

**Fußboden-Heizung
Systeme und Komponenten**
Teil 2: Bestimmung der Wärmeleistung
Deutsche Fassung EN 1264-2 : 1997

DIN
EN 1264-2

ICS 91.140.10

Ersatz für
DIN 4725-2 : 1992-05

Deskriptoren: Fußbodenheizung, Warmwasserheizung, Wärmeleistung

Floor heating, Systems and components – Part 2: Determination of the thermal output;

German version EN 1264-2 : 1997

Chauffage par le sol, Systèmes et composants – Partie 2: Détermination de l'émission thermique;

Version allemande EN 1264-2 : 1997

Die Europäische Norm EN 1264-2 : 1997 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde im Technischen Komitee CEN/TC 130 "Raumheizeinrichtungen ohne eingebaute Wärmequelle" ausgearbeitet.

Änderungen

Gegenüber DIN 4725-2 : 1992-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Inhalt der Europäischen Norm übernommen.

Frühere Ausgaben

DIN 4725-2: 1992-05

Fortsetzung 15 Seiten EN

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

ICS 91.140.10

Deskriptoren: Beheizen, Wärmewasserheizung, Warmeboden, Boden, thermische Eigenschaft, Wärmeemission, spezifischer Flächengrenzwert, Rechnen

Deutsche Fassung

**Fußboden-Heizung
Systeme und Komponenten
Teil 2: Bestimmung der Wärmeleistung**

Floor heating, Systems and components — Part 2:
Determination of the thermal output

Chauffage par le sol, Systèmes et composants — Partie 2:
Détermination de l'émission thermique

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1997-07-11 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, Tschechische 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	6.3 Verlegesysteme mit Rohren unter dem Estrich (Typ B)	4
Einleitung	2	6.4 Systeme mit Flächenelementen	4
1 Anwendungsbereich	2	6.5 Grenzwerte der Wärmestromdichte	4
2 Normative Verweisungen	2	6.6 Einfluß von Rohrmaterial, Rohrwanddicke und Rohrummantelung auf die Wärmestromdichte	5
3 Definitionen und Symbole	2	6.7 Wärmeleitfähigkeit des Estrichs mit Einbauten	5
4 Thermische Randbedingungen	3	7 Experimentelle Bestimmung zusätzlicher Einflußfaktoren	5
5 Unterlagen für die Prüfung	3	8 Wärmeleitfähigkeit von Materialien	6
6 Berechnung der Wärmestromdichte (Kennlinien und Grenzkurven)	3	9 Prüfbericht	6
6.1 Allgemeiner Ansatz [2], [4]	3	Anhang A (normativ) Bilder und Tabellen	6
6.2 Verlegesysteme mit Rohren innerhalb des Estrichs (Typ A und Typ C)	4	Anhang B (informativ) Literaturhinweise	15

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 130 "Raumheizungen ohne eingebaute Wärmequelle" erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 1998, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 1998 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.

Einleitung

Diese Europäische Norm für Fußbodenheizungen besteht aus folgenden Teilen:

- Teil 1: Definitionen und Symbole
- Teil 2: Bestimmung der Wärmeleistung
- Teil 3: Auslegung
- Teil 4: Installation *)

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für Warmwasser-Fußbodenheizungen, die in prEN 1264-1 definiert sind.

Die Bestimmung der Wärmeleistung von Warmwasser-Fußbodenheizungen und die Prüfung der Konformität mit dieser Norm werden rechnerisch in Übereinstimmung mit Zeichnungsunterlagen und einem Modell durchgeführt; bei Sonderkonstruktionen und, wenn aus anderen Gründen notwendig, wird die rechnerische Bestimmung der Wärmeleistung mit Messungen kombiniert.

In dieser Norm werden Methoden und Bedingungen festgelegt, nach denen die Wärmestromdichte von Warmwasser-Fußbodenheizungen in Abhängigkeit von der Heizmittelmtemperatur bei üblichen Konstruktionen berechnet werden kann. Für Sonderkonstruktionen wird der zusätzliche Einflußfaktor experimentell bestimmt und in die Rechnung einbezogen. Damit sollte eine einheitliche Bewertung und Berechnung von Fußbodenheizungssystemen erreicht werden.

Als Prüfergebnisse werden die Norm-Wärmestromdichte mit der zugehörigen Norm-Heizmittelmtemperatur und Kennlinienfelder für die Beziehung zwischen Wärmestromdichte und den maßgeblichen Einflußgrößen angegeben.

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.

prEN 1264-1

Fußbodenheizung – Systeme und Komponenten – Teil 1: Definitionen und Symbole

3 Definitionen und Symbole

Für die Anwendung der vorliegenden Norm gelten die Definitionen und Symbole nach DIN EN 1264-1.

*) In Vorbereitung

4 Thermische Randbedingungen

Eine Fußbodenheizfläche mit vorgegebener mittlerer Oberflächentemperatur gibt in beliebigen Räumen mit derselben Innentemperatur (Norm-Innentemperatur θ_i) die selbe Wärmestromdichte ab [1]. Es ist deshalb möglich, eine systemunabhängige, für alle Fußbodenheizflächen (auch für Heizflächen mit stärker heizenden Randzonen) geltende Basiskennlinie für die Beziehung zwischen Wärmestromdichte und mittlerer Oberflächentemperatur anzugeben (siehe Bild A.1).

Demgegenüber existiert für jedes Fußbodenheizsystem eine systemeigene maximal zulässige Wärmestromdichte, die Grenzwärmestromdichte q_G . Diese wird für eine Norm-Innentemperatur $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ unter der Nebenbedingung berechnet, daß die maximale Oberflächentemperatur $\theta_{F,\max} = 29^\circ\text{C}^1$ bei $\sigma = 0\text{ K}$ beträgt. Die maximale Wärmestromdichte für die Randzone wird bei einer maximalen Oberflächentemperatur $\theta_{F,\max} = 35^\circ\text{C}^2$ und $\sigma = 0\text{ K}$ erreicht.

Für die Berechnung wird, unabhängig vom Typ des Systems, der Mittelpunkt der Heizfläche als Referenzpunkt für $\theta_{F,\max}$ verwendet [2].

Die mittlere Oberflächentemperatur $\theta_{F,m}$, die die Wärmestromdichte bestimmt (siehe Basiskennlinie), steht mit der maximalen Oberflächentemperatur in Beziehung. Dabei gilt stets $\theta_{F,m} < \theta_{F,\max}$.

Der erreichbare Wert $\theta_{F,m}$ ist sowohl vom Fußbodenheizsystem, als auch von den Betriebsbedingungen abhängig (Temperaturspreizung $\sigma = \theta_v - \theta_R$, Wärmeabgabe nach unten q_u und Wärmewiderstand des Fußbodenbelages $R_{\lambda,B}$).

Die Berechnung der Wärmestromdichte liegen folgende Bedingungen zugrunde:

- Wärmeübertragung an der Fußbodenoberfläche erfolgt nach der Basiskennlinie.
- Sofern kein Fußbodenbelag vorhanden ist ($R_{\lambda,B} = 0$), wird die Wärmestromdichte nach unten q_u (durch die Decke) mit 10 % der Wärmestromdichte nach oben q angenommen.
- Temperaturspreizung $\sigma = 0$; die Abhängigkeit der Kennlinie von der Temperaturspreizung wird durch Anwendung der logarithmisch bestimmten Heizmitteltemperatur $\Delta\theta_H$ erfaßt [3] (siehe Gleichung (1)).
- Turbulente Rohrströmung: $m_H/d_i > 4\,000\text{ kg/(h.m.)}$.
- Es findet kein seitlicher Wärme fluß statt.

5 Unterlagen für die Prüfung

Für die Bestimmung der Wärmeleistung werden die Unterlagen des System-Lieferers zugrunde gelegt. Folgende Unterlagen sind vorzulegen:

- Konstruktionszeichnung (Schnitt) des Fußbodenheizsystems über 2 Rohrteilungen, einschließlich des Randbereichs mit Angabe der verwendeten Werkstoffe (gegebenenfalls sind die Prüfergebnisse der Werkstoffe vorzulegen).
- Technische Unterlagen über das System.

Diese Angaben müssen sämtliche notwendigen Einzelheiten für die Berechnung des baustellenüblichen Aufbaus enthalten. Sie müssen in gleicher Form dem Installateur zur Verfügung gestellt werden.

In Anwesenheit eines Mitarbeiters der Prüfstelle wird eine Demonstrationsfläche von etwa $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ verlegt, um den Nachweis zu erbringen, daß der zu prüfende Aufbau dem Regelaufbau entspricht.

Die Ergebnisse der Prüfung gelten nur für das geprüfte System. Werden vom Lieferer des Systems Änderungen vorgenommen, die die Grundlagen der wärmetechnischen Prüfung betreffen, muß eine erneute Prüfung erfolgen.

6 Berechnung der Wärmestromdichte (Kennlinien und Grenzkurven)

6.1 Allgemeiner Ansatz [2], [4]

Die Wärmestromdichte q an einer Fußbodenoberfläche wird durch folgende Parameter bestimmt:

- Rohrteilung T ;
- Dicke s_u und Wärmeleitfähigkeit λ_E der Schicht über dem Rohr;
- Wärmeleitwiderstand des Bodenbelages $R_{\lambda,B}$;
- Rohraußendurchmesser $D = d_a$, gegebenenfalls mit Ummantelung ($D = d_M$) mit der Wärmeleitfähigkeit des Rohres λ_R bzw. der Ummantelung λ_M . Bei Rohren mit einem von der Kreisform abweichenden Querschnitt ist mit dem äquivalenten Durchmesser eines Rundrohres mit gleichem Umfang zu rechnen (die Estrichüberdeckung ist unverändert einzusetzen). Dicke und Wärmeleitfähigkeit fest angebrachter Diffusions-Sperrschichten mit einer Dicke bis zu 0,3 mm müssen bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden. In diesem Falle muß $D = d_a$ gesetzt werden.
- Wärmeleiteinrichtungen, die nach 6.3 durch die Kenngröße K_{WL} gekennzeichnet werden.
- Kontakt zwischen den Rohren und den Wärmeleiteinrichtungen oder dem Estrich, gekennzeichnet durch den Faktor a_K .

Die Wärmestromdichte ist proportional $(\Delta\theta_H)^n$

mit der Heizmittelübertemperatur

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_v - \theta_R}{\ln \frac{\theta_v - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}} \quad (1)$$

und einem Exponenten n , für den experimentelle und theoretische Untersuchungen ergaben

$$1,0 < n < 1,05 \quad (2)$$

Im Rahmen der erreichbaren Genauigkeit wird

$$n = 1$$

gesetzt.

Die Wärmestromdichte wird nach Gleichung (3) berechnet.

$$q = B \cdot \prod_i (a_i^{m_i}) \cdot \Delta\theta_H \quad (3)$$

Dabei sind:

- | | |
|-----------------------|---|
| B | Systemabhängiger Koeffizient in $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ |
| $\prod_i (a_i^{m_i})$ | Potenzprodukt, das die Einflußgrößen des Fußbodenaufbaus miteinander verknüpft (siehe 6.2, 6.3 und 6.4) |

Es ist zwischen Systemen, bei denen die Rohre innerhalb des Estrichs oder unter dem Estrich verlegt werden oder Systemen mit Flächenelementen zu unterscheiden. Bei üblichem Aufbau gilt Gleichung (3) unmittelbar. Bei Systemen mit zusätzlichen Einrichtungen für die Wärmeverteilung, bei mit Luft gefüllten Hohlprofilen oder bei sonstigen Bauteilen, die die Wärmeverteilung beeinflussen, wird Gleichung (3) um einen Faktor a_z (siehe Abschnitt 7) erweitert, der experimentell zu bestimmen ist.

¹⁾ Nationale Vorschriften können diese Temperatur auf einen niedrigeren Wert begrenzen.

²⁾ Einige Fußbodenbelagmaterialien können niedrigere Temperaturen erforderlich machen.

6.2 Verlegesysteme mit Rohren innerhalb des Estrichs (Typ A und Typ C)

Bei diesen Verlegesystemen (siehe Bild A.2) werden die Kennlinien nach Gleichung (4) berechnet.

$$q = B \cdot a_B \cdot a_T^{m_T} \cdot a_u^{m_u} \cdot a_D^{m_D} \cdot \Delta \theta_H \quad (4)$$

Dabei sind:

$B = B_0 = 6,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ für eine Wärmeleitfähigkeit des Rohres $\lambda_R = \lambda_{R,0} = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und eine Rohrwanddicke $s_R = s_{R,0} = (d_a - d_i)/2 = 0,002 \text{ m}$.

Für andere Werkstoffe mit abweichenden Wärmeleitfähigkeiten oder Rohrwanddicken oder ummantelte Rohre ist B nach 6.6 zu berechnen.

Für einen Heizestrich mit vermindertem Feuchtigkeitszuschlag muß $\lambda_E = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ eingesetzt werden. Dieser Wert gilt auch für Heizestriche. Wenn ein abweichender Wert verwendet wird, ist dessen Gültigkeit zu überprüfen.

a_B	Fußbodenbelag-Faktor nach Tabelle A.1; $a_B = f(\lambda_E, R_{\lambda,B})$	
a_T	Teilungsfaktor nach Tabelle A.2; $a_T = f(R_{\lambda,B})$	
a_u	Überdeckungsfaktor nach Tabelle A.3; $a_u = f(T, R_{\lambda,B})$	
a_D	Rohraußendurchmesser-Faktor nach Tabelle A.4; $a_D = f(T, R_{\lambda,B})$	
$m_T = 1 - \frac{T}{0,075}$	gültig für $0,050 \text{ m} \leq T \leq 0,375 \text{ m}$	(5)
$m_u = 100(0,045 - s_u)$	gültig für $s_u \geq 0,015 \text{ m}$	(6)
$m_D = 250(D - 0,020)$	gültig für $0,010 \text{ m} \leq D \leq 0,030 \text{ m}$	(7)

In den Gleichungen (5), (6) und (7) sind:

T Rohrteilung
 D Rohraußendurchmesser des Rohres, gegebenenfalls einschließlich Ummantelung
 s_u Dicke der Estrichüberdeckung über dem Rohr

Für eine Teilung $T > 0,375 \text{ m}$ wird die Wärmestromdichte näherungsweise berechnet mit

$$q = q_{0,375} \frac{0,375}{T}$$

Die Grenzkurven werden nach dem Produktansatz nach Gleichung (14) (siehe 6.5) berechnet.

6.3 Verlegesysteme mit Rohren unter dem Estrich (Typ B)

Bei diesen Systemen (siehe Bild A.3) werden die variable Dicke s_u der Wärme- und Lastverteilschicht und ihre variable Wärmeleitfähigkeit λ_E durch den Faktor a_u erfaßt. Der Rohrdurchmesser hat keine Auswirkungen. Der Kontakt zwischen Heizrohr und der Wärmeleiteinrichtung oder einer anderen Wärmeverteileinrichtung ist jedoch eine ausschlaggebende Größe. Die Kennlinie wird dann berechnet mit

$$q = B \cdot a_B \cdot a_T^{m_T} \cdot a_u \cdot a_{WL} \cdot a_K \cdot \Delta \theta_H \quad (8)$$

Dabei sind:

B $B = B_0 = 6,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ unter den bei Gleichung (4) aufgeführten Bedingungen
 a_T Teilungsfaktor nach Tabelle A.7; $a_T = f(s_u/\lambda_E)$
 m_T (siehe Gleichung (5)) $m_T = 1 - \frac{T}{0,075}$ gültig für $0,050 \text{ m} \leq T \leq 0,45 \text{ m}$
 a_u Überdeckungsfaktor (siehe Tabelle A.8); $a_u = f(s_u/\lambda_E)$
 a_{WL} Wärmeleitfaktor (siehe Tabelle A.10); $a_{WL} = f(K_{WL}, T, D)$

Für den Kennwert K_{WL} gilt:

$$K_{WL} = \frac{s_{WL} \cdot \lambda_{WL} + b_u \cdot s_u \cdot \lambda_E}{0,125} \quad (9)$$

wobei $b_u = f(T)$ Tabelle A.9 zu entnehmen ist, $s_{WL} \cdot \lambda_{WL}$ ist das Produkt aus Dicke und Wärmeleitfähigkeit der Wärmeleiteinrichtung und $s_u \cdot \lambda_E$ ist das Produkt aus Dicke und Wärmeleitfähigkeit der Estrich-Überdeckung.

Wenn die Breite L der Wärmeleiteinrichtung kleiner als die Rohrteilung T ist, muß der nach Tabelle A.10 bestimmte Wert von

$$a_{WL} = a_{WL,L=T} \quad (10)$$

$$a_{WL} = a_{WL,L=T} - (a_{WL,L=T} - a_{WL,L=0}) \cdot [1 - 3,2(L/T) + 3,4(L/T)^2 - 1,2(L/T)^3]$$

Die Wärmeleitfaktoren $a_{WL,L=T}$ und $a_{WL,L=0}$ müssen Tabelle A.10 entnommen werden.

Für $L = T$ gelten die Tabellen mit K_{WL} nach Gleichung (9) unmittelbar; für $L = 0$ ist K_{WL} mit $s_{WL} = 0$ zu bilden.

a_K Korrekturfaktor für den Kontakt nach Tabelle A.11; $a_K = f(T)$

Mit dem Korrekturfaktor für den Kontakt α_K werden zusätzliche Wärmetransportwiderstände infolge der nur punkt- oder linienförmigen Berührung zwischen Heizrohr und der Wärmeleiteinrichtung erfaßt. Sie sind von den Fertigungstoleranzen der Rohre und der Wärmeleiteinrichtungen sowie von der Sorgfalt der Verlegung abhängig und daher in Einzelfällen Schwankungen unterworfen. Deshalb ist in Tabelle A.11 ein mittlerer Rechenwert für α_K angegeben.

a_B Fußbodenbelag-Faktor:

$$a_B = \frac{1}{1 + B \cdot a_u \cdot a_T^{m_T} \cdot a_{WL} \cdot a_K \cdot R_{\lambda,B} \cdot \bar{f}(T)} \quad (11)$$

$$\text{mit } \bar{f}(T) = 1 + 0,44 \sqrt{T}$$

Die Grenzkurven werden aus dem Produktansatz nach Gleichung (14) berechnet (siehe 6.5).

6.4 Systeme mit Flächenelementen

Für den mit Flächenelementen belegten Fußboden gilt die Gleichung:

$$q = B \cdot a_B \cdot a_T^{m_T} \cdot a_u \cdot \Delta \theta_H \quad (12)$$

Dabei sind:

B $B = B_0 = 6,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und $a_T^{m_T} = 1,06$
 a_u Überdeckungsfaktor nach Tabelle A.8
 a_B Fußbodenbelag-Faktor:

$$a_B = \frac{1}{1 + B \cdot a_u \cdot a_T^{m_T} \cdot R_{\lambda,B}} \quad (13)$$

6.5 Grenzwerte der Wärmestromdichte

Die Grenzkurve gibt die Beziehung zwischen Wärmestromdichte und Heizmitteltemperatur für den Fall an, daß die maximal zulässige Oberflächentemperatur erreicht wird.

Die Grenzkurve wird aus dem Produktansatz

$$q_G = \varphi \cdot B_G \cdot \left[\frac{\Delta \theta_H}{\varphi} \right]^{n_G} \quad (14)$$

berechnet.

Dabei sind:

B_G Koeffizient nach Tabelle A.5 für Systeme vom Typ A und Typ C bzw. nach Tabelle A.12 für