

Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen
Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten
Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen (ISO/FDIS 10077-2:2003)
Deutsche Fassung EN ISO 10077-2:2003

DIN
EN ISO 10077-2

ICS 91.060.50; 91.120.10

Thermal performance of windows, doors and shutters —
Calculation of thermal transmittance — Part 2: Numerical method for
frames (ISO/FDIS 10077-2:2003); German version EN ISO 10077-2:2003

Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures —
Calcul du coefficient de transmission thermique — Partie 2: Méthode
numérique pour les profilés de menuiserie (ISO/FDIS 10077-2:2003);
Version allemande EN ISO 10077-2:2003

Die Europäische Norm EN ISO 10077-2:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Fortsetzung Seite 2
und 33 Seiten EN

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ (Sekretariat: Schweden) unter deutscher Mitwirkung erstellt.

Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Arbeitsausschuss im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist der als Spiegelausschuss zum CEN/TC 89 eingesetzte Arbeitsausschuss 00.89.00 „Wärmeschutz“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) in Verbindung mit dem NABau-Unterausschuss 00.89.07 „Fenster“.

Deutsche Fassung

Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten

Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen (ISO 10077-2:2003)

Thermal performance of windows, doors and shutters –
Calculation of thermal transmittance – Part 2: Numerical
method for frames (ISO 10077-2:2003)

Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures –
Calcul du coefficient de transmission thermique – Partie 2:
Méthode numérique pour les profilés de menuiserie
(ISO 10077-2:2003)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. Mai 2003 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 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	4
3 Bezeichnungen, Begriffe, Symbole, Einheiten und Indizes	5
4 Berechnungsverfahren	6
4.1 Grundlagen.....	6
4.2 Nachweis des verwendeten Berechnungsprogramms.....	6
4.3 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten.....	6
5 Behandlung von Profilen aus massiven Werkstoffen und von Randbedingungen	6
5.1 Profile aus massiven Werkstoffen.....	6
5.2 Randbedingungen.....	6
6 Behandlung von Hohlräumen	7
6.1 Allgemeines.....	7
6.2 Hohlräume in der Verglasung.....	7
6.3 Unbelüftete Hohlräume in Rahmen.....	7
6.3.1 Definition.....	7
6.3.2 Unbelüftete rechteckige Hohlräume.....	9
6.3.3 Unbelüftete nicht rechteckige Hohlräume.....	11
6.4 Belüftete Hohlräume und Vertiefungen.....	11
6.4.1 Leicht belüftete Hohlräume und Vertiefungen mit kleinem Querschnitt.....	11
6.4.2 Gut belüftete Hohlräume und Vertiefungen mit großem Querschnitt.....	12
7 Bericht	13
7.1 Allgemeines.....	13
7.2 Geometrische Werte.....	13
7.3 Wärmetechnische Angaben.....	13
7.3.1 Wärmeleitfähigkeit.....	13
7.3.2 Emissionsgrad.....	13
7.3.3 Randbedingungen.....	13
7.4 Ergebnisse.....	13
Anhang A (informativ) Wärmeleitfähigkeit (λ-Wert) ausgewählter Werkstoffe in Tabellenform	14
Anhang B (normativ) Wärmeübergangswiderstand für horizontalen Wärmestrom	15
Anhang C (normativ) Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten	16
C.1 Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmenprofils.....	16
C.2 Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient mit Verglasung oder nicht transparenter Füllung.....	17
Anhang D (normativ) Beispiele für die Bewertung von Berechnungsprogrammen	19
D.1 Allgemeines.....	19
D.2 Bilder.....	19
D.3 Ergebnisse.....	31
Anhang ZA (normativ) Normative Referenzen zu internationalen Veröffentlichungen und deren entsprechenden europäischen Veröffentlichungen	32
Literaturhinweise	33

Vorwort

Dieses Dokument EN ISO 10077-2:2003 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“, dessen Sekretariat vom SIS gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 163 „Thermal insulation“ erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2004 zurückgezogen werden.

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

Diese Norm ist Bestandteil der Normenreihe zu Berechnungsverfahren für die Planung und Beurteilung des wärmetechnischen Verhaltens von Gebäuden und Bauteilen.

Die Anhänge B, C, D und ZA sind normativ.

Der Anhang A ist informativ.

Diese Norm beinhaltet ein Literaturverzeichnis.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 10077-2:2003 wurde von CEN ohne jede Änderung als Europäische Norm angenommen.

Einleitung

Diese Norm besteht aus zwei Teilen. Teil 2 „Numerisches Verfahren für Rahmen“ liefert Berechnungswerte thermischer Eigenschaften von Rahmenprofilen, die als Eingabedaten für das vereinfachte Berechnungsverfahren des Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern, Türen und Abschlüssen dienen, das in Teil 1 „Vereinfachtes Verfahren“ angegeben ist.

Das Prüfverfahren nach prEN 12412-2 (siehe Literaturverzeichnis) ist eine Alternative zum vorliegenden Berechnungsverfahren. In den Fällen, in denen keine Angaben, geometrische Daten oder Probekörper von komplizierter geometrischer Form vorliegen, kann das Heizkastenverfahren vorzugsweise verwendet werden.

Obwohl die Methode im vorliegenden Teil 2 im Allgemeinen für vertikale Rahmenprofile zutrifft, dient es auch als Näherung für horizontale Rahmenprofile (z. B. Unter- und Oberteile) sowie für Produkte, die in geneigten Stellen (z. B. Dachfenstern) betrachtet werden. Die Wärmestromverteilung und das Temperaturfeld innerhalb des Rahmens sind brauchbare Nebenprodukte der Berechnung.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Verfahren und Werkstoffkennwerte für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Rahmenprofilen und den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für Randeinflüsse auf Grund von Glas- oder anderen Füllelementen fest. Dieses Verfahren kann zur Bestimmung des Wärmestroms und der Oberflächentemperaturen von Rahmenprofilen verwendet werden.

Das Verfahren kann weiterhin zur Bewertung des Wärmedurchlasswiderstandes von Rollladenprofilen und der thermischen Eigenschaften von Rollladenkästen verwendet werden.

Diese Europäische Norm beschreibt außerdem Kriterien, die zur Validierung von Rechenverfahren für die Berechnung nach dieser Norm dienen.

Die Norm berücksichtigt Einflüsse der Sonneneinstrahlung und Wärmeübertragung infolge Luftdurchlässigkeit sowie dreidimensionale Wärmeübertragung, wie z. B. punktförmige metallische Verbindungen, nicht.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

prEN 12519:1996, *Fenster und Türen — Terminologie*.

EN ISO 7345:1995, *Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen (ISO 7345:1987)*.

EN ISO 10211-1:1995, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 1: Allgemeine Berechnungsverfahren (ISO 10211-1:1995)*.

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

3 Bezeichnungen, Begriffe, Symbole, Einheiten und Indizes

Für diese Europäische Norm gelten die Bezeichnungen und Begriffe nach EN ISO 7345:1995 und prEN 12519:1996.

Symbol	Größe	Einheit
A	Fläche	m^2
b	Breite, z. B. senkrecht zur Richtung der Wärmeströme	m
d	Tiefe, z. B. parallel zur Richtung der Wärmeströme	m
E	Emission	—
F	Einstrahlzahl	—
h	Wärmeübergangskoeffizient	$W/(m^2 \cdot K)$
L^{2D}	zweidimensionaler thermischer Leitwert oder thermischer Kopplungskoeffizient	$W/(m \cdot K)$
l	Länge	m
q_l	längenbezogene Wärmestromdichte	W/m
R	Wärmedurchlasswiderstand	$m^2 \cdot K/W$
T	Temperatur	K
U	Wärmedurchgangskoeffizient	$W/(m^2 \cdot K)$
δ	Stefan-Boltzmann-Konstante	$W/(m^2 \cdot K^4)$
ε	Emissionsgrad	—
λ	Wärmeleitfähigkeit	$W/(m \cdot K)$
ψ	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	$W/(m \cdot K)$

Indizes	
a	konvektiv (Oberfläche zu Oberfläche)
e	außenseitig
g	Verglasung
eq	äquivalent
f	Rahmen
i	raumseitig
p	Füllung
r	Strahlung
s	Zwischenraum (Luft oder Gas)
sb	Rolladenkasten
se	außenseitige Oberfläche
si	raumseitige Oberfläche

4 Berechnungsverfahren

4.1 Grundlagen

Die Berechnung wird mit einem zweidimensionalen numerischen Verfahren nach EN ISO 10211-1 durchgeführt. Die Bauteile müssen so unterteilt werden, dass eine weitere Unterteilung das Ergebnis des Wärmestroms nicht wesentlich ändert. In EN ISO 10211-1 sind Kriterien aufgeführt, mit denen beurteilt werden kann, ob genügend Unterteilungen verwendet wurden.

Es wird angenommen, dass der Hauptwärmestrom in dem Profil senkrecht zu einer Ebene, parallel zu den außen- und raumseitigen Oberflächen erfolgt. Es wird vertikale Ausrichtung von Profilen und Lufträumen angenommen. Es wird ferner angenommen, dass der Emissionsgrad der die Lufträume begrenzenden Oberfläche 0,9 beträgt (es wird angenommen, dass der normale Emissionsgrad 0,85 beträgt). Werden andere Werte verwendet, müssen sie mit Verweisungen im Bericht genau angegeben werden.

4.2 Nachweis des verwendeten Berechnungsprogramms

Um die Eignung des verwendeten Berechnungsprogramms sicherzustellen, müssen Berechnungen zu den in Anhang D beschriebenen Beispielen durchgeführt werden. Die Abweichung der längenbezogenen Wärmestromdichte L^{2D} und des Wärmedurchgangskoeffizienten dürfen die in Tabelle D.3 angegebenen Werte um nicht mehr als $\pm 3\%$ überschreiten. Dies führt zu einer Genauigkeit von ca. 5 % des Wärmedurchgangskoeffizienten U und des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ .

4.3 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten

Der Wärmedurchgangskoeffizient eines Profilabschnitts und der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient infolge der Wechselwirkung von Rahmen und Verglasung müssen nach Anhang C bestimmt werden, unter Anwendung der außenseitigen und raumseitigen Oberflächenresistenz aus Anhang B.

5 Behandlung von Profilen aus massiven Werkstoffen und von Randbedingungen

5.1 Profile aus massiven Werkstoffen

In Anhang A sind Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit für übliche Werkstoffe angegeben. Anstelle der Bemessungswerte aus Anhang A können auch Werte aus Messungen verwendet werden, dies muss jedoch deutlich im Bericht angegeben werden. Weitere Werte können nach EN 12524 verwendet werden.

ANMERKUNG Bemessungswerte, die in Übereinstimmung nach ISO 10456 (siehe Literaturhinweise) abgeleitet wurden, können als Alternative verwendet werden.

5.2 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, kann der Anteil durch Konvektion verringert werden. Der Strahlungsanteil kann in Ecken oder Verbindungen zweier Flächen reduziert werden (siehe EN ISO 10211-1:1995, Anhang E). Der Wärmeübergangswiderstand für waagerechten Wärmestrom ist in Anhang B angegeben. Die Grenzebene der Füllung und die Grenzebene zu angrenzenden Werkstoffen müssen als adiabat angenommen werden (siehe Bild 1).

Für die Berechnung des Kondensationsrisikos siehe EN ISO 10211-1.

6 Behandlung von Hohlräumen

6.1 Allgemeines

Der Wärmestrom in Hohlräumen wird durch eine äquivalente Wärmeleitfähigkeit λ_{eq} dargestellt. Diese äquivalente Wärmeleitfähigkeit umfasst den Wärmestrom durch Leitung, durch Konvektion und durch Strahlung und hängt von der Geometrie der Hohlräume der angrenzenden Materialien ab.

6.2 Hohlräume in der Verglasung

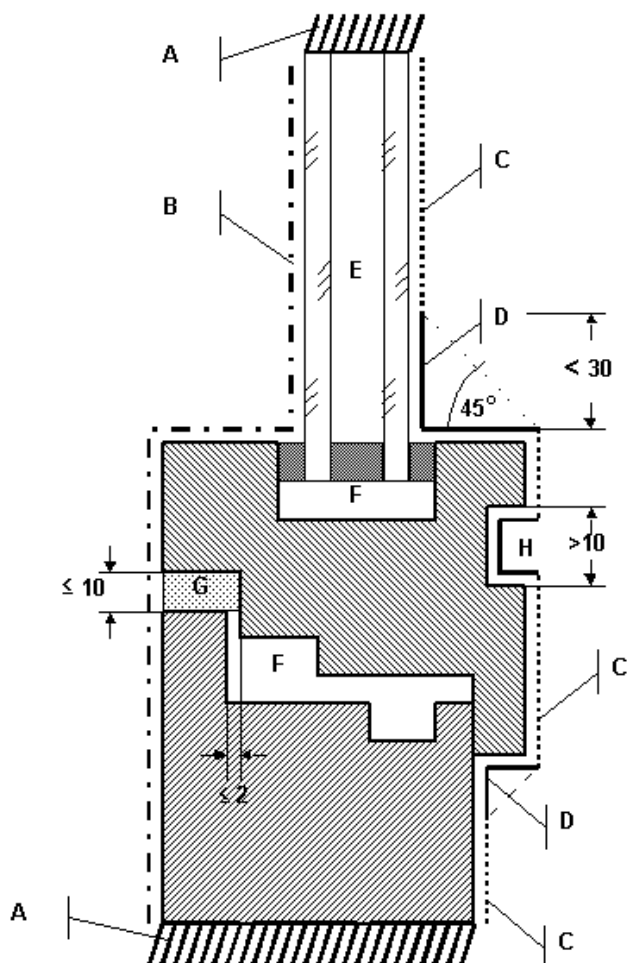
Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit eines unbelüfteten Zwischenraumes zwischen Glasscheiben der Verglasung muss nach ISO 10292 bestimmt werden. Die sich ergebende äquivalente Wärmeleitfähigkeit muss im ganzen Hohlraum bis zum Rand verwendet werden.

ANMERKUNG Die Korrelationen für großräumige Hohlräume, wie in EN 673 und ISO 10292 angeführt, führen tendenziell zu niedrigen äquivalenten Wärmeleitfähigkeiten. Neuere, genauere Korrelationen sind in ISO/CD 15099 angeführt (siehe Literaturverzeichnis).

6.3 Unbelüftete Hohlräume in Rahmen

6.3.1 Definition

Lufträume sind unbelüftet, wenn sie vollständig verschlossen oder durch einen Schlitz von höchstens 2 mm mit der Außenseite oder der Raumseite verbunden sind (siehe Bild 1). Anderenfalls muss der Hohlraum als belüftet behandelt werden.



Legende

Begrenzungen (siehe Anhang B):

- A adiat
- B außenseitiger Wärmeübergangswiderstand
- C raumseitiger Wärmeübergangswiderstand
- D erhöhter Wärmeübergangswiderstand

Hohlräume und Vertiefungen:

- E Verglasungen (siehe 6.2)
- F unbelüfteter Hohlraum (siehe 6.3)
- G leicht belüfteter Hohlraum bzw. Vertiefung (siehe 6.4.1)
- H gut belüfteter Hohlraum bzw. Vertiefung (siehe 6.4.2)

Bild 1 — Schematisches Beispiel für die Behandlung von Hohlräumen und Vertiefungen eines Rahmenprofils und die Behandlung der Randbedingungen

6.3.2 Unbelüftete rechteckige Hohlräume

6.3.2.1 Äquivalente Wärmeleitfähigkeit

Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit des Hohlraums ergibt sich nach Gleichung (1):

$$\lambda_{\text{eq}} = \frac{d}{R_s} \quad (1)$$

Dabei ist R_s der Wärmedurchlasswiderstand nach Gleichung (2)

$$R_s = \frac{1}{h_a + h_r} \quad (2)$$

und d ist die Abmessung des Hohlraums in Wärmestromrichtung, siehe Bild 2.

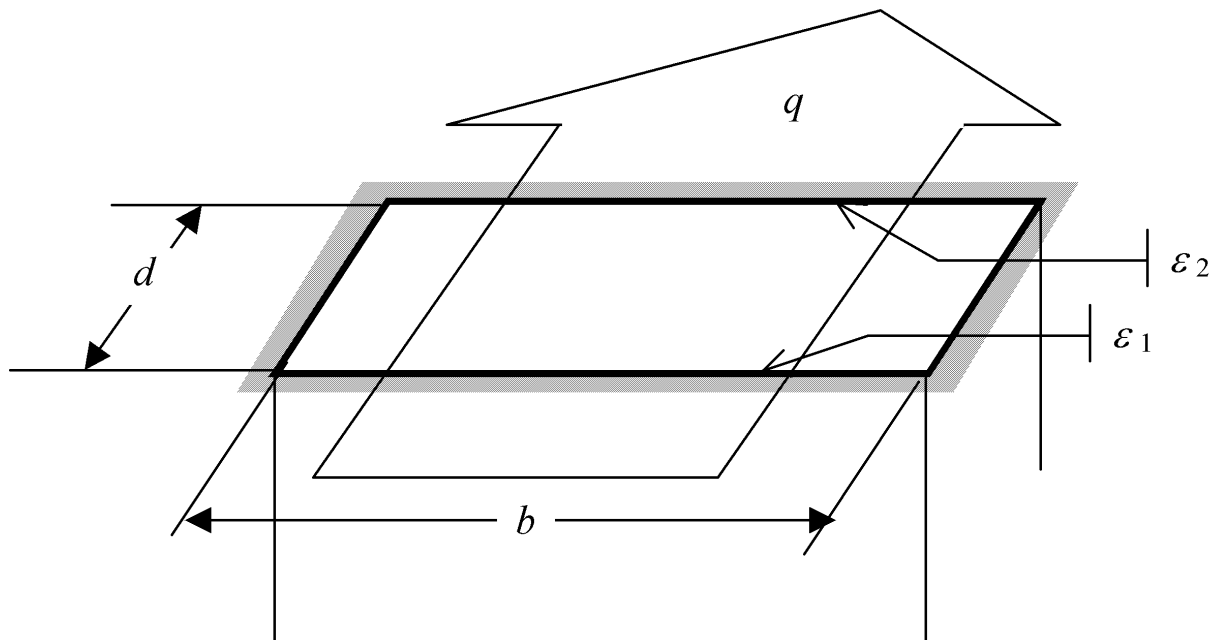


Bild 2 — Rechteckiger Hohlraum und Wärmestromrichtung