



Visualisierung © Lindner Group

Richtlinie 15.7

Betonkern- und oberflächennahe thermische Aktivierung

Inhalt

1.	Einleitung	3
2.	Einsatzgebiete von Thermischer Bauteilaktivierung	4
3.	Konstruktiver Aufbau	5
3.1	<i>Betonkernaktivierung</i>	5
3.2	<i>Oberflächennahe Bauteilaktivierung</i>	6
3.2.1	<i>Filigrandecken</i>	7
4.	Leistungswerte	7
5.	Raumakustik	9
6.	Hydraulische Einbindung	10
6.1	<i>Zweileitersysteme</i>	11
6.2	<i>Anordnung und hydraulische Verschaltung</i>	11
6.2.1	<i>Zentrale Anordnung</i>	12
7.	Regelung	12
7.1	<i>Heizen</i>	12
7.2	<i>Kühlen</i>	12
7.3	<i>Taupunktüberwachung</i>	12
8.	Planung	13
8.1	<i>Grundlagenermittlung</i>	13
8.2	<i>Schnittstellenkoordination</i>	14
8.3	<i>Auslegungsbeispiele</i>	14
1.	<i>Beispielrechnung oberflächennahe Bauteilaktivierung am Beispiel Kapillarrohrregister in Filigrandecke</i>	14
8.4	<i>Ausschreibung</i>	16
9.	Montage von Systemen zur Thermischen Bauteilaktivierung	18
10.	Inbetriebnahme	18
11.	Abnahme / Funktionskontrolle nach VDI 6031	20
12.	Laufender Betrieb	20
13.	Normen und Regelwerke	21
14.	Literaturhinweise	22
15.	BVF Gütesiegel und spezialisierte Anbieter	23

1. Einleitung

Schon früh im Planungsprozess eines Neubaus oder einer umfassenden Modernisierung eines Objekts müssen sich Planer und Bauherren Gedanken über die geeignete Wärme-/Kälteerzeugung sowie die passenden Wärme-/Kälteverteilssysteme machen. Neben der fachgerechten Planung der Technik spielt auch der Aspekt der Behaglichkeit eine wesentliche Rolle im Entscheidungsprozess.

Die Behaglichkeit ist ein starkes Argument für den Einsatz einer Kühl- und Heizdecke, denn sie schafft für den Menschen ein angenehm temperiertes, zugfreies und hygienisches Umfeld. In wissenschaftlichen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit sehr stark von der Raumtemperatur abhängt. Kühl- und Heizdeckensysteme schaffen ein Raumklima, welches subjektiv das Wohlbefinden steigert und objektiv die Leistungsfähigkeit unterstützt.

Zur Modernisierung des Gebäudebestandes eignet sich die Decke besonders gut, da eine Installation hier vergleichsweise schnell, einfach und kostengünstig erfolgen kann.

Die wirtschaftlichen Vorteile der industriellen Vorfertigung beschert der Betonkernaktivierung (BKA), ob im Betonkern oder oberflächennah, wachsende Marktanteile. Der Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V. (BVF) gibt mit dieser Richtlinie **Kühlen und Heizen mit Deckensystemen: Thermische Bauteilaktivierung** ein herstellerneutrales und technologieübergreifendes Basiswerk heraus und richtet sich an Fachkundige und Interessierte.

Damit möchten wir erreichen, dass sich diese Systeme am Markt weiter durchsetzen und damit eine ressourcensparende Kühl- und Heiztechnologie zur Erreichung der Klimaziele maximal beitragen kann.

2. Einsatzgebiete von Thermischer Bauteilaktivierung

In der Anwendung gibt es zwei Arten von thermischer Bauteilaktivierung. Die zwischen den zwei Bewehrungsbereichen liegende Betonkernaktivierung und die oberflächennahe Bauteilaktivierung, welche auf der Deckenschalung oder innerhalb des Betonfertigelementes aufgebracht wird.

Die Betonkernaktivierung nutzt die massiven Bauteile des Gebäudes, wie etwa Betondecken und -wände, als thermischen Speicher für die ganzjährige Gebäudetemperierung im Heiz- und Kühlfall. Diese Art der thermischen Bauteilaktivierung kann daher optimal zur Abdeckung einer Grundlast genutzt werden.

Oberflächennahe Systeme, auch als thermisch aktive Bauteilsysteme (TABS) bezeichnet, bieten gegenüber einer Betonkernaktivierung einige Vorteile. An erster Stelle sind hier die hohen erzielbaren Heiz- und Kühlleistungen anzuführen. Diese sind möglich, da das System direkt auf die Deckenschalung aufgebracht wird. Aufgrund dieser Systemmerkmale benötigt das Gebäude keine zusätzlichen Heiz- und Kühlsysteme. Weiter ist die gute Regelbarkeit anzuführen. Durch die Nähe des Systems zu Deckenoberfläche sind kurze Reaktionszeiten vorhanden.

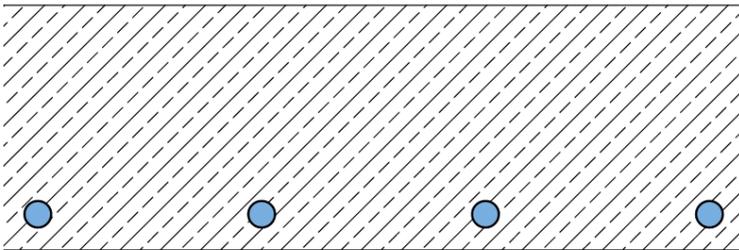
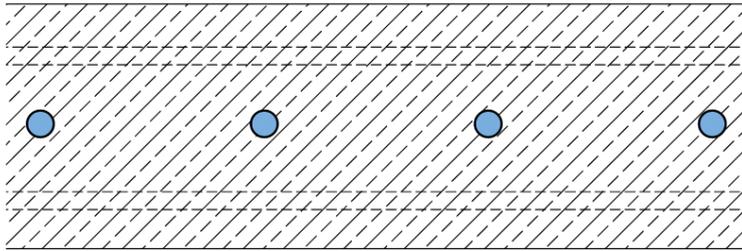
Der Vorteil ist: beide Systeme benötigen niedrige Systemtemperaturen beim Heizen und erlauben die Einbindung regenerativer Energieerzeuger wie Solar- und Wärmepumpensysteme. Eine energieeffiziente und kostengünstige Betriebsweise ist auf diese Weise gewährleistet.

Typische Einsatzbereiche sind:

1. öffentliche Gebäude wie Museen oder Schulen
2. Krankenhäuser und Pflegeheime
3. Büro- und Verwaltungsgebäude
4. Wohngebäude im Geschosswohnungsbau

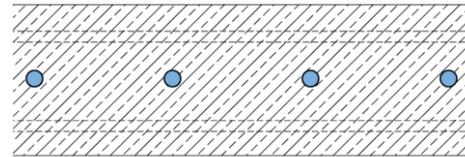
3. Konstruktiver Aufbau

Bauteilintegrierte Systeme unterscheiden sich im Prinzip durch zwei Bauarten.



3.1 Betonkernaktivierung

Bei der Erstellung von Massivdecken werden in die Deckenkonstruktion Rohrleitungen verlegt, durch die Wasser als Kühl- bzw. Heizmedium geleitet wird. Die Massivdecke wird dabei als Übertragungs- und Speichermasse thermisch aktiviert. Das massive Bauteil nimmt die Wärme vom Medium oder vom Raum auf, speichert sie und gibt sie zeitversetzt an den Raum oder das Medium weiter. Es kommt hierbei zu einer Phasenverschiebung zwischen Energieerzeugung und Abgabe. Im Sommer kann die Nachtauskühlung zur Kühlung des Mediums und zur Entnahme der Wärmeenergie aus dem Raum genutzt werden. Tagsüber werden die Räume dann durch Wärmeabfluss in den kalten Decken bzw. Wänden gekühlt. Diese Systeme werden in der Regel zur Abdeckung der Grundlast eingesetzt.

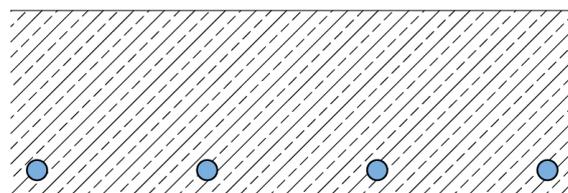
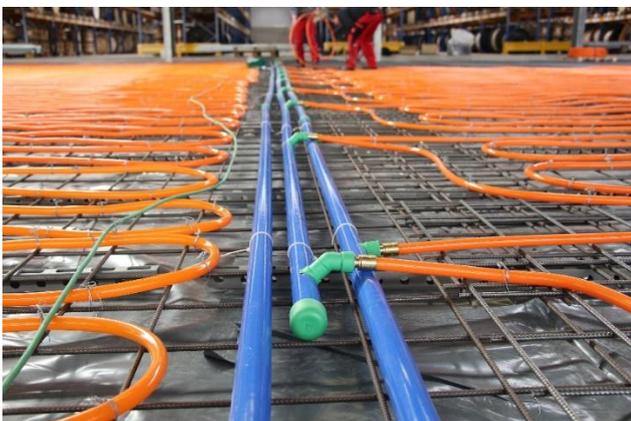


Bilder: Im Kern liegende Flächenheizung/-kühlung zwischen oberer und unterer Bewehrung

Die Betonkernaktivierung ist eine bewährte Technik und erfordert sowohl in der Planung als auch im Betrieb einen etwas anderen Ansatz als herkömmliche Anlagen. Bei fachgerechter Planung und Ausführung stellt die Betonkernaktivierung eine umweltschonende und wirtschaftlich interessante Möglichkeit dar, ein Gebäude mit angenehmem Raumklima zu errichten.

3.2 Oberflächennahe Bauteilaktivierung

Oberflächennahe Systeme, auch als thermisch aktive Bauteilsysteme (TABS) bezeichnet, bieten gegenüber einer Betonkernaktivierung einige Vorteile. An erster Stelle sind hier die hohen erzielbaren Heiz- und Kühlleistungen anzuführen. Diese sind möglich, da das System direkt auf die Deckenschalung aufgebracht wird innerhalb des Betonfertigelementes. Die Rohrüberdeckung der wasserführenden Systemrohre von der Deckenoberfläche beträgt hier lediglich mindestens 8-10 cm. Aufgrund dieser Systemmerkmale benötigt das Gebäude keine zusätzlichen Heiz- und Kühlsysteme. Weiter ist die bessere Regelbarkeit anzuführen. Durch die Nähe des Systems zur Deckenoberfläche sind kurze Reaktionszeiten vorhanden.



Bilder: TABS direkt auf der Deckenbewehrung

3.2.1 Filigrandecken

Zur Einsparung von Montagezeit auf der Baustelle kann auch eine industrielle Vorfertigung gewählt werden. Die oberflächennahe Anordnung der wasserführenden Register erfolgt dann bereits im Betonwerk. Der Abstand der Rohre des Registers untereinander ist auf beispielsweise 2 cm ausgelegt. Diese Systemvariante sorgt als Alleinheizung und -kühlung für hohe Heiz- und Kühlleistungen und für schnelles Regelverhalten.



Bild: Kapillarrohrmatte unter der Bewehrung im Betonwerk eingelegt

4. Leistungswerte

Die Kühl- bzw. Heizleistungen von thermisch aktiven Bauteilsystem hängen im Wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

- Konstruktiver Aufbau des Deckensystems (Rohrabstand, Rohrart)
- Lage des Systemrohrs im Bauteil
- Material der Kühl- bzw. Heizelemente
- Abstand des Systems zur Deckenoberfläche/Deckenunterseite
- Temperaturdifferenz $\Delta\theta = |\theta_R - (\theta_{VL} + \theta_{RL})/2|$ mit
- Operativer Raumtemperatur θ_R
- Vorlauftemperatur θ_{VL}
- Rücklauftemperatur θ_{RL}
- Aktiver Anteil der Deckenfläche
- Taupunkttemperatur

Bei Systemen mit Betonkernaktivierung lassen sich je nach gewählter Unter- bzw. Übertemperatur Leistungen von 35-45 W/m² im Kühlfall bzw. 25-30 W/m² im Heizfall erreichen. Höhere Leistungen sind möglich, jedoch auf Grund der Trägheit dieser Systeme für den Betrieb nicht zu empfehlen.

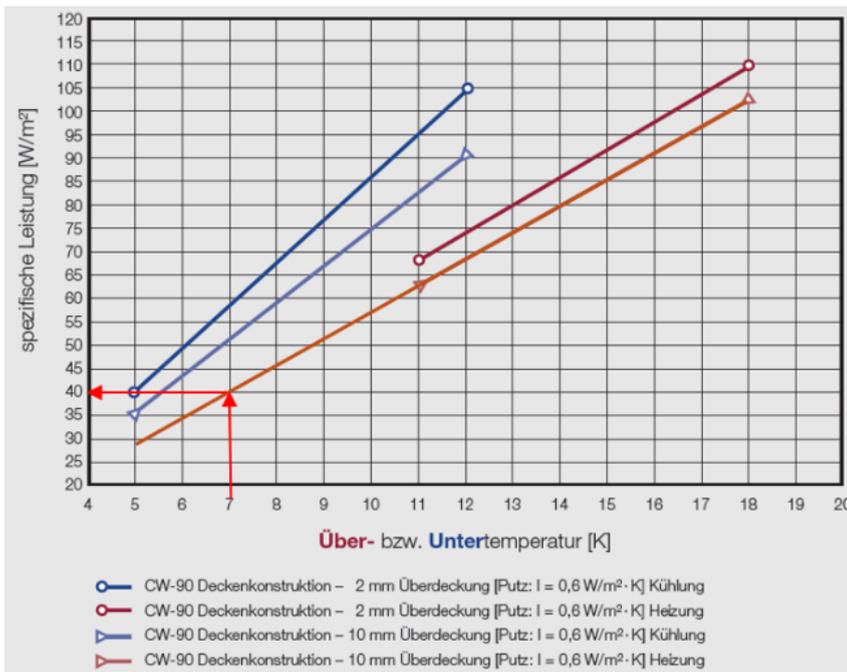
Bei oberflächennahen Systemen bilden die thermische Behaglichkeit sowie die Taupunkttemperatur die Leistungsgrenze.

Im Heizfall ist der Grenzwert der Strahlungsasymmetrie gemäß ISO EN 7730 und deren Unterschreitung in Planung und Betrieb maßgebend. Unter dieser Berücksichtigung

lassen sich Heizleistungen von max. ca. 45-62 W/m^2 und im Kühlfall von ca. 79 W/m^2 erzielen. Diese Leistungswerte werden ausschließlich über Simulation nach DIN 11855 ermittelt.

Beispiel:

Die Leistungsdaten für das oberflächennahe Bauteilaktivierungssystem dieses Beispiels wurden unter Verwendung einer numerischen Analyse nach der Finite-Volumen-Methode bestimmt. Das folgende Diagramm stellt den Wärmestrom für Kühlung (blau) und Heizung (rot) in Abhängigkeit von der Differenz zwischen mittlerer Wassertemperatur und Raumtemperatur (t_{Raum}) dar.



gegeben:

Betriebsart Heizen,

Betondecke mit 10 mm Überdeckung (Putz)

Raumgröße 50 m^2

max. Belegungsgrad 80%

Vorlauftemperatur 32 $^{\circ}\text{C}$ (t_V)

Rücklauftemperatur 26 $^{\circ}\text{C}$ (t_R)

Raumtemperatur 22 $^{\circ}\text{C}$ (t_{Raum})

Gesucht:

Spezifische Heizleistung (W/m^2)

und Gesamtheizleistung (W)

$$\Delta\theta_m = \frac{t_v + t_R - t_{Raum}}{2}$$

$$\Delta\theta_m = \frac{32^\circ\text{C} + 26^\circ\text{C}}{2} - 22^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_m = 7 \text{ K}$$

Ergebnis

Bei einer mittleren Übertemperatur

($\Delta\theta_m$) von 7 K ergibt sich eine spezifische

Heizleistung von 40 W/m² sowie eine Gesamtheizleistung von:

$$50 \text{ m}^2 \times 0,8 = 40 \text{ m}^2$$

$$40 \text{ m}^2 \times 40 \text{ Watt/m}^2 = 1600 \text{ W}$$

Im Kühlfall bildet die Taupunkttemperatur die Leistungsgrenze des oberflächennahen Systems. Je nach gewähltem Sicherheitsabstand der Vorlauftemperatur von der Taupunkttemperatur (ca. 2 K) und geplantem Rohrabstand, sind Kühlleistungen bis zu 75 W/m² (bei 8 K Untertemperatur) möglich.

Überschlägige Kühlleistungen

Systemart	Kühlleistung bei $\Delta\theta = 8 \text{ K}$
oberflächennahe Bauteilaktivierung	ca. 45-75 W/m ² _{aktiv}
Betonkernaktivierung	ca. 35-45 W/m ² _{aktiv}

Überschlägige Heizleistungen

Systemart	Heizleistung bei $\Delta\theta = 8 \text{ K}$
oberflächennahe Bauteilaktivierung	ca. 40- 45 W/m ² _{aktiv}
Betonkernaktivierung	ca. 25-30 W/m ² _{aktiv}

Die Leistungsermittlung von Betonkernsystemen und oberflächennahen Betonkernsystemen erfolgt mittels Simulation. Softwarelösungen wie TRNSYS können dies abbilden.

5. Raumakustik

Im Hinblick auf die Auswirkungen der architektonischen Trends hin zu glatten und schallharten Flächen wie Sichtbeton, Glas und puristischen Einrichtungen ist das Wissen um die Notwendigkeit der Raumakustik von großer Bedeutung.

Zusätzliche Akustikanforderungen im Raum können mit sogenannten Tabs-Segeln oder -Baffeln oder anderen bautechnischen akustischen Maßnahmen erfüllt werden.



Bild: hoch absorbierende Metalldeckensegel (Tabs-Segel) Bürobereich

6. Hydraulische Einbindung

In den vergangenen Jahren haben die Heizlasten von Gebäuden abgenommen, gleichzeitig sind die Kühllasten gestiegen und damit auch die Anforderungen an die TGA. Hydraulische Heiz- und Kühlsysteme können zu jeder Jahreszeit für Behaglichkeit sorgen. Dazu stehen verschiedene Technologien zur Verfügung. Eine zentrale Umschaltung ermöglicht den Heiz- oder Kühlbetrieb mit demselben System (Zweileitersystem). Aber auch das zeitgleiche individuelle Heizen- und Kühlen einzelner Räume oder Nutzungseinheiten ist denkbar (Vierleitersystem).

Welches Konzept auch immer zum Einsatz kommt, wichtig ist in allen Fällen eine optimale Regelung der Raumtemperatur sowie der hydraulische Abgleich des Systems. Dies wird mit richtig ausgewählten bzw. dimensionierten Regelventilen und voreinstellbaren Einreguliertventilen erreicht. Auch sind kombinierte Einreguliert- und Regelventile verfügbar.

In Form einer Gruppenregelung für mehrere Räume kann eine Differenzdruckregelung vorgeschaltet werden. Diese sorgt für gute Regelbedingungen auch im Teillastbetrieb. Ideal sind druckunabhängige Einreguliert- und Regelventile (PICV). Dank der integrierten Differenzdruckregelung wird unter allen Arbeitsbedingungen eine stabile und präzise Temperaturregelung erreicht. Selbst wenn das Regelventil komplett geöffnet ist, wird der Durchfluss auf den eingestellten Wert begrenzt und ein ideales hydraulisches Gleichgewicht erzielt.

Ausführlichere Hinweise zur Hydraulischen Einbindung können der *BVF-Richtlinie 15.9 Kühlen und Heizen mit Deckensystemen: Hydraulik und Regelung* entnommen werden.

6.1 Zweileitersysteme

Bei Zweileitersystemen erfolgt die Umschaltung zwischen Kühlen und Heizen zentral über ein Umschaltventil. Hierbei kann das komplette Gebäude entweder nur geheizt oder gekühlt werden.

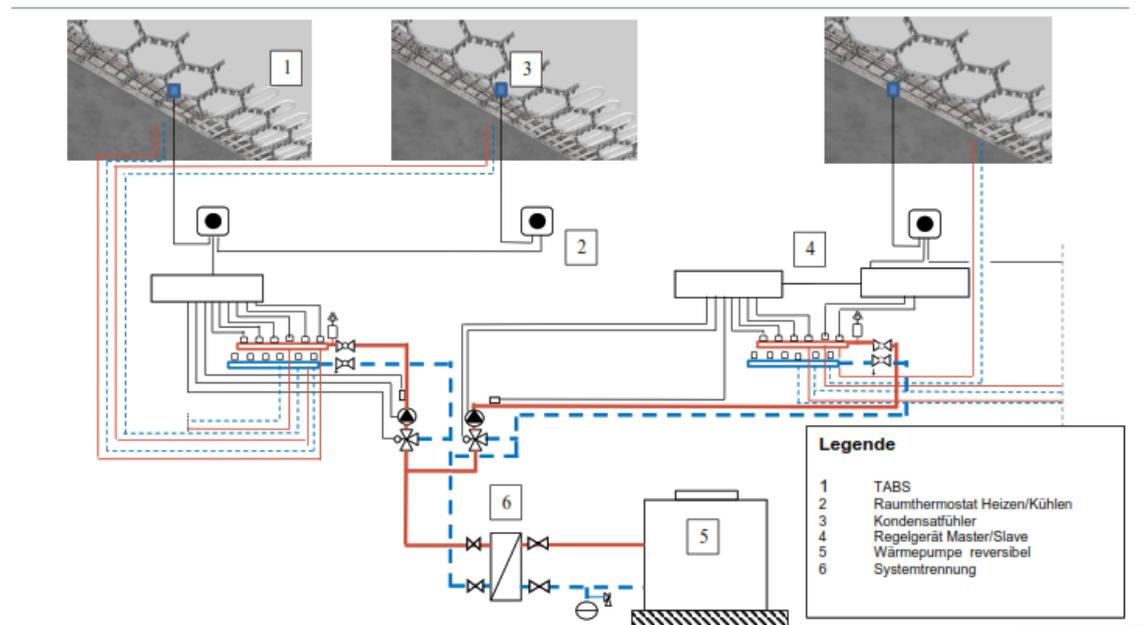


Bild-Leitersystem TABS

- Zentrale Umschaltung der Betriebszustände
- es kann je Umschalbereich nur entweder geheizt oder gekühlt werden
- wirtschaftliche Lösung für Heiz- und Kühlbetrieb
- Geringer Installationsaufwand

6.2 Anordnung und hydraulische Verschaltung

Die Regel- und Reguliereinrichtungen können zentral in der Nähe der zu regelnden Zonen angeordnet werden, oder auch zentral z.B. gesammelt in einem Technikraum als Verteiler platziert werden.

6.2.1 Zentrale Anordnung

Bei der zentralen Anordnung werden die Regel- und Reguliereinrichtungen zentral z.B. als Verteiler in einem Technikraum angeordnet. Hierbei können alle Regel- und Reguliereinrichtungen an einer Stelle bedient und angeschlossen werden.

7. Regelung

Bei der Regelung von Heiz- und Kühldecken wird der Winterfall und der Sommerfall unterschiedlich betrachtet. Auch das raumweise lastabhängige Kühlen und heizen ist damit möglich.

7.1 Heizen

Im Winter, bei Funktion als Deckenheizung, wird i.d.R. zentral die Vorlauftemperatur geregelt. Dazu wird durch die zentrale Regelung (MSR) in Abhängigkeit der Außentemperatur die Vorlauftemperatur variabel bestimmt. Die Behaglichkeitskriterien müssen bzgl. der Deckenoberflächentemperaturen berücksichtigt werden.

Im Fall der oberflächennahe Bauteilaktivierung sorgt ein Einzelraumregler (Controller, Raumbediengerät...) je nach Bedarf für die Anpassung des Heizbedarfs durch Steuerung des Stellantriebes auf dem Regelventil.

7.2 Kühlen

Im Sommer, bei Funktion als Kühldecke, sind einige Besonderheiten zu beachten, die sich aus der notwendigen Berücksichtigung des Taupunktes und der Feuchte im Raum ergeben. Dabei wird technisch ausgeschlossen, dass es zu Kondensation an der Decke kommt.

Dazu wird i.d.R. die Kühlwasservorlauftemperatur zentral nach der Außentemperatur und abhängig der Feuchte geregelt. Üblicherweise wird eine Kühlwasservorlauftemperatur von 16°C nicht unterschritten, um somit Kondensation an Kühldecken und Kaltwasserrohren auszuschließen.

7.3 Taupunktüberwachung

Zusätzlich wird für jeden Raum eine **Taupunktüberwachung** benötigt. Dazu wird ein Taupunktfühler je Raum in die Einzelraumregelung eingebunden. Dieser sorgt für die permanente sichere Betriebsweise oberhalb des Taupunktes oder alternativ für die sichere Abschaltung des Kühlwasserdurchflusses (gilt nur für oberflächennahe TABS). Bei den Betonkernaktivierung ist die Anlage Aussentemperatur geführt zu betreiben oberhalb des Taupunktes.

Die Kombination von Kühldecken mit einer **Lüftungsanlage** garantiert eine hohe Luftqualität bei optimalen Komfortbedingungen. Die Lüftung führt entfeuchtete und leicht unter Raumtemperatur vorgekühlte Luft in die Räume ein und transportiert die

verbrauchte, feuchte Luft aus dem Raum wieder heraus. Der hygienische Luftwechsel wird dadurch ebenfalls sichergestellt.

Eine mögliche Betauung an der Kühldecke wird vermieden, da die kritische Taupunkttemperatur unterhalb der Kühlwasservorlauftemperatur liegt. Die technischen Grundlagen dazu ergeben sich aus dem Mollier h-x Diagramm für feuchte Luft.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei der Regelung von Heiz- und Kühldecken eine Kombination von:

- Heiz-Vorlauftemperaturregelung nach Außentemperatur
- Kühl-Vorlauftemperaturregelung nach Außentemperatur und Feuchte
- Taupunktüberwachung je Raum
- Fensterkontakt je Raum/Fenster
- Lüftungsanlage mit Feuchteregelung und hygienischem Luftwechsel

die bestmögliche und zuverlässige Regelung von Heiz- und Kühldecken ermöglicht.

8. Planung

8.1 Grundlagenermittlung

Die Heizlastberechnung ist nach DIN EN 12831, die Kühllastberechnung ist nach VDI 2078 durchzuführen. Des Weiteren resultieren weitere Anforderungen an Kühl- und Heizdeckensysteme ausfolgenden Bereichen:

- Raumgeometrie/-höhe
- Gewünschte Deckenoberfläche
- Anforderungen an die Schallabsorption
- Beleuchtungs- und Elektroplanung
- Sprinklerplanung
- Lüftungsplanung und Lüftungskonzept
- Anforderungen an die Taupunktvermeidung
- Anforderungen von / an die Regelungstechnik
- Abgehängte Objekte / weitere Einbauten
- Thermische Verluste (zum Folgegeschoss; durch Abluft)
- Brandschutzanforderungen
- Anforderungen vom / an den Wärmeerzeuger
- Anforderungen vom / an den Kälteerzeuger
- Anforderungen der / an die hydraulische Anlage
- Möglichkeiten der Einbindung von Wärmepumpen, Solarthermie, Geothermie, freie Rückkühlung, Prozesswärme und Abwärme prüfen

- Innere Wärmelasten, Nutzungsintervalle und Anforderungen an die Reaktionszeit/Speicherfähigkeit

Der BVF empfiehlt, die o.g. Anforderungen in einem Lastenheft festzuhalten, da diese die Grundlage einer fachgerechten Planung sind.

8.2 Schnittstellenkoordination

Bei der Planung von Kühl- und Heizdeckensystemen sind vielfältige Schnittstellen zu anderen Gewerken zu berücksichtigen. Besonders zu beachten sind die Schnittstellen zu folgenden Gewerken/Bauteilen:

Heizungs-/kälteanlage

Hydraulische Anbindung

Regelungstechnik

Beleuchtung, Lüftung, Sprinkler, Melder, Lautsprecher etc.

Rohbau/

Kollisionsprüfung

Raumakustik

Hierzu verweisen wir auf die *Schnittstellenkoordination-Neubau* des BVF.

8.3 Auslegungsbeispiele

1. Beispielrechnung oberflächennahe Bauteilaktivierung am Beispiel Kapillarrohrregister in Filigrandecke

Für die Leistungsermittlung ist zunächst der Wärme- und Kühlbedarf des Gebäudes zu ermitteln, sodann anhand des Deckenspiegels die Freiflächen für andere Einbauten auch z.B. Vorratsflächen für spätere Wände oder Einbauten.

Zur Veranschaulichung ist hier die beispielhafte Decke eines Raummoduls eines Pflegeheimes dargestellt.

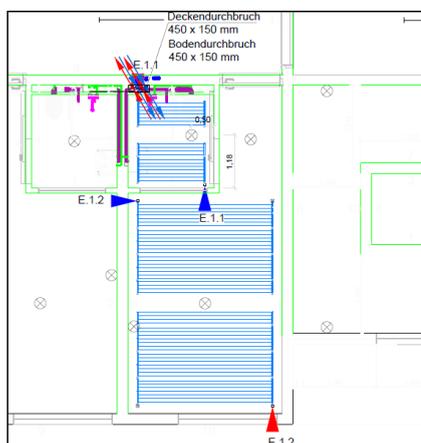


Bild: Deckenspiegel mit Rohrsystem und Freiflächen für Vorrichtungen

Anhand der verbliebenden aktiven Fläche kann sodann entsprechend der Herstellerangaben definiert werden:

1. die Heizleistung des Rohrsystems pro Raum und sodann für das gesamte Gebäude
2. die Kühlleistung des Rohrsystems pro Raum und sodann für das gesamte Gebäude
3. die Heizkreisgröße / Kühlkreisgröße

Zwei weitere Auslegungs- Besonderheiten bei der thermischen Bauteilaktivierung sind zu beachten:

4. Die Berücksichtigung der Modulgröße der Filigrandeckenelemente. Deren Breite und Länge bestimmen die Anordnung der Heizkreise und deren Größe. Die Geometrie der Bauteile bestimmt also mit über die Anzahl der Heizkreise.
5. Die Raumanordnung „unterhalb“ eines Betonelements bestimmt über die Größe und Anordnung der Kreise. Ist beispielsweise eine Trockenbauwand unterhalb eines Filigranelementes geplant, so ist dadurch eine Aufteilung der Kreise für den jeweiligen Raum zwingend. Diese Kreisteilung kann in der Praxis auch vorsorglich erledigt werden, zum Beispiel, wenn bewusst noch kein Raumkonzept definiert ist zum Zeitpunkt der Herstellung der Betonelemente.

Die Auslegung der Systemtemperaturen (Vorlauf und Rücklauf) richten sich nach den Herstellerangaben. Sie kann im konkreten Anwendungsfall angepasst werden auf den erforderlichen thermischen Leistungsbedarf.

Die hier beispielhafte Auslegung (Systemtemperatur von 32 °C) ist eine Orientierung für den Neubau, die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf liegt im Beispiel bei 4K, sie sind produktabhängig bzw. können individuell angepasst werden.

Beispiel:

	VL/RL/RT	spez. Leistung der Heizregister	Leistung der Deckenfläche inkl. Leerflächen
--	----------	---------------------------------------	---

Heizfall:

Oberflächennahe	32/28/20°C	61 W/m ²	75%	45 W/m ²
Betonkernaktivierung				

Kühlfall:

Oberflächennahe	16/18/26°C	79 W/m ²	75%	59 W/m ²
Betonkernaktivierung				

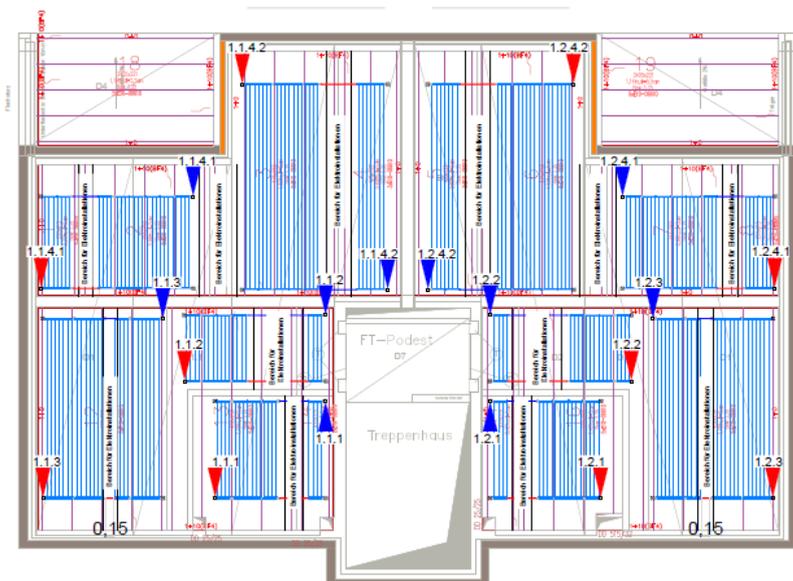


Bild: Heizkreise mit aktiven Rohrregisterflächen und Leerflächen

Die Leistungsangaben sind beispielhafte Durchschnittswerte und von individuellen Gebäude- und Nutzungsbedingungen abhängig. Die jeweilige durchschnittliche Oberflächentemperatur errechnet sich aus der durchschnittlichen Systemtemperatur, dem Wärmedurchgang des überdeckenden Betons

Im genannten Beispiel für Neubau und Altbau liegt die durchschnittliche Oberflächentemperatur unterhalb bzw. bei 29°C.

8.4 Ausschreibung

Bei der Ausschreibung von Kühl- und Heizdecken sind sowohl die architektonischen / baulichen Gesichtspunkte als auch die Anforderungen an die Kühl- und Heiztechnik genau zu beschreiben.

Architektonisch / baulich:

- Oberfläche / Decklage
 - Material
 - Oberflächenqualität
 - Farbe
 - Dicke / Schichtdicke
 - Thermisches Verhalten
 - Akustische Eigenschaften / Schallabsorption
 - Auflagen wie Vliese oder Dämmung
 - Abmessungen von Einzelementen / Anzahl verschiedener Abmessungen
- Systemaufbau
 - Befestigung an der Rohdecke
 - Beschaffenheit des Befestigungsuntergrundes
 - Aufbauhöhe
 - Benötigte Installationsebenen und -räume
 - Statische Anforderungen, ggf. zusätzliche Gewichtslasten
- Montagesituation
 - Montagehöhe
 - Anschluss an umliegende Bauteile
 - Deckeneinbauten, Ausschnitte

Anforderungen an die Kühl- und Heiztechnik:

- Kühl- und Heizleistungen
- Auslegungstemperaturen Kühlen / Heizen
- Hydraulische Verbindung und Anschluss der Kühl- und Heizdecke an die Versorgungsleitungen
- Maximaler Druckverlust (BVF Empfehlung max. 25kPa)
- Definition und Lage der hydraulischen Schnittstelle
- Anforderungen/Schnittstelle zu Regelkomponenten einschl. Taupunktüberwachung
- Herstellung der Betriebsfähigkeit
 - Druckprobe
 - Füllen (Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit beachten)
 - Spülen

- Funktionsprobe des Heiz- und Kühlsystems
- Aufheizprogramm des Heizsystems
- Zu erbringende Leistungen im Rahmen der Inbetriebnahme/Abnahme
 - Übereinstimmungs- und Vollständigkeitsprüfung zur Ausführungsplanung
 - Funktionsprüfung von Regelkomponenten
 - Einregulieren
 - Thermografie
 - Dokumentation

Klare Angabe, welche Kühl- und Heizleistung bei Auslegungstemperaturen auf der zu installierenden Fläche zu erbringen ist. Die Leistungen werden experimentell/bzw. über Simulationssoftware ermittelt.

Grundsätzlich sind von der Norm abweichende Leistungsangaben kritisch zu betrachten. Hierzu verweisen wir auf die *Richtlinie 15.2. Fachgerechte Planung und Auslegung* und auf die *Herstellerangaben*.

9. Montage von Systemen zur Thermischen Bauteilaktivierung

Kühl- und Heizsystem

Die Montage des Kühl- und Heizsystems erfolgt systemspezifisch nach Herstellervorgaben. Die Einhaltung des Verlegeplans ist hierbei besonders zu beachten.

Hydraulischer Anschluss der Kühl-/ Heizsysteme

Bei Kühl- / Heizdeckensystemen TABS ist beim hydraulischen Anschluss darauf zu achten, dass die max. Rohrlänge je Regelkreis eingehalten wird. Die Anschlüsse müssen vor Fertigstellung der Decke durchgeführt werden, da diese im Nachhinein nicht mehr zugänglich sind.

Auch das Spülen, die Druckprüfung sowie die Funktionsprüfung der Durchströmung ist vor dem Verguss mit Beton für die Decke durchzuführen und zu protokollieren (siehe *Richtlinie 15.11*), da nur so evtl. auftretende Fehler ohne großen Aufwand behoben werden können.

10. Inbetriebnahme

Spülen

Das Spülen eines Heiz- und Kühldeckensystems TABS muss störende Schmutzpartikel beseitigen. Bei einer Neuanlage sollen im Rahmen der Inbetriebnahme im Wesentlichen die Verarbeitungsrückstände beseitigt werden (siehe dazu beispielsweise BTGA-Regel 3.002).

Es ist jeweils darauf zu achten, dass die Anlage nach dem Spülvorgang möglichst vollständig entleert und unmittelbar mit Füllwasser nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik befüllt wird.

Befüllen

Heiz- und Kühldecken sind entsprechend der Richtlinie VDI 6044 (Kalt-Kühlwasser zulässiger Betrieb und wassertechnischen Aspekten) zu befüllen.

Nach der Spülung von Schmutzpartikeln ist die Anlage mit Anlagenwasser zu befüllen. Die Herstellerangaben aller im System verbauten Komponenten müssen hierbei berücksichtigt werden.

Hierbei ist besonders die Einhaltung der Füllwasser-Qualität z.B. nach VDI 6044 Norm H5195-3, DIN 4726, VDI 4708 sowie BTGA-Regel 3.002 zu beachten. Hierbei gilt es sowohl die neue VDI-Richtlinie 6044 (kühlen) als auch die VDI-Richtlinie 2035 (heizen) zu beachten.

Entlüften

Luft führt in Heiz- und Kühlanlagen zu Betriebsstörungen (Geräusche, Korrosion, Ablagerungen, Erhöhung der Strömungswiderstände, Reduzierung der Heizleistung), daher muss sie bei der Inbetriebnahme weitgehend entfernt werden. Je nach Druck und Temperatur in der Anlage tritt Luft in Form von Blasen- bzw. Mikroblasen oder in gelöster Form auf.

Zur Entlüftung der Anlage dienen:

Automatische Entlüfter / Schnellentlüfter (insbesondere bei der Befüllung des Systems)
-Mikroblasenabscheider / Druckstufenentgaser (Entgasung im Betrieb).

Die in dieser Richtlinie beschriebenen Systeme selbst, befinden sich grundsätzlich in der (Beton-)Decke. Anbinde- und Verbindungsleitungen verspringen hierbei unvermeidbar in der Höhe, so dass eine kontinuierlich steigende Leitungsführung zu einem Entlüftungspunkt häufig nicht möglich ist. Aus diesen Gründen ist ein einfaches "Entlüften" von Kühldeckensystemen über Hand- oder Automatikentlüfter nicht möglich und es muss eine gründliche Spülung erfolgen, bis das Kühl-/Heizsystem luftfrei ist. Grundvoraussetzung ist, dass die vorgelagerte Anlage ebenfalls luftfrei ist und nicht durch die Versorgungsleitungen erneut Luft in das Kühl-/Heizsystem eingetragen wird.

Druckprüfung

Die Dichtheitsprüfung kann mit Luft oder Wasser durchgeführt werden.

Abweichend hierzu sind Kühl- und Heizdeckensysteme oftmals projektbezogene Systeme. Es gelten teils abweichende Herstellerangaben sowie Projektvorgaben beim Prüfdruck individuell bei Luft und/oder Wasser.

Hydraulischer Abgleich

Die Einstellung der Regulierventile für den hydraulischen Abgleich hat gemäß den anerkannten Regeln der Technik zu erfolgen. Hierdurch wird sichergestellt, dass jede Regelzone mit dem Wassermassenstrom versorgt wird, die sie benötigt und somit auch die Kühl- und Heizleistung gemäß Montageplanung erbringt.

Dazu werden die in der Montageplanung des Systemherstellers angegebenen

Wassermassenströme an den Reguliereinrichtungen der einzelnen Zonen eingestellt.

Funktionsheizen/kühlen

Um die ordnungsgemäße Funktion der Kühl- und Heizdecke zu überprüfen ist ein Funktionsheizen bzw. -kühlen erforderlich. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass die Durchströmung der Deckenfläche gegeben ist, und keine Fehler vorliegen.

11. Abnahme / Funktionskontrolle nach VDI 6031

Die Abnahmeprüfung von Kühl- und Heizdecken erfolgt nach VDI 6031 „Abnahmeprüfung an Raumkühlflächen“. Ziel ist der Nachweis der erbrachten Montageleistungen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik, einschließlich der Funktionsfähigkeit sämtlicher Bestandteile, im Interesse des Auftraggebers. Im Detail gehören folgende Einzelprüfungen zur Abnahme:

1. Konformitätsprüfung
2. Prüfung der Voraussetzung für eine Funktionsprüfung
3. Funktionsprüfung
4. Dokumentation der Abnahmeprüfung

Umfangreiche Informationen zu den einzelnen Prüfungen finden sie in der *VDI Richtlinie 6031*.

12. Laufender Betrieb

Grundsätzlich sind Heiz- und Kühldeckensysteme wartungsfrei. Die hydraulischen Komponenten sollten nach VDMA 24186 gewartet und nach VDI 6044 im laufenden Betrieb die Wasserqualität nachgewiesen werden.

Während des Betriebes sind zwingend die Vorgaben der Hersteller zu Betriebsbedingungen wie etwa Temperatur, Systemdruck und Luftfeuchtigkeit einzuhalten.

13. Normen und Regelwerke

DIN 18041:2016	Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen
DIN EN 1264	Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung
VDI 2078	Berechnung von thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Kühllastberechnung)
DIN EN 12831	Heizsysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast
VDI 6034	Raumkühlflächen-Planung, Bau und Betrieb
VDI 6031	Abnahmeprüfung von Raumkühlflächen
DIN EN ISO 7730	Gemäßigtes Umgebungsklima Ermittlung des PMV und des PPD und Beschreibung der Bedingungen für thermische Behaglichkeit (ISO 7730:1994)
DIN EN 15251	Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik
DIN EN 12828	Heizungsanlagen in Gebäuden. Planung und Installation von Warmwasser-Heizungsanlagen- gen. Anhang B (informativ) Thermische Behaglichkeit
DIN 4726	Warmwasser-Flächenheizungen, Kunststoffrohr- und Verbundrohrleitungssysteme
DIN EN 16798-3	Lüftung von Nichtwohngebäuden-Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme
DIN 1946-6	Erstellen eines Lüftungskonzepts
ATV DIN 18380	Heizungsanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen
DIN EN 14336	Heizungsanlagen in Gebäuden – Installation und Abnahme von Warmwasser-Heizungsanlagen
DIN 4108	Wärmeschutz im Hochbau
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau
VDI 2073-2	Hydraulik in Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau
BTGA Fachregel	3.002 Druckprüfung und Spülung von Heizungsinstallationen jetzt VDI 6044
Weitere wertvolle Hinweise und Informationen können im Internet unter: http://www.flaechenheizung.de	

14. Literaturhinweise

Rechnagel Sprenger Schrameck

Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 2019/20

Oldenburg Industrieverlag

Konrad Miksch

Energieeffiziente Lösungen im Wohnungsbau

Handbuch für Analyse, Planung und Projektabwicklung

VDE Verlag

BVF

Informationsdienst Flächenheizung und Flächenkühlung

Schnittstellenkoordination in bestehenden Gebäuden

Ausgabe Mai 2024

BVF

Informationsdienst Flächenheizung und Flächenkühlung

Schnittstellenkoordination im Neubau

Ausgabe Mai 2024

Thermische Bauteilaktivierung

Bernd Glück

Thermoaktive Bauteilsysteme tabs

Markus Koschenz

15. BVF Gütesiegel und spezialisierte Anbieter

Das BVF-Gütesiegel soll allen Beteiligten – vom Fachplaner über den Fachhandwerker bis hin zum Endkunden – Orientierung und Sicherheit im stetig wachsenden Marktsegment der Flächenheizungen und Flächenkühlungen bieten.

Die Hersteller, die das Siegel tragen dürfen, garantieren damit, dass sie den umfangreichen Kriterien- Katalog des BVF erfüllen.

Das BVF-Gütesiegel ist beim Deutschen Patent- und Markenamt unter der Nummer 30 2018 105 344 eingetragen und europaweit geschützt. Es steht für die gesicherte, zertifizierte Systemqualität der Produkte mit Gewährleistung. Sie profitieren von individuellen Lösungen aus einer Hand und erhalten damit ein effizientes, normgerechtes sowie innovatives Flächenheizungssystem. Das erleichtert dem Installateur die Arbeit und der Endverbraucher darf sich über eine dauerhaft effiziente und behagliche Flächenheizung freuen, bei der auch der langfristige technische Service sichergestellt ist. Durch die Vorgabe und Überprüfung strenger und transparenter Standards verhilft das BVF Siegel zu einer klaren Orientierung, es schafft Vertrauen und Sicherheit bei allen Beteiligten – vom Planer, über den Fachhandwerker bis zum Endkunden.

Weitere Informationen über den Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V. sind unter:

www.flaechenheizung.de

www.bvf-siegel.de

www.flaechenheizungsfinder.de



Disclaimer:

Die in dieser Broschüre genannten relevanten Normen und Arbeitsblätter sind auf dem Stand März 2025.

Urheberrechtshinweis:

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Weg und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, erhalten

Falls nicht anders angegeben alle Bilder Quelle: BVF



Bundesverband Flächenheizungen
und Flächenkühlungen e.V.

Wandweg 1 · 44149 Dortmund

Telefon: +49 231 618 121 30

Telefax: +49 231 618 121 32



www.flaechenheizung.de

www.bvf-siegel.de

www.flaechenheizungsfinder.de