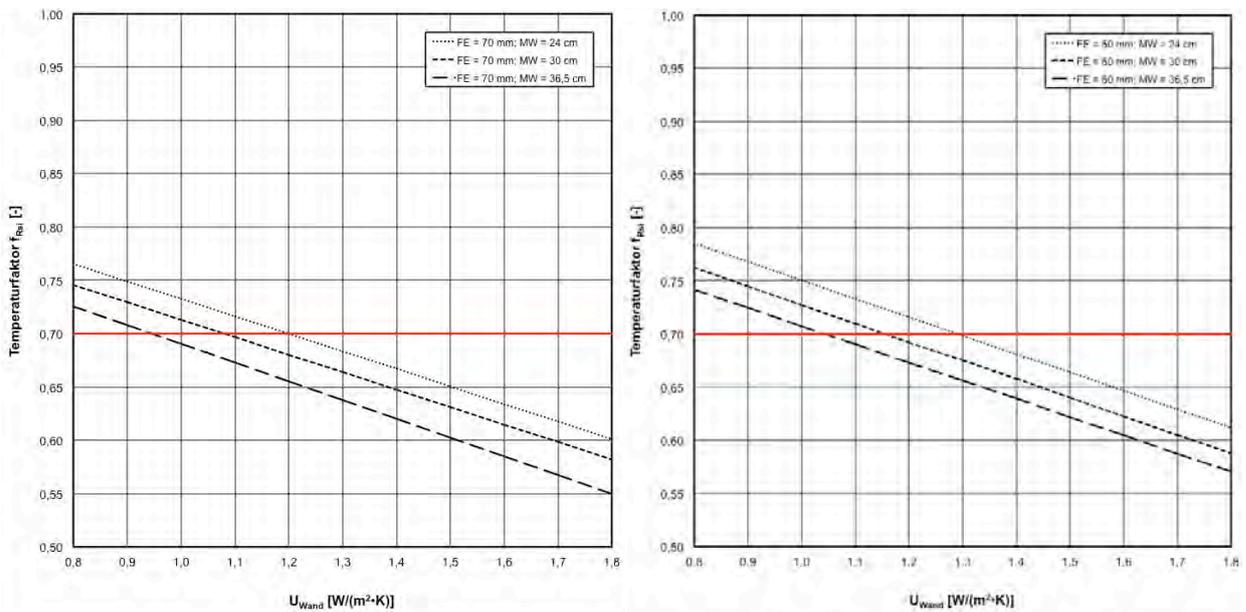


Bild 6.5: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ mit außenseitiger Sanierleiste

Bei Aufbringung von Sanierleisten im Außen- sowie Innenbereich ($\lambda \leq 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) unterschreiten die Temperaturfaktoren ab Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von $1,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ einen Temperaturfaktor f_{Rsi} von 0,7. Bautiefere Fenstersysteme in Kombination mit geringeren Mauerwerksdicken wirken sich positiv auf die Oberflächentemperatur aus, siehe Bild 6.6

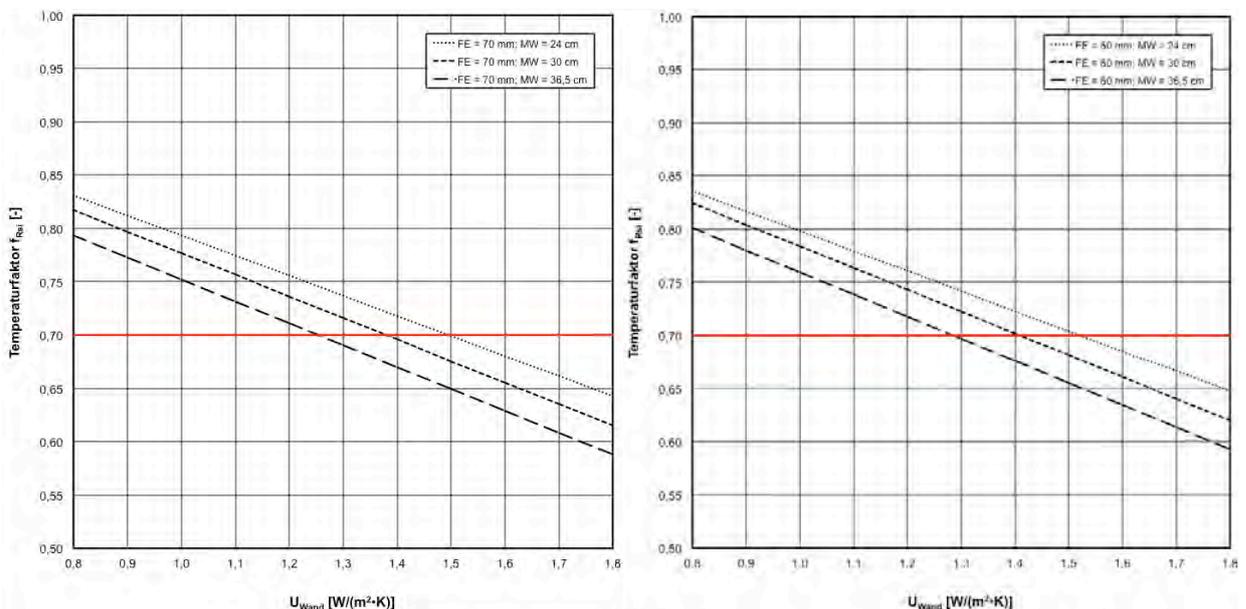


Bild 6.6: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ mit raum- und außenseitiger Sanierleiste

Sturzanschlüsse weisen keine ausreichend hohe Oberflächentemperaturen auf, siehe Bild 6.7.

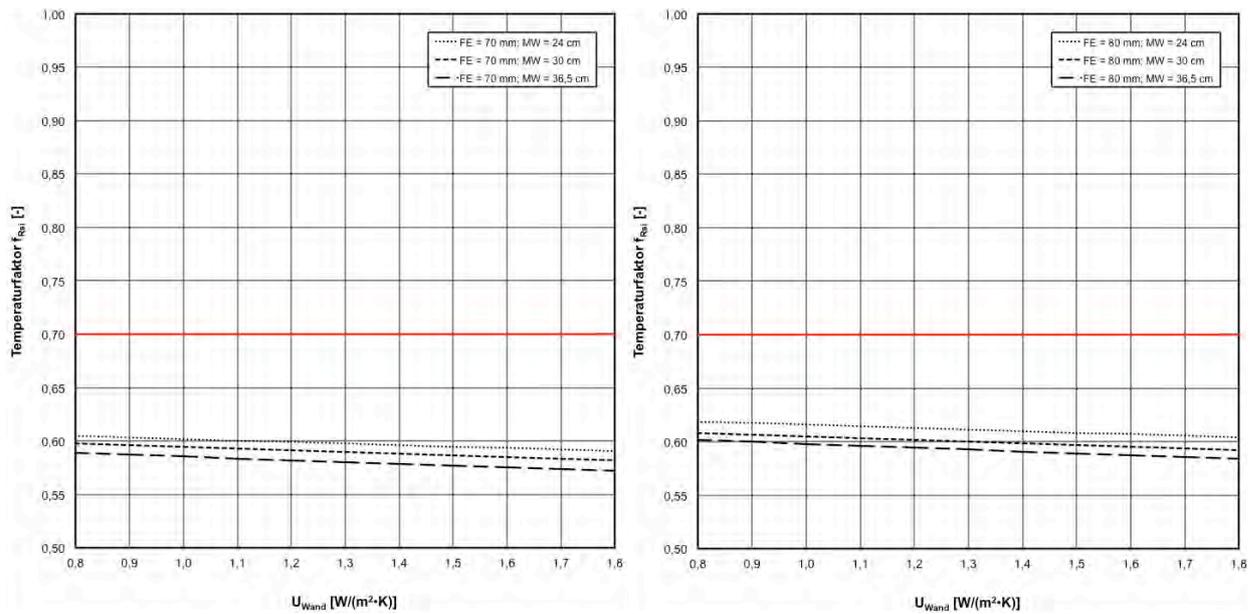


Bild 6.7: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,4 W/(m^2 \cdot K)$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,0 W/(m^2 \cdot K)$

Durch die Aufbringung einer Innenleiste verringern sich die raumseitigen Oberflächentemperaturen. Die Ergebnisse der Wärmebrückenberechnungen können nachfolgend in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten und der Dicke der Außenwand Bild 6.8 entnommen werden.

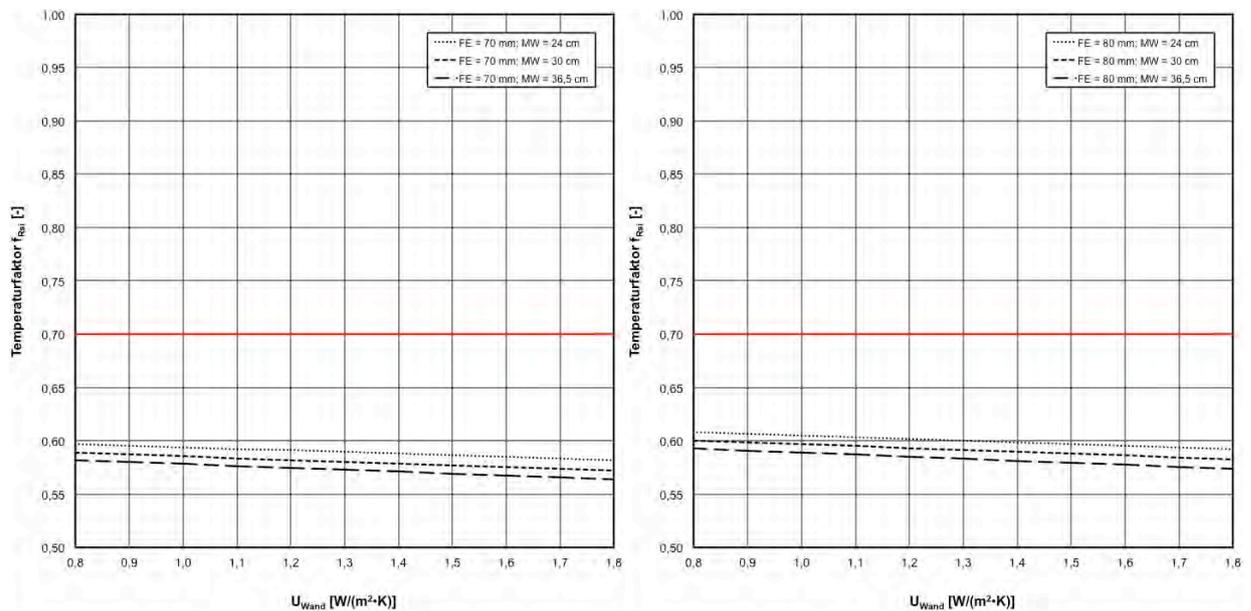


Bild 6.8: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,4 W/(m^2 \cdot K)$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,0 W/(m^2 \cdot K)$ mit raumseitiger Innenleiste

Durch die Aufbringung einer raumseitigen 2 cm dicken Laibungsdämmung ($\lambda = 0,04 W/(m \cdot K)$) oder einer Dämmzarge auf den Bestandsputz stellen sich im Bereich zwischen Schnittstelle Fenster

zum Baukörper Temperaturfaktoren $f_{Rsi} \geq 0,7$ auch bei niedrigen Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand ein, siehe Bild 6.9.

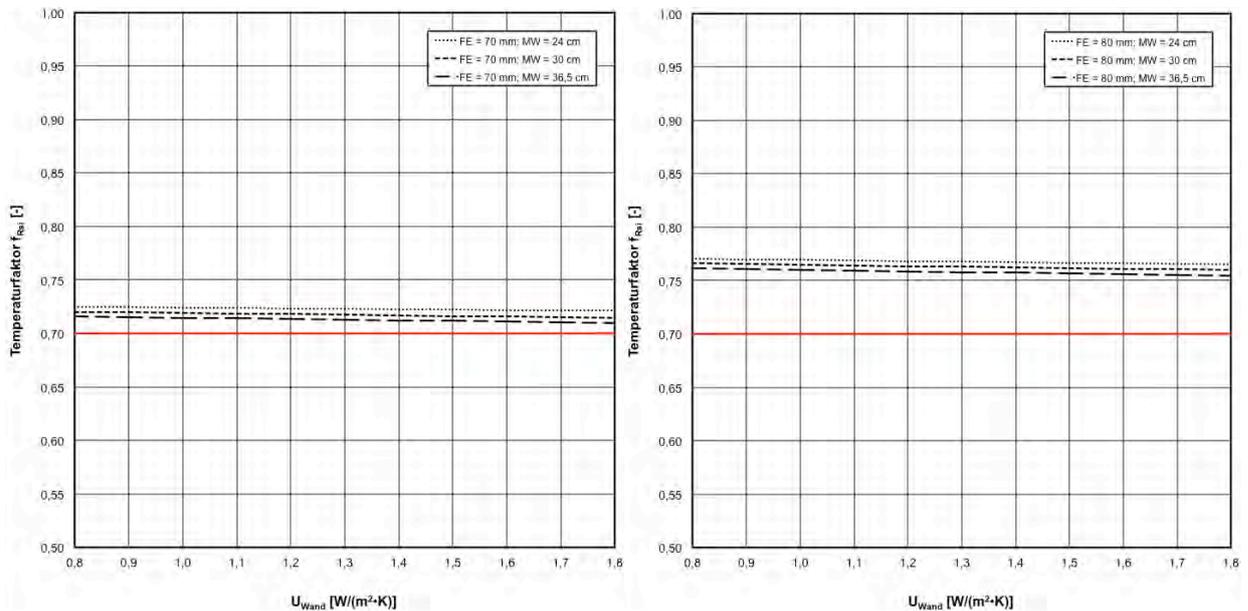


Bild 6.9: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ mit einer 2 cm dicken Laibungsdämmung oder Dämmzarge

Durch Aufbringung einer raumseitigen Sanierleiste ($\lambda \leq 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) können ebenfalls keine ausreichend hohe raumseitige Oberflächentemperaturen erzielt werden, Bild 6.10 dargestellt.

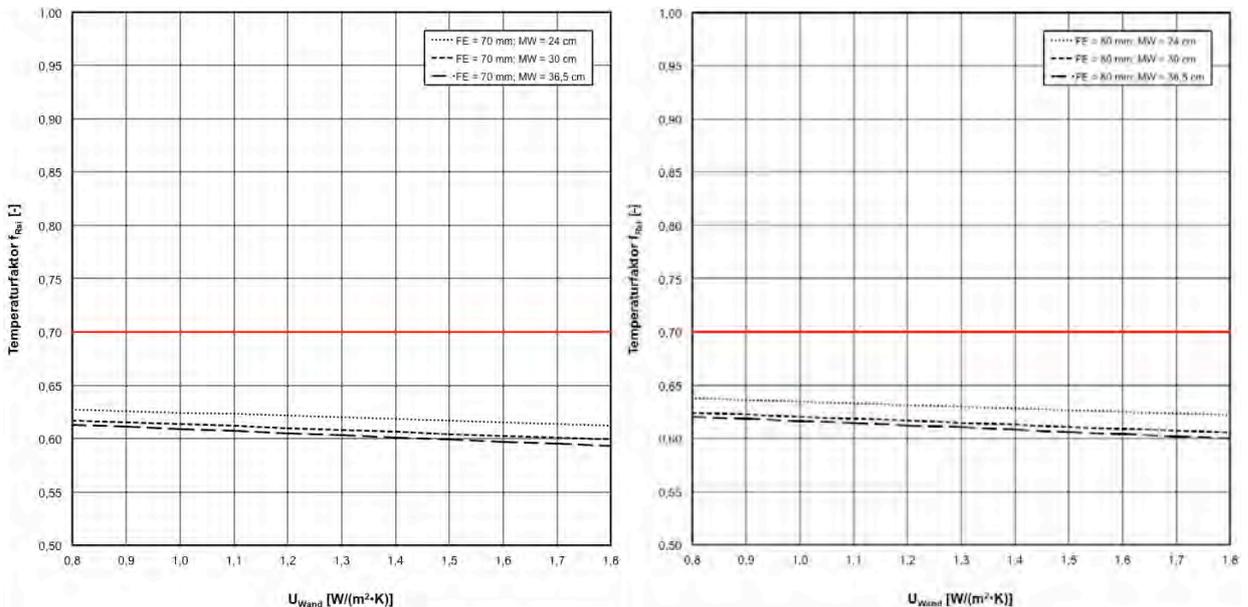


Bild 6.10: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ mit raumseitiger Sanierleiste

Durch den Einsatz von außenseitigen Sanierleisten ($\lambda \leq 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) im Anschlussbereich Fenster zum Baukörper können auch bei geringen Wärmedurchgangskoeffizienten der Außen-

wand keine ausreichend hohen Temperaturfaktoren $f_{Rsi} \geq 0,7$ sichergestellt werden. Die grafische Ergebnisdarstellung der Berechnungen können Bild 6.11 entnommen werden.

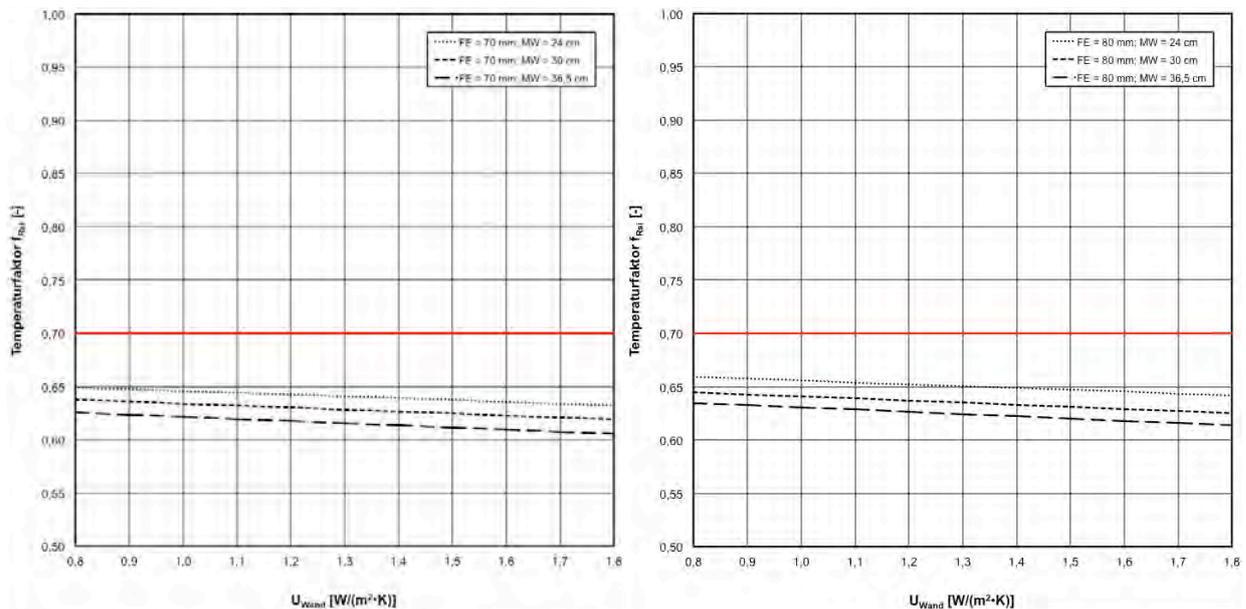


Bild 6.11: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 W/(m^2 \cdot K)$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 W/(m^2 \cdot K)$ mit außenseitiger Sanierleiste

Bei Aufbringung von Sanierleisten im Außen- und Innenbereich ($\lambda \leq 0,035 W/(m \cdot K)$) steigen die raumseitigen Oberflächentemperaturen im Anschlussbereich Fenster zum Baukörper geringfügig im Vergleich zur Sanierungsvariante mit außenseitiger Sanierleiste an. Die Vermeidung einer Schimmelpilzbildung ist jedoch nicht möglich, siehe Bild 6.12.

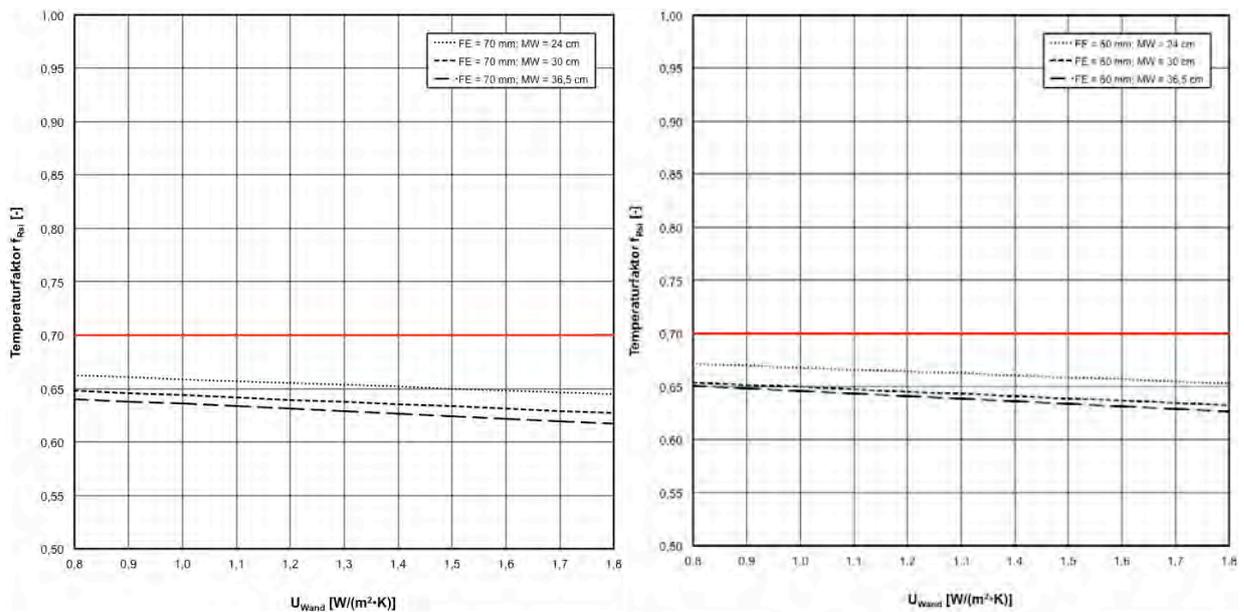


Bild 6.12: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 W/(m^2 \cdot K)$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 W/(m^2 \cdot K)$ mit raum- und außenseitiger Sanierleiste

6.1.2. Innenanschlag

Die Ergebnisse der Wärmebrückenberechnungen zeigen, dass bei monolithischen Außenwandkonstruktionen mit Anordnung der Fenster gegen Innenanschlag der Temperaturfaktor f_{Rsi} linear abfallend verläuft. Der Temperaturfaktor f_{Rsi} nimmt bei zunehmenden Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand ab. Bautiefere Fenstersysteme bei geringen Waddicken weisen größere Temperaturfaktoren auf. Ab einem Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von 0,85 $W/(m^2 \cdot K)$ kann zu einer Unterschreitung des Temperaturfaktors f_{Rsi} von 0,7 kommen. Hierdurch steigt die Gefahr von raumseitiger Schimmelpilzbildung. Die Ergebnisse der Wärmebrückenberechnungen bzw. die sich einstellenden Temperaturfaktoren f_{Rsi} können Bild 6.13 entnommen werden.

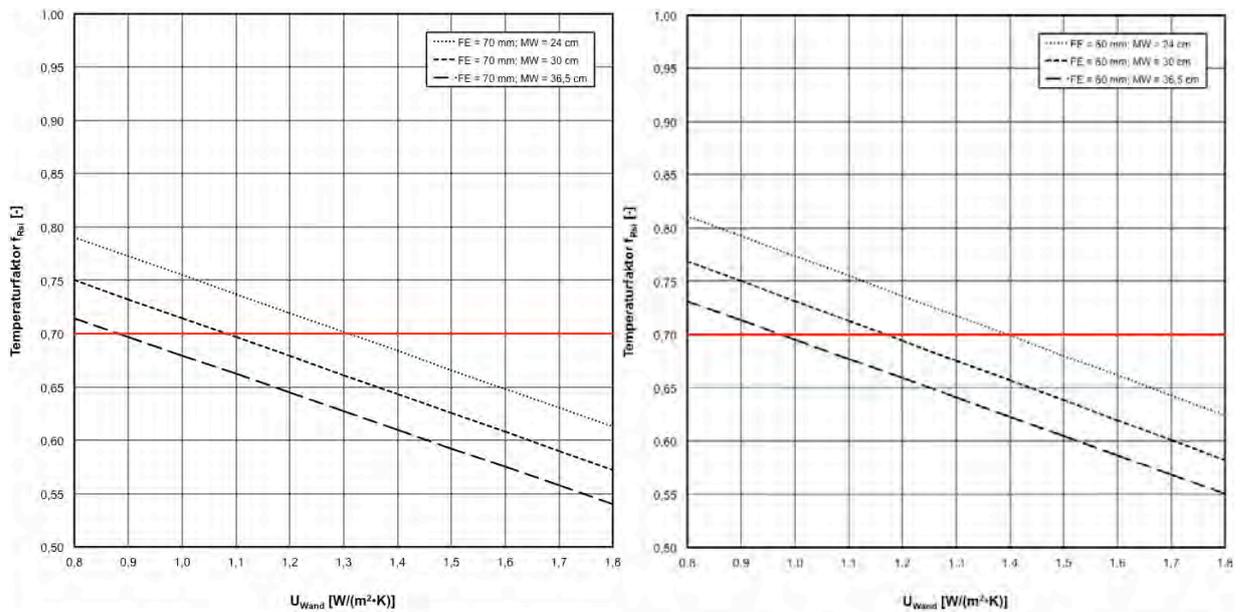


Bild 6.13: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Durch die Aufbringung einer Innenleiste erhöhen sich geringfügig die raumseitigen Oberflächentemperaturen. Ab einem Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von $0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ kann es bei dieser Einbautage zu einer Unterschreitung des Temperaturfaktors f_{Rsi} von $0,7$ kommen, wodurch die Gefahr von raumseitiger Schimmelpilzbildung steigt. Größere Einbautiefen bei gleichzeitig geringeren Dicken der Außenwand erhöhen den Temperaturfaktor, siehe Bild 6.14.

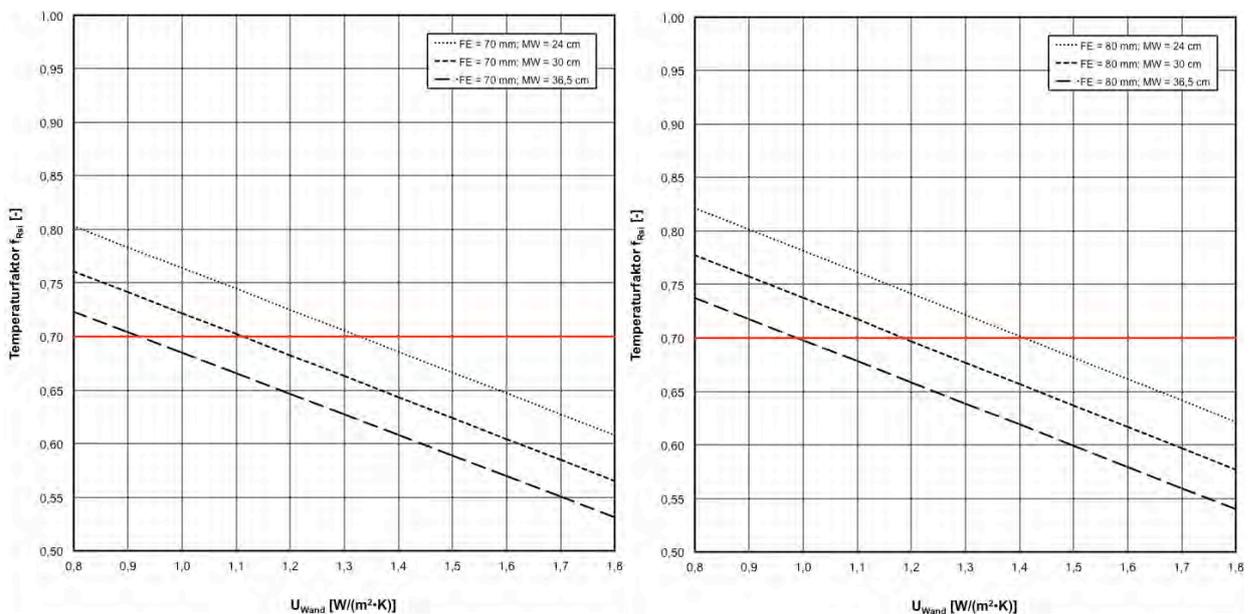


Bild 6.14: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ mit raumseitiger Innenleiste

Durch die Aufbringung einer raumseitigen 2 cm dicken Laibungsdämmung ($\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) oder einer Dämmzarge auf den Bestandsputz stellen sich im Bereich zwischen Schnittstelle Fenster zum Baukörper Temperaturfaktoren $f_{\text{Rsi}} \geq 0,7$ ein. Hierdurch können die hygienischen Bedingungen sichergestellt werden. Auch bei größeren Bautiefen des Fenstersystems werden unabhängig vom Wärmedurchgangskoeffizient der Außenwand Temperaturfaktoren $\geq 0,7$ sichergestellt. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand, siehe Bild 6.15.

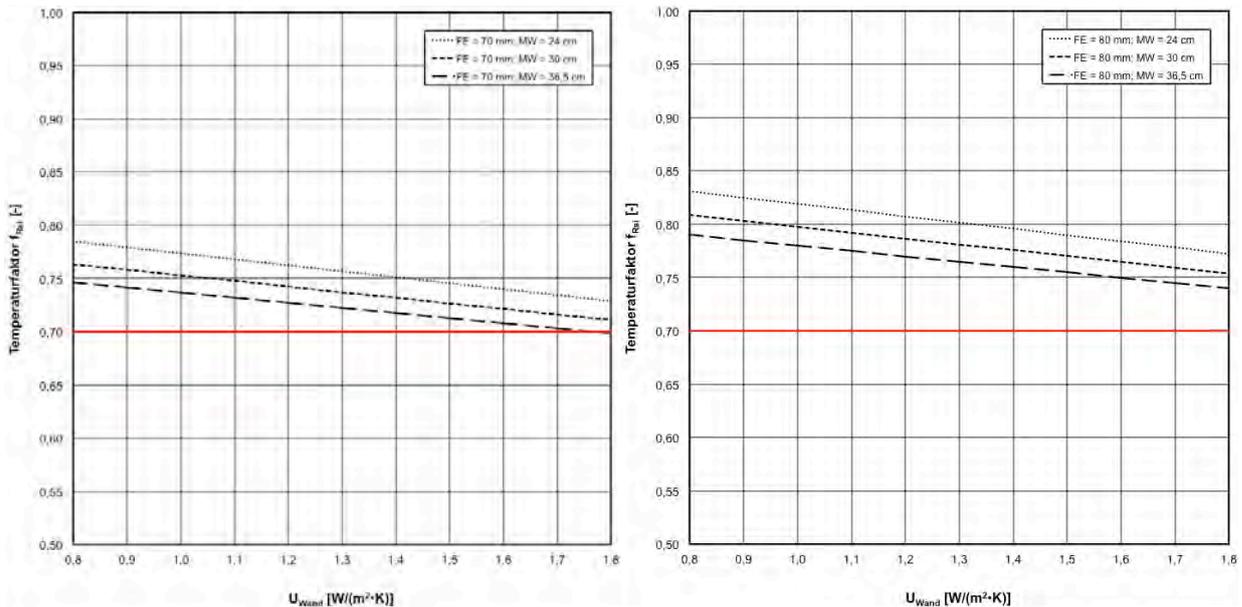


Bild 6.15: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ mit 2 cm dickem Laibungsdämmung oder Dämmzarge

Durch Aufbringung einer raumseitigen Sanierleiste ($\lambda \leq 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), können die raumseitigen Oberflächentemperaturen angehoben werden. Im Anschlussbereich Fenster zum Baukörper stellen sich erst ab einem Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von größer $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Temperaturfaktoren von $f_{\text{Rsi}} < 0,7$ ein, siehe Bild 6.16.

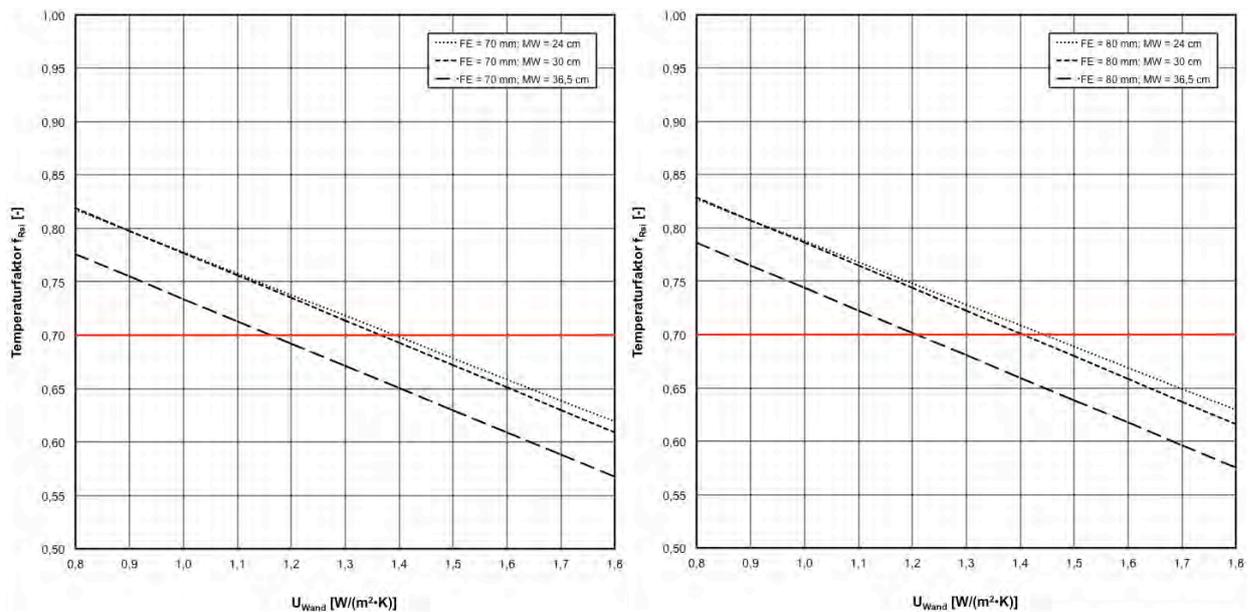


Bild 6.16: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4$ W/(m²·K) und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0$ W/(m²·K) mit raumseitiger Sanierleiste

Sturzanschlüsse weisen jedoch keine ausreichend hohe Oberflächentemperaturen auf. Hierbei ist die raumseitige Oberflächentemperatur nur vom Material des Sturzes abhängig. In diesem Bereich sind zwingend Maßnahmen zur Sicherstellung der raumseitigen Oberflächentemperaturen erforderlich, siehe Bild 6.17.

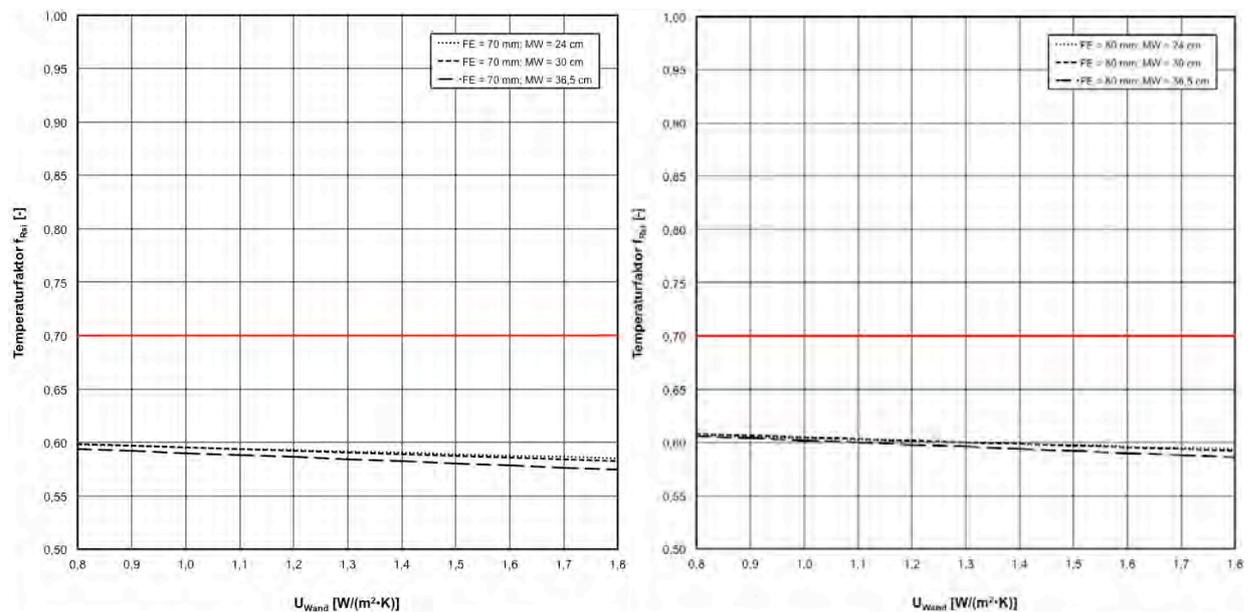


Bild 6.17: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4$ W/(m²·K) und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0$ W/(m²·K)

Durch die Aufbringung einer Innenleiste verringern sich die raumseitigen Oberflächentemperaturen. Ausreichend hohe Temperaturfaktoren $f_{Rsi} \geq 0,7$ zur Vermeidung von Tauwasserbildung und

somit der Gefahr von Schimmelpilzbildung können auch durch den Einsatz von bautieferen Fenstersystemen bei dieser Sanierungsvariante nicht erzielt werden. Die Ergebnisse der Wärmebrückenberechnungen können nachfolgend in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten und der Dicke der Außenwand Bild 6.18 entnommen werden.

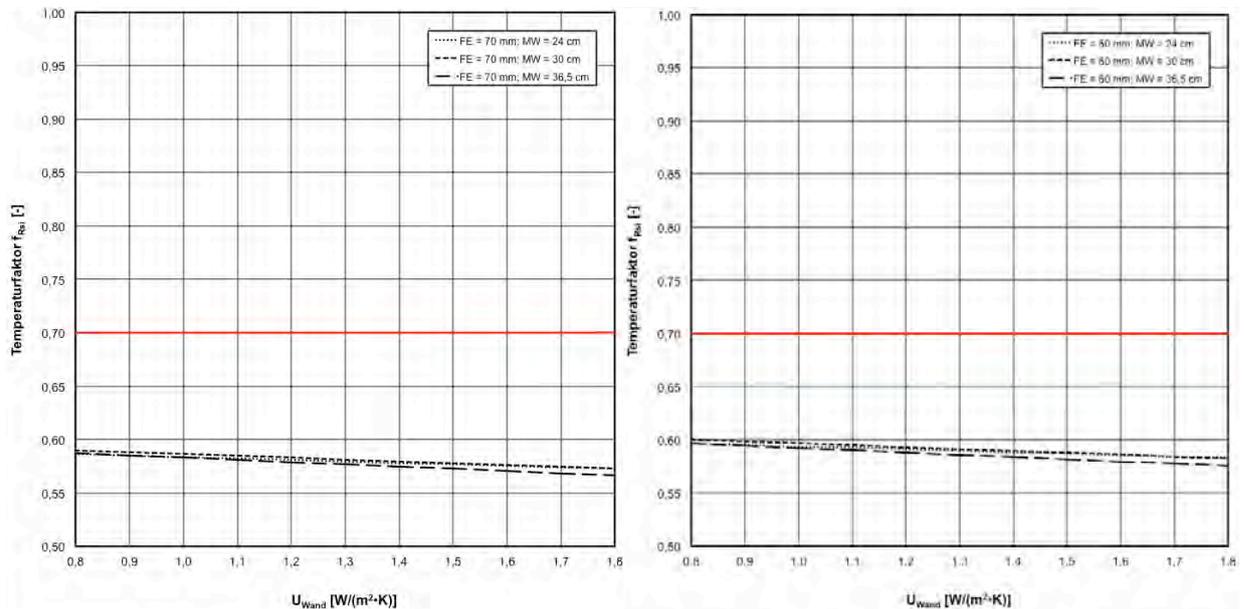


Bild 6.18: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 W/(m^2 \cdot K)$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 W/(m^2 \cdot K)$ mit raumseitiger Innenleiste

Durch die Aufbringung einer raumseitigen 2 cm dicken Laibungsdämmung ($\lambda = 0,04 W/(m \cdot K)$) oder einer Dämmzarge auf den Bestandsputz stellen sich im Bereich zwischen Schnittstelle Fenster zum Baukörper Temperaturfaktoren $f_{Rsi} \geq 0,7$ auch bei niedrigen Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand ein, siehe Bild 6.19.

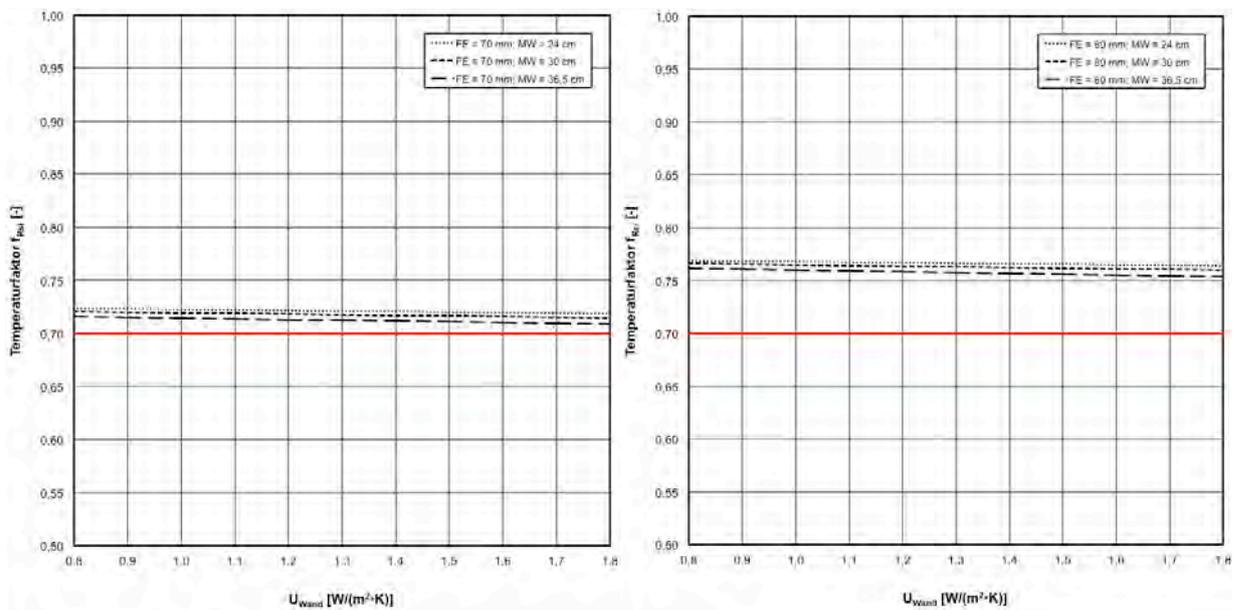


Bild 6.19: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ mit einer 2 cm dicken Laibungsdämmung oder Dämmzarge

Durch Aufbringung einer raumseitigen Sanierleiste ($\lambda \leq 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$), können keine ausreichend hohe raumseitige Oberflächentemperaturen erzielt werden, siehe Bild 6.20.

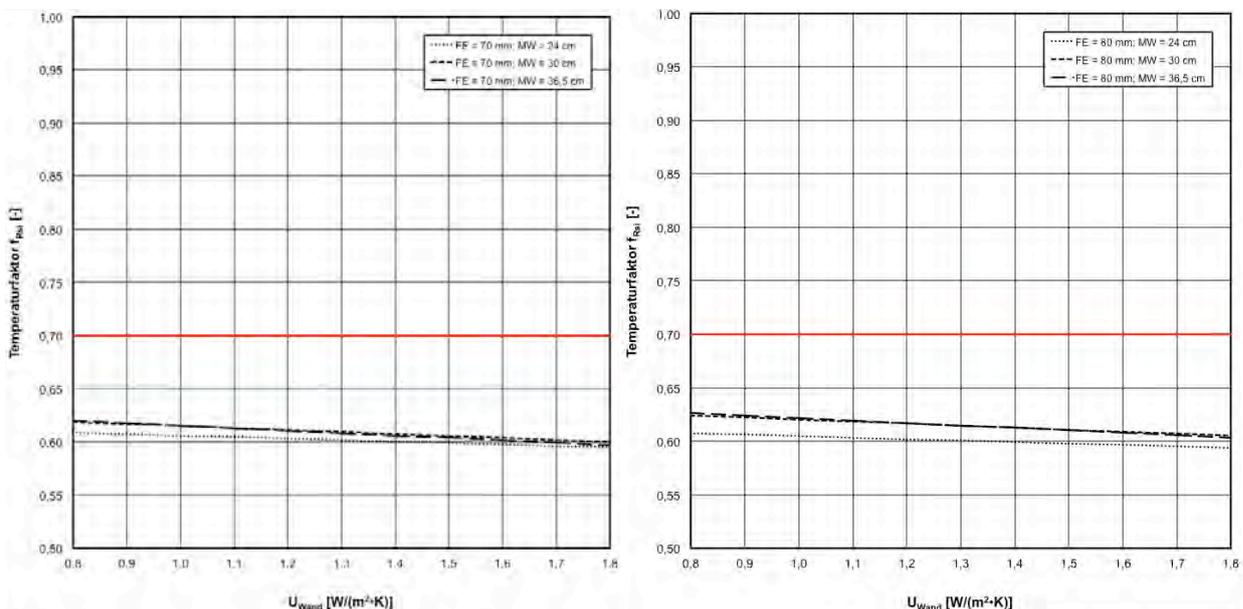


Bild 6.20: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ mit raumseitiger Sanierleiste

Durch den Einsatz einer außenseitigen Sanierleiste ($\lambda \leq 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) können ebenfalls keine ausreichend hohen Oberflächentemperaturen sichergestellt werden. Die grafische Ergebnisdarstellung der Berechnungen können Bild 6.21 entnommen werden.

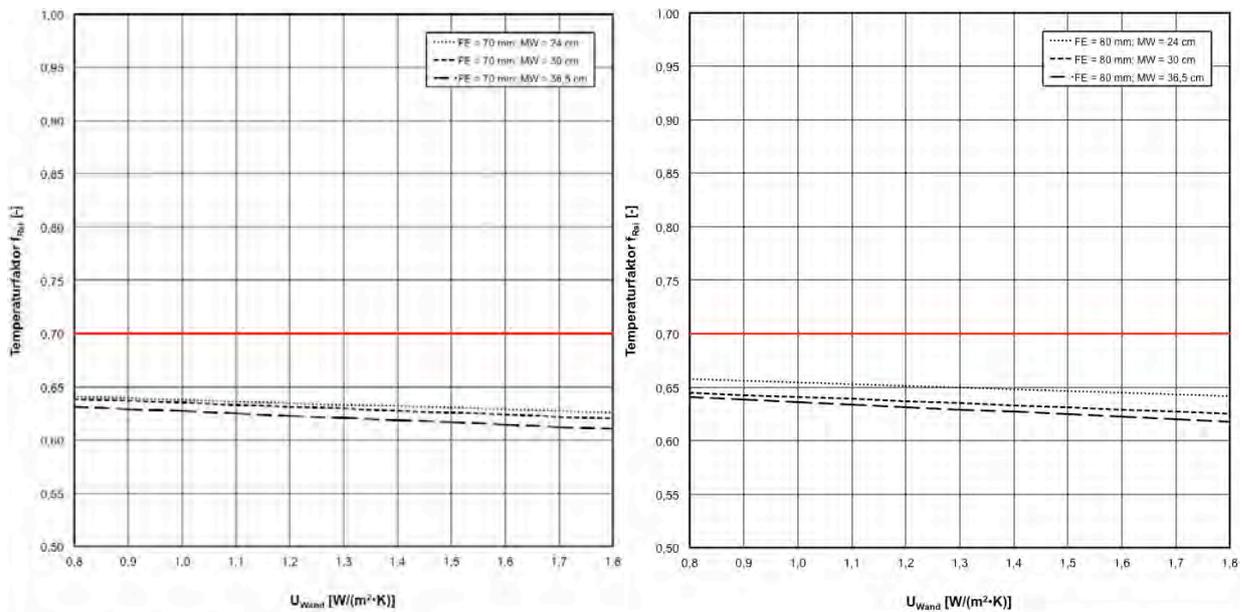


Bild 6.21: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 W/(m^2 \cdot K)$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 W/(m^2 \cdot K)$ mit außenseitiger Sanierleiste

Bei Aufbringung von Sanierleisten im Außen- sowie Innenbereich ($\lambda \leq 0,035 W/(m \cdot K)$) steigen die raumseitigen Oberflächentemperaturen im Anschlussbereich Fenster zum Baukörper im Vergleich zur Sanierungsvariante mit außenseitiger Sanierleiste. Jeoch auch hier können keine ausreichend hohen Temperaturfaktoren von $f_{Rsi} \geq 0,7$ sichergestellt werden.

Die Ergebnisse der Wärmebrückenberechnungen sind in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizient der Außenwand sowie der Mauerwerksdicken nachfolgend in Bild 6.22 dargestellt.

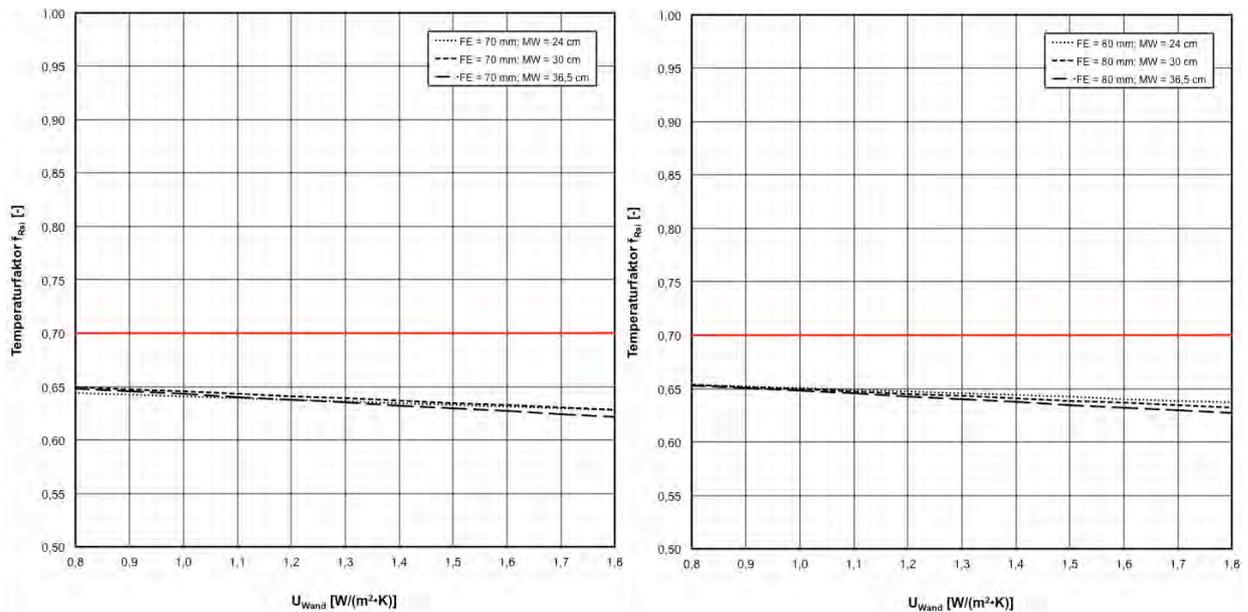


Bild 6.22: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizient U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 W/(m^2 \cdot K)$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 W/(m^2 \cdot K)$ mit raum- und außenseitiger Sanierleiste

6.1.3. Fenster außen bündig

Die Ergebnisse der Wärmebrückenberechnungen zeigen, dass bei monolithischen Außenwandkonstruktionen mit Anordnung der Fenster außen bündig der Temperaturfaktor f_{Rsi} linear abfallend verläuft. Der Temperaturfaktor f_{Rsi} nimmt bei aufsteigendem Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand ab. Ab Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von $0,80 W/(m^2 \cdot K)$ kann es zu einer Unterschreitung des Temperaturfaktors f_{Rsi} von $0,7$ kommen, siehe Bild 6.23.

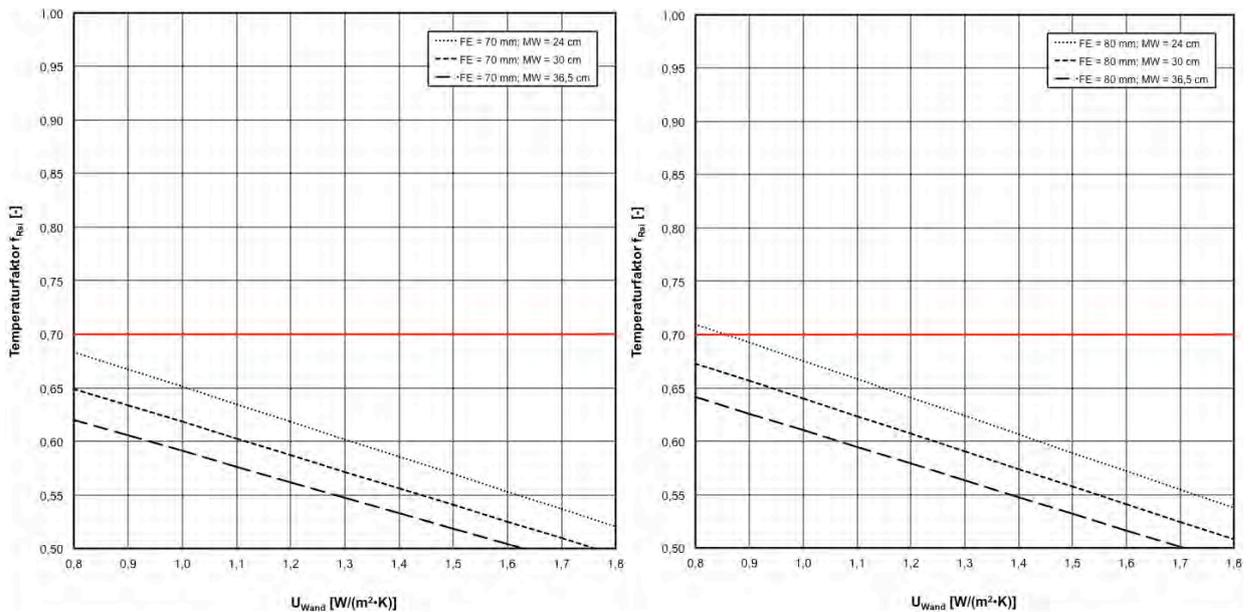


Bild 6.23: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,4$ W/(m²·K) und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,0$ W/(m²·K)

Durch die Aufbringung einer Innenleiste erhöhen sich die raumseitigen Oberflächentemperaturen geringfügig. Ab Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von 0,80 W/(m²·K) kann es zu einer Unterschreitung des Temperaturfaktors f_{Rsi} von 0,7 kommen, wodurch die Gefahr von raumseitiger Schimmelpilzbildung steigt, siehe Bild 6.24 .

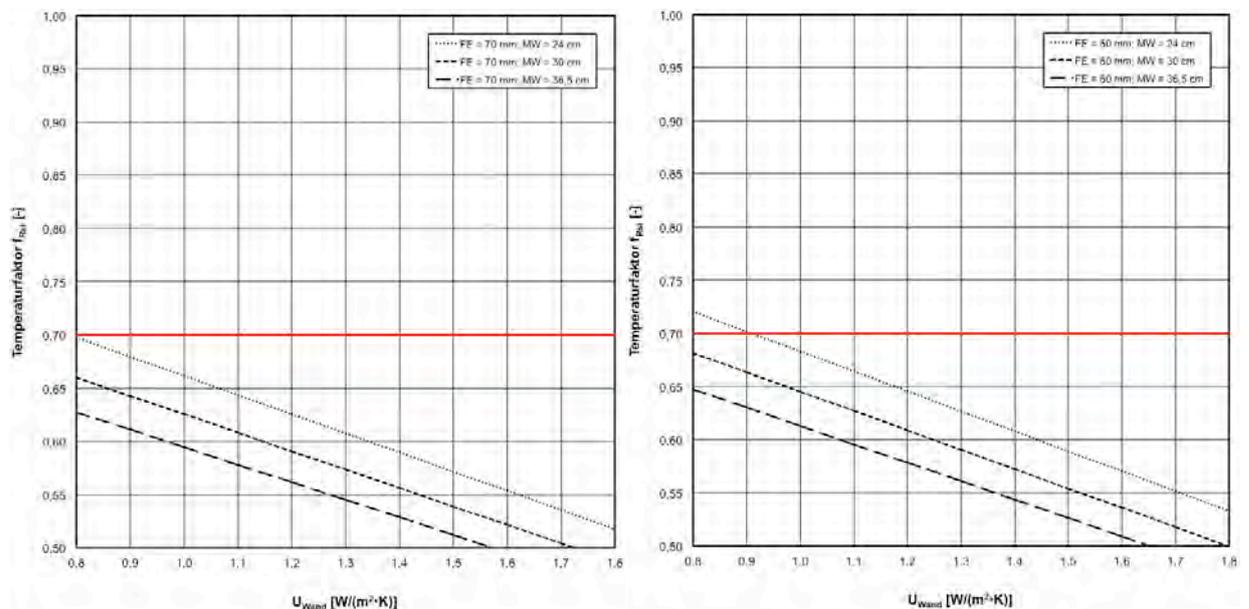


Bild 6.24: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,4$ W/(m²·K) und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,0$ W/(m²·K) mit raumseitiger Innenleiste

Durch die Aufbringung einer raumseitigen 2 cm dicken Laibungsdämmung ($\lambda = 0,04$ W/(m·K)) oder einer Dämmzarge stellen sich im Bereich zwischen Fenster und Baukörper Temperaturfaktoren f_{Rsi}

< 0,7 auch bei niedrigen Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand ein. Hierdurch können die hygienischen Bedingungen nicht sichergestellt werden.

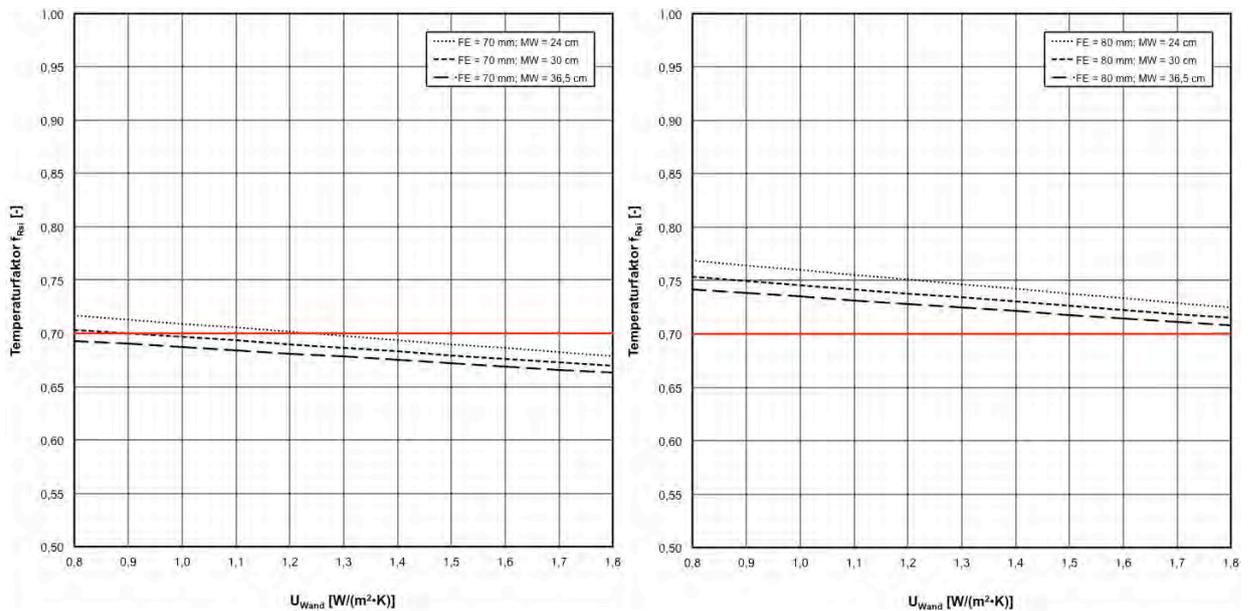


Bild 6.25: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 W/(m^2 \cdot K)$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 W/(m^2 \cdot K)$ mit 2 cm dickem Laibungsdämmung oder Dämmzarge

Durch Aufbringung einer raumseitigen Sanierleiste ($\lambda \leq 0,035 W/(m \cdot K)$), können die raumseitigen Oberflächentemperaturen angehoben werden. Im Anschlussbereich Fenster zum Baukörper stellen sich jedoch schon ab einem Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von $0,80 W/(m^2 \cdot K)$ Temperaturfaktoren von $f_{Rsi} < 0,7$ ein. Größere Bautiefen der Fenstersysteme als auch geringeren Mauerwerksdicken erhöhen die Temperaturfaktoren. Die Ergebnisse der Wärmebrückenberechnungen sind grafisch in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizient der Außenwand sowie der Mauerwerksdicken nachfolgend in Bild 6.26 dargestellt.

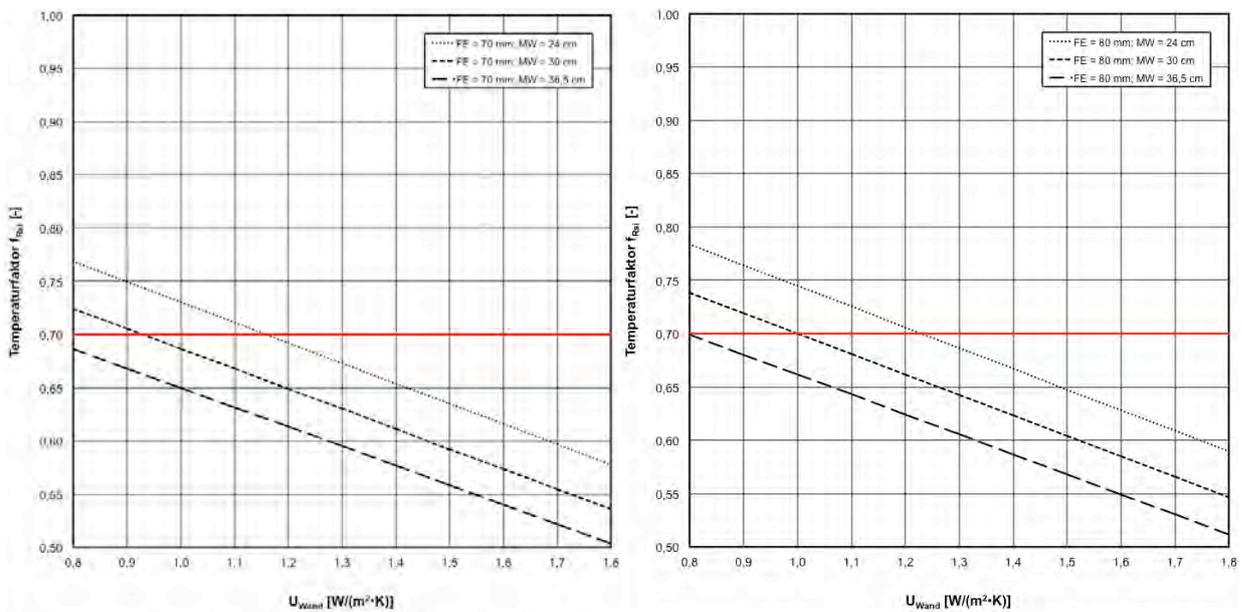


Bild 6.26: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4$ W/(m²·K) und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0$ W/(m²·K) mit raumseitiger Sanierleiste

Sturzanschlüsse weisen keine ausreichend hohe Oberflächentemperaturen auf, siehe Bild 6.27.

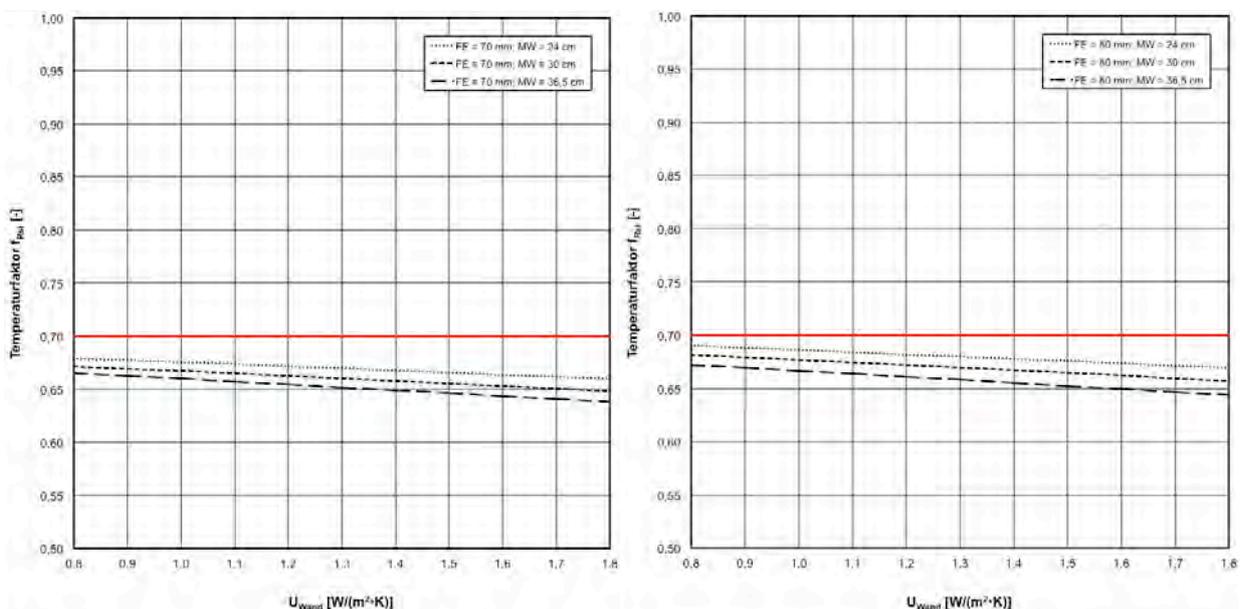


Bild 6.27: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4$ W/(m²·K) und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0$ W/(m²·K)

Durch die Aufbringung einer Innenleiste verringern sich die raumseitigen Oberflächentemperaturen. Ausreichend hohe Temperaturfaktoren $f_{Rsi} \geq 0,7$ können auch durch den Einsatz von bautiefen Fenstersystemen nicht erzielt werden. Die Ergebnisse der Wärmebrückenberechnungen können nachfolgend in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten und der Dicke der Außenwand Bild 6.28 entnommen werden.

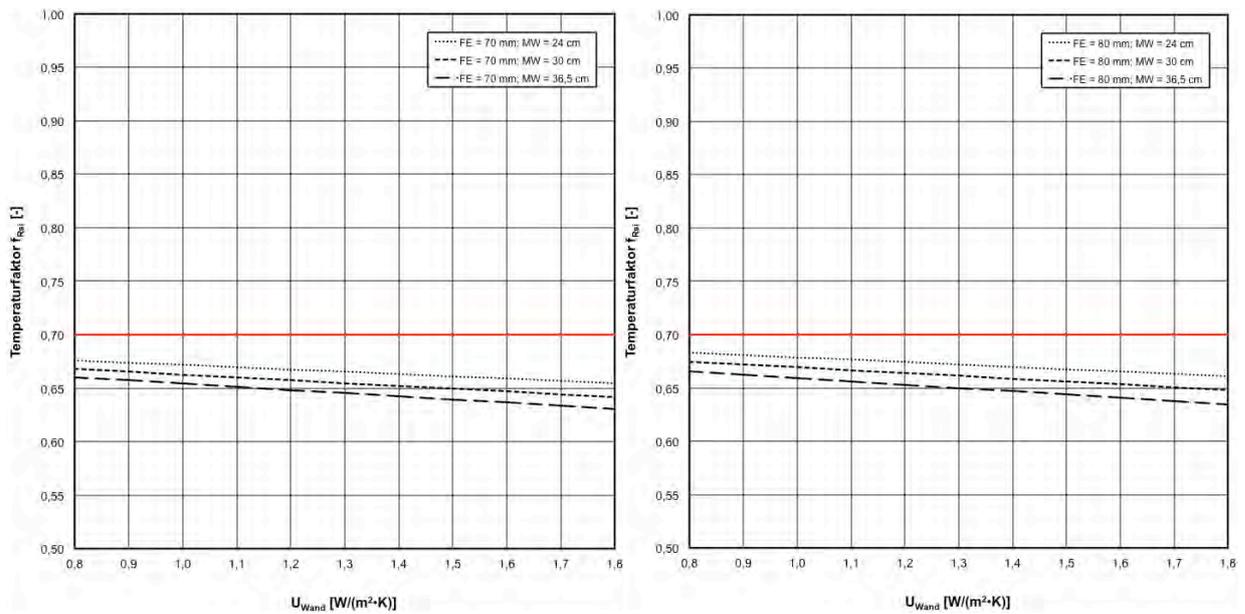


Bild 6.28: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,4 W/(m^2 \cdot K)$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,0 W/(m^2 \cdot K)$ mit raumseitiger Innenleiste

Durch die Aufbringung einer raumseitigen 2 cm dicken Laibungsdämmung ($\lambda = 0,04 W/(m \cdot K)$) oder einer Dämmzarge auf den Bestandsputz stellen sich im Bereich zwischen Schnittstelle Fenster zum Baukörper Temperaturfaktoren $f_{Rsi} \geq 0,7$ auch bei niedrigen Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand ein. Hierdurch können die hygienischen Bedingungen auch bei Einsatz von größeren Bautiefen der Fenstersysteme sichergestellt werden. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand, siehe Bild 6.29.

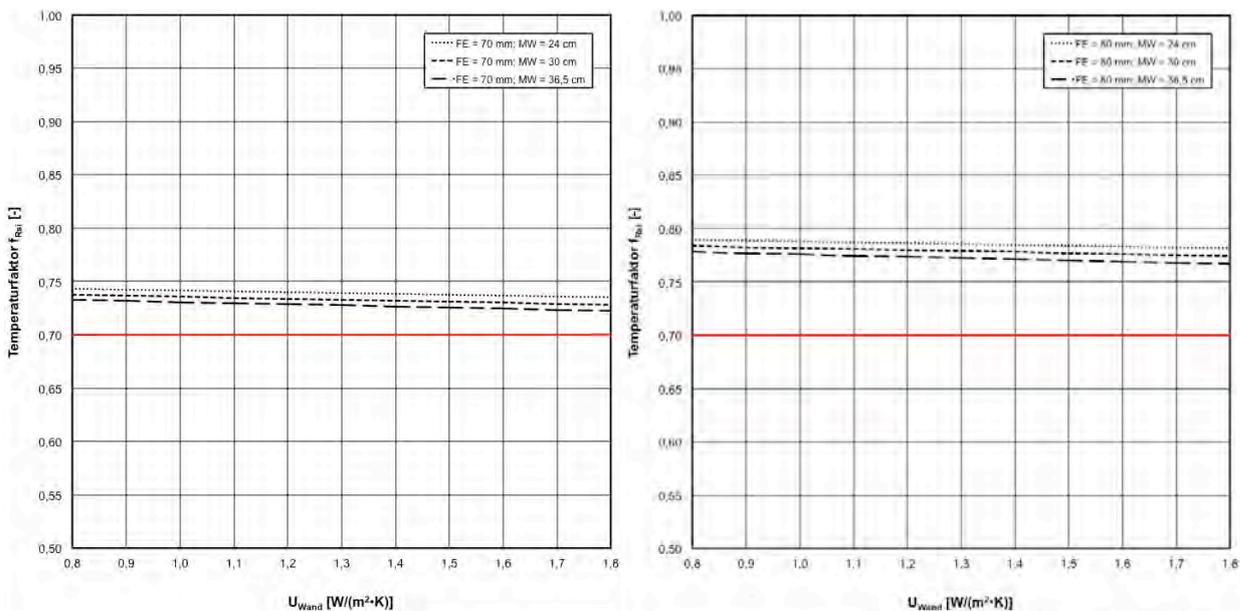


Bild 6.29: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,4 W/(m^2 \cdot K)$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_i = 1,0 W/(m^2 \cdot K)$ mit einer 2 cm dicken Laibungsdämmung oder Dämmzarge

Durch Aufbringung einer raumseitigen Sanierleiste ($\lambda \leq 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), können keine ausreichend hohe raumseitige Oberflächentemperaturen erzielt werden, siehe Bild 6.30.

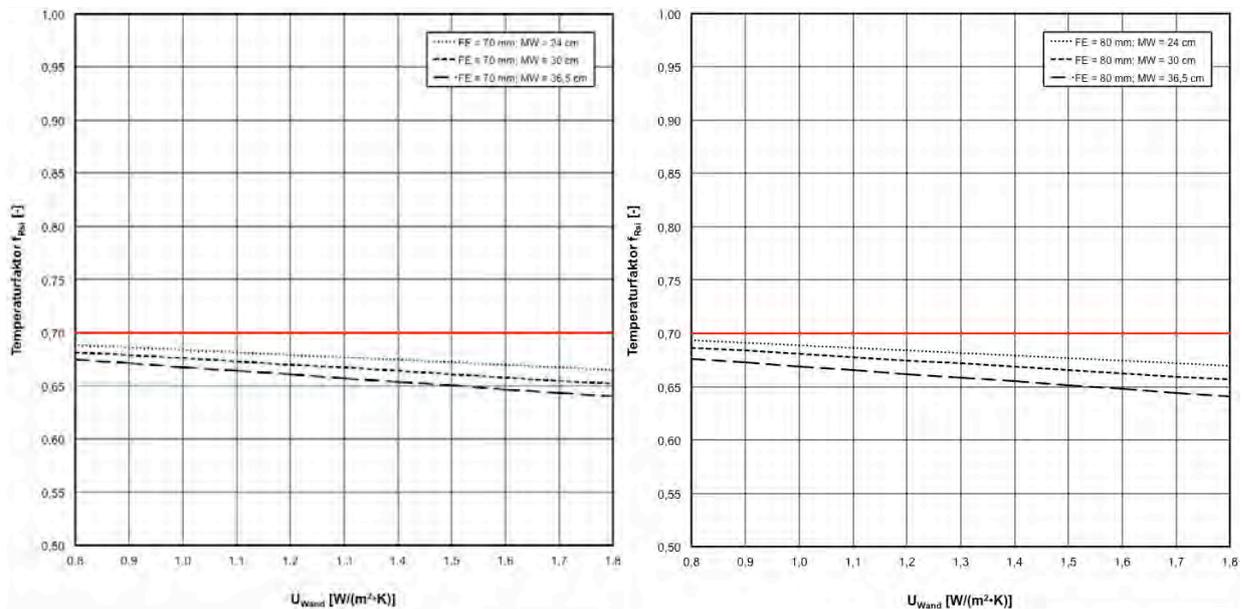


Bild 6.30: Temperaturfaktor f_{Rsi} zwischen Schnittstelle Fenster und Baukörper in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangskoeffizienten U der Außenwand und der Dicke der Außenwand für Fensterkonstruktionen mit einer Bautiefe von 70 mm (links) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ und 80 mm (rechts) mit einem Wärmedurchgangskoeffizient $U_f = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ mit raumseitiger Sanierleiste

7. Literatur

- [1] DIN 4108 Beiblatt 2:2006-03, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele.
- [2] DIN EN ISO 10077-2:2012-06, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen.
- [3] Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung, Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2013, Teil I, Nr. 67, Bundesanzeiger Verlag, 21. November 2013, S. 3951-3990.
- [4] DIN 4108-2:2013-02, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.
- [5] DIN EN ISO 13788:2013-05, Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren.
- [6] Technische Richtlinie des Glaserhandwerks/Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks. Nr. 20. Leitfaden zur Montage von Fenstern und Haustüren mit Anwendungsbeispielen. Ausarbeitung: ift Rosenheim. Hrsg.: Verlagsanstalt Handwerk GmbH, Düsseldorf 2010.
- [7] Sieberath, U., Niemöller, C.: Kommentar zur DIN EN 14351-1 Fenster und Türen. Produktnorm, Leistungseigenschaften. IRB Verlag (2011).

- [8] DIN EN ISO 10211:2008-04, Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächentemperaturen - Detaillierte Berechnungsverfahren.
- [9] DIN 4108-4:2013-02, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme und feuchteschutztechnische Bemessungswerte.
- [10] DIN EN ISO 10456:2010-05, Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte.
- [11] 1946-6:2009-05, Raumluftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung.
- [12] ift-Richtlinie LU-02/1:2010-03, Fensterlüfter – Teil 2: Empfehlungen für die Umsetzung von Lüftungstechnischen Maßnahmen im Wohnungsbau.
- [13] Lutz, M.: Richtiges Renovieren mit Rollläden. Bundesverband Rollläden + Sonnenschutz e.V. (2010).