

Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures - Calcul du coefficient de transmission thermique -  
Partie 1: Généralités (ISO 10077-1:2017)

Thermal performance of Windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 1: General  
(ISO 10077-1:2017)

# **Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines (ISO 10077-1:2017)**

Für diese EN ISO ist in der Schweiz die Begleitkommission CEN/TC 89 «Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen» zuständig.

Referenznummer  
SN EN ISO 10077-1:2017 de

Herausgeber  
Schweizerischer Ingenieur- und  
Architektenverein  
Posfach, CH-8027 Zürich

Gültig ab: 2018-04-01

## Nationales Vorwort

Im Rahmen eines Übereinkommens zwischen den Ländern der Europäischen Union (EU) und der Europäischen Freihandelsassoziation (EFTA) hat sich die Schweiz durch Übernahme Europäischer Normen (EN) zum Abbau technischer Handelshemmnisse verpflichtet.

Die Schweiz hat zu dieser EN ISO keine Vorbehalte geäußert und sie als SN EN ISO 10077-1:2017 ins Schweizerische Normenwerk übernommen. Sie ersetzt die Norm SN EN ISO 10077-1:2006.

Allfällige Korrekturen und Kommentare zur vorliegenden Publikation sind zu finden unter [www.sia.ch/korrigenda/cen](http://www.sia.ch/korrigenda/cen).

Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

Deutsche Fassung

**Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und  
Abschlüssen - Berechnung des  
Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines (ISO  
10077-1:2017, korrigierte Fassung 2020-02)**

Thermal performance of Windows, doors and shutters -  
Calculation of thermal transmittance - Part 1: General  
(ISO 10077-1:2017, Corrected version 2020-02)

Performance thermique des fenêtres, portes et  
fermetures - Calcul du coefficient de transmission  
thermique - Partie 1: Généralités (ISO 10077-1:2017,  
Version corrigée 2020-02)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 27. Februar 2017 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

**CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel**

# Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort .....	4
Vorwort.....	6
Einleitung .....	8
1 Anwendungsbereich.....	12
2 Normative Verweisungen .....	13
3 Begriffe.....	14
4 Symbole und Indizes.....	15
4.1 Symbole.....	15
4.2 Indizes.....	15
5 Beschreibung des Verfahrens .....	16
5.1 Ergebnis des Verfahrens .....	16
5.2 Allgemeine Beschreibung .....	16
5.3 Andere allgemeine Themen.....	16
6 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten.....	17
6.1 Ausgabedaten .....	17
6.2 Zeitintervalle für die Berechnung .....	17
6.3 Eingabedaten.....	17
6.3.1 Geometrische Kenngrößen .....	17
6.3.2 Wärmetechnische Kenngrößen .....	21
6.4 Berechnungsverfahren .....	23
6.4.1 Anwendbarer Zeitschritt .....	23
6.4.2 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten.....	24
7 Prüfbericht.....	30
7.1 Inhalt des Prüfberichts.....	30
7.2 Querschnittszeichnungen .....	30
7.2.1 Gesamtzeichnung von Fenster oder Tür .....	31
7.2.2 Werte für die Berechnung .....	31
7.2.3 Darstellung der Ergebnisse .....	31
Anhang A (normativ) Datenblatt zur Eingabe und zur Verfahrensauswahl — Vorlage.....	32
Anhang B (informativ) Datenblatt zur Eingabe und zur Verfahrensauswahl — Standardauswahlmöglichkeiten .....	34
Anhang C (normativ) Regionale Verweisungen in Übereinstimmung mit der ISO Global Relevance Policy .....	36
Anhang D (normativ) Raumseitige und außenseitige Wärmeübergangswiderstände .....	37
Anhang E (normativ) Wärmedurchlasswiderstand von Luftschichten zwischen Verglasungen und Wärmedurchgangskoeffizient von Verbundverglasungen, Zweischeiben- oder Dreischeibenverglasungen .....	38
Anhang F (normativ) Wärmedurchgangskoeffizient von Rahmen.....	39
Anhang G (normativ) Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Glas-Rahmen- Verbindungsbereichs und der Sprossen.....	45

<b>Anhang H (normativ) Wärmedurchgangskoeffizient von Fenstern .....</b>	<b>50</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>55</b>

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10077-1:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“, dessen Sekretariat von SIS gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC163 „Thermal performance and energy use in the built environment“ erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2018 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

Dieses Dokument ist Teil eines Normenpakets zur Energieeffizienz von Gebäuden (EPB-Normenpaket) und wurde im Rahmen eines Normungsauftrags (Normungsauftrag M/480, siehe Verweisung [EF1] unten) erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt wesentliche Anforderungen der EU-Richtlinie 2010/31/EU zur Energieeffizienz von Gebäuden (EPBD, [EF2]).

Falls diese Norm im Rahmen nationaler oder regionaler rechtlicher Anforderungen verwendet wird, wird für diese besonderen Anwendungen unter Umständen eine verpflichtende Auswahl auf nationaler oder regionaler Ebene vorgegeben, insbesondere für die Anwendung im Zusammenhang mit EU-Richtlinien, die in nationalen gesetzlichen Bestimmungen umgesetzt sind.

Weitere Zielgruppen sind die Anwender des freiwilligen gemeinsamen Systems der Europäischen Union für Ausweise über die Gesamtenergieeffizienz von Nichtwohngebäuden (EPBD Art. 11.9) und alle anderen regionalen (z. B. europaweiten) Parteien, welche ihre Annahmen durch die Klassifizierung der Energieeffizienz eines Gebäudes in einem bestimmten Gebäudebestand begründen wollen.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 10077-1:2006.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

### Verweisungen:

[EF1] Normungsauftrag M/480, Auftrag an CEN, CENELEC und ETSI zur Erarbeitung und Annahme von Normen für eine Methodik zur Berechnung der integrierten Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sowie zur Förderung der Energieeffizienz von Gebäuden gemäß der Neufassung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden vom 14. Dezember 2010

[EF2] Richtlinie 2010/31/EU vom 19. Mai 2010<sup>N1</sup> über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)

### **Anerkennungsnotiz**

Der Text von ISO 10077-1:2017, korrigierte Fassung 2020-02, wurde von CEN als EN ISO 10077-1:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

---

NI Nationale Fußnote: In der englischen Referenzfassung dieses Dokuments wird das Erscheinungsdatum der Neufassung der Richtlinie 2010/31/EU fälschlicherweise als 14. Dezember 2010 angegeben.

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

ISO 10077-1 wurde vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) und dessen Technischem Komitee CEN/TC89, *Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen*, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC163, *Thermal performance and energy use in the built environment*, Unterkomitee SC2, *Calculation methods*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 10077-1:2006) und ist eine geringfügig überarbeitete Fassung. Es wurden die erforderlichen redaktionellen Überarbeitungen vorgenommen, um die Anforderungen des EPB-Normenpakets zu erfüllen.

Zusätzlich wurden folgende Abschnitte und Unterabschnitte der Vorgängerversion überarbeitet:

- In Abschnitt 6 (Vorgängerversion) wurde die Randbedingung „unter Austausch der Verglasung durch einen Werkstoff mit einer Wärmeleitfähigkeit nicht größer als  $0,04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ “ gelöscht, da die Regeln in EN 12412-2 festgelegt sind.
- In Abschnitt 6 (Vorgängerversion) wurde die Messung in Übereinstimmung mit EN 12412-2 zur Bestimmung von  $\alpha$  und/oder  $\beta$  gelöscht. Die Bestimmung von Werten von  $\gamma$  wird im Rahmen von EN 12412-2 nicht behandelt.
- In Abschnitt 6 (Vorgängerversion) wurde der zweite Absatz gelöscht. Es ist nicht erforderlich, weitere Möglichkeiten anzugeben. Die Bestimmung der Eingabedaten ist eindeutig definiert.



- In 5.2.2 (Vorgängerversion) wurde die Gleichung gelöscht. Die Bestimmung von  $U_g$  erfolgt nach ISO 10292.<sup>1</sup>
- Die Gleichungen (1) und (2) wurden für die Berücksichtigung von Sprossen erweitert.
- Es wurden tabellarisch Werte für den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten von Sprossen hinzugefügt.
- Der Status von Anhang 0 (Vorgängerversion) wurde in normativ geändert; einige Werte wurden überarbeitet, so dass die Werte auf zwei signifikante Ziffern angegeben werden.
- Tabelle C.2 (Vorgängerversion) wurde in ISO/TR 52022-2:2017 verschoben.
- Anhang E (Vorgängerversion) wurde in den Hauptteil des Dokuments verschoben.
- Anhang G und Anhang H (Vorgängerversion) wurden in ISO/TR 52022-2:2017 verschoben.

Es ist außerdem das Technische Korrigendum ISO 10077-1:2006/Cor. 1:2009 enthalten.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 10077 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Diese korrigierte Fassung von ISO 10077-1:2017 enthält die folgenden Korrekturen:

- in der Einleitung wurde die Verweisung auf Anhang D zu einer Verweisung auf Anhang F geändert;
- in der Einleitung wurde die Verweisung auf Anhang E zu einer Verweisung auf Anhang G geändert;
- in 6.3.2.2 wurde die Verweisung auf Anhang G zu einer Verweisung auf Anhang H geändert;
- in 6.3.2.3.2 wurde  $U_g$  zu  $U_{g,0}$  geändert;
- in der Anmerkung in 6.4.2.1.2 wurde die Verweisung auf Anhang F zu einer Verweisung auf Anhang E geändert;
- in der Kopfzeile der Tabellen H.2, H.3 und H.4 wurde der Wert 0,8 zu 0,80 geändert;
- in Tabelle H.3 wurde in der 1. Zeile nach der Kopfzeile in der 13. Spalte der Wert von 51 zu 5,1 geändert;
- in Tabelle H.3 wurde in der 29. Zeile nach der Kopfzeile in der 3. Spalte der Wert 0,18 zu 0,81 geändert.

---

<sup>1</sup> Siehe Tabelle C.1 bezüglich alternativer regionaler Referenzen in Übereinstimmung mit der ISO Global Relevance Policy.

## Einleitung

Dieses Dokument ist Teil eines Normenpakets, dessen Ziel in einer internationalen Harmonisierung der Verfahrensweise für die Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden besteht, und das als „EPB-Normenpaket“ bezeichnet wird.

Alle EPB-Normen folgen bestimmten Regeln, um Einheitlichkeit, Eindeutigkeit und Transparenz sicherzustellen.

Alle EPB-Normen sind hinsichtlich der Verfahren, der erforderlichen Eingabedaten und der normativen Verweisungen auf andere EPB-Normen flexibel, indem sie in Anhang A eine normative Vorlage und in Anhang B informative Standardauswahlmöglichkeiten bereitstellen.

Zur korrekten Anwendung dieses Dokuments wird in Anhang A eine normative Vorlage vorgegeben, um diese Auswahl festzulegen. Informative Standardauswahlmöglichkeiten finden sich in Anhang B.

Die hauptsächliche Zielgruppe für dieses Dokument sind Fensterhersteller.

Verwendung durch oder für Regulierungsbehörden: Wenn das Dokument im Kontext nationaler oder regionaler gesetzlicher Anforderungen verwendet wird, dürfen auf nationaler oder regionaler Ebene für diese Anwendungen Pflichtauswahlmöglichkeiten vorgegeben werden. Diese Auswahlmöglichkeiten (entweder die informativen Standardauswahlmöglichkeiten aus Anhang B oder die an einen nationalen/regionalen Bedarf angepassten Auswahlmöglichkeiten, in jedem Fall aber nach der Vorlage des Anhangs A) können als nationaler Anhang oder als separates (z. B. gesetzliches) Dokument (nationales Datenblatt) verfügbar gemacht werden.

ANMERKUNG 1 In diesem Fall:

- **geben** die Regulierungsbehörden die Auswahlmöglichkeiten **vor**,
- wendet der einzelne Nutzer das Dokument zur Bewertung der Energieeffizienz eines Gebäudes an und **nutzt** damit die von den Regierungsbehörden getroffenen Auswahlmöglichkeiten.

In diesem Dokument behandelte Themen können Gegenstand gesetzlicher Vorschriften sein. Gesetzliche Vorschriften zu denselben Themen können den Standardauswahlmöglichkeiten in Anhang B übergeordnet sein. Gesetzliche Vorschriften zu denselben Themen können bei bestimmten Anwendungen selbst diesem Dokument übergeordnet sein. Gesetzliche Anforderungen und Auswahlmöglichkeiten werden im Allgemeinen nicht in Normen veröffentlicht, sondern in Vorschriften. Damit eine doppelte Veröffentlichung und die schwierige Anpassung doppelt vorliegender Dokumente vermieden werden, darf ein nationaler Anhang auf Gesetzestexte verweisen, in denen nationale Auswahlmöglichkeiten durch Behörden festgelegt worden sind. Für verschiedene Anwendungen sind unterschiedliche nationale Anhänge oder nationale Datenblätter möglich.

Für den Fall, dass Standardauswahlmöglichkeiten und -werte sowie Verweisungen auf andere EPB-Normen in Anhang B aufgrund nationaler Regulierungen, Grundsätze oder Traditionen nicht befolgt werden, wird Folgendes erwartet:

- nationale oder regionale Behörden erarbeiten Datenblätter mit den nationalen oder regionalen Werten und Auswahlmöglichkeiten, die der Vorlage in Anhang A entsprechen. In diesem Fall wird ein nationaler Anhang (z. B. NA) empfohlen, der eine Verweisung auf diese Datenblätter enthält; oder
- die nationale Normungsorganisation berücksichtigt standardmäßig die Möglichkeit, gemäß den gesetzlichen Vorschriften, die die nationalen oder regionalen Werte und Auswahlmöglichkeiten festlegen, einen nationalen Anhang in Übereinstimmung mit der in Anhang A enthaltenen Vorlage hinzu- oder einzufügen.

Weitere Zielgruppen sind Parteien, die ihre Annahmen durch die Klassifizierung der Energieeffizienz eines Gebäudes in einem bestimmten Gebäudebestand begründen wollen.

Weitere Angaben sind im Technischen Bericht (ISO/TR 52022-2) zu finden, der dieses Dokument begleitet.

Das in diesem Dokument beschriebene Berechnungsverfahren wird zur Abschätzung der Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern und Türen oder als Teil der Ermittlung des Heizwärmeverbrauchs eines Gebäudes angewendet.

Eine Alternative zu diesem Berechnungsverfahren ist die Prüfung des ganzen Fensters oder der ganzen Tür nach ISO 12567-1 bzw. für Dachfenster nach ISO 12567-2.

Die Berechnung beruht auf vier Teilkomponenten des allgemeinen Wärmedurchgangskoeffizienten:

- für verglaste Elemente: dem Wärmedurchgangskoeffizienten der Verglasung, berechnet nach EN 673 oder gemessen in Übereinstimmung mit EN 674 oder EN 675;
- für Elemente mit opaker Füllung: dem Wärmedurchgangskoeffizienten der opaken Füllungen, berechnet nach ISO 6946 und/oder ISO 10211 (alle Teile) oder gemessen in Übereinstimmung mit ISO 8301 oder ISO 8302;
- dem Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens, berechnet nach ISO 10077-2, gemessen in Übereinstimmung mit EN 12412-2 oder durch Anwendung des Anhangs F;
- dem linearen Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmen-Glas-Verbindungsbereiches, berechnet nach ISO 10077-2 oder durch Anwendung des Anhangs G.

Der Wärmedurchgangskoeffizient von Vorhangfassaden kann nach ISO 12631 berechnet werden.

EN 13241-1 enthält Verfahren, die auf Tore anwendbar sind, die für die Zufahrt von Waren und Fahrzeugen vorgesehen sind.

Tabelle 1 zeigt die relative Position dieses Dokuments innerhalb des EPB-Normenpakets im Kontext der in ISO 52000-1 dargelegten modularen Struktur.

**ANMERKUNG 2** In ISO/TR 52000-2 ist dieselbe Tabelle zu finden; sie enthält für jedes Modul die Nummern der relevanten EPB-Normen und der begleitenden Technischen Berichte, die bereits veröffentlicht oder in Vorbereitung sind.

**ANMERKUNG 3** Die Module stellen EPB-Normen dar, auch wenn eine EPB-Norm mehr als ein Modul abdecken könnte und ein Modul von mehr als einer EPB-Norm abgedeckt werden könnte, beispielsweise für den Fall, dass es sowohl ein vereinfachtes als auch ein detailliertes Verfahren gibt.

Tabelle 1 — Position dieses Dokuments (hier M2-5) innerhalb der modularen Struktur des EPB-Normenpakets

	Rahmennorm		Gebäude (als solches)		Technische Gebäudeausrüstung									
Teilmodul	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trinkwarmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation und -regelung	Photovoltaik, Wind usw.
Subi		S1		M2		s 3	M4	s in	s 6	M7	s 90	s er	MIO	Mil
1	Allgemeines		Allgemeines		Allgemeines									
2	Allgemeine Begriffe; Symbole, Einheiten und Indizes		Energie- bedarf des Gebäudes		Bedarf								a	
3	Anwen- dungen		(freie) Innenraum- bedingungen ohne Anlagen		Höchstlast und -leis- tung									
4	Arten der Darstellung der Energie- effizienz		Arten der Darstellung der Energie- effizienz		Arten der Darstellung der Energie- effizienz									
5	Gebäude- kategorien und Gebäude- grenzen		Wärmeüber- tragung durch Transmission	ISO10077-1	Emission und Regelung									
6	Gebäude- belegung und Be- triebsbe- dingungen		Wärmeüber- tragung durch eindringende Luft und Lüftung		Verteilung und Regelung									
7	Kumulation von Ener- gieversor- gungsarten und Ener- geträgern		innere Wärme- gewinne		Speicherung und Regelung									
8	Gebäude- aufteilung		solare Wärme- gewinne		Erzeugung und Regelung									

Rahmennorm			Gebäude (als solches)		Technische Gebäudeausrüstung									
Teilmodul	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trinkwarmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation und -regelung	Photovoltaik, Wind usw.
Subi		21		s 2		s 3	1	s5	s6	M7	s8	s9	M10	M11
9	Berechnete Energieeffizienz		Gebäudedynamik (thermisch wirksame Masse)		Lastverteilung und Betriebsbedingungen									
10	Gemessene Energieeffizienz		gemessene Energieeffizienz		gemessene Energieeffizienz									
11	Inspektion		Inspektion		Inspektion									
12	Arten der Darstellung von Behaglichkeit in Innenräumen				Gebäude-manage-ment Systeme									
13	Äußere Umgebungsbedingungen													
14	Wirtschaftlichkeitsberechnungen													

<sup>a</sup> Die grau hinterlegten Modulesind nicht anwendbar.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren zur Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern und Türen fest, die aus einer Verglasung und/oder opaken Füllungen in einem Rahmen mit oder ohne Abschlüsse bestehen.

Dieses Dokument berücksichtigt

- unterschiedliche Verglasungsarten (Glas oder Kunststoff, Einfachverglasung oder Mehrfachverglasung; mit oder ohne Beschichtungen mit geringem Emissionsgrad; mit Luft- oder anderen Gasfüllungen im Zwischenraum],
- opake Füllungen im Fenster bzw. in der Tür,
- unterschiedliche Rahmenarten (Holz, Kunststoff, Metall mit und ohne Wärmedämmung; Metallrahmen mit metallischen Verbindungen, wie Stifte usw., oder jede andere Kombination von Werkstoffen] und
- sofern anwendbar, den zusätzlichen Wärmedurchlasswiderstand, der durch verschiedene Arten von geschlossenen Abschlüssen oder Außenjalousien in Abhängigkeit von ihrer Luftdurchlässigkeit bewirkt wird.

Der Wärmedurchgangskoeffizient von Dachfenstern und anderen vorstehenden Fenstern kann mit Hilfe dieses Dokuments berechnet werden, sofern der Wärmedurchgangskoeffizient ihrer Rahmenabschlüsse durch Messungen oder numerische Berechnung bestimmt wird.

In den Anhängen sind Standardwerte für Verglasungen, Rahmen und Abschlüsse angegeben. Die Wirkung von Wärmebrücken im Bereich der Leibung oder des Baukörperanschlusses und der übrigen Gebäudehülle sind von der Berechnung ausgenommen.

Die Berechnung berücksichtigt nicht

- Einflüsse aus der Sonneneinstrahlung (siehe Normen unter M2-8],
- Wärmeübertragung infolge Luftdurchlässigkeit (siehe Normen unter M2-6],
- das Tauverhalten,
- belüftete Zwischenräume in Kastenfenstern und Verbundfenstern und
- Umrahmungen von Erkerfenstern.

Das Dokument gilt nicht für

- Vorhangfassaden und andere tragende Verglasungen (siehe weitere Normen unter M2-5] und
- Tore.

ANMERKUNG Tabelle 1 in der Einleitung zeigt die relative Position dieses Dokuments innerhalb des EPB-Normenpakets im Kontext der in ISO 52000-1 dargelegten modularen Struktur.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 6946, *Building components and building éléments — Thermal résistance and thermal transmittance — Calculation method*

ISO 7345, *Thermal insulation — Physical quantities and définitions*

ISO 8301, *Thermal insulation — Determination of steady-state thermal résistance and related properties — Heat flow meter apparatus*

ISO 8302, *Thermal insulation — Determination of steady-state thermal résistance and related properties — Guarded hot plate apparatus*

ISO 10077-2, *Thermal performance of Windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 2: Numerical method for frames*

ISO 10211, *Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface températures — Detailed calculations*

ISO 10291, *Glass in building — Determination of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing — Guarded hot plate method*

ISO 10292, *Glass in building — Calculation of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing*

ISO 10293, *Glass in building — Determination of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing — Heat flow meter method*

ISO 10456, *Building materiale and products — Hygrothermal properties — Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values*

ISO 12567-2, *Thermal performance of Windows and doors — Determination of thermal transmittance by hot box method — Part 2: Roof Windows and other projecting Windows*

ISO 52000-1:2017, *Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Parti: General framework and procedures*

EN 673, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Berechnungsverfahren*

EN 674, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Verfahren mit dem Plattengerät*

EN 675, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Wärmestrommesser-Verfahren*

EN 12412-2, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens — Teil 2: Rahmen*

EN 12664, *Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten — Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät — Trockene und feuchte Produkte mit mittlerem und niedrigem Wärmedurchlasswiderstand*

EN12667, *Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten — Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät — Produkte mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand*

EN13125, *Abschlüsse — Zusätzlicher Wärmedurchlasswiderstand — Zuordnung einer Luftdurchlässigkeitsklasse zu einem Produkt*

EN13561, *Markisen — Leistungs- und Sicherheitsanforderungen*

EN13659, *Abschlüsse außen und Außenjalousien — Leistungs- und Sicherheitsanforderungen*

ANMERKUNG Standardverweisungen auf andere EPB-Normen als ISO52000-1 werden durch die EPB-Modul-Codenummer kenntlich gemacht und sind in Anhang A (normative Vorlage in Tabelle A.1) und Anhang B (informative Standardauswahlmöglichkeit in Tabelle B.1) angegeben.

BEISPIEL EPB-Modul-Codenummer: M5-5 oder M5-5.1 (falls Modul M5-5 unterteilt ist) oder M5-5/1 (falls sich die Verweisung auf einen bestimmten Abschnitt der Norm, die M5-5 abdeckt, bezieht).

### **3 Begriffe**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO10292, ISO7345, ISO52000-1 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

ANMERKUNG Abschnitt 6 enthält die Beschreibung einiger geometrischer Kenngrößen von Verglasungen und Rahmen.

#### **3.1**

##### **EPB-Norm**

Norm, die die in ISO52000-1, CEN/TS16628 [3] und CEN/TS16629 [4] angegebenen Anforderungen erfüllt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese drei grundlegenden EPB-Dokumente wurden im Rahmen eines Normungsauftrags (Normungsauftrag M/480) erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützen grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2010/31/EU zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD). Unter diesem Normungsauftrag werden mehrere EPB-Normen und dazugehörige Dokumente erarbeitet oder überarbeitet.

[QUELLE: ISO52000-1:2017, 3.5.14]



## 4 Symbole und Indizes

### 4.1 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole nach ISO 52000-1 und die folgenden Symbole.

Symbol	Name der Größe	Einheit
$A$	Fläche	$\text{m}^2$
$R$	Wärmedurchlasswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
$U$	Wärmedurchgangskoeffizient	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
$b$	Breite	$\text{m}$
$d$	Abstand, Dicke	$\text{m}$
$l$	Länge	$\text{m}$
$q$	Wärmestromdichte	$\text{W}/\text{m}^2$
$w$	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

### 4.2 Indizes

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Indizes nach ISO 52000-1 und die folgenden Indizes.

Index	Beschreibung
D	Tür
W	Fenster
WS	Fenster mit geschlossenem Abschluss
d	abgewinkelt
e	außenseitig
f	Rahmen
g	Verglasung
gb	Sprosse
i	raumseitig
j	Summationsindex
P	Füllung (opak)
s	Zwischenraum, (mit Luft oder Gas gefüllt)
se	außenseitige Oberfläche
sh	Abschluss
si	raumseitige Oberfläche

## 5 Beschreibung des Verfahrens

### 5.1 Ergebnis des Verfahrens

Das Ergebnis dieses Verfahrens ist der Wärmedurchgangskoeffizient von Fenstern und Türen, die aus einer Verglasung und/oder opaken Füllungen in einem Rahmen mit oder ohne Abschlüsse bestehen:

Je nach Art des Produkts oder der Einheit ist dieser einer der folgenden:

- der Wärmedurchgangskoeffizient eines Einfachfensters  $[U_w]$  ;
- der Wärmedurchgangskoeffizient  $[U_w]$  eines Systems, das aus zwei separaten Fenstern besteht;
- der Wärmedurchgangskoeffizient  $[U_w]$  eines Systems, das aus einem Rahmen und zwei separaten Schiebeflügeln oder Flügelrahmen besteht;
- der Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters mit geschlossenem Abschluss oder Außenjalousien  $U_{ws}$  ;
- der Wärmedurchgangskoeffizient  $[U_D]$  von Türen mit Vollverglasung oder falls die Tür aus Rahmen, Verglasung und opaken Füllungen besteht oder falls die Tür keine Verglasung besitzt.

### 5.2 Allgemeine Beschreibung

Allgemein wird der Wärmedurchgangskoeffizient oder  $[U]$ -Wert des Fenster- oder Türprodukts oder der Fenster- oder Türeinheit in Abhängigkeit des Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile und ihrer geometrischen Kenngrößen sowie der thermischen Wechselwirkungen zwischen den Bauteilen berechnet.

- Die Berechnungsverfahren sind abhängig von der Zusammensetzung des Produkts oder der Einheit.
- Zu den Bauteilen können zählen (sofern anwendbar): Verglasung, opake Füllungen, Rahmen und geschlossene Abschlüsse oder Außenjalousien.
- Thermische Wechselwirkungen sind seitlicher Wärmestrom (Effekte einer linienförmigen Wärmebrücke) zwischen benachbarten Bauteilen und Wärmedurchlasswiderständen von Oberflächen und Hohlräumen (Wärmestrahlung und Konvektion).
- Die geometrischen Kenngrößen betreffen die Größen und Positionen der Bauteile und den Neigungswinkel des Fensters oder der Tür.

### 5.3 Andere allgemeine Themen

Ergebnisse zum Vergleichszweck von Produkten (deklarerter Wert) sind für den horizontalen Wärmestrom zu berechnen oder zu messen.

Falls bei Bemessungswerten die tatsächliche Neigung des Fensters berücksichtigt wird, müssen diese für die tatsächliche Neigung und die Randbedingungen ermittelt werden, indem der Einfluss der Fensterneigung in der Bestimmung von  $U$ , berücksichtigt wird. Hingegen werden die Werte für  $U_f$  und  $U_{g, W}$ , die für das Fenster in vertikaler Lage bestimmt werden, für alle Neigungswinkel des Fensters eingesetzt. Der Bemessungswert muss nur berechnet werden, wenn er für die Berechnung des Energiebedarfs des Gebäudes erforderlich ist.

In diesem Dokument muss, wo im Text angegeben, auf Tabelle C.1 Bezug genommen werden, um alternative regionale Referenzen in Übereinstimmung mit der ISO Global Relevance Policy zu identifizieren.

## 6 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten

### 6.1 Ausgabedaten

Die Ergebnisse dieses Dokuments sind Transmissions-Wärmedurchgangskoeffizienten, wie in Tabelle 2 angegeben.

**Tabelle 2 — Ausgabedaten**

Beschreibung	Symbol	Einheit	Zielmodul	Gültigkeitsintervall	Veränderlich
Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters	$U_W$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	M2-2, M2-3, M2-4	0 bis ∞	nein
Wärmedurchgangskoeffizient einer Tür	$U_D$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	M2-2, M2-3, M2-4	0 bis ∞	nein
Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters mit geschlossenem Abschluss oder geschlossener Außenjalousie	$U_{V/S}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	M2-2, M2-3, M2-4	0 bis ∞	nein

### 6.2 Zeitintervalle für die Berechnung

Die Eingabe-, Verfahrens- und Ausgabedaten beziehen sich auf stationäre Zustände und werden als unabhängig von tatsächlichen Bedingungen wie Innen- und Außentemperatur oder Einfluss von Wind oder Sonneneinstrahlung angenommen.

### 6.3 Eingabedaten

#### 6.3.1 Geometrische Kenngrößen

##### 6.3.1.1 Allgemeines

Tabelle 3 zeigt die erforderlichen geometrischen Kenngrößen.

**Tabelle 3 — Bezeichnungen für geometrische Kenngrößen**

Beschreibung	Symbol	Einheit	Bereich	Ursprungsmodul <sup>a</sup>	Veränderlich
<b>Geometrische Daten</b>					
Fensterfläche	$A_W$	m <sup>2</sup>	0 bis ∞	Fenster- oder Türprodukt oder -einheit	nein
Türfläche	$A_D$	m <sup>2</sup>	0 bis ∞	Fenster- oder Türprodukt oder -einheit	nein
verglaste Fläche	$A_g$	m <sup>2</sup>	0 bis ∞	Fenster- oder Türprodukt oder -einheit	nein

Beschreibung	Symbol	Einheit	Bereich	Ursprungsmodul <sup>a</sup>	Veränderlich
Fläche des Rahmens	$T_{lf}$	$m^2$	0 bis $\infty$	Fenster- oder Türprodukt oder -einheit	nein
Fläche einer opaken Füllung	$A_p$	$m^2$	0 bis $\infty$	Fenster- oder Türprodukt oder -einheit	nein
Gesamtumfang der Verglasung	$l_g$	m	0 bis $\infty$	Fenster- oder Türprodukt oder -einheit	nein
Gesamtumfang der Füllung	$'p$	m	0 bis $\infty$	Fenster- oder Türprodukt oder -einheit	nein
Gesamtlänge der Sprosse	$l_{gb}$	m	0 bis $\infty$	Fenster- oder Türprodukt oder -einheit	nein
<sup>a</sup> Entsprechend den Festlegungen unter 6.3.1.2 bis 6.3.1.5.					

### 6.3.1.2 Verglaste Fläche, Fläche mit opaker Füllung

Die verglaste Fläche  $l_g$  oder die Fläche einer opaken Füllung  $l_p$  eines Fensters oder einer Tür ist die kleinere der beidseitig sichtbaren Flächen, siehe Bild 2. Die Überlappung von Dichtungen wird nicht berücksichtigt.

### 6.3.1.3 Sichtbarer Gesamtumfang der Verglasung

Die äußere Gesamtumfang der Verglasung  $l_g$  (oder der opaken Füllung  $l_p$ ) ist die Summe der sichtbaren Umfangslängen der Glasscheiben (oder der opaken Füllungen) innerhalb eines Fensters oder einer Tür. Unterscheiden sich die Umfangslängen zu beiden Seiten der Glasscheibe oder der Füllung voneinander, ist der größere Wert von beiden zu verwenden, siehe Bild 1.



#### Legende

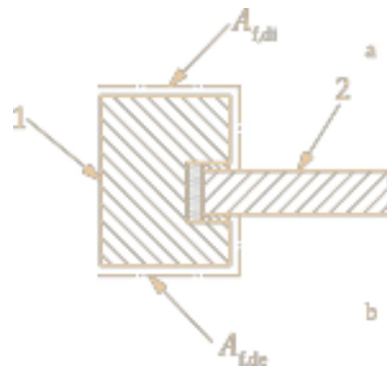
1 Verglasung

**Bild 1 — Darstellung der Glasfläche und der Umfangslänge**

### 6.3.1.4 Fläche der Rahmen

Bezüglich der Festlegung der Flächen siehe auch Bild 2.

- $A_{f,j}$  Raumseitige Projektion der Fläche des Rahmens:  
Die raumseitige Projektion der Fläche des Rahmens ist die Projektion des raumseitigen Rahmens, einschließlich beweglicher Rahmen, sofern vorhanden, auf eine Ebene parallel zur Glasfläche.
- $A_{fe}$  Außenseitige Projektion der Fläche des Rahmens:  
Die außenseitige Projektion der Fläche des Rahmens ist die Projektion des außenseitigen Rahmens, einschließlich beweglicher Rahmen, sofern vorhanden, auf eine Ebene parallel zur Glasfläche.
- $A_f$  Fläche des Rahmens:  
Die Fläche des Rahmens ist die größere der von beiden Seiten gesehenen Projektionsflächen.
- $A_{f,di}$  Raumseitige Abwicklung der Fläche des Rahmens:  
Die raumseitige Abwicklung der Fläche des Rahmens ist die Fläche des Rahmens, einschließlich beweglicher Rahmen, sofern vorhanden, der mit der Raumluft in Kontakt ist (siehe Bild 2).
- $A_{f,de}$  Außenseitige Abwicklung der Fläche des Rahmens:  
Die außenseitige Abwicklung der Fläche des Rahmens, einschließlich beweglicher Rahmen, sofern vorhanden, der mit der Außenluft in Kontakt ist (siehe Bild 2J).



#### Legende

- 1 Rahmen
- 2 Verglasung
- a raumseitig
- b außenseitig

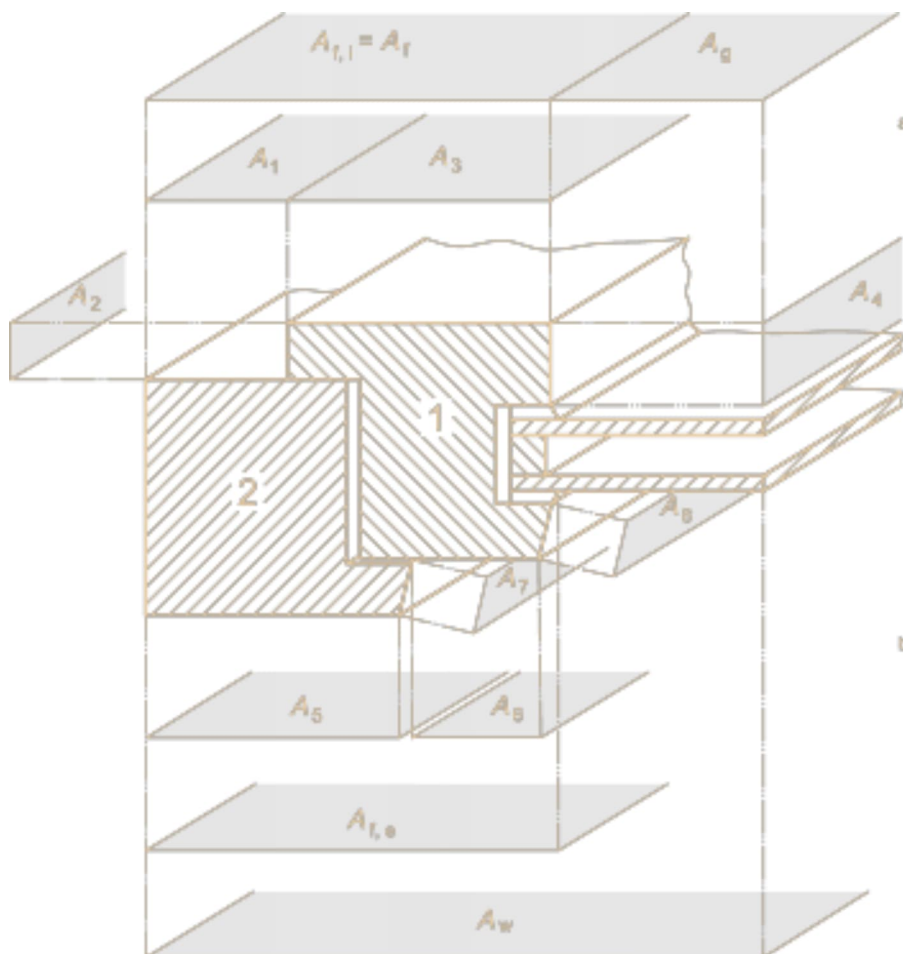
**Bild 2 — Raumseitige und außenseitige abgewinkelte Fläche**

### 6.3.1.5 Fensterfläche und Türfläche

Die Fensterfläche  $A_w$  oder die Türfläche  $A_D$ ;  $A$  ist die Summe der Fläche des Rahmens  $A_f$  und der Glasfläche  $A_g$  (oder der Füllungsfläche  $A_p$ ).

Die Fläche des Rahmens und die Glasfläche werden durch die Kanten des Rahmens definiert, d. h. Dichtungen werden bei der Bestimmung der Flächen außer Acht gelassen.

Die Fenster- oder Türmaße (Höhe, Breite, Rahmenbreite und Rahmendicke) sind auf 1 mm zu bestimmen.



#### Legende

- |   |                      |                                         |
|---|----------------------|-----------------------------------------|
| 1 | Rahmen (beweglich)   | $A_f = \max (A_{f1} \text{ p } A_{fe})$ |
| 2 | Rahmen (feststehend) | $A_w = A_f + A_g$                       |
| a | raumseitig           | $A_{f,di} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$      |
| b | außenseitig          | $A_{f,de} = A_5 + A_6 + A_7 + A_8$      |

ANMERKUNG 1 Die Fläche des Rahmens  $A_f$  beinhaltet den feststehenden Rahmen und jeden beweglichen Rahmen oder Flügelrahmen.

ANMERKUNG 2 Tropfwannen und ähnliche vorstehende Komponenten werden nicht als Teil der abgewinkelten Fläche angesehen.

**Bild 3 — Darstellung der verschiedenen Flächen**

## 6.3.2 Wärmetechnische Kenngrößen

### 6.3.2.1 Allgemeines

In Tabelle 4 sind die wärmetechnischen Kenngrößen der Fenster-/Türkomponenten angegeben, die für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters oder der Tür erforderlich sind.

**Tabelle 4 — Bezeichnungen für wärmetechnische Kenngrößen der Fenster-/Türkomponenten**

Beschreibung	Symbol	Einheit	Bereich	Ursprung	Veränderlich
Wärmedurchgangskoeffizient eines Rahmens	$U_f$	$W/(m^2 \cdot K)$	0 bis $\infty$	ISO10077-2 oder EN12412-2 oder Anhang F	nein
Wärmedurchgangskoeffizient einer Verglasung	$U_g$	$W/(m^2 \cdot K)$	0 bis $\infty$	ISO10291 für den gemessenen Wert (GHP), ISO10292 für den berechneten Wert oder ISO10293 für den gemessenen Wert (HFM) (oder siehe Punkte 1, 2 oder 3 in Tabelle C.1)	nein
längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten Einflusses von Verglasung, Abstandhalter und Rahmen	$\psi_g$	$W/(m \cdot K)$	0 bis $\infty$	Anhang G oder ISO10077-2	nein
Wärmedurchgangskoeffizient einer opaken Füllung	$U_p$	$W/(m^2 \cdot K)$	0 bis $\infty$	ISO 6946 oder ISO10211 oder EN12664/EN 12667	nein
längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten Einflusses von Füllung, Abstandhalter und Rahmen	$\psi_p$	$W/(m \cdot K)$	0 bis $\infty$	ISO10077-2	nein
längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten Einflusses von Sprosse und Verglasung	$\psi_{sgb}$	$W/(m \cdot K)$	0 bis $\infty$	Anhang G oder ISO10077-2	nein

### 6.3.2.2 Rahmen

Der Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens  $D_f$  ist mittels des Heizkastenverfahrens nach EN12412-2 oder durch eine numerische Berechnung nach ISO10077-2 zu bestimmen.

$D_f$  für Dachfenster ist entweder

- nach ISO10077-2 zu berechnen oder
- nach EN12412-2 mit Proben, die bündig mit der kalten Seite in die Öffnung des Prüfrahmens nach ISO12567-2 eingebaut werden, zu ermitteln.

Für andere Fenster ist  $D_f$

- nach ISO10077-2 zu berechnen,
- nach EN12412-2 zu messen oder
- aus Anhang H zu entnehmen.

### 6.3.2.3 Verglasung

#### 6.3.2.3.1 Einfachverglasung

Der Wärmedurchgangskoeffizient  $D_g$  einer Einfachverglasung bzw. eines einfachen Verbundglases ist nach Gleichung (1) zu berechnen:

$$U_g = \frac{1}{R_{se} + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{si}} \quad (1)$$

Dabei ist

- $R_{se}$  der außenseitige Wärmeübergangswiderstand;
- $\lambda_j$  die Wärmeleitfähigkeit von Glas oder des Materialverbundes  $j$ ;
- $d_j$  die Dicke des Glases oder des Materialverbundes  $j$ ;
- $R_{si}$  der raumseitige Wärmeübergangswiderstand.

Fehlen entsprechende Angaben für das betreffende Glas, muss der Wert  $\lambda = 1,0 \text{ W/(m·K)}$  eingesetzt werden.

#### 6.3.2.3.2 Mehrfachverglasung

Der Wärmedurchgangskoeffizient von Mehrfachverglasung  $D_g$  muss nach ISO10291 für den gemessenen Wert (GHP), ISO10292 für den berechneten Wert oder ISO10293 für den gemessenen Wert (HFM) ermittelt werden (oder siehe Punkt 1, 2 oder 3 in Tabelle C.1).

### 6.3.2.4 Füllung/Türblätter

Der Wärmedurchgangskoeffizient von Füllungen oder opaken Türblättern ausschließlich des Rahmens und ohne inhomogene Bereiche (mit nur senkrecht zum Wärmestrom unterschiedlichen Schichten) kann mit dem Wärmestrommessplatten-Gerät nach ISO8301 oder mit dem Plattengerät nach ISO8302 ermittelt werden. Alternativ dürfen EN12664 oder EN12667 angewendet werden. Gleichung (8) wird zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Tür mit  $A_g = 0$  berechnet.



Alternativ kann der Wärmedurchgangskoeffizient der Türblätter nach ISO6946 berechnet werden, vorausgesetzt, dass das Verhältnis der Wärmeleitfähigkeiten zweier unterschiedlicher Materialien innerhalb der Tür (ohne Berücksichtigung der Schrauben, Nägel usw.) nicht 1:5 überschreitet; dieses Verfahren schließt die Berechnung der höchsten relativen Messabweichung ein, die kleiner als 10 % sein sollte.

Wenn die höchste relative Messabweichung mehr als 10 % beträgt oder das Verhältnis der Wärmeleitfähigkeiten der unterschiedlichen Materialien größer als 1:5 ist, muss eine numerische Berechnung nach ISO10077-2 und/oder nach ISO10211 durchgeführt werden.

### 6.3.2.5 Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient

Sowohl  $\psi$  als auch  $\psi_{gl}$  schließen eine wärmetechnische Wechselwirkung von Rahmen und Verglasung (oder opaker Füllung) aus. Das wird durch den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten  $\psi_{gl}$  und/oder  $\psi_p$  berücksichtigt, der entweder in dieser Norm tabellarisch aufgeführt ist oder nach dem numerischen Verfahren in ISO10077-2 berechnet wird.

$\psi_{gl}$  schließt den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten  $\psi_{gl}$  infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Verglasung und Sprosse aus (siehe 6.4.2).

Bei einer Einfachverglasung ist der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung  $\psi_{gl}$  gleich null (keine Wirkung des Abstandhalters) zu setzen, weil eine Korrektur vernachlässigbar ist.

$\psi_p$  darf gleich Null gesetzt werden, wenn

- die raumseitigen und außenseitigen Beläge der opaken Füllung aus einem Material mit einer Wärmeleitfähigkeit  $< 0,5 \text{ W/(m·K)}$  sind und
- die Wärmeleitfähigkeit von Füllmaterial an den Kanten der Füllung weniger als  $0,5 \text{ W/(m·K)}$  beträgt.

In anderen Fällen ist  $\psi_p$  nach ISO10077-2 zu berechnen.

### 6.3.2.6 Andere Themen

Sind keine Mess- oder Rechenwerte vorhanden, dürfen die Werte der Anhänge D bis H verwendet werden.

Wenn die Ergebnisse zum Vergleich der Eigenschaften verschiedener Fensterausführungen verwendet werden, muss die Herkunft der numerischen Werte der Parameter für jede Tür oder jedes Fenster im Vergleich identisch sein.

## 6.4 Berechnungsverfahren

### 6.4.1 Anwendbarer Zeitschritt

Beim Wärmedurchgangskoeffizienten eines Fensters oder einer Tür, der nach diesem Dokument bestimmt wird, handelt es sich um eine stationäre Eigenschaft, die auch als Eingabe für dynamische (z. B. stündliche) Gebäudeberechnungen verwendet werden kann, da die Zeitkonstante dieser Art von Bauteil im Vergleich zu vielen opaken Elementen vernachlässigbar ist.

Abhängig von der Art des Produktes oder der Einheit können jedoch einige Eigenschaften und demnach der berechnete Wärmedurchgangskoeffizient durch die Randbedingungen beeinflusst werden. Die Anweisung, ob und wie dies berücksichtigt werden muss, wird in den Normen angegeben, die das Ergebnis dieses Dokuments als Eingabedaten verwenden.

Zudem können einige Produkte oder Einheiten verschiedene Funktionsweisen haben: Teile, die zeit- oder zustandsabhängig geöffnet, bewegt oder entfernt werden können. Das Ergebnis kann je nach Funktionsweise anders ausfallen.

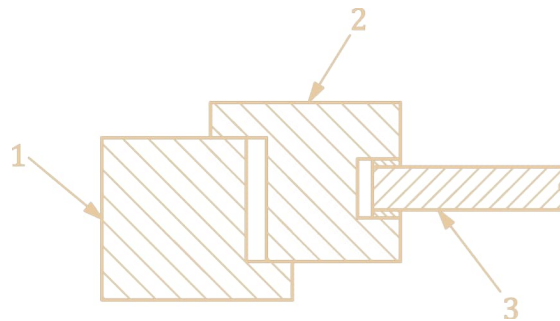
ANMERKUNG ISO52016-1 beinhaltet Verfahren für die Handhabung von Bauteilen mit verschiedenen Funktionsweisen (dynamische transparente Bauteile) bei der Berechnung des Heiz- und Kühlenergiebedarfs und der Innentemperatur eines Gebäudes.

## 6.4.2 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten

### 6.4.2.1 Fenster

#### 6.4.2.1.1 Einfach verglaste Fenster

Eine Darstellung eines einfach verglasten Fensters ist in Bild 4 gegeben.



#### Legende

- 1 Rahmen (feststehend]
- 2 Rahmen (beweglich]
- 3 Verglasung (einfach oder mehrfach]

**Bild 4 — Darstellung eines einfach verglasten Fensters**

Der Wärmedurchgangskoeffizient eines einfach verglasten Fensters ( $\psi_w$  ist nach Gleichung (2) zu berechnen:

$$\psi_w \sim \frac{\frac{1}{\psi_{g1}} + \frac{1}{\psi_{g2}} + \dots + \frac{1}{\psi_{gn}} + \frac{1}{\psi_{f1}} + \frac{1}{\psi_{f2}} + \dots + \frac{1}{\psi_{fn}} + \frac{1}{\psi_{s1}} + \frac{1}{\psi_{s2}} + \dots + \frac{1}{\psi_{sn}}}{\frac{1}{\psi_{g1}} + \frac{1}{\psi_{g2}} + \dots + \frac{1}{\psi_{gn}} + \frac{1}{\psi_{f1}} + \frac{1}{\psi_{f2}} + \dots + \frac{1}{\psi_{fn}} + \frac{1}{\psi_{s1}} + \frac{1}{\psi_{s2}} + \dots + \frac{1}{\psi_{sn}}} \quad [2]$$

Dabei ist

$\psi_{gi}$  der Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung, ermittelt nach ISO10291 für den gemessenen Wert (GHP], ISO10292 für den berechneten Wert oder ISO10293 für den gemessenen Wert (HFM] (oder siehe Punkt 1, 2 oder 3 in Tabelle C.1];

$\psi_{fi}$  der Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens, ermittelt nach 6.3.2;

$\psi_{pi}$  der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Glas, Abstandhalter und Rahmen, ermittelt nach 6.3.2;

$\psi_{si}$  der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Glas und Sprosse, ermittelt nach 6.3.2.

Die weiteren Symbole sind in 6.3 definiert. Die in Gleichung (2) angegebenen Summierungen berücksichtigen die verschiedenen Teile der Verglasung bzw. des Rahmens, z. B. werden mehrere Werte für  $\psi_f$  benötigt, wenn verschiedene Werte für  $\psi_f$  für Fensterbank, Fensterkopf, Fensterleibung und trennende Bauteile gelten.

Bei Verwendung von opaken Füllungen und Verglasungen wird  $l/w$  nach Gleichung (3) berechnet:

$$U_w \sim \frac{\sum A_g U_g + Z W + Z_p + Z_g + W + Z/gb}{A_f + A_e + A_p} \quad (3)$$

Dabei ist

$U_g$  der Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung, ermittelt nach ISO10291 für den gemessenen Wert (GHP), ISO10292 für den berechneten Wert oder ISO10293 für den gemessenen Wert (HFM) (oder siehe Punkte 1, 2 oder 3 in Tabelle C.1);

$U_f$  der Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens, ermittelt nach 6.3.2;

$l/p$  der Wärmedurchgangskoeffizient der Füllung, ermittelt nach 6.3.2;

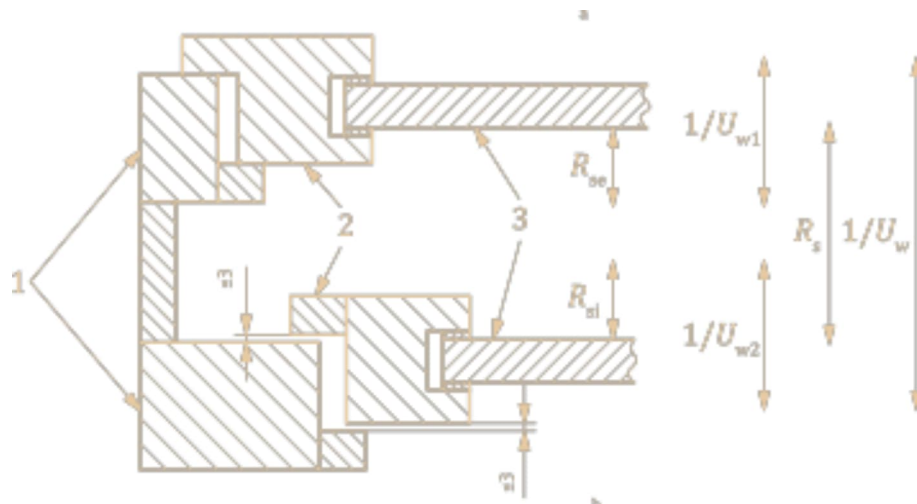
$\Psi_g$  der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Glas, Abstandhalter und Rahmen, ermittelt nach 6.3.2;

$\Psi_p$  der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Füllung, Abstandhalter und Rahmen, ermittelt nach 6.3.2;

$\Psi_{gh}$  der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Glas und Sprosse, ermittelt nach 6.3.2.

#### 6.4.2.1.2 Kastenfenster

Maße in Millimeter



#### Legende

- 1 Rahmen (feststehend)
- 2 Rahmen (beweglich)
- 3 Verglasung (einfach oder mehrfach)
- a raumseitig
- b außenseitig

**Bild 5 — Darstellung eines Kastenfensters**

Der Wärmedurchgangskoeffizient  $U_w$  eines Systems, das aus zwei separaten Fenstern besteht, ist nach Gleichung (4) zu berechnen:

$$U_w = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{si}} + R_{se} + \frac{1}{\alpha_{se}} + \frac{1}{\alpha_{si}} + R_s + \frac{1}{\alpha_{se}} + \frac{1}{\alpha_{si}} + R_{se} + \frac{1}{\alpha_{se}} + \frac{1}{\alpha_{si}}} \quad (4)$$

Dabei ist

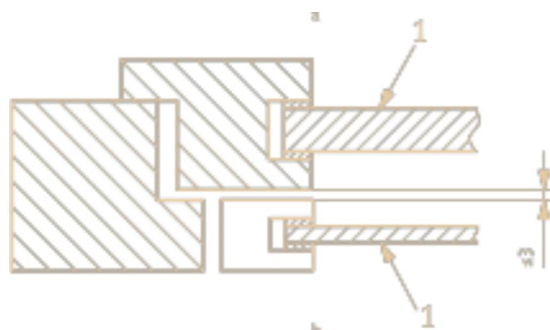
- $\alpha_{w1}, \alpha_{w2}$  der Wärmedurchgangskoeffizient des äußeren bzw. inneren Fensters, berechnet nach Gleichung (2);
- $\alpha_{si}$  der raumseitige Übergangswiderstand des äußeren Fensters, wenn allein angewendet;
- $R_{se}$  der außenseitige Übergangswiderstand des inneren Fensters, wenn allein angewendet;
- $R_s$  der Wärmedurchlasswiderstand des Raumes zwischen den Verglasungen der beiden Fenster.

ANMERKUNG Typische Werte für  $\alpha_{si}$  und  $R_{se}$  sind im Anhang D und für  $R_s$  im Anhang E angegeben.

Überschreitet eine der Öffnungen in Bild 5 einen Wert von 3 mm und wurden keine Maßnahmen ergriffen, um einen übermäßigen Luftaustausch mit der Außenluft zu verhindern, gilt das Verfahren nicht.

#### 6.4.2.1.3 Verbundfenster

Maße in Millimeter



#### Legende

- 1 Verglasung (einfach oder mehrfach)
- a raumseitig
- b außenseitig

**Bild 6 — Darstellung eines Verbundfensters**

Der Wärmedurchgangskoeffizient  $U_w$  eines Systems, das aus einem Rahmen und zwei separaten beweglichen Rahmen oder Flügelrahmen besteht, ist nach Gleichung(1) zu berechnen. Um den Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_g$  der kombinierten Verglasung zu bestimmen, ist Gleichung(5) zu verwenden:

$$U_g = \frac{1}{\frac{1}{U_{g1}} + R_{s1} + R_s + R_{se} + \frac{1}{U_{g2}}} \quad (5)$$

Dabei ist

$U_{g1}, U_{g2}$  der Wärmedurchgangskoeffizient der äußeren bzw. inneren Verglasung, ermittelt nach ISO10291 für den gemessenen Wert (GHP), ISO10292 für den berechneten Wert oder ISO10293 für den gemessenen Wert (HFMJ (oder siehe Punkte 1, 2 oder 3 in Tabelle C.1);

$R_{si}$  der raumseitige Übergangswiderstand der äußeren Verglasung, wenn allein angewendet;

$R_{se}$  der außenseitige Übergangswiderstand der inneren Verglasung, wenn allein angewendet;

$R_s$  der Wärmedurchlasswiderstand der Luftschicht zwischen der inneren und äußeren Verglasung.

ANMERKUNG Werte für  $R_{si}$  und  $R_{se}$  sind im Anhang D und für  $R_s$  im Anhang E angegeben.

Überschreitet die Öffnung in Bild 6 einen Wert von 3 mm und wurden keine Maßnahmen ergriffen, um einen übermäßigen Luftaustausch mit der Außenluft zu verhindern, gilt das Verfahren nicht.

#### Ö.4.2.2 Fenster mit geschlossenen Abschlüssen oder Jalousien

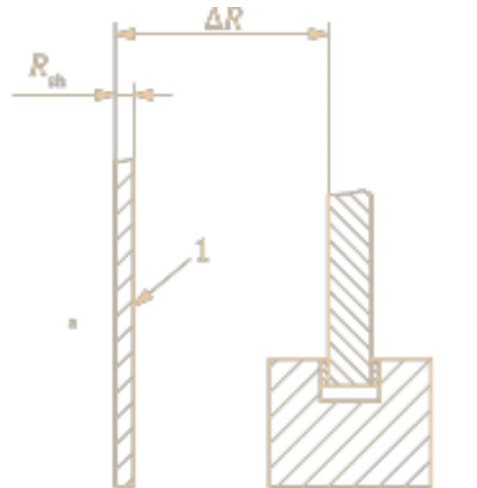
Ein Abschluss oder eine Jalousie auf der Außenseite eines Fensters bewirkt einen zusätzlichen Wärmedurchlasswiderstand aus der Luftschicht zwischen Abschluss bzw. Außenjalousie und Fenster und dem Abschluss bzw. der Außenjalousie selbst (siehe Bild 7). Der Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters mit geschlossenem Abschluss oder geschlossener Außenjalousie  $U_{ws}$  wird nach Gleichung(6) berechnet:

$$U_{ws} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + A R} \quad (6)$$

Dabei ist

$U_w$  der Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters, ermittelt nach Gleichungen (2), (3) oder (4) usw.;

$A R$  der zusätzliche Wärmedurchlasswiderstand durch die Luftschicht zwischen Abschluss/Außenjalousie und Fenster und geschlossenem Abschluss/geschlossener Außenjalousie selbst (siehe Bild 7).



### Legende

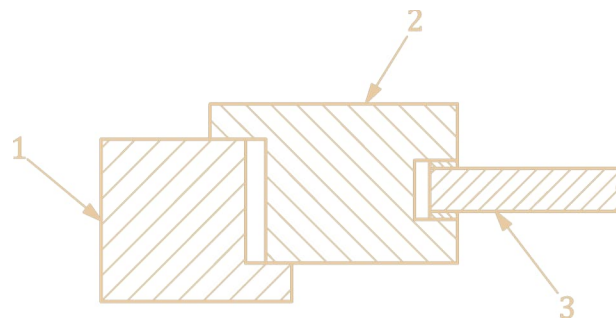
- 1 Abschluss/Jalousie
- a außenseitig
- b raumseitig

**Bild 7 — Fenster mit Abschluss oder Außenjalousie**

$A_E$  hängt von den Transmissionseigenschaften und der Luftdurchlässigkeit des Abschlusses/der Außenjalousie ab und ist nach den Punkten 4, 5 oder 6 in Tabelle C.1 zu bewerten.

### 6.4.2.3 Türen

#### 6.4.2.3.1 Vollverglaste Türen



### Legende

- 1 Rahmen (feststehend]
- 2 Rahmen (beweglich]
- 3 Verglasung (einfach oder mehrfach]

**Bild 8 — Darstellung einer Tür mit Verglasung**

Für Türen mit Vollverglasung wird der Wärmedurchgangskoeffizient  $V_D$  nach Gleichung [7] berechnet:

$$U_D = \frac{U_g + \frac{A_f}{A_g} U_f + \frac{Z_g}{Z_g} \psi_g + \frac{E}{Z_g} \psi_{gb}}{A_f + A_g} \quad (7)$$

Dabei ist

$A_f$ ,  $A_g$ ,  $Z_g$  und  $Z_{gb}$  jeweils die in 6.3.1 definierte Größe;

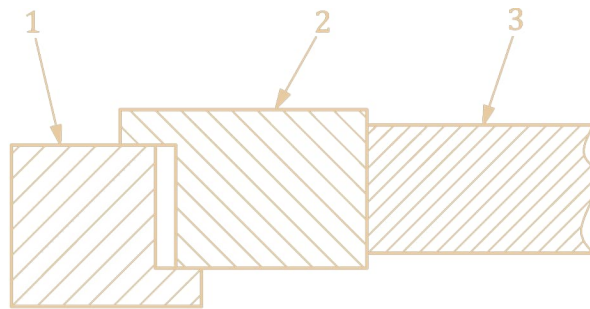
$U_g$  der Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung, ermittelt nach den Punkten 4, 5 oder 6 in Tabelle C.1,

$U_f$  der Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens, ermittelt nach 6.3.2;

$\psi_g$  der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Abstandhalter, Glas und Rahmen, ermittelt nach 6.3.2;

$\psi_{gb}$  der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Glas und Sprosse, ermittelt nach 6.3.2.

#### 6.4.2.3.2 Türen mit Verglasung und opaken Füllungen



##### Legende

- 1 Rahmen (feststehend)
- 2 Rahmen (beweglich)
- 3 opake Füllung

**Bild 9 — Schematische Darstellung einer Tür mit opaker Füllung**

Besteht die Tür aus Rahmen, Verglasung und opaken Füllungen, ist Gleichung (8) anzuwenden:

$$U_D = \frac{U_g + \frac{A_f}{A_g} U_f + \frac{A_p}{A_g} U_p + \frac{Z_g}{Z_g} \psi_g + \frac{E}{Z_g} \psi_{gb}}{A_f + A_g + A_p} \quad (8)$$

Dabei ist

$A_f$ ,  $A_g$ ,  $A_p$  /  $Z_p$  und  $Z_{gb}$  jeweils die in 6.3.1 definierte Größe;

$U_g$  der Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung, ermittelt nach den Punkten 4, 5 oder 6 in Tabelle C.1;

$U_f$  der Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens, ermittelt nach 6.3.2;

$U_p$  der Wärmedurchgangskoeffizient der opaken Füllung(en), ermittelt nach 6.3.2;

$V'_{g}$	der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Abstandhalter, Glas und Rahmen, ermittelt nach 6.3.2;
$'/p$	der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Füllung, Abstandhalter und Rahmen, ermittelt nach 6.3.2;
$\mathbb{V}_{gb}$	der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Glas und Sprosse, ermittelt nach 6.3.2.

## 7 Prüfbericht

### 7.1 Inhalt des Prüfberichts

Der Prüfbericht zur Berechnung muss Folgendes enthalten:

- eine Verweisung auf dieses Dokument, d. h. ISO 10077-1;
- eine Bezeichnung der Organisation, die die Berechnung durchführte;
- das Datum der Berechnung;
- die in 7.2, 7.2.1 und 7.2.2 aufgeführten Angaben.

### 7.2 Querschnittszeichnungen

Eine technische Zeichnung (vorzugsweise im Maßstab 1:1] mit den Querschnitten aller unterschiedlichen Rahmenteile, mit denen folgende Einzelheiten überprüft werden können, wie:

- Dicke, Höhe, Lage, Art und Anzahl der Dämmzonen (für Metallrahmen);
- Anzahl und Dicke der Hohlkammern (bei Kunststoffrahmen und Metallrahmen, bei denen Lufthohlräume mit Wärmeschränken in Verbindung gebracht werden);
- Vorhandensein und Lage von Metallaussteifungen (nur bei Kunststoffrahmen);
- Dicke von Holzrahmen und Dicke von Kunststoff- und PUR-(Polyurethan-)Rahmenmaterial;
- Dicke des Gas-Zwischenraumes, Angabe der Art des Gases und garantierter prozentualer Gasgehalt;
- Glasart und Dicke oder wärmetechnische Eigenschaften und Emissionsgrad der Oberflächen;
- Dicke und Aufbau von opaken Füllungen im Rahmen;
- raumseitige Projektion der Fläche des Rahmens  $A_{fi}$  und außenseitige Projektion der Fläche des Rahmens  $A_{fe}$ ;
- raumseitige Abwicklung der Fläche des Rahmens  $A_{di}$  und die außenseitige Abwicklung der Fläche des Rahmens  $A_{de}$  (nur für Metallrahmen);
- Lage der Verglasungsabstandhalter oder Randausbildung bei opaken Füllungen;
- Beschreibung aller Abschlüsse oder Außenjalousien.

Bei Metallrahmen mit punktförmig angeordneten Stiftverbindungen ist der Abstand zwischen den Stiften deutlich anzugeben.



### 7.2.1 Gesamtzeichnung von Fenster oder Tür

Eine Zeichnung des gesamten Fensters oder der gesamten Tür (von innen gesehen) mit den folgenden Angaben:

- verglaste Fläche  $A_g$  und/oder Fläche der opaken Füllung  $A_p$ ;
- Fläche des Rahmens  $A_f$ ;
- Umfangslänge der Verglasung  $l_g$  und/oder der opaken Füllungen  $l_p$ .

### 7.2.2 Werte für die Berechnung

Die Herkunft der in der Berechnung verwendeten Werte ist anzugeben.

- a) Falls Anhänge verwendet werden, ist dies deutlich anzugeben, und es ist auf die Tabellen in den Anhängen zu verweisen.
- b) Falls andere Quellen für die Ermittlung der  $U$ -,  $U_f$ - oder  $\psi$ -Werte verwendet werden, sind sie anzugeben. Es muss sichergestellt sein, dass diese anderen Quellen die gleichen Definitionen für die Flächen  $A_g$  und  $A_f$  und die Umfangslängen  $l_g$  und  $l_p$  verwenden.

### 7.2.3 Darstellung der Ergebnisse

Der nach diesem Dokument berechnete Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters oder der Tür ist mit zwei wertanzeigenden Ziffern anzugeben.

## **Anhang A** (normativ)

### **Datenblatt zur Eingabe und zur Verfahrensauswahl — Vorlage**

#### **A.1 Allgemeines**

Die Vorlage in Anhang A dieses Dokuments muss verwendet werden, um die Verfahrensauswahl, die erforderlichen Eingabedaten und die Verweisungen auf andere Dokumente festzulegen.

ANMERKUNG 1 Um die Einheitlichkeit der Daten sicherzustellen reicht es nicht aus, diese Vorlage zu befolgen.

ANMERKUNG 2 Informative Standardauswahlmöglichkeiten finden sich in Anhang B. Alternative Werte und Auswahlmöglichkeiten können durch nationale/regionale Regelungen auferlegt werden. Wenn die Standardwerte und -auswahlmöglichkeiten aus Anhang B aufgrund nationaler/regionaler Regelungen, Grundsätze oder nationaler Traditionen nicht übernommen werden, wird Folgendes erwartet:

- nationale oder regionale Behörden erarbeiten Datenblätter mit den nationalen oder regionalen Werten und Auswahlmöglichkeiten, die der Vorlage in Anhang A entsprechen; oder
- die nationale Normungsorganisation fügt diesem Dokument standardmäßig einen nationalen Anhang (Anhang NA) hinzu, der mit der Vorlage in Anhang A übereinstimmt und der die nationalen oder regionalen Werte und Auswahlmöglichkeiten in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Vorschriften festlegt.

ANMERKUNG 3 Die Vorlage in Anhang A lässt sich für verschiedene Anwendungen (z. B. Entwerfen eines neuen Gebäudes, Zertifizierung eines neuen Gebäudes, Renovierung eines bestehenden Gebäudes und Zertifizierung eines bestehenden Gebäudes) und für verschiedene Arten von Gebäuden (z. B. kleine oder einfache Gebäude und große oder komplexe Gebäude) einsetzen. Eine Unterscheidung bei Werten und Auswahlmöglichkeiten könnte für unterschiedliche Anwendungen und Gebäudearten wie folgt vorgenommen werden:

- durch Hinzufügen von Spalten oder Zeilen (eine für jede Anwendung), falls die Vorlage dies zulässt;
- durch Aufnahme mehrerer Versionen einer Tabelle (eine für jede Anwendung), die die Reihennummern a, b, c usw. erhalten, zum Beispiel: Tabelle NA.3a, Tabelle NA.3b;
- durch Entwicklung verschiedener nationaler/regionaler Datenblätter für die gleiche Norm. Wenn es nationale Anhänge zur Norm gibt, erhalten diese Reihennummern (Anhang NA, Anhang NB, Anhang NC, ...).

ANMERKUNG 4 Im Abschnitt „Einleitung“ eines nationalen/regionalen Datenblattes können Informationen hinzugefügt werden, zum Beispiel zu geltenden nationalen/regionalen Regelungen.

ANMERKUNG 5 Zu bestimmten Eingabewerten, die beim Nutzer erhoben werden, könnte ein Datenblatt entsprechend der Vorlage in Anhang A eine Verweisung auf nationale Abläufe zur Bewertung der benötigten Eingabedaten enthalten. Beispielsweise könnte eine Verweisung auf ein nationales Bewertungsprotokoll Entscheidungsbäume, Tabellen und Vorberechnungen enthalten.

Die grau hinterlegten Felder in den Tabellen sind Teil der Vorlage und folglich nicht für Eintragungen gedacht.

## A.2 Verweisungen

Die Verweisungen, die durch die Modul-Codenummer bezeichnet werden, werden in Tabelle A.1 (Vorlage) angegeben.

**Tabelle A.1 — Verweisungen**

Verweisung	Bezugsdokument	
	Nummer	Titel
Mx-y <sup>a</sup>	...	...
	...	...
<sup>a</sup> In diesem Dokument sind keine Auswahlmöglichkeiten hinsichtlich Verweisungen auf andere EPB-Normen enthalten. Die Tabelle ist beibehalten worden, um die Einheitlichkeit zwischen allen EPB-Normen zu erhalten.		

## A.3 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Fensters oder einer Tür

ANMERKUNG Derzeit gibt es in diesem Dokument keine Auswahl von Verfahren und den vorgesehenen erforderlichen Eingabedaten, die, wie in A.1 erläutert, für die Ausführung offengelassen werden müssen. Um der Notwendigkeit der Übereinstimmung mit allen anderen EPB-Normen Rechnung zu tragen und ganz deutlich zu machen, dass die Auswahl in diesem Dokument nicht offengelassen wurde, werden Anhang A und Anhang B beibehalten.

## **Anhang B** (informativ)

### **Datenblatt zur Eingabe und zur Verfahrensauswahl — Standardauswahlmöglichkeiten**

#### **B.1 Allgemeines**

Die Vorlage in Anhang A dieses Dokuments muss verwendet werden, um die Verfahrensauswahl, die erforderlichen Eingabedaten und die Verweisungen auf andere Dokumente festzulegen.

ANMERKUNG 1 Um die Einheitlichkeit der Daten sicherzustellen reicht es nicht aus, diese Vorlage zu befolgen.

ANMERKUNG 2 Informative Standardauswahlmöglichkeiten finden sich in Anhang B. Alternative Werte und Auswahlmöglichkeiten können durch nationale / regionale Regelungen auferlegt werden. Wenn die Standardwerte und -auswahlmöglichkeiten aus Anhang B aufgrund nationaler / regionaler Regelungen, Grundsätze oder nationaler Traditionen nicht übernommen werden, wird Folgendes erwartet:

- nationale oder regionale Behörden erarbeiten Datenblätter mit den nationalen oder regionalen Werten und Auswahlmöglichkeiten, die der Vorlage in Anhang A entsprechen; oder
- die nationale Normungsorganisation fügt diesem Dokument standardmäßig einen nationalen Anhang (Anhang NA) hinzu, der mit der Vorlage in Anhang A übereinstimmt und der die nationalen oder regionalen Werte und Auswahlmöglichkeiten in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Vorschriften festlegt.

ANMERKUNG 3 Die Vorlage in Anhang A lässt sich für verschiedene Anwendungen (z.B. Entwerfen eines neuen Gebäudes, Zertifizierung eines neuen Gebäudes, Renovierung eines bestehenden Gebäudes und Zertifizierung eines bestehenden Gebäudes) und für verschiedene Arten von Gebäuden (z.B. kleine oder einfache Gebäude und große oder komplexe Gebäude) einsetzen. Eine Unterscheidung bei Werten und Auswahlmöglichkeiten könnte für unterschiedliche Anwendungen und Gebäudearten wie folgt vorgenommen werden:

- durch Hinzufügen von Spalten oder Zeilen (eine für jede Anwendung), falls die Vorlage dies zulässt;
- durch Aufnahme mehrerer Versionen einer Tabelle (eine für jede Anwendung), die die Reihennummern a, b, c usw. erhalten, zum Beispiel: Tabelle NA.3a, Tabelle NA.3b;
- durch Entwicklung verschiedener nationaler/regionaler Datenblätter für die gleiche Norm. Wenn es nationale Anhänge zur Norm gibt, erhalten diese Reihennummern (Anhang NA, Anhang NB, Anhang NC, ...).

ANMERKUNG 4 Im Abschnitt „Einleitung“ eines nationalen/regionalen Datenblattes können Informationen hinzugefügt werden, zum Beispiel zu geltenden nationalen/regionalen Regelungen.

ANMERKUNG 5 Zu bestimmten Eingabewerten, die beim Nutzer erhoben werden, könnte ein Datenblatt entsprechend der Vorlage in Anhang A eine Verweisung auf nationale Abläufe zur Bewertung der benötigten Eingabedaten enthalten. Beispielsweise könnte eine Verweisung auf ein nationales Bewertungsprotokoll Entscheidungsbäume, Tabellen und Vorberechnungen enthalten.

Die grau hinterlegten Felder in den Tabellen sind Teil der Vorlage und folglich nicht für Eintragungen gedacht.

## B.2 Verweisungen

Die Verweisungen, die durch die Modul-Codenummer bezeichnet werden, werden in Tabelle B.1 angegeben.

**Tabelle B.1 — Verweisungen**

Verweisung	Bezugsdokument	
	Nummer	Titel
Mx-y <sup>a</sup>	...	...
	...	...

<sup>a</sup> In diesem Dokument sind keine Auswahlmöglichkeiten hinsichtlich Verweisungen auf andere EPB-Normen enthalten. Die Tabelle ist beibehalten worden, um die Einheitlichkeit zwischen allen EPB-Normen zu erhalten.

## B.3 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Fensters oder einer Tür

ANMERKUNG Derzeit gibt es in diesem Dokument keine Auswahl von Verfahren und den vorgesehenen erforderlichen Eingabedaten, die, wie in B.1 erläutert, für die Ausführung offengelassen werden müssen. Um der Notwendigkeit der Übereinstimmung mit allen anderen EPB-Normen Rechnung zu tragen und ganz deutlich zu machen, dass die Auswahl in diesem Dokument nicht offengelassen wurde, werden Anhang A und Anhang B beibehalten.

## Anhang C (normativ)

### Regionale Verweisungen in Übereinstimmung mit der ISO Global Relevance Policy

Durch die Angabe von anderen Normen enthält dieses Dokument bestimmte alternative Verfahren, um bestehende nationale und/oder regionale Vorschriften und/oder Rechtssysteme zu berücksichtigen und gleichzeitig die globale Relevanz aufrechtzuerhalten.

Die nach den Abschnitten dieses Dokuments anzuwendenden Normen sind in Tabelle C.1 aufgeführt.

**Tabelle C.1 — Regionale Verweisungen in Übereinstimmung mit der ISO Global Relevance Policy**

Gegenstand		Global	CEN-Gebiet <sup>a</sup>
<b>Wärmedurchgangskoeffizient: Verglasung</b>			
1	berechneter Wert	ISO10292	EN 673
2	gemessener Wert (GHP-Vorrichtung]	ISO10291	EN 674
3	gemessener Wert (HFM-Vorrichtung]	ISO10293	EN 675
<b>Zusätzlicher Wärmedurchlasswiderstand AR</b>			
4	Luftdurchlässigkeit	EN13125	EN13125
5	Wärmedurchlasswiderstand von Abschlüssen und Jalousien in Abhängigkeit vom Produkttyp	EN13659 (abhängig vom Produkt]	EN13659 (abhängig vom Produkt]
6	Wärmedurchlasswiderstand von Abschlüssen und Jalousien in Abhängigkeit vom Produkttyp	EN13561 (abhängig vom Produkt]	EN13561 (abhängig vom Produkt]
<sup>a</sup> CEN-Gebiet= Länder, deren nationale Normungsinstitute Mitglied im GEN sind. Es wird darauf hingewiesen, dass EU-Richtlinien, die in nationale gesetzliche Bestimmungen überführt wurden, eingehalten werden müssen.			

## Anhang D (normativ)

### Raumseitige und außenseitige Wärmeübergangswiderstände

Für typische Emissionsgrade ( $> 0,8$ ) der raumseitigen und außenseitigen Glasoberflächen sind Werte aus Tabelle D.1 für die Wärmeübergangswiderstände  $R_{se}$  und  $R_{si}$  zu verwenden.

**Tabelle D.1 — Wärmeübergangswiderstände**

Lage des Fensters	Raumseitig $R_{si}$ $m^2 \cdot K/W$	Außenseitig $R_{se}$ $m^2 \cdot K/W$
vertikal oder bei Neigung $a$ der Verglasung zur Horizontalen derart, dass $90^\circ > a > 60^\circ$ (Richtung des Wärmestroms $\pm 30^\circ$ zur horizontalen Ebene)	0,13	0,04
horizontal oder bei Neigung $a$ der Verglasung zur Horizontalen derart, dass $60^\circ > a > 0^\circ$ (Richtung des Wärmestroms $> 30^\circ$ zur horizontalen Ebene)	0,10	0,04

$R_{si}$  kann für spezielle Fälle, z. B. bei Beschichtungen mit niedrigem Emissionsgrad auf der raumseitigen Scheibenoberfläche, nach ISO 10292 (oder siehe Punkt 1 in Tabelle C.1) berechnet werden. Dabei kann der Wärmeübergangskoeffizient durch Konvektion nach ISO 6946 für den horizontalen Wärmestrom verwendet werden, wenn  $a > 60^\circ$ , und für den Wärmestrom aufwärts, wenn  $a < 60^\circ$ .

## Anhang E (normativ)

### Wärmedurchlasswiderstand von Luftschichten zwischen Verglasungen und Wärmedurchgangskoeffizient von Verbundverglasungen, Zweischeiben- oder Dreischeibenverglasungen

In Tabelle E.1 sind einige Wärmedurchlasswiderstandswerte  $R_s$  von Luftschichten für Zweischeibenverglasungen angegeben, die nach ISO 10292 (oder siehe Punkt 1 in Tabelle C.1) berechnet sind. Die Werte gelten für:

- vertikal angeordnete Fenster,
- mit Luft gefüllte Zwischenräume,
- den Fall, dass beide Seiten unbeschichtet sind oder bei einer einseitigen Beschichtung mit niedrigem Emissionsgrad,
- eine mittlere Temperatur des Glases von 283 K und eine Temperaturdifferenz von 15 K zwischen den beiden äußeren Glasoberflächen.

Für Dreischeiben-Isolierverglasung und für andere Neigungen als vertikal ist das in ISO 10292 (oder siehe Punkt 1 in Tabelle C.1) angegebene Verfahren anzuwenden.

**Tabelle E.1 — Wärmedurchlasswiderstand von unbelüfteten Luftzwischenräumen für Verbund- und Kastenfenster**

Dicke des Luftraums  mm	Wärmedurchlasswiderstand $R_s$ m <sup>2</sup> ·K/W				
	einseitige Beschichtung mit normalem Emissionsgrad von:				beide Seiten unbeschichtet
	0,1	0,2	0,4	0,8	
6	0,211	0,191	0,163	0,132	0,127
9	0,299	0,259	0,211	0,162	0,154
12	0,377	0,316	0,247	0,182	0,173
15	0,447	0,364	0,276	0,197	0,186
50	0,406	0,336	0,260	0,189	0,179

Bei breiten Luftschichten, z. B. in Kastenfenstern oder Türen, ergibt die Berechnung nach ISO 10292 (oder Punkt 1 in Tabelle C.1) keine korrekten Werte. Für solche Fälle werden detaillierte Gleichungen in ISO 15099 angegeben, oder es können andere Berechnungsverfahren oder Messungen angewendet werden.



## Anhang F (normativ)

### Wärmedurchgangskoeffizient von Rahmen

#### F.1 Allgemeines

Die bevorzugten Verfahren zur Ermittlung der Werte des Wärmedurchgangskoeffizienten von Rahmen sind numerische Berechnungsverfahren (z. B. finites Elemente-Verfahren, finites Differenzverfahren, Randelement] nach ISO10077-2 sowie Direktmessungen mit dem Heizkastenverfahren nach EN12412-2. Wenn keine anderen Angaben vorliegen, können die Werte aus den folgenden Tabellen und Kurven in diesem Anhang zur Berechnung der Rahmen von vertikalen Fenstern verwendet werden.

Alle Wertangaben dieses Anhangs beziehen sich nur auf die vertikale Lage. Tabelle F.1, Bild F.2 und Bild F.4 enthalten für übliche Rahmenarten typische Werte, die verwendet werden können, wenn spezifische Mess- oder Berechnungsergebnisse für den betreffenden Rahmen nicht verfügbar sind.

ANMERKUNG Die Werte beruhen auf einer großen Anzahl von Messwerten sowie auf mathematisch beurteilten Werten, die mit numerischen Berechnungsverfahren bestimmt wurden.

Die Werte von Tabelle F.1 und Bild F.2 enthalten den Einfluss der abgewinkelten Flächen. Die Werte in Bild F.4 werden von Messungen der Oberflächentemperatur abgeleitet, und eine Korrektur für die abgewinkelten Flächen ist erforderlich.

Die Werte für  $\psi$  in Tabelle F.1 und den Bildern F.2 und F.4 gelten nicht für Schiebefenster; das Prinzip von Gleichung (G.1] kann jedoch angewendet werden.

Die zukünftige Entwicklung sollte nicht durch Tabellenwerte von  $\psi$  eingeschränkt werden. Werte für Rahmen, die in den Tabellen nicht beschrieben sind, sollten durch Messung oder Berechnung bestimmt werden.

Besonders bei Aluminiumprofilen mit wärmetechnischer Trennung ergibt sich das Problem, dass die Rahmenwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten durch eine Reihe von Konstruktionsmerkmalen beeinflusst werden, wie z. B.

- Abstand  $d$  zwischen den Aluminiumschalen,
- Breite  $b$  des Stoffes in der Dämmzone,
- Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs,
- Verhältnis der Breite der wärmetechnischen Trennung zur Projektionsbreite des Rahmens.

Eine wärmetechnische Trennung kann nur dann als eine solche angesehen werden, wenn sie die Metallschalen der Kaltseite vollständig von den Metallschalen der Warmseite trennt.

Die Werte in diesem Anhang beruhen auf  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{-K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{-K/W}$ .

In der Praxis ist es üblich, „Profilsysteme“ zu produzieren, die eine große Anzahl verschiedener Rahmen enthalten. Profilsysteme decken einen weiten Bereich geometrischer Formen ab, weisen aber gleichzeitig vergleichbare wärmetechnische Eigenschaften auf. In diesen Gruppen von Rahmen sind die wichtigsten Einflussgrößen, wie z. B. Abmessung, Werkstoff und Art der wärmetechnischen Trennung, gleich. Der Wärmedurchgangskoeffizient eines Profils oder eine Kombination von Profilen in einem „Profilsystem“ kann folgendermaßen beurteilt werden:




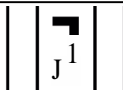
- durch Anwendung des Höchstwertes von  $U_f$  der Profile oder Kombination von Profilen im Profilsystem oder
- mit einem Trenddiagramm, das die Beziehung zwischen  $U_f$  und definierten geometrischen Eigenschaften zeigt.

Im zweiten Fall werden die Messpunkte für das Trenddiagramm an ausgewählten Querschnitten der Profile aus dem betreffenden Profilsystem bewertet. Detaillierte Verfahren werden in den Literaturhinweisen [5], [6] und [7] beschrieben.

## F.2 Kunststoffrahmen

Die Tabelle F.1 gibt Näherungswerte für Kunststoffrahmen mit Metallaussteifungen wieder. Wenn keine anderen Werte verfügbar sind, können die Werte von Tabelle F.1 für Rahmen ohne Metallaussteifung ebenfalls verwendet werden.

**Tabelle F.1 — Wärmedurchgangskoeffizienten von Kunststoffrahmen mit Metallaussteifungen**

Rahmenmaterial	Rahmentyp	$U_f$ W/(m <sup>2</sup> -K)
Polyurethan	mit Metallkern Dicke von PUR > 5 mm	2,8
PVC-Hohlprofile <sup>a</sup>	zwei Hohlkammern 	2,2
	außenseitig  raumseitig	
	drei Hohlkammern 	2,0
	außenseitig  raumseitig	

<sup>a</sup> mit einem Abstand von mindestens 5 mm zwischen den Wandflächen der Hohlkammern (siehe Bild F.1).

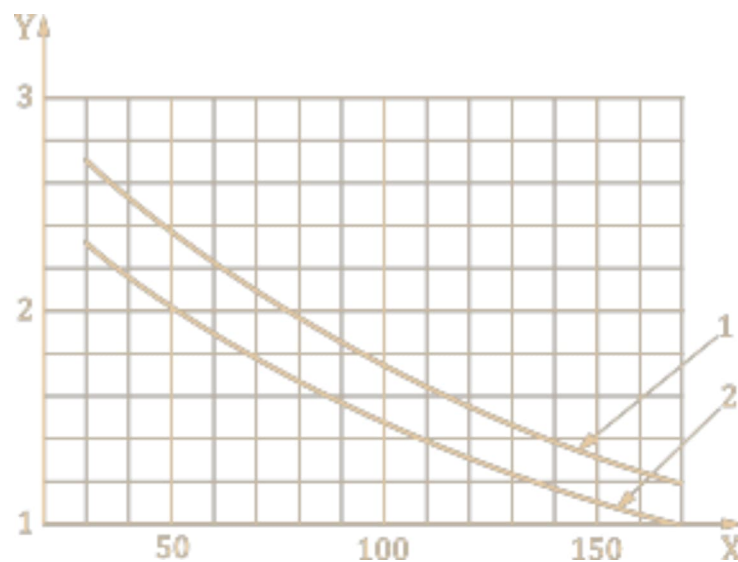
Maße in Millimeter

**Bild F.1 — Hohlkammer im Kunststoffrahmen**

Andere Kunststoffprofile sollten gemessen oder berechnet werden.

### F.3 Holzrahmen

Werte für Holzrahmen können Bild F.2 entnommen werden. Für  $U_f$  gelten die Werte für einen Feuchtegehalt von 12 %. Für die Definition der Rahmendicke siehe Bild F.3.



#### Legende

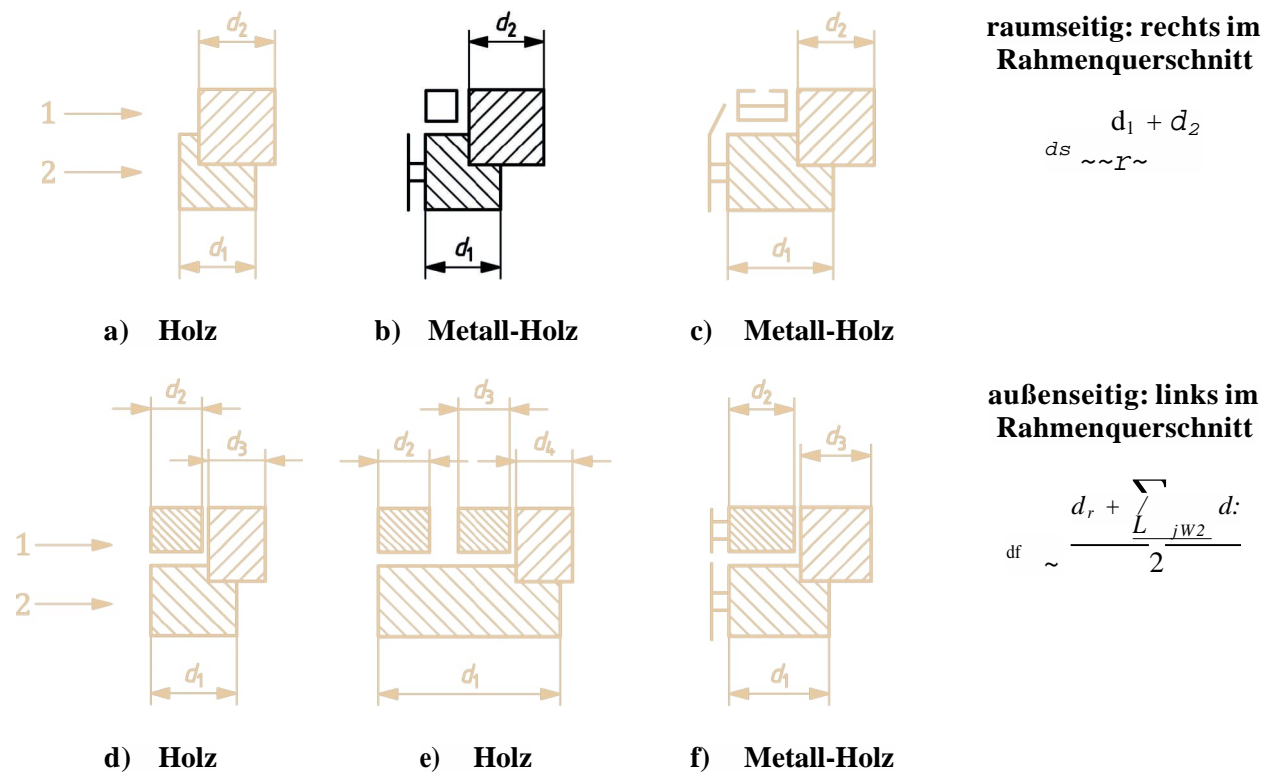
X Dicke des Rahmens  $d_f$ , in mm

Y Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens  $U_f$ , in W/(m²·K)

1 Hartholz (Rohdichte 700 kg/m³),  $\lambda = 0,18$  W/(m·K)

2 Weichholz (Rohdichte 500 kg/m³),  $\lambda = 0,13$  W/(m·K)

**Bild F.2 — Wärmedurchgangskoeffizient von Holzrahmen und Metall-Holz-Rahmen (siehe Bild F.3) in Abhängigkeit von der Rahmendicke  $d_f$**



#### Legende

- 1 Rahmen [beweglich]
- 2 Rahmen [feststehend]

**Bild F.3 — Definition der Rahmendicke für verschiedene Fenstersysteme**

### F.4 Metallrahmen

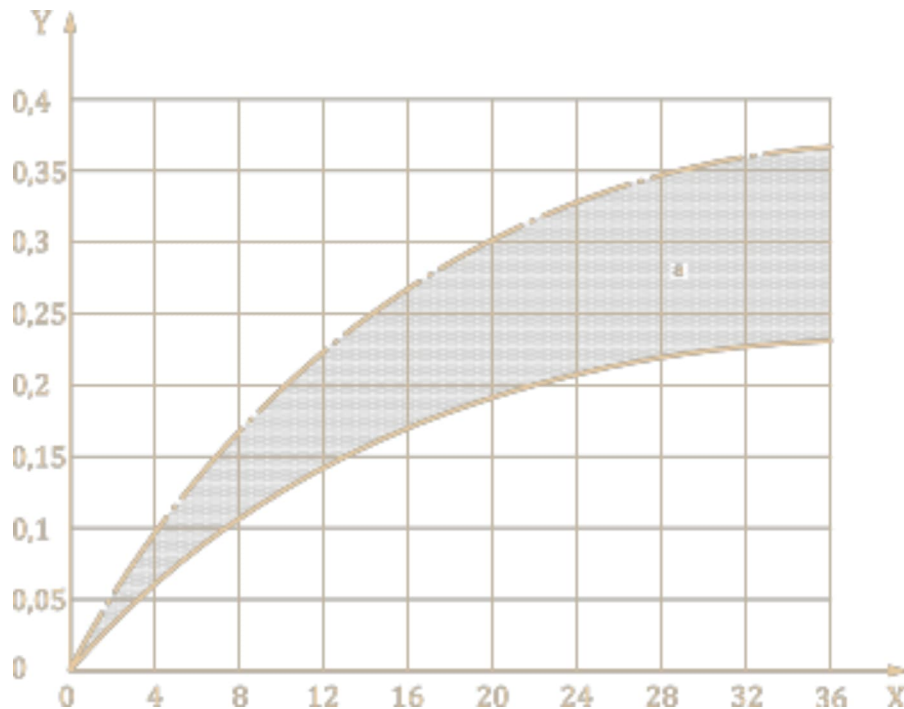
Der Wärmedurchgangskoeffizient von Metallrahmen kann durch Messung mit dem Heizkastenverfahren nach EN12412-2 oder durch numerische Berechnung nach ISO10077-2 ermittelt werden. Es sollten möglichst Werte aus diesen Verfahren verwendet werden, ansonsten das Verfahren in diesem Anhang.

Fehlen solche Werte, können  $t_f$ -Werte nach folgendem Verfahren ermittelt werden für:

- Metallrahmen ohne wärmetechnische Trennung;
- Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung nach den Querschnitten in BildF.5 und BildF.6, vorbehaltlich bestimmter Einschränkungen bei Wärmeleitfähigkeit und Breite der wärmetechnischen Trennung.

Für Metallrahmen ohne wärmetechnische Trennung ist  $t_f = 0$ .

Für Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung sind die Werte für  $t_f$  aus der unteren Volllinie von Bild F.4 zu verwenden.



### Legende

- X kleinster Abstand  $d$  zwischen gegenüberliegenden Metallprofilen, in mm  
 Y Wärmedurchlasswiderstand  $R_f$  des Rahmens, in  $\text{m}^2\text{-K/W}$   
 a Die schraffierte Fläche deckt eine Vielzahl von Messergebnissen ab, die in Messungen an Rahmen in mehreren europäischen Ländern gewonnen wurden. Die Messwerte wurden aus der Oberflächentemperaturdifferenz über dem Rahmen ermittelt.

**Bild F.4 —  $U_f$ -Werte für Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung**

Der Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens  $U_f$  wird nach Gleichung (F.1) berechnet:

$$U_f = \frac{1}{\frac{A_{si}}{A_{fi}} + \frac{A_{fi}}{A_{fdi}} + \frac{A_{fdi}}{A_{fde}} + \frac{A_{fde}}{A_{fe}} + \frac{A_{fe}}{A_{fde}} + \frac{A_{fde}}{A_{fdi}} + \frac{A_{fdi}}{A_{fi}} + \frac{A_{fi}}{A_{si}}} \quad (\text{F.1})$$

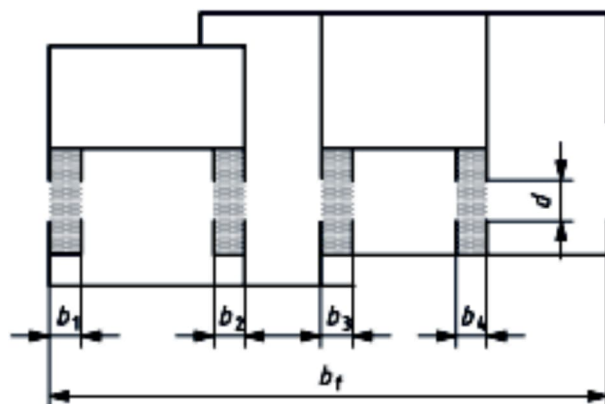
Dabei ist

$A_{fdi}, A_{fde}, A_{fi}, A_{fe}$  die jeweilige Fläche nach 6.3, in  $\text{m}^2$ ;

$\alpha_{si}$  der entsprechende raumseitige Übergangswiderstand des Rahmens, in  $\text{m}^2\text{-K/W}$ ;

$R_{se}$  der entsprechende außenseitige Übergangswiderstand des Rahmens, in  $\text{m}^2\text{-K/W}$ ;

$R_f$  der Wärmedurchlasswiderstand des Rahmenquerschnitts, in  $\text{m}^2\text{-K/W}$ .



Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  des Dämmzonenmaterials, so dass:

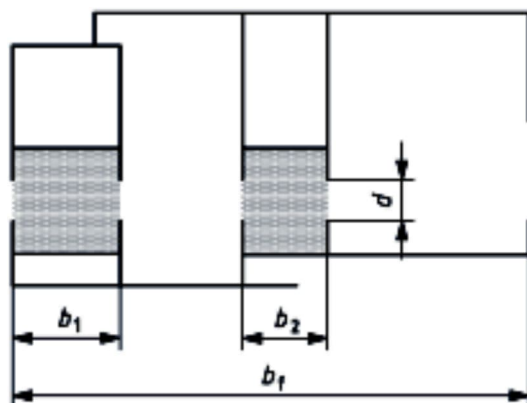
$$0,2 < \lambda < 0,3 \text{ W/(m·K)}$$

Dabei ist

- $d$  der geringste Abstand zwischen gegenüberliegenden Aluminiumschalen der wärmetechnischen Trennung;
- $b_j$  die Breite der wärmetechnischen Trennung;;
- $b_f$  die Rahmenbreite.

$$\sum_j b_j < 0,2 b_f$$

**Bild F.5 — Querschnitt Typ 1 — Wärmetechnische Trennung mit einer Wärmeleitfähigkeit geringer als 0,3 W/(m·K)**



Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  des Dämmzonenmaterials, so dass:

$$0,1 < \lambda < 0,2 \text{ W/(m·K)}$$

Dabei ist

- $d$  der geringste Abstand zwischen gegenüberliegenden Aluminiumschalen der wärmetechnischen Trennung;
- $b_j$  die Breite der wärmetechnischen Trennung;;
- $b_f$  die Rahmenbreite.

$$\sum_j b_j < 0,3 b_f$$

**Bild F.6 — Querschnitt Typ 2 — Wärmetechnische Trennung mit einer Wärmeleitfähigkeit geringer als 0,2 W/(m·K)**

Ist die Wärmeleitfähigkeit des Dämmzonenmaterials geringer als 0,1 W/(m·K), gibt es nach der Definition in Bild F.6 keine Einschränkung.

## Anhang G (normativ)

### Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Glas-Rahmen- Verbindungsbereichs und der Sprossen

#### G.1 Allgemeines

Der Wärmedurchgangskoeffizient  $U_g$  des Glases bezieht sich auf den Mittenbereich des Glases und berücksichtigt nicht den Einfluss der Abstandhalter im Verglasungsrandbereich oder der in das Glas integrierten Sprossen. Der Wärmedurchgangskoeffizient  $U_{f,g}$  bezieht sich auf Rahmen ohne Verglasung. Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient  $U'_{f,g}$  beschreibt die zusätzliche Wärmeleitung aus der Wechselwirkung von Rahmen, Glas und Abstandhalter und ergibt sich hauptsächlich aus der Leitfähigkeit des Materials für die Abstandhalter.

Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient  $U'_{f,g}$  beschreibt die zusätzliche Wärmeleitung aus der Wechselwirkung von Glas und Sprosse.

Das bevorzugte Verfahren zur Ermittlung der Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ist die numerische Berechnung nach ISO10077-2.

Tabelle G.1 und Tabelle G.2 enthalten Standardwerte für  $U_{f,g}$  für typische Kombinationen von Abstandhaltern, Rahmen- und Verglasungsarten. Diese können verwendet werden, wenn keine Ergebnisse aus detaillierten Berechnungen vorliegen.

Für Einzelscheiben ist  $U'_{f,g} = 0$ .

Tabelle G.3 und Tabelle G.4 enthalten Standardwerte für  $U'_{f,g}$  für typische in Mehrscheiben-Isolierglas integrierte Sprossen. Diese können verwendet werden, wenn keine Ergebnisse aus detaillierten Berechnungen vorliegen.

## G.2 Abstandhalter aus Aluminium und Stahl

Die  $\psi_g$ -Werte für Abstandhalter aus Aluminium und unlegiertem Stahl für bestimmte Rahmen- und Verglasungsarten sind in Tabelle G.1 angegeben.

**Tabelle G.1 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für typische Abstandhalter (z. B. Aluminium oder Stahl)**

Rahmenart	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für verschiedene Arten von Verglasungen	
	$\psi_g$	
	Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung, unbeschichtetes Glas, Luft- oder Gaszwischenraum	Zweischeiben <sup>3</sup> - oder Dreischeiben-Isolierverglasung, Glas mit niedrigem Emissionsgrad, Luft- oder Gaszwischenraum
Holz oder PVC	0,06	0,08
Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung	0,08	0,11
Metallrahmen ohne wärmetechnische Trennung	0,02	0,05
<sup>a</sup> Mit einer beschichteten Scheibe bei Zweischeibenverglasungen <sup>b</sup> Mit zwei beschichteten Scheiben bei Dreischeibenverglasungen		

## G.3 Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter

Ein wärmetechnisch verbesserter Abstandhalter wird in diesem Anhang durch folgendes Merkmal nach Gleichung (G.1) bestimmt:

$$\sum (d \cdot \lambda) < 0,007 \text{ W/K} \quad (\text{G.1})$$

Dabei ist

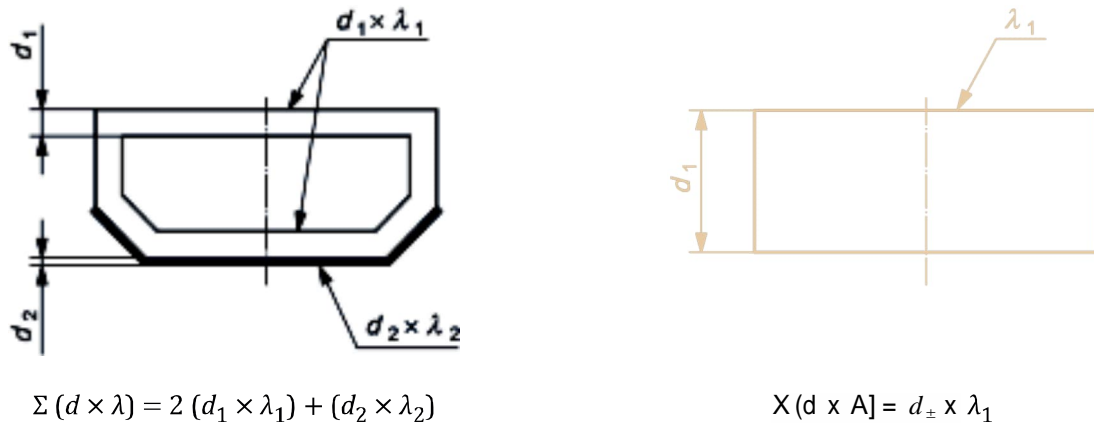
$d$  die Wanddicke des Abstandhalters, in m;

$\lambda$  die Wärmeleitfähigkeit des Materials des Abstandhalters, in W/(m·K).

Die Gesamtsumme bezieht sich auf alle Wärmeströme parallel zur Hauptwärmestromrichtung. Die Dicke  $d$  wird senkrecht zur Hauptwärmestromrichtung gemessen, siehe Bild G.1. Die Werte zur Wärmeleitfähigkeit von Abstandhaltern sollten ISO 10456 oder ISO 10077-2 entnommen werden.

Wenn das Merkmal nach Gleichung (G.1) aufgrund der Bauweise des Abstandhalters nicht zutrifft, zum Beispiel wenn ein oder mehrere Wärmestrompfade eine Kombination aus Materialien mit verschiedener Wärmeleitfähigkeit umfassen, sollte der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient nach ISO 10077-2 berechnet werden.





**Bild G.1 — Beispiele zur Bestimmung von Merkmalen für wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter**

Tabelle G.2 enthält Werte für wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter, die die Bedingung aus Gleichung (G.1) erfüllen.

**Tabelle G.2 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für Abstandhalter mit wärmetechnisch verbesserter Leistungsfähigkeit**

Rahmenart	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für verschiedene Arten von Verglasungen mit wärmetechnisch verbesserter Leistungsfähigkeit $\psi_g$	
	Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung, unbeschichtetes Glas, Luft- oder Gaszwischenraum	Zweischeiben <sup>a</sup> - oder Dreischeiben-Isolierverglasung, Glas mit niedrigem Emissionsgrad, Luft- oder Gaszwischenraum
Holz oder PVC	0,05	0,06
Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung	0,06	0,08
Metallrahmen ohne wärmetechnische Trennung	0,01	0,04
<sup>a</sup> Mit einer beschichteten Scheibe bei Zweischeibenverglasungen. <sup>b</sup> Mit zwei beschichteten Scheiben bei Dreischeibenverglasungen.		

## G.4 Sprossen

Die  $\psi_{gb}$ -Werte für Sprossen aus Metall (Aluminium und Stahl) sind in Tabelle G.3 angegeben und die  $\chi_{gb}$ -Werte für Sprossen aus Kunststoff, für bestimmte Verglasungsarten und für zwei Abstände  $d_{gb}$  zwischen den Glasscheiben und der Sprosse sind in Tabelle G.4 angegeben. Die Werte in Tabelle G.3 und Tabelle G.4 können für eine maximale Breite der Sprosse von bis zu  $\chi_{gb} < 30$  mm verwendet werden.

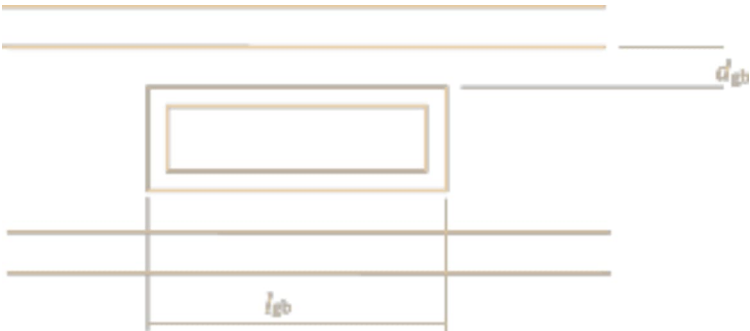


Bild G.2 — Schematische Darstellung einer in doppeltes Mehrscheiben-Isolierglas integrierten Sprosse



a) links: Sprosse in nur einem Hohlraum      b) rechts: Sprosse in beiden Hohlräumen

Bild G.3 — Schematische Darstellung einer in dreifaches Mehrscheiben-Isolierglas integrierten Sprosse

Tabelle G.3 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für in Mehrscheiben-Isolierglas integrierte Sprossen aus Metall [ $A < 160 \text{ W/(m K)}$ ]

Art der Verglasung	Abstand zwischen Glasscheibe und Sprosse  $d_{gb}$ in mm	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für verschiedene Arten von Verglasungen $w_{gb}$	
		Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung, unbeschichtetes Glas, Luft- oder Gaszwischenraum	Zweischeiben <sup>a</sup> - oder Dreischeiben <sup>b</sup> - Isolierverglasung, Glas mit niedrigem Emissionsgrad, Luft- oder Gaszwischenraum
Zweischeibenverglasung	>2	0,03	0,07
	>4	0,01	0,04
Dreischeibenverglasung mit Sprosse in einem Hohlraum	>2	—	0,03
	>4	—	0,01
Dreischeibenverglasung mit Sprosse in beiden Hohlräumen	>2	—	0,05
	>4	—	0,02

<sup>a</sup> Mit einer beschichteten Scheibe bei Zweischeibenverglasungen.  
<sup>b</sup> Mit zwei beschichteten Scheiben bei Dreischeibenverglasungen.

**Tabelle G.4 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für in Mehrscheiben-isolierglas integrierte Sprossen aus Kunststoff [A < 0,30 W/(m·K)]**

Art der Verglasung	Abstand zwischen Glasscheibe und Sprosse  d <sub>gb</sub> in mm	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für verschiedene Arten von Verglasungen  V' <sub>gb</sub>	
		Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung, unbeschichtetes Glas, Luft- oder Gaszwischenraum	Zweischeiben <sup>a</sup> - oder Dreischeiben-Isolierverglasung, Glas mit niedrigem Emissionsgrad, Luft- oder Gaszwischenraum
Zweischeibenverglasung	≥ 2	0,00	0,04
	> 4	0,00	0,02
Dreischeibenverglasung mit Sprosse in einem Hohlraum	> 2	—	0,02
	> 4	—	0,01
Dreischeibenverglasung mit Sprosse in beiden Hohlräumen	≥ 2	—	0,03
	≥ 4	—	0,02
<sup>a</sup> Miteiner beschichteten Scheibe bei Zweischeibenverglasungen. <sup>b</sup> Mit zwei beschichteten Scheiben bei Dreischeibenverglasungen.			

## Anhang H (normativ)

### Wärmedurchgangskoeffizient von Fenstern

Tabelle H.1 und Tabelle H.2 enthalten Werte, die nach dem Verfahren in diesem Dokument unter Verwendung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten aus Anhang G für übliche Arten von Abstandhaltern (siehe Tabelle G.1) ermittelt wurden. Die entsprechenden Werte für wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter (siehe Tabelle G.2) sind in den Tabellen H.3 und H.4 angegeben.

Die Daten in den Tabellen H.1 bis H.4 werden für Fenster berechnet,

- die vertikal angeordnet sind;
- mit den Maßen 1,23 m x 1,48 m;
- mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % und 20 % der Gesamtfensterfläche;
- mit Verglasungs- und Rahmenarten wie folgt:
  - Verglasung:
    - $D_g > 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ : unbeschichtetes Glas;
    - $D_g < 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ : Glas mit niedrigem Emissionsgrad;
  - Rahmen:
    - $U_f = 7,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ : Metallrahmen ohne wärmetechnische Trennung;
    - $2,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < D_f < 3,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ : Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung;
    - $D_f < 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ : Holz- oder PVC-Rahmen;
- mit einem Fensterflügel.

Werte für Fenster mit anderen Maßen, die anders als vertikal angeordnet sind, mit anderen Flächen der Rahmen oder mit anderen Kombinationen von Rahmen und Verglasung können mittels der Gleichungen aus dem Hauptteil dieses Dokuments bestimmt werden.

**Tabelle H.1 — Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_w$  für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % an der Gesamtfensterfläche und mit typischen Arten von Abstandhaltern**

Werte in  $W/(m^2 \cdot K)$

Art der Verglasung	$U_g$	Wärmedurchgangskoeffizienten $U_w$ für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % an der Gesamtfensterfläche und mit typischen Arten von Abstandhaltern und folgenden Werten für $U_f$												
		0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Einscheibenverglasung	5,8	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	6,1
Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung	3,3	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,5
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6	4,4
	3,1	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	4,3
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	4,2
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	4,2
	2,8	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	4,1
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	4,0
	2,6	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,6	2,9	3,0	3,2	4,0
	2,5	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	3,0	3,1	3,9
	2,4	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,8	2,9	3,0	3,8
	2,3	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,4	2,7	2,8	3,0	3,8
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,3	2,6	2,8	2,9	3,7
	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,6
	2,0	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	3,6
	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	3,6
	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	3,5
	1,7	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,4
	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3
	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3
	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	3,2
	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,1
	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	3,1
	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,9
	0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9
	0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,8
	0,7	0,93	0,99	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,7
	0,6	0,86	0,92	0,98	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7
	0,5	0,79	0,85	0,91	0,97	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6

**Tabelle H.2 — Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_w$  für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 20 % an der Gesamtfensterfläche und mit typischen Arten von Abstandhaltern**

Werte in  $W/(m^2 \cdot K)$

Art der Verglasung	$U_g$	Wärmedurchgangskoeffizienten $U_w$ für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 20 % an der Gesamtfensterfläche und mit typischen Arten von Abstandhaltern und folgenden Werten für $U_c$												
		0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Einscheibenverglasung	5,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4	6,0
Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung	3,3	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	4,1
	3,2	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,9
	3,0	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,8
	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,7
	2,7	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,6
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6	2,9	3,0	3,1	3,5
	2,5	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,5	2,8	2,9	3,0	3,5
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,4	2,7	2,8	2,9	3,4
	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,4	2,7	2,7	2,8	3,3
	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,6	2,7	2,7	3,2
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	2,5	2,6	2,7	3,1
	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1
	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	3,0
	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9
	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,8
	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7
	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7
	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5
	1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,4
	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,3
	0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3
	0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2
	0,7	0,93	0,97	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1
	0,6	0,85	0,89	0,93	0,97	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,0
	0,5	0,77	0,81	0,85	0,89	0,93	0,97	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9

**Tabelle H.3 — Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_w$  für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % an der Gesamtfensterfläche und mit wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern**

Werte in  $W/(m^2 \cdot K)$

Art der Verglasung	$U_g$	Wärmedurchgangskoeffizienten $U_w$ für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % an der Gesamtfensterfläche und mit wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern und folgenden Werten für $U_f$												
		0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Einscheibenverglasung	5,8	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	6,2
Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung	3,3	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	4,4
	3,1	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	4,3
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	4,2
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	4,2
	2,8	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	4,1
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0
	2,6	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,9	3,0	3,1	3,9
	2,5	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	2,9	3,0	3,9
	2,4	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	3,0	3,8
	2,3	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,7	2,8	2,9	3,7
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,7
	2,1	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,2	2,5	2,6	2,8	3,6
	2,0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,6
	1,9	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5
	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,5
	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,4
	1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3
	1,5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2
	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,2
	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1
	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0
	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	3,0
	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9
	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8
	0,8	0,95	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,8
	0,7	0,88	0,94	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7
	0,6	0,81	0,87	0,93	0,99	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6
	0,5	0,74	0,80	0,86	0,92	0,98	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5

**Tabelle H.4 — Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_w$  für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 20 % an der Gesamtfensterfläche und mit wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern**

Werte in  $W/(m^2 \cdot K)$

Art der Verglasung	$u_z$	Wärmedurchgangskoeffizienten $U_w$ für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 20 % an der Gesamtfensterfläche und mit wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern und folgenden Werten für $U_f$												
		0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Einscheibenverglasung	5,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4	6,0
Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung	3,3	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,1
	3,2	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,9
	3,0	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,8
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,7
	2,8	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,7
	2,7	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,6
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,6	2,8	2,9	3,0	3,5
	2,5	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,5	2,8	2,8	2,9	3,4
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,4	2,7	2,8	2,8	3,3
	2,3	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,6	2,7	2,8	3,3
	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,5	2,6	2,7	3,2
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,2	2,4	2,5	2,6	3,1
	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,5	2,5	3,0
	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9
	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,9
	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,8
	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7
	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5
	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,5
	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,4
	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3
	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2
	0,8	0,96	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1
	0,7	0,88	0,92	0,96	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,1
	0,6	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0
	0,5	0,72	0,76	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,9



## Literaturhinweise

- [1] ISO/TR 52000-2, *Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Part 2: Explanation and justification of ISO 52000-1*
- [2] ISO/TR 52022-2, *Energy performance of buildings (EPB) — Energy performance of buildings — Building and Building Elements — Thermal, solar and daylight properties of building components and éléments — Part 2: Explanation and justification*
- [3] CEN/TS 16628, *Energieeffizienz von Gebäuden — Grundlagen für das EPB-Normenpaket*
- [4] CEN/TS 16629, *Energieeffizienz von Gebäuden — Detaillierte technische Regeln für das EPB-Normenpaket*
- [5] ift-Richtlinie WA-01/2, *U{-Werte für thermisch getrennte Metallprofile aus Fenstersystemen*, ift Rosenheim, Februar 2005
- [6] ift-Richtlinie WA-02/4, *U{-Werte für Kunststoffprofile aus Fenstersystemen*, ift Rosenheim Dezember 2015
- [7] ift-Richtlinie WA-03/3, *U{-Werte für thermisch getrennte Metallprofile aus Fassadensystemen*, ift Rosenheim, Februar 2005