

DIN EN ISO 13370

ICS 91.120.10

Ersatz für
DIN EN ISO 13370:1998-12**Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden –
Wärmeübertragung über das Erdreich –
Berechnungsverfahren (ISO 13370:2007);
Deutsche Fassung EN ISO 13370:2007**

Thermal performance of buildings –
Heat transfer via the ground –
Calculation methods (ISO 13370:2007);
German version EN ISO 13370:2007

Performance thermique des bâtiments –
Transfert de chaleur par le sol –
Méthodes de calcul (ISO 13370:2007);
Version allemande EN ISO 13370:2007

Gesamtumfang 59 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 13370:2007) wurde vom Technischen Komitee SC 2 vom ISO/TC 163 „Calculation method“ (Sekretariat: SN, Norwegen) 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 worden.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 13370:1998-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 4 enthält eine Überarbeitung des ehemaligen Anfangs von Anhang A zur Erläuterung der Ziele der Norm. Der übrige Anhang A wurde in die EN ISO 10211 übernommen;
- b) in 7.2 ist die Tabelle mit den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten gestrichen. Es wird jetzt anerkannt, dass die Verbindungsstelle zwischen Wand und Bodenplatte häufig berechnet werden muss, wie es auch für weitere Wärmebrückenbildungsprozesse gilt;
- c) 9.1 beinhaltet eine alternative Gleichung für gut gedämmte Bodenplatten;
- d) Anhang A beinhaltet Gleichungen für Kühlanwendungen;
- e) in Anhang B wurden geringfügige Überarbeitungen des Textes zu den randgedämmten Bodenplatten durchgeführt;
- f) Anhang F (früherer Anhang C) ist in einen informativen Anhang geändert worden.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 13370: 1998-12

Deutsche Fassung

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden –
Wärmeübertragung über das Erdreich –
Berechnungsverfahren
(ISO 13370:2007)

Thermal performance of buildings –
Heat transfer via the ground –
Calculation methods
(ISO 13370:2007)

Performance thermique des bâtiments –
Transfert de chaleur par le sol –
Méthodes de calcul
(ISO 13370:2007)

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	8
4 Berechnungsmethoden.....	9
5 Wärmetechnische Eigenschaften	10
5.1 Wärmetechnische Eigenschaften des Erdreichs	10
5.2 Wärmetechnische Eigenschaften von Baustoffen	10
5.3 Wärmeübergangswiderstände	10
6 Innentemperatur und Klimadaten	11
6.1 Innentemperatur.....	11
6.2 Klimadaten	11
7 Wärmedurchgangskoeffizient und Wärmestrom.....	11
7.1 Wärmedurchgangskoeffizient	11
7.2 Wärmebrücken am Bodenplattenrand.....	11
7.3 Berechnung des Wärmestromes.....	12
7.4 Einfluss des Grundwassers.....	12
7.5 Sonderfälle	12
8 Parameter für die Berechnungen.....	13
8.1 Charakteristisches Bodenplattenmaß	13
8.2 Wirksame Dicke	13
9 Berechnung der Wärmedurchgangskoeffizienten	14
9.1 Bodenplatten auf Erdreich	14
9.2 Aufgeständerte Bodenplatten	15
9.3 Beheizter Keller.....	18
9.4 Unbeheiztes Kellergeschoss	20
9.5 Teilweise beheiztes Kellergeschoss.....	21
Anhang A (normativ) Berechnung des Wärmestromes über das Erdreich	22
A.1 Berechnungsverfahren	22
A.2 Monatlicher Wärmestrom bei sinusförmigen Temperaturvariationen	22
A.3 Monatlicher Wärmestrom bei Anwendung monatlicher Mitteltemperaturen	24
A.4 Mittlerer Wärmestrom in Heiz- oder Kühlperioden.....	25
A.5 Mittlerer jährlicher Wärmestrom	25
A.6 Höchster monatlicher Wärmestrom.....	26
A.7 Monatlicher Wärmeübertragungskoeffizient	26
A.8 Gesamtwärmeübertragung während der Heiz- oder Kühlperiode.....	26
Anhang B (normativ) Bodenplatten auf Erdreich mit Randdämmung.....	27
B.1 Allgemeines.....	27
B.2 Waagrechte Randdämmung	28
B.3 Senkrechte Randdämmung	29
Anhang C (normativ) Wärmeströme für einzelne Räume	32
Anhang D (normativ) Anwendung auf dynamische Simulationsprogramme zur Berechnung der Innenraumtemperatur.....	33
Anhang E (normativ) Belüftung unter aufgeständerten Bodenplatten.....	34

E.1	Allgemeine Angaben für mittlere Temperatur und Wärmedurchgangskoeffizienten.....	34
E.2	Luftvolumenstrom	35
E.3	Natürliche Lüftung.....	35
E.4	Maschinelle Lüftung von innen.....	36
E.5	Maschinelle Lüftung von außen.....	36
E.6	Unbelüfteter Kriechkeller.....	36
E.7	Unbeheizte Kellerräume.....	36
Anhang F (informativ) Harmonische thermische Leitwerte.....		37
F.1	Allgemeines	37
F.2	Periodische Eindringtiefe	37
F.3	Phasenverschiebungen	37
F.4	Bodenplatte auf Erdreich: ungedämmt oder mit vollflächiger Dämmung.....	38
F.5	Bodenplatte auf Erdreich mit Randdämmung.....	39
F.6	Aufgeständerte Bodenplatte	39
F.7	Beheiztes Kellergeschoss	40
F.8	Unbeheiztes Kellergeschoss.....	40
Anhang G (informativ) Wärmetechnische Eigenschaften des Erdreichs.....		41
Anhang H (informativ) Einfluss von fließendem Grundwasser.....		43
Anhang I (informativ) Erdberührte Bodenplatte mit eingebettetem Heizungssystem		45
Anhang J (informativ) Kühlräume		46
J.1	Kühlräume sind Kühlgebäude, in denen eine Innentemperatur unterhalb von 0 °C aufrechterhalten wird.	46
Anhang K (informativ) Praktische Beispiele		47
K.1	Beispiel 1: Bodenplatte auf Erdreich, rechteckige Bodenplatte	47
K.2	Beispiel 2: Bodenplatte auf Erdreich: Gebäude mit L-förmiger Grundfläche, verschiedene Dämmmöglichkeiten	48
K.3	Beispiel 3: Aufgeständerte Bodenplatte	52
K.4	Beispiel 4: Beheiztes Kellergeschoss	53
K.5	Beispiel 5: Monatlicher Wärmestrom	54
Literaturhinweise.....		57

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 13370:2007) 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. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 13370:1998.

Eine Zusammenfassung der wichtigsten Änderungen der Abschnitte, die fachlich überarbeitet wurden, ist unten angegeben:

- Abschnitt 4 enthält eine Überarbeitung des ehemaligen Anfangs von Anhang A zur Erläuterung der Ziele der Norm. Der übrige Anhang A wurde in die EN ISO 10211 übernommen;
- In 7.2 ist die Tabelle mit den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten gestrichen. Es wird jetzt anerkannt, dass die Verbindungsstelle zwischen Wand und Bodenplatte häufig berechnet werden muss, wie es auch für weitere Wärmebrückenbildungsprozesse gilt;
- 9.1 beinhaltet eine alternative Gleichung für gut gedämmte Bodenplatten;
- Anhang A beinhaltet Gleichungen für Kühlanwendungen;
- In Anhang B wurden geringfügige Überarbeitungen des Textes zu den randgedämmten Bodenplatten durchgeführt;
- Anhang F (früherer Anhang C) ist in einen informativen Anhang geändert worden.

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 13370:2007 wurde vom CEN als EN ISO 13370:2007 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.

Im Gegensatz zu ISO 6946, das ein Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauwerksteilen festlegt, die sich in Kontakt mit der Außenluft befinden, behandelt die vorliegende Norm Bauteile, die sich in wärmetechnischem Kontakt mit dem Erdreich befinden. Die Schnittstelle dieser beiden Internationalen Normen liegt bei Bodenplatten auf Erdreich, aufgeständerten Bodenplatten sowie unbeheizten Kellergeschossen in Höhe der raumseitigen Bodenoberfläche und bei beheizten Kellergeschossen in Höhe der Oberkante der Erdoberfläche. Im Allgemeinen wird beim Nachweis des Gesamtwärmeverlustes eines Gebäudes nach Verfahren wie z. B. ISO 13789 ein Faktor zur Berücksichtigung der mit der Verbindungsstelle zwischen Wand und Bodenplatte verbundenen Wärmebrücken hinzugezogen.

Die Berechnung der Wärmeübertragung über das Erdreich kann durch numerische Berechnungen erfolgen, was außerdem eine Analyse von Wärmebrücken, einschließlich solcher durch Verbindungsstellen zwischen Wand und Bodenplatte, zur Ermittlung der niedrigsten Temperaturen von Innenflächen ermöglicht.

Diese Internationale Norm enthält Verfahren, die den dreidimensionalen Charakter des Wärmestromes im Erdreich unter den Gebäuden berücksichtigen.

Die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bodenplatten liefern nützliche Vergleichswerte für die Wärmedämmeigenschaften unterschiedlicher Bodenplattenkonstruktionen, und sie werden in den Bauvorschriften einiger Länder zur Begrenzung der Wärmeverluste durch Bodenplatten angewendet.

Obwohl der Wärmedurchgangskoeffizient für stationäre Zustände definiert ist, bezieht er den mittleren Wärmestrom auch auf die mittlere Temperaturdifferenz. Bei Wänden und Dächern, die der Außenluft ausgesetzt sind, treten mit den täglichen Temperaturschwankungen tägliche periodische Schwankungen des Wärmestromes in die und aus der Speichermasse auf; dies mittelt sich jedoch aus, so dass der mittlere tägliche Wärmeverlust aus dem Wärmedurchgangskoeffizienten und dem Tagesmittel der Differenz von Innen- und Außentemperatur ermittelt werden kann. Bei erdberührten Bodenplatten und Kellerwänden führt die große Wärmespeicherfähigkeit des Erdreichs jedoch zu periodischen Wärmeströmen, die mit dem Jahresgang der Innen- und Außentemperaturen zusammenhängen. Der stationäre Wärmestrom stellt oftmals eine gute Näherung für den mittleren Wärmestrom über die Dauer der Heizperiode dar.

Zusätzlich zur stationären Komponente erhält man einen ausführlichen Nachweis der Verluste über Bodenplatten aus den jährlichen periodischen Wärmeübertragungskoeffizienten, die mit dem Wärmespeichervermögen des Erdreichs und dessen Wärmeleitfähigkeit zusammenhängen, gemeinsam mit der Amplitude der Jahresschwankungen der mittleren Monatstemperatur.

Anhang D zeigt ein Verfahren, um die Wärmeübertragung in und vom Erdreich in die Berechnungen in kurzen Zeitspannen (z. B. 1 Stunde) aufzunehmen.

Praktische Beispiele, die die Anwendung dieser Verfahren veranschaulichen, sind in Anhang K angegeben.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gibt Verfahren zur Berechnung von Wärmeübertragungskoeffizienten und der Wärmeübertragung durch Bauteile an, die sich in wärmetechnischem Kontakt mit dem Erdreich befinden, einschließlich Bodenplatten auf Erdreich, aufgeständerter Bodenplatten und Kellergeschosse. Sie gilt für Bauwerksteile oder Teile dieser, die unterhalb einer waagrechten Ebene der angrenzenden Wände des Gebäudes liegen:

- für Bodenplatten auf Erdreich, aufgeständerte Bodenplatten und unbeheizte Kellergeschosse: in Höhe der raumseitigen Bodenplattenoberfläche;

ANMERKUNG In einigen Fällen wird die Grenze der Oberfläche der Bodenplatte von externen Maßsystemen niedriger bestimmt.

- für beheizte Kellergeschosse: in Höhe der Oberfläche des umgebenden Erdreichs.

Die Internationale Norm schließt die Berechnung der stationären Komponente des Wärmestroms über das Erdreich (Jahresmittel des Wärmestromes über das Erdreich) und der Komponente infolge von jährlichen periodischen Temperaturschwankungen (auf das Jahresmittel bezogene jahreszeitliche Schwankungen des Wärmestromes) ein. Diese jahreszeitlichen Schwankungen werden monatsweise ermittelt, diese Norm gilt nicht für kürzere Zeitabschnitte; ausgenommen ist die Anwendung auf die dynamischen Simulationsprogramme nach Anhang D.

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 6946, *Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation method*

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 14683, *Thermal bridges in building construction — Linear thermal transmittance — Simplified methods and default values*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

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

3.1.1

Bodenplatte auf Erdreich

Konstruktion, bei der sich die Bodenplatte über ihre gesamte Fläche in direktem Kontakt mit dem Erdreich befindet

3.1.2

aufgeständerte Bodenplatte

Konstruktion, bei der die unterste Bodenplatte in einem Abstand zum Erdreich gehalten wird, wodurch zwischen Bodenplatte und Erdreich ein Luftraum gebildet wird

ANMERKUNG Dieser Luftraum, der auch als Kriechkeller bezeichnet wird, kann belüftet oder unbelüftet sein, und er zählt nicht zum bewohnbaren Raum.

3.1.3

Keller

nutzbarer Gebäudeteil, der sich teilweise oder vollständig unterhalb der Erdoberfläche befindet

ANMERKUNG Dieser Raum kann beheizt oder unbeheizt sein.

3.1.4

wirksame Dicke (Wärmedurchlasswiderstand)

Dicke des Erdreichs (mit derselben Wärmeleitfähigkeit wie das tatsächliche Erdreich) mit identischem Wärmedurchlasswiderstand

3.1.5

stationärer thermischer Leitwert

auf die Temperaturdifferenz zwischen Innenraum und Außenumgebung bezogener stationärer Wärmestrom

3.1.6

innerer harmonischer thermischer Leitwert

auf die Amplitude der Schwankungen der Innentemperatur bezogene Amplitude des periodischen Wärmestromes über einen Jahreszyklus hinweg

3.1.7

äußerer harmonischer thermischer Leitwert

auf die Amplitude der Schwankungen der Außentemperatur bezogene Amplitude des periodischen Wärmestromes über einen Jahreszyklus hinweg

3.1.8

charakteristisches Bodenplattenmaß

Bodenplattenfläche, geteilt durch den halben Bodenplattenumfang

3.1.9

Phasenverschiebung

Zeitspanne zwischen dem höchsten oder niedrigsten Wert eines Temperaturgangs und dem daraus resultierenden höchsten oder geringsten Wärmestrom

3.2 Symbole und Einheiten

Im Folgenden werden die wichtigsten verwendeten Symbole aufgelistet. Weitere Symbole werden an den entsprechenden Stellen im Text definiert.

Symbol	Größe	Einheit
A	Bodenplattenfläche	m^2
B'	Charakteristisches Bodenplattenmaß	m
c	Spezifische Wärmekapazität von ungefrorenem Erdreich	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
d_g	Wirksame Gesamtdicke der aufgeständerten Bodenplatte	m
d_t	Wirksame Gesamtdicke der Bodenplatte auf Erdreich	m
d_w	Wirksame Gesamtdicke der Kellerwand	m
H_g	Stationärer Wärmeübertragungskoeffizient über das Erdreich	W/K
h	Höhe der Bodenplattenoberfläche oberhalb der Oberfläche des umgebenden Erdreichs	m
P	Exponierter Umfang der Bodenplatte	m
Q	Wärmemenge	J
R	Wärmedurchlasswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_f	Wärmedurchlasswiderstand der Bodenplattenkonstruktion	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_{si}	Innerer Wärmeübergangswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
R_{se}	Äußerer Wärmeübergangswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
U	Wärmedurchgangskoeffizient zwischen Innenraum und Außenumgebung	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U_{bf}	Wärmedurchgangskoeffizient der Keller-Bodenplatte	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U_{bw}	Wärmedurchgangskoeffizient der Kellerwände	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U'	Wirksamer Wärmedurchgangskoeffizient des gesamten Kellergeschosses	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
w	Dicke der Außenwände	m
z	Tiefe der Keller-Bodenplatte unterhalb der Erdoberfläche	m
Φ	Wärmestrom	W
λ	Wärmeleitfähigkeit des ungefrorenen Erdreichs	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
ρ	Dichte des ungefrorenen Erdreichs	kg/m^3
θ	Temperatur	$^{\circ}\text{C}$
Ψ_g	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für die Verbindungsstelle zwischen Wand und Bodenplatte	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
$\Psi_{g,e}$	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient mit Randdämmung	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

4 Berechnungsmethoden

Die Wärmeübertragung über das Erdreich ist gekennzeichnet durch:

- Wärmestrom, bezogen auf die Bodenfläche, in Abhängigkeit der Bodenkonstruktion;
- Wärmestrom, bezogen auf den Bodenumfang, in Abhängigkeit von Wärmebrücken am Bodenrand;
- jährlichen Wärmestrom, ebenfalls auf den Bodenumfang bezogen, als Ergebnis der thermischen Masse auf den Boden.

Der stationäre oder jährliche Mittelwert der Wärmeübertragung muss nach einer der nachfolgenden Methoden berechnet werden:

- a) Einer vollständigen dreidimensionalen numerischen Berechnung, deren Ergebnis sich direkt auf die betrachtete Bodenplatte bezieht. Die Berechnungen sind nach ISO 10211 durchzuführen. Das Ergebnis gilt nur für die tatsächlich modellierten Bodenplattenmaße.
- b) Einer zweidimensionalen numerischen Berechnung unter Anwendung einer Bodenplatte, die unendlich lang ist und deren Breite dem charakteristischen Bodenplattenmaß entspricht (Bodenplattenfläche, geteilt durch den halben Bodenumfang, siehe 8.1). Die Berechnungen sind nach ISO 10211 durchzuführen. Das Ergebnis ist auf die Bodenplatten anwendbar, die das modellierte charakteristische Maß aufweisen.

ANMERKUNG Üblicherweise treten die größten Wärmeströme in der Nähe der Ränder der Bodenplatten auf; in den meisten Fällen ergeben sich durch die Umwandlung der dreidimensionalen Herangehensweise in eine zweidimensionale Herangehensweise, bei der die Breite des Gebäudes als charakteristisches Maß der Bodenplatte angesetzt wird, nur kleine Fehler.

- c) Der nach den in dieser Norm angegebenen Gleichungen berechneten flächenbezogenen Wärmeübertragung (siehe Abschnitt 9), zusammen mit der mittels einer zweidimensionalen numerischen Berechnung nach ISO 10211 erhaltenen randbezogenen Wärmeübertragung.
- d) Der nach den in dieser Norm angegebenen Gleichungen berechneten flächenbezogenen Wärmeübertragung (siehe Abschnitt 9), zusammen mit den z. B. mittels der Tabellen nach ISO 14683 erhaltenen randbezogenen Koeffizienten.

Für c) und d) ergibt sich die stationäre Komponente der Wärmeübertragung nach Gleichung (1):

$$H_g = (A \cdot U) + (P \cdot \psi_g) \quad (1)$$

wobei ψ_g in Fall c) durch numerische Berechnung oder in Fall d) mit Hilfe einer Wertetabelle bestimmt wird. In beiden Fällen ist das Verfahren auf Bodenplatten jeglicher Größe oder Form anwendbar. U hängt von der Bodenplattengröße ab, ψ_g ist jedoch von den Bodenplattenmaßen unabhängig.

Die Gleichung (1) wird im Fall einer Fußbodenheizung (siehe 9.3.4) und im Fall der Anwendung von Anhang B (siehe B.1) modifiziert.

Für jährlichen periodischen Wärmestrom siehe 7.3 und Anhang A.

5 Wärmetechnische Eigenschaften

5.1 Wärmetechnische Eigenschaften des Erdreichs

Die wärmetechnischen Eigenschaften des Erdreichs können in nationalen Vorschriften oder anderen technischen Regeln festgelegt sein; die entsprechenden Werte dürfen gegebenenfalls angewendet werden. Anderenfalls

- a) sind, sofern sie bekannt sind, die Werte für die tatsächliche Lage anzuwenden, die über eine der Breite des Gebäudes entsprechende Tiefe gemittelt wurden und den üblichen Feuchtegehalt berücksichtigen;
- b) sind, wenn die Beschaffenheit des Erdreichs bekannt oder festgelegt ist, die Werte aus Tabelle 1 anzusetzen;
- c) sind die folgenden Werte anzusetzen: $\lambda = 2,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ und $\rho \cdot c = 2,0 \times 10^6 \text{ J/(m}^3 \cdot \text{K)}$.

Tabelle 1 — Wärmetechnische Eigenschaften des Erdreichs

Kategorie	Beschreibung	Wärmeleitfähigkeit λ $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$	Volumenbezogene Wärmekapazität $\rho \cdot c$ $\text{J/(m}^3 \cdot \text{K)}$
1	Ton oder Schluff	1,5	$3,0 \times 10^6$
2	Sand oder Kies	2,0	$2,0 \times 10^6$
3	Homogener Felsen	3,5	$2,0 \times 10^6$

ANMERKUNG Anhang G enthält Angaben zum Wertebereich der Eigenschaften des Erdreichs.

5.2 Wärmetechnische Eigenschaften von Baustoffen

Für den Wärmedurchlasswiderstand eines Bauproduktes sind die entsprechenden Bemessungswerte nach ISO 10456 anzusetzen. Der Wärmedurchlasswiderstand von Produkten, die unterirdisch eingesetzt werden, sollte die Feuchte- und Temperaturbedingungen bei der Anwendung berücksichtigen.

Ist die Wärmeleitfähigkeit bekannt, ist der Wärmedurchlasswiderstand aus dem Quotienten von Dicke und Wärmeleitfähigkeit zu berechnen.

ANMERKUNG Die spezifische Wärmekapazität von in Bodenplattenkonstruktionen eingesetzten Baustoffen ist im Vergleich zu der des Erdreichs klein und wird vernachlässigt.

5.3 Wärmeübergangswiderstände

Es sind die Werte nach ISO 6946 anzusetzen.

R_{si} gilt für die Ober- und Unterseite eines Kriechkellers.

6 Innentemperatur und Klimadaten

6.1 Innentemperatur

Wenn in unterschiedlichen Zimmern oder Räumen unmittelbar über der Bodenplatte voneinander abweichende Temperaturen herrschen, sollte ein Raummittelwert angesetzt werden. Dieser Mittelwert ist durch Gewichten der Temperatur jedes Raumes gegen die erdberührte Fläche dieses Raumes zu ermitteln.

Zur Berechnung der Wärmeströme nach dieser Norm sind folgende Angaben erforderlich:

- a) Jahresmittel der Innentemperatur;
- b) wenn die Schwankungen der Innentemperatur zu erfassen sind: die Amplitude der Schwankungen der Innentemperatur gegenüber dem Jahresmittel: diese Amplitude ist als 50%ige Differenz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert der jeweiligen monatlichen Mitteltemperaturen definiert.

6.2 Klimadaten ^{N 1)}

Zur Berechnung der Wärmeströme nach dieser Norm sind folgende Angaben erforderlich:

- a) Jahresmittel der Außenlufttemperatur;
- b) wenn Schwankungen der Außenlufttemperatur zu erfassen sind: die Amplitude der Schwankungen der Außenlufttemperatur gegenüber dem Jahresmittel: diese Amplitude ist als 50%ige Differenz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert der jeweiligen monatlichen Mitteltemperaturen definiert;
- c) bei aufgeständerten Bodenplatten mit freier Lüftung: die in einer Höhe von 10 m oberhalb der Oberfläche des umgebenden Erdreichs gemessene mittlere Windgeschwindigkeit.

Ist die Temperatur der Erdoberfläche bekannt oder kann sie abgeschätzt werden, kann diese anstelle der Außenlufttemperatur eingesetzt werden, um die Auswirkungen einer Schneebedeckung, von solaren Wärme gewinnen auf der Erdoberfläche und/oder langwelliger Strahlung bei klarem Himmel zu berücksichtigen. In solchen Fällen sollte R_{se} in sämtlichen Gleichungen unberücksichtigt bleiben.

7 Wärmedurchgangskoeffizient und Wärmestrom

7.1 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizienten für Bodenplatten und Kellergeschosse hängen mit der stationären Komponente der Wärmeübertragung zusammen. In Abschnitt 9 sind Berechnungsverfahren für die verschiedenen Arten von Bodenplatten und Kellergeschossen angegeben. In den Gleichungen werden das charakteristische Maß der Bodenplatte und die wirksame Dicke der Bodenplattendämmung angesetzt, siehe Abschnitt 8.

Wird der spezifische Transmissionswärmeverlustkoeffizient für das Erdreich benötigt, so ist dieser dem stationären Koeffizienten, H_g , berechnet nach Gleichung (1), gleichzusetzen.

7.2 Wärmebrücken am Bodenplattenrand

Die Gleichungen in dieser Norm beruhen auf einer gedämmten Bodenplatte, von der angenommen wird, dass keine Wechselwirkungen stattfinden zwischen Bodenplatte und Wand. Weiterhin werden gleichmäßige wärmetechnische Eigenschaften des Erdreichs vorausgesetzt (ausgenommen sind Auswirkungen, die ausschließlich aus der Randdämmung resultieren).

^{N 1)} Nationale Fußnote: Die Angaben sind über den Deutschen Wetterdienst (DWD) erhältlich

In der Praxis entsprechen Verbindungsstellen zwischen Wand und Bodenplatten bei Bodenplatten auf Erdreich diesem Ideal nicht, wodurch Wärmebrücken auftreten. Diese müssen bei den Berechnungen des Gesamtwärmeverlustes eines Gebäudes durch Anwendung eines längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ_g berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient ist von dem System abhängig, das für die Festlegung der Gebäudemaße gewählt wurde (siehe ISO 13789).

Der Gesamtwärmeverlust eines Gebäudes wird nun auf der Grundlage einer Trennebene berechnet, die sich

- bei Bodenplatten auf Erdreich, aufgeständerten Bodenplatten und unbeheizten Kellergeschossen in Höhe der raumseitigen Bodenplattenoberfläche oder
- bei beheizten Kellergeschossen in Höhe der Oberfläche des umgebenden Erdreichs befindet.

ANMERKUNG In einigen Fällen wird die Grenze der Oberfläche der Bodenplatte von externen Maßsystemen niedriger bestimmt.

Der Wärmedurchgangskoeffizient von Bauteilen oberhalb der Trennebene sollte nach geeigneten Normen wie ISO 6946 bewertet werden.

7.3 Berechnung des Wärmestromes

Die Wärmeübertragung über das Erdreich kann auf jährlicher Basis nur unter Verwendung des stationären thermischen Leitwertes des Erdreichs oder auf jahreszeitlicher oder monatlicher Basis unter Verwendung von zusätzlichen periodischen thermischen Leitwerten berechnet werden, die die thermische Trägheit des Erdreichs berücksichtigen. Die entsprechenden Gleichungen sind in Anhang A angegeben.

7.4 Einfluss des Grundwassers

Grundwasser wirkt sich auf die Wärmeübertragung nur in vernachlässigbarem Maße aus, sofern der Grundwasserspiegel nicht zu hoch liegt und das Grundwasser keine hohe Fließgeschwindigkeit aufweist. Derartige Bedingungen treten nur sehr selten auf; und in den meisten Fällen sollte der Einfluss des Grundwassers unberücksichtigt bleiben.

Sind die Tiefenlage des Grundwasserspiegels unterhalb der Geländehöhe und die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers bekannt, darf der stationäre Wärmeübertragungskoeffizient H_g mit einem Faktor G_w multipliziert werden.

ANMERKUNG Veranschaulichende Werte für G_w sind im Anhang H angegeben.

7.5 Sonderfälle

Die in dieser Norm behandelten Verfahren sind, mit den im jeweiligen Anhang angegebenen Veränderungen, auch auf folgende Situationen anwendbar:

- Wärmeströme für einzelne Räume (siehe Anhang C);
- Anwendung auf dynamische Simulationsprogramme (siehe Anhang D).

ANMERKUNG Diese Norm kann auch auf erdberührte Bodenplatten mit eingebettetem Heizungssystem (siehe Anhang I) und auf Kühlräume (Anhang J) angewendet werden.

8 Parameter für die Berechnungen

8.1 Charakteristisches Bodenplattenmaß

Um das räumliche Verhalten des Wärmestromes im Erdreich zu berücksichtigen, werden die Gleichungen in dieser Norm mit dem „charakteristischen Maß“ der Bodenplatte B' angegeben, das als Quotient aus Fläche und halbem Umfang der Bodenplatte definiert ist:

$$B' = \frac{A}{0,5 P} \quad (2)$$

ANMERKUNG Bei einer unendlich langen Bodenplatte ist B' die Bodenplattenbreite; für eine quadratische Bodenplatte ist B' die Hälfte einer Seitenlänge.

Besondere Einzelheiten der Gründung, beispielsweise eine Randdämmung der Bodenplatte, werden so behandelt, als würden sie den Wärmestrom am Umfang verändern.

Bei Kellergeschossen wird B' aus Fläche und Umfang der Keller-Bodenplatte errechnet, wobei die Kellerwände unberücksichtigt bleiben; die Wärmeübertragung vom Kellergeschoss enthält weiterhin einen zusätzlichen Wert, der auf den Umfang und die Tiefe der Keller-Bodenplatte unterhalb der Erdoberoberkante bezogen ist.

In dieser Norm ist P der exponierte Umfang der Bodenplatte ^{N 2)}: die Gesamtlänge der Außenwand, die das beheizte Gebäude von der Außenumgebung oder von einem unbeheizten Raum außerhalb der gedämmten Gebäudehülle trennt. Folglich

- ist P bei einem vollständigen Gebäude der Gesamtumfang des Gebäudes und A die gesamte Grundfläche;
- berücksichtigt P bei der Berechnung des Wärmeverlustes eines Gebäudeteils (z. B. eines einzelnen Wohnhauses in einer Reihenbebauung) die Längen der Außenwände, die den beheizten Raum von der Außenumgebung abgrenzen, wobei die Wandlängen, die den betrachteten Teil von weiteren beheizten Gebäudeteilen trennen, nicht berücksichtigt werden; hierbei ist A die betrachtete Grundfläche;
- werden bei der Ermittlung von P und A unbeheizte Räume außerhalb der gedämmten Gebäudehülle, z. B. Eingangshallen, Garagenanbauten oder Lagerräume, nicht berücksichtigt (die Wandlänge zwischen dem beheizten Gebäude und dem unbeheizten Raum ist jedoch im Umfang enthalten: die Wärmeverluste an das Erdreich werden so behandelt, als wären die unbeheizten Räume nicht vorhanden).

8.2 Wirksame Dicke

Zur Vereinfachung des Ausdrucks für die Wärmedurchgangskoeffizienten wird der Begriff „wirksame Dicke“ eingeführt.

Ein Wärmedurchlasswiderstand wird durch seine wirksame Dicke, d. h. die Dicke des Erdreichs mit identischem Wärmedurchlasswiderstand, angegeben. In dieser Norm ist

- d_t die wirksame Dicke für Bodenplatten;
- d_w die wirksame Dicke für Wände von Kellergeschossen unterhalb der Erdoberoberfläche.

^{N 2)} Nationale Fußnote: Es sind die Außenabmessungen des Baukörpers zu verwenden

Die stationären Wärmeübertragungskoeffizienten beziehen sich auf den Quotienten aus wirksamer Dicke und charakteristischem Bodenplattenmaß und die harmonischen thermischen Leitwerte auf den Quotienten aus wirksamer Dicke und periodischer Eindringtiefe.

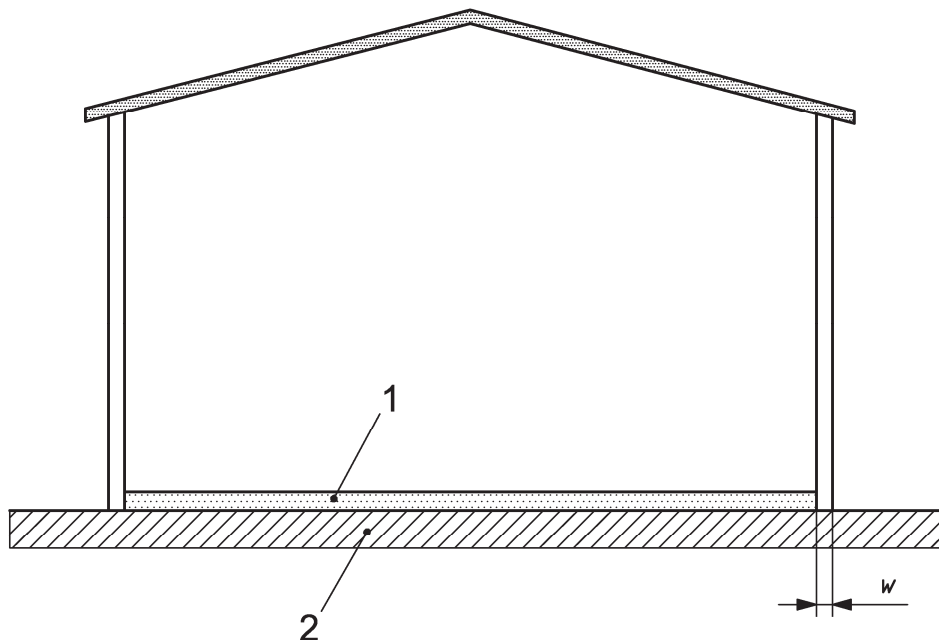
9 Berechnung der Wärmedurchgangskoeffizienten

9.1 Bodenplatten auf Erdreich

Bodenplatten auf Erdreich umfassen jede Bodenplatte, die aus einer Platte besteht, die über ihre gesamte Fläche erdberührt ist, unabhängig davon, ob sie über die gesamte Fläche durch das Erdreich getragen wird oder nicht, und die sich in Höhe der Erdreichoberkante oder in deren Nähe (siehe Bild 1) befindet. Diese Bodenplatte kann

- ungedämmt oder
- gleichmäßig über die gesamte Fläche (ober-, unter- oder innerhalb der Platte) gedämmt sein.

Weist die Bodenplatte eine waagrechte und/oder senkrechte Randdämmung auf, kann der Wärmedurchgangskoeffizient mit Hilfe des Verfahrens nach Anhang B korrigiert werden.



Legende

- 1 Bodenplatte
- 2 Erdreich
- w Dicke von externen Wänden

Bild 1 — Schematische Darstellung einer erdberührten Bodenplatte

Der Wärmedurchgangskoeffizient ist vom charakteristischen Bodenplattenmaß B' (siehe 8.1 und Gleichung (2)) und von der wirksamen Gesamtdicke d_t (siehe 8.2) abhängig; diese ergibt sich nach Gleichung (3):

$$d_t = w + \lambda (R_{si} + R_f + R_{se}) \quad (3)$$

Dabei ist

w die Gesamtdicke der Wände einschließlich sämtlicher Schichten;

R_f ist der Wärmedurchlasswiderstand der Bodenplatte einschließlich einer möglicherweise vorhandenen vollflächigen Dämmschicht ober-, unter- und innerhalb der Bodenplatte sowie der vom eventuell vorhandenen Bodenplattenbelag;

und die anderen Symbole sind in 3.2 definiert.

Der Wärmedurchlasswiderstand von Platten aus Schwerbeton und dünnem Bodenplattenbelag darf vernachlässigt werden. Für Schüttlagen unterhalb der Platte wird dieselbe Wärmeleitfähigkeit wie des Erdreichs angenommen, und ihr Wärmedurchlasswiderstand braucht nicht berücksichtigt werden.

Der Wärmedurchgangskoeffizient ist, je nach Wärmedämmung der Bodenplatte, nach Gleichung (4) oder Gleichung (5) zu berechnen.

Bei $d_t < B'$ (ungedämmte und leicht gedämmte Bodenplatten) gilt:

$$U = \frac{2 \lambda}{\pi B' + d_t} \ln \left(\frac{\pi B'}{d_t} + 1 \right) \quad (4)$$

Bei $d_t \geq B'$ (gut gedämmte Bodenplatten) gilt:

$$U = \frac{\lambda}{0,457 B' + d_t} \quad (5)$$

ANMERKUNG 1 Für gut gedämmte Bodenplatten kann dies alternativ wie folgt geschrieben werden:

$$U_g = \frac{1}{(R_f + R_{si} + R_{se} + w / \lambda) + R_g}$$

Dabei ist R_g der effektive Wärmedurchlasswiderstand des Erdreichs, der nach folgender Gleichung angegeben wird:

$$R_g = \frac{0,457 \times B'}{\lambda}$$

Wird der Wärmedurchgangskoeffizient als endgültiges Ergebnis dargestellt, ist er auf zwei wertanzeigende Stellen anzugeben. Zwischenergebnisse sind mit mindestens drei wertanzeigenden Stellen anzugeben.

ANMERKUNG 2 Der Wärmedurchgangskoeffizient kann für große Bodenplatten klein sein, so dass weitere Dezimalstellen erforderlich sind.

Der stationäre Wärmeübertragungskoeffizient zwischen Innenraum und Außenumgebung wird nach Gleichung (1) erhalten.

9.2 Aufgeständerte Bodenplatten

Eine aufgeständerte Bodenplatte ist jede Bodenplatte, die auf Abstand zum Erdreich gehalten wird, beispielsweise hölzerne Bodenplatten oder Deckenbalken und Deckensteine (siehe Bild 2). Dieser Abschnitt behandelt die herkömmliche Bemessung von aufgeständerten Bodenplatten, bei denen der Kriechkeller natürlich mit Außenluft belüftet wird. Im Fall von maschineller Belüftung des Kriechkellers oder festgelegter Luftwechselrate wird auf Anhang E verwiesen.

Der Wärmedurchgangskoeffizient ergibt sich nach Gleichung (6):

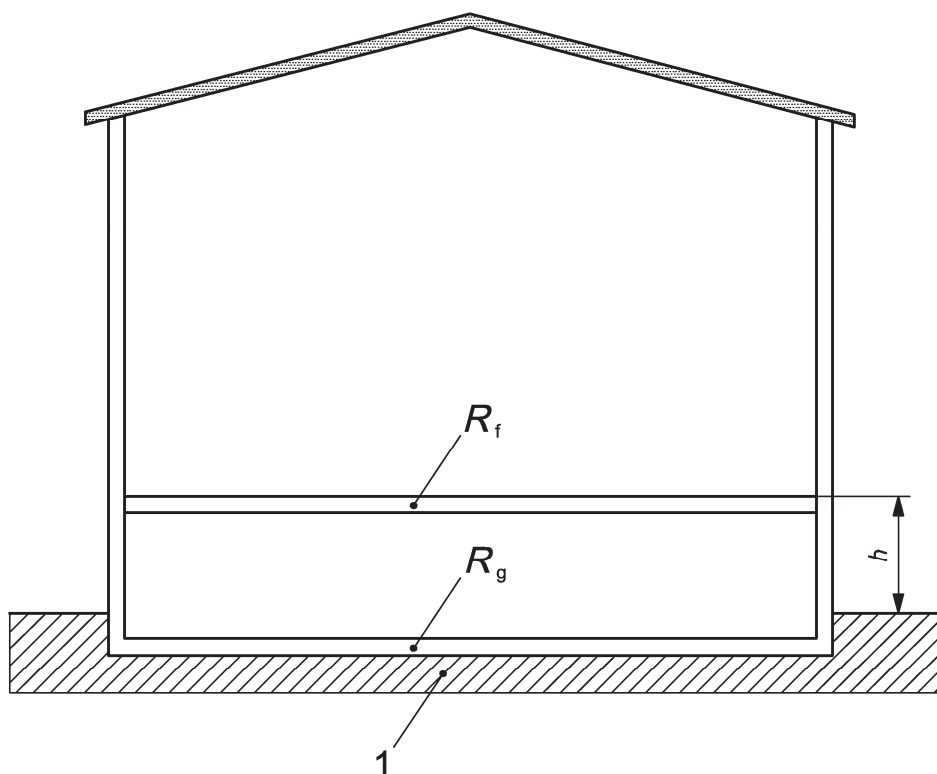
$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x} \quad (6)$$

Dabei ist

U_f der Wärmedurchgangskoeffizient des aufgeständerten Teils der Bodenplatte (zwischen Innenraum und Kriechkeller), in $W/(m^2 \cdot K)$;

$U_g = \frac{1}{R_g}$ der Wärmedurchgangskoeffizient für den Wärmestrom über das Erdreich, in $W/(m^2 \cdot K)$;

U_x der wirksame Wärmedurchgangskoeffizient zwischen Kriechkeller und Außenumgebung zur Berücksichtigung des Wärmestromes durch die Wände des Kriechkellers und durch Belüftung des Kriechkellers, in $W/(m^2 \cdot K)$.



Legende

- 1 Erdreich
- h Höhe der Bodenplattenoberfläche über dem äußeren Erdreich
- R_f Wärmewiderstand der Bodenkonstruktion
- R_g effektiver Wärmewiderstand des Erdreichs

Bild 2 — Schematische Darstellung einer aufgeständerten Bodenplatte

Die Berechnung von U_f muss die Auswirkungen jeglicher Wärmebrückenbildung berücksichtigen. U_f kann nach ISO 6946 oder nach einem numerischen Verfahren berechnet werden. Im Falle einer geringen Emissionsoberfläche auf der niedrigen Bodenseite darf der Oberflächenwiderstand nach dem in ISO 6946 angegebenen Verfahren geändert werden. Oberflächenwiderstände für absteigende Wärmeströme finden im Falle eines beheizten Gebäudes Anwendung sowie Oberflächenwiderstände für aufsteigende Wärmeströme.