

DIN EN ISO 10077-2



ICS 91.060.50; 91.120.10

Ersatz für
DIN EN ISO 10077-2:2012-06 und
DIN EN ISO 10077-2
Berichtigung 1:2012-10

**Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen –
Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten –
Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen (ISO 10077-2:2017);
Deutsche Fassung EN ISO 10077-2:2017**

Thermal performance of windows, doors and shutters –
Calculation of thermal transmittance –
Part 2: Numerical method for frames (ISO 10077-2:2017);
German version EN ISO 10077-2:2017

Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures –
Calcul du coefficient de transmission thermique –
Partie 2: Méthode numérique pour les encadrements (ISO 10077-2:2017);
Version allemande EN ISO 10077-2:2017

Gesamtumfang 86 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10077-2:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“, dessen Sekretariat von SIS (Schweden) gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“, Unterkomitee SC 2 „Calculation methods“ erarbeitet.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 005-56-97 AA „Transparente Bauteile (SpA zu CEN/TC 89/WG 7, ISO/TC 163/SC 1/WG 17, ISO/TC 163/SC 2/WG 9 (betreffend transparente Bauteile))“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) verantwortlich.

Diese Norm ist im Rahmen des EPBD-Mandates M/480 entstanden.

DIN EN ISO 10077-2 ist eine Internationale Norm und CEN ISO/TR 52022-2 ist der diese Norm begleitende Technischer Bericht mit weiteren informativen Inhalten zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden.

In Deutschland wird die Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Wesentlichen durch das nationale Energieeinsparrecht umgesetzt. Das nationale Energieeinsparrecht nimmt datierte nationale und Europäische Normen und nationale Vornormen in Bezug, die für die Umsetzung in Deutschland festgelegt wurden.

Die Anwendung im Zusammenhang mit dem Energieeinsparrecht für Gebäude ist in Deutschland durch die dortigen Festlegungen definiert.

Die Regelungen des deutschen Energieeinsparrechts sind mit dem Normenpaket des EPBD-Mandats M/480 und den dort in Bezug genommenen Internationalen und Europäischen Normen systematisch nicht vollständig und identisch abbildbar. Bei Anwendung der Normen des Mandates ist weder bei der Vorgehensweise, noch beim Ergebnis, noch bei der Bewertung des Ergebnisses die Identität mit dem deutschen Energieeinsparrecht erreichbar.

Derzeit ist das Normenpaket des EPBD-Mandats M/480, auch unter Berücksichtigung der Verweisungen auf nationale Regelungen in den jeweiligen nationalen Anhängen NA, in Deutschland nicht für die Zwecke des Energieeinsparrechts anwendbar.

EN ISO 10077-2:2017 enthält Fehler, die bei der Erstellung dieses Dokuments korrigiert wurden. Die vorgenommen Korrekturen werden in diesem Dokument durch nationale Fußnoten gekennzeichnet und erläutert.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 6946	siehe	DIN EN ISO 6946
ISO 7345	siehe	DIN EN ISO 7345
ISO 10077-1	siehe	DIN EN ISO 10077-1
ISO 10211	siehe	DIN EN ISO 10211
ISO 10456:2007	siehe	DIN EN ISO 10456:2008-04
ISO 12567-2:2005	siehe	DIN EN ISO 12567-2:2006-03
ISO 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025
ISO 52000-1	siehe	DIN EN ISO 52000-1
ISO/TR 52022-2	siehe	DIN CEN ISO/TR 52022-2

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 10077-2:2012-06 und DIN EN ISO 10077-2 Berichtigung 1:2012-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 6 wurde technisch überarbeitet durch: die Hinzufügung eines neuen Ansatzes für die Behandlung von Hohlräumen; die Unterscheidung zwischen Wärmeleitung/Konvektion und Wärmestrahlung; und die Einführung des Radiosity-Verfahrens;
- b) die Anhänge C und D wurden fachlich überarbeitet und ein neuer Anhang D wurde hinzugefügt;
- c) Anhang G und Anhang H wurden hinzugefügt;
- d) notwendige redaktionelle Überarbeitungen wurden durchgeführt, um den Anforderungen des EPB-Normenpakets zu entsprechen.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 10077-2: 2003-12, 2008-08, 2012-06

DIN EN ISO 10077-2 Berichtigung 1: 2012-10

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 7345, *Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen*

DIN EN ISO 10077-1, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 1: Allgemeines*

DIN EN ISO 10211, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Detaillierte Berechnungen*

DIN EN ISO 10456:2008-04, *Baustoffe und Bauprodukte — Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften — Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte*

DIN EN ISO 12567-2:2006-03, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels Heizkastenverfahrens — Teil 2: Dachflächenfenster und andere auskragende Fenster*

DIN EN ISO 52000-1, *Energieeffizienz von Gebäuden — Festlegungen zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden — Teil 1: Allgemeiner Rahmen und Verfahren*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

DIN CEN ISO/TR 52022-2, *Energieeffizienz von Gebäuden — Wärmetechnische, solare und tageslichtbezogene Eigenschaften von Bauteilen und Bauelementen — Teil 2: Erklärung und Begründung*

Deutsche Fassung

Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und
Abschlüssen —
Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten —
Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen
(ISO 10077-2:2017)

Thermal performance of windows, doors and
shutters —
Calculation of thermal transmittance —
Part 2: Numerical method for frames
(ISO 10077-2:2017)

Performance thermique des fenêtres, portes et
fermetures —
Calcul du coefficient de transmission thermique —
Partie 2: Méthode numérique pour les encadrements
(ISO 10077-2:2017)

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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	12
4 Symbole und Indizes	12
4.1 Symbole	12
4.2 Indizes	13
5 Berechnungsverfahren	13
5.1 Ergebnis des Verfahrens	13
5.2 Grundlagen	14
5.3 Nachweis der verwendeten Berechnungsprogramme	14
6 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten	15
6.1 Ausgabedaten	15
6.2 Zeitintervalle für die Berechnung	15
6.3 Eingabedaten	15
6.3.1 Geometrische Kenngrößen	15
6.3.2 Wärmeleitfähigkeitswerte	16
6.3.3 Emissionsgrad der Oberflächen	17
6.3.4 Allgemeine Randbedingungen	17
6.3.5 Randbedingungen für Rollladenkästen	17
6.4 Berechnungsverfahren	18
6.4.1 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten	18
6.4.2 Behandlung von Hohlräumen mittels des Radiosity-Verfahrens	19
6.4.3 Behandlung von Hohlräumen mittels des Verfahrens mit einer einzelnen äquivalenten Wärmeleitfähigkeit	30
7 Bericht	36
7.1 Inhalt des Berichts	36
7.2 Geometrische Daten	37
7.3 Wärmetechnische Angaben	37
7.3.1 Wärmeleitfähigkeit	37
7.3.2 Emissionsgrad	37
7.3.3 Randbedingungen	37
7.4 Darstellung der Ergebnisse	37
Anhang A (normativ) Datenblatt zur Eingabe und zur Verfahrensauswahl — Vorlage	38
Anhang B (informativ) Datenblatt zur Eingabe- und zur Verfahrensauswahl — Standardauswahlmöglichkeiten	40
Anhang C (normativ) Regionale Verweisungen in Übereinstimmung mit der ISO Global Relevance Policy	42
Anhang D (normativ) Wärmeleitfähigkeit und andere Eigenschaften von ausgewählten Werkstoffen	43

Anhang E (normativ) Wärmeübergangswiderstände.....	46
Anhang F (normativ) Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten.....	48
Anhang G (normativ) Allgemeine Beispiele für die Validierung von Berechnungsprogrammen mittels des Radiosity-Verfahrens zur Behandlung von Hohlräumen	52
Anhang H (normativ) Beispiele von Fensterrahmen für die Validierung von Berechnungsprogrammen mittels des Radiosity-Verfahrens zur Behandlung von Hohlräumen.....	57
Anhang I (normativ) Beispiele von Fensterrahmen für die Validierung von Berechnungsprogrammen mittels des Verfahrens mit einer einzelnen äquivalenten Wärmeleitfähigkeit zur Behandlung von Hohlräumen	69
Anhang J (normativ) In Anhang D aufgeführte Holzarten.....	80
Literaturhinweise.....	82

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10077-2:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“, dessen Sekretariat von SIS gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 163 „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 10077-2:2012.

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

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

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^{N1)} über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 10077-2:2017 wurde von CEN als EN ISO 10077-2:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

^{N1)} Nationale Fußnote: In der englischen Fassung 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 Normungsorganisationen (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 Themen 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).

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).

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

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen, sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

ISO 10077-2 wurde vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) und dessen Technischem Komitee CEN/TC 89, *Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen*, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 163, *Thermal performance and energy use in the built environment*, Unterkomitee SC 2, *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 10077-2:2012), die technisch überarbeitet worden ist, um den Anforderungen des EPB-Normenpakets zu entsprechen. Es ist außerdem das Technische Korrigendum ISO 10077-2:2012+Cor. 1:2012 enthalten.

Zusätzlich wurde Abschnitt 6 technisch überarbeitet durch:

- die Hinzufügung eines neuen Ansatzes für die Behandlung von Hohlräumen,
- die Unterscheidung zwischen Wärmeleitung/Konvektion und Wärmestrahlung und
- die Einführung des Radiosity-Verfahrens.

Anhang H und Anhang G wurden auch hinzugefügt.

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

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 wichtigsten Zielgruppen dieses Dokuments sind Architekten, Ingenieure und Regulierungsbehörden.

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 oder regionalen Bedarf angepassten Auswahlmöglichkeiten, in jedem Fall aber nach der Vorlage des Anhangs A) können als nationaler Anhang oder als separates (zum Beispiel 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 Informationen sind dem Technischen Bericht (ISO/TR 52022-2) zu finden, der dieses Dokument begleitet.

Der Rahmen für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden beinhaltet:

- a) gleiche Begriffe, Definitionen und Symbole;
- b) Randbedingungen für Gebäude und Beurteilung;
- c) Gebäudeaufteilung in Raumkategorien;
- d) Methodik für die Berechnung der Energieeffizienz von Gebäuden (Gleichungen für die im/zum/vom Gebäude und seiner Umgebung genutzte, gelieferte, erzeugte und/oder exportierte Energie);
- e) ein Instrumentarium an allgemeinen Gleichungen und Eingabe-/Ausgabebeziehungen, mit dem eine Verbindung zwischen den verschiedenen Elementen hergestellt wird, die für die Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden relevant sind;
- f) allgemeine Anforderungen an Teilberechnungen zur Energieeffizienz von Gebäuden;
- g) Regeln für die Kombination verschiedener Räume zu Zonen;
- h) Effizienzindikatoren;
- i) Methodik zur Bewertung der gemessenen Energieeffizienz von Gebäuden.

ISO 10077 besteht aus zwei Teilen. Dieses Dokument ist dafür vorgesehen, Berechnungswerte thermischer Eigenschaften von Rahmenprofilen zu liefern, die als Eingangsdaten für das Berechnungsverfahren des Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern, Türen und Abschlüssen nach ISO 10077-1 dienen. Das vorliegende Berechnungsverfahren ist eine Alternative zum Heizkasten-Prüfverfahren nach EN 12412-2. In den Fällen, in denen keine physikalischen und geometrischen Daten vorliegen bzw. in denen eine komplizierte geometrische Form vorliegt, kann das Heizkastenverfahren vorzugsweise verwendet werden.

Obwohl das Verfahren in diesem Dokument im Allgemeinen auf vertikale Rahmenprofile zutrifft, dient es auch als Näherung für horizontale Rahmenprofile (z. B. Unter- und Oberteile) sowie für Produkte, die an geneigten Stellen (z. B. Dachfenstern) verwendet werden. Bei Berechnungen, die bei eingebauter Verglasung erfolgen, sind die Wärmestromverteilung und das Temperaturfeld innerhalb des Rahmens brauchbare Nebenprodukte der Berechnung.

Die Normenreihe ISO 10077 gilt nicht für Gebäude- und Vorhangfassaden, die in ISO 12631 behandelt werden.

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.
Sub1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
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	ISO 10077-2	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- gieträgern		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.
Sub1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
9	Berechnete Energie- effizienz		Gebäude- dynamik (thermisch wirksame Masse)		Lastvertei- lung und Betriebs- bedingungen									
10	Gemessene Energie- effizienz		gemessene Energie- effizienz		gemessene Energie- effizienz									
11	Inspektion		Inspektion		Inspektion									
12	Arten der Darstellung von Behag- lichkeit in Innen- räumen				Gebäude- management systeme									
13	Äußere Umgebungs- bedingun- gen													
14	Wirtschaft- lichkeitsbe- rechnungen													
^a Die grau hinterlegten Module sind nicht anwendbar.														

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren und Bezugseingangsdaten für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Rahmenprofilen und des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ihrer Verbindungsbereiche mit Verglasungen oder opaken Füllungen fest.

Das Verfahren kann weiterhin zur Bewertung des Wärmedurchlasswiderstands von Rollladenprofilen und der thermischen Eigenschaften von Rollladenkästen und ähnlichen Bauteilen (z. B. Jalousien) verwendet werden.

Dieses Dokument beschreibt außerdem Kriterien, die zur Validierung von numerischen Verfahren für die Berechnung dienen.

Dieses Dokument berücksichtigt nicht die Einflüsse der Sonneneinstrahlung und Wärmeübertragung infolge von Luftdurchlässigkeit sowie dreidimensionaler Wärmeübertragung, wie z. B. punktförmige metallische Verbindungen. Wärmebrückenwirkungen zwischen Rahmen und Baukörper sind ebenfalls nicht berücksichtigt.

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 7345, *Thermal insulation — Physical quantities and definitions*

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

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

ISO 10456:2007, *Building materials and products — Hygrothermal properties — Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values*

ISO 12567-2:2005, *Thermal performance of windows and doors — Determination of thermal transmittance by hot box method — Part 2: Roof windows and other projecting windows*

ISO 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

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

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

EN 12519, *Fenster und Türen — Terminologie*

ANMERKUNG Standardverweisungen auf andere EPB-Normen als ISO 52000-1 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 ISO 7345, EN 12519, ISO 52000-1 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>

3.1 EPB-Norm

Norm, die die in ISO 52000-1, CEN/TS 16628 [10] und CEN/TS 16629 [11] angegebenen Anforderungen erfüllt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese drei grundlegenden EPB-Dokumente wurden im Rahmen eines Normungsauftrags (Normungsauftrag M/480) erarbeitet, das 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: ISO 52000-1:2017, 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	Größe	Einheit
A	Fläche	m^2
b	Breite, d. h. senkrecht zur Richtung der Wärmeströme	m
d	Tiefe, d. h. parallel zur Richtung der Wärmeströme	m
C	Konstante in der Gleichung für die Nusselt-Zahl	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^{4/3})$
E	Emission zwischen den Oberflächen	—
F	Winkelfaktor	—
h	Wärmedurchlasskoeffizient	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
L^{2D}	zweidimensionaler Wärmeleitwert oder thermischer Kopplungskoeffizient	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
l	Länge	m
Nu	Nusselt-Zahl	—
q	Wärmestromdichte	W/m^2
R	Wärmedurchlasswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
r	Strecke	m
T	thermodynamische Temperatur	K

Symbol	Größe	Einheit
U	Wärmedurchgangskoeffizient	$W/(m^2 \cdot K)$
σ	Stefan-Boltzmann-Konstante	$W/(m^2 \cdot K^4)$
ε	Emissionsgrad	—
λ	Wärmeleitfähigkeit	$W/(m \cdot K)$
Ψ	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	$W/(m \cdot K)$
θ	Temperatur	$^{\circ}C$

4.2 Indizes

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

Index	Beschreibung
c	konvektiv (Oberfläche zu Oberfläche)
e	außenseitig
g	Verglasung
eq	äquivalent
f	Rahmen
fr	an den Rollladenkasten angrenzender Rahmen
i	raumseitig
rb	Hohlraumstrahlung
m	Mittelwert
p	Füllung
r	Strahlung
s	Zwischenraum (mit Luft oder Gas gefüllt)
sb	Rollladenkasten
se	außenseitige Oberfläche
si	raumseitige Oberfläche

5 Berechnungsverfahren

5.1 Ergebnis des Verfahrens

Die möglichen Ergebnisse dieses Verfahrens lauten wie folgt:

- Wärmedurchgangskoeffizient eines Rahmenprofils, U_f ;
- Wärmedurchgangskoeffizient eines Rollladenkastens, U_{sb} ;
- längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsbereichs eines Rahmenprofils mit der Verglasung, Ψ_g , oder der opaken Füllung, Ψ_p .

5.2 Grundlagen

Die Berechnung wird mit einem zweidimensionalen numerischen Verfahren nach ISO 10211 durchgeführt. Die Bauteile müssen so unterteilt werden, dass eine weitere Unterteilung das Berechnungsergebnis nicht wesentlich ändert. In ISO 10211 sind Kriterien aufgeführt, mit denen beurteilt werden kann, ob genügend Unterteilungen verwendet wurden.

Es werden zwei Verfahren für die Wärmeübertragung durch Hohlräume gegeben:

- a) Radiosity-Verfahren;
- b) Verfahren mit einer einzelnen äquivalenten Wärmeleitfähigkeit.

Beim Radiosity-Verfahren wird berücksichtigt, dass die Wärmeübertragung durch einen Lufthohlraum gleichzeitig per Wärmeleitung/Konvektion und per Wärmestrahlung erfolgt. Die beiden Phänomene treten gleichzeitig auf, sodass die Berechnung jedes Beitrags getrennt erfolgt.

Im Rahmen der Anwendung des Verfahrens mit einer einzelnen äquivalenten Wärmeleitfähigkeit wird der Wärmestrom im Hohlraum durch die einzelne äquivalente Wärmeleitfähigkeit λ_{eq} wiedergegeben. Diese äquivalente Wärmeleitfähigkeit umfasst den Wärmestrom durch Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung und ist von der Geometrie des Hohlraums sowie von den angrenzenden Werkstoffen abhängig.

ANMERKUNG Das Verfahren mit einer einzelnen äquivalenten Wärmeleitfähigkeit entspricht dem in ISO 10077-2:2012 angegebenen Berechnungsverfahren.

Für Berechnungen nach diesem Dokument zur Zuweisung äquivalenter Wärmeleitfähigkeitswerte (siehe 6.4.2.3.2 und 6.4.3.4.2) wird eine vertikale Ausrichtung von Rahmenprofilen und Lufthohlräumen angenommen. Dies gilt unabhängig von der vorgesehenen Ausrichtung des tatsächlichen Fensters, einschließlich Dachfenstern.

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.

5.3 Nachweis der verwendeten Berechnungsprogramme

Um die Eignung des verwendeten Berechnungsprogramms sicherzustellen, müssen Berechnungen zu den in Anhang G und Anhang H (mittels des Radiosity-Verfahrens) oder in Anhang I (mittels des Verfahrens mit einer einzelnen äquivalenten Wärmeleitfähigkeit) beschriebenen Beispielen durchgeführt werden.

Die Anforderungen für alle Fälle des Nachweises in Anhang G und Anhang H oder in Anhang I müssen erfüllt werden.

Die Abweichung des berechneten zweidimensionalen Wärmeleitwerts L^{2D} von den in den Tabellen H.3 und H.4 oder Tabellen I.3 und I.4 angegebenen Werten für die Fälle in Anhang H oder Anhang I darf nicht größer als $\pm 3 \%$ sein. Dies führt zu einer Messunsicherheit von etwa 5 % des Wärmedurchgangskoeffizienten U und des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ .

6 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten

6.1 Ausgabedaten

Die Ausgabedaten dieses Dokuments sind spezifische Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten, wie in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 — Ausgabedaten

Beschreibung	Symbol	Einheit	Zielmodul	Gültigkeitsintervall	veränderlich
Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmenprofils	U_f	W/(m ² K)	M2-5	> 0...20	nein
Wärmedurchgangskoeffizient des Rollladenkastens	U_{sb}	W/(m ² K)	M2-5	> 0...20	nein
längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	ψ	W/(m K)	M2-5	-20...20	nein

6.2 Zeitintervalle für die Berechnung

Die in diesem Dokument beschriebenen Berechnungen gelten für stationäre Bedingungen und haben keine Zeitintervalle.

6.3 Eingabedaten

6.3.1 Geometrische Kenngrößen

Tabelle 3 zeigt die erforderlichen geometrischen Kenngrößen.

Tabelle 3 — Bezeichnungen für geometrische Kenngrößen

Beschreibung	Symbol	Einheit	Bereich	Ursprung	veränderlich
geometrische Daten					
Querschnitt des Rahmenprofils				Hersteller	nein
Querschnitt des Rollladenkastens				Hersteller	nein
Querschnitt des Verbindungsbereichs des Rahmenprofils mit der Verglasung				Hersteller	nein
Querschnitt des Verbindungsbereichs des Rahmenprofils mit der Füllung				Hersteller	nein

Bei Rahmen mit besonderen Erweiterungen, die die Wand oder andere Bauteile überlappen, wie z. B. Z-förmige Profile, müssen die Erweiterungen wie in Bild 1 gezeigt vernachlässigt werden. Dies gilt für alle Profile mit besonderen Erweiterungen (z. B. H-förmig), bei denen die Erweiterungen die Wand oder andere Bauteile überlappen. Sonstige Randbedingungen sind entsprechend Bild 4 zu behandeln.

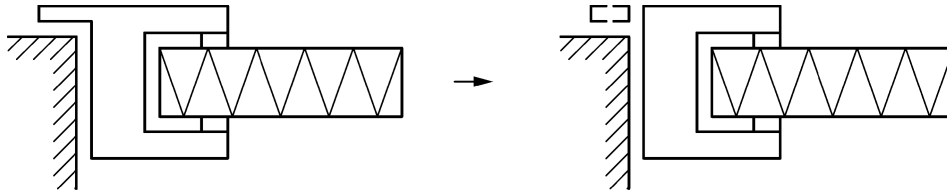


Bild 1 — Behandlung von Profilen mit Erweiterungen (Z-förmig)

ANMERKUNG 1 Diese Näherung dient der Beurteilung des Wärmedurchgangskoeffizienten. Sie eignet sich nicht für die Beurteilung der Gefahr der Kondenswasserbildung.

ANMERKUNG 2 Die Erweiterung des Rahmenprofils wird in der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern vernachlässigt; siehe ISO 10077-1.

6.3.2 Wärmeleitfähigkeitswerte

Für die Anwendung dieses Dokuments sind die Werte der Wärmeleitfähigkeit für massive Werkstoffe Folgendem zu entnehmen:

- Tabelle D.1;
- den in ISO 10456 tabellarisch aufgeführten Werten;
- Produktnormen;
- technischen Zulassungen einer anerkannten nationalen Stelle;
- Messungen nach einer zutreffenden Internationalen Norm.

Die Anwendung von Messwerten ist nur zulässig, wenn keine tabellarischen Daten und keine Daten aus Produktnormen oder technischen Zulassungen vorliegen. Die Messungen müssen unter Anwendung eines geeigneten Verfahrens bei einer Mitteltemperatur von 10 °C von einer für die Durchführung derartiger Messungen akkreditierten Stelle (wie in ISO 17025 festgelegt) durchgeführt werden, wobei die Messproben zuvor bei 23 °C und einer relativen Luftfeuchte von 50 % solange konditioniert werden müssen, bis die Massenkonstanz (maximale Änderung der Masse über 24 h 0,1 %) erreicht ist. Um sicherzustellen, dass die Wärmeleitfähigkeitswerte für den jeweiligen Werkstoff repräsentativ sind (dass also der Wert wahrscheinliche Schwankungen des Werkstoffs und Messunsicherheiten berücksichtigt), muss zur Ermittlung der für die Berechnung anzuwendenden Wärmeleitfähigkeit eines der folgenden Verfahren angewendet werden:

- die Wärmeleitfähigkeit ist der aus den Messdaten ermittelte Nennwert (aus Messungen an mindestens drei unterschiedlichen Proben aus verschiedenen Chargen, die für die üblichen Produktvariationen repräsentativ sind, unter Berücksichtigung der Alterung); hierzu wird eine statistische Bewertung, wie in ISO 10456:2007, Anhang C, beschrieben, mit einem 90-%-Fraktile angewendet;
- werden weniger als drei Proben verwendet, wird der Mittelwert mit 1,25 multipliziert.

6.3.3 Emissionsgrad der Oberflächen

Der Emissionsgrad der einen Lufthohlraum begrenzenden Oberfläche muss 0,9 betragen. Werte unter 0,9 dürfen nur verwendet werden, wenn sie Tabelle D.3 entnommen werden oder nach einer geeigneten Norm ermittelt werden, wobei die Messungen von einer entsprechend akkreditierten Stelle (wie in ISO 17025 festgelegt) durchzuführen sind. Sofern der Emissionsgrad auf Messwerten beruht, sind mindestens drei Proben zu prüfen und die Ergebnisse sind nach ISO 10456 statistisch auszuwerten.

ANMERKUNG Metallische Oberflächen wie Rahmen aus einer Aluminiumlegierung, Bewehrungsstahl oder sonstigen Metallen/Legierungen besitzen einen niedrigeren Emissionsgrad. Übliche Emissionsgradwerte für metallische Oberflächen sind in Tabelle D.3 angegeben.

6.3.4 Allgemeine Randbedingungen

Die außen- und raumseitigen Wärmeübergangswiderstände hängen von der Wärmeübertragung durch Konvektion und Strahlung an die außen- und raumseitige Umgebung ab. Wenn eine Außenfläche nicht den üblichen Windbedingungen ausgesetzt ist, darf der Anteil durch Konvektion in Ecken oder Verbindungen zweier Flächen verringert werden. Die Wärmeübergangswiderstände für horizontalen Wärmestrom sind in Anhang E gegeben. Diese Werte sind für Berechnungen nach diesem Dokument unabhängig von der vorgesehenen Ausrichtung des tatsächlichen Fensters, einschließlich Dachfenstern, anzuwenden. Die Oberflächenkondensation ist auf der Grundlage der niedrigsten Temperatur der raumseitigen Oberflächen, die mit den in Anhang E angegebenen Wärmeübergangswiderständen berechnet wurde, zu beurteilen.

Die Grenzebene der Füllung und die Grenzebene zu angrenzenden Werkstoffen müssen als adiabatisch angenommen werden (siehe Bild 4 und Anhang H).

Raumseitig müssen Bezugstemperaturbedingungen von 20 °C und außenseitig von 0 °C herrschen.

6.3.5 Randbedingungen für Rollladenkästen

Die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Rollladenkastens muss mit folgenden Randbedingungen erfolgen:

- Oberseite des Rollladenkastens: adiabatisch;
- an der Unterseite des Rollladenkastens, wo dieser auf den Fensterrahmen trifft: adiabatisch über 60 mm;
- Flächen, die an die raumseitige Umgebung angrenzen: Wärmeübergangswiderstand von 0,13 m²·K/W;
- Flächen, die an die außenseitige Umgebung angrenzen: Wärmeübergangswiderstand von 0,04 m²·K/W.

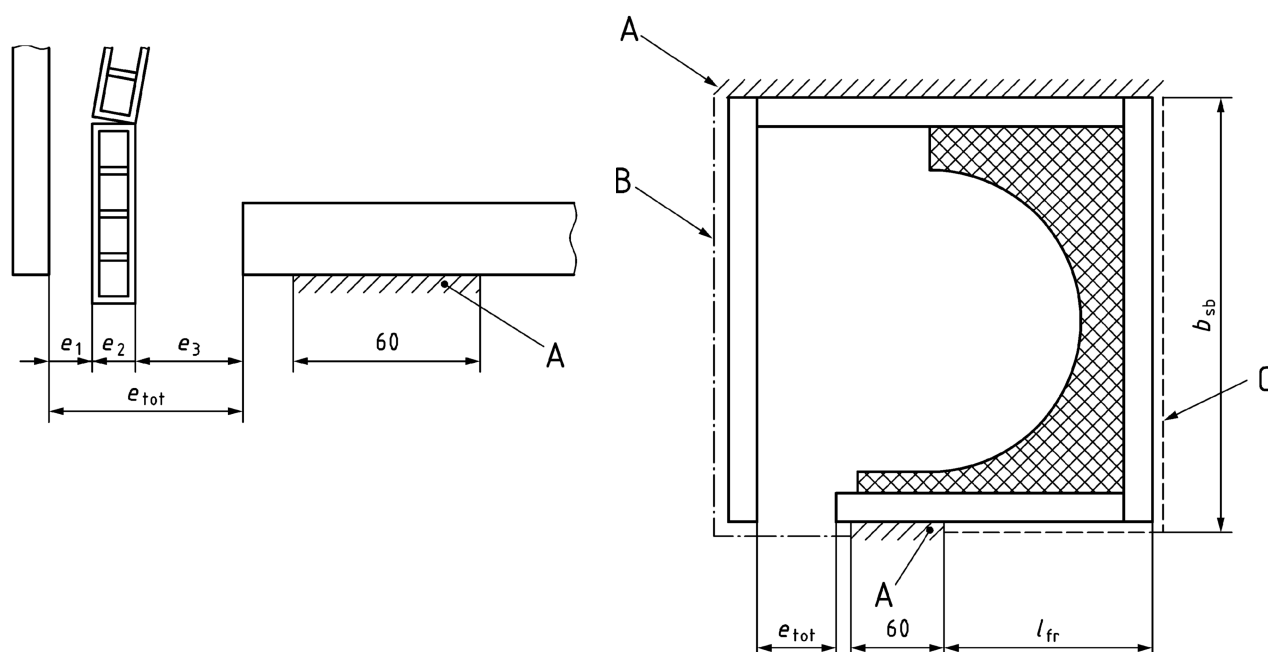
Der Lufthohlraum im Inneren des Rollladenkastens muss wie folgt behandelt werden (siehe Bild 2):

- wenn $e_1 + e_3 \leq 2$ mm: unbelüftet; die äquivalente Wärmeleitfähigkeit eines unbelüfteten Lufthohlraums wird nach 6.4.2.3 berechnet;
ANMERKUNG Zur Bestimmung von e_1 und e_3 können zusätzliche Kleinteile wie Bürstenprofile, Dichtungen usw. berücksichtigt werden.
- wenn $e_{\text{tot}} \leq 35$ mm: schwach belüftet; die Lufttemperatur innerhalb des Lufthohlraums ist als gleich der Außentemperatur anzunehmen, jedoch mit einem Wärmeübergangswiderstand von 0,30 m²·K/W;
- wenn $e_{\text{tot}} > 35$ mm: gut belüftet; die Lufttemperatur innerhalb des Lufthohlraums ist als gleich der Außentemperatur anzunehmen, jedoch mit einem Wärmeübergangswiderstand von 0,13 m²·K/W.

Die maßgebliche Höhe des Rollladenkastens b_{sb} , die zur Berechnung verwendet wird, ist der projizierte Abstand zwischen der oberen und der unteren adiabatischen Begrenzung (siehe Bild 2).

Die Bewertung darf bei Dämmung einer oder beider in Bild 2 angegebenen Begrenzungen B und C erfolgen. Ist dies der Fall, sind die Dicke und die Wärmeleitfähigkeit der Dämmung im Bericht zur Berechnung anzugeben.

Maße in Millimeter



Legende

Randbedingungen (siehe Anhang E):

- A adiabatische Begrenzung
 B außenseitiger Wärmeübergangswiderstand
 C raumseitiger Wärmeübergangswiderstand

b_{sb} Höhe des Rollladenkastens

e_1, e_3 Breiten der Luftspalte auf beiden Seiten des Abschlusses an der Stelle, an der er aus dem Rollladenkasten kommt

e_2 Dicke des Abschlusses

e_{tot} $e_1 + e_2 + e_3$

l_{fr} Lage des Rahmens

ANMERKUNG Der Fensterrahmen (Randbedingung A) ist 60 mm breit, ist jedoch in Bezug auf den Rollladenkasten entsprechend der tatsächlichen Situation angeordnet.

Bild 2 — Schematisches Beispiel für die Behandlung der Randbedingungen von Rollladenkästen

6.4 Berechnungsverfahren

6.4.1 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten

Der Wärmedurchgangskoeffizient eines Rahmenprofils muss mit einer nach Anhang F durch eine Dämmfüllung ersetzten Verglasung bestimmt werden, unter Anwendung des außenseitigen und raumseitigen Wärmeübergangswiderstands aus Anhang E. Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge der Wechselwirkung von Rahmen und Verglasung ist durch Berechnung bei eingebauter Verglasung sowie nach Einbau einer gedämmten Füllung anstelle der Verglasung zu bestimmen.

ANMERKUNG 1 Die Wechselwirkung zwischen Rahmen und Baukörper wird für das Gebäude als Ganzes getrennt betrachtet. Sie ist nicht Teil des Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmenprofils.

ANMERKUNG 2 Bei einer Überlappung des Rahmenprofils und eines Teils der Wand könnte der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient negativ sein.

6.4.2 Behandlung von Hohlräumen mittels des Radiosity-Verfahrens

6.4.2.1 Allgemeines

Die Wärmeübertragung durch einen Lufthohlraum erfolgt gleichzeitig durch Wärmeleitung/Konvektion und durch Wärmestrahlung. Die beiden Phänomene treten gleichzeitig auf, sodass die Berechnung jedes Beitrags getrennt erfolgen kann.

Die Berechnung der konvektiven Wärmeübertragung erfolgt mittels Anwendung einer äquivalenten Wärmeleitfähigkeit und nach den in 6.4.2.3.2 angegebenen Regeln. Da die Gleichung für die äquivalente Wärmeleitfähigkeit nur auf rechteckige Hohlräume anwendbar ist, bei denen der konvektive Wärmestrom parallel zur Tiefe des Hohlraums verläuft, müssen nicht rechteckige Hohlräume oder rechteckige Hohlräume, bei denen der konvektive Wärmestrom nicht parallel zur Tiefe des Hohlraums verläuft, in äquivalente rechteckige Hohlräume umgewandelt werden, die im Hinblick auf die Richtung des konvektiven Wärmestroms korrekt ausgerichtet sein müssen.

Die Berechnung der Wärmeübertragung durch Strahlung für die reale Geometrie der Hohlräume wird (nachdem die Unterteilungsregeln für miteinander verbundene Hohlräume angewendet wurden, siehe 6.4.2.3.1) anhand eines auf einem Winkelfaktor basierenden Radiosity-Verfahrens durchgeführt, wie in 6.4.2.3.3 erklärt.

Beide Berechnungen — die der Wärmeübertragung durch Konvektion und die der Wärmeübertragung durch Strahlung — sind temperaturabhängig (nichtlineare Berechnungen). Daher ist ein iteratives Berechnungsverfahren auf den Wärmestrom anzuwenden.

Bild 3 stellt das Ablaufdiagramm der allgemeinen Methodik dar.

ANMERKUNG 1 Im Gegensatz zu anderen Normen und zu 6.4.3 umfasst die äquivalente Wärmeleitfähigkeit hier nur den Einfluss der konvektiven Wärmeübertragung (die Wärmeübertragung durch Strahlung wird separat berücksichtigt).

ANMERKUNG 2 Die Begriffe „konvektive Wärmeübertragung“ und „konvektiver Wärmestrom“ beziehen sich auf die Wärmeübertragung sowohl durch Wärmeleitung als auch durch Konvektion.

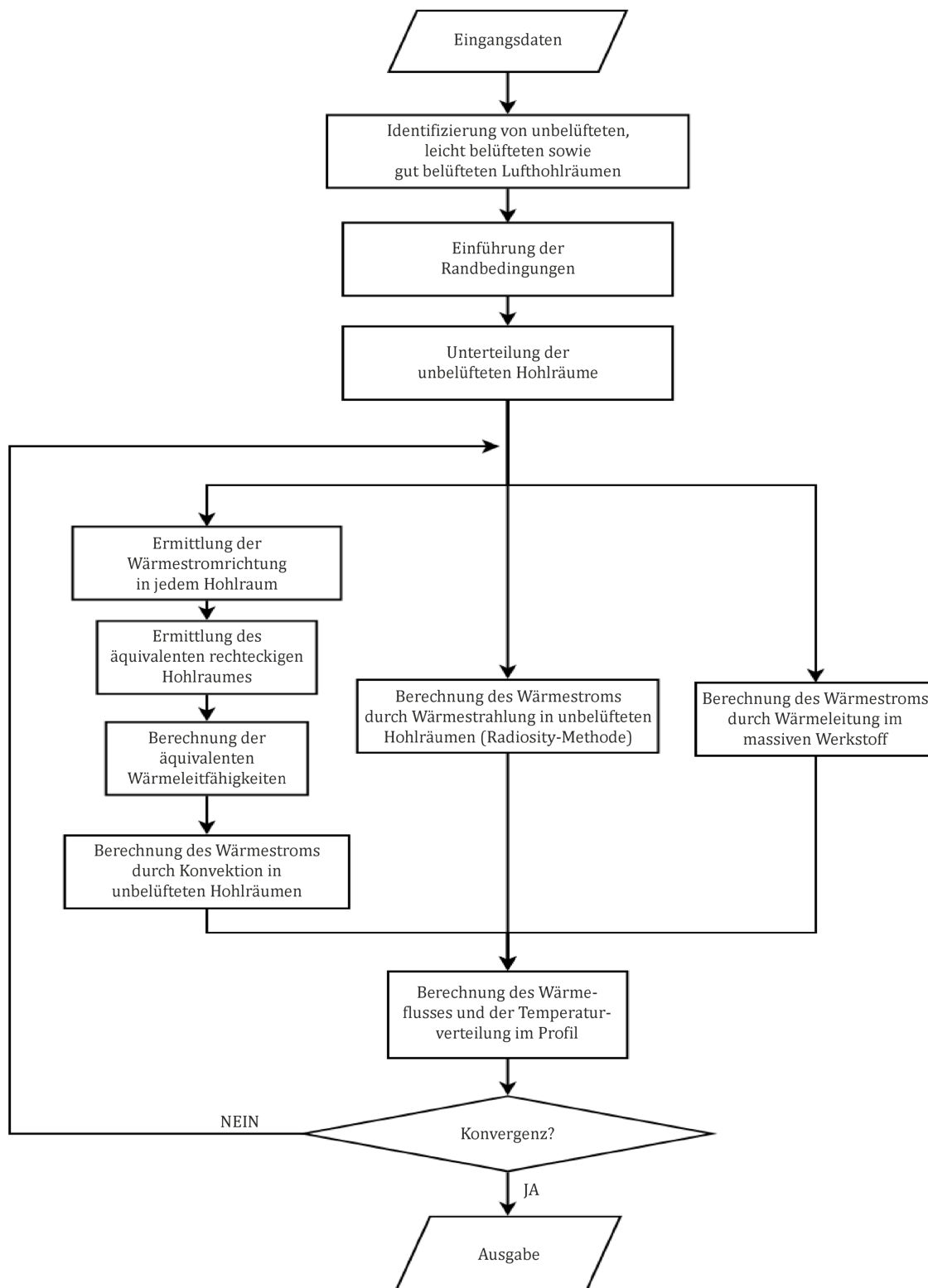


Bild 3 — Ablaufdiagramm des Berechnungsverfahrens

6.4.2.2 Hohlräume in der Verglasung

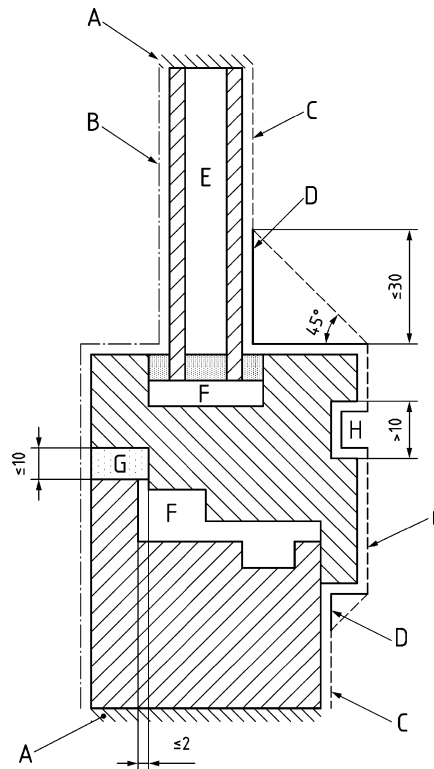
Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit eines unbelüfteten Zwischenraums zwischen Glasscheiben der Verglasung muss nach ISO 10292 bestimmt werden (oder siehe Punkt 1 in Tabelle C.1). Die sich ergebende äquivalente Wärmeleitfähigkeit muss im gesamten Hohlraum bis zum Rand verwendet werden.

6.4.2.3 Unbelüftete Lufthohlräume in Rahmen und Rollladenkästen

6.4.2.3.1 Definition

Lufthohlräume sind unbelüftet, wenn sie vollständig verschlossen oder durch einen Schlitz von höchstens 2 mm mit der Außenseite oder der Raumseite verbunden sind (siehe Bilder 4 und 5); dies gilt unabhängig von der Ausrichtung des Hohlraums in Bezug auf die Wärmestromrichtung. Anderenfalls muss der Hohlraum als belüftet oder leicht belüftet behandelt werden (siehe 6.4.2.4).

Maße in Millimeter



Legende

Randbedingungen (siehe Anhang E):

- A adiabatische Begrenzung
- B außenseitiger Wärmeübergangswiderstand
- C raumseitiger Wärmeübergangswiderstand
- D erhöhter Wärmeübergangswiderstand

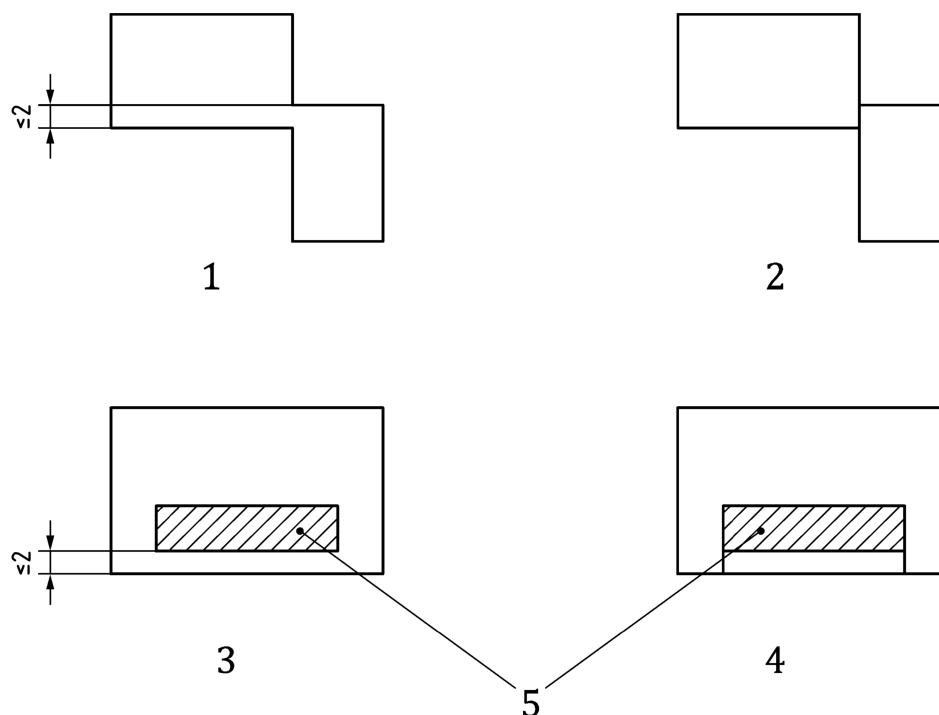
- E Verglasung (siehe 6.4.2.2)
- F unbelüfteter Hohlraum (siehe 6.4.2.3)
- G leicht belüftete/r Hohlraum bzw. Vertiefung (siehe 6.4.2.4.1)
- H gut belüftete/r Hohlraum bzw. Vertiefung (siehe 6.4.2.4.2)

Bild 4 — Schematisches Beispiel für die Behandlung von Randbedingungen, Hohlräumen und Vertiefungen eines Rahmenprofils

ANMERKUNG Bild 4 stellt ein Fenster dar. Die gleichen Grundsätze gelten für Dachfenster, wobei sich jedoch der adiabatische Teil unterscheidet: ein Beispiel für ein Dachfenster ist in Bild H.6 dargestellt.

Hohlräume, bei denen ein Maß 2,0 mm in einer Richtung nicht überschreitet, oder Hohlräume mit einer Verbindung untereinander, deren Querschnitt 2,0 mm nicht überschreitet, müssen als voneinander getrennt betrachtet werden; siehe Bild 5.

Maße in Millimeter

**Legende**

- 1 Hohlräume, die durch einen Abschnitt mit einem Querschnitt von bis zu 2 mm verbunden sind
- 2 Hohlräume nach 1, behandelt als getrennte Hohlräume
- 3 kleiner Hohlraum mit einer Breite von bis zu 2,0 mm
- 4 Hohlraum nach 3, behandelt als getrennter Hohlraum
- 5 Feststoff

Bild 5 — Unterteilung von Hohlräumen**6.4.2.3.2 Konvektive Wärmeübertragung in unbelüfteten Lufthohlräumen**

Zur Berechnung der konvektiven Wärmeübertragung in einem Hohlraum wird eine äquivalente Wärmeleitfähigkeit verwendet. Ihre Werte ergeben sich durch Gleichung (1):

$$\lambda_{eq} = \lambda_{air} \cdot Nu \quad (1)$$

Dabei ist

λ_{air} die Wärmeleitfähigkeit von Luft = 0,025 W/(m·K);

Nu die Nusselt-Zahl.

Die Nusselt-Zahl wird wie folgt berechnet:

wenn $b < 5$ mm: $Nu = 1$

andernfalls ist

$$Nu = \max \left[1, \frac{dC \Delta T^{1/3}}{\lambda_{air}} \right] \quad (2)$$