



BVF

Richtlinie

11

Bauteilintegrierte Systeme der Flächenheizung und Flächenkühlung – Aufbau und Funktionsweise



Herausgegeben vom:

Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e. V.
Gerichtsstraße 25
58097 Hagen
Tel.: +49 (0) 23 31 / 489 19-01
Fax: +49 (0) 23 31 / 489 19-03
www.flaechenheizung.de
info@flaechenheizung.de

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.

1 Vorwort

Beheizte Fußboden-, Wand-, und Deckenkonstruktionen haben in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Nahezu jedes zweite Ein- und Zweifamilienhaus wird heute bereits mit einer Flächenheizung ausgestattet.

Wirtschaftlicher und energieeffizienter Betrieb, günstige raumlufthygienische Verhältnisse, zukunftsorientierte und umweltfreundliche Niedertemperatursysteme, sind die Aspekte bei der Entscheidung. Das bringt Behaglichkeit für die Nutzer.

Neben der Heizfunktion bietet sich darüber hinaus für die

Sommermonate die „stille“ (passive) Flächenkühlung über das vorhandene Flächenheiz- und Kühlsystem an.

Um die hohen Anforderungen an Funktion, Wohnkomfort und Behaglichkeit zu erfüllen, müssen bei der Planung und Herstellung einige Aspekte berücksichtigt werden. Hier geben die vorhandenen BVF- Informationsdienste praxisnahe Hilfestellungen.

Die vorliegende Information beschreibt die Planung und die Ausführung von bauteil-integrierten Heiz- und Kühlsystemen in neu zu errichtenden und bestehenden Gebäuden.

1 Einführung

1.1 Thermische Behaglichkeit im Raum

Der Mensch ist in der Lage, sich den äußeren Bedingungen anzupassen.

Der Bereich der thermischen Behaglichkeit übt einen wesentlichen Einfluss auf das Wohlbefinden, die Leistungsfähigkeit und die Gesundheit aus.

Die Grenzen des Bereichs thermischer Behaglichkeit sind jedoch fließend, da eine Vielzahl von Faktoren die Behaglichkeit beeinflusst. Hier sind zum Beispiel zu nennen: Gebäudebauart und das persönliche Empfinden sowie der Gesundheitszustand des Nutzers. Auch psychische Faktoren haben Einfluss auf das Behaglichkeitsempfinden des Menschen.

Die thermische Behaglichkeit lässt sich durch Festlegung von üblichen, durchschnittlichen Werten wie z.B. für Luftzustände und Umgebungsflächentemperaturen definieren.

Der aktuelle Erkenntnisstand über thermische Behaglichkeit ist in der DIN EN ISO 7730 zusammengefasst.

Das Temperaturempfinden des Menschen hängt wesentlich von der Wärmebilanz des Körpers ab.

Parameter für das positive Empfinden des Umgebungs-klimas sind hiernach:

- Luft- und Strahlungstemperatur
- Luftgeschwindigkeit
- Luftfeuchte
- Bekleidung
- Aktivitätsgrad

Die Wärmeproduktion des Menschen ist abhängig vom Stoffwechsel und vom Tätigkeitsgrad.

Der menschliche Körper versucht ständig, die Körpertemperatur von 37°C und somit einen Gleichgewichtszustand zwischen Wärmeproduktion und Wärmeabgabe aufrecht zu erhalten.

Die Hauptwärmeabgabe erfolgt über Wärmeabstrahlung zu Umschließungsflächen mit niedrigeren Oberflächentemperaturen

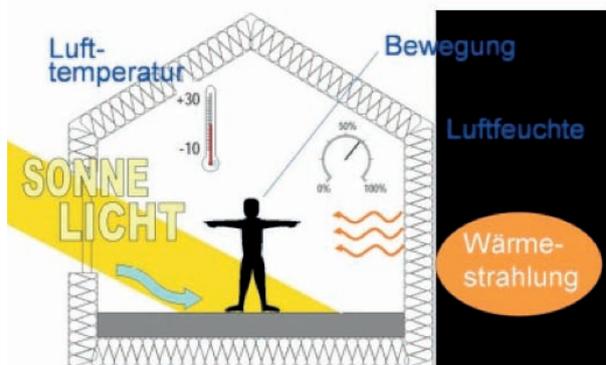


Bild 1: Einflussfaktoren der thermischen Behaglichkeit.

1.1.1 Heizfall

Je tiefer die Temperatur der Umschließungsflächen, desto höher muss die Raumluft erwärmt werden um eine zufrieden stellende Behaglichkeit zu erreichen. Umgekehrt kann bei höheren Temperaturen der Umschließungsflächen die Raumlufttemperatur bei gleicher Behaglichkeit deutlich reduziert werden.

Aufgabe eines optimalen Heiz-/ Kühlsystems ist es, den Strahlungsaustausch in angenehme Verhältnisse zu bringen.

Durch das Beheizen bzw. Kühlen der Umgebungsflächen des Raums wird die optimale thermische Behaglichkeit erreicht. Das von Flächenheizungen/-kühlungen erzeugte Wohnklima kommt den physiologischen Bedürfnissen des Menschen besonders entgegen. Es beeinflusst vor allem den Wärme- und Feuchtehaushalt des Menschen und wirkt positiv auf das vegetative Nervensystem, das die autonomen Körperfunktionen steuert.

1.1.2 Kühlfall

Der gleiche Effekt gilt für die Flächenkühlung. Die Raumlufttemperatur muss über die Umschließungsflächen nicht so weit reduziert werden wie bei einer Raumluftkühlung-/Klimatisierung um eine vergleichbare Behaglichkeit zu erzielen. Aufgabe eines optimalen Heiz-/ Kühlsystems ist es, den Strahlungsaustausch in angenehme Verhältnisse zu bringen. Durch das Beheizen bzw. Kühlen der Umgebungsflächen des Raums wird die optimale thermische Behaglichkeit erreicht.

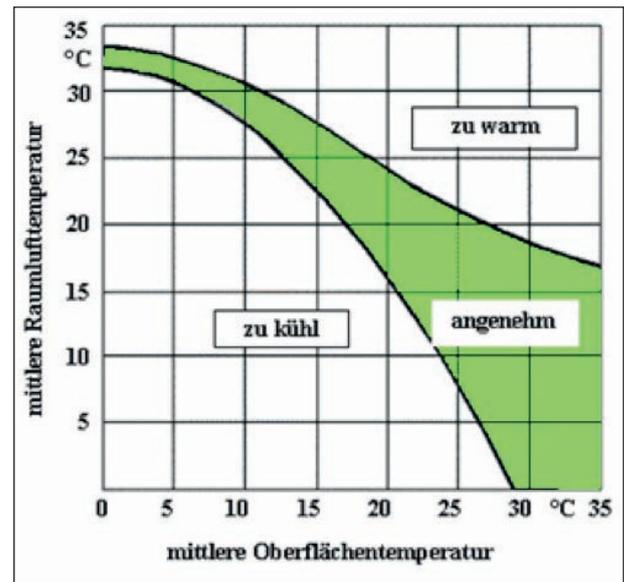


Bild 2: Thermische Behaglichkeit in Abhängigkeit von Raumlufttemperatur und Temperatur der Raumumschließungsflächen.

2 Kühlen mit Flächenheizungen

2.1 Flächenorientierung von Boden- / Wand- / Decken-Systemen

Grundsätzlich sollten alle Flächenheiz- und -kühlsysteme unabhängig von ihrer Orientierung als Gesamtkonstruktion verstanden werden. Die Komponenten sowie Planung und Ausführung der unterschiedlichen Gewerke müssen systematisch aufeinander abgestimmt sein.

Die Anforderungen an beheizte und/oder gekühlte in Bauteilen integrierte Flächen sind vielfältig.

Dämmung, Kühl-/Heizleistung, mechanische Beanspruchung, Nutzlast, Abdichtung, Feuchteempfindlichkeit und die Raumgestaltung sind zu berücksichtigen.

Die physikalischen wärme- und kühltechnischen Eigenschaften der zu heizenden/kühlenden Flächen sind wesentlich von ihrer Orientierung also Boden, Wand oder Decke abhängig. Die Einbindung in den Baukörper ist

zudem abhängig von der Raum- und Gebäudegeometrie.

Die Kombination von unterschiedlichen Orientierungen kann je nach zugrunde gelegtem Heiz-/Kühl-Konzept sinnvoll sein.

Aufgrund von Strahlungs- und Konvektionsvorgängen ergeben sich durch die Ausrichtung der aktiven Flächen erhebliche Unterschiede in ihrem Leistungsspektrum.

Zur Optimierung der angestrebten Heiz- und Kühlleistungen ist auch die Auswahl von Deckenverkleidungen, Wand- und Bodenbelägen mit den zugehörigen spezifischen Energieübertragungseigenschaften z.B.

- Wärmeübergangskoeffizienten
- Strahlungssymmetrie/-verhalten zu berücksichtigen.

3 Bewertung der Flächen für den Heiz- und Kühlfall

3.1 Boden

Für den Standardfall kann davon ausgegangen werden, dass der Boden hohe Heizleistungen aufweist, die eine komfortable und energiesparende Beheizung erlauben. Für den Kühlfall sollte der Boden als Grundkühlung betrachtet werden.

Es stellen sich Raumtemperaturen ein, die einen deutlichen Komfortvorsprung im Vergleich zu nicht gekühlten Gebäuden erzielen.

Für ein angenehmes Raumklima kann die Grundkühlung über den Boden durch den großflächigen milden Wärmeentzug gut eingesetzt werden.

Nachfolgend Wärmeübergangskoeffizienten und resultierende Leistungen für Bodenheizflächen und Bodenkühlflächen:

Bodenheizung

$$\alpha = \text{ca. } 11 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$q = \text{bis ca. } 100 \text{ W/m}^2$$

Bodenkühlung

$$\alpha = \text{ca. } 7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$q = \text{max. ca. } 30\text{-}40 \text{ W/m}^2$$

Höhere Bodenkühlleistungen können in großflächig verglasten Eingangshallen, Autohäusern oder offen gestalteten Atrien mit direkter Sonneneinstrahlung erzielt werden.

Der Energieüberschuss durch direkte Sonneneinstrahlung auf die Bodenflächen kann direkt abgeführt werden. Hier bietet sich die Bodenkühlung an, da die überschüssige Energie genau dort abgeführt wird, wo sie entsteht.

3.2 Wand

Ein Großteil der Raumumfassungsflächen besteht aus senkrechten Wänden. Diese können zur Raumheizung- und/-kühlung genutzt werden. Im Vergleich zur Bodenheizung ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Wärmeübergangskoeffizient geringer ist als am Boden.

Da ein dauerhafter Kontakt des Menschen zu den Wänden meist ausgeschlossen werden kann, können höhere Heiz-/Kühlleistungen durch höhere oder tiefere Oberflächentemperaturen erreicht werden.

Da oft nicht jede Wand im Raum zur Verfügung steht, ist zu prüfen, ob eine Kombination aus Wand- und Bodenheizung zur Minimierung der mittleren Heizwassertemperaturen sinnvoll ist.

Die Einbindung einer Wandheizung/-kühlung in den Baukörper ist abhängig von der Raum- und Baugetrie.

Nachfolgend Wärmeübergangskoeffizienten und resultierende Leistungen von Wandheizflächen/-kühlflächen:

Wandheizleistung

$\alpha = \text{ca. } 8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$q = \text{bis ca. } 160 \text{ W/m}^2$

Wandkühlleistung

$\alpha = \text{ca. } 8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$q = \text{max. ca. } 40\text{-}50 \text{ W/m}^2$

3.3 Decke

Die Deckenheizung /-kühlung kann als Bauart A direkt in den Putz eingearbeitet werden, wodurch reaktions-schnelles Heizen und Kühlen ermöglicht wird. Diese Variante ist auch sehr gut für die Gebäudesanierung geeignet.

Weiter sind aber auch schnell reagierende, von der Decke entkoppelte und abgehängte Systeme möglich.

Nachfolgend

Wärmeübergangskoeffizienten und resultierende Leistungen für Deckenheiz-/kühlflächen:

Deckenkühlung

$\alpha = \text{ca. } 11 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$q = \text{bis ca. } 50 - 60 \text{ W/m}^2$

Deckenheizung

$\alpha = \text{ca. } 6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$q = \text{bis ca. } 50 \text{ W/m}^2$

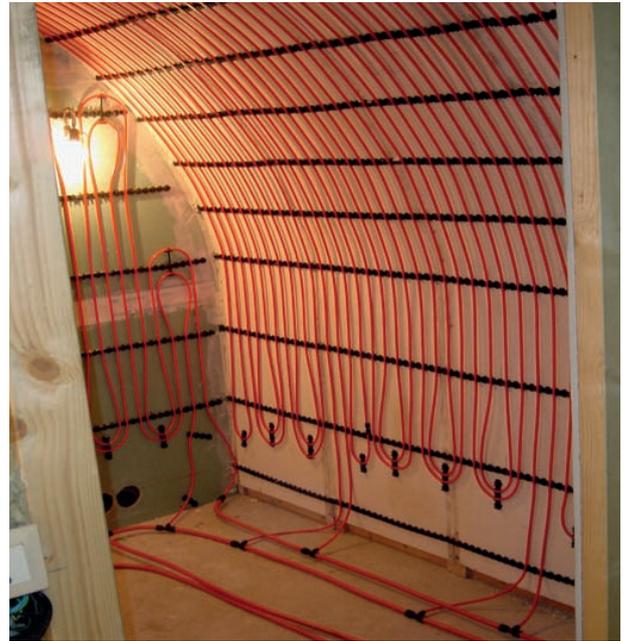


Bild 3: Wandheizsystem für Nassverlegung.



Bild 4: Deckenheiz-/kühlsystem in der Putzschicht integriert.



Bild 5: Abgehängtes Deckenheiz-/kühlsystem.

4 Aspekte der Bauphysik für den Kühlfall

Wird mit einem Flächenheizungssystem gekühlt, muss dem Aspekt Kondenswasserbildung erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Eine Flächenkühlung ohne regelungstechnische Berücksichtigung der Feuchte ist nur in Ausnahmefällen möglich.

Die Luft in einem Gebäude enthält stets ein gewisses Maß an Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf. Die Fähigkeit der Luft, Wasserdampf aufzunehmen und zu speichern nimmt mit sinkender Lufttemperatur ab.

Unter dem Begriff Taupunkttemperatur versteht man die Temperatur, bei der 100% Sättigung erreicht wird und somit keine weitere Feuchtigkeit mehr aufgenommen werden kann.

Besonders an Kühlflächen, auf denen die Temperatur niedrig ist, kann dieser Punkt relativ schnell erreicht werden. Als Folge wird Kondensat an diesen Flächen entstehen.

Das in Flächenkühlungssystemen zirkulierende Wasser darf daher eine Mindesttemperatur nicht unterschrei-

ten. Dies kann durch unterschiedliche Verfahren erreicht werden.

Bei den heute üblichen Systemen wird entweder die Vorlauftemperatur oberhalb des Taupunkts der Bauteilfläche gehalten oder der Kühlwasserzufluss wird bei Erreichen des Taupunktes an der Bauteilfläche zeitweise unterbrochen.

Räume, bei denen mit sehr hohem Feuchtigkeitsanfall zu rechnen ist, z.B. Badezimmer und Küchen, werden in der Regel vom Kühlbetrieb ausgenommen.

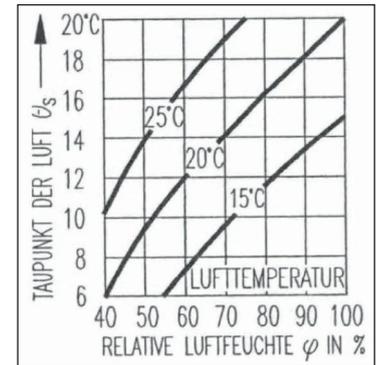


Bild 6: Taupunkttemperaturen in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte.

5 Einfluss von Boden- und Wandbelägen auf die Heiz-/Kühlleistung

Die Leistungsabgabe im Heiz- und Kühlfall wird entscheidend durch den Wärmeleitwiderstand des Boden- bzw. Wandbelags beeinflusst. Dies ist auch bei der Auslegung einer Fußboden- oder Wandheizung/-kühlung zu berücksichtigen. So bedarf es bei Verwendung von Bodenbelägen mit hohen Wärmeleitwiderständen wie z.B. Teppichböden einer Erhöhung der Heizmitteltemperaturen, um den erhöhten Wärmeleitwiderstand auszugleichen.

Für den Kühlfall bedeutet dies eine erforderliche Absenkung der Kaltwassertemperatur, die aber auf Grund der Taupunktunterschreitung nicht beliebig tief erfolgen kann.

Daher sollten besonders bei der Planung von Objekten mit Flächenheiz- und -kühlssystemen sowie hohen spezifischen Lasten vorzugsweise Boden-/Wandbeläge mit günstigem, also niedrigem Wärmeleitwiderstand berücksichtigt werden.

6 Verwendung regenerativer Kühlquellen

Die Nutzung von regenerativen Kühlquellen stellt eine kostengünstige Lösung für die Kühlung bzw. Temperierung von Objekten jeder Größe dar.

Als regenerative Kühlquelle kann vor allem das Erdreich oder Grundwasser genutzt werden. Außenluft eignet sich als Kühlquelle nur begrenzt, da diese im Kühlfall meist gleiche bzw. höhere Temperaturen aufweist als der zu kühlende Raum.

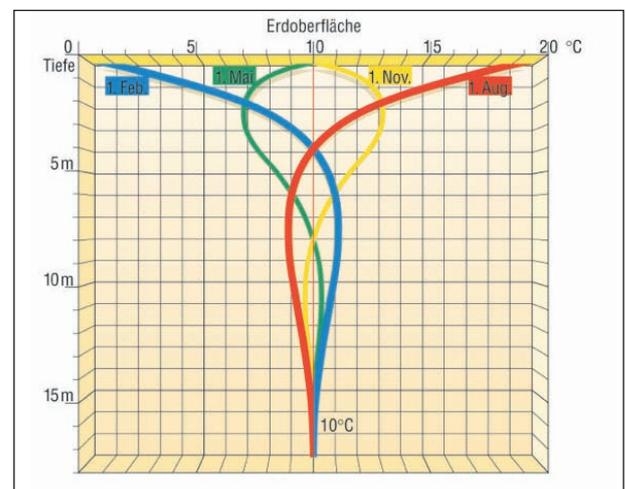


Bild 7: Jahrestemperaturverlauf im Erdreich (°C).

Quelle BWP

6.1 Passive Kühlung

Bei der passiven Kühlung wird der Temperaturunterschied zwischen dem zu kühlendem Raum und der natürlichen Kühlquelle (Erdreich, Grundwasser) genutzt. Beispielsweise kann mit einem Wärmetauscher das entsprechende Temperaturniveau übertragen werden. In dieser Betriebsart sind lediglich die Umwälzpumpen der Kühlquelle und des Flächenkühlsystems in Betrieb. Durch fortlaufenden Wärmeeintrag kann die Kühlleistung abnehmen. Erfahrungsgemäß eignen sich durch Bohrung eingebrachte Erdsonden der Sole-Wasser-Wärmepumpe besser für den passiven Kühlbetrieb als ober-

flächennahe Erdkollektoren.

Die erreichbare Kühlleistung richtet sich nach der installierten Übertragungsfläche des Flächenkühlsystems. Selbst wenn die errechnete Kühllast und die geplante Raumtemperatur nicht erreicht werden, stellen sich Raumtemperaturen ein, die einen deutlichen Komfortvorsprung im Vergleich zu nicht gekühlten Gebäuden haben.

Für ein angenehmes Raumklima kann die Grundkühlung über den Boden durch den großflächigen milden Wärmeentzug gut eingesetzt werden.

6.2 Aktive Kühlung

Für die aktive Kühlung wird Energie (Strom/Gas...) benötigt, um eine Kältemaschine oder eine umschaltbare Wärmepumpe anzutreiben. Der Kältekreislauf besteht aus den folgenden Grundbestandteilen:

- Verdampfer
- Verdichter
- Verflüssiger
- Expansionsorgan

Ein umlaufendes Transportmedium, das so genannte Kältemittel, entzieht dem zu kühlenden Wasser aus dem Flächenkühlsystem über den Verdampfer überschüssige Wärme.

Diese Wärmeenergie wird über den Verflüssiger an die Umgebung wieder abgegeben.

Zur Funktion des Kältekreislaufs ist ein Verdichter erforderlich, der den Kreislauf antreibt und für den Transport des Kältemittels sorgt.

Bei Objekten mit anfallenden Kühllasten über das gesamte Jahr, werden zunehmend Kältemaschinen verwendet, mit denen sowohl aktive und passive Betriebsweise möglich ist.

Diese Maschinen arbeiten bis zu einer festgelegten Au-

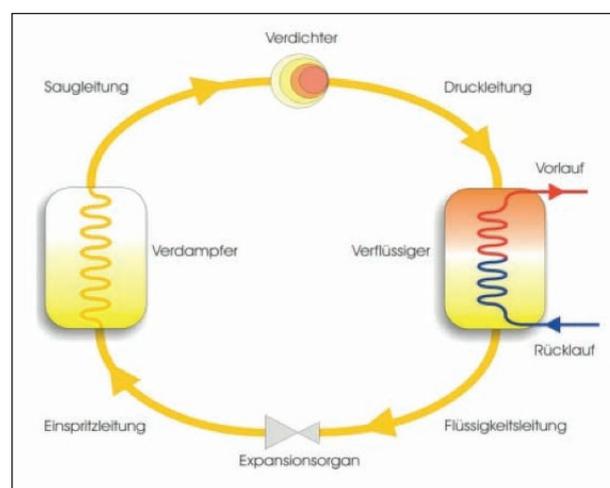


Bild 8: Funktionsschema Wärmepumpe.

Bentemperatur in passiver Betriebsweise. Nach Erreichung einer maximalen Außentemperatur, d.h., die Temperaturdifferenz zwischen zu kühlendem Gebäude und Umgebung reicht für einen passiven Kühlbetrieb nicht mehr aus, schaltet die Kältemaschine selbsttätig auf aktiven Kühlbetrieb um. Diese Kombination aus aktiver und passiver Kühlung macht so eine sehr kostensparende Betriebsweise möglich.

7 Regelung kombinierter Flächenheiz- und -kühlsysteme

Um eine kombinierte Flächenheizung/-kühlung nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten und optimalen Behaglichkeitsbedingungen betreiben zu können, bedarf es einer auf die speziellen Anforderungen konzipierten Regelanlage. Allgemeine Anforderungen an Regelanlagen gekoppelter Systeme ergeben sich wie folgt:

- Optimale Energienutzung
- Einfache verständliche Regelung
- Präzises Einhalten der Solltemperatur
- Zeitgenaues Erreichen der Solltemperatur
- Schnelle Reaktion auf wechselnde Einflüsse

Gekoppelte Flächenheiz-/kühlsysteme bieten insgesamt viele Vorteile gegenüber konventionellen Systemen.

Wirtschaftlichkeit

- Niedrige Investitionen
- Niedrige Betriebskosten
- Ein System mit zwei Funktionen (Heizen/Kühlen)

Effizienz

- Nutzung regenerativer Quellen möglich
- Hohe Energieeffizienz durch optimierte Heizmittel-/Kühlwassertemperaturen.

7.1 Umschalten Heizen/Kühlen

Bei der Umschaltung von Heizen auf Kühlen ist sicherzustellen, dass alle beteiligten Regelorgane diese Information erhalten. Im Kühlfall müssen die Stellantriebe der Einzelraumregelung (im Gegensatz zum Heizfall) bei

steigender Raumtemperatur geöffnet werden. Dies wird durch ein entsprechendes Signal (z.B. potentialfreier Umschaltkontakt) aus der Regelung sichergestellt.

7.2 Zweileitersysteme

Bei Zweileitersystemen, d.h. ein Vorlauf und ein Rücklauf, wird zentral zwischen den Betriebsarten Heizen/Kühlen umgeschaltet. Ein und dasselbe Leitungssystem mit je einem Vorlauf und einem Rücklauf

wird für beide Betriebsarten verwendet. Da bei diesen Systemen kein individuelles paralleles raum- oder zonenweises Heizen und Kühlen möglich ist, sind Zweileitersysteme vor allem in kleineren Objekten verbreitet.

7.3 Vierleitersysteme

Das Vierleitersystem besteht aus je einem Vor- und Rücklauf für die Heizfunktion und einem weiteren Vor- und Rücklauf für die Kühlfunktion. Hierdurch ist das individuelle Heizen und Kühlen einzelner Räume oder bestimmter Zonen möglich. Beispielsweise ist es in größe-

ren Objekten so möglich, Räume die nach Norden ausgerichtet sind, zu beheizen und Räume mit Südausrichtung gleichzeitig zu kühlen. Die Umschaltung der Betriebsart erfolgt über elektronische Regelungen mit elektrisch angetriebenen Regelventilen.

7.4 Einbindung von Wärmepumpen

Wärmepumpen lassen sich aufgrund ihres niedrigen Temperaturniveaus in idealer Weise mit Flächenheizungen und auch Flächenkühlsystemen optimal betreiben, da die Heizmitteltemperatur ca. 35°C beträgt.

Wärmepumpen benötigen für einen einwandfreien Betrieb eine Mindestdurchflussmenge am Verdampfer und Verflüssiger.

Daher ist für einen störungsfreien Betrieb der Wärmepumpe ein Pufferspeicher grundsätzlich zu empfehlen. Mit geringen zusätzlichem regelungs- und anlagentechnischen Aufwand ist mit Flächenheizsystemen und Wärmepumpentechnik sowohl die Flächenheizung, als auch die Flächenkühlung möglich. Die als passive Kühlung bezeichnete Betriebsweise lässt sich somit sehr kostengünstig verwirklichen. Viele Wärmepumpenhersteller bieten hier bereits entsprechende anschlussfertige Lösungen mit passiver oder aktiver Kühlfunktion für kleinere Objekte an.

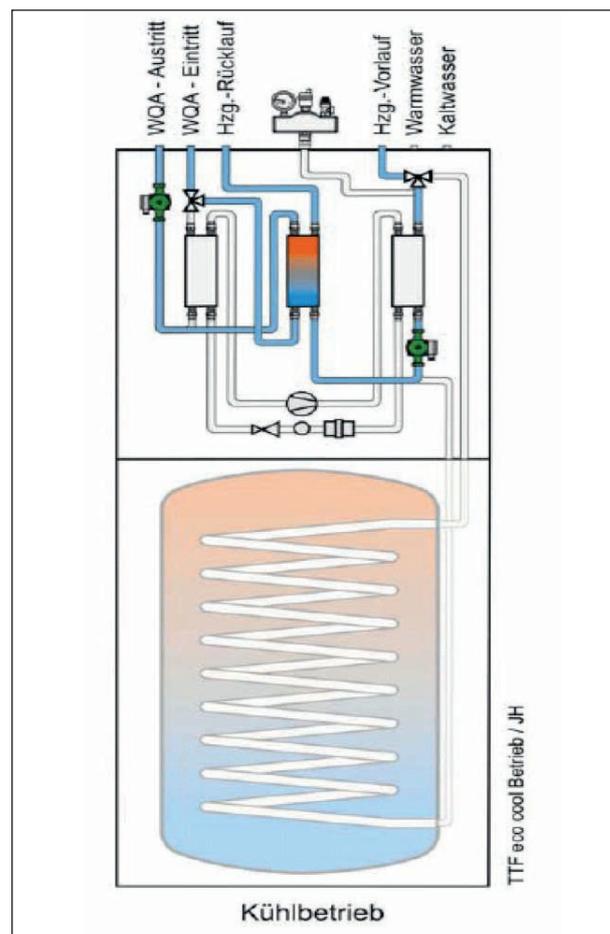


Bild 9: Funktionsschema Sole/Wasser-Wärmepumpe mit passiver Kühlfunktion

8 Ausgeführte Anlagenbeispiele

8.1 Fußbodensysteme



Beispiel 1

Bankgebäude

Büro-, Schulungs- und Schalerräume,

Bruttofläche 10.000 m²

Heizen und Kühlen mit einem Fußbodenheizungssystem auf einer Hohlraum-
bodenkonstruktion

Wärme-/Kälteversorgung über Wärmepumpe mit 64 Erdsonden

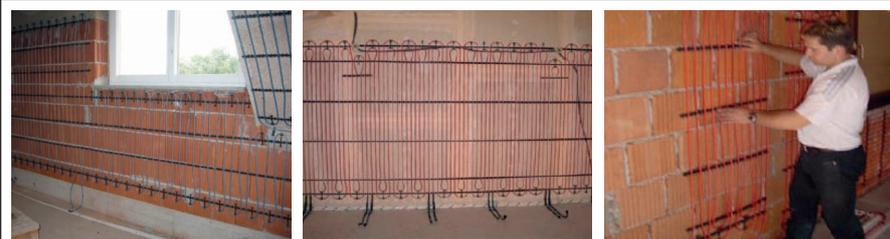


Beispiel 2

Hotelgebäude

Flächenheiz-/kühlssystem in 25 Suiten, einer Lounge, dem Festsaal und Foyer. Im Rahmen der Hotelenerweiterung wurden ca. 75.000 m Flächenheiz-/kühlrohre verbaut.

8.2 Wandsysteme



Beispiel 1

Stadtvilla

Wohn- und Schlafräume

Bruttowandfläche 300 m²

Wärme-/Kälteversorgung über Sole-/Wasserwärmepumpe mit Horizontalkollektor



Beispiel 2

Produktions- und Entwicklungsgebäude

Wandheizung/-kühlung ca. 540 m²

8.3 Deckensysteme



Beispiel 1

Produktions- und Entwicklungsgebäude

3000 m² Bruttofläche, Produktions-, Entwicklungs- und Laborräume

Heizen und Kühlen mit Deckenheiz- und Kühlplatten

Wärmeversorgung über Gaskessel 40/34°C

Kälteversorgung über Kaltwassersatz 14/17°C



Beispiel 2

Spezialklinik

Behandlungs- und Wartezimmer mit 300 m² Kühldecke

9 Normen und Richtlinien

DIN EN 12828 Heizungssysteme in Gebäuden -Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen-
 DIN EN 12831 Heizungsanlagen in Gebäuden -Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast-
 DIN EN 12831 Beiblatt 1-Nationaler Anhang NA-
 VOB DIN 18380 -Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen-
 DIN EN 1264 Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung
 VDI 2078 -Kühllastberechnung-
 DIN EN ISO 7730 -Thermische Behaglichkeit-
 DIN 4108 - 3 -Klimabedingter Feuchteschutz-
 DIN 18386 -Gebäudeautomation-
 VDE 0100 -Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V-

Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die EnEV legt u. a. Anforderungen an die regeltechnischen Einrichtungen einer Heizanlage fest. Bei der Verminderung des Energiebedarfs kommt der Regelung der Heizungsanlage eine wichtige Rolle zu. So können durch den Einbau einer Einzelraumregelung deutliche Einsparungen an wertvoller Heiz-Energie erzielt werden. Dementsprechend sind in § 14 der EnEV Anforderungen an Einrichtungen zur Steuerung und Regelung gestellt. Während im Satz (1) die Anforderungen an die Zentralheizung aufgeführt sind, wird in Satz (2) zusätzlich eine raumweise Regelung der Raumtemperatur gefordert. Eine Nachrüstung ist auch in bestehenden Gebäuden in Bezug auf Energieeinsparung und Komfort sehr sinnvoll.

Radtke U., Heizungs-Journal Verlags-GmbH: Das ABC der Flächenheizung und Flächenkühlung. ISBN 3-924788-16-2

10 Literaturhinweise

Fachinstitut Gebäude-Klima, Stille Kühlung

Energieeinsparung durch den Einsatz von alternativen Systemen der „stillen“ (passiven) Kühlung in Bürogebäuden und energetische Bewertung der Kälteerzeugung für die „Stille Kühlung“, Bietigheim-Bissingen, Gebäude-Klima e.V. 1997

Schloz T.

Informationszentrum Raum und Bau Stuttgart, Kühlung mit Solarenergie, Stuttgart, IRB-Verl., 1991, 3. erw. Auflage

Informationszentrum Raum und Bau Stuttgart

Informationszentrum Raum und Bau der Fraunhofer-Gesellschaft. Nr.661, Kühlung mit Solarenergie, Stuttgart, IRB Verl. 1985, 1. Auflage

Glück B.

Bewertungsmaßstab zur optimalen Anordnung Gesundheitsingenieur 1991, Heft 2

Glück B.

Heizen und Kühlen über Wand und Deckenflächen, HLH 1991, Heft 9

Glück B.

Kriterien zum Einsatz thermisch aktiver Flächen, Stadt und Gebäudetechnik 1992, Heft 5

Cousin R.

Raumklimatisierung aus der Wand, HLH 1990

Hauser G.

Wasserdurchströmte Decken zur Raumkonditionierung, 20. internationaler Arlberg-Kongress 1998

Olesen B.W.

Flächenheizung und Kühlung – Einsatzbereiche für Fußboden-Wand- und Deckenheizung
 19. internationaler Arlberg Kongress 1997

VDI 4645

-Planung und Dimensionierung von Wärmepumpen von Heizungsanlagen in Ein- und Mehrfamilienhäusern

VDI 4650

- Kurzverfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen

BVF Siegel schafft Vertrauen und Sicherheit

Das BVF-Siegel soll allen Beteiligten – vom Fachplaner über den Fachhandwerker bis hin zum Endkunden – Orientierung und Sicherheit im stetig wachsenden Marktsegment der Flächenheizungen bieten. In den Fokus gerückt wird dabei vor allem die Systemqualität der Produkte.

Die Hersteller, die das Siegel tragen dürfen, garantieren damit, dass sie den umfangreichen Kriterienkatalog des BVF erfüllen. Dieser gilt vornehmlich den Aspekten Qualität, Kompetenz und Sicherheit. Hier sind z. B. eindeutige Anbieter-Identifizierungen, genaue Produktbeschreibungen und -spezifikationen, eine gute technische Beratung und die Einhaltung technischer Regelungen zu nennen. In Bezug auf Einzelkomponenten bedeutet das, dass diese problemlos und sicher zu einem System zusammengefügt werden können, wenn sie aus

dem gleichen Programm stammen und das BVF Siegel tragen. Diese Sicherheit ist vor allem für das Fachhandwerk relevant, da sich Gewährleistungs- und Haftungsansprüche generell auf den Anbieter verlagern, sobald beliebige Einzelkomponenten zu einem Gesamtsystem zusammengefügt werden.



Die Vergabe des Siegels erfolgt nach Antragstellung und erfolgreicher Erstzertifizierung durch den eigens eingerichteten BVF-Siegel Ausschuss. Überprüft wird die Einhaltung der Kriterien unregelmäßig durch den Ausschuss und dank einer eigenverantwortlichen Selbstkontrolle der Siegelträger.

Weitere Informationen über den Bundesverband Flächenheizungen und Flä-

chenkühlungen e.V. sind unter www.flaechenheizung.de und www.bvf-siegel.de zu finden.