

Planungsgrundlagen

Grundlagen jeder Berechnung sind:

- Detaillierte Informationen über den Grundriss des Gebäudes, Aufbau der Außenwände, Größe und Bauart der Fenster. Nur mit diesen Daten kann eine Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 ordnungsgemäß durchgeführt werden.
- Kenntnis über die Art der Bodenbeläge und deren Wärmeleitwiderstände $R_{\lambda,B}$, da die Übertragung der Wärmemenge entscheidend vom Fußbodenaufbau, im Besonderen oberhalb des Estrichs, abhängig ist. (nach DIN EN 1264 ist für die Auslegung von Aufenthaltsräumen ein Wärmeleitwiderstand $R_{\lambda,B} = 0,1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ anzusetzen, für Bäder $R_{\lambda,B} = 0,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Andere Werte, bis maximal $0,15 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, sind gesondert zu vereinbaren.)
- Baupläne / Bauzeichnungen und Raumdaten, die unter anderem auch aus den Plänen hervorgehen, werden zusammenfassend aufgeführt. Nach der Berechnung werden weiter die Verlegarten und Daten in die Baupläne eingetragen.

Durch die in den letzten Jahrzehnten veränderte Bauweise ergibt sich ein niedrigerer Wärmebedarf in den einzelnen Räumen, so dass heutzutage auch bei physiologisch vertretbaren Oberflächentemperaturen die Danfoss Fußbodenheizung den jeweiligen Wärmebedarf alleine abdeckt. In einigen Räumen, speziell in Bädern, kann gelegentlich durch die geringe Nutzfläche, hervorgerufen durch nicht beheizbare Flächen unter Duschen oder Badewannen, und den erhöhten Wärmebedarf (24°C statt 20°C) eine zusätzliche Wärmequelle erforderlich sein. In diesen Räumen temperiert die Fußbodenheizung dann den Boden und deckt eine Grundlast ab, während die Restwärme von einer anderen Wärmequelle (Wandheizung, Handtuchheizkörper u. ä.) geliefert wird.

DIN-Normen Fußbodenheizungen

Nachfolgende DIN - Normen müssen bei der Planung und Ausführung von Flächenheizungen beachtet und befolgt werden

DIN 1055	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1264	Fußbodenheizung, Systeme und Komponenten
DIN 4108	Wärmeschutz im Hochbau
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau
DIN 18195	Bauwerksabdichtungen
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau

DIN 18353	VOB, Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften f. Bauleistungen, Estricharbeiten
DIN 18560	Estriche im Bauwesen

Fachinformation Schnittstellenkoordination bei beheizten Fußbodenkonstruktionen (Bezug BVF)

Normen und Richtlinien

Für den konstruktiven Aufbau einer Fußbodenheizung sind die EnEV und die DIN EN 1264 Teil 4 ausschlaggebend. Unter Einbeziehung der DIN 18560 Estriche im Bauwesen ergeben sich drei Danfoss Grundkonstruktionen. Diese erfüllen die

geforderten Mindestdämmwerte in Abhängigkeit von Nutzungsart und Lage innerhalb des Hauses.

Die überschlägige Vorkalkulation

In den Leistungstabellen der Danfoss SpeedUp und Basic Heizsysteme sind die Leistungswerte für verschiedene Raumtemperaturen, sowie Heizwassertemperaturen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Bodenbelägen, angegeben. Mit diesen Tabellen kann auch rasch die mittlere Heizwassertemperatur ermittelt werden, mit der die Fußbodenheizung betrieben werden muss, um eine bestimmte Leistung abzugeben. Wie im noch folgenden Kapitel „Auslegungs-Vorlauf-übertemperatur“ detaillierter beschrieben, wird

über die benötigte Heizmittelübertemperatur die Vorlauftemperatur bestimmt. Die Wärmestromdichten werden flächenanteilig auf die Rand- und Aufenthaltszonen aufgeteilt. Die benötigten Verlegearten legen die mittlere Heizwassertemperatur fest (in den Leistungstabelle abzulesen).

Norm – Heizlast eines fußbodenbeheizten Raumes

Für die Auslegung der Danfoss Fußbodenheizung ist die Norm - Heizlast eines fußbodenbeheizten Raumes $Q_{N,f}$ unentbehrlich. Sind mehrgeschossige Häuser mit Fußbodenheizungen ausgestattet, so kann der Wärmegewinn von der Zwischendecke für den darunter liegenden Raum mit berücksichtigt werden, wenn eine uneingeschränkte Betriebsweise vorliegt. Die Auslegungswärmeleistung Q_H setzt sich generell zusammen aus der Norm-Heizlast eines fußbodenbeheizten Raumes $Q_{N,f}$ zuzüglich eines nach DIN 4701 Teil 3 festgelegten Auslegungszuschlag.

$$Q_H = (1 + x) \cdot Q_{N,f}$$

$Q_{N,f}$: Norm-Heizlast eines fußbodenbeheizten Raumes [W]

Q_H : Auslegungs-Wärmeleistung

Wenn Heizsysteme, wie bei der Fußbodenheizung, durch Anhebung der Heizmittelttemperatur eine Steigerung der Wärmeleistung erreichen können, wird der Zuschlag gleich Null gesetzt. Die Auslegungswärmeleistung ist also gleich der Norm - Heizlast eines fußbodenbeheizten Raumes gleichzusetzen.

Wärmedämmung nach unten

Damit die Fußbodenheizung möglichst nur nach oben ihre Leistung abgibt, sind bestimmte Anforderungen an die Wärmeleitwiderstände der darunter liegenden Schichten gestellt. Nach DIN EN 1264, Teil 4 werden drei Arten der Boden-/Geschosskonstruktionen und damit Mindestwärmeleitwiderstände unterschieden:

Wärmedämmung	$R_{D\alpha, min}$
A über Räumen mit gleichartiger Nutzung	0,75 m ² K / W
B über Räumen mit nicht gleichartiger Nutzung*, unbeheizten Räumen (z.B. Keller) und an Erdreich	1,25 m ² K / W
C über Außenluft (-15°C) (z.B. Tiefgaragen, Durchfahrten)	2,00 m ² K / W

* z.B. Wohnräume über gewerblich genutzten Räumen

Der Wärmeleitwiderstand $R_{\lambda, ins}$ einer einzelnen Dämmschicht rechnet sich wie folgt:

$$R_{\lambda, ins} = \frac{S_{ins}}{\lambda_{ins}}$$

mit:

S_{ins} : wirksame Dämmschichtdicke [m]

λ_{ins} : Wärmeleitfähigkeit der Dämmschicht [W/m K]

Maximale Oberflächentemperatur θ_{Fmax}

Gemäß der DIN EN 1264 sind die Oberflächentemperaturen aus physiologischen Gründen auf folgende Werte festgesetzt:
Aufenthaltszone: 29 °C
Randzone: 35 °C
Bäder: $t_i + 9^\circ = 33^\circ \text{C}$
Bei einer Norminnentemperatur von 20 bzw. 24° C in Bädern ergeben sich als Differenz zwischen Oberflächentemperatur und Raumtemperatur die entsprechenden Temperaturunterschiede von 9 K

(in Aufenthaltszonen und Bädern) bzw. 15 K (in Randzonen). Die Begrenzung der Oberflächentemperatur bewirkt gleichzeitig eine Begrenzung der Wärmeleistung der Fußbodenheizung. Sie ist ein entscheidendes Kriterium, ob Räume nur mit einer Fußbodenheizung oder mit einer zusätzlichen Wärmequelle ausgestattet werden müssen. Bei den heutigen Dämmwerten reicht die Wärmeabgabe einer Fußbodenheizung aber in 99 von 100 Fällen vollständig aus.

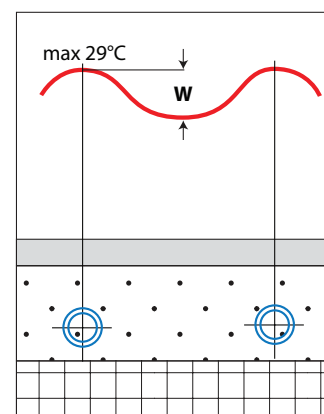
Welligkeit

Weiter nimmt die Lage des Heizrohres Einfluss auf die Leistung. Je nach Position des Rohres stellen sich unterschiedliche Oberflächentemperaturen ein. Direkt über dem Rohr ist sie höher als zwischen den Rohren. Der Temperaturunterschied zwischen maximaler und minimaler Oberflächentemperatur wird als Welligkeit W bezeichnet.

$$W = \theta_{Fmax} - \theta_{Fmin}$$

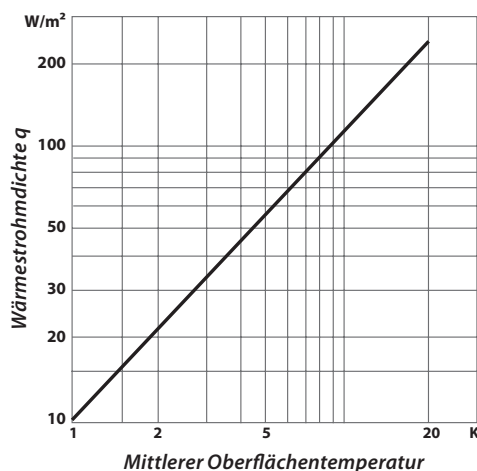
Große Abstände zwischen den Rohren verursachen eine größere Welligkeit. Tiefer liegende Rohre machen das Heizsystem träger, aber durch den „langen Weg“ zur Oberfläche verteilt sich die Temperatur gleichmäßiger, die Welligkeit ist sehr klein. Da die maximale Fußbodentemperatur nicht überschritten werden darf, verursacht eine große Welligkeit eine stärkere Leistungsherabsetzung

gegenüber einer kleinen Welligkeit, da im ersten Fall die gemittelte Fußbodentemperatur wesentlich kleiner als die maximal zulässige ist.



Basiskennlinie

Die Basiskennlinie zeigt den Zusammenhang zwischen der Wärmestromdichte und der Oberflächenübertemperatur (Oberflächentemperatur minus Raumtemperatur) bei einer homogen erwärmten Heizfläche (Welligkeit = 0).



Bei einer Oberflächenübertemperatur von 9 K wird eine Leistungsabgabe von ca. 100 W/m² erreicht. Mit einer Übertemperatur von 15 K wird eine Wärmeabgabeleistung von ca. 175 W/m² erzielt.

Da die Basiskennlinie idealisierte physikalische Parameter besitzt, somit systemunabhängig gültig ist, kann unter Einhaltung der maximal erlaubten Oberflächentemperatur kein System eine Leistung im Aufenthaltsbereich von mehr als 100 W/m² bzw. 175 W/m² in Randzonen erbringen. Die spezifische Wärmeabgabe q der Fußbodenfläche hängt somit entscheidend von der Differenz zwischen Raum- und Oberflächentemperatur ab, sowie der Übergabemöglichkeit. Letztere ist abhängig von Raumdaten einschließlich Lüftungswärmebedarf und wird mit dem Gesamtwärmeübergangskoeffizient α_{ges} beschrieben und beträgt hier 11,1 W/m²K.

$$q = \alpha_{ges} (\theta_F - \theta_i)$$

θ_F = Fußbodentemperatur °C
 θ_i = Raumtemperatur °C

Beispiel:

Bei einer Raumtemperatur von 20°C und einer Fußbodentemperatur von 27°C würde eine Wärmeabgabe von:
 $q = 11,1 \text{ W/m}^2 \text{ K} \cdot 7^\circ\text{K} (27^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$
 $= 77,7 \text{ W/m}^2$ erfolgen.

Heizmitteltemperatur

Die mittlere Heizwassertemperatur ist in vielen Teilrechnungen fester Bestandteil. Sie ist der mittlere Wert aus der Vorlauf- und Rücklauftemperatur:

mit:

$\Delta\theta_H$: Heizmittelübertemperatur
 θ_i : Norm - Innentemperatur
 θ_m : Heizmitteltemperatur

$$\theta_m = \theta_i + \Delta\theta_H$$

Verlegearten

Das Heizsystem Danfoss Basic besitzt zwei verschiedene Verlegearten im Randzonenbereich und drei im Aufenthaltsbereich. Die Heizsysteme SpeedUp und SpeedUp Eco besitzt je eine

Verlegart für die Rand- und Aufenthaltszone. Sie unterscheiden sich im Rohrabstand und in der Rohrführung.

System	Möglicher Rohrabstand in cm
BasicRail	8,8 (gemittelt)
BasicRail	12 (gemittelt)
BasicRail	20
BasicRail	25
BasicRail	30
BasicGrip und BasicClip	10
BasicGrip und BasicClip	15
BasicGrip und BasicClip	20
BasicGrip und BasicClip	25
BasicGrip und BasicClip	30
SpeedUp und SpeedUp Eco	12,5
SpeedUp und SpeedUp Eco	25

Leistungskennlinie, Grenzkurve

Die Wärmeabgabe und die Welligkeit der Fußbodenoberflächentemperatur sind abhängig von mehreren Faktoren:

- Fußbodenoberflächentemperatur
- Rauminnentemperatur
- Verlegabstand der Rohre
- Dicke und Wärmeleitfähigkeit der lastverteilenden Schicht
- Wärmequerleitung des Systems
- Wärmedurchlasswiderstand des Bodenbelags
- Zusammensetzung der Schichten

Gemäß DIN EN 1264 fließen alle Faktoren in folgende Gleichung für die Wärmestromdichte q ein:

$$q = K_H + \Delta\theta_H$$

mit:

- q : Wärmeabgabe [W/m^2]
 K_H : Äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizient [$W/m^2 K$] (durch DIN -Prüfstelle ermittelt)
 $\Delta\theta_H$: Heizmittelübertemperatur

mit:

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}}$$

mit:

- θ_V : Vorlauftemperatur
 θ_R : Rücklauftemperatur
 θ_i : Norm-Innentemperatur

Bei Einhaltung der zulässigen Maximaltemperaturen führen die oben beschriebenen Faktoren neben der Welligkeit zu Grenzkurven (nach DIN EN 1264, Teil 2 berechnet). Die Schnittpunkte geben die Grenzwärmestromdichten und die Grenzheizmittelübertemperaturen an.

Auslegungswärmestromdichte

Gemäß DIN EN 1264, Teil 3 ist für die Auslegung der Fußbodenheizung die Auslegungswärmestromdichte wie folgt zu berechnen:

$$q_{des} = \frac{Q_{N,f}}{A_F}$$

mit:

- q_{des} : Auslegungswärmestromdichte [W/m^2]
 $Q_{N,f}$: Norm-Heizlast eines fußbodenbeheizten Raumes [W]
 A_F : zu beheizende Fußbodenfläche [m^2]

Die von der Fußbodenheizung erbrachte Wärmeleistung beträgt

$$Q_F = q * A_F$$

mit:

- q_{des} : Auslegungswärmestromdichte
 $Q_{N,f}$: Norm-Heizlast eines fußbodenbeheizten Raumes
 A_F : zu beheizende Fußbodenfläche

wobei q sich flächenanteilig auf die Randzone (maximal 1 m breit) und die Aufenthaltszone aufteilt:

$$q = \frac{A_R}{A_F} * q_R + \frac{A_A}{A_F} * q_A$$

Die Wärmestromdichten der Randzone bzw. Aufenthaltszone q_R und q_A sind aus den Leistungsdiagrammen bei gleicher Heizmittelübertemperatur abzulesen. Dabei darf die zulässige Grenzwärmestromdichte (Schnittpunkte der Kennlinien mit Grenzkurve) nicht überschritten werden. Die Größen der zulässigen Wärmestromdichten sind abhängig vom Wärmeleitwiderstand des Bodenbelags und den Verlegearten. Liegt ein Wert der aufgeteilten Auslegungswärmestromdichte (q_R/q_A) oberhalb der Grenzwärmestromdichte, so ist in diesem Fall die Grenzwärmestromdichte als Wärmestromdichte einzusetzen. Die dadurch verringerte Heizmittelübertemperatur reduziert auch die Wärmestromdichte der anderen Kombinationsverlegart. Ist die Norm - Heizlast eines fußbodenbeheizten Raumes größer als die Wärmeabgabe der Fußbodenheizung, ist eine Zusatzheizfläche für die Restwärme $Q_{N,f} - Q_F$ vorzusehen.

Auslegungs- Vorlaufübertemperatur

Die Auslegungs-Vorlaufübertemperatur wird für den Raum mit der höchsten Auslegungswärme-
stromdichte $q_{\max}$ bestimmt (ausgenommen Bäder)
und mit einem Oberboden Wärmeleitwiderstand
 $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ veranschlagt. Sind höhere Werte
für $R_{\lambda,B}$ bekannt, müssen diese berücksichtigt werden.
Für Bäder wird $R_{\lambda,B} = 0,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ angenommen. Die
Spreizung σ wird für den zur Auslegung herange-
zogenen Raum mit $\sigma = 5 \text{ K}$ festgelegt. Es wird eine
Rohrteilung des Systems gewählt, bei der $q_{\max}$
maximal die mit der Grenzkurve festgelegte
Grenzwärmestromdichte q_G erreicht. Die maximal
zulässige Vorlaufübertemperatur beträgt

$$\text{wenn } \frac{\sigma}{\Delta\theta_H} \leq 0,5:$$

$$\Delta\theta_{V,des} \leq \Delta\theta_{H,des} + \frac{\sigma}{2} \text{ mit } \Delta\theta_{H,des} \leq \Delta\theta_{H,G}$$

ansonsten:

$$\Delta\theta_{V,des} = \Delta\theta_{H,des} + \frac{\sigma}{2} + \frac{\sigma^2}{(12 \Delta\theta_{H,des})}$$

In allen weiteren Räumen, die mit der errechneten
Vorlauftemperatur betrieben werden, sind die
Spreizungen wie folgt zu berechnen, sofern das
Verhältnis

$$\frac{\sigma_j}{\Delta\theta_{H,j}} < 0,5$$

ist:

$\Delta\theta_{H,j}$: Heizmittelübertemperatur des jeweiligen
Raumes j

mit:

$$\sigma_j = 2 * [(\Delta\theta_{V,des}) - \Delta\theta_{H,j}]$$

ansonsten:

$$\sigma_j = 3 * \Delta\theta_{H,j} * \left[\sqrt{1 + \frac{4(\Delta\theta_{V,des} - \Delta\theta_{H,j})}{3 * \Delta\theta_{H,j}}} - 1 \right]$$

Auslegungs- Heizmittelstrom

Für die Auslegung und Berechnung der Umwälz-
pumpengröße wird der Massenstrom m_H (Durch-
flussmenge des Heizwassers in Kg/s) bestimmt. Er
ist abhängig von der Gesamtleistung (Fußboden-
heizleistung und die Verlustleistung zu den
unteren Räumen) sowie der Spreizung:

$$m_H = \frac{A_F * q}{\sigma * C_W} \left(1 + \frac{R_o}{R_u} + \frac{\theta_i - \theta_u}{q * R_u} \right)$$

$$\text{mit } C_W = 4190 \text{ J/kgK}$$

Der Teilwärmehdurehgangswiderstand des
Fußbodenaufbaus nach oben R_o (obere Teilwär-
medurehgangswiderstand) erfasst die Wärmeleit-
und Wärmeübergangswiderstände nach oben:

$$R_o = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda,B} + \frac{S_u}{\lambda_u}$$

$$\text{mit } \frac{1}{\alpha} = 0,093 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Die Summe der Wärmeleit- und Übergangswider-
stände nach unten ist:

$$R_u = R_{\lambda,ins} + R_{\lambda,Decke} + R_{\lambda,Putz} + R_{\alpha,Decke}$$

$$\text{mit } R_{\alpha,Decke} = 0,17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Der Massenstrom m_H lässt sich durch Umrechnung
auch als Volumenstrom V_H ausdrücken:

$$V_H = \frac{m_H}{\rho}$$

$$\text{mit } \rho = 0,998 \text{ kg/dm}^3$$

Um den Volumenstrom für einen Heizkreis zu
ermitteln, muss der Volumenstrom des Raumes
 V_H durch die Anzahl der Heizkreise geteilt
werden:

$$V_{HK} = \frac{V_H}{\text{Anzahl der Heizkreise}}$$

Druckverlust

Die Druckverlustberechnung ist für die Auslegung der Umwälzpumpengröße notwendig. Um den Druckverlust berechnen zu können, muss zunächst die gesamte Rohrlänge l_{HK} einschließlich Zuleitungen bestimmt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Länge der Zuleitung ZUL gleich der doppelten Entfernung zwischen dem Raum und dem Verteiler ist (Vor- und Rücklauf). Je nach Verlegeart kommen folgende Werte zum Einsatz:

Verlege- abstand	System	Rohr- länge, m ²
VA 8.8	BasicRail	11,25 m
VA 12	BasicRail	8,33 m
VA 20	BasicRail	5,00 m
VA 25	BasicRail	4,00 m
VA 30	BasicRail	3,33 m
VA 10	BasicGrip und BasicClip	10,00 m
VA 15	BasicGrip und BasicClip	6,67 m
VA 20	BasicGrip und BasicClip	5,00 m
VA 25	BasicGrip und BasicClip	4,00 m
VA 30	BasicGrip und BasicClip	3,33 m
VA 12,5	SpeedUp und SpeedUp Eco	8,00 m
VA 25	SpeedUp und SpeedUp Eco	4,00 m

Da die einzelnen Heizkreise unterschiedliche Längen und Spreizungen aufweisen, verursachen sie unterschiedliche Druckabfälle. Mit Hilfe eines Druckabgleichs wird nun sichergestellt, dass alle Heizkreise auch mit den gewünschten Wassermengen versorgt werden. Dieser Druckausgleich wird durch die voreinstellbaren Ventile im Rücklaufverteilerstamm vorgenommen, indem der Durchfluss pro Stunde in Abhängigkeit des Differenzdrucks Δp eingestellt wird.

Die gesamte Wassermenge, die in der Fußbodenheizung vorhanden ist, ergibt sich aus der Länge aller Heizkreise $\sum l_{HK}$ multipliziert mit dem Faktor 0,113 [in l].

$$l_H = \text{Rohrlänge der Randzonenverlegeart} \cdot A_R + \text{Rohrlänge der Aufenthaltszonenart} \cdot A_A$$

Die mittlere Heizkreislänge l_{HK} ergibt sich aus:

$$l_{HK} = ZUL + \left(\frac{l_H}{\text{Anzahl der Heizkreise}} \right)$$

An dieser Stelle sei erwähnt, dass sich die Flächenaufteilung und Heizkreisanzahl auch nach der Heizestrichnorm richten muss, d.h. die Heizkreise müssen auf die Estrichfelder abgestimmt werden. Aus dem Druckverlustdiagramm (s. Druckverlustdiagramm für Danfoss Verbundrohr) kann mit Hilfe des Massenstroms pro Heizkreis m_H der Rohrreibungswiderstand in Form vom Druckverlust Δp pro m abgelesen werden. Für die Ermittlung des gesamten Heizkreisdrukverlustes muss dieser Wert mit der Heizkreislänge multipliziert werden.

$$\Delta p_{HK} = \Delta p \cdot l_{HK}$$

Zusammenhang: Volumenstrom, Druck- verlust und Spreizung

Je geringer die Spreizung:

- desto höher ist der Volumenstrom
- desto höher ist die Fließgeschwindigkeit des Mediums und

- desto höher ist der Druckverlust

Eine Erhöhung der Spreizung erzwingt eine Verringerung des Volumenstroms.

Grenzwerte

- Die maximale Vorlauftemperatur sollte 55 °C nicht übersteigen.
- Die Heizkreise sollten nicht über 100 m lang sein, 110 m ist das Maximum
- Die ideale Länge von 60 m ist anzustreben.
- Ein Druckverlust von 300 mbar darf nicht überschritten werden, denn die Umwälzpumpe muss neben der aufzubringenden Förderhöhe die Druckverluste in den Heizkreisen, sowie zusätzlich vorhandene Druckverluste im Gesamtsystem (im Verteiler, in dessen Ventilen, Zuleitungen, Mischer und Kessel) abdecken.

Montagezeiten der Danfoss Heizsysteme *

System	Artikel/Einheit	Minuten pro Einheit	Einheit
Basic Heizsysteme - Fußbodenheizung mit Heizestrichen	Einbau Etagenverteiler ohne Schrank	55,00	Stück
	Einbau Etagenverteiler mit Schrank	75,00	Stück
	Verlegung Zusatzdämmung EPS 035 DEO 40 an z.B. Erdreich	2,50	m ²
	Verlegung Dämmung EPS 035 DEO 20 ohne Randdämmstreifen	2,50	m ²
	Verlegung Verbunddämmung 11 mm/35 mm inkl. Randdämmstreifen	2,50	m ²
	VA = 88 mm Verlegeart (Rohrregister, Anschluss am Verteiler)	11,30	m ²
	VA = 100 mm Verlegeart (Rohrregister, Anschluss am Verteiler)	10,00	m ²
	VA = 120 mm Verlegeart (Rohrregister, Anschluss am Verteiler)	8,40	m ²
	VA = 150 mm Verlegeart (Rohrregister, Anschluss am Verteiler)	6,70	m ²
	VA = 200 mm Verlegeart (Rohrregister, Anschluss am Verteiler)	5,00	m ²
	VA = 250 mm Verlegeart (Rohrregister, Anschluss am Verteiler)	4,00	m ²
	VA = 300 mm Verlegeart (Rohrregister, Anschluss am Verteiler)	3,50	m ²
SpeedUp und SpeedUp Eco Heizsysteme - Trockenbau Fußbodenheizung	Einbau Etagenverteiler ohne Schrank	55,00	Stück
	Einbau Etagenverteiler mit Schrank	75,00	Stück
	Verlegung Zusatzdämmung ohne Randdämmstreifen - pro Lage	2,50	m ²
	VA = 125 mm Verlegeart - SpeedUp	12,00	m ²
	VA = 250 mm Verlegeart - SpeedUp	8,00	m ²
	VA = 125 mm Verlegeart - SpeedUp Eco	16,00	m ²
	VA = 225 mm Verlegeart - SpeedUp Eco	12,00	m ²
	Verlegung Strongboard für Fliesen	10,00	m ²
	Verlegung Strongboard für Teppich	15,00	m ²

* Stand 06/2004 - Die Werte beruhen auf langjährige praktische Erfahrungen.

Danfoss GmbH

Bereich Wärme
Postfach 10 04 53, 63004 Offenbach
Carl-Legien-Straße 8, 63073 Offenbach
Telefon: (069) 4 78 68 - 500
Telefax: (069) 4 78 68 - 599
E-Mail: waerme@danfoss.com
www.danfoss-waermeautomatik.de

Danfoss GmbH

Kompetenz-Zentrum Systeme
Hager Feld 8, 49191 Belm-Vehrte
Telefon: (05406) 83-06-0
Telefax: (05406) 83-06-60
E-Mail: info@fussbodenheizung.de
www.fussbodenheizung.de

Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss Mitarbeitern ableiten, es sei denn, dass diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen des Angemessenen und Zumutbaren Änderungen an ihren Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.