

DIN EN ISO 6946

ICS 91.120.10

Ersatz für
DIN EN ISO 6946:2003-10

**Bauteile –
Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient –
Berechnungsverfahren (ISO 6946:2007);
Deutsche Fassung EN ISO 6946:2007**

Building components and building elements –
Thermal resistance and thermal transmittance –
Calculation method (ISO 6946:2007);
German version EN ISO 6946:2007

Composants et parois de bâtiments –
Résistance thermique et coefficient de transmission thermique –
Méthode de calcul (ISO 6946:2007);
Version allemande EN 6946:2007

Gesamtumfang 35 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 6946:2007) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“, SC 2 „Calculation methods“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“, dessen Sekretariat vom SIS (Schweden) gehalten wird, unter deutscher Mitwirkung erarbeitet.

Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Arbeitsausschuss im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist der als Spiegelausschuss zu CEN/TC 89 und ISO/TC 163/SC 2 eingesetzte Arbeitsausschuss NA 005-56-91 AA „Wärmetransport“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau).

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen verwiesen:

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 6946:2003-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Angaben zur Berechnung des Wärmestromes wurden aus der Einleitung entnommen und in eine Anmerkung in Abschnitt 4 eingefügt;
- b) 5.3.3 enthält eine Ergänzung für schwach belüftete Luftschicht;
- c) 5.4.2 enthält eine Klärung der Anwendbarkeit von Tabelle 3;
- d) 5.4.3 wurde vollständig überarbeitet;
- e) 6.2.1 enthält einen neuen Text, um die Berechnung von Bauteilen, die Teil eines kompletten Bauwerks-teils sind, zu ermöglichen. Der Abschnitt enthält auch eine Klärung der Ausnahmen und Grenzen der Anwendbarkeit.
- f) Anhang B enthält zusätzliche Daten für andere Temperaturunterschiede über Hohlräume. Er enthält auch eine Korrektur der Gleichung für den Wärmeübergang infolge Strahlung in geteilten Lufträumen;
- g) Anhang C enthält eine zusätzliche Form;
- h) Anhang D.2 wurde vollständig neu verfasst, um den Zweck zu klären. Der frühere Anhang E wurde gestrichen. (Nationale Anhänge mit Beispielen für örtliche Bautraditionen können dieser Norm hinzugefügt werden);
- i) Anhang D.3 enthält ein überarbeitetes Verfahren für mechanische Befestigungselemente einschließlich Befestigungselementen, die in eine Aussparung eingebaut werden;
- j) Anhang D.4 gilt nicht für Situationen, in denen eine Abkühlung stattfindet.

Frühere Ausgaben

DIN 4108-5: 1981-08
DIN EN ISO 6946: 1996-11, 2003-10

Deutsche Fassung

**Bauteile —
Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient —
Berechnungsverfahren
(ISO 6946:2007)**

Building components and building elements —
Thermal resistance and thermal transmittance —
Calculation method
(ISO 6946:2007)

Composants et parois de bâtiments —
Résistance thermique et coefficient de
transmission thermique —
Méthode de calcul
(ISO 6946:2007)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. Dezember 2007 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 Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B- 1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole und Einheiten	7
4 Grundlagen.....	7
5 Wärmedurchlasswiderstände.....	8
5.1 Wärmedurchlasswiderstand homogener Schichten.....	8
5.2 Wärmeübergangswiderstände	8
5.3 Wärmedurchlasswiderstand von Luftschichten.....	9
5.3.1 Anwendbarkeit	9
5.3.2 Ruhende Luftschicht	9
5.3.3 Schwach belüftete Luftschicht.....	10
5.3.4 Stark belüftete Luftschicht	11
5.4 Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume	11
5.4.1 Allgemeines	11
5.4.2 Dachräume	11
5.4.3 Andere Räume.....	12
6 Wärmedurchgangswiderstand	12
6.1 Wärmedurchgangswiderstand einer Bauteilkomponente aus homogenen Schichten.....	12
6.2 Wärmedurchgangswiderstand einer Bauteilkomponente aus homogenen und inhomogenen Schichten	13
6.2.1 Anwendbarkeit	13
6.2.2 Wärmedurchgangswiderstand einer Bauteilkomponente	13
6.2.4 Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes R_T^*	15
6.2.5 Fehlerabschätzung	15
7 Wärmedurchgangskoeffizient	16
Anhang A (normativ) Wärmeübergangswiderstand	17
A.1 Ebene Oberflächen	17
A.2 Bauteile mit nicht-ebenen Oberflächen	19
Anhang B (normativ) Wärmedurchlasswiderstand von Lufträumen	20
B.1 Allgemeines	20
B.2 Unbelüftete Lufträume mit einer Länge und Breite von mehr als dem 10fachen der Dicke	20
B.3 Belüftete Lufträume mit einer Länge und Breite von mehr als dem 10fachen der Dicke	22
B.4 Kleine oder unterteilte unbelüftete Lufträume (Luftspalte)	22
Anhang C (normativ) Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen und keilförmigen Schichten	23
C.1 Allgemeines	23
C.2 Berechnung gebräuchlicher Formen.....	24
C.2.1 Rechteckige Fläche	24
C.2.2 Dreieckige Fläche, dickste Stelle am Scheitelpunkt	25
C.2.3 Dreieckige Fläche, dünnste Stelle am Scheitelpunkt.....	25
C.2.4 Dreieckige Fläche, unterschiedliche Dicke an jedem Scheitelpunkt	25
C.3 Durchführung der Berechnung	26

Anhang D (normativ) Korrekturen des Wärmedurchgangskoeffizienten	27
D.1 Allgemeines	27
D.2 Korrekturen für Luftspalte	27
D.2.1 Begriffe	27
D.2.2 Korrekturen	28
D.2.3 Beispiele	29
D.3 Korrektur für mechanische Befestigungselemente	30
D.3.1 Detaillierte Berechnung	30
D.3.2 Näherungsverfahren	30
D.4 Korrekturverfahren für Umkehrdächer	32
D.4.1 Allgemeines	32
D.4.2 Korrektur für strömendes Wasser zwischen der Dämmschicht und der Dachabdichtung	32
Literaturhinweise	33

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 6946:2007) 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.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2008 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können, ohne dass diese vorstehend identifiziert wurden. CEN [und/oder] CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 6946:1996.

Gegenüber EN ISO 6946:1996 der Norm wurden die folgenden Änderungen vorgenommen:

- Angaben zur Berechnung des Wärmestromes wurden aus der Einleitung entnommen und in eine Anmerkung in Abschnitt 4 eingefügt;
- 5.3.3 enthält eine Ergänzung für schwach belüftete Luftschicht;
- 5.4.2 enthält eine Klärung der Anwendbarkeit von Tabelle 3;
- 5.4.3 wurde vollständig überarbeitet;
- 6.2.1 enthält einen neuen Text, um die Berechnung von Bauteilen, die Teil eines kompletten Bauwerks-teils sind, zu ermöglichen. Der Abschnitt enthält auch eine Klärung der Ausnahmen und Grenzen der Anwendbarkeit.
- Anhang B enthält zusätzliche Daten für andere Temperaturunterschiede über Hohlräume. Er enthält auch eine Korrektur der Gleichung für den Wärmeübergang infolge Strahlung in geteilten Lufträumen;
- Anhang C enthält eine zusätzliche Form;
- Anhang D.2 wurde vollständig neu verfasst, um den Zweck zu klären. Der frühere Anhang E wurde gestrichen. (Nationale Anhänge mit Beispielen für örtliche Bautraditionen können dieser Norm hinzugefügt werden);
- Anhang D.3 enthält ein überarbeitetes Verfahren für mechanische Befestigungselemente einschließlich Befestigungselementen, die in eine Aussparung eingebaut werden;
- Anhang D.4 gilt nicht für Situationen, in denen eine Abkühlung stattfindet.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 6946:2007 wurde vom CEN als EN ISO 6946:2007 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

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. Davon ausgenommen sind Türen, Fenster und andere verglaste Einheiten, Vorhangfassaden, an das Erdreich grenzende Bauteilkomponenten und Lüftungselemente.

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

Das Verfahren gilt für Bauteilkomponenten und Bauteile aus thermisch homogenen Schichten (die auch Luftschichten enthalten können).

Diese Norm gibt auch ein Näherungsverfahren für Bauteile mit inhomogenen Schichten an. Die Wirkung von mechanischen Befestigungselementen wird durch den in Anhang D angegebenen Korrekturfaktor berücksichtigt. Andere Fälle, in denen die Wärmedämmung von einer metallischen Schicht durchdrungen sind, sind nicht Gegenstand dieser Norm.

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 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 heat loss coefficient — Calculation method*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 7345 und ISO 10456 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Bauteil

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

3.1.2

Bauteilkomponente

Bauwerksteil oder ein Teil davon

ANMERKUNG In dieser Norm wird der Begriff „Bauteilkomponente“ im Sinne sowohl von „Bauteil“ als auch von „Bauteilkomponente“ verwendet.

3.1.3

thermisch homogene Schicht

Schicht konstanter Dicke mit als einheitlich anzusehenden thermischen Eigenschaften

3.2 Symbole und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
A	Fläche	m^2
d	Dicke	m
h	Wärmeübergangskoeffizient der Oberfläche	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
R	Bemessungswert des Wärmedurchlasswiderstandes (von einer Oberfläche zur anderen)	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_g	Wärmedurchlasswiderstand des Luftraumes	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_{se}	äußerer Wärmeübergangswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_{si}	innerer Wärmeübergangswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_T	Wärmedurchgangswiderstand (von einer Umgebung zur anderen)	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R'_T	oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R''_T	unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_u	Wärmedurchlasswiderstand des unbeheizten Raumes	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
U	Wärmedurchgangskoeffizient	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
λ	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

4 Grundlagen

Die Grundlage des Berechnungsverfahrens besteht darin:

- den Wärmedurchlasswiderstand jeder thermisch homogenen Schicht der Bauteilkomponente zu bestimmen;
- aus diesen Einzelwärmedurchlasswiderständen und (wo es zutrifft) Wärmeübergangswiderständen den Wärmedurchgangswiderstand der Bauteilkomponente zu ermitteln.

Wärmedurchlasswiderstände von Einzelschichten werden nach 5.1 bestimmt.

Die in 5.2 angegebenen Wärmeübergangswiderstände sind in den meisten Fällen ausreichend genau. Anhang A enthält detaillierte Verfahren für Oberflächen mit geringem Emissionsgrad, für besondere Windgeschwindigkeiten und für nicht ebene Oberflächen.

Luftschichten können für die Anwendung dieser Norm als thermisch homogen angesehen werden. Werte des Wärmedurchlasswiderstandes von in der Fläche ausgedehnten Luftschichten zwischen Oberflächen mit hohem Emissionsgrad sind in 5.3 angegeben. Anhang B enthält Verfahren für andere Fälle.

Aus den Wärmedurchlasswiderständen der Schichten wird Folgendes ermittelt:

- für Bauteilkomponenten aus thermisch homogenen Schichten wird der Wärmedurchgangswiderstand nach 6.1 und der Wärmedurchgangskoeffizient nach Abschnitt 7 bestimmt;

- b) für Bauteilkomponenten mit einer oder mehreren thermisch inhomogenen Schichten wird der Wärmedurchgangswiderstand nach 6.2 und der Wärmedurchgangskoeffizient nach Abschnitt 7 bestimmt;
- c) für Bauteilkomponenten mit einer keilförmigen Schicht wird der Wärmedurchgangskoeffizient und/oder der Wärmedurchgangswiderstand nach Anhang C bestimmt.

Schließlich werden gegebenenfalls Korrekturen des Wärmedurchgangskoeffizienten nach Anhang D vorgenommen, um den Einfluss von Luftspalten in der Dämmschicht, von mechanischen Befestigungselementen, die eine Dämmschicht durchdringen, und von Niederschlag auf Umkehrdächern zu berücksichtigen.

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 5.4 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 und die Lufttemperatur als repräsentativ für den Außenbereich gelten. Andere Definitionen der Temperatur eines bestimmten Bereiches werden verwendet, sofern dies für den Zweck der Berechnung erforderlich ist. Siehe auch Anhang A.

5 Wärmedurchlasswiderstände

5.1 Wärmedurchlasswiderstand homogener Schichten

Wärmetechnische Bemessungswerte können entweder als Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit oder des Wärmedurchlasswiderstandes angegeben werden. Ist die Wärmeleitfähigkeit gegeben, wird der Wärmedurchlasswiderstand der Schicht bestimmt nach:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (1)$$

Dabei ist

- d die Dicke einer Schicht in der Bauteilkomponente;
- λ der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Stoffes, entweder nach ISO 10456 berechnet oder als Tabellenwert entnommen.

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.

5.2 Wärmeübergangswiderstände

Für ebene Oberflächen gelten die in Tabelle 1 angegebenen Werte, wenn keine besonderen Angaben über Randbedingungen vorliegen. Die Werte unter „horizontal“ gelten für Richtungen des Wärmestromes von $\pm 30^\circ$ zur horizontalen Ebene. Für nichtebene Oberflächen oder für spezielle Randbedingungen sind die Verfahren nach Anhang A anzuwenden.

Tabelle 1 — Konventionelle Wärmeübergangswiderstände

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

ANMERKUNG 1 Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte. Für die Angabe des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilkomponenten und in anderen Fällen, in denen von der Richtung des Wärmestromes unabhängige Werte gefordert werden oder die Richtung des Wärmestromes variieren kann, wird empfohlen, die Werte für den horizontalen Wärmestrom zu verwenden.

ANMERKUNG 2 Die Wärmeübergangswiderstände beziehen sich auf Oberflächen, die mit der Luft in Berührung sind. Der Wärmeübergangswiderstand ist nicht anwendbar, wenn die Oberfläche ein anderes Material berührt.

5.3 Wärmedurchlasswiderstand von Luftschichten

5.3.1 Anwendbarkeit

Die in 5.3.1 bis 5.3.3 angegebenen Bemessungswerte sind auf Luftschichten anzuwenden, 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 B zu verwenden.

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

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

5.3.2 Ruhende Luftschicht

Eine Luftschicht gilt als ruhend, wenn der Luftraum von der Umgebung abgeschlossen ist. In Tabelle 2 sind Bemessungswerte des Wärmedurchlasswiderstandes angegeben. Die Werte unter „horizontal“ gelten für Richtungen des Wärmestromes von $\pm 30^\circ$ zur horizontalen Ebene.