

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
Wärmeübertragung über das Erdreich
Berechnungsverfahren

(ISO 13370 : 1998) Deutsche Fassung EN ISO 13370 : 1998

DIN
EN ISO 13370

ICS 91.120.10

Deskriptoren: Gebäude, wärmetechnisches Verhalten, Wärmeübertragung, Erdreich, Berechnungsverfahren

Thermal performance of buildings —
 Heat transfer via the ground —
 Calculation methods (ISO 13370 : 1998);
 German version EN ISO 13370 : 1998
 Performance thermique des bâtiments —
 Transfert de chaleur par le sol —
 Méthodes de calcul (ISO 13370 : 1998);
 Version allemande EN ISO 13370 : 1998

Die Europäische Norm EN ISO 13370 : 1998 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm ist vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ (Sekretariat: Schweden) 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 eingesetzte Arbeitsausschuß 00.89.00 „Wärmeschutz“.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Europäischen und Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

EN ISO 6946 siehe DIN EN ISO 6946

EN ISO 7345 siehe DIN EN ISO 7345

EN ISO 10211-1 siehe DIN EN ISO 10211-1

prEN ISO 10211-2 siehe E DIN EN ISO 10211-2

Für den in der Norm als „längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient“ Ψ bezeichneten Begriff wird in Deutschland auch der Begriff „Wärmebrückenverlustkoeffizient“ verwendet.

Fortsetzung Seite 2
 und 27 Seiten EN

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
 Normenausschuß Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6946

Bauteile — Wärmedurchlaßwiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO 6946 : 1996);
Deutsche Fassung EN ISO 6946 : 1996

DIN EN ISO 7345

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

DIN EN ISO 10211-1

Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 1: Allgemeine Berechnungsverfahren (ISO 10211-1 : 1995); Deutsche Fassung EN ISO 10211-1 : 1995

E DIN EN ISO 10211-2

Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 2: Berechnungsverfahren für linienförmige Wärmebrücken (ISO/DIS 10211-2 : 1995); Deutsche Fassung prEN ISO 10211-2 : 1995

ICS 91.120.10

Deskriptoren: Gebäude, Boden, Decke, thermische Eigenschaft, Wärmeübertragung, Berechnung, Wärmeübergangskoeffizient

Deutsche Fassung

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden

**Wärmeübertragung über das Erdreich
Berechnungsverfahren
(ISO 13370 : 1998)**

Thermal performance of buildings — Heat transfer via the ground — Calculation methods (ISO 13370 : 1998)

Performance thermique des bâtiments — Transfert de chaleur par le sol — Méthodes de calcul (ISO 13370 : 1998)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1. Juni 1998 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat 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, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	Anhang A (normativ) Numerische Berechnungen ..	13
Einleitung	2	Anhang B (normativ) Berechnung des Wärme-	
1 Anwendungsbereich	3	stroms über das Erdreich	15
2 Normative Verweisungen	3	Anhang C (normativ) Harmonische thermische	
3 Definitionen, Symbole und Einheiten	3	Leitwerte	17
4 Wärmetechnische Eigenschaften	5	Anhang D (normativ) Wärmestrom durch	
5 Innentemperatur und Klimadaten	5	einzelne Räume	18
6 Wärmedurchgangskoeffizient und Wärmestrom ..	5	Anhang E (normativ) Anwendung auf dynamische	
7 Parameter für die Berechnungen	7	Simulationsprogramme	19
8 Bodenplatte auf Erdreich,		Anhang F (normativ) Belüftung unter	
ungedämmt oder mit vollflächiger Dämmung ...	7	aufgeständerten Bodenplatten	20
9 Bodenplatte auf Erdreich mit Randdämmung ...	8	Anhang G (informativ) Wärmetechnische	
10 Aufgeständerte Bodenplatten	10	Eigenschaften des Erdreichs	21
11 Beheizter Keller	11	Anhang H (informativ) Einfluß von fließendem	
12 Unbeheizter oder teilweise beheizter Keller	12	Grundwasser	22
		Anhang J (informativ) Erdberührte Bodenplatten	
		mit eingebettetem Heizungssystem	23
		Anhang K (informativ) Kühlräume	23
		Anhang L (informativ) Praktische Beispiele	24

Vorwort

Der Text der EN ISO 13370 : 1998 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 April 1999, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 1999 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, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 13370 : 1998 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

EN ISO 6946 legt ein Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauwerksteilen fest, die sich in Kontakt mit der Außenluft befinden; diese Norm hat Bauteile, die sich in wärmetechnischem Kontakt mit dem Erdreich befinden, zum Gegenstand. Die Schnittstelle dieser beiden Normen liegt bei Bodenplatten auf Erdreich, aufgeständerten Bodenplatten sowie unbeheizten Kellergeschossen in Höhe der raumseitigen Bodenoberfläche und bei beheizten Kellergeschossen in Höhe Oberkante der Erdreichoberfläche. Im allgemeinen wird beim Nachweis des Gesamtwärmeverlustes eines Gebäudes nach Verfahren wie z. B. prEN ISO 13789 ein Faktor zur Berücksichtigung von mit dem Wand/Bodenplatte-Anschluß verbundenen Wärmebrücken hinzugezogen.

Die Berechnung der Wärmeübertragung über das Erdreich kann durch numerische Berechnungen erfolgen, was außerdem eine Analyse von Wärmebrücken, einschließlich von Wand/Bodenplatte-Anschlüssen, zur Ermittlung der Niedrigsttemperaturen von Innenflächen ermöglicht.

Diese Norm enthält vereinfachte Verfahren, mit denen der dreidimensionale Wärmestrom erfaßt wird und die in den meisten Fällen zur Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten und des Wärmestroms über das Erdreich geeignet sind.

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 er für stationäre Zustände definiert ist, bezieht der Wärmedurchgangskoeffizient 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 Wärmestroms 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.

Einen ausführlichen Nachweis der Verluste über Bodenplatten erhält man aus den, zusätzlich zum stationären Teil, jährlichen periodischen Wärmetransportkoeffizienten, die mit dem Wärmespeichervermögen des Erdreichs und dessen Wärmeleitfähigkeit zusammenhängen, gemeinsam mit der Amplitude der Jahresschwankungen der mittleren Monatstemperatur. Verfahren zur Ermittlung dieser periodischen Koeffizienten sind ebenfalls in dieser Norm angegeben, und ihre Anwendung zur Berechnung des Wärmestroms über das Erdreich ist in Anhang B aufgeführt. Praktische Beispiele, die die Anwendung dieses Verfahrens veranschaulichen sind in Anhang L angegeben.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gibt Verfahren zur Berechnung von Wärmedurchgangskoeffizienten und des Wärmedurchgangs durch Bauteile an, die sich in wärmetechnischem Kontakt mit dem Erdreich befinden, einschließlich Bodenplatten auf Erdreich, aufgeständerten Bodenplatten und Kellergeschossen. Sie gilt für Bauwerksteile oder Teile davon, die unterhalb einer waagerechten Ebene der angrenzenden Wände des Gebäudes liegen:

- für Bodenplatten auf Erdreich und aufgeständerte Bodenplatten in Höhe der raumseitigen Bodenplattenoberfläche;
- für Kellergeschosse in Höhe der Oberfläche des umgebenden Erdreichs.

Sie schließt die Berechnung der stationären Komponente des Wärmestroms über das Erdreich (Jahresmittel des Wärmestroms über das Erdreich) und der Komponente infolge von jährlichen periodischen Temperaturschwankungen (auf das Jahresmittel bezogene jahreszeitliche Schwankungen des Wärmestroms über das Erdreich) ein. Diese jahreszeitlichen Schwankungen werden monatsweise ermittelt; die Norm gilt nicht für kürzere Zeitabschnitte.

2 Normative Verweisungen

Diese 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 Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN ISO 6946

Bauteile — Wärmedurchlaßwiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO 6946 : 1996)

EN ISO 7345

Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen (ISO 7345 : 1987)

EN ISO 10211-1

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

prEN ISO 10211-2

Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 2: Berechnungsverfahren für linienförmige Wärmebrücken (ISO/DIS 10211-2 : 1995)

ISO 10456

Thermal insulation — Building materials and products — Determination of declared and design thermal values

3 Definitionen, Symbole und Einheiten

3.1 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Definitionen von EN ISO 7345 zusammen mit den folgenden Definitionen.

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 Bodenplatte in einem Abstand zum Erdreich gehalten wird, wodurch zwischen Bodenplatte und Erdreich ein Luftraum gebildet wird.

ANMERKUNG: Dieser Luftraum, der auch als Unterflurraum oder 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 Erdreichoberfläche befindet.

ANMERKUNG: Dieser Raum kann beheizt oder unbeheizt sein.

3.1.4 wirksame Dicke (eines Wärmedurchlaßwiderstandes): Dicke des Erdreichs (dessen Wärmeleitfähigkeit mit der des tatsächlichen Erdreichs übereinstimmt) mit identischem Wärmedurchlaßwiderstand.

3.1.5 stationärer thermischer Leitwert: Auf die Temperaturdifferenz zwischen innerer und äußerer Umgebung bezogener stationärer Wärmestrom.

3.1.6 innerer harmonischer thermischer Leitwert: Auf die Amplitude der Schwankungen der Innentemperatur bezogene Amplitude des periodischen Wärmestroms über einen Jahreszyklus hinweg.

3.1.7 äußerer harmonischer thermischer Leitwert: Auf die Amplitude der Schwankungen der Außentemperatur bezogene Amplitude des periodischen Wärmestroms 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
D	Breite oder Höhe der Randdämmung	m
L_s	stationärer thermischer Leitwert	W/K
L_{pi}	innerer harmonischer thermischer Leitwert	W/K
L_{pe}	äußerer harmonischer thermischer Leitwert	W/K
P	exponierter Umfang der Bodenplatte	m
Q	Wärmemenge	J
R	Wärmedurchlaßwiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
R_f	Wärmedurchlaßwiderstand der Bodenplattenkonstruktion	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
R_{ins}	Wärmedurchlaßwiderstand der Wärmedämmung	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
R_{si}	innerer Wärmeübergangswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
R_{se}	äußerer Wärmeübergangswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
T	Temperatur	K oder $^{\circ}\text{C}$
U	Wärmedurchgangskoeffizient zwischen innerer und äußerer Umgebung	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U_0	Grundwert des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bodenplatte zur äußeren Umgebung	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U_{bf}	Wärmedurchgangskoeffizient der Keller-Bodenplatten	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U_{bw}	Wärmedurchgangskoeffizient der Kellerwände	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U'	wirksamer Wärmedurchgangskoeffizient des gesamten Kellergeschosses	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
d_t	wirksame Gesamt-Dicke der Bodenplatte	m
d_w	wirksame Gesamt-Dicke der Kellerwand	m
c	spezifische Wärmekapazität von ungefrorenem Erdreich	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
d'	zusätzliche wirksame Dicke infolge der Randdämmung	m
h	Höhe der Bodenplattenoberfläche oberhalb der Erdreichoberkante	m
w	Dicke der Außenwände	m
z	Tiefe der Bodenplatten-Unterkante unter Erdreichoberkante	m
δ	periodische Eindringtiefe	m
λ	Wärmeleitfähigkeit von ungefrorenem Erdreich	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
λ_n	Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
ρ	Dichte des ungefrorenen Erdreichs	kg/m^3
Φ	Wärmestrom	W
Ψ_g	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für den Wand/Bodenplatten-Anschluß	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
$\Delta \Psi$	Korrekturwert zum Wärmedurchgangskoeffizienten bei Randdämmung der Bodenplatte	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

4 Wärmetechnische Eigenschaften

4.1 Wärmetechnische Eigenschaften des Erdreichs

Die wärmetechnischen Eigenschaften des Erdreichs können in nationalen Vorschriften oder anderen technischen Regeln festgelegt werden. Diese Werte dürfen gegebenenfalls benutzt werden. Andernfalls:

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

ANMERKUNG: Anhang G enthält Angaben zum Wertebe- reich der Eigenschaften des Erdreiches.

4.2 Wärmetechnische Eigenschaften von Baustoffen

Für den Wärmedurchlaßwiderstand eines Bauproduktes werden die entsprechenden Bemessungswerte nach ISO 10456 eingesetzt. Der Wärmedurchlaßwiderstand von Produkten, die unterirdisch eingesetzt werden, sollten die Feuchtebedingungen bei der Anwendung berücksichtigen. Ist die Wärmeleitfähigkeit bekannt, ergibt sich der Wärmedurchlaßwiderstand aus dem Quotienten von Dicke und Wärmeleitfähigkeit.

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

4.3 Wärmeübergangswiderstände

Es sind die folgenden Werte anzunehmen für:

— innen, Wärmestrom von oben nach unten ist:

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

— innen, waagerechter Wärmestrom ist:

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

— innen, Wärmestrom von unten nach oben ist:

$$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

— außen für sämtliche Fälle ist:

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

ANMERKUNG: Diese Werte wurden EN ISO 6946 entnommen.

R_{si} gilt für einen abwärts gerichteten Wärmestrom für die Ober- und Unterseite eines Kriechkellers, R_{si} für einen aufwärts gerichteten Wärmestrom für Bodenplatten mit eingelassenem Heizungssystem und für Kühlräume.

5 Innentemperatur und Klimadaten

5.1 Innentemperatur

Wenn in unterschiedlichen Zimmern oder Räumen unmittelbar über der Bodenplatte voneinander abweichende Temperaturen herrschen, sollte ein Raum-Mittelwert benutzt werden. Diesen Mittelwert erhält man durch Gewichten der Temperatur jedes Raumes gegen die Fläche dieses Raumes, die sich in Kontakt mit dem Erdreich befindet.

Zur Berechnung des Wärmestroms nach der Norm sind folgende Angaben erforderlich:

- Jahresmittel der Innentemperatur;
- wenn Schwankungen der Innentemperatur erfaßt werden, die Amplitude der Schwankungen der Innentemperatur gegenüber dem Jahresmittel: diese Amplitude ist als 50 %ige Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Wert der jeweiligen monatlichen Mitteltemperaturen definiert.

5.2 Klimadaten

Zur Berechnung des Wärmestroms nach der Norm werden folgende Angaben benötigt:

- Jahresmittel der Außenlufttemperatur;
- wenn Schwankungen der Außentemperatur erfaßt sind, die Amplitude der Schwankungen der Außenlufttemperatur gegenüber dem Jahresmittel: diese Amplitude ist als 50 %ige Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Wert der jeweiligen monatlichen Mitteltemperaturen definiert;
- bei aufgeständerten Bodenplatten mit freier Lüftung: die in einer Höhe von 10 m gemessene mittlere Windgeschwindigkeit.

Ist die Temperatur der Erdoberfläche bekannt oder kann diese abgeschätzt werden, kann diese anstelle der Außenlufttemperatur eingesetzt werden, um die Auswirkungen einer Schneebedeckung, von solaren Wärmege- winnen auf der Erdoberfläche und/oder langwelliger Strahlung bei klarem Himmel zu berücksichtigen. In diesem Fall sollte R_{se} in sämtlichen Gleichungen unberück- sichtigt bleiben.

6 Wärmedurchgangskoeffizient und Wärmestrom

6.1 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizienten für Bodenplatten und Kellergeschosse hängen mit der stationären Komponente des Wärmestroms über das Erdreich zusammen. In den Abschnitten 8 bis 12 sind Berechnungsverfahren für die verschiedenen Arten von Bodenplatten und Keller- geschossen angegeben: Tabelle 2 enthält eine Zusammenfassung der wichtigsten Gleichungen.

Tabelle 1: Wärmetechnische Eigenschaften des Erdreichs

Kategorie	Beschreibung	Wärmeleitfähigkeit λ W/(m · K)	Volumenbezogene Wärmekapazität ρc J/(m ³ · 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	$2,0 \times 10^6$

Wird der spezifische Transmissionswärmeverlustkoeffizient für das Erdreich benötigt, so ist dieser dem stationären thermischen Leitwert L_s gleichzusetzen.

6.2 Wärmebrücken am Bodenplattenrand

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

In der Praxis entsprechen Wand/Bodenplatten-Anschlüsse bei Bodenplatten auf Erdreich dieser Idealisierung nicht, sondern es treten Wärmebrücken auf. Diese müssen bei den Berechnungen der Gesamtwärmeverluste eines Gebäudes unter Anwendung eines längen-

bezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ berücksichtigt werden.

Übliche Ψ -Werte für Bodenplatten auf Erdreich sind für die Anwendung von Innenabmessungen in Tabelle 3 angegeben. Diese Tabelle darf national erweitert werden, um besondere Wand/Bodenplatten-Einzelheiten und um ein bestimmtes Abmessungssystem aufzunehmen, sofern diese Werte nach Anhang A bestimmt wurden. Die mit Kellergeschossen verbundene Komponente des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ist gering und darf vernachlässigt werden.

ANMERKUNG: Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient ist von dem System abhängig, das für die Festlegung der Gebäudemaße gewählt wurde, in diesem Zusammenhang wird auf prEN ISO 13789 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO/DIS 13789 : 1997) verwiesen.

Tabelle 2: Auswahl der Gleichungen

Bodenplattenart	Für sämtliche Bodenarten wird B' nach Gleichung (1) ermittelt.	
Bodenplatten auf Erdreich	d_t wird nach Gleichung (2) und U_0 nach den Gleichungen (3) oder (4) berechnet	ohne Randdämmung: $U = U_0$
		Randdämmung: $U = U_0 + 2 \Delta \Psi / B'$ Waagerechte Randdämmung: d' nach Gleichung (8) und $\Delta \Psi$ nach Gleichung (10) Senkrechte Randdämmung: d' nach Gleichung (8) und $\Delta \Psi$ nach Gleichung (11)
Aufgeständerte Bodenplatte	d_g wird nach Gleichung (14), U_g nach Gleichung (15), U_x nach Gleichung (16) und schließlich U nach Gleichung (13) berechnet	
Keller	Keller-Bodenplatte: d_t wird nach Gleichung (18) und U_{bf} nach den Gleichungen (19) oder (20) berechnet	Beheizter Keller: U' wird nach Gleichung (23) berechnet
	Kellerwände: d_w wird nach Gleichung (21) und U_{bw} nach Gleichung (22) berechnet	Unbeheizter Keller: U wird nach Gleichung (25) berechnet

Tabelle 3: Werte für den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten von Wand/Bodenplatten-Anschlüssen für Bodenplatten auf Erdreich und aufgeständerte Bodenplatten

Anordnung der Dämmung	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ W/(m · K)
Ungedämmte Bodenplatte, oder Bodenplatte, bei der die Dämmung direkt mit der Wanddämmung verbunden ist	0,0
Wanddämmung ohne direkte Verbindung zur Bodenplattendämmung, sie jedoch mindestens 200 mm überlappt	0,1
Wanddämmung ohne Verbindung zur Bodenplattendämmung	0,2

Der Gesamtwärmeverlust eines Gebäudes wird unter Beachtung einer Trennebene berechnet:

- Trennebene in Höhe der raumseitigen Bodenplattenoberfläche bei Bodenplatten auf Erdreich, aufgeständerten Bodenplatten und unbeheizten Kellergeschossen, oder
- Trennebene in Höhe der umgebenden Erdoberfläche bei beheizten Kellergeschossen.

Der Wärmedurchgangskoeffizient von Bauteilen oberhalb der Trennebene sollte nach EN ISO 6946 bewertet werden.

6.3 Berechnung des Wärmestroms

Der Wärmestrom über das Erdreich kann auf jährlicher Basis unter alleiniger Verwendung der stationären thermischen Leitwerte bzw. auf jahreszeitlicher oder monatlicher Basis unter Verwendung von zusätzlichen periodischen thermischen Leitwerten berechnet werden, die die thermische Trägheit des Erdreichs berücksichtigen. Die maßgeblichen Gleichungen sind im Anhang B und die Gleichungen für die periodischen Koeffizienten im Anhang C angegeben.

6.4 Einfluß des Grundwassers

Grundwasser wirkt sich auf den Wärmestrom über das Erdreich 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 Grundwassers unterhalb der Geländeoberfläche und die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers bekannt, darf der stationäre thermische Leitwert L_s mit einem Faktor G_w multipliziert werden.

ANMERKUNG: Veranschaulichende Werte für G_w sind im Anhang H angegeben.

6.5 Spezialfälle

Die in dieser Norm behandelten Verfahren sind, mit den im jeweiligen Anhang beschriebenen Veränderungen, auch auf die folgenden Situationen anwendbar:

- Wärmestrom durch einzelne Räume: Anhang D;
- dynamische Simulationsprogramme: Anhang E.

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

7 Parameter für die Berechnungen

7.1 Charakteristisches Bodenplattenmaß

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

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2} P} \quad (1)$$

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 Erdoberfläche bezogen ist.

In dieser Norm ist P der exponierte Umfang der Bodenplatte: die Gesamtlänge der Außenwand, die das beheizte Gebäude von der äußeren Umgebung 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 äußeren Umgebung 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 Länge der Wand 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).

7.2 Wirksame Gesamt-Dicke

Zur Vereinfachung des Ausdrucks für den thermischen Leitwert wird der Begriff „wirksame Dicke“ eingeführt.

Ein Wärmedurchlaßwiderstand wird durch seine wirksame Dicke, d. h. die Dicke des Erdreichs mit identischem Wärmedurchlaßwiderstand, gegeben. In dieser Norm ist:

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

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

8 Bodenplatte auf Erdreich, ungedämmt oder mit vollflächiger Dämmung

Bodenplatten auf Erdreich umfassen jede Bodenplatte, die aus einer Platte besteht, die sich über ihre gesamte Fläche in Kontakt mit dem Erdreich befindet, unabhängig davon, ob sie über die gesamte Fläche vom Erdreich getragen wird oder nicht, und die sich in Höhe der Erdoberfläche oder in deren Nähe befindet (siehe Bild 1). Diese Bodenplatte kann:

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

ANMERKUNG: Sowohl ungedämmte als auch gleichmäßig gedämmte Platten können eine waagerechte und/oder senkrechte Randdämmung aufweisen: diese Fälle werden in Abschnitt 9 behandelt.