

DIN EN 15377-1



ICS 91.140.10; 91.140.30

**Heizungsanlagen in Gebäuden –
Planung von eingebetteten Flächenheiz- und Kühlsystemen mit Wasser
als Arbeitsmedium –
Teil 1: Bestimmung der Auslegungs-Heiz- bzw. Kühlleistung;
Deutsche Fassung EN 15377-1:2008**

Heating systems in buildings –
Design of embedded water based surface heating and cooling systems –
Part 1: Determination of the design heating and cooling capacity;
German version EN 15377-1:2008

Systèmes de chauffage dans les bâtiments –
Méthode de calculs économiques appliquée aux systèmes énergétiques dans les
bâtiments, avec prise en compte des énergies renouvelables;
Version allemande EN 15377-1:2008

Gesamtumfang 51 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizungsanlagen in Gebäuden“ (Sekretariat: DS, Dänemark) im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN 15377-1:2008.

Der NHRS NA 041-01-58-01 AK „Prüfnorm für Heiz- und Kühlflächen“ des Normenausschusses Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. war an der Erarbeitung dieser Norm beteiligt.

Deutsche Fassung

**Heizungsanlagen in Gebäuden —
Planung von eingebetteten Flächenheiz- und Kühlsystemen mit
Wasser als Arbeitsmedium —
Teil 1: Bestimmung der Auslegungs-Heiz- bzw. Kühlleistung**

Heating systems in buildings —
Design of embedded water based surface heating and
cooling systems —
Part 1: Determination of the design heating and cooling
capacity

Systèmes de chauffage dans les bâtiments —
Méthode de calculs économiques appliquée aux systèmes
énergétiques dans les bâtiments, avec prise en compte des
énergies renouvelables

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 22. Mai 2008 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.....	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe	7
3.1 Eingebettetes Flächenheiz- und -kühlsystem.....	7
3.2 Auslegungsparameter	8
3.3 Wärmeleistung	9
3.4 Oberflächentemperaturen	10
3.5 Temperaturen des Heiz- bzw. Kühlmittels	11
3.6 Kennlinien.....	11
4 Symbole und Einheiten	12
5 Verfahren zur Bestimmung der Heiz- und Kühlleistung.....	14
6 Wärmeübergangskoeffizient für den Wärmeübergang zwischen der heizenden bzw. kühlenden Fläche und dem Raum	14
7 Vereinfachte Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Heiz- und Kühlleistung oder der Oberflächentemperatur	16
7.1 Allgemeines.....	16
7.2 Universelle Einfach-Potenzfunktion nach EN 1264.....	17
7.3 Wärmewiderstandsverfahren	18
8 Anwendung fundamentaler Rechenprogramme	21
8.1 Fundamentale Rechenprogramme.....	21
8.2 Bestandteile einer vollständigen Berechnungsdokumentation	21
9 Prüfung nach EN 1264-2	21
10 Berechnung der Heiz- und Kühlleistung	21
Anhang A (informativ) Empfohlene maximale/minimale Oberflächentemperaturen.....	23
A.1 Anregung, die Planung auf niedrige Wassertemperaturen für die Heizung und hohe Wassertemperaturen für die Kühlung auszurichten.....	23
A.2 Fußbodenheizung und -kühlung	23
A.3 Wandheizung und -kühlung.....	24
A.4 Deckenheizung und -kühlung.....	26
A.5 Berechnungsbeispiel für eine beheizte oder gekühlte Decke	27
Anhang B (normativ) Allgemeines Widerstandsverfahren	28
B.1 Allgemeine Gleichungen	28
B.2 Berechnung von R_t für in massiven Beton eingebettete Rohre (Beharrungszustand)	30
B.3 Berechnung von R_t für in eine Schicht an der raumseitigen Oberfläche eingebettete Kapillarrohre (Beharrungszustand)	31
Anhang C (normativ) In Holzkonstruktionen eingebettete Rohre	34
C.1 Anwendungsbereich	34
C.2 Bestimmung des Wärmeaustauschs durch Berechnung.....	34
C.2.1 Anwendbarkeit	34
C.2.2 Das Berechnungsmodell – Allgemeines	34
C.2.3 Berechnungsverfahren zur Bestimmung des äquivalenten Wärmedurchgangs-koeffizienten	36
C.2.4 Berechnungsverfahren zur Bestimmung von Kennwerten für Komponenten und Elemente	37

C.3	Abschätzung der Widerstände, beruhend auf einer Prüfung nach EN 1264-2	42
C.3.1	Allgemein	42
C.3.2	Auswertung — Wärmeleiteinrichtungen	42
C.3.3	Auswertung, wenn θ_m nicht gemessen werden kann	42
Anhang D (normativ)	Verfahren für die Verifizierung von FEM- und FDM-Rechenprogrammen	44
Anhang E (informativ)	Wärmeleitfähigkeitswerte von Materialien und Luftschichten	47
E.1	Feste Materialien	47
E.2	Eingeschlossene Luftschichten	47
Literaturhinweise		49

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15377-1:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizungssysteme in Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS gehalten wird.

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

CEN/TC 228 behandelt folgende Themen:

- Planung von (Warmwasser-, elektrischen und sonstigen) Heizungssystemen;
- Installation von Heizungssystemen;
- Inbetriebnahme von Heizungssystemen;
- Anweisungen zum Betrieb, zur Wartung und zur Nutzung von Heizungssystemen;
- Verfahren zur Berechnung des Auslegungs-Wärmeverlusts und der Auslegungs-Wärmelasten;
- Verfahren zur Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Heizungssystemen;
- Verfahren zur Planung und Auslegung von eingebetteten Flächenheiz- und -kühlssystemen mit Wasser als Arbeitsmedium.

Bei der Betrachtung von Heizungssystemen sind auch die Auswirkungen der damit verbundenen Systeme, wie z. B. von Wassererwärmungssystemen, zu berücksichtigen.

Alle diese Normen sind Systemnormen, d. h., sie beruhen auf Anforderungen, die an das System als Ganzes gestellt werden und behandeln keine Anforderungen an Produkte innerhalb des Systems.

Falls möglich, wird auf andere Europäische oder Internationale Normen und sonstige Produktnormen verwiesen. Dennoch stellt die Verwendung von Produkten, die den einschlägigen Produktnormen entsprechen, keine Garantie dar, dass auch die Systemanforderungen erfüllt werden.

Die Anforderungen werden hauptsächlich in Form von Funktionsanforderungen angegeben, d. h. als Anforderungen, die die Funktion des Systems behandeln, anstelle solcher, die Form, Materialien, Maße oder Ähnliches festlegen.

Die Richtlinien beschreiben Verfahrensweisen, wie diese Anforderungen erfüllt werden können, es dürfen jedoch auch andere Verfahrensweisen gewählt werden, falls nachgewiesen werden kann, dass diese ebenfalls zur Erfüllung der Anforderungen führen.

Aufgrund unterschiedlicher klimatischer Bedingungen, Traditionen und nationaler Rechtsvorschriften sind Heizungssysteme von Mitgliedsland zu Mitgliedsland sehr unterschiedlich. In einigen Fällen werden die Anforderungen in Form von Klassen angegeben, sodass nationalen oder individuellen Bedürfnissen Rechnung getragen werden kann.

In Fällen, in denen die Normen einschlägigen nationalen Rechtsvorschriften widersprechen, sollten diese Rechtsvorschriften befolgt werden.

EN 15377, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Planung von eingebetteten Flächenheiz- und -kühlssystemen mit Wasser als Arbeitsmedium* besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Bestimmung der Auslegungs-Heiz- und -Kühlleistung*
- *Teil 2: Planung, Auslegung und Installation*
- *Teil 3: Optimierung zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen*

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.

Einleitung

Die Bestimmung der Wärmeleistung von Flächenheiz- und -kühlsystemen mit Wasser als Arbeitsmedium und deren Prüfung auf Übereinstimmung mit dieser Norm erfolgt durch Berechnung nach den Planungsunterlagen und mithilfe eines Modells. Bei Sonderkonstruktionen und bei Bedarf wird die rechnerische Bestimmung der Wärmeleistung mit einem Prüfverfahren nach EN 1264 kombiniert.

Diese Norm legt Verfahren und Bedingungen fest, die die Bestimmung des Wärmestroms in Flächenheiz- und -kühlsystemen mit Wasser als Arbeitsmedium in Relation zur mittleren Mediumüber-temperatur der Systeme ermöglichen. Das Ziel dessen ist, Flächenheiz- und -kühlsysteme mit Wasser als Arbeitsmedium auf übereinstimmende Weise zu beurteilen und zu berechnen.

Als Ergebnis werden die Oberflächentemperatur und die Gleichmäßigkeit der Temperaturverteilung der beheizten oder gekühlten Fläche, die Auslegungs-Wärmestromdichte zwischen Wasser und Raum, die zugehörige Norm-Heiz- bzw. Kühlmittelüber-temperatur und das Kennlinienfeld für die Beziehung zwischen Wärmestromdichte und den maßgeblichen Einflussgrößen angegeben.

Diese Norm schließt je nach Anordnung der Rohre und Art der Gebäudekonstruktion verschiedene Verfahren, wie z. B. die allgemeine Finite-Differenzen-Methode oder die Finite-Elemente-Methode sowie vereinfachte Berechnungsverfahren, ein. Die vereinfachten Berechnungsverfahren sind auf den betreffenden Systemtyp beschränkt. Bei Systemen, die nach EN 1264 berechnet werden können, verweist die vorliegende Norm auf Teil 2 und Teil 5 von EN 1264. Die vereinfachten Verfahren schließen bestimmte Randbedingungen ein, die erfüllt sein müssen, bevor das betreffende Verfahren angewendet wird.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für Flächenheiz- und -kühlsysteme mit Wasser als Arbeitsmedium in Wohnhäusern, Geschäfts- und Industriebauten.

Die Verfahren gelten für in Wand-, Decken- oder Fußbodenkonstruktionen eingebaute Systeme ohne offene Luftspalte.

Die Verfahren gelten nicht für beheizte oder gekühlte Deckenplatten oder -strahler.

Diese Norm stellt Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Heiz- und Kühlleistung im Beharrungszustand zur Verfügung (Teil 1).

Diese Europäische Norm enthält eine Abschätzung eines äquivalenten Systemwiderstands zur Verwendung in dynamischen Gebäudesystems simulationsprogrammen.

Diese Europäische Norm gilt sinngemäß auch für die Verwendung anderer Flüssigkeiten als Wasser.

In einer gesonderten Norm wird ein Verfahren für die Planung, Auslegung und Installation des Systems zur Verfügung gestellt (Teil 2).

Diese Europäische Norm ist nicht für die Prüfung oder Zertifizierung von Heiz- oder Kühlsystemen geeignet.

In einer weiteren gesonderten Norm werden ein Verfahren sowie Leitlinien zur Planungsoptimierung zur Verwendung erneuerbarer Energiequellen und zur Berücksichtigung der systemdynamischen Auswirkungen bereitgestellt (Teil 3).

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).

EN 1264-1, *Fußboden-Heizung — Systeme und Komponenten — Teil 1: Definitionen und Symbole*

prEN 1264-2, *Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung — Teil 2: Fußbodenheizung — Prüfverfahren für die Bestimmung der Wärmeleistung unter Benutzung von Berechnungsmethoden und experimentellen Methoden*

prEN 1264-3, *Fußboden-Heizung — Systeme und Komponenten — Teil 3: Auslegung*

prEN 1264-4, *Fußboden-Heizung — Systeme und Komponenten — Teil 4: Installation*

prEN 1264-5, *Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung — Teil 5: Heiz- und Kühlflächen in Fußböden, Decken und Wänden — Bestimmung der Wärmeleistung und der Kühlleistung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Eingebettetes Flächenheiz- und -kühlsystem

3.1.1

eingebettetes Flächenheiz- und -kühlsystem

System, das aus in eine Fußboden-, Wand- oder Deckenkonstruktion eingebetteten Rohrkreisen sowie Verteilern und Regelungseinrichtungen besteht

3.1.2

Fußboden-(Wand-, Decken-)Heiz- und -Kühlsystem mit Wasser als Arbeitsmedium

Fußboden-(Wand-, Decken-)System, das aus im Fußboden (der Wand oder der Decke) verlegten Rohren besteht, die als Arbeitsmedium Wasser mit oder ohne Zusätze führen

3.1.3

Heiz- bzw. Kühlkreis

Abschnitt eines eingebetteten Flächenheiz- oder Kühlsystems, der mit einem Verteiler verbunden ist und unabhängig geschaltet und geregelt werden kann

3.1.4

Verteiler

gemeinsame Anschlussstelle mehrerer Heiz- bzw. Kühlkreise

3.1.5

offener Luftspalt

Luftspalt in der Fußboden-, Wand- oder Deckenkonstruktion, an dem es zu einem Austausch mit Raum- oder Außenluft kommen kann

3.2 Auslegungsparameter

3.2.1

Auslegungsheizlast

$Q_{N,h}$

Wärmestrom, der erforderlich ist, um die festgelegten Auslegungswerte unter winterlichen Auslegungsbedingungen zu erreichen

ANMERKUNG Bei der Berechnung des Auslegungsheizlastwertes wird der Wärmestrom der eingebetteten Heizungssysteme in benachbarte Räume außer Acht gelassen.

3.2.2

Auslegungs-Heizleistung

$Q_{H,h}$

Wärmeleistung eines mit einem Flächenheizsystem beheizten Raumes bei Auslegungsbedingungen

3.2.3

Auslegungs-Kühlleistung

$Q_{N,c}$

Wärmestrom, der erforderlich ist, um die festgelegten Auslegungswerte unter sommerlichen Auslegungsbedingungen zu erreichen

3.2.4

Auslegungs-Kühlleistung

$Q_{H,c}$

Wärmeleistung eines mit einem Flächenkühlsystem gekühlten Raumes bei Auslegungsbedingungen

3.2.5

Heiz-/Kühlleistung je Heiz- bzw. Kühlkreis

Q_{HC}

Wärmeaustausch zwischen einem Rohrkreis und dem beheizten bzw. gekühlten Raum

3.2.6

Auslegungs-Heiz- bzw. Kältemittelstrom

m_H

Massenstrom in einem Heizkreis bzw. Kühlkreis, der erforderlich ist, um die Auslegungs-Wärmestromdichte zu erreichen

3.2.7

Norm-Innentemperatur

θ_i

operative Temperatur in der Mitte des klimatisierten Raums, die bei Berechnung der Auslegungslast und -leistung verwendet wird

ANMERKUNG Die operative Temperatur gilt als maßgebend für die Beurteilung der thermischen Behaglichkeit und die Berechnung des Wärmeverlustes. Dieser Wert der Innentemperatur wird für das Berechnungsverfahren verwendet.

3.2.8

heizende oder kühlende Fläche

A_f

Flächeninhalt der vom eingebetteten Flächenheiz- und -kühlsystem überdeckten Fläche (Fußboden, Wand oder Decke) zwischen den an den äußeren Rändern des Systems angeordneten Rohre zuzüglich eines Streifens an jedem Rand mit einer Breite, die gleich der halben Rohrteilung ist, jedoch nicht mehr als 0,15 m beträgt

3.2.9

inaktive Zone

Fläche, die nicht mit einem Heiz- oder Kühlsystem belegt ist

3.2.10

Randzone

Fläche, die auf eine höhere Temperatur erwärmt oder eine niedrigere Temperatur gekühlt wird. Dabei handelt es sich im Allgemeinen um einen Bereich mit einer Breite von maximal 1 m entlang der Außenwände. Diese Fläche ist keine Aufenthaltszone

3.2.11

Aufenthaltszone

Teil der beheizten/gekühlten Zone, in dem sich üblicherweise Personen aufhalten und in dem die Anforderungen an das Innenraumklima erfüllt werden müssen

ANMERKUNG Üblicherweise die Zone zwischen dem Fußboden und 1,8 m über dem Fußboden sowie 1,0 m von Außenwänden/Fenstern und 0,5 m von Innenwänden entfernt.

3.2.12

Komponenten von Flächenheiz- und -kühlsystemen

zu Komponenten von Flächenheiz- und -kühlsystemen gehören:

- die Dämmschicht (zur Wärme- und/oder Trittschalldämmung);
- die Abdeckung (zum Schutz der Dämmschicht);
- die Rohre oder Flächenelemente;
- die Last- und Wärmeverteilschicht, in die die Rohre eingebettet sind;
- Bodenbeläge und Wand- bzw. Deckenverkleidungen;
- weitere Einrichtungen, wie z. B. Wärmeleiteinrichtungen, Randstreifen, Befestigungsteile usw.

ANMERKUNG Die Komponenten können von System zu System verschieden sein.

3.3 Wärmeleistung

3.3.1

Wärmestromdichte

q

Wärmestrom zwischen dem Raum und der Oberfläche geteilt durch den Flächeninhalt der beheizten oder gekühlten Fläche

3.3.2

Grenz-Wärmestromdichte

q_G

Wärmestromdichte, bei der der zulässige Höchst- oder Tiefstwert der Oberflächentemperatur erreicht wird

3.3.3

Norm-Wärmestromdichte

q_N

Grenz-Wärmestromdichte, die ohne Fußbodenbelag erreicht wird

3.3.4

Auslegungs-Wärmestromdichte

q_{des}

Wärmestrom, bezogen auf die heizende oder kühlende Fläche unter Berücksichtigung der Oberflächentemperatur, die erforderlich ist, um die Auslegungswärmeleistung Q_H eines durch ein Flächenheiz- oder -kühlsystem klimatisierten Raums zu erreichen, ggf. abzüglich der Wärmeleistung aller Zusatzheiz- oder -kühl-einrichtungen

3.3.5

Wärmestromdichte nach außen

q_u

Wärmestrom, der durch die Konstruktion mit nicht beheizten bzw. gekühlten Räumen, anderen baulichen Einheiten, dem Untergrund oder der Außenluft ausgetauscht wird

3.3.6

Wärmeleistung eines Flächenheiz- und -kühlsystems

Q_F

Summe der Produkte der heizenden oder kühlenden Flächen eines Raums mit den zugehörigen Auslegungs-Wärmestromdichten

3.3.7

Wärmeübergangskoeffizient

h_t

kombinierter Wärmeübergangskoeffizient für die Konvektion und den Strahlungswärmeübergang zwischen der heizenden oder kühlenden Fläche und dem Raum unter Benutzung der operativen Raumtemperatur (Norm-Innentemperatur)

3.4 Oberflächentemperaturen

3.4.1

maximale Oberflächentemperatur

$\theta_{S,max}$

zur Berechnung der Grenzkurven verwendete unter physiologischen oder bauphysikalischen Gesichtspunkten zulässige Höchsttemperatur, die an einem Punkt der Oberfläche (Fußboden, Wand, Decke) in der Aufenthalts- oder Randzone in Abhängigkeit von der jeweiligen Nutzung bei einer Heizmittel-Temperaturspannung $\sigma = 0$ auftreten darf

3.4.2

mittlere Oberflächentemperatur

$\theta_{S,m}$

Durchschnittswert aller Oberflächentemperaturen in der Aufenthalts- oder Randzone

3.4.3

mittlere Oberflächenübertemperatur

Differenz zwischen der mittleren Oberflächentemperatur $\theta_{S,m}$ und der Norm-Innentemperatur θ_i .

ANMERKUNG Die mittlere Oberflächentemperatur bestimmt die Wärmestromdichte

3.4.4

minimale Oberflächentemperatur

$\theta_{S,min}$

zur Berechnung der Grenzkurven verwendete unter physiologischen oder bauphysikalischen Gesichtspunkten zulässige Tiefsttemperatur, die an einem Punkt der Oberfläche (Fußboden, Wand, Decke) in der Aufenthalts- oder Randzone in Abhängigkeit von der jeweiligen Nutzung bei einer Heizmittel-Temperaturspreizung $\sigma = 0$ auftreten darf

3.5 Temperaturen des Heiz- bzw. Kühlmittels

3.5.1

Heiz- bzw. Kühlmittelübertemperatur

$\Delta\theta$

logarithmisch bestimmte mittlere Differenz zwischen den Heiz- bzw. Kühlmitteltemperaturen und der Norm-Innentemperatur

$$\Delta\theta_H = \frac{|\theta_V - \theta_R|}{\ln \frac{|\theta_V - \theta_i|}{|\theta_R - \theta_i|}} \quad (\text{K}) \quad (1)$$

3.5.2

Norm-Heiz- bzw. -Kühlmittelübertemperatur

$\Delta\theta_N$

absoluter Wert der Heiz- bzw. Kühlmittelübertemperatur bei der Norm-Wärmestromdichte q_N

3.5.3

Auslegungs-Heiz- bzw. -Kühlmittelübertemperatur

$\Delta\theta_{H,des}$

Übertemperatur bei der Auslegungs-Wärmestromdichte

3.5.4

Heiz- bzw. Kühlmitteltemperatur

θ_m

mittlere Temperatur zwischen Vorlauf- und Rücklauftemperatur, definiert als:

$$\theta_m = \theta_i + \Delta\theta_H = \theta_i + \frac{|\theta_V - \theta_R|}{\ln \frac{|\theta_V - \theta_i|}{|\theta_R - \theta_i|}} \quad (^\circ\text{C}) \quad (2)$$

3.5.5

Temperaturspreizung

σ

Differenz zwischen der Vorlauf- und der Rücklauftemperatur des Heiz- bzw. Kühlmittels in einem Heiz- bzw. Kühlkreis

3.6 Kennlinien

3.6.1

Basiskennlinie

Kurve oder Formel, die die Beziehung zwischen der Wärmestromdichte und der mittleren Oberflächenüber-temperatur wiedergibt.

ANMERKUNG Die Basiskennlinie hängt davon ab, ob die Anlage im Heiz- oder Kühlbetrieb gefahren wird, und sie ist von der Oberfläche (Fußboden/Wand/Decke) abhängig, nicht jedoch vom Typ des eingebetteten Systems

3.6.2

Kennlinienfeld

Kurven, die die systemspezifische Beziehung zwischen der Wärmestromdichte q und der erforderlichen Heizmittelübertemperatur $\Delta\theta_H$ für Wärmeleitwiderstände verschiedener Fußbodenbeläge anzeigen

3.6.3

Grenzkurven

Kurven im Kennlinienfeld, die den Verlauf der Grenzwärmestromdichte in Abhängigkeit von der Heizmittelübertemperatur und dem Fußbodenbelag zeigen

3.6.4

Grenz-Heizmittelübertemperatur

$\Delta\theta_{H,G}$

Übertemperatur bestimmte Schnittpunkt der Systemkennlinie mit der Grenzkurve

4 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in Tabelle 1 angegebenen Symbole und Einheiten.

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbol	Einheit	Größe
a_i	—	Einflussfaktoren zur Berechnung der Kennlinien
A_A	m ²	Flächeninhalt der Aufenthaltszone
A_F	m ²	Flächeninhalt der heizenden oder kühlenden Fläche
A_R	m ²	Flächeninhalt der Randzone
b_u	—	von der Rohrteilung abhängiger Rechenfaktor
B, B_G, B_0	W/(m ² · K)	systemabhängige Koeffizienten
c_W	kJ/(kg · K)	spezifische Wärmekapazität des Wassers
h_t	W/(m ² · K)	Wärmeübertragungskoeffizient für den gesamten Wärmeübergang (Konvektion + Strahlung) zwischen Oberfläche und Raum
L_R	m	verlegte Rohrlänge
m_i	—	Exponenten zur Bestimmung der Kennlinien
m_H	kg/s	Auslegungs-Heiz- bzw. Kühlmittelstrom
n, n_G	—	Exponenten
q	W/m ²	Wärmestromdichte an der Oberfläche
q_A	W/m ²	Wärmestromdichte in der Aufenthaltszone
q_{des}	W/m ²	Auslegungs-Wärmestromdichte
q_G	W/m ²	Grenz-Wärmestromdichte
q_N	W/m ²	Norm-Wärmestromdichte
q_R	W/m ²	Wärmestromdichte in der Randzone
q_u	W/m ²	Wärmestromdichte nach außen

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Einheit	Größe
Q_s	W	Wärmeleistung des Flächenheiz- bzw. -kühlsystems
Q_H	W	Auslegungsheiz- bzw. Kühlleistung
Q_N	W	Norm-Heizlast
$Q_{N,f}$	W	Norm-Heizlast eines mit einem Flächenheizsystem beheizten Raums
Q_{aus}	W	Wärmeleistung der Zusatzheizeinrichtungen
R_i	$m^2 \cdot K/W$	Teilwärmedurchgangswiderstand der Oberflächenstruktur nach innen
R_e	$m^2 \cdot K/W$	Teilwärmedurchgangswiderstand der Oberflächenstruktur nach außen
$R_{\lambda,B}$	$m^2 \cdot K/W$	Wärmewiderstand des Fußbodenbelags oder der Wand- bzw. Deckenverkleidung
$R_{\lambda,ins}$	$m^2 \cdot K/W$	Wärmewiderstand der Wärmedämmung
s_h	m	bei Systemen vom Typ B Dicke der Wärmedämmung von der Außenkante der Dämmschicht bis zur Innenkante der Rohre (siehe Bild 2)
s_l	m	bei Systemen vom Typ B Dicke der Wärmedämmung von der Außenkante der Dämmschicht bis zur Außenkante der Rohre (siehe Bild 2)
s_R	m	Rohrwanddicke
s_u	m	Dicke der das Rohr überdeckenden Schicht
s_{WL}	m	Dicke der Wärmeleiteinrichtung
S	m	Dicke des Estrichs (bei Systemen vom Typ A abzüglich des Rohrdurchmessers)
T	m	Rohrteilung
U	$W/m^2 \cdot K$	Wärmeübertragungskoeffizient zwischen einer leitfähigen Schicht und einer Fläche
α	$W/(m^2 \cdot K)$	Konvektions-Wärmeübergangskoeffizient
$\theta_{s,m}$	$^{\circ}C$	mittlere Oberflächentemperatur
$\theta_{s,max}$	$^{\circ}C$	maximale Oberflächentemperatur
$\theta_{s,min}$	$^{\circ}C$	minimale Oberflächentemperatur
θ_i	$^{\circ}C$	Norm-Innentemperatur
θ_m	$^{\circ}C$	Heiz- bzw. Kühlmitteltemperatur
θ_R	$^{\circ}C$	Rücklauftemperatur des Heiz- bzw. Kühlmittels
θ_V	$^{\circ}C$	Vorlauftemperatur des Heiz- bzw. Kühlmittels
θ_u	$^{\circ}C$	Innentemperatur in einem angrenzenden Raum
$\Delta\theta_H$	K	Heiz- bzw. Kühlmittelübertemperatur
$\Delta\theta_{H,des}$	K	Auslegungs-Heiz- bzw. -Kühlmittelübertemperatur
$\Delta\theta_{H,G}$	K	Grenz-Heiz- bzw. -Kühlmittelübertemperatur
$\Delta\theta_N$	K	Norm-Heiz- bzw. -Kühlmittelübertemperatur
$\Delta\theta_V$	K	Übertemperatur des Heiz- bzw. Kühlmittels im Vorlauf

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Einheit	Größe
$\Delta\theta_{V,des}$	K	Auslegungs-Übertemperatur des Heiz- bzw. Kühlmittels im Vorlauf
λ	W/(m · K)	Wärmeleitfähigkeit
σ	K	Temperaturspreizung $\theta_V - \theta_R$

5 Verfahren zur Bestimmung der Heiz- und Kühlleistung

Eine gegebene Oberfläche (Fußboden, Wand, Decke) gibt bei einer gegebenen mittleren Oberflächentemperatur und bei gegebener Innentemperatur (operative Temperatur θ_i) unabhängig vom Typ des eingebetteten Systems in jeden Raum die gleiche Wärmestromdichte ab. Daher lässt sich für jede Oberflächenart (Fußboden, Wand, Decke) unabhängig vom Typ des eingebetteten Systems eine elementare Berechnungsformel oder Basiskennlinie für die Kühlung und die Heizung aufstellen bzw. ermitteln, die für alle heizenden und kühlenden Oberflächen anwendbar ist (siehe Abschnitt 6).

In diese Norm wurden zwei Verfahren aufgenommen:

- vereinfachte Berechnungsverfahren und eine Verweisung auf EN 1264 in Abhängigkeit vom Systemtyp (siehe Abschnitt 7);
- Finite-Elemente-Methode und Finite-Differenzen-Methode (siehe Abschnitt 8).

In Abschnitt 7 sind verschiedene vereinfachte Verfahren zur Berechnung der Oberflächentemperatur (mittlere, Höchst- und Tiefstwerte) angegeben, die in Abhängigkeit von der Systemkonstruktion (Art der Rohre, Rohrdurchmesser, Rohrabstand, Installation der Rohre, Wärmeleiteinrichtungen, Verteilungsschicht) und der Konstruktion des Fußbodens bzw. der Wand oder Decke (Fußbodenbelag oder Wand- bzw. Deckenverkleidung, Dämmschicht, eingeschlossene Luftschicht usw.) anzuwenden sind. Die vereinfachten Berechnungsverfahren sind auf die betreffende Systemart beschränkt, und die in Abschnitt 7 aufgeführten Randbedingungen müssen erfüllt sein. Im Ergebnisbericht muss eindeutig angegeben werden, welches Berechnungsverfahren angewendet wurde.

Falls für die gegebene Systemart kein vereinfachtes Berechnungsverfahren zur Verfügung steht, kann entweder eine elementare Berechnung unter Anwendung der zwei- oder dreidimensionalen Finite-Elemente- oder Finite-Differenzen-Methode (siehe Abschnitt 8 und Anhang D) oder eine Laborprüfung in Kombination mit einer Berechnung nach EN 1264 durchgeführt werden.

Auf der Grundlage der berechneten mittleren Oberflächentemperatur bei gegebenen Kombinationen von Heiz- bzw. Kühlmittel-(Wasser-)Temperatur und Raumtemperatur lässt sich die Heiz- und Kühlleistung für den Beharrungszustand bestimmen (siehe Abschnitt 10).

Sollen für die Wärmestromdichte zertifizierte Werte verwendet werden, so ist grundsätzlich EN 1264-2 und/oder EN 1264-5 anzuwenden.

6 Wärmeübergangskoeffizient für den Wärmeübergang zwischen der heizenden bzw. kühlenden Fläche und dem Raum

Die Beziehung zwischen der Wärmestromdichte und der mittleren Oberflächenübertemperatur (siehe Bild 1 und die Gleichungen (3) bis (6)) hängt von der Art der Oberfläche (Fußboden, Wand, Decke) ab und davon, ob die Temperatur der Oberfläche niedriger (Kühlung) oder höher (Heizung) als die Raumtemperatur ist.