



Wand- und Deckenheizung/-kühlung

Teil 1 Grundlagen für die Planung und Auslegung

Dieses Informationsblatt behandelt die wasserführende Wand- und Deckenheizung/-kühlung und betrachtet den Einsatz in Wohn-, Büro- oder ähnlichen Gebäuden. Die Bereiche der Nicht-Wohngebäude sowie der thermoaktiven Bauteilsysteme (TABS) werden nicht berücksichtigt. Weitere Informationen zu diesen Systemen enthält das BDH-Informationsblatt 79 „Flächenheizung/-kühlung in Hallen“. Die Fußbodenheizung/-kühlung ist im Informationsblatt 51 beschrieben.

Das Informationsblatt umfasst insgesamt vier Teile. Neben diesem Grundlagenteil, umfasst der Teil 2 die bauliche Ausführung, im Teil 3 werden Hinweise zur Inbetriebnahme und Dokumentation gegeben. Die dargestellten Inhalte aus den Teilen 1 bis 3 werden im abschließenden Teil 4 anhand von Praxisbeispielen verdeutlicht und kommentiert.

Das Thema „Flächenheizung/-kühlung“ behandeln auch die BDH-Informationsblätter 37 „Wärmeübergabe- und Kühlsysteme in Verbindung mit einer Wärmepumpe“, 51 Teil 1 „Fußbodenheizung/-kühlung, Neubau“, 51 Teil 2 „Fußbodenheizung/-kühlung, Modernisierung“, das Informationsblatt 63 „Zusammenstellung und Einbau von Wärmeübertragungssystemen“ und das Informationsblatt 76 „Dokumentation der Flächenheizung/-kühlung in Wohngebäuden“ 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 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 ergibt sich allein durch die Modernisierung der Wärmeübergabe ein CO₂-Einsparpotenzial von bis zu 5,5 Mio. t pro Jahr bei Absenkung der Vorlauftemperaturen auf 35°C bei entsprechender Optimierung. Als Niedertemperatursystem ist es die Flächenheizung/-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 Wärmeüberträger zwei Funktionen in einem System: Heizen im Winter und Kühlen im Sommer. Damit werden ganzjährig thermische Behaglichkeit, Energieeffizienz und Integration erneuerbarer Energien begünstigt.

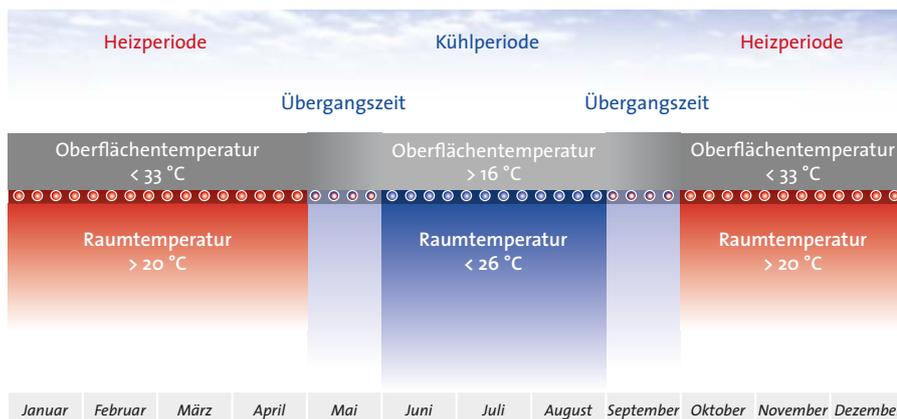


Abbildung 1: Doppelnutzen der Deckenheizung/-kühlung: Heizen im Winter und Kühlen im Sommer; Quelle: BDH

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
Internet: www.bdh-industrie.de

1	Einleitung	1
2	Planung	3
2.1	Heiz-/Kühllast und Heiz-/Kühlleistung	3
2.2	Wärmeverteilschicht	4
2.3	Systemkomponenten	5
2.4	Planungsablauf	5
3	Ausführung und Aufbau	6
3.1	Konstruktionsvarianten	7
3.2	Systembeschreibungen	8
3.2.1	Nassbauweise	8
	Schienensystem	8
3.2.2	Trockenbau	9
	Modulbauweise	9
	Registerbauweise	10
3.2.3	Weitere Systeme	11
3.3	Bauliche Voraussetzungen	11
3.3.1	Tragender Untergrund	12
3.3.2	Ausgleichsschichten	12
3.3.3	Wärmedämmung	12
3.3.4	Wand- und Deckenputze (DIN 18550)	13
3.3.5	Funktionsheizen	14
3.3.6	Wandbeläge/-verkleidungen	14
3.4	Wand- oder Deckenheizung/-kühlung?	15
4	Wand- und Deckenkühlung	16
4.1	Die Anköhlung	17
4.2	Die Vollkühlung	17
4.3	Passive und aktive Kühlung	17
5	Heiz-/Kühlkreisverteiler	17
5.1	Vorlauftemperatur	18
5.2	Heiz-/Kühlkreisverteiler	18
5.3	Einzelraumregelung	19
5.4	Hydraulischer Abgleich	19
6	Inbetriebnahme	20
6.1	Dokumentation	21
6.2	Nachweise	21
6.3	Betreibereinweisung	21
7	Systemgedanke	21
8	Förderprogramme	22
9	Fazit	22
	Literaturhinweise	23



2 Planung

Die Planung der Wärmeübergabe beginnt mit der Entwurfsplanung auf Basis der Heizlast (DIN EN 12831 „Energetische Bewertung von Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast“) und je nach Anforderungen unter Berücksichtigung der Kühllast (VDI 2078 „Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung Kühllast und Jahressimulation)“) des Gebäudes.

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“.

Darüber hinaus sind allgemeine und systemspezifische Anforderungen zur Berechnung der Heiz- und/oder Kühllast, sowie zur Festlegung der Systemauswahl erforderlich. Dementsprechend sind auch die Betriebsweisen der Wand- und Deckenheizung/-kühlung festzulegen und wie folgt zu unterscheiden:

- Heizen (nur Heizbetrieb)
- Heizen und Ankühlen (Auslegung nach der Heizlast DIN EN 12831)
- Heizen und Vollkühlen (Auslegung nach der Kühllast (VDI 2078))

und in einer Baubeschreibung zusammenzufassen. Die Unterscheidung der beiden Kühlfunktionen „Ankühlen“ und „Vollkühlen“ ist in Kapitel 4 beschrieben.

In diesem Zusammenhang werden im Heizfall nicht nur die normativ vorgegebene Außentemperatur entsprechend der jeweiligen Klimazone, sondern auch die in den Räumen sicherzustellenden Raumtemperaturen als grundlegende Rahmenbedingungen festgelegt.

Diese Grundlagen sind mit den Bauherren abzustimmen und zu dokumentieren. Hierzu dient zuerst die objektspezifisch erstellte Raumliste, in der jeder einzelne Raum einer Wohn- oder Nutzungseinheit aufgeführt ist, und die das gesamte Bauvorhaben von der Entwurfsplanung über die Ausführungsplanung bis zur Inbetriebnahme und Übergabe begleitet. Über die Planung hinaus ist auch die Gewerke-Koordination notwendig. Bei der Wand und Deckenheizung/-kühlung muss sich der Anlagenmechaniker SHK mit dem Trockenbauer, Verputzer, oder Leimbauer, aber auch mit dem Elektriker abstimmen.

Hinweis: Bei der Planung einer Wand- und Deckenheizung/-kühlung ist stets der gesamte Wand-, bzw. Deckenaufbau zu betrachten. Dies gilt für etwaige Wandbeläge (z.B. Fliesen) ebenso wie für ggf. notwendige Ausgleichsschichten und Installationsebenen unterhalb der Systemrohbene

2.1 Heiz-/Kühllast und Heiz-/Kühlleistung

Die Wand- und Deckenheizung/-kühlung kompensiert mit ihren Leistungen die Heiz- und/oder Kühllast.

Im Neubau betragen die Heizlasten in der Regel kaum mehr als ca. 30 W/m². Im Altbau sind die Heizlasten in der Regel höher und hängen im Wesentlichen vom Baujahr und der Bauart des Gebäudes ab. Die spezifischen Heizlasten können typischerweise etwa 80 W/m² und mehr betragen. Grundsätzlich ist die Frage zu klären, ob die notwendige Heizlast mit einer Fläche für die Wand- oder Deckenheizung kompensiert werden kann, oder ob zusätzlich erforderliche Sekundärflächen notwendig sind. Die nebenstehende Tabelle zu den thermischen Kennwerten zeigt neben der spezifischen Wärmeleistung auch die diesbezüglichen Unterschiede von Wand- und Deckensystemen in Abhängigkeit des Wärmeübergangskoeffizienten α aufgrund der vertikalen bzw. horizontalen Positionierung.

	Oberflächentemp. ϑ_f am Bauteil in °C		Wärmeübergangskoeffizient α am Bauteil in W/(m ² · K)		Max. spezifische Leistung q_H in W/m ²	
	beim Heizen	min. beim Kühlen	Heizung	Kühlung	Heizung bei ϑ_i 20 °C	Kühlung bei ϑ_i 26 °C
Wand	< 40	> 16	8	8	ca. 160	ca. 65
Decke*	< 33	> 16	6,5	10,8	ca. 60	ca. 85

Tabelle 1: Thermische Kennwerte inklusive Flächen-/Leistungsbezüge der Wand- und Deckenheizung/-kühlung; Werte in Anlehnung an DIN EN 1264 und DIN ISO 7730; Quelle: BDH

Die spezifischen Kühllasten von Nicht-Wohngebäuden betragen in der Regel typischerweise ca. 60 W/m². Die Kühllast wird aber durch weitere Faktoren wie Fensterflächenanteil, U-Werte der Baustoffe und Baukonstruktion, Sonneneinstrahlung oder innere Lasten beeinflusst und diese können zu einer höheren Kühllast führen. Wohngebäude weisen in der Regel eine deutlich geringere Kühllast auf, welche oft schon mit der Anköhlleistung (siehe 4.1) kompensiert werden kann.

Wie die Fußbodenheizung/-kühlung unterliegt auch die Deckenheizung/-kühlung einer Begrenzung der maximalen Oberflächentemperatur (siehe Tabelle 1). In Randbereichen, bzw. Bereichen, wo sich der Mensch nicht dauerhaft aufhält, kann die maximale Oberflächentemperatur erhöht werden. Bei der Deckenheizung/-kühlung gilt die maximale Oberflächentemperatur bei einer lichten Raumhöhe von 2,60 Meter. Bei größeren Raumhöhen kann die maximale Oberflächentemperatur in Abhängigkeit der Raumhöhe erhöht werden. Das Einhalten der normativen Grenzwerte der zulässigen Strahlungstemperatur-Asymmetrie ist dann nachzuweisen.

Hinweis: Die Wandheizung/-kühlung unterliegt keiner Oberflächentemperaturbegrenzung. Die DIN EN 1264 empfiehlt eine maximale Oberflächentemperatur der Wandheizung von 40°C. Dies bietet besonders in der Modernisierung einen leistungsspezifischen Spielraum (Im Kühlobetrieb ist ein Taupunktwächter zu integrieren - siehe Kapitel 4).

2.2 Wärmeverteilschicht

Die Wand- und Deckenheizung/-kühlung wirkt über die im Aufbau der Wärmeverteilschicht aus Putzen oder Trockenbauelementen an Wänden und Decken integrierten Systemrohre. Ziel ist es im Heizbetrieb mittels Übertemperatur und im Kühlobetrieb mittels einer Untertemperatur an den jeweiligen Oberflächen zum Raum herzustellen. Dabei ist die Zielsetzung eine gleichmäßige thermische Aktivierung der Oberfläche als mittlere Oberflächentemperatur ($t_{F,M}$) über die jeweilige Wärmeübergabefläche Wand und/oder Decke zu erreichen. Je größer die Temperaturdifferenz zwischen Raumtemperatur und Oberflächentemperatur, desto höher ist die wirksame Wärmestromdichte. Im Gegensatz zur Fußbodenheizung/-kühlung ist die Wärmeverteilschicht bei der Wand- und Deckenheizung/-kühlung in der Regel keine Lastverteilschicht.

Je größer die Temperaturdifferenz zwischen Raumtemperatur und Oberflächentemperatur, desto höher ist die wirksame Wärmestromdichte.

Die Wärmestromdichte q in W/m² ist die relevante Leistungsgröße.

Wie groß der Wärmestrom durch eine Schicht eines Bauteils ist, hängt neben der Temperaturdifferenz auch von der Wärmeleitfähigkeit des Materials und der Bauteilstärke ab. So lässt sich die Wärmestromdichte gemäß Basis-Kennlinie (DIN EN 1264-1) über folgende Formel ermitteln:

$$q = 8,92(t_{OF,m} - t_i)^{1,1}$$

$t_{OF,m}$ = mittlere Wand- bzw. Deckenoberflächentemperatur

t_i = Raumtemperatur

Zur vereinfachten Berechnung der Wärmestromdichte q ohne Exponenten, nennt DIN EN 1264-5 (siehe Tabelle 1) einen Wärmeübergangskoeffizienten α für

Deckenheizung: 6,5 W/(m²K)

*die Werte beziehen sich auf Räume mit einer Höhe von $\leq 2,7$ m entsprechend der DIN EN 1264.



Deckenkühlung: $10,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Beispiel für Heizfall: $q_H = 6,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times (29^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 6,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 9 \text{ K} = 58,5 \text{ W}/\text{m}^2$

Bei der Wandheizung/-kühlung gilt der Wärmeübergangskoeffizient α für beide Betriebsarten.

Wandheizung: $8,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Wandkühlung: $8,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Beispiel für Heizfall: $q_H = 8,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times (40^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 8,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 20 \text{ K} = 160,0 \text{ W}/\text{m}^2$

Beispiele für den Kühlbetrieb - siehe Kapitel 4.

2.3 Systemkomponenten

Die Wand- und Deckenheizung/-kühlung besteht in der Regel aus den nachfolgenden Komponenten:

1. Wärmeübertragungsfläche inkl. Befestigung sowie etwaige Systemplatten/-profile
2. Systemrohre der Wärmeübergabeflächen (Heiz-/Kühlkreise) innerhalb der Wärmeverteilungsschicht
3. Durchlaufende Zuleitungen der Heiz-/Kühlkreise inklusive Anschlüsse am Heiz-/Kühlkreisverteiler
4. Heiz-/Kühlkreisverteiler inklusive Stellmotoren und Armaturen, Abspereinheiten und Einrichtungen zum Füllen/Entleeren, Spülen und Entlüften sowie zur Durchführung des hydraulischen Abgleichs
5. Regeleinheit zum Anschluss der Stellmotoren; sowohl drahtgebunden als auch drahtlose Funkregelung (Einzelraumtemperaturregelung, Taupunktwachter, etc.)

Die systemische Abstimmung sämtlicher Komponenten der Wärmeübergabe entspricht ebenso dem Systemgedanken, wie des Gesamtsystems aus Wärme- bzw. Kälteerzeugung/-bereitstellung, Wärme-, bzw. Kälteverteilung und Wärme-/Kälteübergabe. Hieraus resultiert nicht nur Planungssicherheit inklusive der Unterstützung von Systemherstellern, sondern auch Funktions- und Betriebssicherheit.



Abbildung 2: Abgestimmte Systemkomponenten und Planungsservice der Systemhersteller bilden die Grundlage für ein effizientes System; Quelle: BDH

2.4 Planungsablauf

Der Planungsablauf umfasst sämtliche Vorbereitungen zur Ausführung entsprechend den festgelegten Planungsgrundlagen.

- Raumliste 1 - Ergebnisse aus Architektur 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.
- Funktionale Baubeschreibung mit sämtlichen Auslegungsparametern zur Regelungsstrategie und Betriebsweise (nur Heizen, Heizen und Ankühlen, Heizen und Vollkühlen, drahtgebundene, oder funkbasierte Einzelraumtemperaturregelung).

- Positionierung des Heiz-/Kühlkreisverteilers an möglichst zentraler Stelle, um annähernd gleichlange durchlaufende Zuleitungen zu ermöglichen. Sollte eine zentrale Positionierung nicht möglich sein, oder bei großen Grundrissen, sind entsprechend der betreffenden Grundrissaufteilung mehrere Heiz-/Kühlkreisverteiler zu positionieren. Siehe auch „Technisches Merkblatt Lage des Verteilers und Verlegung von Anbindeleitungen“ (<https://www.flaechenheizung-bdh.de/service/downloads>).
- Verlegeplan - (mit Bezeichnung der Zuordnung aus der Raumliste 2 und Kennzeichnung besonderer Merkmale und Positionen, wie Integration von haustechnischen Komponenten, Raumluft- und Beleuchtungstechnik, Rauchmelder, usw.), sowie Hinweisen zur Schnittstellenkoordination mit allen beteiligten Gewerken.
- Im Kühlfall ist die Planung des Taupunktwachstums besonders zu beachten. Dabei müssen die verschiedenen technischen Konzepte der Hersteller berücksichtigt und entsprechend ausgewählt werden.

Hinweis: Die Leitungsführung und Positionierung von Gerätedosen der Elektroinstallation ist bei der Wandheizung/-kühlung im besonderen Maße zu beachten.

Der Verlegeplan umfasst neben der Festlegung der Belegungsflächen auch Einbauten (z.B. Steckdosen, Kabelauslässe, Luftauslässe, Beleuchtungstechnik) in den jeweiligen Belegungsflächen, ebenso wie die hierfür notwendigen Leitungsführungen.

Dementsprechend ist der Verlegeplan mit sämtlichen betroffenen Gewerken abzustimmen und über die Bauleitung an alle Beteiligten vor Beginn der Montagearbeiten auszuhändigen.

Etwaige Änderungen während des Baugeschehens sind im Verlegeplan einzutragen, um diesen nach Abschluss der Arbeiten mit der tatsächlichen Einbausituation (z.B. die tatsächlichen Systemrohrängen der Heiz-/Kühlkreise) abzugleichen und als Bestandsplan in die Dokumentation mit aufzunehmen.

3 Ausführung und Aufbau

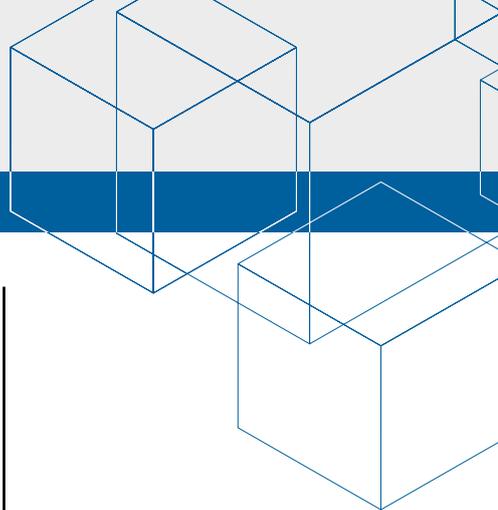
Die Ausführung und der Aufbau einer Wand- und Deckenheizung/-kühlung sind nach den gültigen Gesetzen (z.B. Gebäudeenergiegesetz (GEG)), Verordnungen (z.B. Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB)), Normen und Richtlinien vorzunehmen.

Grundsätzlich stehen für den Einbau einer Wand- und Deckenheizung/-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.

Übersicht der Nass- und Trockenbauweise der Wand- und Deckenheizung/-kühlung		
	Wandheizung/-kühlung	Deckenheizung/-kühlung
Nassbauweise (Schienensystem)	Ja	Ja
Nassbauweise (Tacker-, Noppen- und Klettsystem)	Nein	Nein
Nassbauweise (Dünnschichtsystem)	Nein	Nein
Modul-Trockenbauweise	Ja	Ja
Register-Trockenbauweise	Ja	Ja
Schienensystem-Trockenbauweise	Nein	Ja

Tabelle 2: Tabelle mit Übersicht zu den verschiedenen Systemen der Flächenheizung/-kühlung; Quelle: BDH

¹ Die Bauarten C und D werden in diesem Informationsblatt nicht behandelt.



Ergänzend zu der in Tabelle 2 dargestellten Übersicht über den Einsatz von typischen Systemen an Wand und Decke, bieten die Hersteller teilweise weitere Systemlösungen (z.B. nach Bauart C oder D der EN 1264) an (siehe auch Abschnitt 3.2.3).

Hinweis: Wie bei jedem wassergeführten System ist auch für die Wand- und Deckenheizung/-kühlung nach Fertigstellung eine Dichtigkeitsprüfung gemäß DIN EN 1264 Teil 4 „Installation“ durchzuführen und zu dokumentieren.

3.1 Konstruktionsvarianten

- **Bauart A:** Bei dieser Bauart sind die Systemrohre bei der Wand- und Deckenheizung/-kühlung in der Wärmeverteilschicht angeordnet. Für den Trockenbau entspricht die Modulbauweise der Bauart A, da die Systemrohre sich bereits in der Trockenbauplatte befinden. Die Trockenbau-Modulbauweise ist nur an Wänden und Decken üblich.
- **Bauart B:** Bei Bauart B befinden sich die Systemrohre unter der Wärmeverteilschicht direkt in der Systemplatte. Bei dieser Bauart werden an Wand und Decke Trockenbauplatten als Wärmeverteilschichten genutzt. Bei trocken verlegten Systemen erfordert die Wärmeübertragung an die Wärmeverteilschicht zusätzliche Wärmeleit-einrichtungen, z. B. Wärmeleitbleche.

Die Trockenbau-Registerbauweise entspricht der Bauart B, da die Systemrohre sich unter der Wärmeverteilschicht in der Systemplatte befinden und ist für die Anwendung an Wand und Decke geeignet. Über Wärmeleitbleche wird als Wärmeleit-einrichtung die Wärme auf die Wärmeverteilschicht übertragen.

Hinweis: Für Wand- und Deckenputze sind die DIN 18350 „VOB Vergabe- und Vertrags-ordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Putz- und Stuckarbeiten“, sowie die DIN 18550 „Planung, Zube-ereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen“ zu berücksichtigen.

In den Tabelle 3 und 4 werden praxisgerechte Ausführungsvarianten für Wand und De-cke mit den dazugehörigen Komponenten gezeigt. Unterschieden wird hier nach den Bauarten A und B, wie oben beschrieben.

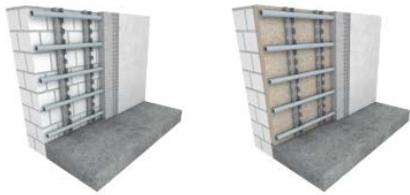
Beispiele Aufbauten Wand	Bauart A nach DIN EN 1264	Bauart B nach DIN EN 1264
Nassbau 		
Trockenbau 		

Tabelle 3: Praxisbeispiele für die Wand; Quelle: BDH

Beispiele Aufbauten Decke	Bauart A nach DIN EN 1264	Bauart B nach DIN EN 1264
Nassbau 		
Trockenbau 		

Tabelle 4: Praxisbeispiele für die Decke; Quelle: BDH

3.2 Systembeschreibungen

Die Wand- und Deckenheizung/-kühlung kann in Nass- und Trockenbauweise zur Anwendung kommen.

3.2.1 Nassbau

- Schienensystem

Das Schienensystem ermöglicht in der Nassbauweise (Bauart A) die Positionierung an Wand und Decke. Dabei dient die Systemschiene, neben der Leitungsführung mit entsprechenden Verlegeabständen, auch als Befestigungsschiene für die Wand- und Deckenheizung/-kühlung.

Für die Montage in Wand oder Decke sind die Anforderungen an die Dämmung gesondert zu prüfen. Anstelle einer Trittschall-Dämmung, die weder an der Wand noch an der Decke notwendig ist, kann stattdessen eine Wärme-Dämmung als Systemplatte mit dem Schienensystem kombiniert werden. Bei einer Wand- oder Deckenheizung/-kühlung gegen unbeheizt, gering beheizt, oder gegen außen, ist der systembedingte Mindest-Wärmeschutz, wie in Kapitel 3.3.3 beschrieben, zu beachten.

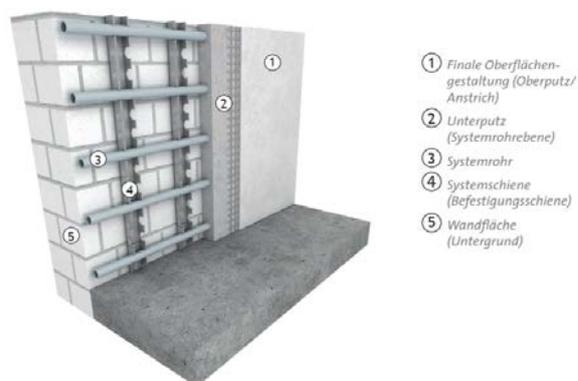


Abbildung 3: Wandaufbau Schienensystem; Quelle: BDH

Grundsätzlich ist auch das Schienensystem für Wand- und Deckenflächen dämmstoff-unabhängig und besteht daher im Wesentlichen aus dem Systemrohr und die dazu passenden Befestigungsschienen, um eine eigenstabile Montage des Systemrohres an putzfähigen Wand- und Deckenflächen zu ermöglichen.



- ① Finale Oberflächen-gestaltung (Oberputz/Anstrich)
- ② Unterputz (Systemrohr-ebene)
- ③ Systemrohr
- ④ Systemschiene (Befestigungsschiene)
- ⑤ Deckenfläche (Untergrund)

Abbildung 4: Deckenaufbau Schienensystem; Quelle: BDH

3.2.2 Trockenbau

Für den Trockenbau stehen zwei Bauweisen der Wand- und Deckenheizung/-kühlung als Modul- und Registerbauweise zu Verfügung.

• Modulbauweise

Die Modulbauweise entspricht der Bauart A, da sich die Systemrohre innerhalb einer Trockenbauplatte (Wärmeverteilschicht) befinden. Mit der Modulbauweise bieten sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten an Wand- und Deckenflächen in Neu- und Altbau. Die Module können sowohl geklebt als auch direkt auf Holzflächen, Holzrahmen oder C-Profilschienen, etc. eigenstabil verschraubt werden. Ebenso kann die Modulbauweise für Verkleidungen, Vorsatzschalen und dergleichen angewendet werden. Desgleichen können auch raumtrennende Wände in der Trocken- oder Leichtbauweise direkt mit den Modulen beplankt werden.



- ① Finale Oberflächen-gestaltung (Oberputz/Anstrich)
- ② Modul (Trockenbau-platte mit integriertem Systemrohr)
- ③ Systemrohr
- ④ Unterkonstruktion (z. B. Holz, C-Profil)
- ⑤ Wandfläche (Untergrund)

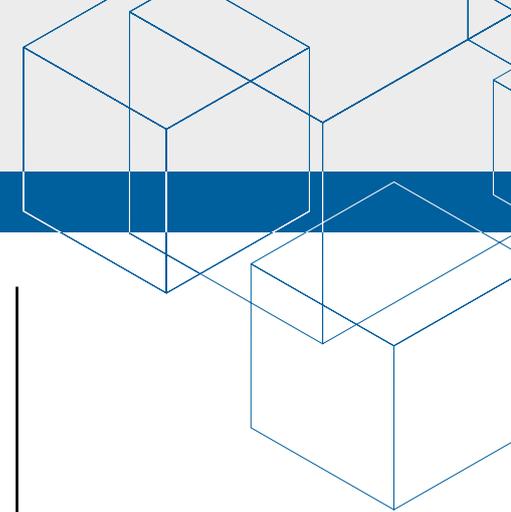
Abbildung 5: Wandaufbau Modulbauweise; Quelle: BDH

Die einzelnen Module werden zu einem Wärmeübergabekreis miteinander verbunden und am Heiz-/Kühlkreisverteiler angeschlossen. Es ist auf die maximale Anzahl von Modulen pro Wärmeübergabekreis sowie die Herstellerangaben zu achten.



- ① Finale Oberflächen-gestaltung (Oberputz/Anstrich)
- ② Modul (Trockenbau-platte mit integriertem Systemrohr)
- ③ Systemrohr
- ④ Unterkonstruktion (z. B. Holz, C-Profil)
- ⑤ Deckenfläche (Untergrund)

Abbildung 6: Deckenaufbau Modulbauweise; Quelle: BDH



- Registerbauweise

Die Registerbauweise entspricht der Bauart B da sich die Systemrohre unterhalb einer Trockenbauplatte (Wärmeverteilschicht) befinden. Die Systemplatten der Registerbauweise für den Trockenbau bestehen in der Regel aus einem Dämmstoff und besitzen vorgeformte Absenkungen/Vertiefungen, in denen zur besseren Wärmeübertragung passend geformte Wärmeleitbleche integriert werden. Entsprechend der Anwendung an Wand und Decke wirkt die Dämmung nicht als Trittschalldämmung wie am Boden, sondern als Wärmedämmung. In die Wärmeleitbleche werden dann die Systemrohre materialschlüssig eingesetzt und am Heiz-/Kühlkreisverteiler angeschlossen.



Abbildung 7: Wandaufbau Registerbauweise; Quelle: BDH

Die Leitungsführung erfolgt analog zu der Nassbauweise in der Regel ohne zusätzliche Verbindungsstellen der Systemrohre als durchlaufende Leitungen auf direktem Wege zu einem Heiz-/Kühlkreis direkt vom Vorlaufverteiler zum Rücklaufsammler des Heiz-/Kühlkreisverteilers.



Abbildung 8: Deckenaufbau Registerbauweise; Quelle: BDH

Die Systemplatte der Registerbauweise benötigt einen ebenen, und haftfähigen Untergrund, um diese an Wand und Decke kleben und schrauben zu können. Auf die Ebenheit der Unterkonstruktion und der Integration und Positionierung der Trockenbauplatten ist im besonderen Maße zu achten, um eine optimale Wärmeübergabe zwischen Systemrohr, Wärmeleitblech und Trockenbauplatte (Wärmeverteilschicht) zu ermöglichen. Die Systemplatte der Registerbauweise können sich in der Festigkeit unterscheiden, was u.a. in den Materialien, sowie des Dämmstoffes begründet ist. Bei Panelsystemen können Systemplatten auf Unterkonstruktionen (Lattung, Metallprofile) fixiert werden, und Nachteile des Untergrunds kompensieren (siehe auch Abschnitt 3.2.3).

Die Wand- und Deckenheizung/-kühlung kann auch an Dachschrägen angebracht werden. Hierfür bietet sich die Trockenbauweise im besonderen Maße an, aber auch die Nassbauweise ist möglich.

Bei den Trockenbauweisen ist eine Armierung sämtlicher Stöße notwendig, um an diesen Stellen Spannungsrisse zu vermeiden. In der Regel wird anschließend ein abschließender, dünnlagiger Oberputz aufgetragen, der sodann die Wärmeverteilschicht abschließt.



3.2.3 Weitere Systeme

Neben den verbreiteten und hier dargestellten Standardsystemen gibt es auch normkonforme herstellerspezifische Systemlösungen. Dies betrifft u.a. auch die Abmessungen der Modulbauweise und Konstruktionsvarianten der Registerbauweise. Deren Besonderheiten und Anwendungsmerkmale sind bei den Herstellern zu erfragen.

Die Abbildung 9 zeigt ein weiteres System, welches ebenfalls normkonform ist. Die Schienensystem-Trockenbauweise entspricht der Bauart B für den Trockenbau der Deckenheizung/-kühlung, da sich die Systemrohre unterhalb der Wärmeverteilschicht an der Decke befinden. Dieses System unterscheidet sich von der Registerbauweise dahingehend, dass es keine Systemplatte und keine Wärmeleitbleche enthält. Dementsprechend kann bei diesem System ein engerer Verlegeabstand realisiert werden.

Die Systemrohre können entweder frei verlegt werden, oder vom Hersteller als vorgefertigte Module eingesetzt werden. Wichtig ist auf einen entsprechenden Kontakt der Trockenbauplatte mit den Systemrohren zu achten. Mit diesem System können ebenso wie bei der Modulbauweise auch abgehängte Decken realisiert werden. Die Montageanleitung des Herstellers ist zu berücksichtigen.



Abbildung 9: Deckenaufbau „Schienensystem-Trockenbauweise“; Quelle: BDH

3.3 Bauliche Voraussetzungen

Je nach Nutzung der verschiedenen Räume sind bei der Wand- und Deckenheizung/-kühlung die erforderlichen Aufbauhöhen an Wand- und/oder Decke zu definieren und durch die Geschosshöhenkontrolle, sowie Einbauten in Wandflächen (Türrahmen, Fensterbänke, Elektroinstallation, usw.) zu überprüfen. Bei der Wandheizung/-kühlung ist es die Aufbauhöhe an den Wandflächen, die zu beachten sind. 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 Wand- und Deckenheizung/-kühlung enthalten sind. In allen Räumen muss von der Bauleitung deutlich sichtbar der Meterriss gekennzeichnet sein.

Der Einbau einer Wand- und Deckenheizung/-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 Putz der Wärmeverteilschicht oderentsprechende Trockenbauelemente vor Schäden durch Nässe, extremen Temperaturschwankungen und Zugluft zu schützen. Die Montage der haustechnischen Installationen ist an allen Wand- und Deckenflächen abzuschließen. Schlitze sind zu verputzen und eventuelle Innenputzarbeiten müssen bis zum Rohfußboden abgeschlossen und abgetrocknet sein. Angrenzende Flächen sind für die Montage zu schützen.

Hinweis: Starke Temperaturschwankungen und unterschiedliche Lichteinstrahlungen sollten nach Aufbringen der Wärmeverteilschichten in Nassbauweise vermieden werden. Diese können ggf. je nach Putzart, zu einem zu schnellen, bzw. ungleichmäßigem Austrocknen des Wand- und/oder Deckenputzes führen, was zu unerwünschten Rissen führen kann.

3.3.1 Tragender Untergrund

Die Wände und Decken müssen den Anforderungen der DIN 18550 (Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen) entsprechen sowie, den statischen Anforderungen zur eigenstabilen Befestigung der Systemrohre, bzw. Systemplatten den benötigten System- und Materiallasten entsprechend, ausreichend trocken und fest sein. Der Untergrund ist vor der Montage des Systems auf Haftfestigkeit der Wärmeverteilungsschicht (Putze) zu prüfen und ggf. ein entsprechender Haftgrund aufzubringen.

Eventuelle Ungleichheiten an den Wand- und Deckenflächen sind vor der Montage auszugleichen, um besonders bei Klebeverfahren der Trockenbau-Modulbauweise, einen gleichmäßigen und flächenebenen Aufbau für flächenbezogene Befestigungssysteme zu ermöglichen und Lufteinschlüsse zu vermeiden.

Die Oberfläche muss für die Montage der Systemplatte oder Befestigungsschienen vorbereitet sein und darf keine größeren Unebenheiten aufweisen, Grundlage bilden hierfür die Werte, die in der DIN 18202 „Toleranzen im Hochbau – Bauwerke“ festgehalten sind.

Hinweis: Für Putzanwendungen im Nassbau ist hinsichtlich der Vorbehandlung von Putzuntergründen die DIN EN 13914-2, Tabelle 3 zu beachten.

Hinweis: Für Anwendungen im Trockenbau sind neben der Ebenheit auf ausreichende Befestigungspunkte für die Montage der Modulbauweise zu achten.

3.3.2 Ausgleichsschichten

Entspricht der Untergrund nicht den geforderten Ebenheitstoleranzen, so muss dies durch einen Niveaueausgleich korrigiert werden. Dies gilt insbesondere auch für das Klebeverfahren an bestehenden Wand- oder Deckenflächen.

Eventuelle Rohrleitungen oder Installationen auf den Wand- und Deckenflächen sind zu befestigen und anschließend mittels einer Ausgleichsschicht als ebene Fläche zur vollflächigen Aufnahme des Systemaufbaus abzuschließen. Nur ein ebener Untergrund ermöglicht einen gleichmäßigen Aufbau von Systemrohr und Wärmeverteilungsschicht.

Die Betrachtung des Untergrundes hinsichtlich der Ebenheit, aber auch der Haftung und Tragfähigkeit sind im Vorfeld der Ausführungsarbeiten mit allen beteiligten Gewerken abzustimmen und festzulegen. Notwendige Vorarbeiten sind im Bauablauf zu berücksichtigen.

Hinweis: Es müssen alle Vorarbeiten für den Putzauftrag an der Wand- oder Deckenfläche vorgenommen sein, bevor das System der Wandheizung/-kühlung bzw. Deckenheizung/-kühlung montiert wird.

3.3.3 Wärmedämmung

Bei der Wand- und Deckenheizung/-kühlung ist im Unterschied zur Fußbodenheizung/-kühlung keine Trittschalldämmung notwendig. Allerdings kann eine Wärmedämmung notwendig sein, z.B. bei Wand- und Deckenflächen gegen minder- und unbeheizt, gegen Erdreich oder Außenluft.

Hinsichtlich der Wärmedämmung einer Flächenheizung/-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 Wärmedämmung ist für die wirtschaftliche und komfortable Nutzung einer Flächenheizung/-kühlung unerlässlich. Das aktuelle GEG beinhaltet keine Vorgaben zum spezifischen U-Wert für eine Wand- und Deckenheizung/-kühlung, sondern fordert eine Begrenzung des spezifischen Transmissionswärmeverlustes der Gebäudehülle und des maximal zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs.

Architekten, Planern und Heizungsbauern bietet dies Möglichkeiten, die Dämmstoffstärke bis auf den Mindestwärmeschutz frei anzupassen, die dann durch den Energieberater im Energiepass bindend festgelegt wird. 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.



Für sämtliche Systeme der Flächenheizung/-kühlung gilt der systembedingte Mindest-Wärmeschutz, um eine übermäßige Abfuhr von Wärme über die thermische Hülle zu vermeiden.

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 $m^2 K/W$	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 5: Tabelle zum systembedingten Mindest-Wärmeschutz (DIN EN 1264-4) unterhalb der Systemrohrebene; Quelle: BDH

Die Materialien der Wärmedämmung müssen geprüft sein und der Bauartzulassung entsprechen. In der Regel wird die Wärmedämmung bauseits erstellt, was eine entsprechende Schnittstellenkoordination verlangt. Es ist zu prüfen, ob diese Dämmung für den notwendigen Mindest-Wärmeschutz ausreicht. Die Bauteilstärken und Aufbauten der Wärmedämmung sind bei jedem Bauvorhaben zu prüfen und festzulegen, da diese sehr unterschiedlich ausfallen können, aber jeweils im Wesentlichen den gesamten Aufbau bestimmen.

Darüber hinaus sind die DIN 4108 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“ sowie die DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ für das jeweilige Bauvorhaben zu berücksichtigen.

Hinweis: Bei stärkeren notwendigen Dämmschichten, beispielsweise im Altbau kann eine Innendämmung notwendig sein. (Diese ist in Teil 2 dieses Informationsblattes näher beschrieben)

3.3.4 Wand- und Deckenputze

Nach Montage der Flächenheizung/-kühlung an Wänden und Decken ist eine Druckprobe zu erstellen, um die Dichtigkeit des Systems nachzuweisen. Erst nach erfolgreicher Druckprüfung, Endkontrolle und Freigabe des Heizungsbauers kann mit den Putzarbeiten begonnen werden. Nicht zuletzt aufgrund der Vielzahl von Putzsystemen, besonders für die Modernisierung, sind bei Putzarbeiten die Vorschriften der DIN 13914-2, der DIN 18550-2 sowie die Herstellerangaben einzuhalten.

Für das Verputzen von Wänden und Decken im Innenraum, stehen die bekannten Gips-, Gipskalk-, Kalk-, Kalkzement- sowie Lehmputze zur Verfügung. Zementputze sind aufgrund ihrer hohen Abbinde- und Schrumpfungspannung nicht geeignet. Gips- und Gipskalkputze (Putze und Trockenbauplatten) weisen i. d. R. die höchste Wärmedehnung auf. Trockenbauplatten bestehen in der Regel aus Gips oder Lehm und sind mit unterschiedlichen Bekleidungen in verschiedenen Maßen erhältlich. In der modulbauweise enthalten diese bereits das Systemrohr der Flächenheizung/-kühlung integriert.

Die gesamte Fläche der Wand- und Deckenheizung/-kühlung, inklusive der Oberflächengestaltung sind als ein gesamtes System zu verstehen. Der Putzaufbau muss in seiner Funktion als Wärmeverteilschicht, die Wärme aus den durchströmten Systemrohren schnell verteilen und speichern, um eine möglichst gleichmäßige Oberflächentemperatur zu erhalten. Aus diesem Grund muss das Systemrohr vollkommen vom Putzmörtel umschlossen werden, was in der Nassbauweise besonders zu beachten ist.

Putze mit einer hohen Festmörtelrohddichte entsprechen diesen Anforderungen an eine Wärmeverteilschicht im Besonderen. Allerdings ist die Wärmespeicherung bei gleicher Rohddichte auch von der Art des Bindemittels (Kalk, Ton, Gips, usw.) sowie eventuellen Zuschlägen abhängig.

- Leichtputze und Wärmedämmputze sind als Wärmeverteilschicht für die Wand- und Deckenheizung/-kühlung nicht geeignet.

- Die Putzüberdeckung des Systemrohres muss gleichmäßig(!) ausgebildet sein und sollte max. 10 mm betragen, um eine schnelle und gleichmäßige Wärmeübergabe zu ermöglichen.

In Abhängigkeit des verwendeten Putzes sind Verarbeitungsschritte und Abläufe im Aufbau der Wärmeverteilschicht (Putzschichten) vorgegeben. Gips- bzw. Gips-Kalk-Putze werden einlagig aufgebracht und sind dadurch in ihrer Auftragsdicke begrenzt. Alle anderen Putzarten können mehrlagig aufgebracht werden, wodurch hohe Putzdicken möglich sind. Weitere Hinweise zu Wand- und Deckenputzen werden in Teil 2 „Baukonstruktion“ dieses Informationsblattes behandelt.

Die Wärmeverteilschicht der Wand- und Deckenheizung/-kühlung wird mehrlagig ausgeführt. Im letzten Drittel der Gesamt-Putzdicke ist über der Systemrohrebene ein Armierungsgewebe einzubringen, welche sich an den Stößen 100 mm überlappen sollen, um Rissbildungen zu vermeiden. An angrenzenden Wand- und Deckenflächen ist in der Regel eine Trennfuge (Kellen-Schnitt) notwendig. Evtl. bauwerksseitige Fugen sollten übernommen werden.

Hinweis zum Trockenheizen von Putzflächen: In der Regel ist zur Unterstützung der Trocknung von Putzschichten möglich. Allerdings ist dies in Abhängigkeit des verwendeten Putzes mit dem Putzhersteller zu klären und dessen Empfehlungen zu beachten. Es ist dabei zu beachten, dass beim Trockenheizen lediglich die Flächen der Wärmeverteilschicht getrocknet werden.

3.3.5 Funktionsheizen

Bei der Wand- und Deckenheizung/-kühlung ist in der Regel keine Belegreifheizung notwendig wie bei der Fußbodenheizung/-kühlung. Eine Ausnahme hiervon kann bei großflächigem Fliesenbelag an Wandflächen (z.B. in Dusch- und Wellnessbereichen, o.ä.) bestehen. Die ist mit dem nachfolgenden Gewerk abzuklären.

Das Funktionsheizen einer Wand- und/oder Deckenheizung bildet den Nachweis des Heizungsbauers für die Erstellung eines mängelfreien Gewerkes) und 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 Wärmeverteilschicht wieder abzuheizen.

Für Wand- und Deckenputze beginnt das Funktionsheizen in Abhängigkeit des verwendeten Putzmörtels. Dabei sind die jeweiligen Putz-Herstellerangaben zu berücksichtigen. Es ist zu empfehlen, das Funktionsheizen nach der finalen Oberflächengestaltung, wenn das gesamte System fertiggestellt ist, durchzuführen.

Hinweis: Bei Trockenbau-Systemen kann deutlich früher mit dem Funktionsheizen begonnen werden. Ob dies bereits nach 1 Tag möglich ist, hängt von der weiteren Gestaltung der Oberfläche ab.

3.3.6 Wandbeläge/-verkleidungen

Bei der Wandheizung/-kühlung sind verschiedene Wandbeläge oder -verkleidungen möglich, die bereits bei der Planung zu berücksichtigen sind. Fliesen- oder Natursteinbeläge sind ebenso möglich wie Tapeten (siehe „Funktionsheizen“ 3.3.5), verschiedene Putztechniken oder Anstriche. Es ist jeweils der Wärmeleitwiderstand der in oder auf die Wärmeverteilschicht integrierten Materialien zu beachten.

Möbelstücke wie z.B. Sofas oder offene Wandregale können durchaus vor eine Wandheizung/-kühlung gestellt werden, wenn ein Mindestabstand von 20 mm zwischen Möbelstück und Wandfläche gewährleistet ist, um einen Wärmeübergang mittels Konvektion zu ermöglichen. Bei größeren Möbeln wie geschlossene raumhohe Schränke oder geschlossene Regale, kann die unmittelbare Wirkung der Strahlungswärme auf den Menschen (thermische Behaglichkeit) eingeschränkt sein und sollte daher nur in Ausnahmefällen angewandt werden, damit der Doppelnutzen realisiert werden kann.

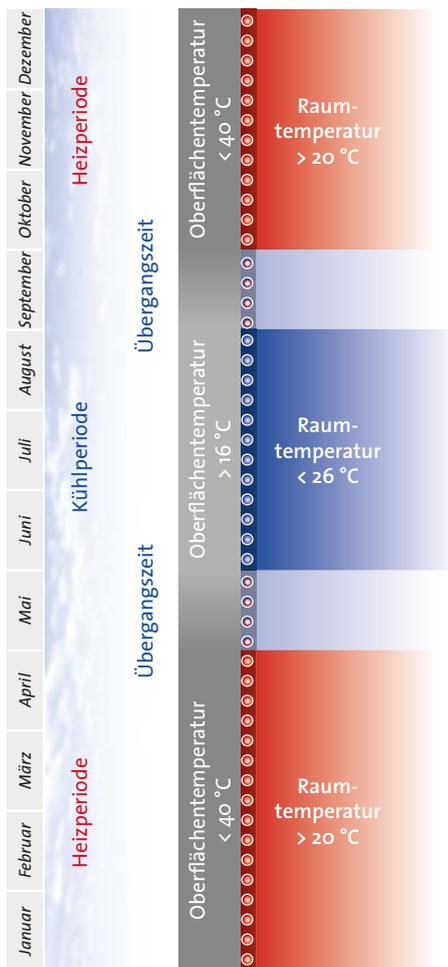


Abbildung 10: Doppelnutzen der Wandheizung/-kühlung: Heizen im Winter und Kühlen im Sommer; Quelle: BDH

Hinweis: An Flächen wo eine Wandheizung/-kühlung installiert ist, können Bohrungen für Befestigungen (Bilder, Gardinenstangen, usw.) hergestellt werden. Um ein Anbohren des Systemrohres zu vermeiden, ist das Auflegen einer Thermo-Folie (auch Thermochromie-Folie genannt) sehr zu empfehlen. Diese zeigt deutlich den Verlauf der Systemrohre und macht somit auch die Stellen in die gebohrt werden kann sichtbar.

3.4 Wand- oder Deckenheizung/-kühlung?

Erst wenn die Priorisierung der Funktion und die baulichen Gegebenheiten, inkl. Inneneinrichtung geklärt ist, kann entschieden werden, welches System der Flächenheizung/-kühlung, an Wand und/oder Decke, favorisiert wird bzw. zur Anwendung kommen soll. Neben der Positionierung der thermisch aktiven Flächen an Wand oder Decke, sind in diesem Zusammenhang auch die Aufbauhöhen der Wärmeverteilungsschicht in Abhängigkeit des Systems gleichermaßen zu berücksichtigen, wie die Fragestellung eines Nass- oder Trockenbausystems. (In Teil 2 dieses Informationsblattes werden die Aufbauhöhen anhand von Schnitt-Darstellungen erläutert.)

Nach Festlegung der Funktionsweise erfolgt die Prüfung der Flächen an Wand und/oder Decken, welche für die Flächenheizung/-kühlung genutzt werden können und ob diese ausreichend sind, um die Heizlast zu kompensieren. Grundsätzlich ist eine Kombination von verschiedenem Flächen eines Raumes möglich, wenn über eine belegte Fläche nicht vollständig die Heiz-, bzw. Kühllast kompensiert werden kann. In der Regel sind es sehr geringe Flächen, die beispielsweise bei einer Deckenanwendung noch an Wänden notwendig sind. Dies ist eher in Bestandsgebäuden und weniger im Neubau der Fall. Ebenso kann auch raumweise je nach Nutzung und Geometrie eine Unterscheidung getroffen werden. Sollten in einem Raum zu viele Wände „verstellt“ sein, wäre dies ein Argument für eine Deckenheizung/-kühlung.

Für die Deckenheizung/-kühlung ermöglicht die spezifische Heizlast schon eine deutliche Orientierung, da die Nutzfläche nahezu gleich der Deckenfläche ist. Ebenso sind bei den Deckenflächen im Gegensatz zur Fußbodenfläche auch keine Überbauungen (Belegungsfläche) zu berücksichtigen, was in der Regel einen hohen Belegungsgrad der Deckenflächen erlaubt. Dennoch ist der Deckenspiegel bezüglich etwaiger Einbauten (Leuchten, Brandmelder, Luftauslässe, etc.) zu beachten.

Im Gegensatz zur Deckenheizung können an den Wandflächen auch bei höheren Oberflächentemperaturen die Anforderungen zur thermische Behaglichkeit nach DIN EN ISO 7730 eingehalten werden. Dementsprechend kann bei Wandheizungen eine deutlich höhere spezifische Heizleistung generiert werden. Im Kühlbetrieb bieten allerdings die Deckenflächen eine höhere Kühlleistung, als es bei Wandflächen der Fall ist.

Mit den Ergebnissen aus der Planung muss bei der Auslegung die Überprüfung der baulichen Voraussetzung erfolgen. Sowohl Wand als auch Decke müssen auf Tragfähigkeit überprüft werden, mögliche Lüftungsrohre, elektrische Leitungsführung, oder anderweitige Installationsebenen erfordern einen eventuellen Höhenausgleich, bzw. konkrete Installationsebenen. Die verfügbare Raumhöhe muss bereits in der Vorplanung geprüft werden.

Bei der Nassbauweise muss ein haftfähiger Untergrund bestehen oder hergestellt werden. Dies ist insbesondere in der Modernisierung zu prüfen, bzw. eine Grundierung/ Haftgrund vorzusehen. Die Befestigungsschienen für die Systemrohre sind dauerhaft und eigenstabil zu montieren.

Bildet die Decke, oder die Wand, die mit einer Flächenheizung/-kühlung ausgestattet werden soll, die thermische Hülle gegen unbeheizte Räume, Erdreich, oder Außenluft, muss der Mindest-Wärmeschutz nach GEG in Abstimmung mit DIN EN 1264 oder DIN EN ISO 11855 sichergestellt werden (Teil 2 – Baukonstruktion). Dies gilt für Neu- und Altbau. Die thermische Hülle muss definiert sein, sowie der energetische Standard derselben.

4 Wand- und Deckenkühlung

Statt des warmen Wassers (Heizwasser) während der Heizperiode wird im Sommer gekühltes Wasser (Kühlwasser), durch das Wärmeübergabesystem geführt.

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 die thermische Behaglichkeit.

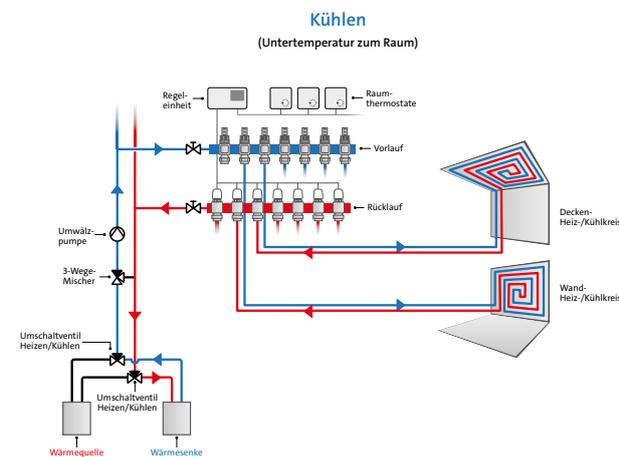


Abbildung 11: Kühlbetrieb der Wand- und Deckenheizung/-kühlung; Quelle: BDH

Sind bei der Planung notwendige Maßnahmen zur Entfeuchtung der Raumluft vorgesehen, so ist ggf. ein Feuchtfühler mit entsprechender Regelung einzuplanen.

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. (siehe Tabelle 1, sowie „Wärmeverteilungsschicht“ unter 2.2)

Deckenkühlung: $10,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Beispiel: $q_K = 10,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times (18^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}) = 10,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 8 \text{ K} = 86,4 \text{ W}/\text{m}^2$

Bei der Wandheizung/-kühlung gilt der Wärmeübergangskoeffizient α des Heizbetriebs auch für den Kühlbetrieb.

Wandkühlung: $8,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Beispiel: $q_K = 8,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times (18^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}) = 8,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 8 \text{ K} = 64,0 \text{ W}/\text{m}^2$

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.

Über die Regelfunktionen des Wärmekomforts hinaus, muss eine Regelung für den Kühlbetrieb auch die sicherheitstechnische Einrichtung eines Taupunktwächters erfüllen. Diese stellt sicher, dass die Vorlauftemperatur während des Kühlbetriebs stets oberhalb des Taupunkts geführt wird, um Tauwasserausfall in und an Bauteilen zu vermeiden. Freiliegende Leitungen, sowie Anschlussleitungen des Heiz-/Kühlkreisvertei-



lers, sowie der Wärmeverteilung, sind dampfdiffusionsdicht zu dämmen.

Hinweis: Die Heizleistung eines Systems ist nie analog der Kühlleistung, sondern aufgrund der Wärmeübergaberichtung und geringeren Temperaturdifferenz unterschiedlich. Aus diesem Grund ist die Auslegungspriorität als Planungsgrundlage festzulegen.

Die Wand- und Deckenkühlung bietet zwei verschiedene Kühlleistungen, die Ankühlung und die Vollkühlung. Der Unterschied besteht im Wesentlichen in den Verlegeabständen und Anzahl der Kühlkreise.

4.1 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 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.

Ist die zu erwartende Ankühlleistung in den entsprechenden Räumen nicht zu erreichen, muss die Auslegung für den Kühlbetrieb als „Vollkühlung“ erfolgen.

4.2 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 Rahmen der Planung einer Vollkühlung sind ggf. notwendige Maßnahmen der Entfeuchtung der Raumluft zu überprüfen.

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. Ob dies möglich ist, ist baulich zu prüfen.

Hinweis: Besteht der Wunsch einer Flächenkühlung, gilt es verbindlich zu klären, welche Art der Kühlung - Ankühlung oder Vollkühlung - gewünscht wird.

Hinweis: Die unterschiedlichen Masseströme von Ankühlung und Vollkühlung sind im Sinne des hydraulischen Abgleichs zu berücksichtigen.

4.3 Passive und aktive Kühlung

Die passive Kühlung generiert die Nutzung einer natürlichen Wärmesenke (z.B. Erdwärmesonden, Regenwasserzisternen, Grundwasser-Brunnen, usw.) und benötigt somit keine Endenergie, sondern lediglich Hilfsenergie. Die aktive Kühlung generiert eine technische Wärmesenke (z.B. reversible Wärmepumpe, Kältemaschinen, usw.) und benötigt somit sowohl Endenergie als auch Hilfsenergie.

Mit beiden Kühlsystemen kann sowohl eine Ankühlung als auch eine Vollkühlung erreicht werden. Das Kühlsystem gibt keine Auskunft über die Kühlleistung.

5 Heiz-/Kühlkreisverteiler, Regelung und Hydraulik

Die Heizlast kennzeichnet den notwendigen Wärmestrom (Übertemperatur) in den Raum zum Aufrechterhalten einer vorgegebenen Soll-Raumtemperatur. Diese entspricht der Wärmemenge je Zeiteinheit, die der warme Raum bzw. das Gebäude an die kältere Umgebung abgibt.

Analog dazu beinhaltet die Kühllast die notwendige Wärmeabfuhr (Untertemperatur) im Sommer zur Aufrechterhaltung einer vorgegebenen Soll-Raumtemperatur (Vollkühlung) oder Temperaturdifferenz (Ankühlung). In Abhängigkeit von der Außentemperatur, den inneren Lasten sowie den Eigenschaften des Gebäudes oder der Sonneneinstrahlung verändert sich die tatsächliche Heizlast bzw. Kühllast.

5.1 Vorlauftemperatur

Der Kühlbetrieb führt eine niedrige Vorlauftemperatur (z.B. 18°C), um eine Untertemperatur zum Raum herzustellen. Im Heizbetrieb wird eine hohe Vorlauftemperatur (z.B. 35°C) geführt, die eine Übertemperatur zum Raum herstellt.

Die zentrale Regelung einer Wand- und Deckenheizung/-kühlung regelt die Vorlauftemperatur in Abhängigkeit von geeigneten Führungsgrößen, z. B. Außentemperatur, so dass der aktuelle Wärmebedarf gedeckt werden kann, unnötig hohe Vorlauftemperaturen jedoch vermieden werden.

Im Kühlfall stellt die zentrale Regelung sicher, dass eine für die Kühlanwendung geeignete Vorlauftemperatur (Untertemperatur) eingehalten und zugleich die Taupunkttemperatur nicht unterschritten wird, um Kondensatbildung an Verteilungen und Übergabeflächen auszuschließen.

In der nachfolgenden Grafik ist anhand des Heizbetriebs, analog zum Kühlbetrieb (siehe Abbildung 10), der Systemaufbau beschrieben.

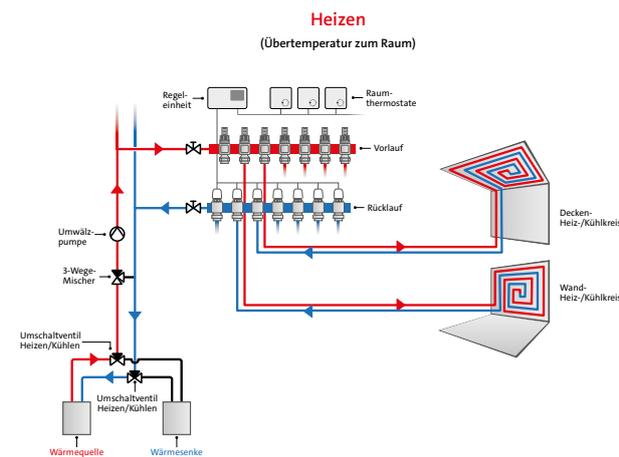
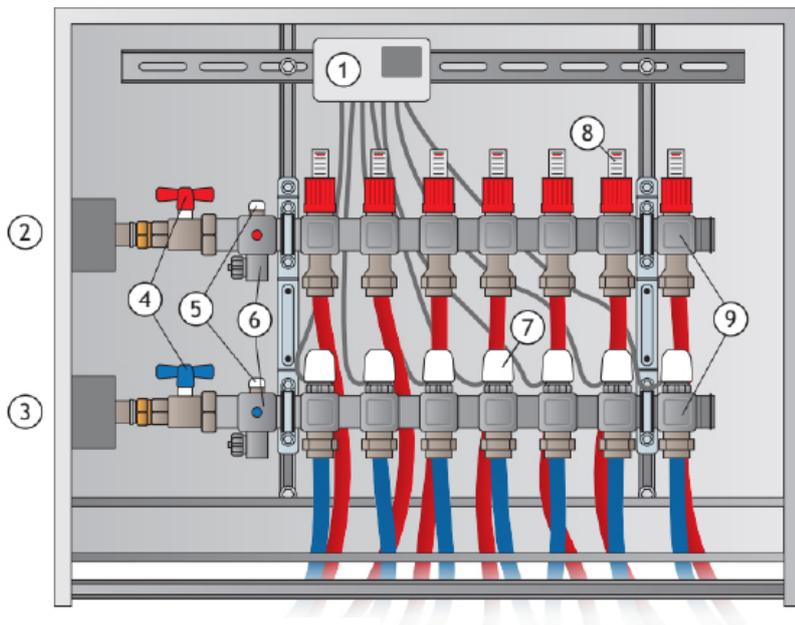


Abbildung 12: Heizbetrieb der Wand- und Deckenheizung/-kühlung; Quelle: BDH

5.2 Heiz-/Kühlkreisverteiler

Heiz-/Kühlkreisverteiler sollten möglichst zentral positioniert werden, um eine etwa gleichmäßige Aufteilung der durchlaufenden Leitungen (Anbindeleitung) zu ermöglichen. Bei größeren Flächen sind entsprechend mehrere Heiz-/Kühlkreisverteiler zu positionieren. Das Thema Anbindeleitung ist im gemeinsamen Merkblatt von BDH, BVF und ZVSHK näher erläutert. Das Technische Merkblatt steht unter <https://www.flaechenheizung-bdh.de/service/downloadszumkostenfreienDownloadzurVerfuegung>.



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

Abbildung 13: Heiz-/Kühlkreisverteiler mit sämtlichen Komponenten, inkl. Einzelraumregelung; Quelle: BDH

Die einzelnen Heiz-/Kühlkreise je Raum bzw. Gebäudeabschnitt werden an einen Heizkreisverteiler mit Vor- und Rücklaufbalken angeschlossen (siehe Abbildung 11). Jeder Heiz-/Kühlkreis besitzt ein Stellventil zur Steuerung des Massenstroms, welches mit einem elektrischen Stellantrieb ausgestattet ist. Darüber hinaus kann an jedem Heizkreis ein zusätzlicher Durchflusswiderstand eingestellt werden, siehe unten „Hydraulischer Abgleich“.

5.3 Einzelraumregelung

Raumthermostate, die vom Gesetzgeber in jedem Raum vorgeschrieben sind, erfassen die Raumtemperatur und deren Abweichung vom eingestellten Sollwert (siehe Abb. 11). Es wird ein Signal per Kabel oder Funk an die Steuereinheit im Verteilerschrank übermittelt, der entsprechende Stellantrieb 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-/Kühlregler installiert sein.

5.4 Hydraulischer 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.

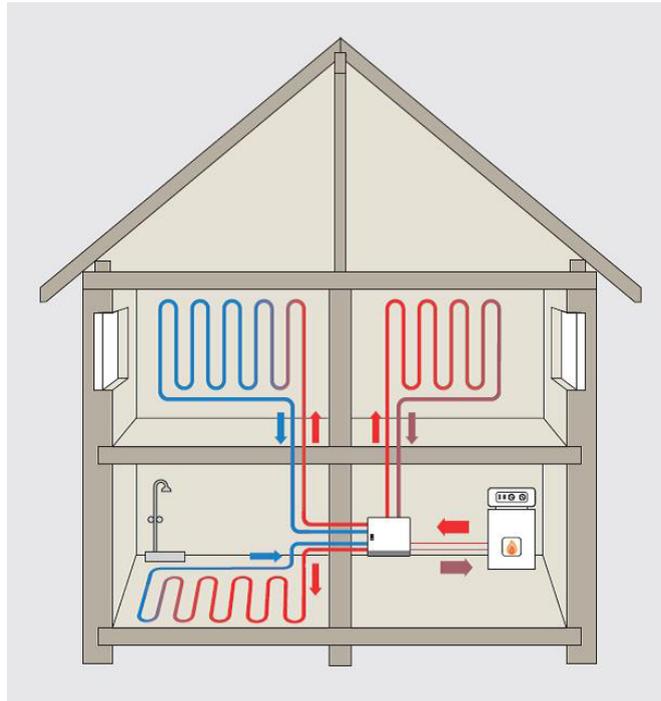


Abbildung 14: Flächenheizung – hydraulisch nicht abgeglichen; Quelle: BDH

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.

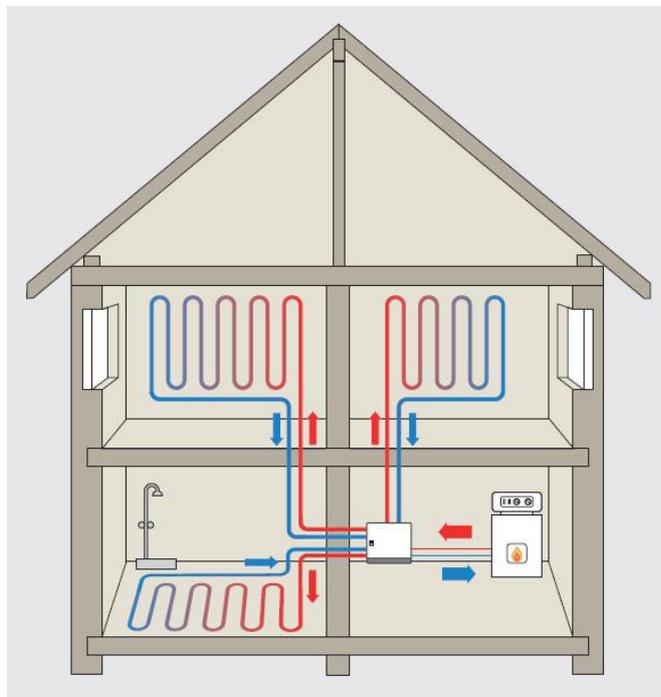
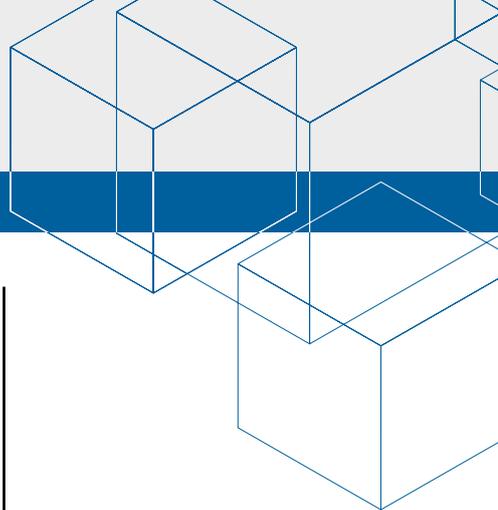


Abbildung 15: Flächenheizung – hydraulisch abgeglichen; Quelle: BDH

6 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme einer Wand- und Deckenheizung/-kühlung erfolgt nach der vollständigen Fertigstellung des Systems, inklusive Regelungstechnik (Einzelraum-/ bzw. Zonenregelung) sowie den Einstellungen zum hydraulischen Abgleich.



6.1 Dokumentation

Grundlage für die Inbetriebnahme ist die Dokumentation der gesamten Wärmeübergabe. Sie beinhaltet neben den Planungsgrundlagen, die Heiz- bzw. Kühllastberechnung, die Auslegung und Bezeichnung des Systems, wie im BDH-Informationsblatt 76 „Dokumentation der Wärmeübergabe – Flächenheizung/-kühlung“ dargestellt und erläutert.

6.2 Nachweise

Im Rahmen der Inbetriebnahme sind auch die Nachweise der erstellten Anlage, wie Dichtigkeitsprotokoll, hydraulischer Abgleich und Pumpendruck, sowie etwaige Fachunternehmererklärungen (z.B. für Förderprogramme) zu übergeben.

6.3 Betreibereinweisung

Im Rahmen der Betreibereinweisung ist eine entsprechende Person in die Funktion der Anlage einzuweisen und diese zu erklären. Dies betrifft auch die Erläuterung der verschiedenen Regelfunktionen, sowie -einstellungen zur individuellen Bedienung des Wärmekomforts.

7 Systemgedanke

Das Energieeinsparpotenzial eines modernen Heiz- und Kühlsystems kommt nur dann zum Tragen, wenn alle Komponenten aufeinander abgestimmt sind und als ein Gesamtsystem betrachtet werden. Angefangen vom Heiz- bzw. Kühlkreis, bestehend aus Rohrregister und Dämmung, über Armaturen, Rohrverbinder, hydraulische Anbindung über den Verteiler, Aktor/Stellantrieb, elektrischer Regelverteiler, Einzelraumthermostat/Einzelraumbediengerät bis zum Datenübertragungsweg (Funk/Leitung) und die Sensoren z. B. Feuchtefühler garantieren die Komponenten eines Systemanbieters die Funktionalität des Systems und geben dem Fachbetrieb die Sicherheit im Haftungsfall.

Die aufeinander abgestimmten Systemkomponenten eines Herstellers garantieren:

- die Gültigkeit der System-Planungsleistung des Herstellers
- 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

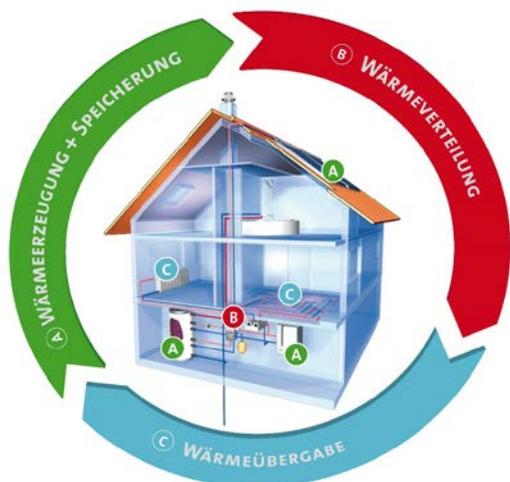


Abbildung 16: Abgestimmte Systemkomponenten und Planungsservice der Systemhersteller bilden die Grundlage für ein effizientes System; Quelle: BDH

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.

Die systemische Abstimmung sämtlicher Komponenten der Wärmeübergabe entspricht ebenso dem Systemgedanken, wie des Gesamtsystems aus Wärme-/ bzw. Kälteerzeugung/-bereitstellung, Wärme-, bzw. Kälteverteilung und Wärme-/Kälteübergabe. Hieraus resultiert nicht nur Planungssicherheit inklusive der Unterstützung von Systemherstellern, sondern auch Funktions- und Betriebssicherheit. Von den Serviceleistungen der Systemhersteller zur Planungsunterstützung profitieren Planungsbüros ebenso wie Fachhandwerksunternehmen.

8 Förderprogramme

Für einen Neubau können zinsgünstige Kredite und Zuschüsse beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) beantragt werden. Die Programme beinhalten auch die Wärmeübergabe. Darüber hinaus stehen eventuell noch regionale Förderprogramme zur Verfügung.

9 Fazit

Der Einbau einer Wand- und/oder Deckenheizung/-kühlung bietet nicht nur im Neubau, sondern ebenso in der Modernisierung von Gebäuden Energieeffizienz und thermische Behaglichkeit mit zwei Funktionen in einem System. Besonders in der Modernisierung bestehender Gebäude ist auf dieses Potenzial Energie zu sparen und Komfort zu steigern nicht zu verzichten.

Durch die niedrigen Vorlauftemperaturen eignet es sich besonders für die Kombination mit erneuerbaren Energien, wie beispielsweise einer effizienten solarthermischen Heizungsunterstützung. Damit entspricht die Wand- und Deckenheizung/-kühlung als Komponente der Wärmeübergabe den Anforderungen des GEG.

Neben der hohen Effizienz bietet eine Wand- und Deckenheizung/-kühlung eine behagliche Wärme im Winter sowie ein angenehmes Raumklima im Sommer in einem System. Vor diesem Hintergrund hat sich die Fußbodenheizung/-kühlung bereits als das führende Wärmeübergabesystem im Neubau etabliert.

Alternativ oder ergänzend bietet die Wand- und/oder Deckenheizung/-kühlung nicht nur im Neubau, sondern besonders auch im Altbau ein erweitertes Anwendungsfeld und bietet darüber hinaus in der Einheit von Wärmeverteilschicht und finaler Oberflächengestaltung wesentliche Elemente der Raumgestaltung.

Im Altbau bieten Decken- und Wandsysteme darüber hinaus ein deutlich größeres Potential, als es die Anwendungen für den Boden zulassen, da in der Regel der Bodenaufbau unberührt bleibt, sowie Einhaltung der Brüstungshöhen, etc.

Nachfolgend eine Übersicht der prägnanten Merkmale einer Wand- und Deckenheizung/-kühlung:

- wirtschaftlich und energieeffizient – mit niedrigen Vorlauftemperaturen
- energiesparend – reduzierte Raumtemperaturen möglich bei gleicher Behaglichkeit
- bezahlbar – der Einbau ist in der Regel nicht teurer als bei freien Heizflächen, z. B. Heizkörpern
- umweltfreundlich – in Kombination z. B. mit Brennwerttechnik, Wärmepumpen
- behaglich – große Wärmeflächen erzeugen eine milde Strahlungswärme
- komfortabel – im Sommer mit Kühlfunktion, als praktisch kostenloser Zusatznutzen
- großzügig – platzsparend bei einer freien Raumgestaltung
- unsichtbar – keine störenden Einflüsse auf die Raumpoptik
- sicher – keine Verletzungsgefahr durch Kanten z. B. in Kindergärten
- vielseitig – nahezu jeder Bodenbelag ist einsetzbar
- anpassungsfähig – in Boden, Wand und Decke integrierbar
- hygienisch – keine Staubverwirbelung, ideal für Asthmatiker und Stauballergiker
- sauber – keine extra Reinigung der Systemflächen nötig
- flexibel – passende Systeme im Neubau für verschiedenste Anwendungsfälle



Unter diesen Gesichtspunkten ist eine Flächenheizung/-kühlung bei einer fachgerechten Installation, nach den gültigen Normen und mit qualitativ hochwertigen Materialien, eine sinnvolle Entscheidung für die gesamte Lebensdauer des Gebäudes.



Abbildung 17: Merkmale einer Flächenheizung/-kühlung; Quelle: BDH

In Teil 2 dieses Informationsblattes „Baukonstruktion“ werden die Anforderungen an den Wärmeschutz erläutert, sowie die Bauarten und Bauweisen der Wand- und Deckenheizung/-kühlung vorgestellt. Teil 3 handelt von Inbetriebnahme und technische Dokumentation und der abschließende Teil 4 zeigt Praxisbeispiele der verschiedenen Bauweisen in Neu- und Altbau.

Literaturhinweise

[1] Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden „Einschätzung von Heiz- und Kühlsystemen bei der Wärmeübergabe im Raum“; Endbericht Februar 2021