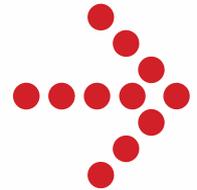


Die Fußbodenheizung/-kühlung

Frank Hartmann – *Referent des Fachbereichs Flächenheizung/-kühlung im BDH*

Mittwoch, 11.10.2023



BDH
Bundesverband der
Deutschen Heizungsindustrie

Der Fachbereich Flächenheizung/-kühlung im BDH

The image displays three screenshots of the BDH website's 'Flächenheizung und Flächenkühlung' section. The first screenshot shows the main navigation menu with options like 'Neubau', 'Altbau', 'Systemkomponenten', 'Veranstaltungen', 'Publikationen', and 'Service'. Below the navigation is a large banner with the title 'FLÄCHENHEIZUNG UND FLÄCHENKÜHLUNG' and the subtitle 'Informationen zu Neubau/Altbau'. The banner includes icons for 'Energieeffizienz', 'hygienisch und sicher', and 'Vielzijdig und duurzaam'. Below the banner are three main content blocks: 'Altbau/Modernisierung' (Energie sparen und Komfort steigern in bestehenden Gebäuden), 'Neubau' (Vorteile bei Betriebskosten und Umwelt), and 'Heizen / Kühlen' (Doppelnutzen mit einem System). The second screenshot shows a 'Projektierungsleitfaden zur Modernisierung der Wärmeübergabe' (Projecting guide for modernization of heat transfer). It includes an introduction stating that modernization is not just about energy efficiency but also about integrating renewable energy. It lists 'Wärmewende in drei Schritten' (Heat transition in three steps) and provides a detailed description of the process, including the use of solar thermal heating support and low-temperature systems. The third screenshot shows a search page with the text 'SUCHE' and 'Etwas nicht gefunden?' (Something not found?). It prompts the user to enter a search term and includes a search button.

Die Mitgliedsunternehmen des Fachbereichs finden Sie auf unserer Website <https://www.flaechenheizung-bdh.de/system/hersteller-flaechenheizung-und-flaechenkuehlung-deutschland> und am Ende dieser Präsentation.

<https://www.flaechenheizung-bdh.de/>

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Einleitung

Themenblock 1

Zwei Funktionen in einem System - Wirk- und Funktionsweise - Planung einer Fußbodenheizung/-kühlung

➔ Im Dialog 1

Themenblock 2

Konstruktionen und Bauarten - Ausführung und Aufbau – Bauliche Voraussetzungen – lastabtragende Wärmeverteilschicht

➔ Im Dialog 2

Themenblock 3

Heiz-/Kühlkreisverteiler – Regelung und Hydraulik – Inbetriebnahme/Dokumentation

➔ Im Dialog 3

Themenblock 4

Exkurs: Fußbodenkühlung

➔ Im Dialog 4 – Fazit – Chat...

BDH
Bundesverband
Deutscher Heizungsindustrie

Informationsblatt Nr. 51

Juni 2023

Fußbodenheizung/-kühlung

Teil 1 Neubau

Dieses Informationsblatt behandelt die wasserführende Fußbodenheizung/-kühlung und betrachtet den Einsatz in Wohn-, Büro- oder ähnlichen Gebäuden. Sondersysteme wie industriellen, thermische Bausysteme (TBS) oder Spezialböden werden nicht berücksichtigt. Weitere Informationen zu diesen Systemen enthält das BDH-Informationsblatt 79 „Flächenheizung/-kühlung in Hallen“. Die Wand- und Deckenheizung/-kühlung ist im Informationsblatt 72 beschrieben.

Im Teil 2 des Informationsblattes 51 wird der Einsatz der Fußbodenheizung/-kühlung in Bestandsgebäuden inklusive Modernisierungsbeispielen beschrieben.

Das Thema „Flächenheizung/-kühlung“ behandeln auch die BDH-Informationsblätter 17 „Wärmeübergaben- und Kühlsysteme in Verbindung mit einer Wärmepumpe“, das Informationsblatt 63 „Zusammenstellung und Einbau von Wärmelübergabesystemen“, das Informationsblatt 78 „Dokumentation der Flächenheizung/-kühlung in Wohngebäuden“ und das Informationsblatt 77 „Jahres- und Deckenheizung/-kühlung“ sowie das Informationsblatt 79 „Flächenheizung/-kühlung in Hallen“. Alle Informationsblätter sowie weitere nützliche Informationen stehen unter www.flaechenheizung-bdh.de zur Verfügung.

1 Einleitung

Der Wärmemarkt kann einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele 2030 und 2050 leisten.

Die Doppelstrategie aus „effizienten Systemen“ und „erneuerbaren Energien“ ist dafür entscheidend. Zudem muss das Gebäude integral und die Anlagentechnik als Gesamtsystem betrachtet werden, damit die vorhandenen Potenziale vollumfänglich gehoben werden können. Ein wichtiger Baustein auf Seiten der Anlagentechnik ist dabei die Wärmeübergabe im Raum.

Um die Energiewende im Wärmemarkt voranzubringen, muss eine systemische Heizungsmodernisierung erfolgen. Nach einer Studie des IfG Dresden [1] ergibt sich allein durch die Modernisierung der Wärmeübergabe ein CO₂-Einsparungspotenzial von bis zu 5,5 Mio. t pro Jahr bei Absenkung der Vorlauftemperaturen auf 35 °C bei entsprechender Optimierung.

Als Niedrigtemperatursystem ist die Flächenheizung/-kühlung, welche die Grundlast schafft, um eine hohe Energieeffizienz in der Wärmeerzeugung realisieren zu können. Neben der Effizienzsteigerung durch Systemtemperaturen, die nahe an der gewünschten Raumtemperatur liegen, ermöglicht die Nutzung von Wasser als Wärmeüberträger zwei Funktionen in einem System: Heizen im Winter und Kühlen im Sommer. Damit werden ganzjährig thermische Behaglichkeit, Energieeffizienz und Integration erneuerbarer Energien begünstigt.

Abbildung 1 Doppelstrategie in einem System: Heizen im Winter und Kühlen im Sommer. Quelle: BDH

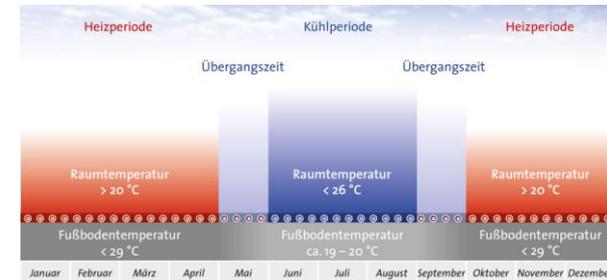
Bundesverband der
Deutschen Heizungsindustrie e.V.
Frankfurter Straße 710-718
51155 Köln
Tel.: (0 22 03) 9 35 93-10
Tel.: (0 22 03) 9 35 93-11
Fax: (0 22 03) 9 35 93-12
E-Mail: info@bdh-industrie.de
Internet: www.bdh-industrie.de

➔ **Das aktualisierte Informationsblatt 51 Teil 1 erhalten Sie im kostenfreien Download auf unserer Webseite.**

➔ <https://www.flaechenheizung-bdh.de/publikationen/informationsblaetter>

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Einleitung – zwei Funktionen in einem System

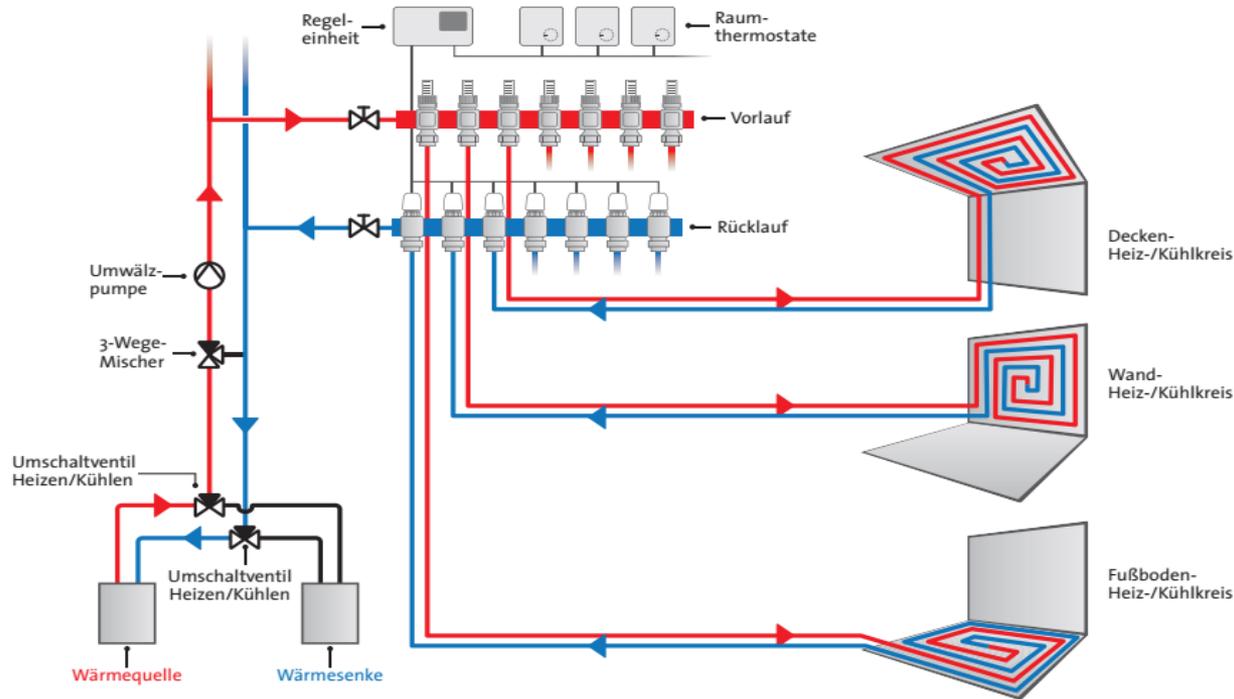


→ Die Wirk- und Funktionsweise

- Die Fußbodenheizung/-kühlung wirkt über die im Aufbau der Wärmeverteilschicht aus Estrich integrierten Systemrohre im Heizbetrieb mittels Übertemperatur und im Kühlbetrieb mittels einer Untertemperatur zum Raum an der Oberfläche. Dabei ist die Zielsetzung eine gleichmäßige thermische Aktivierung der Oberfläche als mittlere Oberflächentemperatur über die Wärmeübergabeschicht zu erreichen. Die Besonderheit der Fußbodenheizung ist, dass die Wärmeverteilschicht gleichzeitig die Lastverteilschicht ist.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Einleitung – Systemkomponenten



1. Systemrohr, inkl. Befestigung
2. Systemplatte/Befestigung
3. Anbindeleitungen der Heiz-/Kühlkreise
4. Heiz-/Kühlkreisverteiler (Schnittstelle zur Wärme-/Kälteverteilung)
5. Einzelraumregelung (in Funk-Ausführung und drahtgebunden)

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Einleitung – Wirk- und Funktionsweise

Der Heizbetrieb

Die Wärmestromdichte q in W/m^2 ist die relevante Leistungsgröße. Wie groß der Wärmestrom durch eine Schicht eines Bauteils ist, hängt neben der Temperaturdifferenz hängt auch von der Wärmeleitfähigkeit des Materials und der Bauteilstärke ab. So lässt sich die Wärmestromdichte gemäß Basis-Kennlinie (DIN EN 1264-1) – siehe Infoblatt 51

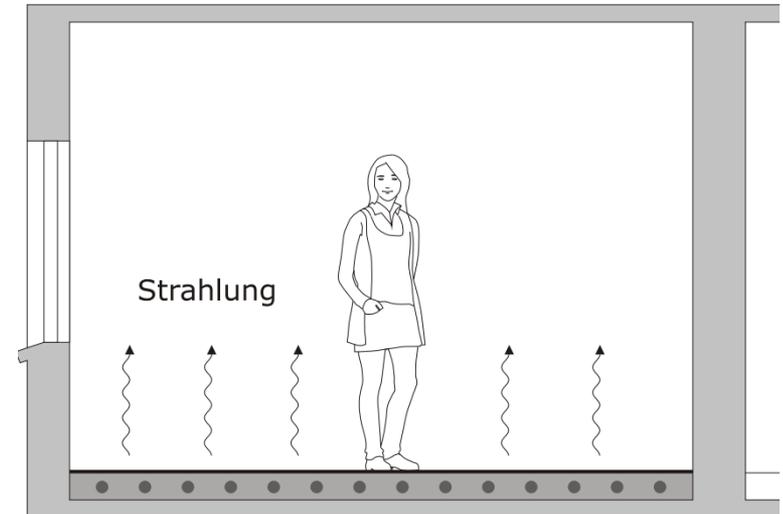
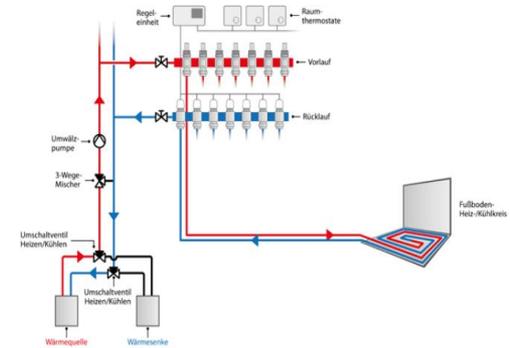
Zur vereinfachten Berechnung der Wärmestromdichte q ohne Exponenten, nennt DIN 1264-5 einen **Wärmeübergangskoeffizienten α** für

Fußbodenheizung: $10,8 W/(m^2K)$

Fußbodenkühlung: $6,5 W/(m^2K)$

Beispiel:

$$q_H = 10,8 W/(m^2K) \times (29^\circ C - 20^\circ C) = 10,8 W/(m^2K) \times 9 K = \underline{97,2 W/m^2}$$



Die Fußbodenheizung/-kühlung

Planung – thermische Kennwerte für „Heizen“ und „Kühlen“

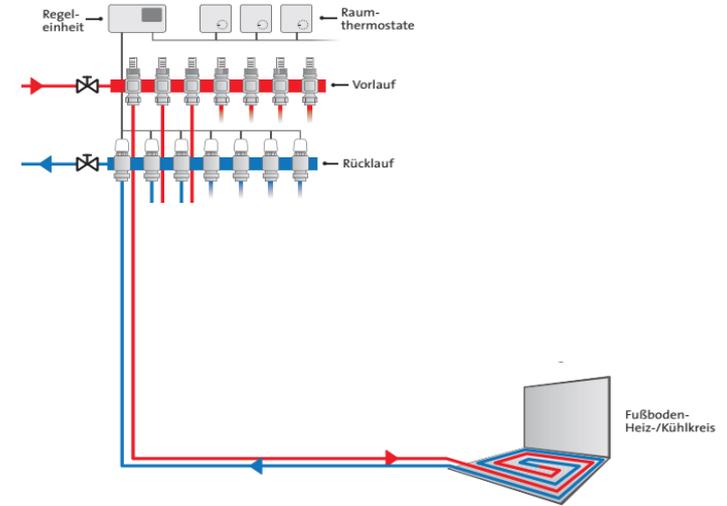
	Oberflächentemperatur ϑ_f am Bauteil in °C		Wärmeübergangskoeffizient α am Bauteil in W/(m ² · K)		Maximale spezifische Leistung q_H in W/m ²	
	maximal beim Heizen	maximal beim Kühlen	Heizung	Kühlung	Heizung bei ϑ_i 20 °C	Kühlung bei ϑ_i 26 °C
Boden	29	19	10,8	6,5	ca. 100	ca. 45

→ Thermische Kennwerte inklusive Flächen-/Leistungsbezüge der Fußbodenheizung/-kühlung, Werte in Anlehnung an DIN EN 1264 und DIN ISO 7730

→ Bei der Fußbodenheizung/-kühlung ist die Wärmeverteilschicht immer auch lastabtragende Schicht!

Die Fußbodenheizung/-kühlung Planung

- Die Planungsgrundlagen sind:
- Die für die Flächenheizung/-kühlung relevanten Normen sind **DIN EN 1264** „Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung“ und **DIN EN ISO 11855** „Planung, Auslegung, Installation und Steuerung flächenintegrierter Strahlheizungs- und -kühlsysteme“.
- **Gebäudedaten (Kubatur, Standort, energetische Qualität)**
- **Grundlagenermittlung - (Nutzungs- und Anforderungsprofil)**
- **Heizlastberechnung (DIN EN 12831)**
- **Kühllastberechnung (VDI 2078)**
- **Nur „Heizen“, oder „Heizen und Kühlen“ ?**



Die Fußbodenheizung/-kühlung Planung

Planungsablauf 1

→ **Raumliste 1** - Ergebnisse aus Tektur und Berechnungen; Bezeichnung der Räume, Flächen, Volumina, Heizlasten, spezifische Heizlasten, Raumtemperaturen, besondere Anforderungen

→ **Raumliste 2** - Planungsergebnisse aus Raumliste 1; - raumweise Zuordnung der Wärmeübergabekreise nach Prüfung der zu Verfügung stehenden Flächen, inkl. Einzelraumtemperaturregelung, hydraulische Kennwerte und relevante Einstellungen für den hydraulischen Abgleich; Berechnungsergebnisse

→ **Hinweis:** Die Mitgliedsunternehmen des BDH-Fachbereichs Flächenheizung/-kühlung unterstützen das Fachhandwerk, sowie Planungsbüros in der Planung.

Raumliste - Heizung

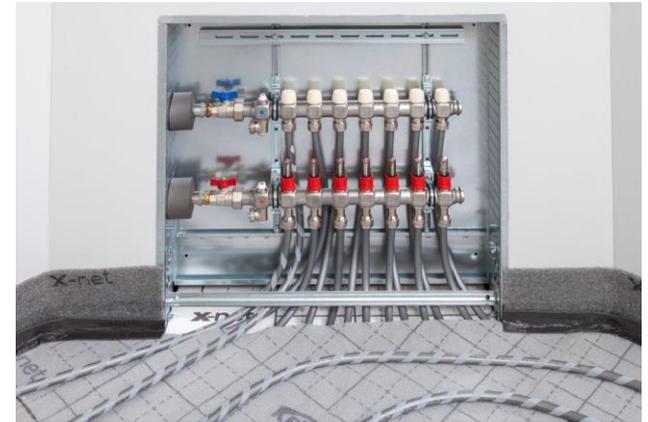
Raum- Bezeich.	Raumfläche	Wärmeleit- widerstand Bodenbelag	Auslegungs- temperatur	Berechnete Raumheizlast	Geforderte Heizleistung	Geforderte spezifische Heizleistung	Geforderte Flächenheiz- leistung	Geforderte Heizkörper Heizleistung	Berechnete Flächenheizung Leistung	Berechnete Heizleistung Heizkörper	Leistung von Teillösungen berücksichtigt	Deckung der geforderten Heizleistung
Raum	A	R _{u,B}	θ _H	Φ _{Ht,H}	Φ _{gef,H}	q _{gef,H}	Φ _{gef,Flad,H}	Φ _{gef,Komp,H}	Φ _{Fl,H}	Φ _{Komp,H}	Φ _{L,H}	%Φ _{gef,H}
	m ²	(m ² ·K)/W	°C	W	W	W/m ²	W	W	W	W	W	%
Geschoss: -1 KG, Geo.Höhe -2,5 m												
Geb.Einh.: WE1												
(ohne - Nummer) Hobby	21,26	0,012	20,0	0,690	569	26,74	569	0	569	0	0	100
Geb.Einh.: WE2												
(ohne - Nummer) Treppenhaus	11,77	0,014	20,0	2,292	2222	188,72	2222	0	829	0	0	37
Geschoss: 0 EG, Geo.Höhe -0,06999999999999998 m												
Geb.Einh.: WE1												
(ohne - Nummer) Essen	12,06	0,100	20,0	0,867	867	71,90	867	0	555	0	0	64
(ohne - Nummer) Kochen	8,52	0,010	20,0	0,388	388	45,57	388	0	388	0	0	100
(ohne - Nummer) Gardarobe	5,19		15,0	0,255	255	49,13	0	255	0	0	0	0
(ohne - Nummer) WC	2,14	0,014	20,0	0,267	257	119,92	257	0	143	0	0	56
(ohne - Nummer) Gast	10,42	0,100	20,0	0,674	624	59,86	624	0	479	0	0	77
(ohne - Nummer) Wohnen	28,33	0,100	20,0	1,233	1126	39,76	1126	0	1126	0	0	100
Geb.Einh.: WE2												
(ohne - Nummer) Treppenhaus	11,77	0,014	20,0	2,292	2222	188,72	2222	0	829	0	0	37

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Planung

Planungsablauf 2

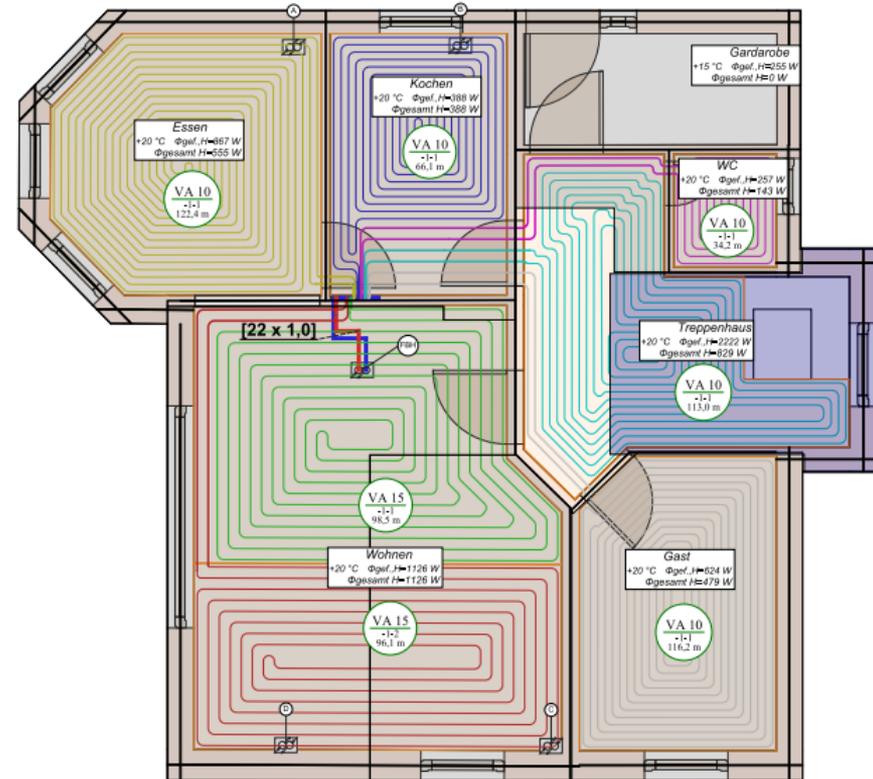
- **Funktionale Baubeschreibung** – mit sämtlichen Auslegungsparametern zur Regelungsstrategie und Betriebsweise (nur Heizen, Heizen und Ankühlen, Heizen und Vollkühlen, drahtgebundene, oder funkbasierte Einzelraumtemperaturregelung).
- **Positionierung der Heiz-/Kühlkreisverteilers** – an möglichst zentraler Stelle, um annähernd gleichlange durchlaufende Zuleitungen zu ermöglichen und die maximale Heiz-/Kühlkreislänge nicht zu überschreiten. Sollte eine zentrale Positionierung nicht möglich sein, oder bei großen Grundrissen, sind entsprechend der betreffenden Grundrissaufteilung mehrere Heiz-/Kühlkreisverteiler zu positionieren.



Die Fußbodenheizung/-kühlung Planung

Planungsablauf 3

- ➔ **Verlegeplan** – mit Bezeichnung der Zuordnung aus der Raumliste 2 und Kennzeichnung besonderer Merkmale und Positionen, wie Integration von haustechnischen Komponenten, Raumluft- und Beleuchtungstechnik, Elektro-Installation, usw.), sowie Hinweisen zur Schnittstellenkoordination mit allen beteiligten Gewerken.
- ➔ Der Verlegeplan umfasst neben der Festlegung der Belegungsflächen auch Einbauten (z.B. Luftauslässe) im Boden, ebenso wie die hierfür notwendigen Leitungsführungen.
- ➔ **Hinweis:** Die Mitgliedsunternehmen des BDH-Fachbereichs Flächenheizung/-kühlung unterstützen das Fachhandwerk, sowie Planungsbüros in der Planung.



Im Dialog (1)

➔ **Zwischenfazit zu Planung**



Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau

- ➔ Die Fläche muss besenrein und eben sein und den zulässigen Toleranzen entsprechen (siehe Infoblatt 51/1), die Baustelle geschlossen, Vorbereitende Arbeiten zum Auslegen der Systemplatten. Abstimmung mit angrenzenden Gewerken.
- ➔ Grundsätzlich stehen für den Einbau einer Fußbodenheizung/-kühlung die **Bauarten A bis D nach DIN EN 1264** „Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung“ zur Verfügung, wobei in der Regel Bauart A und Bauart B zur Anwendung kommen.
- ➔ **Hinweis:** Wie bei jedem wassergeführten System ist auch für die Fußbodenheizung/-kühlung nach Fertigstellung eine Dichtigkeitsprüfung gemäß DIN EN 1264 Teil 4 „Installation“ durchzuführen und zu dokumentieren.



Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau – Konstruktionsvarianten (Bauarten)

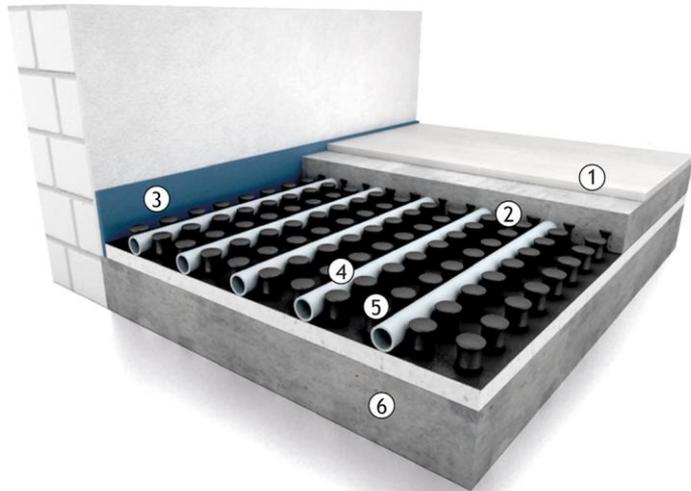
Beispiele Aufbauten Boden	Bauart A nach DIN EN 1264	Bauart B nach DIN EN 1264
Dünnschicht 		
Nass-Estrich 		
Trocken-Estrich 		

➔ **Bauart A:** Bei dieser Bauart sind die Systemrohre bei der Fußbodenheizung/-kühlung oberhalb der Dämmschicht in die Last- bzw. Wärmeverteilschicht eingebettet. Durch die direkte Einbettung der Systemrohre wird eine gute Wärmeübertragung erreicht.

➔ **Bauart B:** Bei Bauart B befinden sich die Systemrohre unter der Last- bzw. Wärmeverteilschicht direkt in der Systemplatte. Bei dieser Bauart kommen im Boden sowohl normale Nassestriche als auch Trockenestrich-Systeme zum Einsatz. Bei trocken verlegten Systemen erfordert die Wärmeübertragung an die Last- bzw. Wärmeverteilschicht zusätzliche Wärmeleitvorrichtungen, z. B. Wärmeleitbleche.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau - Nassbauweise



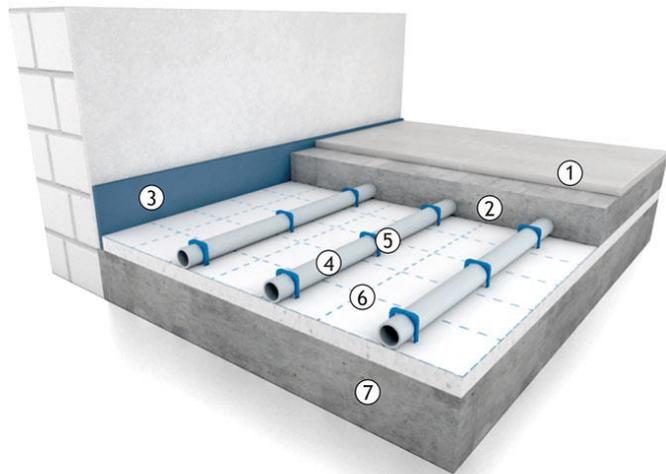
- ① Bodenbelag
- ② Last- bzw. Wärmeverteilungsschicht
- ③ Randdämmstreifen
- ④ Systemrohr
- ⑤ Noppensystemplatte mit Trittschalldämmung
- ⑥ Bodenfläche (Untergrund)

→ Das Noppensystem

- Je nach Hersteller befinden sich auf der Oberseite der Noppensystemplatte speziell ausgeformte Noppen, die etwas höher als die Rohre sind und die verlegten Rohre fest in ihrer Position halten. Diese Systemplatten beinhalten die Trittschall-Dämmung und sind seitlich mit einem Stufen- oder Hakenfalz bzw. einer Folienüberlappung ausgestattet. Dies dient zur estrichdichten Verbindung der Systemplatten.
- Die Noppengröße und -anordnung geben die Rohrabstände vor. Systembedingte normgerechte Verlegeabstände in einfacher Montage und eine hohe Trittfestigkeit sind die wesentlichen Merkmale dieses Systems.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau - Nassbauweise



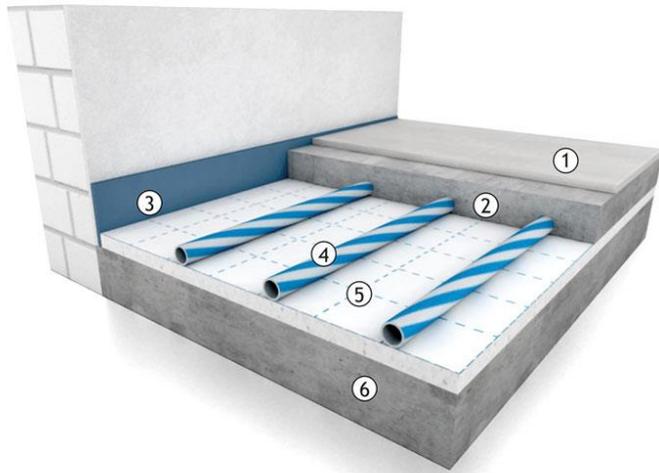
- ① Bodenbelag
- ② Last- bzw. Wärmeverteilungsschicht
- ③ Randdämmstreifen
- ④ Systemrohr
- ⑤ Widerhakenklip (Tacker)
- ⑥ Tackersystemplatte mit Trittschalldämmung
- ⑦ Bodenfläche (Untergrund)

→ Das Tackersystem

- Als Trittschalldämmung ist die Systemplatte bei einer Tacker-Systemplatte auf der Oberseite mit einer geeigneten stabilen, bedruckten Rasterfolie, eventuell ergänzt durch Gewebe, versehen. Die Systemplatten werden zum Schutz vor eindringendem Anmachwasser des Estrichs oder dünnflüssigem Estrich an den Stößen verklebt, da sonst unerwünschte Schallbrücken entstehen könnten.
- Mit dem Tackergerät werden die Klipse über die Systemrohre hinweg in die Systemplatte gedrückt. Die U-förmigen Widerhakenklipse halten die Systemrohre fest auf der Systemplatte, da sich die Widerhaken an der Unterseite der Deckschicht aufstellen und spreizen. Ein Merkmal des Tackersystems ist die völlige Freiheit bei der Verlegung der Systemrohre.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau - Nassbauweise



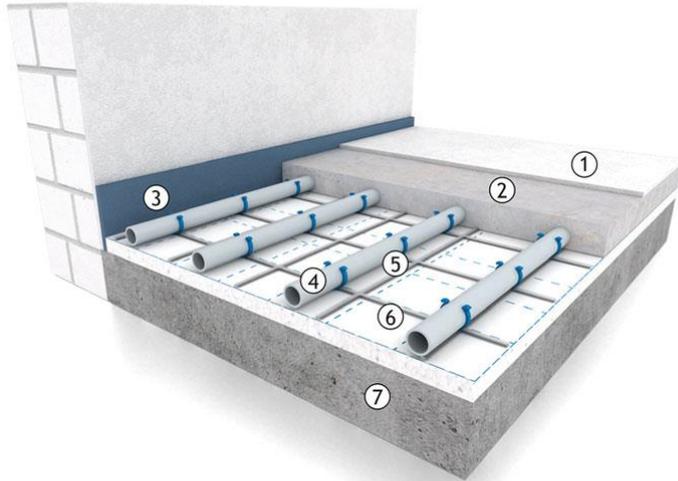
- ① Bodenbelag
- ② Last- bzw. Wärmeverteilungsschicht
- ③ Randdämmstreifen
- ④ Systemrohr mit Klettband
- ⑤ Klettsystemplatte mit Trittschalldämmung
- ⑥ Bodenfläche (Untergrund)

→ Das Klettsystem

- Das Klett-System ähnelt dem Tackersystem, da auch hier eine Trittschalldämmung die Grundlage für die Systemplatte bildet und mit einer geeigneten stabilen, bedruckten Rasterfolie, eventuell ergänzt durch Gewebe, versehen ist. Die Verlegung ist ähnlich frei wie bei dem Tacker-System, da die Leitungen ebenso entsprechend des Rasters auf der Systemplatte geführt werden.
- Lediglich die Art der Befestigung ist eine andere, was sich auch in der Materialbeschaffenheit der Rasterfolie zeigt. Diese ist mit einer Vliesoberfläche ausgestattet, um das Systemrohr, welches mit einem Hakenband ummantelt ist, horizontal auf der Systemplatte als Klett-System zu fixieren.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau - Nassbauweise



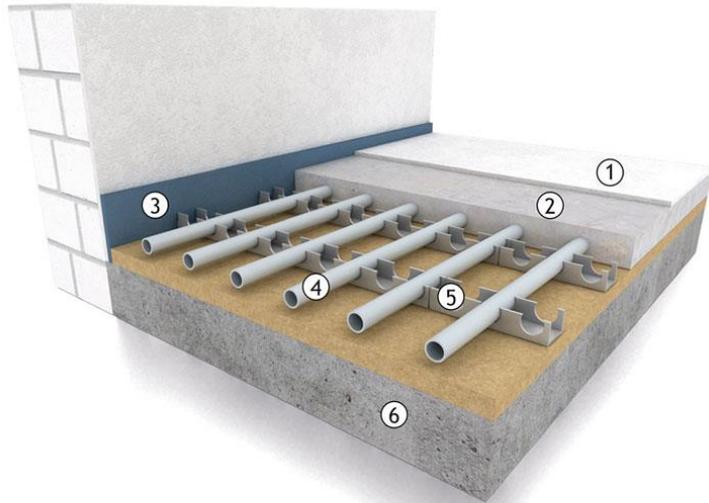
- ① Bodenbelag
- ② Last- bzw. Wärmeverteilungsschicht
- ③ Randdämmstreifen
- ④ Systemrohr
- ⑤ Halteklips
- ⑥ Gittermatte auf Trittschalldämmung
- ⑦ Bodenfläche (Untergrund)

→ Das Gittermattensystem

- Das Gittermattensystem ist ein dämmstoffunabhängiges System, bei dem nach der Verlegung der Dämmung, inkl. Randdämmstreifen und daran anschließenden, vollflächigen PE-Folienbahn (Schrenzlage oder Trennschicht) spezielle Rohrträgermatten, sogenannte Gittermatten aus Stahldraht ausgelegt werden.
- Die Matten werden zur Fixierung untereinander mit Mattenbindern verbunden. Anschließend werden die Systemrohre im berechneten Verlegeabstand gemäß Verlegeplan auf den Matten mit Kunststoffklipsen verlegt und befestigt.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau - Nassbauweise



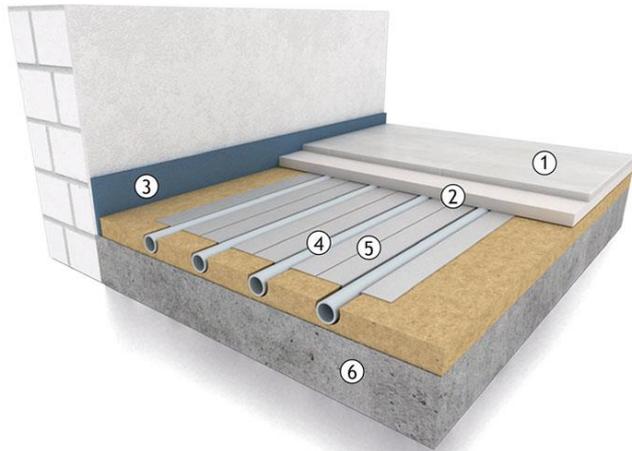
- ① Bodenbelag
- ② Last- bzw. Wärmeverteilungsschicht
- ③ Randdämmstreifen
- ④ Systemrohr
- ⑤ Systemschiene auf Trittschalldämmung
- ⑥ Bodenfläche (Untergrund)

→ Das Schienensystem

- Das Schienensystem ermöglicht in der Nassbauweise die Positionierung auf dem Fußboden. Dabei dient die Systemschiene der Leitungsführung mit entsprechenden Verlegeabständen. Das Schienensystem ist wie das Gittermattensystem dämmstoffunabhängig. Bei einigen Systemen für die Bodenverlegung gehören Trittschall-Dämmplatten, mit Folienkaschierung und Rasteraufdruck zur Orientierung, als Systemkomponente (Systemplatte) dazu.
- Die Schienen werden ausgelegt in Abhängigkeit der Verlegerichtung und der Geometrie des Raumes und auf der mit PE-Folie abgedeckten Dämmebene fixiert. Je nach Hersteller haben die Schienen vorgestanzte Flanken, in denen die Systemrohre mit gleichmäßigen Rohrabständen eingeklipst werden.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau - Trockenbauweise



- ① Bodenbelag
- ② Last- bzw. Wärmeverteilungsschicht
- ③ Randdämmstreifen
- ④ Systemrohr
- ⑤ Wärmeleitblech in Trittschalldämmung
- ⑥ Bodenfläche (Untergrund)

→ Die Registerbauweise

→ Für den Trockenbau bietet die Flächenheizung/-kühlung die Registerbauweise. Die Systemrohre befinden sich entsprechend der Bauart B in der Systemplatte mit Wärmeleitblechen. Als Wärmeverteilungsschicht wird eine Trockenestrichplatte flächenbündig darübergerlegt. Die Wärmeleitbleche übertragen die Wärme an die Wärmeverteilungsschicht Trockenestrichplatte. Auf die Ebenheit der Unterkonstruktion und der Positionierung der Trockenbauplatten ist im besonderen Maße zu achten, um eine optimale Wärmeübergabe zwischen Systemrohr, Wärmeleitblech und Trockenbauplatte (Wärmeverteilungsschicht) zu ermöglichen.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau - Trockenbauweise

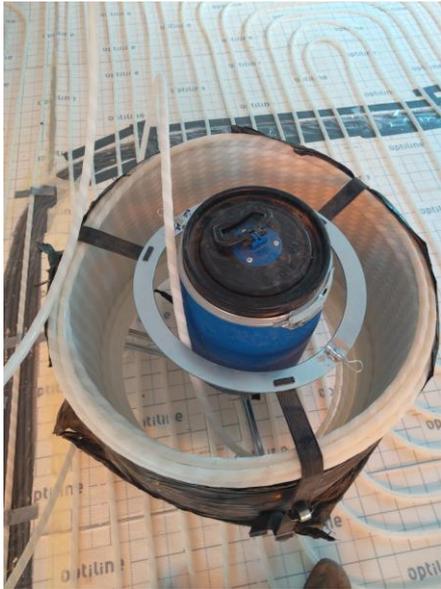


→ Die Registerbauweise

Als Lastverteilschicht für den Fußboden werden z. B. Trockenestrichsysteme zweischichtig und fugenversetzt verlegt. Alternativ können auch spezielle Estrichziegel und miteinander verklebte Fertigbetonplatten als Last- und Wärmeverteilschicht verwendet werden. Die Hauptmerkmale dieses Systems sind die schnelle Fertigstellung, das geringe Flächengewicht und die schnelle Belegreife für den Bodenbelag, da die Trockenzeiten sehr gering sind oder komplett entfallen können.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau



➔ Weitere Systeme

Neben den verbreiteten und hier dargestellten Standardsystemen gibt es auch herstellerspezifische Systemlösungen. Deren Besonderheiten und Anwendungsmerkmale sind bei den Herstellern zu erfragen.

Hinweis: Weitere spezielle Systeme der Flächenheizung/-kühlung für die Modernisierung werden im Informationsblatt 51 „Flächenheizung/-kühlung, Teil 2: Modernisierung“ behandelt.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Bauliche Voraussetzungen

→ Grundlagen auf der Baustelle

- Je nach Nutzung der verschiedenen Räume sind die erforderlichen Aufbauhöhen zu definieren und durch die Geschosshöhenkontrolle zu überprüfen. Die Positionierung des Heiz-/Kühlkreisverteilers ist festzulegen und eine Raumliste zu erstellen, in der jeder Raum in seiner Nutzung beschrieben wird und die entsprechenden Kennwerte für die Fußbodenheizung/-kühlung enthalten sind. In allen Räumen muss von der Bauleitung deutlich sichtbar der Meterriss gekennzeichnet sein.
- Der Einbau einer Fußbodenheizung/-kühlung setzt eine „geschlossene“ Baustelle voraus, d. h. alle angrenzenden Bauteile müssen vorhanden sein. Fenster und Außentüren müssen sich zugfrei verschließen lassen, um den einzubringenden Estrich vor Schäden durch Nässe, extremen Temperaturschwankungen und Zugluft zu schützen.
- Die Montage der haustechnischen Installationen ist abzuschließen. Schlitze sind zu verputzen und eventuelle Innenputzarbeiten müssen bis zum Rohfußboden entsprechend der DIN 18560-2 abgeschlossen und abgetrocknet sein.
- **Hinweis:** Starke Temperaturschwankungen und unterschiedliche Lichteinstrahlungen sollten nach Einbringung des Estrichs vermieden werden. Diese können zu einem zu schnellen, bzw. ungleichmäßigem Austrocknen des Nassestrichs führen, was zu unerwünschten Rissen führen kann.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Bauliche Voraussetzungen

→ Tragender Untergrund

- Der Rohfußboden muss die Anforderungen der **DIN 18560** erfüllen sowie, den statischen Anforderungen der Fußbodenheizung/-kühlung und den benötigten Nutzlasten entsprechend, ausreichend trocken und fest sein. Der Untergrund ist vor der Montage des Systems von groben Verunreinigungen wie Putz- und Mörtelresten zu säubern und besenrein zu fegen.
- Eventuelle punktuelle Erhebungen können zu ungewollten Schallbrücken oder zu unerwünschten Unterschieden in der Last- bzw. Wärmeverteilschichthöhe führen. Soll die Fußbodenheizung/-kühlung z. B. in Duschen mit einem Gefälle von mehr als 1,5 % verlegt werden, ist das Gefälle bereits im tragenden Untergrund herzustellen, um eine gleichbleibende Last- bzw. Wärmeverteilschichtdicke zu gewährleisten.
- Die Oberfläche muss für das Auslegen der Systemplatte vorbereitet sein und darf keine größeren Unebenheiten aufweisen, Grundlage bilden hier- für die Werte, die in der **DIN 18202 „Toleranzen im Hochbau – Bauwerke“** festgehalten sind. Gemäß **DIN 18560-2 „Estriche und Heizestriche auf Dämmschichten (schwimmende Estriche)“** ist vom Bauwerksplaner eine separate Installationsebene zu definieren, zu planen und in der Konstruktionshöhe zu berücksichtigen, wenn Leitungen, Rohrleitungen, Kanäle oder andere Einbauteile auf dem tragenden Untergrund verlegt werden sollen.
- Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Ebenheit der gesamten Fläche einer aufzubringenden Fußbodenheizung/-kühlung die Grundlage für eine gleichmäßige Überdeckung der Systemrohre bildet.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Bauliche Voraussetzungen

	Abstand der Messpunkte				
	0,1 m	1,0 m	4,0 m	10,0 m	15,0 m
Nichtflächenfertige Oberseiten von Decken, Unterbeton und Unterböden mit erhöhten Anforderungen, z. B. zur Aufnahme von schwimmenden Estrichen, Industrieböden, Fliesen- und Plattenbelägen, Verbundestrichen und fertige Oberflächen für untergeordnete Zwecke, z. B. in Lagerräumen, Kellern	5 mm	8 mm	12 mm	15 mm	20 mm
Flächenfertige Böden, z. B. Estriche als Nutzestriche, Estriche zur Aufnahme von Bodenbelägen, Bodenbeläge, Fliesenbeläge, gespachtelte und geklebte Beläge	2 mm	4 mm	10 mm	12 mm	15 mm
Flächenfertige Böden mit erhöhten Anforderungen, z. B. mit selbstverlaufenden Spachtelmassen	1 mm	3 mm	9 mm	12 mm	15 mm

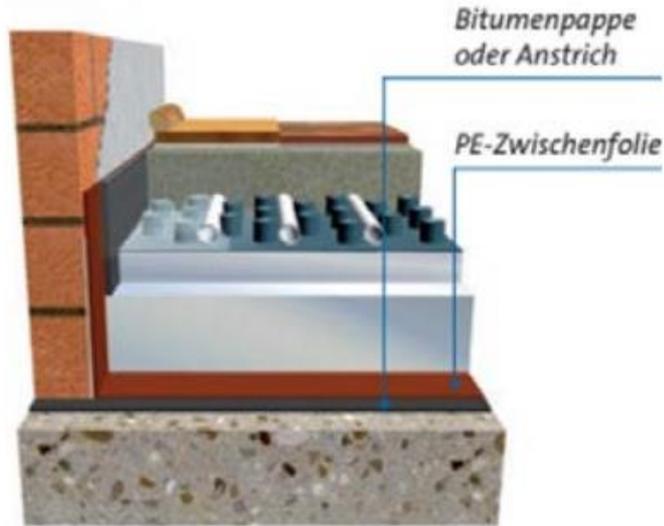
Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202:2019-07

Ausgleichsschichten

Entspricht der Untergrund nicht den geforderten Ebenheitstoleranzen, so muss dies durch einen Niveauegleich korrigiert werden. Eventuelle Rohrleitungen oder Kanäle auf dem Rohfußboden sind nach DIN 18560 zu befestigen und anschließend mittels einer Ausgleichsschicht als ebene Fläche zur vollflächigen Aufnahme der Systemdämmung abzuschließen. Ausgleichsschichten ermöglichen einerseits das Ausgleichen von Unebenheiten des Untergrundes, als auch das Ausgleichen von Installationsebenen.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Bauliche Voraussetzungen



Abdichtungen gegen Bodenfeuchte

- **Bauwerksabdichtung**
- Die erforderlichen Abdichtungsmaßnahmen sind in der **DIN 18195 „Abdichtung von Bauwerken“** Beiblatt 2 „Hinweise zur Kontrolle und Prüfung der Schichtdicken von flüssig verarbeiteten Abdichtungsstoffen“ festgelegt. Die Verantwortung für die Ausführung und Art der Bauwerksabdichtung liegt hierfür beim Hochbauplaner. Grundsätzlich ist je nach Belastung eine Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte des Erdreichs zu berücksichtigen. Ebenso bei Erdgeschossböden ohne Unterkellerung und Kellergeschossböden, die an das Erdreich grenzen

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Bauliche Voraussetzungen – der systembedingte Mindest-Wärmeschutz

Mindest-Wärmedurchlasswiderstände der Bauteile unterhalb der Systemrohre einer Flächenheizung/-kühlung					
	Beheizter Raum	Unbeheizter oder unregelmäßig beheizter Raum	Auslegungs-Außentemperatur		
			0 °C	-5 °C	-15 °C
Wärmedurchlasswiderstand R_{λ} in $\text{m}^2\text{K/W}$	0,75	1,25	1,25	1,50	2,00
Mindest-Wärmeleitwiderstände für die Flächenheizung/-kühlung an nicht gleich beheizten Flächen (nach DIN EN 1264-4)					

Hinsichtlich der Wärmedämmung einer Fußbodenheizung/-kühlung ist das GEG und der systembedingte Mindest-Wärmeschutz nach DIN EN 1264-4 nur dann heranzuziehen, wenn das System in der thermischen Hülle des Gebäudes bzw. in Bauteilen, die an Räume mit deutlich niedrigeren Temperaturen angrenzen, integriert wird.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Bauliche Voraussetzungen

→ Heizestriche

- Die Vorgaben der **DIN 4109** für den **Schallschutz in Gebäuden** erfordern einen Heizestrich (Last- bzw. Wärmeverteilschicht) in schwimmender Ausführung. Eine schwimmende Lastverteilschicht verbessert die Trittschalldämmung der Decke, weil sie die Übertragung von Körperschall in die Deckenkonstruktion vermindert. Voraussetzung hierfür ist, dass der Heizestrich auch bei Erwärmung keinen unmittelbaren Kontakt zu tragenden Bauteilen hat. Die jeweilige Festigkeitsklasse, Estrichart, Dicke, die Aufteilung der Estrichfelder und insbesondere der Fugenplan mit den benötigten Messstellen zur Restfeuchtemessung werden u. a. in Abhängigkeit von der Nutzung vom Bauwerksplaner festgelegt.
- In **DIN 18560-2** sind alle relevanten Anforderungen bezüglich **Qualität, Dicke, Härte und Festigkeit von Estrichen** festgehalten. In Abhängigkeit der gewählten Bauart und der benötigten Nutzlast müssen die DIN-Angaben entsprechend umgesetzt werden.
- Bei Heizestrichen ist insbesondere die Einhaltung der Mindestrohrüberdeckung von Bedeutung. (Herstellerangaben beachten!)
- **Die wesentlichen Estricharten sind in unserem Informationsblatt 51 Teil 1 beschrieben.**

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Bauliche Voraussetzungen

	 Zement-Estrich	 Calciumsulfat-Estrich	 Trockenestrich-System
Begehbar nach	4-5 Tage	3 Tage	sofort
Abbindephase / Heizbeginn	21 Tage	7 Tage	1 Tag
Ende Funktionsheizen / Aufheizvorgang	28 Tage	14 Tage bzw. nach Herstellerangabe	2 Tage

Typische Fertigstellungszeiten für die Last- bzw. Wärmeverteilschicht/Estriche

- **Bei der Fußbodenheizung/-kühlung ist die Wärmeverteilschicht immer auch lastabtragende Schicht!**

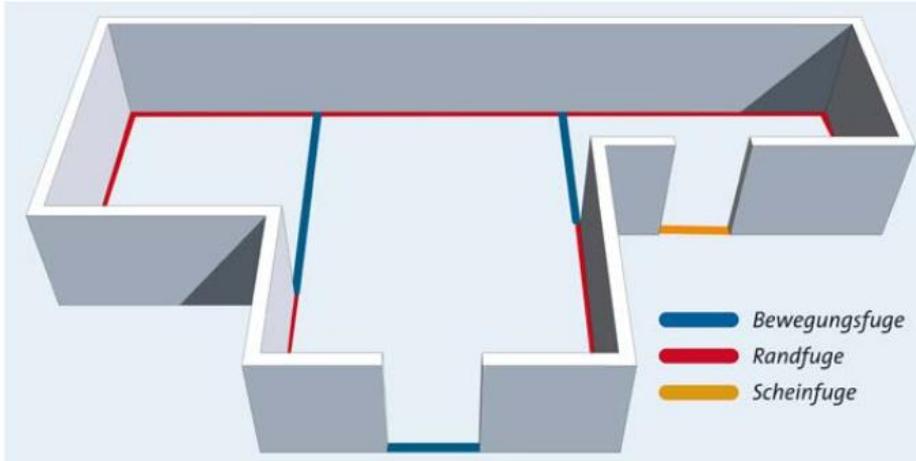
→ Heizestriche

- Nach DIN EN 1264 sind beim Einbringen des Estrichs Schutzmaßnahmen zu beachten:
größere, auch kurzzeitige Belastungen der Dämmschicht müssen vermieden werden, um die Wirksamkeit der Dämmung nicht zu verringern
- das installierte Systemrohr und die Systemplatten der Flächenheizung/-kühlung müssen beim Transport des Estrichmörtels mit Brettern oder Ähnlichem geschützt werden
- es dürfen während der Estricheinbringung keine Zusatzstoffe verwendet werden, durch die sich der Volumenanteil der Luftporen im Estrich um mehr als 5 % erhöht und zu Festigkeitsverlusten führt.

Hinweis: Weitere Informationen zu Heizestrichen finden Sie in unserem Informationsblatt 51/1

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Bauliche Voraussetzungen



Darstellung normgerechter Fugenarten

- **Fugenarten von Estrichen**
- Bauwerksfugen
- Bewegungsfugen
- Randfugen
- Scheinfugen

Hinweis: Weitere Informationen zu den einzelnen Fugenarten finden Sie in unserem Informationsblatt 51/1

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau - Funktionsheizen

→ Das Funktionsheizen

- Beim Aufheizen der Last- bzw. Wärmeverteilschicht wird unterschieden in das Funktionsheizen (Nachweis des Heizungsbauers für die Erstellung eines mängelfreien Gewerkes – Erreichen der maximalen Längendehnung der Last- bzw. Wärmeverteilschicht) und das Belegreifheizen (Austreiben der Estrichfeuchte bis zur Belegreife). Das Funktionsheizen ist gemäß DIN EN 1264-4 durchzuführen. Als Bestandteil der Heizungsanlagen-Installation ist der Verlauf des Funktionsheizens gemäß den Herstellerangaben und den zugehörigen Aufheizprotokollen auszuführen und zu dokumentieren.
- **Mit einer Vorlauftemperatur zwischen 20 ° C und 25 ° C, die mindestens 3 Tage lang beizubehalten ist, beginnt das Funktionsheizen.**
- In den anschließenden 4 Tagen muss die maximale Auslegungstemperatur eingestellt und auf diesem Wert gehalten werden. Anschließend ist die Last- bzw. Wärmeverteilschicht wieder abzuheizen. Nach der Funktionsheizphase ist der Estrich vor Zugluft und schneller Abkühlung zu schützen.
- Für fertige Zementestriche beginnt das Funktionsheizen nach 21 Tagen und bei fertigen Calciumsulfatestrichen nach 7 Tagen. Abweichungen nach den jeweiligen Herstellerangaben berücksichtigen.

Hinweis: Bei Trockenestrich-Systemen kann bereits nach 1 Tag mit dem Funktionsheizen begonnen werden.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau - Belegreifheizen

→ Das Belegreifheizen

→ Vor dem Aufbringen des Bodenbelags ist vom Bodenleger die Belegreife, gemessen am Feuchtegehalt des Estrichs, zu überprüfen. Die zulässige Restfeuchte ist abhängig von Estrichart und Bodenbelag.

→ Ermittelt wird die Restfeuchte mit dem **CM-Gerät (Feuchtigkeitsprüfgerät für Estriche nach der Calcium-Carbid-Methode)**. Sollte nach dem Beenden des Funktionsheizens die notwendige Restfeuchte des Estrichs noch nicht erreicht sein, kann ein Belegreifheizen durchgeführt werden.

→ *In täglichen Schritten von 10 ° C wird das Belegreifheizen, beginnend bei einer Vorlauftemperatur von ca. 25 ° C, bis zur maximalen Vorlauftemperatur von 55 ° C durchgeführt.*

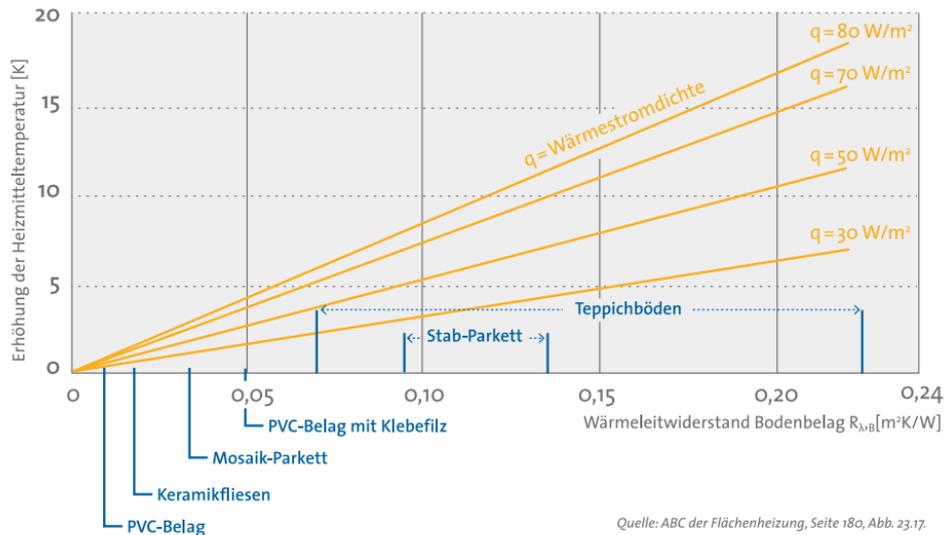
Die maximale Vorlauftemperatur wird so lange gehalten, bis die geforderte Restfeuchte erreicht ist. Im Anschluss wird die Vorlauftemperatur wieder in Schritten von 10 ° C gesenkt bis auf ca. 25 ° C.

→ **Das Belegreifheizen ist als besondere Leistung nach VOB Teil C bzw. DIN 18380 durch den Auftraggeber gesondert zu beauftragen.**

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Ausführung und Aufbau - Bodenbeläge

Erhöhung der Heizmitteltemperatur mit steigendem Wärmeleitwiderstand des Fußbodenbelags bei vorgegebener Wärmestromdichte nach oben.



Quelle: ABC der Flächenheizung, Seite 180, Abb. 23.17.

→ Bodenbeläge

- Nach Abschluss des Funktionsheizens sowie erforderlichenfalls des Belegreifheizens und Feststellen der Belegreife durch den Bodenleger kann die Verlegung des jeweiligen Bodenbelags erfolgen. Die Oberfläche des eingebrachten Estrichs/Last- bzw. Wärmeverteilschicht erfüllt in der Regel die Ebenheitsanforderungen für das Aufbringen von Bodenbelägen ohne zusätzliches Spachteln. Grundsätzlich müssen alle Oberbodenbeläge, aber auch alle für die Vorbehandlung und Verarbeitung eingesetzten Werkstoffe, „für Flächenheizung/-kühlung geeignet“ und vom Hersteller dafür ausgewiesen sein.
- Die Beläge müssen den einschlägigen Normen entsprechen und die Eignung des Belages zum Verlegen auf der Last- bzw. Wärmeverteilschicht vom Bodenleger bestätigt werden.

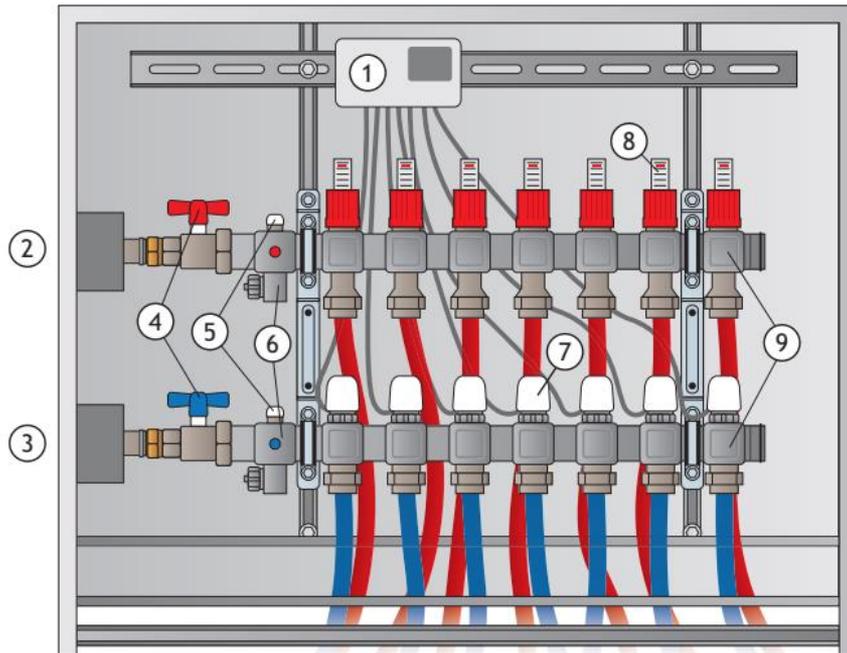
Im Dialog (2)

➔ **Zwischenfazit zu Ausführung und Aufbau**



Die Fußbodenheizung/-kühlung

Heiz-/Kühlkreisverteiler



→ Der Heiz-/Kühlkreisverteiler

→ Der Heiz-/Kühlkreisverteiler bildet die Schnittstelle zwischen Wärmeverteilung und Wärmeübergabe.

- ① Regeleinheit
- ② Vorlauf (Wärmeverteilung)
- ③ Rücklauf (Wärmeverteilung)
- ④ Absperreinrichtungen
- ⑤ Entlüftung
- ⑥ Spül-, Füll- und Entleereinheit, inkl. Entlüftung
- ⑦ Stellantriebe
- ⑧ Durchflussmengenanzeiger
- ⑨ Nummerierung / Zuordnung der Heizkreise

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Inbetriebnahme + Dokumentation



- **Betriebsbereitschaft herstellen**
- Dichtheitsprüfung der gesamten Anlage mit den Medien Luft und/oder Wasser
- Befüllen, Spülen und Entlüften der Anlage
- Anlagendruck einstellen

Die Fußbodenheizung/-kühlung Regelung



→ Regelung

- Die Regelung der Wärmeübergabe Fußbodenheizung/-kühlung erfolgt in Wohngebäuden als Einzelraumregelung und in Nicht-Wohngebäuden in der Regel als Zonenregelung. Thermostate, die vom Gesetzgeber in jedem Raum vorgeschrieben sind, erfassen die Raum- bzw. Zonentemperatur und deren Abweichung vom eingestellten Sollwert. Es wird ein Signal per Kabel oder Funk an die Steuereinheit im Verteilerschrank übermittelt, der entsprechende Stelltrieb zur Steuerung des Wasserdurchsatzes öffnet oder schließt dann den Heiz-/Kühlkreis, je nach Bedarf. Für die kombinierte Anwendung Heizen und Kühlen muss ein geeigneter Heiz-/Kühlkreisregler installiert sein.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

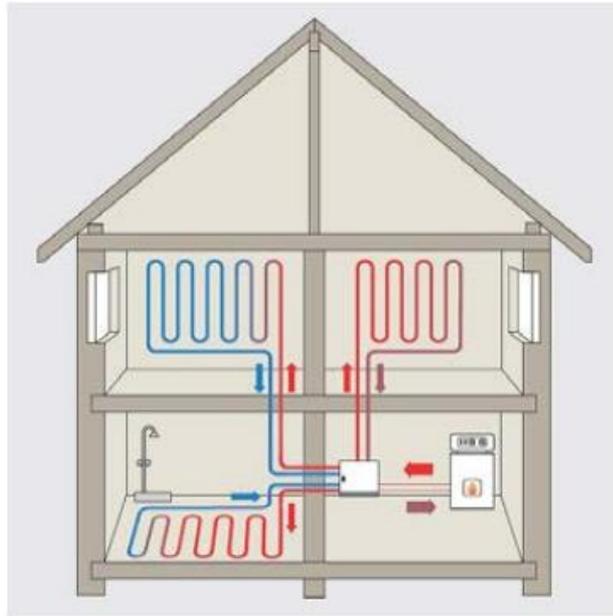
Hydraulik

→ Der hydraulische Abgleich

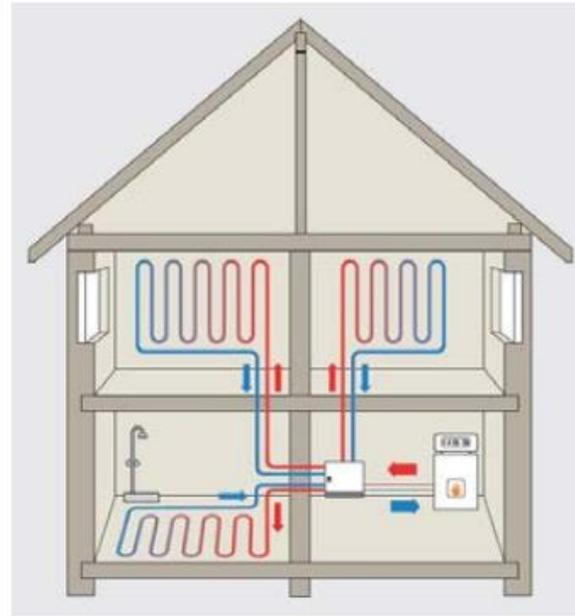
- Gemäß **VOB Teil C bzw. DIN 18380** „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen“ **ist der hydraulische Abgleich einer Heiz-/Kühlanlage zwingend vorgeschrieben**, dadurch werden optimale Betriebsbedingungen sichergestellt.
- In der **DIN 94679 „Hydraulische Systeme in heiz-, kühl und raumluftechnischen Anlagen“** wird die Durchführung näher beschrieben.
- Aufgrund der unterschiedlichen Länge und Anzahl der Rohrbiegungen bei den Strang-Zuleitungen vor dem Heizkreisverteiler und unterschiedlichen Heizkreislängen liegen sehr unterschiedliche Fließwiderstände vor. Um sicherzustellen, dass jeder Heizkreis mit dem bei der Projektierung ermittelten Massenstrom versorgt wird, erfolgt eine Einregulierung der Heizkreise am Heizkreisverteiler.
- Ein hydraulischer Abgleich spart Energie, optimiert die Wärmeverteilung in den Systemflächen, verhindert Fließgeräusche, sorgt für einen guten Wirkungsgrad der Anlage und erhöht die Regelfähigkeit des Systems.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Hydraulik



Flächenheizung – hydraulisch *nicht* abgeglichen



Flächenheizung – hydraulisch abgeglichen

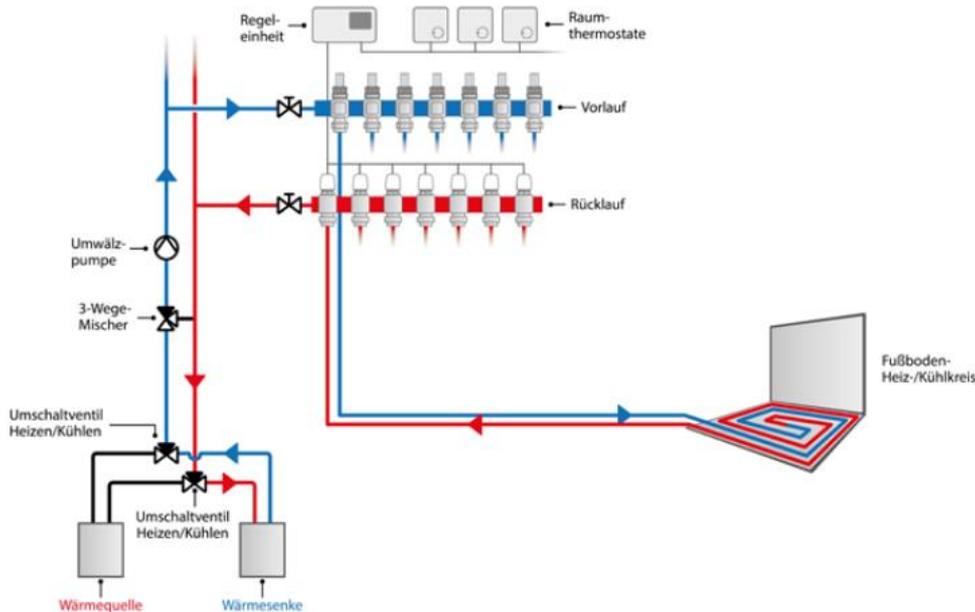
Im Dialog (3)

➔ **Zwischenfazit zu Heiz-/Kühlkreisverteiler,
Regelung, Hydraulik und Inbetriebnahme**



Die Fußbodenheizung/-kühlung

Fußbodenkühlung



Der Kühlbetrieb

Für die Berechnung der Wärmestromdichte im Kühlbetrieb q_K wird aufgrund des umgekehrten Wärmestroms ein anderer Wärmeübergangskoeffizient α als im Heizbetrieb angesetzt. Die Temperaturdifferenz ergibt sich hier aus der gewünschten Raumtemperatur und der Oberflächentemperatur im Kühlbetrieb.

Beispiel: $q_K = 6,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times (26^\circ \text{C} - 19^\circ \text{C}) = 6,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 7 \text{ K} = 45,5 \text{ W}/\text{m}^2$

Um die Systemtemperatur im Kühlbetrieb zu steuern, muss ein Regler, der die Funktionen Heizen und Kühlen gemeinsam abdeckt, installiert und mit den entsprechenden Raumthermostaten verbunden sein. Somit kann über den Raumthermostaten im Winter der Heizbetrieb und im Sommer der Kühlbetrieb vom Nutzer individuell geregelt werden.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Fußbodenkühlung

→ Die Ankühlung

→ Die Ankühlleistung resultiert aus der Auslegung nach Heizlast und ermöglicht eine Reduzierung der Raumtemperatur im Sommer. Die Ankühlung vermag somit zwar keine definierte Raumtemperatur (analog zur Heizlast) sicherzustellen, steigert aber dennoch durch Herstellung einer Untertemperatur, die thermische Behaglichkeit der Menschen im Raum.

→ Die Auslegung nach Heizlast bedeutet, dass die Dimensionierung (Verlegeabstände, Anzahl der Heiz-/Kühlkreise, usw.) zur Kompensation der Heizlast (**DIN EN 12831**) erfolgt. Dementsprechend ist die Auslegung nach Heizlast die natürliche Grenze der Ankühlleistung.

Um eine definierte Kühllast kompensieren zu können, kann eine Ankühlleistung – je nach Bauart und Rahmenbedingungen, insbesondere im Wohnungsbau – durchaus ausreichen, was allerdings im Einzelfall zu prüfen ist, bzw. mit den Prioritäten der Nutzungsanforderungen zu vereinen ist.

Die Fußbodenheizung/-kühlung

Fußbodenkühlung

→ Die Vollkühlung

- Die Vollkühlung verfolgt das Ziel der Auslegung nach Kühllast entsprechend der **VDI 2078** mit einer definierten Raumtemperatur, z. B. maximal 26 ° C. Um diese Anforderungen sicherstellen zu können, gilt es zuerst die Kühllast zu berechnen, um die Planungsgrundlagen zur Auslegung zu ermitteln.
- Im Gegensatz zur Ankühlung sind bei der Vollkühlung ein höherer Materialbedarf, sowie Montageaufwand nötig, da in der Regel ein engerer Verlegeabstand (*Rohrteilung T*) verlegt und ein größerer Massestrom geführt wird. Aus diesem Grund entstehen mehr Kühlkreise, als zur Kompensation der Heizlast notwendigen Heizkreise.
- **Hinweis:** Die unterschiedlichen Masseströme von Ankühlung und Vollkühlung sind im Sinne des hydraulischen Abgleichs zu berücksichtigen.

Im Dialog (5)

Zwischenfazit zu Inbetriebnahme + Dokumentation

Schlussfazit

Chat



Weitere Informationen



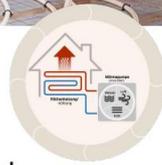
„Die Wand- und Deckenheizung/-kühlung – Das neue Informationsblatt 77 Teil 1“

am 08.11.2023 um 17.00 Uhr.

FLÄCHENHEIZUNG



Bei der Installation der Flächenheizung mit reversiblen Wärmepumpen sollte der Fachmann sowohl den effizienten Heiz- als auch den Kühlbetrieb beachten.



Flächenheizung mit Wärmepumpe im Gebäudebestand

Um den effizienten Einsatz von Wärmepumpen bei bestehenden Wärmegebäuden zu ermöglichen, muss die Wärmeübergabe detailliert betrachtet werden. Und dies nicht nur mit Blick auf den Heizersatz im Winter. Denn alle Arten von Flächenheizsystemen eignen sich mit ihrer guten Übergabefähigkeit auch zum Kühlen im Sommer. Was auf der Fachseite bei der Aufgabung im Heiz- und Kühlteil schon mehr, sagt Frank Hartmann in diesem Beitrag.



Aktueller Fachartikel zum Thema Wärmepumpe und Flächenheizung/-kühlung:

<https://www.flaechenheizung-bdh.de/publikationen/fachartikel/artikel/flaechenheizung-kuehlung-mit-waermepumpe-im-gebäudebestand>

<https://www.flaechenheizung-bdh.de/publikationen/informationsblaetter>

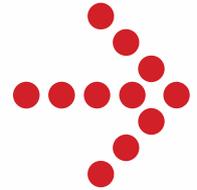


Mitgliedsunternehmen des BDH-Fachbereichs Flächenheizung/-kühlung



→ Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

→ Weiteres unter www.flaechenheizung-bdh.de



BDH
Bundesverband der
Deutschen Heizungsindustrie