

# Fußbodenheizung/-kühlung

## Teil 2: Modernisierung

Dieses Informationsblatt behandelt die wasserführende Fußbodenheizung/-kühlung und betrachtet den Einsatz in Bestandsgebäuden inklusive Modernisierungsbeispielen. Sondersysteme wie Industrieflächen, thermoaktive Bauteilsysteme (TABS) oder Sportböden werden nicht berücksichtigt. Weitere Informationen zu diesen Systemen enthält das BDH-Informationsblatt 79 „Flächenheizung/-kühlung in Hallen“. Die Wand- und Deckenheizung/-kühlung ist in Informationsblatt 77 beschrieben.

In Teil 1 des Informationsblattes 51 werden die Grundlagen der Fußbodenheizung/-kühlung im Neubau beschrieben.

Das Thema Fußbodenheizung/-kühlung behandeln auch die BDH-Informationsblätter 37 „Wärmeübergabe- und Kühlsysteme in Verbindung mit einer Wärmepumpe“, das Informationsblatt 63 „Zusammenstellung und Einbau von Wärmeübergabesystemen“, das Informationsblatt 76 „Dokumentation der Flächenheizung/-kühlung in Wohngebäuden“. Alle Informationsblätter sowie weitere nützliche Informationen stehen unter [www.flaechenheizung-bdh.de](http://www.flaechenheizung-bdh.de) zu 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 Potentiale 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 ITG Dresden [1] ergibt sich allein durch die Modernisierung der Wärmeübergabe ein CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial von bis zu 5,5 Mio. t pro Jahr bei Absenkung der Vorlauftemperaturen auf 35 °C bei entsprechender Optimierung.

Als Niedrigtemperatursystem ist es die Fußbodenheizung/-kühlung, welche die Grundlagen 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 Wärmeübertrager zwei Funktionen in einem System: Heizen im Winter und Kühlen im Sommer. Damit werden ganzjährig thermische Behaglichkeit, Energieeffizienz und Integration erneuerbarer Energien begünstigt.

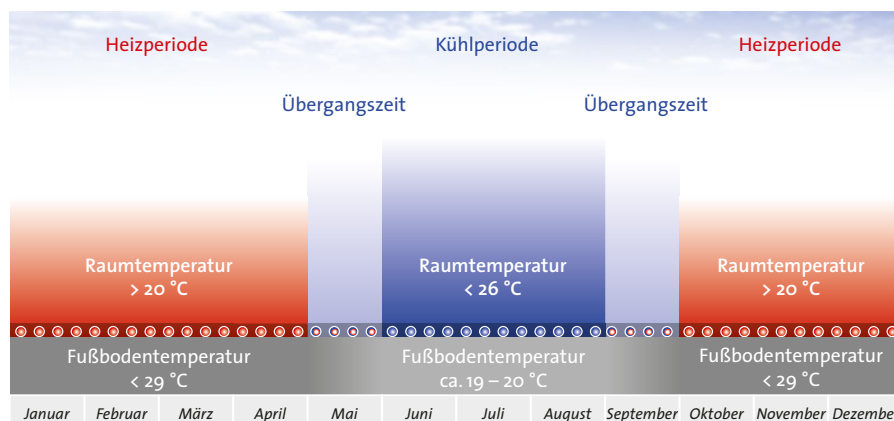


Abbildung 1: Doppelnutzen mit zwei Funktionen in einem System: Heizen im Winter und Kühlen im Sommer; Quelle: BDH

Bundesverband der  
Deutschen Heizungsindustrie e.V.  
Frankfurter Straße 720–726  
51145 Köln  
Tel.: (0 22 03) 9 35 93 - 0  
Fax: (0 22 03) 9 35 93 - 22  
E-Mail: [info@bdh-industrie.de](mailto:info@bdh-industrie.de)  
Internet: [www.bdh-industrie.de](http://www.bdh-industrie.de)

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
1.1	Modernisierungsgründe .....	3
1.2	Fallbeispiele .....	5
1.2	<b>Objekt 1:</b> Heizungserneuerung und Raumgestaltung - Erneuerung der Heizungsanlage und Umgestaltung des Wohnraumes in einem Einfamilienhaus .....	5
	<b>Objekt 2:</b> Erneuerung der Wärmeübergabe in einem Kindergarten – Einbau einer Fußbodenheizung/-kühlung als Dünnschichtsystem auf bestehendem Boden in einem Kindergarten .....	6
	<b>Objekt 3:</b> Sanierung von Böden, barrierefrei Sanieren – Erneuerung der Bodenbeläge in einem 8-Familienhaus im Jugendstil .....	7
	<b>Objekt 4:</b> Energetische Sanierung und Erweiterung des Wohnraums – Erneuerung der Wärmeübergabe und Erweiterung im Rahmen einer energetischen Sanierung eines Einfamilienhauses .....	8
	<b>Objekt 5:</b> Energetische Sanierung, Instandhaltung – Neuaufbau und Nutzung des Pauliklosters Brandenburg als Museum .....	9
1.3	Das Gebäudeenergie-Gesetz (GEG) .....	10
<b>2</b>	<b>Fußbodenheizung/-kühlung</b> .....	10
2.1	Systemvorteile .....	10
2.2	Ausführungen .....	10
2.3	Konstruktionsvarianten .....	11
2.4	Systembeschreibungen .....	12
2.4.1	Nasssysteme .....	12
2.4.1.1	Dünnschichtsysteme als Boden-Verbundkonstruktion .....	12
2.4.1.2	Dünnschichtsysteme als schwimmende Konstruktion .....	13
2.4.1.3	Dämmstoffunabhängige Verlegesysteme .....	14
2.4.2	Trockensysteme .....	14
2.4.3	Estrichfrässysteme .....	15
2.4.4	Weitere Systeme .....	16
<b>3</b>	<b>Planungsgrundlagen</b> .....	16
3.1	Denkmalschutz .....	16
3.2	Der Fußboden .....	16
3.2.1	Bauliche Voraussetzungen .....	16
3.2.2	Anforderung/Vorbereitung Untergrund .....	16
3.2.3	Wärme- und Trittschalldämmung .....	19
3.2.4	Last- bzw. Wärmeverteilschichten .....	20
3.2.4.1	Dünnschichtsysteme als Boden-Verbundkonstruktion .....	21
3.2.4.2	Dünnschichtsysteme als schwimmende Konstruktion .....	22
3.2.4.3	Dämmstoffunabhängige Verlegesysteme .....	22
3.2.4.4	Nassestrichsysteme nach DIN 18560 .....	22
3.2.4.5	Trockenestrichsysteme .....	23
3.3	Inbetriebnahme .....	23
3.4	Kühlung .....	25
3.5	Regelung .....	25
<b>4</b>	<b>Fazit</b> .....	26
<b>5</b>	<b>Literaturhinweise</b> .....	28



## 1.1 Modernisierungsgründe

Speziell für die Modernisierung von bestehenden Gebäuden wurden Systeme der Fußbodenheizung/-kühlung entwickelt, die es erlauben, mit nur geringen Eingriffen in die Gebäudesubstanz eine Fußbodenheizung/-kühlung in Bestandsgebäuden einzusetzen. Dabei entscheidet die individuelle Betrachtung des Sanierungsobjektes auch über den zu Verfügung stehenden Bodenaufbau.

An erster Stelle der Modernisierungsmaßnahmen steht heute die energetische Sanierung zur Reduzierung der Heizlast und somit zur Minimierung des Energieverbrauchs. Weiterhin werden selbst genutzte Immobilien oft altersgerecht umgebaut, um z. B. mögliche Barrieren wie Stufen oder Sanitärräume bodeneben umzugestalten. Eine solche Reduzierung von Wohnbarrieren ermöglicht den Bewohnern eine längere Nutzbarkeit und mehr Komfort bis ins hohe Alter. Darüber hinaus können steigender Verkehrslärm oder die Reduzierung von Laufgeräuschen innerhalb des Gebäudes die Motivation dafür sein, den Schallschutz und den Trittschallschutz der Immobilie zu verbessern oder die Neunutzung von Räumen zu Wohnzwecken, wie z. B. der Ausbau vom Dachgeschoss oder Kellerräumen zu realisieren.

Ebenfalls attraktiv, gerade für die jüngere Generation, ist die Sanierung und Umnutzung von bestehenden Industrie- und Gewerbeimmobilien in loftartige Wohnräume, oder auch diverse Bestandsgebäude, wie beispielsweise Höfe oder Scheunen, im ländlichen Raum. Die Notwendigkeit von Modernisierungsmaßnahmen kann auf Verschleiß oder darauf, dass der Boden, die Decken, das Bad veraltet und nicht mehr zeitgemäß sind, zurückgeführt werden. Familiäre Veränderungen, eine unbefriedigende Raumaufteilung oder die Anpassung an moderne Wohnverhältnisse können Gründe für die Änderung des Grundrisses sein. Durch das Einziehen von neuen Wänden oder durch einen Anbau an die bestehende Immobilie kann bedarfsgerechter Wohnraum geschaffen werden. Auch durch Umwelteinflüsse wie z. B. Sturm- oder Wasserschäden können Instandsetzungsarbeiten notwendig werden. Die sinnvolle Kombination mit anderen Modernisierungsmaßnahmen kann hierbei nicht nur Kosten einsparen.

Bei nahezu allen Modernisierungsmaßnahmen kann der Einbau einer Fußbodenheizung/-kühlung oft direkter Bestandteil des Umbaus sein. Dabei bietet der gleichzeitige Einbau einer Flächenheizung eine Senkung der Energiekosten, die Steigerung der Wohnqualität, des Komforts und eine Wertsteigerung der Immobilie selbst.

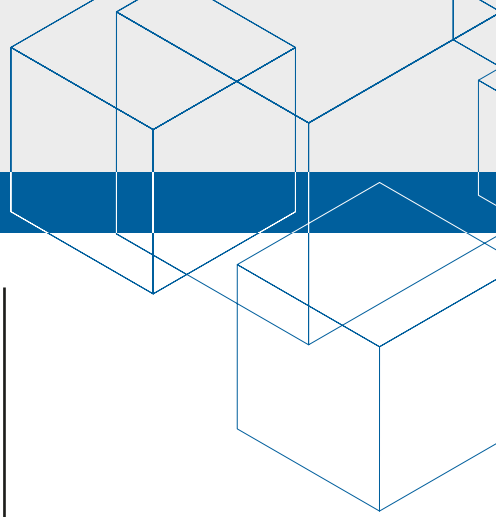


Abbildung 2: Modernisierungsmaßnahmen in Kombination mit dem Einbau einer Fußbodenheizung/-kühlung

Die speziellen Modernisierungssysteme für den Einbau einer Fußbodenheizung/-kühlung ermöglichen gegenüber herkömmlichen Systemen niedrige Konstruktionshöhen, ein geringeres Gewicht, schnellere Reaktionszeiten und geringere Einbauzeiten. Dabei erlauben die großen Flächen zur Wärmeübergabe niedrigere Vorlauftemperaturen von z. B. 35/28 °C zur Kompensation der Heizlast. Verschiedene Wärmeerzeuger wie z. B. Wärmepumpen und Solarthermie, Brennwertgeräte, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, – speziell Anlagen, die mit erneuerbaren Energien betrieben werden – können beliebig mit einer Fußbodenheizung/-kühlung kombiniert werden.

Die Kombination verschiedener Maßnahmen zur energetischen Verbesserung eines Gebäudes wird durch Förderprogramme im Rahmen des Bundesgesetzes für energieeffiziente Gebäude (BEG)“; durch zinsgünstige Darlehen oder durch Zuschüsse finanziell unterstützt. Informationen zu aktuellen Förderprogrammen erhalten Sie auf den Webseiten des BDH.

Reduzierung der Betriebskosten, eine hohe Energieausnutzung, eine umweltschonende Wärmeerzeugung, Versorgungssicherheit und Unabhängigkeit von nur einem Energieträger sind in Kombination mit dem Einbau einer Fußbodenheizung/-kühlung möglich, ebenso wie die Komfort- und Wertsteigerung des Objekts und die Steigerung der Wohnqualität.



## 1.2 Fallbeispiele

### Objekt 1: Heizungserneuerung in einem Einfamilienhaus

- **Modernisierungsziel:**  
Austausch des vorhandenen Ölkessels gegen eine Wärmepumpe, Kombination mit der bauseits vorhandenen Photovoltaikanlage, umfassende Neugestaltung der Raum-Oberflächen; - Erneuerung der bestehenden Heizkörper gegen Flächenheizung/-kühlung (Wand- und Deckenheizung im OG, Fußbodenheizung/kühlung im EG). Es sollten optimale Voraussetzungen für einen effizienten Wärmepumpenbetrieb geschaffen werden und darüber hinaus optimal mit der PV-Anlage zusammenarbeiten, um den Eigenanteil selbsterzeugten Stroms zu optimieren.
- **Modernisierungsmaßnahmen:**  
Rückbau der bestehenden Heizkörper, Erneuerung der gesamten Wärmeübergabe im OG (Wand- und Deckenheizung) und im EG als Fußbodenheizung. Rückbau des Bodenbelags und des Estrichs, einschließlich Trittschalldämmung bis Beton-Kellerdecke. Neuaufbau der Fußbodenheizung mit Trittschalldämmung und Heizestrich in Nassbauweise als Klettsystem.
- **Weitere Anforderungen:**  
Die gewünschte Erneuerung des Wohnraumes, einschließlich der Decken-, Wand- und Bodenoberflächen, ermöglichte den Umstieg von Heizkörper auf Flächenheizung als Niedrigtemperatursystem und bildete damit eine sehr gute Voraussetzung für einen effizienten Wärmepumpenbetrieb.



- Der monetäre Anteil der neuen Wärmeübergabe Fußbodenheizung beträgt weniger als 20% des gesamten neuen Bodenaufbaus. Als Bestandteil der Wärmeübergabe Fußbodenheizung wurde der gesamte Bodenaufbau bezuschusst, wodurch die geringen Mehrkosten egalisiert wurden.



- Zusätzlicher zeitlicher Mehraufwand: keiner, da ohnehin ein neuer Bodenbelag gewünscht war und der bestehende Estrich bereits Risse aufwies, während der Bauphase im Sommer konnte, selbst mit der Nassbauweise eine zügige Belegreifezeit erreicht werden.



- Förderung: Die Erneuerung der Wärmeübergabe wurde vollständig als förderfähige Nebenkosten von der BAFA durch die Wärmepumpenförderung bezuschusst. Insgesamt wurde der Gesamt-Fördersatz von € 60.000 ausgeschöpft und mit 50% bezuschusst.



## Objekt 2: Energetische Sanierung eines Kindergartens (Baujahr: 1972)

- **Modernisierungsziel:**  
Im Zuge weitreichender Maßnahmen zur energetischen Sanierung des Kindergartens St. Gotthard im niederbayrischen Hengersberg wurde auch eine moderne, zeitgemäße Fußbodenheizung eingesetzt. Ziel war die Steigerung der thermischen Behaglichkeit bei gleichzeitiger Optimierung der Energieeffizienz.
- **Modernisierungsmaßnahmen:**  
Die bestehenden Bodenaufbauten konnten bestehen bleiben, da eine ausreichende Wärmedämmung vorhanden war. Die Fußbodenheizung wurde über die gesamte Fläche (670 m<sup>2</sup>) verlegt und benötigte einen Bodenaufbau von nur 22 mm. Die Heizkreisverteiler wurden wandbündig in die bestehenden Wände integriert, so dass auch hier keine Verletzungsgefahr für Kinder ausgeht.
- **Weitere Anforderungen:**  
Es stand nur ein sehr geringer Bodenaufbau für die Fußbodenheizung zu Verfügung. Als Ideallösung hat sich im Zuge der Sanierung ein Dünnschichtsystem erwiesen. Besonders für die Kinder sollte eine temperierte Bodenfläche geschaffen werden.



- „Die großflächige Wärmeabgabe ist nicht nur energieeffizient, sie sorgt durch ihren hohen Anteil an Strahlungswärme auch für ein angenehmes, behagliches Raumklima“

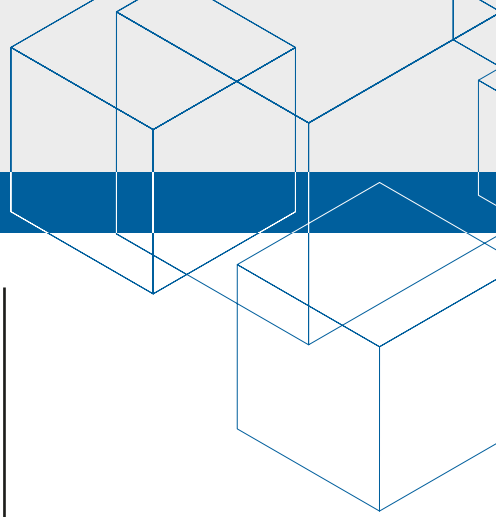


- Besonders vorteilhaft stellte sich die zeitsparende Montage heraus.



- **Förderung:** Zur Finanzierung des Sanierungspakets wurden Fördergelder aus dem Konjunkturpaket II der Bundesregierung in Anspruch genommen, mit dem insbesondere die Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Steigerung der Energieeffizienz unterstützt werden sollten.





### Objekt 3: Erneuerung der Bodenbeläge und Einbringung eines Flächenheizsystems als Trockenestrichsystem (Bauart B) in ein 8-Familienhaus im Jugendstil, Baujahr 1904

- **Modernisierungsziel:**  
Energetische Sanierung und barrierefreie Umgestaltung der Bäder und Gäste-WC's.
- **Modernisierungsmaßnahmen:**  
Errichtung von Fenstern und Laibungsdämmungen, Umstellung von Wohnungseinzelöfen auf zentrale Gasbrennwerttechnik, Wärmeübergabe in Form eines Flächenheizsystems gemäß EnEV [1].
- **Weitere Anforderungen:**  
Steigerung des Wohnkomforts und schnelle Fertigstellung. Hierfür wurde ein Flächenheizsystem als Trockensystem unter dem neuen Boden verlegt. Dieses System hat ein geringes Flächengewicht und sehr geringe Trocknungszeiten, außerdem wurde dem Altbau keine zusätzliche Feuchte durch den Estrich zugeführt.



- Der Anteil der Modernisierungsmaßnahmen für den Bereich Energieeffizienz beträgt 43 %. Der Anteil der barrierefreien Umgestaltung macht 30 % des Gesamtbudgets aus. Der Kosten-Anteil des Flächenheizsystems bezogen auf die Herrichtung der neuen Keramikböden/Linoleumböden einschließlich wärmetechnischer und trittschalltechnischer Dämmung beträgt 35 %. Insgesamt entfallen 30 % des Gesamtbudgets auf die Erneuerung der Bodenbeläge einschließlich wärmetechnischer und trittschalltechnischer Ausstattung.



- Zusätzlicher zeitlicher Mehraufwand für die Verlegung des Flächenheizsystems – 4 Arbeitstage.



- KfW Förderprogramm: Energieeffizient Sanieren, barrierefrei Sanieren



#### Objekt 4: Erweiterung und Sanierung eines Einfamilienhauses (Baujahr: ca. 1920)

- **Modernisierungsziel:**  
Erweiterung und Umbau eines Einfamilienhauses, im Rahmen einer ganzheitlichen energetische Sanierung. Ziel war es das Bestandsgebäude technisch aber auch in Hinsicht auf Wohnkomfort zu erneuern und den modernen Bedürfnissen einer Familie anzupassen. Neben dem verbesserten Wärmeschutz, Fenstertausch und PV-Integration wurde auch eine Fußbodenheizung/kühlung gewählt, um die Effizienz der neuinstallierten Wärmepumpe zu gewährleisten.
- **Modernisierungsziel:**  
Gebäude Ausgleichsdämmung auf dem Bestandsboden, sowie eine zusätzliche Wärmedämmung. Systemplatte als Register-Trockenbauweise zur Anwendung. Trockenestrichplatten als Last- und Wärmeverteilschicht und Fliesenbelag, sowie mit Systemplatten aus Strohfasern zur Reduzierung des Trittschalls.
- **Weitere Anforderungen:**  
Der Untergrund der Bodenflächen war in Material, Ebenheit und Höhen sehr unterschiedlich und ebenso mussten verschiedene Installationsleitungen in den Bodenaufbau integriert werden. Im Obergeschoss ergab sich die Anforderung an Trittschallverbesserung, wobei das Eigengewicht der Konstruktion aus statischen Gründen begrenzt war.



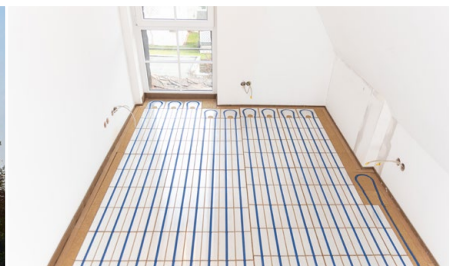
- Der Ausgleich unterschiedlicher Ebenen wurde als Systembestandteil der Fußbodenheizung/-kühlung über eine rein mineralische, gebundene Schüttung mit einem zusätzlichen Wärmedämmwert hergestellt, welche über eine hohe Druckfestigkeit verfügt und nicht brennbar ist.

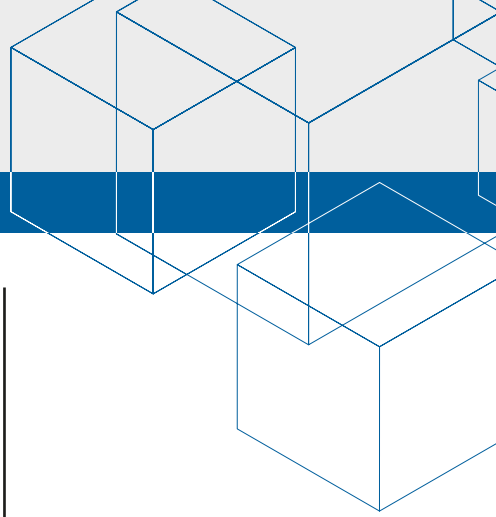


- Die Konstruktionen wurden im Trockenbau bzw. mit schnelltrocknenden Komponenten aufgebaut, da die Umbaumaßnahme zum Teil im bewohnten Zustand erfolgte, so dass lange Trocknungsphasen nicht möglich waren und eine schnelle Begehbarkeit erforderlich



- Förderung: Im Rahmen der Gesamtumbaumaßnahme zu einem KfW 70 (EH 70 Standard) wurden KfW-Zuschüsse in Anspruch genommen, über die auch die Fußbodenheizung gefördert wurde.





## Objekt 5: Neuaufbau und Nutzung des Pauliklosters Brandenburg als Museum, Nutzfläche: 3.000 qm, Grundsteinlegung 1286

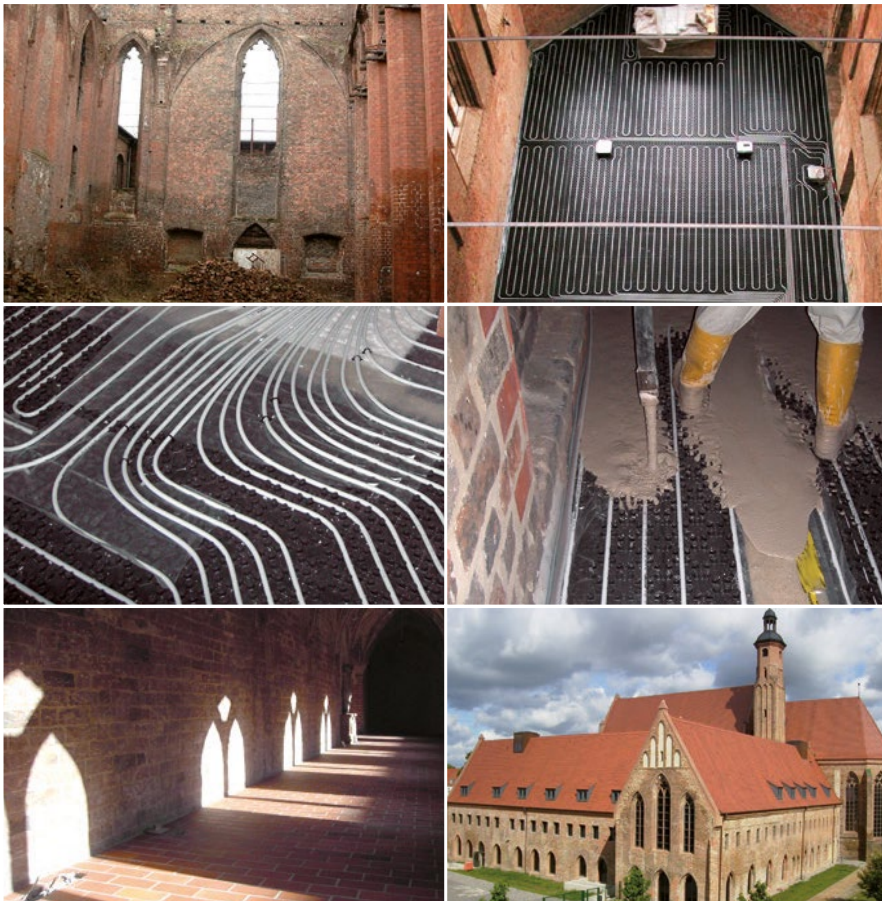
- **Modernisierungsziel:**  
Aufbau/Sanierung und Neunutzung der Klosteranlage als Museum
- **Modernisierungsmaßnahmen:**  
Wiederaufbau des Gebäudes. Die Wärmeversorgung der Fußbodenheizung erfolgt durch zwölf Bohrungen bis 100 m Tiefe mit einer Sole/Wasser-Wärmepumpe mit einer Nennwärmeleistung von 81,2 Kilowatt und einem Gas-Brennwertkessel von 460 Kilowatt. Verlegt wurde eine Flächenheizung im gesamten Ausstellungsbe- reich, im Bürobereich sowie im Chorbereich des Kirchenschiffes. Es kamen sowohl Nasssysteme als auch Trockensysteme zum Einsatz, abhängig von den statischen Erfordernissen und Fußbodenhöhen im Bestand. Es wurden 1.500 qm Flächenhei- zung mit 10.000 m FBH-Rohr 14 x 2 im Noppenplattensystem bzw. im Trockenbau verlegt.
- **Weitere Anforderungen:**  
Das Volumen des mittelalterlichen Bauwerkes sollte erhalten bleiben, außerdem musste die Klosteranlage dauerhaft auf einem bestimmten Temperaturniveau ge- halten werden, um das noch feuchte Mauerwerk auszutrocknen. Die Schutzbedürf- tigkeit aller Wände, die maximale Ausnutzung der vorhandenen Flächen und die Flexibilität für eventuelle Änderungen in der Ausstattungs- und Ausstellungs- gestaltung sollten erhalten bleiben.



- Der Anteil der Modernisierungsmaßnahmen liegt bei 1,75 Millionen Euro für den Bereich Haustechnik



- Sanierungsbudget: Die Europäische Union, Bund, Land und die Stadt Brandenburg stellten ein Budget von 14,1 Millionen Euro



### 1.3 Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Das GEG führt das Energieeinspargesetz, die Energieeinsparverordnung und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz zusammen, hat die Energieeinsparverordnung (EnEV) abgelöst und ist ein zentraler Baustein der deutschen Wärmewende.

Es definiert den energetischen Standard von Gebäuden und schreibt bei einer Renovierung von mehr als 10 % der jeweiligen Bauteilfläche die Durchführung energetischer Maßnahmen vor. Es regelt Nachweisverfahren von Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen, wie beispielsweise bei Eigentümerwechsel, usw.

Festgelegt sind der Austausch von Wärmeerzeugern, Nachrüstungen im Bereich der Dämmung von Rohren und den obersten Geschossdecken sowie der Austausch von ineffizienten Heizkesseln, sowie die Optimierung der Wärmeübergabe (z.B. Hydraulischer Abgleich) und Nachrüstpfllichten im Sinne der Energieeffizienz, wie beispielsweise die Nachrüstung einer Einzelraumregelung. Förderungen für energieeffiziente Heizungen und Heizungsoptimierung werden im Bundesgesetz für energieeffiziente Gebäude (BEG) geregelt.

Mit dem GEG 2024 ändern sich einige Anforderungen auch für bestehende Gebäuden grundlegend, nicht nur durch die 65-Prozent-Erneuerbare-Energien-Pflicht beim Einbau neuer Heizungsanlagen, sondern auch durch die Verzahnung mit der kommunalen Wärmeplanung. Dementsprechend wird der Flächenheizung/-kühlung als energieeffiziente Wärmeübergabe, eine noch größere Bedeutung zukommen.

## 2 Fußbodenheizung/-kühlung

### 2.1 Systemvorteile

Für nahezu jedes Sanierungsobjekt werden Systeme der Fußbodenheizung/-kühlung angeboten, bei denen der Systemanbieter die Systemkomponenten individuell auf das jeweilige Objekt abstimmen kann. Wenn das Thema Zeit im Vordergrund steht, bieten sich Trockensysteme an, mit einem schnellen Einbau, ohne längere Abbinde- und Trocknungsphasen und zusätzliche Feuchteinbringung in den Baukörper.

Nasssysteme als Dünnschichtsysteme haben aufgrund der niedrigen Aufbauhöhe ein geringes Eigengewicht, welches die zulässige Traglast der Decken nicht negativ beeinflusst, dafür aber eine schnelle Reaktionszeit ermöglicht. Beide Systemarten – Trocken- und Dünnschichtsysteme – sorgen für thermische Behaglichkeit und freie innenarchitektonische Gestaltung. Dabei wird über die gesamte Bodenfläche gleichmäßig die benötigte Wärme in den Raum eingebracht oder überschüssige Wärme abgeführt.

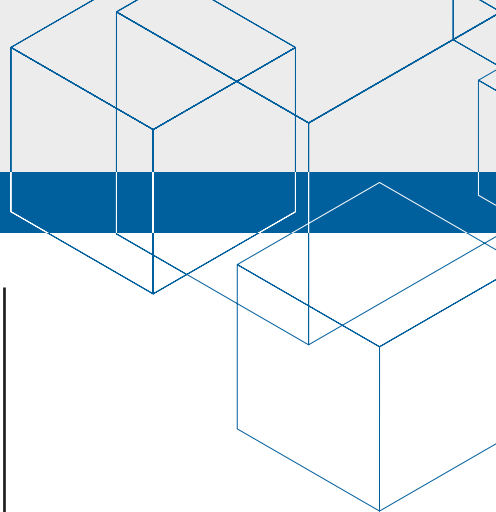
Aufgrund der großen Wärmeübertragungsflächen muss das durchlaufende Wasser im Heizfall nicht, im Gegensatz zu anderen Systemen, auf eine Vorlauftemperatur über 55 °C erhitzt werden. Rund 35 °C warmes Wasser genügt in der Regel, um den Wärmebedarf zu decken, bzw. die Heizlasten zu kompensieren. Niedrigere Vorlauftemperaturen ermöglichen die Kombination der Fußbodenheizung/-kühlung mit den verschiedensten Wärmeerzeugern. Solche Temperaturen können nahezu über das ganze Jahr sehr effizient von einer Wärmepumpe oder einer heizungsunterstützenden Solarthermieanlage bereitgestellt werden. Im Kühlfall reichen Vorlauftemperaturen von 16 bis 18 °C aus, um die Raumtemperaturen auf ein behagliches Maß abzusenken.

### 2.2 Ausführungen

Für Bestandsgebäude werden verschiedene Systeme der Fußbodenheizung/-kühlung angeboten (siehe auch 2.4). Die Kombination von Boden und Wand bzw. Wand und Decke ist ebenfalls möglich, um die benötigte Heizlast zu kompensieren.

Dünnschichtsysteme werden als Boden-Verbundkonstruktion auf eine vorhandene, tragfähige Lastverteilschicht aufgebracht oder als dünnschichtige, schwimmende Konstruktionen erstellt (Konstruktionsdetails siehe 2.4.1.1 und 2.4.1.2).

Bei einem vollständigen Neuaufbau der Bodenkonstruktion übernehmen die ohnehin erforderlichen Lastverteilschichten (Nass- oder Trockenestrich) auch die Funktion der Wärmeübergabe (Wärmeverteilschicht). Zusätzliche Aufbauhöhen in Abhängigkeit von Rohrdurchmesser und Systemplattengeometrie sind zu berücksichtigen.



Grundsätzlich stehen für den Einbau einer Fußbodenheizung/-kühlung die Bauarten A bis D nach DIN EN 1264 [2] zur Verfügung<sup>1)</sup>, wobei bei einer Modernisierung in der Regel die Bauarten A und B zum Einsatz kommen.

### 2.3 Konstruktionsvarianten

**Bauart A für nass verlegte Systeme:** Bei dieser Bauart sind die Systemrohre in die Last- bzw. Wärmeverteilschicht eingebettet. Durch die direkte Einbettung der Systemrohre (als Tacker-, Noppen- oder Klettsystem) wird eine gute Wärmeübertragung erreicht.

**Bauart B für trocken oder – seltener – nass verlegte Systeme:** Bei Bauart B befinden sich die Systemrohre unter der Last- bzw. Wärmeverteilschicht direkt in der Wärmedämmschicht. Bei dieser Bauart kommen im Boden bevorzugt Trockenestrichsysteme zum Einsatz. Die Wärmeübertragung erfordert bei dieser Bauart zusätzliche Wärmeleitvorrichtungen an die Last- bzw. Wärmeverteilschicht, z. B. Wärmeleitbleche.

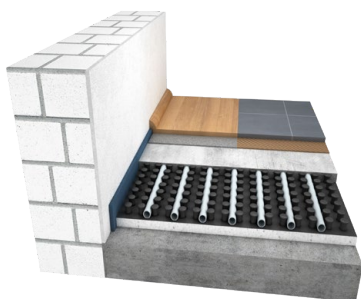


Abbildung 3: Fußbodenheizung/-kühlung der Bauart A

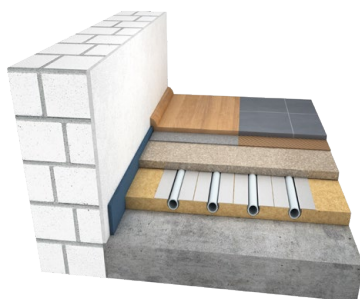


Abbildung 4: Fußbodenheizung/-kühlung der Bauart B

<sup>1)</sup> Die Bauarten C und D werden in diesem Informationsblatt nicht behandelt. Die Bauart C ist wärmetechnisch ähnlich der Bauart A. Der Unterschied liegt darin, dass bei der Bauart C die Systemrohre im Ausgleichsestrich liegen, auf den der Estrich mit einer Trennschicht aufgebracht wird. Die Bauart D behandelt Sondersysteme.

## Beispielhafte Aufbauten der Fußbodenheizung/-kühlung






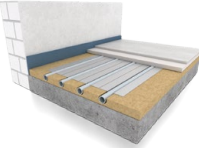
Beispiele Aufbauten Boden	Bauart A nach DIN EN 1264	Bauart B nach DIN EN 1264
Dünnschicht 		
Nass-Estrich 		
Trocken-Estrich 		

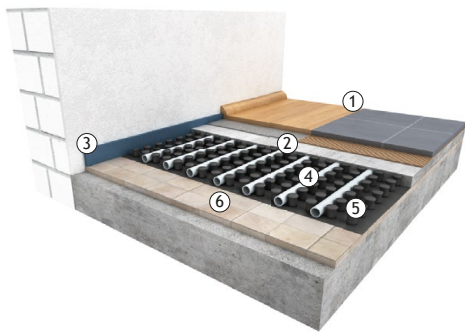
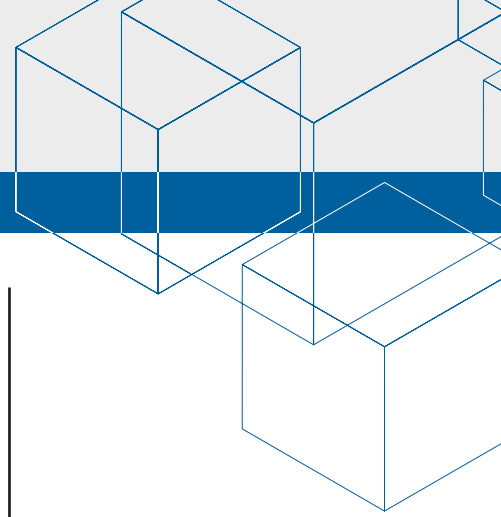
Tabelle 1: Praxisbeispiele und Systeme der Fußbodenheizung/-kühlung

## 2.4 Systembeschreibungen

### 2.4.1 Nasssysteme

#### 2.4.1.1 Dünnschichtsysteme als Boden-Verbundkonstruktion

Dünnschichtsysteme als Boden-Verbundkonstruktionen sind dämmstoffunabhängige Systeme, bei denen die Systemplatten direkt auf der vorhandenen Lastverteilschicht verlegt werden. Dies können Estrich, Holzdielen, Gipsfaser-/Gipskartonplatten, Spanplatten, Gussasphalt, Betonboden oder der alte Fliesenbelag sein. Die vorhandene Lastverteilschicht bzw. der alte Bodenbelag sind vorab hinsichtlich Stabilität, Tragfähigkeit und Ebenheit zu überprüfen und darauf, ob dieser als Untergrund genutzt werden kann (siehe 3.2.2). Alte Kunststoff- oder verklebte Teppichböden müssen entfernt werden. Eine Vorbehandlung des Untergrunds nach Vorgaben der Systemanbieter ist erforderlich, damit die einzubringende, dünne Ausgleichsmasse dauerhaft einen festen Verbund mit dem Untergrund bilden kann. Die Überdeckung über dem Rohr beträgt hierbei nur maximal 3 mm, was sehr geringe Systemaufbauhöhen ermöglicht.



- ① Oberbelag (Fliesen/Holz/etc.)
- ② Last- und Wärmeverteil-  
schicht (Nassestrich)
- ③ Randdämmstreifen
- ④ Systemrohr
- ⑤ Systemplatte (Dünnschicht-  
Nockenplatte)
- ⑥ Bodenfläche (bestehender,  
ebener Untergrund)

Abbildung 5: Bodenaufbau mit Ausgleichsmasse – auf bestehenden Bodenbelag (Noppen-Dünnschichtsystem)

Noppensysteme mit Ausgleichsmasse werden ausschließlich am Boden eingesetzt. Die gelochten, meist selbstklebenden Noppenfolien werden auf den grundierten Untergrund aufgeklebt und die Rohre mit geringem Durchmesser (z. B. 10 oder 12 mm) verlegt.

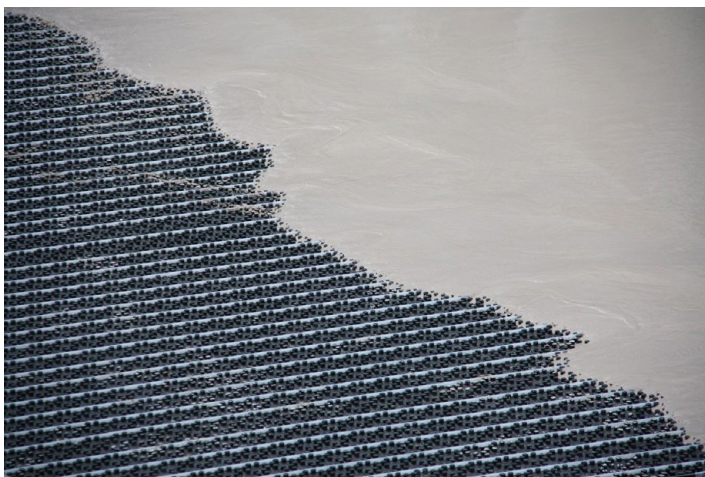


Abbildung 6: Aufbringen der Ausgleichsmasse auf Dünnschicht-Noppenplatte mit integrierten Systemrohren auf großer Fläche

Diese Dünnschichtsysteme werden mit einer auf den Untergrund abgestimmten, speziellen selbstverlaufenden Ausgleichsmasse verfüllt, einschließlich der Noppen, die durch Öffnungen ebenfalls mit der Ausgleichsmasse gefüllt werden. Hierdurch wird der direkte Verbund der Ausgleichsmasse zur grundierten Lastverteilschicht erreicht.

#### 2.4.1.2 Dünnschichtsysteme als schwimmende Konstruktion

Bei Dünnschichtsystemen als schwimmende Konstruktion werden die Systemplatten auf einer Trennlage und gegebenenfalls zusätzlich auf einer Dämmschicht nach Vorgabe des Herstellers (Mindestdruckfestigkeit) verlegt. Es sind auch Ausführungen mit in die Wärme- und Trittschalldämmung integrierten Systemrohren am Markt erhältlich. Der Untergrund muss tragfähig, trocken und rissfrei sein sowie eine feste, saubere Oberfläche aufweisen.

Ein vollflächiges Aufliegen der Systemplatten muss gewährleistet sein (siehe 3.2.2). Die meist selbstklebenden Systemplatten werden auf die Trennschicht aufgeklebt und die Rohre mit geringem Durchmesser darin verlegt und befestigt. Dünnschichtsysteme werden im System mit einer auf den Untergrund abgestimmten speziellen selbstverlaufenden Ausgleichsmasse verfüllt, welche die Funktion einer Last- und Wärmeverteilerschicht übernimmt. Die Überdeckung über dem Rohr beträgt hierbei maximal 20 mm, was geringe Systemaufbauhöhen ermöglicht.

Schwimmende Konstruktionen mit geringer Rohrüberdeckung sind nicht in der DIN 18560 [3] erfasst und stellen somit Sonderkonstruktionen dar, die nach Herstellerangaben auszuführen sind.

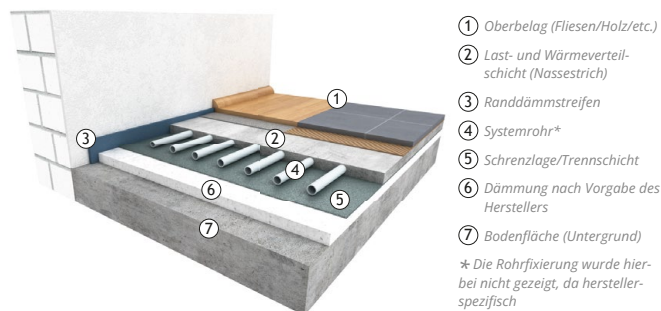


Abbildung 7: Bodenaufbau – Dünnschichtsystem als schwimmende Konstruktion

### 2.4.1.3 Dämmstoffunabhängige Verlegesysteme

Dämmstoffunabhängige Verlegesysteme ermöglichen die Trennung der Systemroherebene von der Wärme-/Trittschalldämmebene. Gerade bei einem Neuaufbau der Bodenkonstruktion erfordern die baulichen Gegebenheiten des tragenden Untergrundes oft sehr unterschiedliche Bodenaufbauten in demselben Objekt. Es können unterschiedlichste Dämmstoffe zur Erfüllung der Wärme- bzw. Trittschalldämmanforderungen eingesetzt werden, z. B. Mineralwolle, EPS, PUR, Holzfaser-Dämmplatten oder gebundene Dämmschüttungen. (siehe 3.2.3). Eine Dicke der dämmstoffunabhängigen Systemplatten von nur wenigen mm ermöglicht geringe Systemaufbauhöhen.

Die Lastverteilschicht kann als Estrich gemäß DIN 18560 (siehe dazu auch Informationsblatt 51, Teil 1) oder als Dünnschichtestrich nach Herstellerangaben (siehe 2.4.1.2) ausgeführt werden.

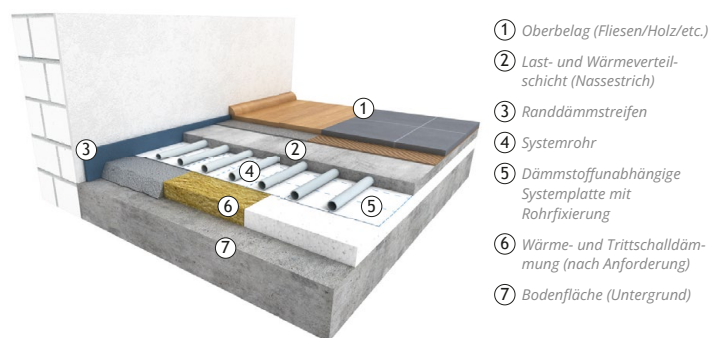


Abbildung 8: Bodenaufbau – Dämmstoffunabhängige Verlegesysteme

### 2.4.2 Trockensysteme

Trockensysteme besitzen vorgeformte Rillen in den Systemplatten, in denen zur besseren Wärmeverteilung passend geformte Wärmeleitbleche ausgelegt werden bzw. bereits werkseitig eingebracht sind. Die Bleche nehmen auf der Oberseite die Rillenform auf, in denen dann die Systemrohre verlegt werden.

Als Lastverteilschicht 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 Trocknungszeiten sehr gering sind oder komplett entfallen können.

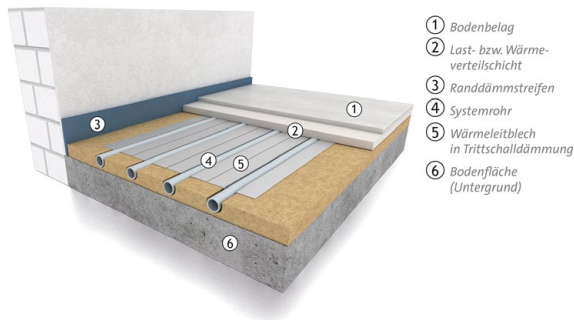
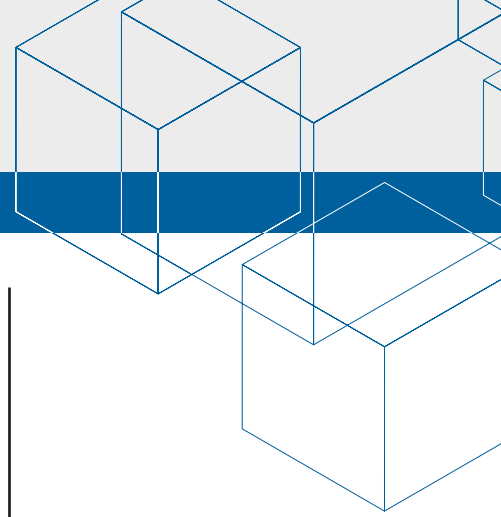


Abbildung 9: Praxisbeispiel Bodenaufbau – Trockensystem (Registerbauweise)

### 2.4.3 Estrichfrässysteme

Alternativ zu Trocken- oder Nasssystemen kann durch das Einfräsen von Kanälen in einen Zement- oder Anhydritestrich eine Fußbodenheizung ohne Veränderung der bestehenden Estrichhöhe umgesetzt werden.

Dabei muss als erstes der Bodenbelag entfernt werden und der Estrich eine Mindeststärke von 40 Millimeter aufweisen, sowie tragfähig und stabil sein. Mit einer speziellen Bodenfräse werden Kanäle für das Systemrohr der Heiz-/Kühlkreise in den vorhandenen Estrich eingefräst. Die Fräsung der Kanäle erfolgt im festgelegten Verlegeabstand der Systemrohre. Nach dem Einlegen der Systemrohre kann direkt der Bodenbelag aufgebracht werden. Eine Verspachtelung der Fräskanäle nach der Verlegung der Rohrleitungen erfolgt in der Regel bauseits durch den Bodenleger. Die Verlegung und der Anschluss an einem Heiz-/Kühlkreisverteiler erfolgen wie bei jeder anderen Fußbodenheizung/-kühlung auch.



Abbildung 10: Eingefräster Estrich mit eingelegten Systemrohren in einem bestehenden Wohngebäude

Weitere Informationen erhalten Sie bei den Systemanbietern des Fachbereichs Flächenheizung/-kühlung: <https://www.flaechenheizung-bdh.de/system/hersteller-flaechenheizung-und-flaechenkuehlung-deutschland>

#### **2.4.4 Weitere Systeme**

Neben den verbreiteten und hier dargestellten Standardsystemen gibt es auch herstellerspezifische Systemlösungen. Deren Besonderheiten und Anwendungsmerkmale sind bei den Herstellern zu erfragen. Die Systemhersteller finden Sie auf unserer Website unter <https://www.flaechenheizung-bdh.de/system/hersteller-flaechenheizung-und-flaechenkuehlung-deutschland>

### **3 Planungsgrundlagen**

Nachfolgend werden Planungshinweise aufgeführt, die für die Fußbodenheizung/-kühlung im Gebäudebestand zu beachten sind. Darüber hinaus ist die Planung, Ausführung und der Aufbau einer Fußbodenheizung/-kühlung nach den gültigen Richtlinien, Verordnungen, der VOB [5], des GEG, den gültigen Normen – insbesondere der DIN EN 1264 [2] - und Gesetzen vorzunehmen.

#### **3.1 Denkmalschutz**

Gebäude, die unter Denkmalschutz stehen, bedürfen einer besonderen Prüfung für jede Modernisierungsmaßnahme. Die Maßnahmen müssen vor Baubeginn mit den zuständigen Denkmalschutzbehörden abgestimmt werden.

#### **3.2 Der Fußboden**

Die spezifischen baulichen Voraussetzungen und Anforderungen sind abhängig von dem jeweiligen Objekt. Bei den nachfolgenden Planungshinweisen wird unterschieden in:

- neue Lastverteilschicht –  
Neuaufbau der vollständigen Bodenkonstruktion inkl. Dämmung ab Rohboden (Heizestrich)
- vorhandene Lastverteilschicht –  
Aufbringen einer dünnen Wärmeverteilschicht im Verbund (Rohrsystem, Ausgleichsmasse)

##### **3.2.1 Bauliche Voraussetzungen**

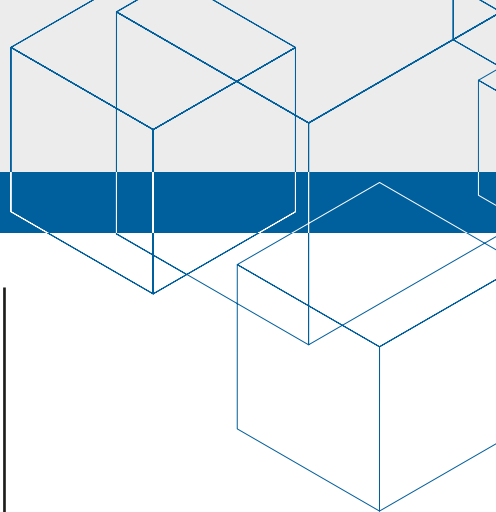
Das wichtigste Kriterium für die Installation einer Fußbodenheizung/-kühlung als Modernisierungsmaßnahme ist die verfügbare Aufbauhöhe und Tragfähigkeit des Untergrundes. Vorhandene bauliche Anschlusshöhen wie Treppenabsätze, Fensterlaibungen und Eingangstüren sind zu prüfen.

Nach Prüfung der baulichen Voraussetzungen sind die geeigneten Flächen für die Aufnahme der Fußbodenheizung/-kühlung durch den Architekten/Planer/Fachhandwerker festzulegen. Die Koordinierung und Abstimmung mit den verschiedenen Gewerken sind bereits in der Planungsphase, aber auch in der Ausführung auf der Baustelle durchzuführen. Es ist zu empfehlen hierfür einen Schnittstellen-Koordinator zu bestimmen. Der festgelegte Bauablauf- und Fugenplan muss vorliegen. Vorhandene Bewegungsfugen sind zu übernehmen.

##### **3.2.2 Anforderungen/Vorbereitungen Untergrund**

Die Forderungen der DIN 18560 an den Rohboden sind zu berücksichtigen. Eventuelle Risse im Untergrund müssen fachgerecht saniert werden. Der Untergrund ist vor der Montage des Systems von allen 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. Wärmeverteilschichtdicke führen. Die Oberfläche darf keine größeren Unebenheiten aufweisen, Grundlage bilden hierfür die Werte, die in der DIN 18202 [4] festgehalten sind.

Vorhandene Lastverteilschichten bzw. alte Bodenbeläge z. B. Fliesen sind vorab hinsichtlich Festigkeit und Tragfähigkeit zu überprüfen, ob diese als Untergrund genutzt werden können. Hohl liegende Fliesen/Platten sind zu entfernen. Alte Kunststoff- oder



verklebte Teppichböden müssen entfernt werden. Alle haftungsmindernden Bestandteile, z. B. Klebstoffreste, sind von der Oberfläche der vorhandenen Lastverteilschicht (Estrich) zu entfernen. Holzdielen müssen fest auf der Balkenlage liegen und sind gegebenenfalls nachzuschrauben. Eventuelle Astlöcher sind zu verspachteln und die Holzkonstruktion auf Pilz- sowie Schädlingsbefall zu überprüfen

*Hinweis: Ebenheit prüfen nach DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 2 (siehe Tabelle 2)*

## Ausgleichsschichten

Entspricht der Rohboden bzw. die vorhandene Lastverteilschicht nicht den geforderten Ebenheitstoleranzen, so muss dies durch einen Niveauegleich korrigiert werden. (siehe Abbildungen 11 und 12). Die für die Ausgleichsschicht erforderliche Konstruktionshöhe und das zusätzliche Gewicht sind bei der Planung zu berücksichtigen.

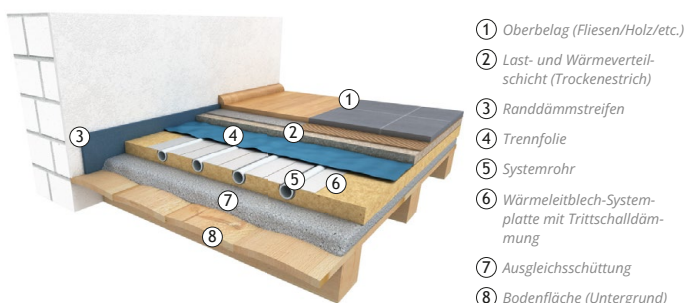


Abbildung 11: Ausgleichsschüttung auf einem bestehenden Dielenboden mit Trockensystem Registerbauweise

Auf der Rohbetondecke können Rohre und Installationsleitungen in der Ausgleichsschicht verlegt werden, wenn die verfügbare Aufbauhöhe dies zulässt. Ausgleichsschichten müssen in diesem Fall nach DIN 18560-2 eine gebundene Formstabilität aufweisen. Ungebundene Schüttungen aus Natur- oder Brechsand dürfen für diese Ausgleichsschicht nicht verwendet werden!

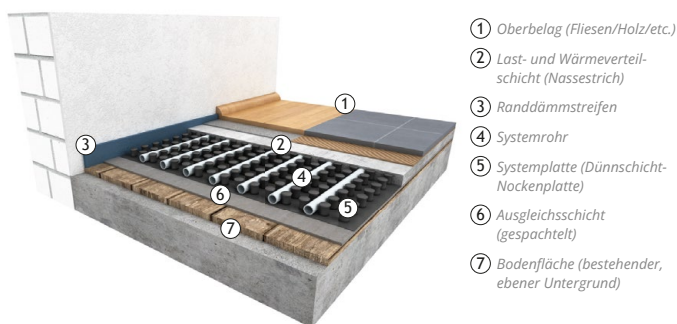


Abbildung 12: Ausgleichsspachtel auf einem bestehenden Bodenbelag

Werden als Ausgleichsschicht selbstverlaufende Spachtelmassen eingesetzt, so sind gleichermaßen die Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202, (siehe Tabelle 2) einzuhalten. Als Systembestandteil sind auch abbindende mineralische Schüttungen verfügbar, die neben dem Ausgleich auch eine Wärmedämmung aufweisen.

	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

Tabelle 2: Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202

### Bauwerksabdichtung

Vor dem Einbau einer Fußbodenheizung/-kühlung muss eine fachgerechte Bauzustandsanalyse durchgeführt und eventuelle Schäden am Bauteil eingehend untersucht werden. Die Feuchtebilanz erhält hier neben der Schadsalzbilanz die höchste Priorität. Aus den messtechnisch erfassten und dokumentierten Ergebnissen wird die Bauzustandsanalyse nach WTA-Merkblatt 4-5-99/D [6] erstellt und die Art der Abdichtung sowie deren flankierende Maßnahmen und eventuelle Instandsetzungsplanung festgelegt.

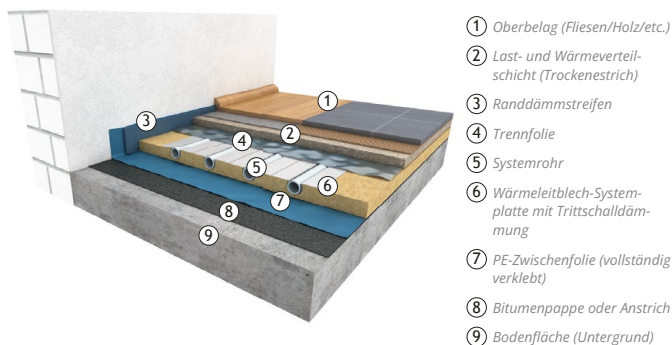
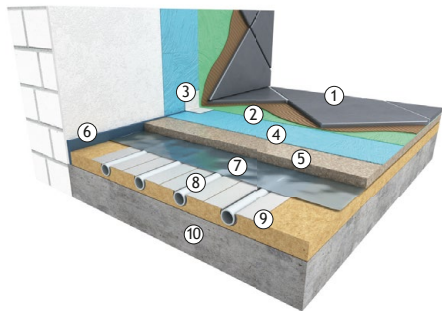


Abbildung 13: Bodenaufbau mit Abdichtung gegen aufsteigende Feuchte (Abdichtung gegen Bodenfeuchte)

### Abdichtung gegen Oberflächenwasser

In Nassräumen, z. B. in Duschen, ist eine Abdichtung gegen Oberflächenwasser oberhalb der neuen Lastverteilschicht durchzuführen. Diese muss mit einem Dichtklebesystem oder einem dichtenden Anstrich erfolgen und mit dem finalen Bodenbelag abgestimmt sein.



- ① Oberbelag (Fliesen/Naturstein)
- ② obere Verbundabdichtung
- ③ Abdichtband
- ④ untere Verbundabdichtung
- ⑤ Last- und Wärmeverteilschicht (Trockenestrich)
- ⑥ Randdämmstreifen
- ⑦ Trennfolie
- ⑧ Systemrohr
- ⑨ Wärmeleitblech-Systemplatte mit Trittschalldämmung
- ⑩ Bodenfläche (Untergrund)

Abbildung 14: Abdichtung gegen Oberflächenwasser (Sanitärbereiche)

## Feuchte

Eine grundlegende AltbauSanierung schließt die Überprüfung der Bauteilfeuchte ein. Feuchtigkeit ist eine der häufigsten Ursachen für den Verfall eines Gebäudes. Geeignete Abdichtungsmaßnahmen für einen dauerhaften Feuchte- und Witterungsschutz von außen bzw. innen sind bei der Sanierung zu berücksichtigen. Bei einer Fußbodenheizung/-kühlung als Trockenbausystem wird das Gebäude mit keiner weiteren Feuchtigkeitzufuhr von innen belastet.

Es muss geprüft werden, ob im Altuntergrund eine ausreichende Feuchtesperre vorhanden ist. Falls nicht, ist eine abdichtende Haftbrücke aufzubringen, die den weiteren Bodenaufbau inkl. Bodenbelag gegen Bodenfeuchtigkeit (DIN 18195 [7]) und gegen nachstoßende Restfeuchte aus Betondecken absperrt.

### 3.2.3 Wärme- und Trittschalldämmung

Die Wärme- und Trittschalldämmung ist für die wirtschaftliche und komfortable Nutzung einer Fußbodenheizung/-kühlung unerlässlich. Das aktuelle GEG [1] beinhaltet keine Vorgaben zu spezifischen U-Werten für die Flächenheizung/kühlung, sondern fordert eine Begrenzung des spezifischen Transmissionswärmeverlustes der Gebäudehülle und des maximal zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs. Im GEG wird die gesamte energetische Betrachtung des Gebäudes berücksichtigt, vom Baukörper über die Heizungs-, Kühlungs- bis zur Trinkwasseranlage.

Architekten, Planern und Heizungsbauern bietet dies Möglichkeiten, die Dämmstoffstärke bis auf den Mindestwärmedämmschutz frei anzupassen. Das GEG weist allerdings auf die Mindestanforderung für die Dämmschicht nach den anerkannten Regeln der Technik hin. Diese sind in der DIN EN 1264-4 festgeschrieben und fordern einen systembedingten Mindest-Wärmeschutz, der für alle Systeme der Fußbodenheizung/-kühlung an Flächen gegen angrenzende Räume, gegen minder oder unbeheizt, sowie gegen Außenluft und Erdreich.

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 $R_{\lambda}$ in $m^2 K/W$	0,75	1,25	1,25	1,50	2,00
Mindest-Wärmewiderstände für die Flächenheizung/-kühlung an nicht gleich beheizten Flächen (nach DIN EN 1264-4)					

Tabelle 3: Tabelle zum systembedingten Mindest-Wärmeschutz (DIN EN 1264-4 Tabelle 1) für Flächen gegen beheizt, minder beheizt und gegen außen

Hinsichtlich der Wärmedämmung einer Fußbodenheizung/-kühlung ist das GEG nur dann heranzuziehen, wenn das System in die Gebäudehülle bzw. in Bauteile, die an Räume mit deutlich niedrigeren Temperaturen angrenzen, integriert wird. Bei Decken und Wänden gegen unbeheizte Räume bzw. gegen Erdreich kann die Dämm Anforderung des GEG unberücksichtigt bleiben, wenn die zu renovierende Bauteilfläche kleiner als 10 % der jeweiligen gesamten Bauteilfläche des Gebäudes ist. Die Materialien der Wärme- und Trittschalldämmung müssen geprüft sein und der Bauartzulassung entsprechen.

Besondere Fassadengestaltungen bei Altbauten schließen eine Wärmedämmung auf der Außenwand des Gebäudes aus. Alternativ kann in vielen Fällen eine Innendämmung zur Anwendung kommen. Die Umsetzung der Wärmedämmung von Innen bedarf einer genauen bauphysikalischen Prüfung und Begleitung der Maßnahme durch einen Fachmann.

Für andere beheizte oder gekühlte Flächen müssen die geforderten Mindestdämmwerte und die maximalen Energieverluste unter Berücksichtigung der Art des angrenzenden Raums und des Auslegungstemperaturniveaus festgelegt werden. Darüber hinaus sind die DIN 4108 [8] sowie die DIN 4109 [9] für das jeweilige Bauvorhaben zu berücksichtigen.

Bei stärkeren Dämmschichten ist eine Kombination von Trittschall- und Wärmedämmplatten zu empfehlen. Die Trittschalldämmung hat als schalldämmende Maßnahme einen besonderen Einfluss auf die Wohnqualität. Sie minimiert die Übertragung von Geräuschen in Gebäuden, die durch Gehen z. B. in darüber liegenden Räumen entstehen.

Wird die Wärme- und Trittschalldämmung kombiniert, dann ist die Trittschalldämmung wegen des besseren schallschutztechnischen Verhaltens unterhalb der druckfesteren Wärmedämmung zu verlegen. Sind Kabel oder Rohre auf der Rohdecke montiert, so ist die Trittschalldämmung in diesem Fall grundsätzlich als geschlossene Fläche ohne Unterbrechung über der Ausgleichsdämmung zu verlegen. Die Dämmschichten werden im Verbund, Stoß an Stoß verarbeitet, mehrere Lagen sind versetzt zueinander anzuordnen. Wird bei Betondecken der Bodenbelag einschließlich des alten schwimmenden Estrichs entfernt, sollte ein Trittschallschutz eingeplant werden.

Bei Nutzung der vorhandenen Lastverteilschicht ist zu prüfen, ob eine Trittschalldämmung vorhanden ist und diese den Anforderungen genügt. Erkennbare Schallbrücken zu angrenzenden Bauteilen sind zu beseitigen. Das Trittschallverhalten kann durch die zusätzlich aufgebrauchte Ausgleichsmasse positiv beeinflusst werden.

### **Ausnahmen**

Ist die Erfüllung des GEG aufgrund baulicher Gegebenheiten nicht möglich, kann bei den zuständigen Behörden eine Befreiung beantragt werden. Ebenso kann bei einem besonderen Härtefall auf den Einbau einer Wärmedämmung verzichtet werden, wenn die Kosten für die baulichen Aufwendungen bedeutend höher als die eingesparten Betriebskosten sind. Wird dem Antrag nicht zugestimmt, muss die gesamte Lastverteilschicht erneuert werden.

Für Baudenkmäler, die durch die Ausführung des GEG in der baulichen Substanz oder im Erscheinungsbild beeinträchtigt würden, können ebenfalls Ausnahmeregelungen beantragt werden.

### **3.2.4 Last- bzw. Wärmeverteilschicht**

Nach DIN EN 1264 sind beim Einbringen der Last- bzw. Wärmeverteilschicht Schutzmaßnahmen zu beachten:

- größere, auch kurzzeitige Belastungen der Dämmschicht (falls vorhanden) müssen vermieden werden, um die Wirksamkeit der Dämmung nicht zu verringern.
- das installierte Systemrohr und die Systemplatten der Fußbodenheizung/-kühlung müssen beim Transport des Estrichmörtels bzw. der Ausgleichsmasse mit Brettern oder Ähnlichem geschützt werden.



## Randdämmstreifen

Entsprechend der DIN 18560 ist ein Randdämmstreifen an allen Umfassungswänden und aufgehenden Bauteilen aufzustellen, der verhindert, dass die Last- bzw. Wärmeverteiltschicht mit statischen Elementen des Gebäudes in Verbindung kommt und Schallbrücken bildet. Der Übergang zwischen Randdämmstreifen und Wärme- bzw. Trittschalldämmung oder Systemplatte muss dicht sein. Durch den Randdämmstreifen wird eine an den Wänden umlaufende Randfuge hergestellt, die nach DIN 18560 einen Bewegungsraum von 5 mm für die Lastverteiltschicht gewährleisten muss. Die verwendeten Randdämmstreifen-Materialien müssen diese Forderung erfüllen.

Der Randdämmstreifen ist gegen Lageveränderungen zu sichern. Er besteht z. B. aus geschlossenzelligem 8-10 mm starkem PE-Schaum mit einer seitlich angeschweißten Folienschürze und vorbereiteter Abreißschlitzung. Dabei darf der nach oben überstehende Teil des Randdämmstreifens erst nach Fertigstellung der Belagsarbeiten des Fußbodens entfernt werden.

Bei einer vorhandenen Lastverteiltschicht ist die Randfuge zu überprüfen und der vorhandene Randdämmstreifen ist bis zur Oberkante des Bodenbelags weiterzuführen.

## Fugenanordnungen und Estrichfelder

Detaillierte Informationen zu diesem Thema werden in dem Informationsblatt Nr. 51 „Fußbodenheizung/kühlung, Teil 1: Neubau“ behandelt.

### 3.2.4.1 Dünnschichtsysteme als Boden-Verbundkonstruktionen

#### Vorbereitung des Altuntergrundes – Haftgrund

Bei Dünnschichtsystemen als Boden-Verbundkonstruktion werden die Systemplatten direkt auf der vorhandenen Lastverteiltschicht verlegt. Hierfür muss der Altuntergrund entsprechend vorbereitet werden (siehe auch unter 3.2.2 Anforderung/Vorbereitung Untergrund), wobei das Material des Altuntergrundes den passenden Haftgrund bestimmt.

Insbesondere bei Holzdielenböden hat sich der Einsatz von Entkopplungsplatten (ab 4 mm Dicke) bewährt, die auf dem gegebenenfalls gespachtelten Altuntergrund vollflächig verklebt werden und die Übertragung von Spannungen in die Ausgleichsmasse verhindern, gleichzeitig aber den unmittelbaren Verbund zur Lastverteiltschicht für die Lastübertragung sicherstellen. Darüber hinaus wird, je nach gewähltem Produkt, eine Verbesserung des Trittschallschutzes erreicht.

Für vorhandene Calciumsulfat- und Zementestriche sind dispersionsgebundene Grundierungen zu empfehlen. Für keramische Böden oder Holzdielen können dispersions- und kunstharzgebundene Grundierungen eingesetzt werden. Die Verwendung ist nach den Herstellerangaben durchzuführen.

#### Ausgleichsmasse – (Wärmeverteiltschicht)

Ausgleichsmassen für Dünnschichtsysteme im Verbund basieren in der Regel auf den Bindemitteln Zement oder Calciumsulfat (Gips). Sie müssen speziell auf die Lastverteiltschicht abgestimmt und durch den Hersteller hierfür freigegeben sein. Die Ausgleichsmasse sollte während bzw. unmittelbar nach dem Verlegen mit einem Estrichbesen intensiv bearbeitet werden und anschließend mit einer Schwabbelstange zur Erzielung einer glatten, ebenen Oberfläche nivelliert werden. Die Heiz-/Kühlkreise müssen bei der Einbringung unter Betriebsdruck stehen.

Die spezielle Konstruktion der Dünnschichtsysteme sorgt dafür, dass die Ausgleichsmasse gut einfließt und sich direkt mit dem Untergrund verbindet. Die Rohrüberdeckung beträgt bei dieser Konstruktionsvariante  $\geq 3$  mm. Es entsteht eine hochbelastbare Verbundkonstruktion.

Dünnschichtsysteme als Verbundkonstruktionen sind Sonderkonstruktionen, die nicht Bestandteil der DIN 18560 sind.

#### Fertigstellungszeiten der Last- bzw. Wärmeverteilschichten für Dünnschichtsysteme


	
	Ausgleichsmasse
<b>Begehbar nach</b>	nach ca. 5 Stunden (je nach Dicke und Temperatur)
<b>Abbindephase / Heizbeginn</b>	nach 2 Tagen
<b>Ende Funktionsheizen / Aufheizvorgang</b>	nach 5 Tagen bzw. nach Herstellerangabe

Tabelle 4: Typische Fertigstellungszeiten für die Last- bzw. Wärmeverteilschicht/Estriche

#### 3.2.4.2 Dünnschichtige, schwimmende Konstruktionen

Bei diesen Konstruktionen wird auf dem Altuntergrund bzw. der Dämmung eine vollflächige Schrenzlage als Trennschicht verlegt. Sie besteht z. B. aus einem PE-beschichteten Spezialpapier und wird vollflächig, mit einer ca. 8 cm breiten Überlappung an den Stoßkanten verlegt. An den Umfassungswänden wird sie auf den ausgelegten Folienstreifen des Randdämmstreifens aufgelegt. Gerade bei feuchtigkeitsempfindlichen Materialien z. B. Altböden aus Holz wird der Untergrund durch die Schrenzlage vor Feuchtigkeit aus der Ausgleichsmasse geschützt. Auf die Trennschicht werden die Systemplatten der Fußbodenheizung/-kühlung verlegt. Die Überdeckung über dem Rohr beträgt bei dünnschichtigen, schwimmenden Konstruktionen  $\geq 20$  mm.

#### Ausgleichsmasse

Siehe 3.2.4.1 Dünnschichtsysteme als Boden-Verbundkonstruktion

#### 3.2.4.3 Dämmstoffunabhängige Verlegesysteme

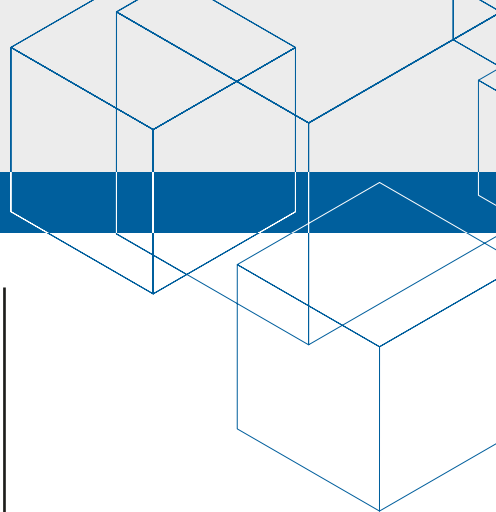
Diese Systeme sind dämmstoffunabhängig und auf vielen Untergründen einsetzbar – auf Mineralwolldämmung bei hohen Anforderungen an den Schallschutz, auf EPS-Dämmung mit hoher Schaumdichte bei hochbelasteten Böden, auf PUR-Dämmung oder auch Vakuumdämmung. Auch die Verwendung von dünnen Schallschutzunterlagen oder die Verlegung unmittelbar auf einem Altuntergrund sind möglich. Als dämmstoffunabhängige Systemplatten werden oft Kunststoff-Hohlkammerplatten mit einer Dicke von wenigen Millimetern eingesetzt. Diese leichten, biegesteifen und unzerbrechlichen Panels bieten eine stabile Abdeckung. Durch das Verkleben der Panels entsteht eine dichte Fläche, zur Aufnahme von Estrich oder Ausgleichsmasse (siehe 3.2.4.4 oder 3.2.4.2). Ein Aufschwimmen der Verlegekonstruktion wird verhindert, da durch das Eigengewicht des Estrichs bzw. der Ausgleichsmasse die Panels samt Heizrohr nach unten gedrückt und dort gehalten werden.

#### Ausgleichsmasse

Siehe 3.2.4.1 Dünnschichtsysteme als Boden-Verbundkonstruktion

#### 3.2.4.4 Nassestriche nach DIN 18560

Weitergehende Informationen zu diesen Systemen werden in dem Informationsblatt Nr. 51: „Fußbodenheizung/-kühlung, Teil 1: Neubau“ behandelt.



### 3.2.4.5 Trockenestrichsysteme

Trockenestrichsysteme bestehen aus vorgefertigten Elementen in Form von Platten, z. B. Gipsfaserplatten, die im Verbund verlegt und im Fugenstoß verklebt und verschraubt werden.

Material und Dicke der Trockenestrichsysteme sind vom Planer festzulegen, wobei auch der vorgesehene Bodenbelag zu berücksichtigen ist. Insbesondere bei großformatigen Fliesen werden besondere Anforderungen an die Unterdämmung (falls vorhanden) und die Ausführung des Fertigteil ESTRICHS gestellt.

Bei Trockenestrich kann sofort nach Aushärtung des Klebers der Bodenbelag aufgebracht werden (siehe Tabelle 5).


Fertigstellungszeiten für die Last- bzw. Wärmeverteilschichten für Trockenestrichsysteme	
	
	Trockenestrichsystem
<b>Begehbar nach</b>	sofort
<b>Abbindephase / Heizbeginn</b>	1 Tag
<b>Ende Funktionsheizen / Aufheizvorgang</b>	2 Tage

Tabelle 5: Fertigstellungszeiten für die Last- bzw. Wärmeverteilschichten für Trockenestriche

### 3.3 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme setzt die fachgerechte Fertigstellung einschließlich Dokumentation der ausgeführten Fußbodenheizung/-kühlung voraus. Die Betriebsbereitschaft ist herzustellen.

#### Funktionsheizen

Beim Aufheizen der Last- bzw. Wärmeverteilschicht wird zwischen dem Funktionsheizen (Nachweis des Heizungsbauers für die Erstellung eines mängelfreien Gewerkes, Erreichen der maximalen thermischen Längendehnung der Last- bzw. Wärmeverteilschicht) und dem Belegreifheizen (Austreiben der Estrichfeuchte bis zur Belegreife) unterschieden.

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 protokollieren.

#### Funktionsheizen bei Heizestrich

Es ist mit dem Estrichleger abzustimmen, ab wann nach der Einbringung der Estrich aufgeheizt werden kann. Dabei sind die Herstellerangaben des jeweiligen Estrichs zu beachten. 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 Auslegungs-Vorlauftemperatur 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 (siehe Tabelle 4 und Tabelle 5).

### **Funktionsheizen bei Ausgleichsmassen**

Für Ausgleichsmassen beginnt das Funktionsheizen nach ca. 2 Tagen. In der Regel ist dabei für einen Tag eine Vorlauftemperatur von 25 °C und danach für mindestens einen Tag die maximale Auslegungs-Vorlauftemperatur zu halten. Herstellerangaben sind in jedem Fall zu beachten.

### **Funktionsheizen bei Trockensystemen**

Bei Trockenestrichsystemen kann in der Regel bereits nach einem Tag mit dem Funktionsheizen begonnen werden. Spachtelmassen bzw. Kleber müssen ausgehärtet sein, Herstellerangaben sind zu berücksichtigen. Es ist für einen Tag die maximale Auslegungsvorlauftemperatur zu halten.

### **Belegreifheizen bei Bodenkonstruktionen**

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 normalerweise mit dem CM Gerät (Feuchtigkeitsprüfgerät für Estriche nach der Calcium-Carbid-Methode). Bei der geringen Dicke der Ausgleichsmasse ist ein Belegreifheizen in der Regel nicht erforderlich.

In diesem Fall wird zur Überprüfung der Belegreife der Folientest verwendet. Hierfür wird eine 50 x 50 cm große Folie auf der Last- bzw. Wärmeverteilschicht aufgelegt und an den Rändern verklebt. Die Prüfung erfolgt bei der maximal zulässigen Vorlauftemperatur während des Heizungsbetriebes in gut gelüfteten Räumen. Zeigen sich keine Feuchtigkeitsspuren unter der Folie innerhalb von 24 Stunden, ist die Belegreife erreicht.

Das Belegreifheizen ist als besondere Leistung nach VOB Teil C bzw. DIN 18380 [10] durch den Auftraggeber gesondert zu beauftragen.

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 Auslegungsvorlauftemperatur (max. 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.

### **Beläge**

Nach Abschluss des Funktionsheizens sowie erforderlichenfalls des Belegreifheizens und Feststellen der Belegreife durch den Bodenleger kann die Verlegung des jeweiligen Bodenbelags erfolgen. Die Oberfläche der eingebrachten Last- bzw. Wärmeverteilschicht erfüllt in der Regel die Ebenheitsanforderungen (siehe Tabelle 2) für das Aufbringen von Bodenbelägen ohne zusätzliches Spachteln.

Grundsätzlich müssen alle Oberbodenbeläge, aber auch alle für die Vorbehandlung und Verarbeitung eingesetzten Werkstoffe, „für Fußbodenheizung/-kühlung geeignet“ und vom Hersteller dafür ausgewiesen sein. Der Wärmeleitwiderstand darf einen Wert von 0,15 K m<sup>2</sup>/W nicht überschreiten. Die Beläge müssen den einschlägigen Normen entsprechen und die Eignung des Belages zum Verlegen auf der Last- bzw. Wärmeverteilschicht vom Bodenleger bestätigt werden.

Bei der Auslegung der Fußbodenheizung/-kühlung muss die Art des Bodenbelages und dessen Wärmeleitwiderstand bekannt sein und in der Planung bezüglich der zu erreichenden Oberflächentemperaturen/Wärmestromdichten berücksichtigt werden.

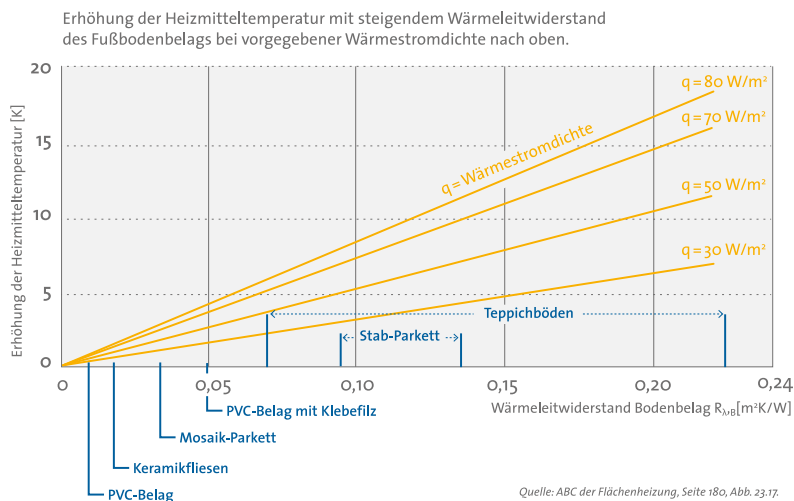


Abbildung 15: Notwendige Erhöhung der Heizmitteltemperatur in Abhängigkeit unterschiedlicher Wärmeleitwiderstände des Bodenbelags

### 3.4 Kühlung

Statt des während der Heizperiode genutzten Heizwassers wird im Sommer gekühltes Wasser durch das Flächensystem geleitet. Die Wärme kann z. B. durch einen Wärmetauscher über das Grundwasser abgeführt werden. Die Strahlungswärme der Gegenstände und Personen im Raum wird an den kühleren Boden bzw. die Wand oder Decke abgegeben. Der durch die Systemfläche strömende Wasserkreislauf nimmt die Wärme auf und führt sie ab. Wegen der geringen Temperaturdifferenz zwischen Kühlwasser- und Raumlufttemperatur sorgen Flächenkühlungen für eine sanfte Kühlung des Raumes und steigern so die thermische Behaglichkeit.

Zur Steuerung der Systemtemperatur muss ein Regler, der die Funktionen Heizen und Kühlen gemeinsam abdeckt, installiert sein. Durch diese Regelung wird bei der Fußbodenheizung/-kühlung die Systemtemperatur oberhalb des Taupunkts geregelt, so dass es nicht zur Kondensatbildung an Verteilleitungen und Übergabeflächen kommen kann. Frei- liegende Kühlwasserleitungen müssen darüber hinaus diffusionsdicht isoliert werden, um eine Kondensatbildung an den Rohrleitungen zu vermeiden.

Bei einer Fußbodenkühlung handelt es sich nicht um eine Klimaanlage. Im Sommer ist damit jedoch eine angenehme Raumtemperatur zu erzielen. Durch die Nutzung externer, z. B. geothermischer Kältequellen ermöglicht die Flächenkühlung, als nahezu kostenloser Zusatznutzen, im Sommer eine deutliche Raumtemperaturreduzierung. Gleichzeitig werden mögliche Geräuschentwicklungen und Zuglufterscheinungen wie bei einer Klimaanlage vermieden.

### 3.5 Regelung

Die Regelung ist Bestandteil des Systems Flächenheizung/-kühlung. Dies betrifft insbesondere die Einzelraum- oder Zonenregelung für die jeweiligen Räume, bzw. Bereiche. Für die Effizienz einer Wärmeübergabe ist bestimmungsgemäße Regelung ebenso wichtig, wie der hydraulische Abgleich. Nähere Informationen zu dem Thema „Regelung, Verteilung und Hydraulik“ sind in dem Informationsblatt Nr. 51 „Fußbodenheizung/kühlung, Teil 1: Neubau“ enthalten.

#### Einzelraumregelung

Speziell für die Modernisierung können Einzelraumthermostate auf Funkbasis oder als Powerlinesysteme eingesetzt werden. Beides sind Alternativen zu einem erhöhten Kabelbedarf, wie es bei drahtgebundenen Regelungen der Fall ist, wo von jedem raumthermosteten eine Steuerleitung zur Regeleinheit des Heizkreisverteilers geführt werden muss.

Bei Funklösungen wird ein Signal per Funk an die Regeleinheit im Verteilerschrank übermittelt. Der entsprechende Stellantrieb zur Steuerung des Wasserdurchsatzes öffnet oder schließt dann den Heiz-/Kühlkreis je nach Bedarf.

Powerlinesysteme nutzen das vorhandene 230 V-Netz. Das Signal zwischen Raumthermostat und Stellantrieb wird über das normale Stromnetz weitergeleitet. Es werden keine zusätzlichen Kabel benötigt.

#### 4 Fazit

Der Einbau einer Fußbodenheizung/-kühlung im Zuge der Modernisierung bietet Potenzial, Energie zu sparen und Komfort zu steigern. Durch die niedrigen Vorlauftemperaturen eignet es sich besonders für die Kombination mit erneuerbaren Energien. Damit entspricht es als eine Systemkomponente zur Wärmeübergabe den Anforderungen des GEG.

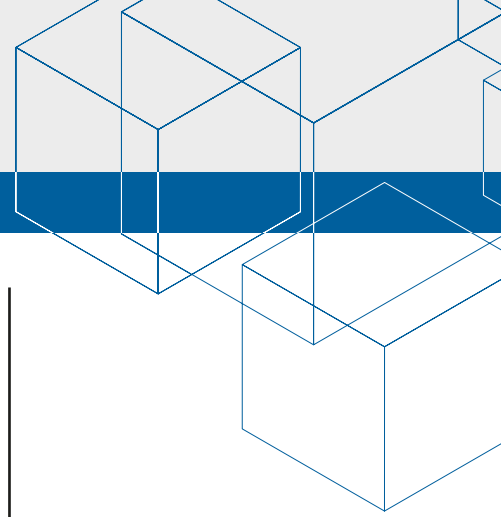
Wenn alle Komponenten aufeinander abgestimmt sind und als ein Gesamtsystem betrachtet werden, kommt das Energieeinsparpotenzial einer modernen Fußbodenheizung/-kühlung zum Tragen. Angefangen vom Heiz- bzw. Kühlkreis, bestehend aus Systemrohr und Systemplatte, über Armaturen, Systemrohrverbinder, hydraulische Anbindung über den Verteiler, Aktor/Stellantrieb, elektrischer Regeleinheit, Einzelraumthermostat und Einzelraumbediengerät bis zum Datenübertragungsweg (Funk/Kabel) und den Sensoren, z. B. Feuchtefühler, garantieren die Komponenten eines Systemanbieters die Funktionalität des Systems und geben dem Fachbetrieb die Sicherheit im Haftungsfall (siehe Abbildung 16).



Abbildung 16: Ineinandergreifende Komponenten im System

Die aufeinander abgestimmten Systemkomponenten eines Herstellers garantieren:

- die Gültigkeit der System-Planungsleistung des Herstellers
- die optimale Sicherheit durch Systemprüfungen
- den Anspruch auf die ganzheitliche Service-Leistung des Herstellers
- den effizienten und nachhaltigen Betrieb der Anlage
- den optimalen Komfort (Heizen und Kühlen), wenn die planerischen und produkt-spezifischen Vorgaben des Systemherstellers umgesetzt werden



Die Entscheidung für das eine oder andere System hängt von den Rahmenbedingungen ab, insbesondere von der Heiz- bzw. Kühllast des Gebäudes, seinem Verwendungszweck, der Ausrichtung, Grundstücksgröße und nicht zuletzt den Präferenzen der Investoren.

Warmwasser als Wärmeträger ist die Zukunft – flexibel kombinierbar mit allen Energieformen, dabei wirtschaftlich bei den Investitionskosten und der Nutzung. Andere Modernisierungsmaßnahmen sparen ebenfalls Energie, jedoch sind diese im Kosten-/Nutzen-Verhältnis nicht so effizient wie die Modernisierung der Warmwasserheizung.

Neben der Zukunftssicherheit bietet eine Fußbodenheizung/-kühlung außer einer behaglichen Wärme im Winter ein angenehmes Raumklima im Sommer durch die mögliche Nutzung des gleichen Systems zur Flächenkühlung.

### **Merkmale der Flächenheizung/-kühlung**

#### **Vorteile bei Betriebskosten und Umwelt:**

- energieeffizient – mit niedrigen Vorlauftemperaturen
- energiesparend – Nutzung von erneuerbaren Energien, z.B. Wärmepumpe, Solarthermie
- bezahlbar – der Einbau ist in der Regel nicht teurer als bei freien Heizflächen, z.B. Heizkörpern
- umweltfreundlich – in Kombination mit Wärmepumpen, Solarthermie und Brennwertechnik

#### **Steigerung des Komforts:**

- behaglich – große Wärmequellen erzeugen eine milde Strahlungswärme
- komfortabel – im Sommer mit Kühlfunktionen, als Zusatznutzen
- schnell – kurze Reaktionszeit bei Dünnschichtsystemen
- sicher – keine Verletzungsgefahr durch Kanten, z.B. in Kindergärten

#### **Steigerung der Wohn-/Nutzqualität:**

- großzügig – platzsparend bei einer freien Raumaufteilung
- unsichtbar – keine störenden Einflüsse auf die Raumoptik
- hygienisch – keine Staub Verwirbelung ideal für Asthmatiker und Stauballergiker
- sauber – keine extra Reinigung der Systemflächen nötig

#### **Flexible Einbaumöglichkeiten:**

- vielseitig – passende Systeme mit geringer Aufbauhöhe für verschiedenste Anwendungsfälle im Altbau
- geringes statisches Gewicht – passend für die Sanierung
- universell – kombinierbar mit allen Heizsystemen
- flexibel – nahezu jeder Bodenbelag ist einsetzbar
- anpassungsfähig – in Boden, Wand und Decke integrierbar
- kurze Montage- und Trocknungszeiten – schnelle Fertigstellung, ein wichtiger Faktor, wenn z.B. nur Ferienzeiten zum Einbau zu Verfügung stehen (z.B. in Kindergärten und Schulen)



Abbildung 16: Merkmale der Flächenheizung/-kühlung

### Literaturhinweise

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| [1] ITG-Studie             | Einschätzung von Heiz- und Kühlsystemen bei der Wärmeübergabe im Raum; Endbericht Februar 2021                |
| [2] DIN EN 1264            | Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung  |
| [3] DIN 18560              | Estriche im Bauwesen  |
| [4] DIN 18202              | Toleranzen im Hochbau – Bauwerke  |
| [5] DIN 1961               | VOB, Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil B: Allgemeine                                      |
| [6] WTA Merkblatt 4-5-99/D | Beurteilung von Mauerwerk – Mauerwerksdiagnostik  |
| [7] DIN 18195              | Bauwerksabdichtungen  |
| [8] DIN 4108               | Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden   |
| [9] DIN 4109               | Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen |
| [10] DIN 18380             | VOB, Teil C – Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen  |

BDH-Informationen dienen der unverbindlichen technischen Unterrichtung. Eine Fehlerfreiheit der enthaltenen Informationen kann trotz sorgfältiger Prüfung nicht garantiert werden.

Weitere Informationen unter:  
[www.bdh-industrie.de](http://www.bdh-industrie.de)

Herausgeber:  
 Interessengemeinschaft  
 Energie Umwelt Feuerungen GmbH  
 Infoblatt 51-2 Oktober/2024