

DIN EN ISO 6946

ICS 91.120.10

Einsprüche bis 2015-07-15
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 6946:2008-04

Entwurf

**Bauteile –
Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient –
Berechnungsverfahren (ISO/DIS 6946:2015);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 6946:2015**

Building components and building elements –
Thermal resistance and thermal transmittance –
Calculation method (ISO/DIS 6946:2015);
German and English version prEN ISO 6946:2015

Composants et parois de bâtiments –
Résistance thermique et coefficient de transmission thermique –
Méthode de calcul (ISO/DIS 6946:2015),
Version allemande et anglaise prEN ISO 6946:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-05-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 92 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 6946:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-56-91 AA „Wärmetransport (SpA zu CEN/TC 89 (teilweise), CEN/TC 89/WG 12 (teilweise), ISO/TC 163 (teilweise), ISO/TC 163/SC 2/WG 9“ im DIN, Deutsches Institut für Normung e. V.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 6946 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 7345 siehe DIN EN ISO 7345
ISO 10211 siehe DIN EN ISO 10211
ISO 10456 siehe DIN EN ISO 10456
ISO 13789 siehe DIN EN ISO 13789

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 6946:2008-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen aktualisiert;
- b) redaktionelle Änderungen vorgenommen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7345, *Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen (ISO 7345:1987); Deutsche Fassung EN ISO 7345:1995*

DIN EN ISO 10211, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Detaillierte Berechnungen (ISO 10211:2007); Deutsche Fassung EN ISO 10211:2007*

DIN EN ISO 10456, *Baustoffe und Bauprodukte — Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften — Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte (ISO 10456:2007 + Cor 1:2009); Deutsche Fassung EN ISO 10456:2007 + AC:2009*

DIN EN ISO 13789, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Spezifischer Transmissions- und Lüftungswärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO 13789:2007); Deutsche Fassung EN ISO 13789:2007*

Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO/DIS 6946:2015)

Composants et parois de bâtiments — Résistance thermique et coefficient de transmission thermique — Méthode de calcul (ISO/DIS 6946:2015)

Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation methods (ISO/DIS 6946:2015)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Symbole und Einheiten	7
4.1 Symbole	7
4.2 Indizes	8
5 Beschreibung des Verfahrens	9
5.1 Ergebnis.....	9
5.2 Allgemeine Beschreibung.....	9
5.3 Detailliertes Berechnungsverfahren	9
5.4 Vereinfachtes Berechnungsverfahren	9
6 Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes und des Wärmedurchgangskoeffizienten.....	9
6.1 Ausgangsdaten	9
6.2 Zeitschritte für die Berechnung	10
6.3 Eingangsdaten	10
6.4 Grundlagen des vereinfachten Berechnungsverfahrens	11
6.5 Wärmedurchgangskoeffizient	12
6.6 Wärmedurchlasswiderstand	12
6.7 Wärmedurchgangswiderstand	13
6.8 Wärmeübergangswiderstände	18
6.9 Wärmedurchlasswiderstand von Luftschichten.....	18
6.10 Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume	20
Anhang A (normativ) Vorlage für Eingangsdaten und Wahlmöglichkeiten	23
Anhang B (informativ) Standard-Eingangsdaten und -Wahlmöglichkeiten	25
Anhang C (normativ) Wärmeübergangswiderstände	27
Anhang D (normativ) Wärmedurchlasswiderstand von Lufträumen	30
Anhang E (normativ) Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen mit keilförmigen Schichten	34
Anhang F (normativ) Korrekturen des Wärmedurchgangskoeffizienten	40
Literaturhinweise	46

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 6946:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird ISO 6946:2007 ersetzen.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Die Änderungen in dieser dritten Fassung sind meist redaktioneller Art. Die Norm wurde nach CEN/TS 16629:2014, *Thermal Performance of Buildings — Detailed Technical Rules for the set of EPB-standards* neu entworfen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 6946:2015 wurde vom CEN als prEN ISO 6946:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm ist Teil einer Normenreihe, deren Ziel die internationale Harmonisierung der Methodik zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden ist, und die als „EPB-Normenpaket“ bezeichnet wird.

Als Teil des „EPB-Normenpakets“ erfüllt die vorliegende Norm die Anforderungen an das Paket grundlegender EPB-Dokumente [EN 15603 (siehe Normative Verweisungen), CEN/TS 16628 und CEN/TS 16629 (siehe Literaturhinweise [1] und [2], welche unter einem Mandat (Mandat M/480) erarbeitet wurden, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2010/31/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD).

Falls zutreffend, kann/können das/die Verfahren in jeder dieser EPB-Normen vereinfachte Vorgehensweisen und/oder Anhaltswerte als alternative Wahlmöglichkeiten vorsehen.

- Wenn keine weitere Spezifizierung vorliegt, dürfen diese vereinfachten Vorgehensweisen und/oder Anhaltswerte ohne einschränkende Kriterien angewendet werden;

ANMERKUNG 1 Dies ist beispielsweise der Fall, wenn es sich um konservative Verfahren oder Werte handelt.

ANMERKUNG 2 Der Begriff „Anhaltswerte“ sollte nicht mit dem Begriff „informative Werte“ verwechselt werden. Wenn die Werte im normativen Teil der Norm angegeben sind, handelt es sich um normative Werte.

- in sonstigen Fällen kann es beabsichtigt sein, dass diese vereinfachten Verfahren und/oder Anhaltswerte ausschließlich in Situationen mit begrenzten Informationen angewendet werden. Das kann in vorhandenen Gebäuden der Fall sein, in denen es nur begrenzte Möglichkeiten gibt, alle Eingangsdaten zu erlangen. Insbesondere wenn das EPB-Normenpaket in Zusammenhang mit nationalen oder regionalen Bauvorschriften angewendet wird, können spezielle Kriterien, wann das jeweilige vereinfachte Verfahren und/oder die Anhaltswerte zulässig sind, auf nationaler oder regionaler Ebene angegeben werden, wobei die Vorlage in Anhang A zu befolgen ist. Anhang B enthält (informative) Standard-Wahlmöglichkeiten.

Das unter der Verantwortung von ISO/TC 163/SC 2 (Thermal performance and energy use in the built environment, calculation methods) erarbeitete EPB-Normenpaket behandelt u. a. Berechnungsverfahren für den Gesamtenergieverbrauch und die Energieeffizienz von Gebäuden, Berechnungsverfahren für die Innenraumtemperatur in Gebäuden (z. B. wenn keine Raumheizung oder -kühlung vorhanden ist), sowie Berechnungsverfahren, welche die Leistungsfähigkeit sowie thermische, hygrothermische, strahlungsphysikalische und optische Merkmale bestimmter Teile des Gebäudes und bestimmter Bauelemente und -teile behandeln, wie z. B. undurchsichtige Teile der Gebäudehülle, Erdgeschoss, Fenster und Fassaden. ISO/TC 163/SC 2 arbeitet mit anderen Technischen Komitees in Bezug auf die Einzelheiten von z. B. Geräten, gebäudetechnischen Systemen und zum Raumklima zusammen.

Diese Internationale Norm enthält (teilweise) die Mittel zur Beurteilung des Beitrages von Bauprodukten und Gebäudeausrüstungen zur Energieerhaltung und Gesamt-Energieeffizienz von Gebäuden.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt das Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes und des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilkomponenten und Bauteilen fest, wobei Türen, Fenster und andere verglaste Einheiten, Vorhangfassaden, an das Erdreich grenzende Bauteilkomponenten und Lüftungselemente ausgenommen sind.

Das Berechnungsverfahren beruht auf den entsprechenden Bemessungswerten der Wärmeleitfähigkeit oder Wärmedurchlasswiderständen der Baustoffe und Produkte für die jeweilige Anwendung.

Das Verfahren gilt für Bauteilkomponenten und Bauteile aus thermisch homogenen Schichten (die auch Luftschichten bis zu einer Dicke von 0,3 m enthalten können).

Diese Internationale Norm gibt auch ein Näherungsverfahren für Bauteile mit inhomogenen Schichten an, wobei die Wirkung von Befestigungselementen aus Metall durch den in Anhang F angegebenen Korrekturfaktor berücksichtigt wird. Andere Fälle, in denen die Wärmedämmung von einer metallischen Schicht überbrückt wird, sind nicht Gegenstand dieser Internationalen Norm.

Tabelle 1 zeigt die relative Position dieser Internationalen Norm innerhalb des EPB-Normenpakets.

Tabelle 1 — Position dieser Internationalen Norm innerhalb des modular aufgebauten EPB-Normenpakets^a

	Rahmen-Norm	Gebäude (als solches)	Technische Gebäudeausrüstung									
Untermodule	Beschreibungen	Beschreibungen	Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trink-Warmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation und -regelung	Photovoltaik, Windenergieanlagen ...
sub1	M1	M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Allgemeines	Allgemeines	Allgemeines									
2	Gemeinsame Begriffe, Symbole, Einheiten und Indizes	Energiebedarf des Gebäudes	Bedarf									
3	Anwendungen	(Freie) Bedingungen in Innenräumen ohne Systeme bzw. Anlagen	Höchstlast und Leistung									
4	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz									
5	Gebäudefunktionen und Gebäudengrenzen	Transmissionswärmeübertragung ^a	Emission und Regelung									
6	Gebäudebelegung und Betriebsbedingungen	Wärmeübertragung durch eindringende Luft und Lüftung	Verteilung und Regelung									
7	Aggregation von Energieversorgungszwecken und	Interne Wärmegevinne	Speicherung und Regelung									

	Rahmen-Norm	Gebäude (als solches)	Technische Gebäudeausrüstung									
Untermodul	Beschreibungen	Beschreibungen	Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trink-Warmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation und -regelung	Photovoltaik, Windenergieanlagen ...
sub1	M1	M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
	Energie-trägern											
8	Gebäudepartitionierung	Solare Wärmegewinne	Erzeugung und Regelung									
9	Berechnung der Gesamtenergieeffizienz	Gebäudedynamik (thermisch wirksame Masse)	Lastübertragung und Betriebsbedingungen									
10	Messung der Gesamtenergieeffizienz	Messung der Gesamtenergieeffizienz	Messung der Gesamtenergieeffizienz									
11	Inspektion	Inspektion	Inspektion									
12	Möglichkeiten der Darstellung der Behaglichkeit in Innenräumen		Gebäude-managementsysteme									
13	Äußere Umgebungsbedingungen											
14	Wirtschaftlichkeitsberechnungen											
^a Position dieser Internationalen Norm: M2-5.												

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 10456, *Building materials and products — Hygrothermal properties — Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values*

ISO 13789, *Thermal performance of buildings — Transmission and ventilation heat transfer coefficients — Calculation method*

EN 15603, *Energieeffizienz von Gebäuden — Gesamtenergiebedarf und Festlegung der Energiekennwerte*¹⁾

¹⁾ EN 15603:2008 wird derzeit überarbeitet, die neue Ausgabe wird erst noch veröffentlicht.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die Begriffe nach ISO 7345, EN 15603 und die folgenden speziellen Begriffe.

3.1

Bauteil

Teil eines Gebäudes, wie z. B. Wand, Boden oder Dach

3.2

Bauteilkomponente

Bauwerksteil oder ein Teil davon

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Internationalen Norm wird der Begriff „Bauteilkomponente“ im Sinne sowohl von „Bauteil“ als auch von „Bauteilkomponente“ verwendet.

3.3

wärmeschutztechnischer Bemessungswert

Bemessungswärmeleitfähigkeit oder Bemessungswärmedurchlasswiderstand

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Bemessungswert schließt mögliche nachteilige Auswirkungen z. B. durch Alterung, Feuchte und/oder Konvektion mit ein. Im Gegensatz zum Nennwert, bei dem es sich um den für eine wärmeschutztechnische Eigenschaft eines Baustoffes oder -produktes zu erwartenden Wert handelt, der anhand von Messdaten bei Referenzbedingungen für Temperatur und Feuchte bewertet wird, siehe ISO 10456.

3.4

Bemessungswärmeleitfähigkeit

Wert der Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes oder -produktes unter bestimmten äußeren und inneren Bedingungen, die als typisch für das Verhalten dieses Baustoffes oder -produktes im Bauteil angesehen werden können

3.5

Bemessungswärmedurchlasswiderstand

Wert des Wärmedurchlasswiderstandes eines Bauproduktes unter bestimmten äußeren und inneren Bedingungen, die als typisch für das Verhalten des Produktes im Bauteil angesehen werden können

3.6

thermisch homogene Schicht

Schicht konstanter Dicke mit als einheitlich anzusehenden thermischen Eigenschaften

4 Symbole und Einheiten

4.1 Symbole

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die Symbole nach EN 15603 sowie die in Tabelle 2 aufgeführten spezifischen Symbole.

Tabelle 2 — Symbole und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
A	Fläche	m^2
d	Dicke	m
h	Wärmeübergangskoeffizient	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
R	Wärmedurchlasswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
U	Wärmedurchgangskoeffizient	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
V	Volumen	m^3
λ	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

4.2 Indizes

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die in EN 15603 angegebenen Indizes sowie die speziellen Indizes, die in Tabelle 3 aufgeführt sind.

Tabelle 3 — Indizes

Index	Definition
a	Luft
c	Bauteilkomponente
eq	äquivalent
e	außen
nve	nicht belüftet
op	lichtundurchlässig
s	Oberfläche
si	innere Oberfläche
se	äußere Oberfläche
tot	gesamt
tot;upper	oberer Grenzwert des Gesamtwerts
tot;lower	unterer Grenzwert des Gesamtwerts
u	unbeheizt
ve	belüftet

5 Beschreibung des Verfahrens

5.1 Ergebnis

Das Ergebnis dieser Internationalen Norm sind der Wärmedurchlasswiderstand und der Wärmedurchgangskoeffizient einer Bauteilkomponente oder eines Bauteils. Diese Größen werden in Abhängigkeit von den wärmeschutztechnischen Eigenschaften, der Zusammensetzung und Geometrie der Bauteilkomponente und von den Grenzbedingungen berechnet.

5.2 Allgemeine Beschreibung

Es gibt zwei Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten einer Bauteilkomponente, die in 5.3 und 5.4 angegeben sind.

In beiden Fällen wird der Wärmedurchlasswiderstand aus dem Wärmedurchgangskoeffizienten und den zutreffenden Wärmeübergangswiderständen nach 6.6 berechnet.

5.3 Detailliertes Berechnungsverfahren

Das detaillierte Berechnungsverfahren ist eine numerische Simulation, die nach ISO 10211 durchgeführt wird. Dieses Verfahren gilt für jede Bauteilkomponente.

5.4 Vereinfachtes Berechnungsverfahren

Das vereinfachte Berechnungsverfahren ist in Abschnitt 6 dieser Internationalen Norm beschrieben. Es gilt für Bauteilkomponenten, die aus thermisch homogenen oder inhomogenen Schichten bestehen, und die Luftschichten bis zu einer Dicke von 0,3 m sowie metallische Befestigungsmittel enthalten dürfen, und unterliegt den in 6.7.2.1 angegebenen Einschränkungen.

6 Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes und des Wärmedurchgangskoeffizienten

6.1 Ausgangsdaten

Die Ausgangsdaten sind in Tabelle 4 aufgelistet.

Tabelle 4 — Ausgangsdaten

Beschreibung	Sym- bol	Einheit	Zielmodul (Tabelle 1)	Gültigkeits intervall	Schwankend
Wärmedurchgangskoeffizient von Bauteilen oder Komponenten mit horizontalem Wärmestrom	U	$W/(m^2 \cdot K)$	M 2-5	0 ... ∞	Nein
Wärmedurchgangskoeffizient von Bauteilen oder Komponenten mit aufwärts gerichtetem Wärmestrom	U	$W/(m^2 \cdot K)$	M 2-5	0 ... ∞	Nein
Wärmedurchgangskoeffizient von Bauteilen oder Komponenten mit abwärts gerichtetem Wärmestrom	U	$W/(m^2 \cdot K)$	M 2-5	0 ... ∞	Nein
Wärmedurchlasswiderstand einer lichtundurchlässigen Komponente	$R_{c,op}$	$W/(m^2 \cdot K)$	M 2-5	0 ... ∞	Nein

6.2 Zeitschritte für die Berechnung

Die Eingangsdaten, das Verfahren und die Ausgangsdaten gelten für stationäre Bedingungen und es wird davon ausgegangen, dass sie von tatsächlichen Bedingungen, wie beispielsweise der Innenraumtemperatur oder der Einwirkung von Wind oder Sonnenstrahlung unabhängig sind.

6.3 Eingangsdaten

In den Tabellen 5, 6 und 7 sind Kennwerte für Eingangsdaten aufgeführt, die für die Berechnung erforderlich sind.

Tabelle 5 — Kennwerte für geometrische Eigenschaften

Bezeichnung	Sym- bol	Software- bezeichnung	Einheit	Wert	Bereich	Ursprungs- norm	Schwan- kend
Fläche	A	A	m ²		0 ... ∞		Nein
Dicke der Baustoff- schicht	d	d	m		0 ... ∞		Nein

Tabelle 6 — Kennwerte für thermische Eigenschaften einer Bauteilkomponente

Bezeichnung	Symbol	Software- bezeichnung	Einheit	Wert	Bereich	Ursprungs- norm	Schwan- kend
Bemessungswärme- leitfähigkeit	λ	$lambda$	W/(m·K)		0 ... 10	ISO 10456	Nein

Tabelle 7 — Kenngrößen für Tabellen- und Normwerte

Bezeichnung	Symbol	Software- bezeichnung	Einheit	Wert	Bereich	Ursprung	Schwan- kend
Äußerer Wärmeüber- gangswiderstand	R_{se}		m ² ·K/W	0,04	nicht zu- treffend	Anhang C	Nein
Innerer Wärmeüber- gangswiderstand	R_{si}		m ² ·K/W	–	0,1 ... 0,17	Anhang C	Nein
Wärmedurchlasswider- stand unbeheizter Räume	R_u		m ² ·K/W		0,06 ... 0,3	Tabelle 10	Nein
Wärmedurchlasswider- stand der Luftschicht	R_a		m ² ·K/W		nicht zu- treffend	Anhang C	Nein
Wärmedurchlasswider- stand einer ruhenden Luftschicht	$R_{tot;u}$		m ² ·K/W	–	0 ... 0,23	Tabelle 9	Nein
Wärmedurchlasswider- stand einer belüfteten Luftschicht	$R_{tot;c}$		m ² ·K/W			Anhang C	Nein
Wärmeübergangskoeffi- zient durch Strahlung eines schwarzen Körpers	h_{r0}		W/(m ² ·K)	5,1	–	Anhang C	Nein
Wärmeübergangskoeffi- zient durch Konvektion; innere Oberfläche	$h_{c,i}$		W/(m ² ·K)	–	0,7 ... 5,0	Anhang C	Nein

Bezeichnung	Symbol	Software-bezeichnung	Einheit	Wert	Bereich	Ursprung	Schwankend
Wärmeübergangskoeffizient durch Konvektion; äußere Oberfläche	$h_{c,e}$		W/(m ² ·K)	20	–	Anhang C	Nein
Wärmeübergangskoeffizient durch Strahlung; innere Oberfläche	$h_{r,i}$		W/(m ² ·K)	4,59	–	Anhang D	Nein
Wärmeübergangskoeffizient durch Strahlung; äußere Oberfläche	$h_{r,e}$		W/(m ² ·K)	5,13	–	Anhang D	Nein
hemisphärischer Emissionsgrad der Oberfläche	ε	<i>epsilon</i>	–	0,9	–	Anhang D	Nein

In Tabelle 8 sind Kennwerte für Konstanten aufgeführt.

Tabelle 8 — Kennwerte für Konstanten

Bezeichnung	Symbol	Software-bezeichnung	Einheit	Wert	Bereich	Ursprungsnorm	Schwankend
Stefan-Boltzmann-Konstante	σ	<i>sigma</i>	W/(m ² ·K ⁴)	$5,67 \times 10^{-8}$	–		Nein

Eingangsdaten zu Produkten, die für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten nach dieser Internationalen Norm erforderlich sind, müssen vom Hersteller bereitgestellte Daten sein, sofern sie in Übereinstimmung mit maßgebenden EN- oder EN ISO-Produktnormen (im CEN-Gebiet) oder gleichwertigen ISO-Normen oder nationalen Normen (außerhalb des CEN-Gebietes) angegeben sind.

Weitere Eingangsdaten, z. B. Maßangaben von Schichten oder Bauteilkomponenten, die für das in dieser Internationalen Norm beschriebene Berechnungsverfahren erforderlich sind, müssen anhand der Konstruktion der Bauteile mit allen in dieser Internationalen Norm festgelegten Einzelheiten ermittelt werden.

6.4 Grundlagen des vereinfachten Berechnungsverfahrens

Die Grundlage des Berechnungsverfahrens besteht darin,

- den Wärmedurchlasswiderstand jeder thermisch homogenen oder inhomogenen Schicht der Bauteilkomponente zu bestimmen;
- aus diesen Einzelwärmedurchlasswiderständen und (wo es zutrifft) Wärmeübergangswiderständen den Wärmedurchgangswiderstand der Bauteilkomponente zu ermitteln;
- den Wärmedurchgangskoeffizienten nach 6.8 zu berechnen;
- für den Wärmedurchgangskoeffizienten Korrekturen nach Anhang F anzuwenden, wenn die Gesamtkorrektur mehr als 3 % des berechneten Wärmedurchgangskoeffizienten beträgt.

Wärmedurchlasswiderstände einzelner homogener Schichten der Bauteilkomponente werden nach 6.7.1.1 bestimmt, und der Wärmedurchgangswiderstand der Bauteilkomponente wird nach 6.7.1.2 berechnet.

Die Wärmedurchlasswiderstände einzelner Baustoffe in inhomogenen Schichten einer Bauteilkomponente werden nach 6.7.1.1 ermittelt und dann als arithmetisches Mittel der oberen und unteren Grenzwerte des Wärmedurchlasswiderstandes nach 6.7.2.2 verwendet. Der Wärmedurchgangswiderstand der Bauteilkomponente wird nach 6.7.2 berechnet.

Die in 6.8 angegebenen Wärmeübergangswiderstände sind in den meisten Fällen ausreichend genau. Anhang C enthält detaillierte Verfahren für Oberflächen mit geringem Emissionsgrad, für besondere Windgeschwindigkeiten und für nicht ebene Oberflächen.

Luftschichten bis 0,3 m Dicke dürfen für die Anwendung dieser Internationalen Norm als thermisch homogen angesehen werden. Werte des Wärmedurchlasswiderstandes von in der Fläche ausgedehnten Luftschichten zwischen Oberflächen mit hohem Emissionsgrad sind in 0 angegeben. Anhang D enthält Verfahren für sonstige Fälle.

Der so berechnete Wärmedurchgangskoeffizient gilt für die Bauteilkomponente einschließlich beider Wärmeübergänge an den Oberflächen der Bauteilkomponenten, z. B. Innenraum und Außenbereich, zwei Innenräume mit einer Trennwand, Innenraum und unbeheiztem Raum. In 6.10 sind vereinfachte Verfahren für die Umrechnung eines unbeheizten Raumes in einen Wärmedurchlasswiderstand angegeben.

ANMERKUNG In der Regel erfolgt die Berechnung des Wärmestromes, indem die Betriebstemperatur (üblicherweise an den arithmetischen Mittelwert der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur genähert) als repräsentativ für den Innenraum des Gebäudes und die Lufttemperatur als repräsentativ für den Außenbereich gilt. Weitere Definitionen der Temperatur eines bestimmten Bereiches werden ebenfalls verwendet, sofern dies für den Zweck der Berechnung erforderlich ist. Siehe auch Anhang C.

6.5 Wärmedurchgangskoeffizient

6.5.1 Nach dem detaillierten Berechnungsverfahren

Beim detaillierten Berechnungsverfahren ist der Wärmedurchgangskoeffizient das Ergebnis einer Berechnung nach ISO 10211.

6.5.2 Nach dem vereinfachten Berechnungsverfahren

Beim vereinfachten Berechnungsverfahren ergibt sich der Wärmedurchgangskoeffizient aus

$$U = \frac{1}{R_{\text{tot}}} \quad (1)$$

Dabei ist

U der Wärmedurchgangskoeffizient, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

R_{tot} der Wärmedurchgangswiderstand, ermittelt nach 6.7, in $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

Der Wärmedurchgangskoeffizient ist gegebenenfalls nach Anhang F zu korrigieren. Ist jedoch die Gesamtkorrektur geringer als 3 % von U , braucht keine Korrektur vorgenommen zu werden.

Wird der Wärmedurchgangskoeffizient als Endergebnis angegeben, ist er auf zwei Dezimalstellen zu runden, und es sind Angaben über die für die Berechnung verwendeten Eingangsdaten zu machen.

6.6 Wärmedurchlasswiderstand

Der Wärmedurchlasswiderstand einer lichtundurchlässigen Bauteilkomponente ergibt sich aus

$$R_{\text{C;op}} = \frac{1}{U} - R_{\text{si}} - R_{\text{se}} \quad (2)$$

Dabei ist

$R_{\text{C;op}}$ der Wärmedurchlasswiderstand einer lichtundurchlässigen Bauteilkomponente, in $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;

R_{si} der Wärmedurchlasswiderstand der inneren Oberfläche, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;

R_{se} der Wärmedurchlasswiderstand der äußeren Oberfläche, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;

U der Wärmedurchgangskoeffizient, ermittelt nach 6.5.

Die Wärmeübergangswiderstände entsprechen denen, die für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten verwendet wurden.

Gleichung (2) gilt sowohl für das detaillierte Verfahren als auch für das vereinfachte Verfahren.

Wird der Wärmedurchlasswiderstand als Endergebnis angegeben, ist er auf zwei Dezimalstellen zu runden, und es sind Angaben über die für die Berechnung verwendeten Eingangsdaten zu machen.

6.7 Wärmedurchgangswiderstand

6.7.1 Wärmedurchlasswiderstand homogener Bauteilkomponenten

6.7.1.1 Wärmedurchlasswiderstand homogener Schichten

Wärmetechnische Bemessungswerte können entweder als Bemessungsleitfähigkeit oder als Bemessungsdurchlasswiderstand angegeben werden.

Wenn die Wärmeleitfähigkeit gegeben ist, wird der Wärmedurchlasswiderstand der Schicht ermittelt nach

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (3)$$

Dabei ist

R der Wärmedurchlasswiderstand, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;

d die Dicke der Baustoffschicht in der Bauteilkomponente, in m;

λ die Bemessungswärmeleitfähigkeit des Baustoffes in $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Die Werte von λ sind nach ISO 10456 zu berechnen, sofern sie auf Messdaten beruhen. In sonstigen Fällen wird λ anhand von Tabellenwerten ermittelt.

Eine Vorlage für Tabellenwerte ist in Tabelle A.1 enthalten, während Tabelle B.1 eine informative Standardliste enthält.

ANMERKUNG Die Dicke d kann sich von der Nenndicke unterscheiden (z. B. wenn ein zusammendrückbares Produkt im komprimierten Zustand eingebaut ist, ist d geringer als die Nenndicke). Sofern zutreffend, wird empfohlen, dass d auch entsprechend Dickentoleranzen berücksichtigt (z. B. wenn diese negativ sind).

Werte von Wärmedurchlasswiderständen müssen in Zwischenrechnungen auf mindestens drei Dezimalstellen berechnet werden.

6.7.1.2 Wärmedurchgangswiderstand einer Bauteilkomponente aus homogenen Schichten

Der Wärmedurchgangswiderstand R_{tot} einer ebenen Bauteilkomponente aus thermisch homogenen Schichten senkrecht zum Wärmestrom ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$R_{\text{tot}} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad (4)$$

Dabei ist/sind

- R_{tot} der Wärmedurchgangswiderstand, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;
- R_{si} der innere Wärmeübergangswiderstand (siehe 6.8), in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;
- $R_1, R_2 \dots R_n$ die Bemessungswärmedurchlasswiderstände jeder Schicht, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;
- R_{se} der äußere Wärmeübergangswiderstand (siehe 6.8), in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$.

Bei der Berechnung des Wärmedurchgangswiderstandes der Innenbauteilkomponenten (Trennwände usw.) oder eines Bauteiles zwischen dem Innenraum und einem unbeheizten Raum gilt R_{si} auf beiden Seiten.

Wird der Wärmedurchgangswiderstand als Endergebnis angegeben, ist er auf zwei Dezimalstellen zu runden.

6.7.2 Wärmedurchgangswiderstand einer Bauteilkomponente aus homogenen und inhomogenen Schichten

6.7.2.1 Anwendbarkeit

6.7.2.2 bis 6.7.2.5 legen ein vereinfachtes Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes von Bauteilkomponenten aus thermisch homogenen und inhomogenen Schichten fest. Das Verfahren gilt nicht für Fälle, bei denen das Verhältnis des oberen Grenzwertes des Wärmedurchlasswiderstandes zum unteren Grenzwert des Wärmedurchlasswiderstandes mehr als 1,5 beträgt. Das Verfahren gilt nicht für Dämmschichten, die eine Wärmebrücke aus Metall enthalten. Bei Verbindungsmitteln aus Metall kann die Anwendung des Verfahrens so erfolgen, als wären keine solchen Verbindungen vorhanden, und eine nachträgliche Korrektur nach E.3 enthalten.

ANMERKUNG 1 Das in 6.7.2.2 bis 6.7.2.5 beschriebene Verfahren ist nicht für die Berechnung von Oberflächentemperaturen zur Bewertung des Tauwasser-Risikos geeignet.

Eine Vorlage für sonstige Einschränkungen der Anwendung des vereinfachten Verfahrens ist in Tabelle A.2 enthalten, und Tabelle B.2 enthält eine informative Standard-Wahlmöglichkeit.

Wird ein Teil eines Bauteiles unabhängig vom gesamten Bauwerk beurteilt, ist sein Wärmedurchlasswiderstand durch Anwendung des Verfahrens nach 6.7.2.2 bis 6.7.2.5 zu ermitteln, wobei jedoch der Wärmeübergangswiderstand an beiden Seiten mit null angesetzt wird. Der Wärmedurchlasswiderstand kann dann in der darauf folgenden Berechnung zur Ermittlung des Wärmedurchgangswiderstandes des gesamten Bauteiles verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Dies ist wichtig, wenn ein Teil eines Bauteiles als separates Element verkauft wird. Beispiele dafür sind tragende Platten und Mauersteine mit Hohlräumen.

6.7.2.2 Wärmedurchgangswiderstand einer Bauteilkomponente

Der Wärmedurchgangswiderstand R_{tot} einer Bauteilkomponente aus thermisch homogenen und thermisch inhomogenen Schichten parallel zur Oberfläche wird als arithmetischer Mittelwert des oberen und unteren Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstandes berechnet:

$$R_{\text{tot}} = \frac{R_{\text{tot;upper}} + R_{\text{tot;lower}}}{2} \quad (5)$$

Dabei ist

- R_{tot} der Wärmedurchgangswiderstand, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;

- $R_{\text{tot};\text{upper}}$ der obere Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes, berechnet nach 6.7.2.3, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;
- $R_{\text{tot};\text{lower}}$ der untere Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes, berechnet nach 6.7.2.4, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$.

Wird der Wärmedurchgangswiderstand als Endergebnis angegeben, ist er auf zwei Dezimalstellen zu runden.

Die Berechnung des oberen und unteren Grenzwertes muss durch Aufteilung der Bauteilkomponente in Abschnitte und Schichten nach Bild 1 derart ausgeführt werden, dass die Bauteilkomponente in m_j Teile zerlegt ist, die selbst thermisch homogen sind.

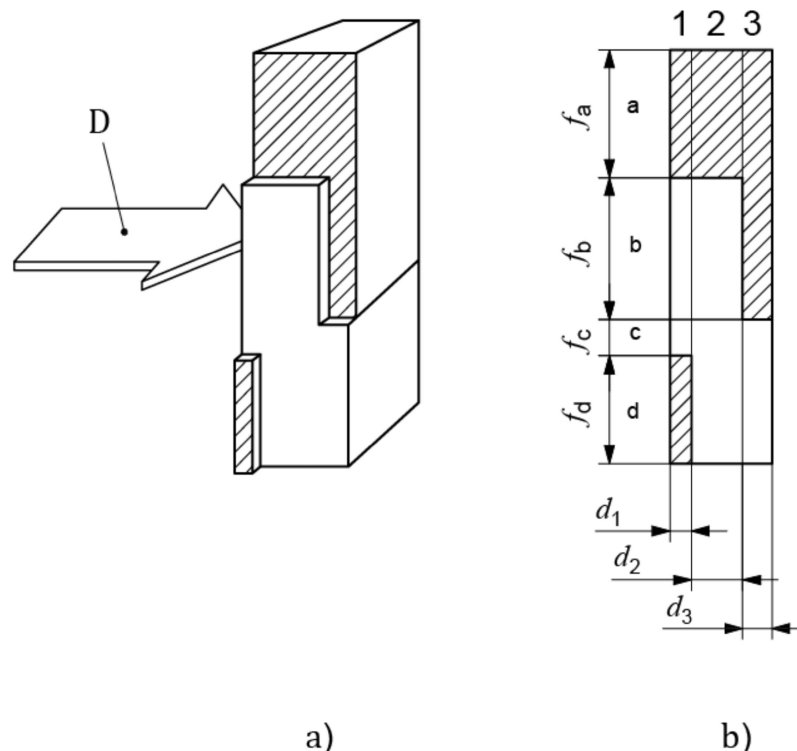
Das in Bild 1 a) dargestellte Bauteil wird in Abschnitte a, b, c und d und in Schichten 1, 2 und 3 geschnitten betrachtet (siehe Bild 1b)).

Der Abschnitt m ($m = a, b, c, \dots, q$) senkrecht zu den Oberflächen der Bauteilkomponente hat die Teilfläche f_m .

Die Schicht j ($j = 1, 2, \dots, n$) parallel zu den Oberflächen hat die Dicke d_j .

Der Teil m_j hat die Wärmeleitfähigkeit λ_{mj} , die Dicke d_j , die Teilfläche f_m und den Wärmedurchlasswiderstand R_{mj} .

Die Teilfläche eines Abschnittes ist sein Anteil an der Gesamtfläche. Folglich ist $f_a + f_b + \dots + f_q = 1$.



Legende

- D Wärmestromrichtung
a, b, c, d Abschnitte
1, 2, 3 Schichten

Bild 1 — Abschnitte und Schichten einer thermisch inhomogenen Bauteilkomponente

6.7.2.3 Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes

Der obere Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot;upper}}$ wird unter der Annahme eines eindimensionalen Wärmestromes senkrecht zu den Oberflächen der Bauteilkomponente bestimmt. Er ergibt sich nach folgender Gleichung:

$$\frac{1}{R_{\text{tot;upper}}} = \frac{f_a}{R_{\text{tot;a}}} + \frac{f_b}{R_{\text{tot;b}}} + \dots + \frac{f_q}{R_{\text{tot;q}}} \quad (6)$$

Dabei ist

$R_{\text{tot;upper}}$ der obere Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;

$R_{\text{tot;a}}, R_{\text{tot;b}}, \dots, R_{\text{tot;q}}$ die Wärmedurchgangswiderstände von Bereich zu Bereich für jeden Abschnitt, berechnet nach Gleichung (4), in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;

$f_a, f_b, \dots, f_q$ die Teilflächen jedes Abschnitts.

6.7.2.4 Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes

Der untere Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot;lower}}$ wird unter der Annahme bestimmt, dass alle Ebenen parallel zu den Oberflächen der Bauteilkomponente isotherm sind.

Grenzt eine nicht ebene Fläche an eine Luftschicht, wird die Berechnung so durchgeführt, als wäre sie eben, wobei Folgendes vorausgesetzt wird:

- a) die schmalen Abschnitte werden als erweitert angesehen (jedoch ohne Änderung des Wärmedurchlasswiderstandes), wie in Bild 2 dargestellt:

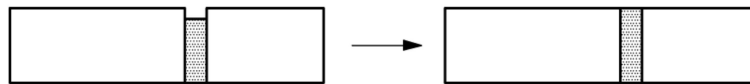


Bild 2 — Betrachtung einer nicht ebenen Oberfläche, bei der die schmalen Abschnitte erweitert wurden

- b) die überstehenden Abschnitte werden entfernt (wodurch der Wärmedurchlasswiderstand vermindert wird), wie in Bild 3 dargestellt:

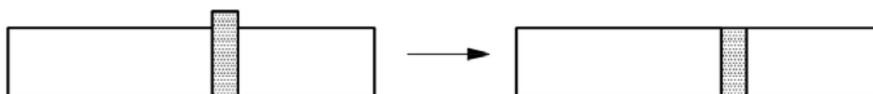


Bild 3 — Betrachtung einer nicht ebenen Oberfläche, bei der die überstehenden Teile entfernt wurden

Es wird ein äquivalenter Wärmedurchlasswiderstand R_j für jede thermisch inhomogene Schicht nach Gleichung (7) berechnet.

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_q}{R_{qj}} \quad (7)$$

Dabei ist

- R_j der äquivalente Wärmedurchlasswiderstand, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;
- $R_{a;j}, R_{b;j}, \dots, R_{q;j}$ die Wärmedurchlasswiderstände für jede thermisch inhomogene Schicht für jeden Abschnitt, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$.

Der untere Grenzwert wird dann nach Gleichung (4) berechnet.

Ein alternatives Verfahren, das zum selben Ergebnis führt, besteht in der Bestimmung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit der Schicht:

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_{\text{eq};j}} \quad (8)$$

In diesem Fall beträgt die äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{\text{eq};j}$ der Schicht j :

$$\lambda_{\text{eq};j} = \lambda_{a;j} f_a + \lambda_{b;j} f_b + \dots + \lambda_{q;j} f_q \quad (9)$$

Ist eine Luftschicht Teil einer inhomogenen Schicht, darf sie wie ein Stoff mit einer äquivalenten Wärmeleitfähigkeit von $\lambda_{\text{eq};j} = d_j/R_g$ behandelt werden, wobei R_g den nach Anhang D bestimmten Wärmedurchlasswiderstand der Luftschicht darstellt.

6.7.2.5 Fehlerabschätzung

Dieses Verfahren zur Abschätzung des maximalen relativen Fehlers darf verwendet werden, wenn der berechnete Wärmedurchgangskoeffizient festgelegte Genauigkeitskriterien einzuhalten hat.

Eine Vorlage zur Festlegung, ob der maximale Fehler erforderlich ist, ist in Tabelle A.3 angegeben, und in Tabelle B.3 ist eine informative Standard-Wahlmöglichkeit enthalten.

Bei Verwendung dieser Näherung beträgt der maximale relative Fehler e in Prozent:

$$e = \frac{R_{\text{tot};\text{upper}} - R_{\text{tot};\text{lower}}}{2 \times R_{\text{tot}}} \times 100 \quad (10)$$

BEISPIEL Beträgt das Verhältnis des oberen Grenzwertes zum unteren Grenzwert 1,5, ist der maximal mögliche Fehler 20 %.

Der tatsächliche Fehler ist gewöhnlich viel geringer als der maximale Fehler. Dieser Fehler darf zur Bewertung herangezogen werden, um zu entscheiden, ob die mit dem in 6.7.2.5 beschriebenen Verfahren erreichte Bemessungsgenauigkeit annehmbar ist hinsichtlich

- des Zweckes der Berechnung;
- des Anteils des Gesamtwärmestromes durch die Gebäudehülle, d. h. übertragen durch die Bauteilkomponenten, deren Wärmedurchlasswiderstand nach dem in 6.7.2.2 beschriebenen Verfahren bewertet wird;
- der Genauigkeit der Eingangsdaten.

6.8 Wärmeübergangswiderstände

Für ebene Oberflächen sind die in Tabelle 9 angegebenen Werte zu verwenden. Die Werte unter „horizontal“ gelten für Richtungen des Wärmestromes von $\pm 30^\circ$ zur horizontalen Ebene. Für nichtebene Oberflächen oder für spezielle Grenzbedingungen sind die Verfahren nach Anhang C anzuwenden.

Tabelle 9 — Konventionelle Wärmeübergangswiderstände

Wärmeübergangswiderstand $m^2 \cdot K/W$	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

ANMERKUNG Die Wärmeübergangswiderstände gelten für Oberflächen, die mit der Luft in Berührung sind. Der Wärmeübergangswiderstand ist nicht anwendbar, wenn die Oberfläche einen anderen Stoff berührt.

Die in Tabelle 9 angegebenen Werte sind Bemessungswerte. Zur Angabe des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilkomponenten und in sonstigen Fällen, in denen von der Wärmestromrichtung unabhängige Werte gefordert werden, oder wenn die Richtung des Wärmestroms Schwankungen unterliegt, müssen die für den horizontalen Wärmestrom angegebenen Werte verwendet werden.

Eine Vorlage zur Festlegung, ob die in Anhang C angegebenen Verfahren für spezielle Grenzbedingungen anzuwenden sind, ist in Tabelle A.4 angegeben, während Tabelle B.4 eine informative Standard-Wahlmöglichkeit enthält.

6.9 Wärmedurchlasswiderstand von Luftschichten

6.9.1 Anwendbarkeit

Die in 6.9.2 bis 0 angegebenen Werte gelten für Luftschichten, die

- von zwei Flächen begrenzt sind, die als parallel zueinander anzusehen sind, senkrecht zur Richtung des Wärmestromes verlaufen und einen Emissionsgrad von mindestens 0,8 besitzen;
- eine Dicke (in Wärmestromrichtung) von weniger als dem 0,1fachen eines der anderen beiden Maße und höchstens 0,3 m besitzen;
- keinen Luftaustausch mit dem Innenraum aufweisen.

Gelten obige Bedingungen nicht, sind die Verfahren nach Anhang D anzuwenden.

ANMERKUNG Der Emissionsgrad der meisten Baustoffe ist größer als 0,8.

Für Bauteilkomponenten mit Luftschichten, die dicker als 0,3 m sind, sollte kein einzelner Wärmedurchgangskoeffizient berechnet werden. Vielmehr sollten Wärmeströme mittels einer Wärmebilanz berechnet werden, siehe ISO 13789.

6.9.2 Ruhende Luftschicht

Eine Luftschicht gilt als ruhend, wenn der Luftraum von der Umgebung abgeschlossen ist. In Tabelle 10 sind Werte des Wärmedurchlasswiderstandes angegeben. Die Werte unter „horizontal“ gelten für Richtungen des Wärmestromes von $\pm 30^\circ$ zur horizontalen Ebene.

Eine Luftschicht mit kleinen Öffnungen zur Außenumgebung, die jedoch keine Dämmschicht zwischen sich und der Außenumgebung besitzt, ist auch als ruhende Luftschicht zu betrachten, wenn diese Öffnungen so angeordnet sind, dass ein Luftstrom durch die Schicht nicht möglich ist und die Öffnungen

- 500 mm² je Meter Länge (in horizontaler Richtung) für vertikale Luftschichten;
- 500 mm² je Quadratmeter Oberfläche für horizontale Luftschichten nicht überschreiten.

ANMERKUNG Entwässerungsöffnungen (Drainageöffnungen) in Form von offenen vertikalen Fugen in der Außenschale von zweischaligem Mauerwerk erfüllen in der Regel die oben genannten Kriterien und werden daher nicht als Lüftungsöffnungen angesehen.

Tabelle 10 — Wärmedurchlasswiderstand von ruhenden Luftschichten mit Oberflächen mit hohem Emissionsgrad

Dicke der Luftschicht	Wärmedurchlasswiderstand m ² ·K/W		
	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
mm			
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23
ANMERKUNG Zwischenwerte werden durch lineare Interpolation ermittelt.			

6.9.3 Schwach belüftete Luftschicht

Schwach belüftet ist eine Luftschicht, wenn der Luftaustausch mit der Außenumgebung durch Öffnungen der Fläche A_v auf folgende Bereiche begrenzt ist:

- > 500 mm², jedoch < 1 500 mm² je Meter Länge (in horizontaler Richtung) für vertikale Luftschichten;
- > 500 mm², jedoch < 1 500 mm² je Quadratmeter Oberfläche für horizontale Luftschichten.

Die Wirkung der Belüftung hängt von der Größe und Verteilung der Lüftungsöffnungen ab. Als Näherungswert kann der Wärmedurchgangswiderstand einer Bauteilkomponente mit schwach belüfteter Luftschicht wie folgt berechnet werden:

$$R_{\text{tot}} = \frac{1500 - A_v}{1000} R_{\text{tot;nve}} + \frac{A_v - 500}{1000} R_{\text{tot;ve}} \quad (11)$$

Dabei ist

R_{tot}	der Wärmedurchgangswiderstand, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;
A_v	die Fläche der Lüftungsöffnungen, in m^2 ;
$R_{\text{tot};\text{nve}}$	der Wärmedurchgangswiderstand mit einer ruhenden Luftschicht nach 6.9.2, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;
$R_{\text{tot};\text{ve}}$	der Wärmedurchgangswiderstand mit einer stark belüfteten Luftschicht nach 0, in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$.

Eine Vorlage zur Festlegung, ob diese Näherung zulässig ist, ist in Tabelle A.5 angegeben, und Tabelle B.5 enthält eine informative Standard-Wahlmöglichkeit.

6.9.4 Stark belüftete Luftschicht

Eine Luftschicht gilt als stark belüftet, wenn die Öffnungen zwischen Luftschicht und Außenumgebung

- 1 500 mm^2 je Meter Länge (in horizontaler Richtung) für vertikale Luftschichten;
- 1 500 mm^2 je Quadratmeter Oberfläche für horizontale Luftschichten

entsprechen oder überschreiten.

Der Wärmedurchgangswiderstand einer Bauteilkomponente mit einer stark belüfteten Luftschicht ist zu bestimmen, indem der Wärmedurchlasswiderstand der Luftschicht und aller sonstigen Schichten zwischen Luftschicht und Außenumgebung vernachlässigt wird und ein äußerer Wärmeübergangswiderstand verwendet wird, der dem bei ruhender Luft entspricht (siehe Anhang C). Alternativ darf der entsprechende Wert für R_{si} aus Tabelle 9 verwendet werden.

6.10 Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume

6.10.1 Allgemeines

Der Wärmeübergang von einem Gebäude an die Außenumgebung über unbeheizte Räume wird nach ISO 13789 berechnet.

Wenn die äußere Umfassungsfläche eines unbeheizten Raumes nicht gedämmt ist, können alternativ die vereinfachten Verfahren nach 6.10.2 und 0, die den unbeheizten Raum wie einen Wärmedurchlasswiderstand behandeln, angewendet werden.

Eine Vorlage zur Festlegung, ob diese vereinfachten Verfahren zulässig sind, ist in Tabelle A.5 angegeben, während Tabelle B.5 eine informative Standard-Wahlmöglichkeit enthält.

ANMERKUNG 1 Die Verfahren nach ISO 13789 sind allgemeiner und genauer.

ANMERKUNG 2 Zu Kriechkellern unter aufgeständerten Bodenplatten, siehe ISO 13370.

ANMERKUNG 3 Die in 6.10.2 und 6.10.3 angegebenen Wärmedurchlasswiderstände eignen sich für die Berechnung des Wärmestromes, jedoch nicht für Berechnungen, die die hygrothermischen Bedingungen im unbeheizten Raum betreffen.

6.10.2 Dachräume

Für eine Dachkonstruktion mit ebener gedämmter Decke und einem Schrägdach darf der Dachraum so betrachtet werden, als wäre er eine wärmetechnisch homogene Schicht mit einem Wärmedurchlasswiderstand nach Tabelle 11.

Tabelle 11 — Wärmedurchlasswiderstand von Dachräumen

Eigenschaften des Dachs		R_u m ² ·K/W
1	Ziegeldach ohne Pappe, Schalung oder Ähnlichem	0,06
2	Plattendach oder Ziegeldach mit Pappe oder Schalung oder Ähnlichem unter den Ziegeln	0,2
3	Wie Punkt 2, jedoch mit Aluminiumverkleidung oder einer anderen Oberfläche mit geringem Emissionsgrad an der Dachunterseite	0,3
4	Dach mit Schalung und Pappe	0,3
ANMERKUNG Die Werte in dieser Tabelle enthalten den Wärmedurchlasswiderstand des belüfteten Raums und der (Schräg)-Dachkonstruktion. Sie enthalten nicht den äußeren Wärmeübergangswiderstand R_{se} .		

Die Werte der Tabelle 11 gelten für Dachräume mit natürlicher Belüftung über beheizten Gebäuden. Bei mechanischer Belüftung ist das detaillierte Verfahren nach ISO 13789, in dem der Dachraum wie ein unbeheizter Raum mit einer festgelegten Luftwechselrate behandelt wird, anzuwenden.

6.10.3 Sonstige Räume

Grenzt ein unbeheizter Raum an das Gebäude an, kann der Wärmedurchgangskoeffizient zwischen dem Innenraum und der Außenumgebung bestimmt werden, indem der unbeheizte Raum zusammen mit seinen Außenbauteilkomponenten so behandelt wird, als wäre er eine zusätzliche homogene Schicht mit einem Wärmedurchlasswiderstand R_u . Weisen alle Bauteile zwischen dem Innenraum und dem unbeheizten Raum den gleichen Wärmedurchgangskoeffizienten auf, dann ergibt sich R_u nach:

$$R_u = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e;k} U_{e;k}) + 0,33 \times n V} \quad (12)$$

Dabei ist

- R_u der Wärmedurchlasswiderstand des unbeheizten Raumes, in m²·K/W;
- A_i die Gesamtfläche aller Bauteile zwischen Innenraum und unbeheiztem Raum, in m²;
- $A_{e;k}$ die Fläche des Bauteiles k zwischen unbeheiztem Raum und Außenumgebung, in m²;
- $U_{e;k}$ der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteiles k zwischen unbeheiztem Raum und Außenumgebung, in W/(m²·K);
- n die Luftwechselrate im unbeheizten Raum, angegeben als Luftwechsel je Stunde;
- V das Volumen des unbeheizten Raumes, in m³.

Das Summieren erfolgt über alle Bauteile zwischen dem unbeheizten Raum und der Außenumgebung mit Ausnahme des Erdgeschosses.

Sofern die Einzelheiten der Bauweise der Außenbauteile des unbeheizten Raumes nicht bekannt sind, sind die Werte $U_{e;k} = 2$ W/(m²·K) und $n = 3$ Luftwechsel je Stunde anzuwenden.

ANMERKUNG 1 Unbeheizte Räume sind z. B. Garagen, Lagerräume und Wintergärten.

ANMERKUNG 2 Befindet sich zwischen Innen- und unbeheiztem Raum mehr als eine Bauteilkomponente, wird R_u in die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten jeder derartigen Bauteilkomponente einbezogen.

ANMERKUNG 3 Gleichung (12) beruht auf dem in ISO 13789 angegebenen Verfahren für die Berechnung der Wärmeübertragung durch unbeheizte Räume.

Anhang A (normativ)

Vorlage für Eingangsdaten und Wahlmöglichkeiten

A.1 Einleitung

Für die ordnungsgemäße Anwendung dieser Internationalen Norm bilden die Tabellen A.1 bis A.5 eine Vorlage, die zur Angabe der Wahl zwischen verschiedenen Verfahren und den erforderlichen Eingangsdaten und Berechnungsverfahren zu verwenden ist.

ANMERKUNG 1 Standardwahlmöglichkeiten sind im informativen Anhang B angegeben.

ANMERKUNG 2 Es ist erforderlich, diese Vorlage zu beachten, aber allerdings nicht ausreichend, um die Einheitlichkeit der Daten sicherzustellen.

ANMERKUNG 3 Insbesondere für die Anwendung im Zusammenhang mit EU-Richtlinien, die in nationalen gesetzlichen Bestimmungen umgesetzt werden, können diese Wahlmöglichkeiten (entweder die Standard-Wahlmöglichkeiten aus Anhang B oder die an nationale/regionale Bedürfnisse angepassten Wahlmöglichkeiten, aber immer unter Einhaltung der in diesem Anhang angegebenen Vorlage) als Nationaler Anhang oder als gesondertes (z. B. gesetzliches) Dokument zur Verfügung gestellt werden.

A.2 Werte für die Wärmeleitfähigkeit oder den Wärmedurchlasswiderstand

Siehe 6.7.1.1.

Tabelle A.1 — Werte für die Wärmeleitfähigkeit oder den Wärmedurchlasswiderstand

Baustoff ^a	Neue Gebäude		Bereits vorhandene Gebäude	
	Wärmeleitfähigkeit λ W/(m·K)	Wärmedurchlasswiderstand R m ² ·K/W	Wärmeleitfähigkeit λ W/(m·K)	Wärmedurchlasswiderstand R m ² ·K/W
^a Es dürfen Zeilen gelöscht oder hinzugefügt werden und die Baustoffe dürfen weiter spezifiziert oder untergliedert werden.				

A.3 Wahl des detaillierten oder des vereinfachten Verfahrens

Siehe 5.2.

Tabelle A.2 — Bedingungen für die Anwendung des vereinfachten Verfahrens

Gegenstand	Einschränkungen für die Anwendung des vereinfachten Verfahrens
Wie in 6.7.2.1 gefordert?	Ja/Nein
Falls Nein, Angabe der Einschränkungen	Einschränkungen:

A.4 Fehlerabschätzung in Bezug auf das vereinfachte Verfahren

Siehe 6.7.2.5.

Tabelle A.3 — Anforderung zur Abschätzung des maximalen Fehlers beim vereinfachten Verfahren

Gegenstand	Wahl
Maximaler Fehler beim vereinfachten Verfahren?	Ja/Nein
Falls Ja, Höchstwert des Fehlers	 %

A.5 Wärmeübergangswiderstände

Siehe 6.8.

Tabelle A.4 — Wärmeübergangswiderstände für spezielle Grenzbedingungen

Gegenstand	Wahl
Anwendung der Verfahren in Anhang C für spezielle Grenzbedingungen?	Ja/Nein
Falls Ja, Angabe der Bedingungen	

A.6 Sonstige Vereinfachungen

Siehe 6.9 und 6.10.

Tabelle A.5 — Sonstige Vereinfachungen

Gegenstand	Nummer des Abschnitts	Wahl
Näherung für schwach belüftete Luftschicht nach 6.9 zulässig	6.9	Ja/Nein
Vereinfachte Behandlung von unbeheizten Räumen nach 6.10.2 oder 6.10.3 zulässig	6.10	Ja/Nein

A.7 Durchschnittliche Niederschlagsmenge

Siehe F.4.2.

Tabelle A.6 — Durchschnittliche Niederschlagsmenge

Gegenstand	Wahl
Durchschnittliche Niederschlagsmenge während der Heizperiode	Werte in mm/Tag, die für verschiedene Orte angegeben werden können

Anhang B (informativ)

Standard-Eingangsdaten und -Wahlmöglichkeiten

B.1 Einleitung

Die Tabellen B.1 bis B.5 haben die gleiche Anordnung wie die entsprechenden Vorlagen in Anhang A, sie sind jedoch mit Anhaltswerten und –Wahlmöglichkeiten ausgefüllt.

ANMERKUNG 1 In künftigen Fassungen dieser Internationalen Norm werden einige Anhaltswerte und -wahlmöglichkeiten verbindlich vorgeschrieben sein.

ANMERKUNG 2 Die Anwendung der Anhaltswerte ist nicht ausreichend, um die Einheitlichkeit der Daten sicherzustellen.

ANMERKUNG 3 Insbesondere für die Anwendung im Zusammenhang mit EU-Richtlinien, die in nationalen gesetzlichen Bestimmungen umgesetzt werden, können diese Wahlmöglichkeiten (oder die an nationale/regionale Bedürfnisse angepassten Wahlmöglichkeiten) unter Anwendung der Vorlage in Anhang A als Nationaler Anhang oder als gesondertes (z. B. rechtliches) Dokument zur Verfügung gestellt werden.

B.2 Werte für die Wärmeleitfähigkeit oder den Wärmedurchlasswiderstand

Tabelle B.1 — Werte für die Wärmeleitfähigkeit oder den Wärmedurchlasswiderstand

Baustoff	Neue Gebäude		Bereits vorhandene Gebäude	
	Wärmeleitfähigkeit λ W/(m·K)	Wärmedurchlasswiderstand R m ² ·K/W	Wärmeleitfähigkeit λ W/(m·K)	Wärmedurchlasswiderstand R m ² ·K/W
Baustoffe mit Eigenschaften, die in ISO 10456 aufgeführt sind	Werte aus ISO 10456			

B.3 Wahl des detaillierten oder des vereinfachten Verfahrens

Tabelle B.2 — Bedingungen für die Anwendung des vereinfachten Verfahrens

Gegenstand	Einschränkungen für die Anwendung des vereinfachten Verfahrens
Wie in 6.7.2.1 gefordert?	Ja
Falls Nein, Angabe der Einschränkungen	–

B.4 Fehlerabschätzung in Bezug auf das vereinfachte Verfahren

Tabelle B.3 — Anforderung zur Abschätzung des maximalen Fehlers beim vereinfachten Verfahren

Gegenstand	Wahl
Maximaler Fehler beim vereinfachten Verfahren?	Nein

B.5 Wärmeübergangswiderstände

Tabelle B.4 — Wärmeübergangswiderstände für spezielle Grenzbedingungen

Gegenstand	Wahl
Anwendung der Verfahren in Anhang C für spezielle Grenzbedingungen?	Nein

B.6 Sonstige Vereinfachungen

Tabelle B.5 — Sonstige Vereinfachungen

Gegenstand	Nummer des Abschnitts	Wahl
Näherung für schwach belüftete Luftschicht nach 6.9 zulässig	6.9	Ja
Vereinfachte Behandlung von unbeheizten Räumen nach 6.10.2 oder 6.10.3 zulässig	6.10	Ja

B.7 Durchschnittliche Niederschlagsmenge

Tabelle B.6 — Durchschnittliche Niederschlagsmenge

Gegenstand	Wahl
Durchschnittliche Niederschlagsmenge während der Heizperiode	3 mm/Tag