

DIN EN ISO 11855-1

ICS 91.140.10; 91.140.30

Ersatz für
DIN EN 15377-1:2009-02

**Umweltgerechte Gebäudeplanung –
Planung, Auslegung, Installation und Steuerung flächenintegrierter
Strahlheizungs- und -kühlsysteme –
Teil 1: Begriffe, Symbole und Komfortkriterien (ISO 11855-1:2012);
Deutsche Fassung EN ISO 11855-1:2015**

Building environment design –

Design, dimensioning, installation and control of embedded radiant heating and cooling systems –

Part 1: Definition, symbols and comfort criteria (ISO 11855-1:2012);

German version EN ISO 11855-1:2015

Conception de l'environnement des bâtiments –

Conception, construction et fonctionnement des systèmes de chauffage et de refroidissement par rayonnement –

Partie 1: Définition, symboles et critères de confort (ISO 11855-1:2012);

Version allemande EN ISO 11855-1:2015

Gesamtumfang 36 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 11855-1:2012 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 205 „Building environment design“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 11855-1:2015 durch das Technische Komitee CEN/TC 228 „Heizungsanlagen und wasserbasierte Kühlanlagen in Gebäuden“ übernommen, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 041-01-58 AA „Heizungsanlagen und wassergeführte Kühlanlagen in Gebäuden (SpA CEN/TC 228)“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS).

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 7726 siehe DIN EN ISO 7726

ISO 7730 siehe DIN EN ISO 7730

ISO 13731 siehe DIN EN ISO 13731

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15377-1:2009-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Behaglichkeitsbedingungen wurden genauer beschrieben;
- b) Akustische Aspekte der Heizsysteme wurden in die Norm aufgenommen;
- c) Berechnungsmethoden für die Bestimmung der Heiz- und Kühlleistung werden in DIN EN ISO 11855-2 behandelt;
- d) Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 15377-1: 2009-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7726, *Umgebungsklima — Instrumente zur Messung physikalischer Größen*

DIN EN ISO 7730, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV — und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit*

DIN EN ISO 13731, *Ergonomie des Umgebungsklimas — Begriffe und Symbole*

Deutsche Fassung

Umweltgerechte Gebäudeplanung —
Planung, Auslegung, Installation und Steuerung flächenintegrierter
Strahlheizungs- und -kühlsysteme —
Teil 1: Begriffe, Symbole und Komfortkriterien
(ISO 11855-1:2012)

Building environment design —
Design, dimensioning, installation and control of embedded
radiant heating and cooling systems —
Part 1: Definition, symbols, and comfort criteria
(ISO 11855-1:2012)

Conception de l'environnement des bâtiments —
Conception, construction et fonctionnement des systèmes de
chauffage et de refroidissement par rayonnement —
Partie 1: Définition, symboles et critères de confort
(ISO 11855-1:2012)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. Juli 2015 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-CENELEC 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	16
5 Behaglichkeitskriterien	22
5.1 Allgemeine thermische Behaglichkeit.....	23
5.1.1 Operative Temperatur.....	23
5.1.2 Definition	23
5.1.3 Vorausgesagtes mittleres Votum und vorausgesagter Prozentsatz an Unzufriedenen	24
5.2 Lokale thermische Behaglichkeit.....	24
5.2.1 Grenztemperatur der Oberflächen.....	24
5.2.2 Asymmetrie der Strahlungstemperatur	25
5.2.3 Vertikale Lufttemperaturdifferenz	26
5.3 Akustischer Komfort.....	27
5.3.1 Wassergeschwindigkeit und Geräuscentstehung	27
5.3.2 Akustischer Komfort bei Heiz- und Kühlsystemen mit Wasserdurchströmung	28
5.3.3 Akustischer Komfort in thermoaktiven Bauteilsystemen (TABS)	28
Anhang A (informativ) Fußbodentemperatur für die thermische Behaglichkeit.....	29
A.1 Akzeptabler Bereich der Fußbodentemperatur	29
A.2 Beziehung zwischen Fußbodentemperatur und Hauttemperatur bei elektrischen Heizungssystemen	30
A.3 Beziehung zwischen Hauttemperatur und Unbehagen	31
Anhang B (informativ) Zugluft.....	32
B.1 Gleichungen für die Berechnung der maximalen Luftgeschwindigkeit und minimalen Lufttemperatur über dem Fußboden, die durch kalte Zugluft von den abgekühlten Oberflächen erzeugt werden	32
Literaturhinweise	33

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 11855-1:2012 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 205 „Building environment design“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 11855-1:2015 durch das Technische Komitee CEN/TC 228 „Heizungsanlagen und wassergeführte Kühlanlagen in Gebäuden“ übernommen, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2016, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2016 zurückgezogen werden.

Diese Norm gilt für die Planung, den Bau und den Betrieb von Strahlheizungs- und -kühlssystemen. Die in Teil 2 beschriebenen Verfahren dienen der Bestimmung der Heiz- oder Kühlleistung für die Planung und Auswertung der Leistung des Systems. Zur Identifizierung von Produkteigenschaften durch Prüfung und Nachweis der thermischen Leistung flächenintegrierter Heiz- und Kühlflächen in Fußböden, Decken und Wänden kann die Reihe der Normen EN 1264 verwendet werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 15377-1:2008

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 11855-1:2012 wurde vom CEN als EN ISO 11855-1:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Das Strahlheizungs- und -kühlsystem besteht aus Systemen für die Abgabe bzw. Absorption, Bereitstellung und Verteilung von Wärme sowie aus Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen. Die Normenreihe ISO 11855 beschäftigt sich mit dem integrierten Flächenheizungs- und -kühlsystem, das den Wärmeübergang im Raum direkt reguliert. Sie behandelt jedoch nicht die Systemausstattung, wie die Wärmequelle, das Verteilungssystem und die Regeleinrichtung.

Die Normenreihe ISO 11855 beschreibt ein flächenintegriertes System, das in die Gebäudestruktur eingebunden ist. Daher werden Flächenheiz- und -kühlsysteme mit offenem Luftspalt, die nicht in die Gebäudestruktur eingebunden sind, in dieser Normenreihe nicht behandelt.

Die Normenreihe ISO 11855 ist für Systeme anzuwenden, die nicht nur Wasser, sondern auch andere Flüssigkeiten oder Strom als Heiz- und Kühlmittel nutzen.

Ziel der Normenreihe ISO 11855 ist es, Kriterien bereitzustellen, welche die effektive Planung flächenintegrierter Systeme ermöglichen. Zu diesem Zweck werden in dieser Normenreihe Behaglichkeitskriterien für Räume mit flächenintegrierten Systemen, die Berechnung der Wärmeleistung, die Auslegung, die dynamische Analyse, die Installation, die Bedienung und die Steuermethode flächenintegrierter Systeme dargelegt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 11855 legt grundlegende Definitionen, Symbole und Komfortkriterien für Strahlheizungs- und -kühlsysteme fest.

Die Normenreihe ISO 11855 ist für integrierte Flächenheizungs- und -kühlsysteme mit Wasserdurchströmung in Wohn-, Gewerbe- und Industriegebäuden anwendbar. Die Verfahren gelten für in Wände, Fußboden- und Deckenkonstruktionen flächenintegrierter Systeme ohne offene Luftspalte. Flächensysteme mit offenen Luftspalten, die nicht in die Gebäudestruktur eingebunden sind, werden nicht von ihr erfasst.

Die Normenreihe ISO 11855 ist zudem gegebenenfalls für die Verwendung von anderen Flüssigkeiten als Wasser als Heiz- und Kühlmittel anwendbar. Die Prüfung von Systemen ist in der Normenreihe ISO 11855 nicht erfasst. Die beschriebenen Verfahren gelten nicht für beheizte oder gekühlte Deckenpaneele oder Träger und Balken.

2 Normative Verweisungen

ISO 7726:1998, *Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities*

ISO 7730:2005, *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*

ISO 13731:2003, *Ergonomics of the thermal environment — Vocabulary and symbols*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

zusätzlicher Wärmedurchgangswiderstand

Schichten mit Wärmedurchgangswiderstand, die an der Gebäudestruktur angebracht werden und die aufgrund ihrer eigenen geringen Wärmeträgheit meist als Wärmedurchgangswiderstand fungieren

BEISPIEL Teppiche, Teppichböden und Unterdecken

3.2

mittlere spezifische Wärmeleistung der Innenwände

Wärmeleistung bezogen auf 1 m² der Innenwände

Anmerkung 1 zum Begriff: Da an Innenwände mehrere Räumen angrenzen, muss nur die Hälfte der gesamten spezifischen Wärmeleistung der Wand berücksichtigt werden, da die andere Hälfte von den angrenzenden Räumen beeinflusst wird, von denen angenommen wird, dass sie über die gleichen Wärmebedingungen verfügen, wie der betreffende Raum.

3.3

mittlere Oberflächentemperatur

$\theta_{s,m}$

Durchschnittswert aller Oberflächentemperaturen in der Aufenthalts- oder Randzone

3.4

Basiskennlinie

Kurve oder Formel, die die Beziehung zwischen der Wärmestromdichte und der mittleren Oberflächen-übertemperatur wiedergibt

Anmerkung 1 zum Begriff: 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 flächenintegrierten Systems.

3.5

Berechnungszeitschritt

Dauer, die für die Berechnung der Temperaturen und der Wärmeströme im Raum und in der Platte betrachtet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Dauer beträgt normalerweise 3 600 s.

3.6

Kreislauf

an einen Verteiler angeschlossener Systemabschnitt, der unabhängig von anderen Kreisläufen schalt-, steuer- oder regelbar ist

3.7

Gesamtwärmedurchgangswiderstand des Kreislaufs

Wärmedurchgangswiderstand, der den Kreislauf als Ganzes darstellt und eine direkte Verbindung zwischen der Eintrittswassertemperatur und der mittleren Temperatur auf der Rohrebene bestimmt

Anmerkung 1 zum Begriff: Er umfasst den Wärmedurchgangswiderstand des Wasserstroms, den konvektiven Wärmedurchgangswiderstand an der Rohrinneenseite, den Wärmedurchgangswiderstand der Rohrdicke und den Wärmedurchgangswiderstand auf der Rohrebene.

3.8

Bekleidungsisolation

Grundisolation der Bekleidung, d. h. der Wärmeleitwiderstand einer gleichmäßigen Isolationsschicht, die den Körper vollständig bedeckt, die dieselbe Wirkung auf den sensiblen Wärmestrom ausübt wie die tatsächliche Bekleidung unter standardisierten Bedingungen (statisch, windstill)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition der Bekleidungsisolation schließt auch die unbedeckten Körperteile wie den Kopf ein. Sie wird als die wesentliche Isolation der Haut zur Bekleidungsoberfläche beschrieben und schließt nicht den Widerstand ein, welcher von der Luftschicht ausgeht, die den bekleideten Körper umgibt. Sie wird als clo-Einheit oder in $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ausgedrückt; $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

3.9

wärmeleitender Bereich der Platte

Bereich der Platte, in dem sich die Rohre befinden, deren Schichten über eine Wärmeleitfähigkeit von mehr als $0,8 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ verfügen

Anmerkung 1 zum Begriff: Aufgrund der Unterteilung der Platte in obere und untere Platte wird auch der wärmeleitende Bereich in einen oberen und einen unteren wärmeleitenden Bereich unterteilt.

3.10

Konvektionswärmedurchgangswiderstand an der Rohrinneenseite

Wärmedurchgangswiderstand, der mit der Übertragung der Konvektionswärme verbunden ist, der zwischen dem Wasser, welches das Rohr durchströmt, und der Rohrinneenseite stattfindet und der somit die mittlere Wassertemperatur im Kreislauf mit der mittleren Temperatur der Rohrinneenseite verbindet

3.11

konvektives Heiz- und Kühlsystem

System, das die Raumluft zum Heizen oder Kühlen direkt konditioniert

3.12

konvektive Spitzenlast

maximale Kühllast, die von einem virtuellen konvektiven System gewonnen wird, das genutzt wird, um die Behaglichkeitsbedingungen im Raum aufrechtzuerhalten

3.13

tägliche Durchschnittstemperatur des wärmeleitenden Bereichs der Platte

Durchschnittstemperatur des wärmeleitenden Bereichs der Platte während des Tages

3.14

Auslegungs-Kühlleistung

$Q_{H,c}$

Wärmeleistung eines Flächenkühlsystems bei Auslegungsbedingungen

3.15

Auslegungs-Kühllast

$Q_{N,c}$

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

3.16

sensible Auslegungs-Kühllast

sensible Wärmeleistung, die erforderlich ist, um die festgelegten Auslegungsbedingungen unter sommerlichen Auslegungsbedingungen zu erreichen

3.17

Auslegungs-Taupunkt

$\theta_{Dp,des}$

für die Auslegung festgelegter Taupunkt

3.18

Auslegungs-Vorlauftemperatur des Heiz-/Kühlmittels

$\theta_{V,des}$

Wert der Temperatur des fließenden Wassers mit dem Wärmedurchgangswiderstand des gewählten Bodenbelages beim Höchstwert der Wärmestromdichte q_{max}

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Massestrom und die Vorlauftemperatur sind für alle Teile der Normenreihe EN 1264 gleich.

3.19

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 -kühlssystem klimatisierten Raums zu erreichen, ggf. abzüglich der Wärmeleistung aller Zusatzheiz- oder -kühleinrichtungen

3.20

Auslegungs-Heizleistung

$Q_{H,h}$

Wärmeleistung eines Flächenheizsystems bei Auslegungsbedingungen

3.21

Auslegungs-Heizlast

$Q_{N,h}$

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Berechnung des Wertes der Auslegungs-Heizlast wird der von den flächenintegrierten Systemen erzeugte Wärmestrom in angrenzende Räume nicht berücksichtigt.

3.22

Auslegungs-Heiz- bzw. -Kühlmittelübertemperatur

$\Delta\theta_{H,des}$

Übertemperatur bei der Auslegungs-Wärmestromdichte

3.23

Auslegungs-Heizmittelübertemperatur des Vorlaufs

$\Delta\theta_{V,des}$

Temperaturdifferenz zwischen der mittleren Auslegungs-Heizmitteltemperatur des Vorlaufs und der Raumtemperatur bei Auslegungs-Wärmestromdichte

3.24

Auslegungs-Heiz- bzw. -Kältemittelstrom

m_H

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

3.25

Norm-Innentemperatur

θ_i

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

Anmerkung 1 zum Begriff: 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.

3.26

Verteiler

gemeinsame Anschlussstelle mehrerer Heiz- bzw. Kühlkreise

3.27

Zugluft

temperaturabhängige, unerwünschte lokale Abkühlung eines Körpers, die durch Luftbewegung verursacht wird

3.28

elektrische Fußboden-, Wand- und Deckenheizung

verschiedene Flächensysteme, die elektrische Energie in Wärme umwandeln und so die Temperatur der konditionierten Oberflächen und der Luft in Innenräumen erhöhen

3.29

integriertes Flächenheiz- und -kühlsystem

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

3.30

äquivalenter Wärmedurchlasskoeffizient

K_H

Koeffizient, der die Beziehung zwischen dem Wärmestrom von der Oberfläche und der Heiz- bzw. Kühlmittelübertemperatur beschreibt

3.31

Kennlinienfeld

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

3.32

Wärmestromdichte

q

Wärmestrom zwischen dem Raum und der Oberfläche dividiert durch die beheizte bzw. gekühlte Fläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Heizung ist dies ein positiver, bei Kühlung ein negativer Wert.

3.33

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)

3.34

Heizfläche, Kühlfläche

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

3.35

Flächeninhalt der Heiz- oder Kühlfläche

A_f

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

3.36

Heiz-/Kühlleistung je Heiz- bzw. Kühlkreis

Q_{HC}

Wärmeübertrag zwischen einem Rohrkreis und dem beheizten bzw. gekühlten Raum

3.37

Heiz- bzw. Kühlmittelübertemperatur

$\Delta\theta_H$

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

3.38

interne Konvektionswärmeeinträge

konvektive Verteilungen durch interne Wärmeeinträge, die durch im Raum befindliche Wärmequellen hervorgerufen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie werden hauptsächlich durch Personen oder elektrische Geräte hervorgerufen.

3.39

interne Strahlungswärmeeinträge

Strahlungsbeiträge durch interne Wärmeeinträge, die durch im Raum befindliche Wärmequellen hervorgerufen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie werden hauptsächlich durch Personen oder elektrische Geräte hervorgerufen.

3.40

interner Wärmedurchgangswiderstand des wärmeleitenden Bereichs der Platte

Gesamtwärmedurchgangswiderstand, der die Rohrebene mit den Mittelpunkten des oberen wärmeleitenden Bereichs und des unteren wärmeleitenden Bereichs der Platte verbindet

3.41

Grenzkurven

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