



**Wasserdurchströmte Flächenheiz- und Kühlsysteme.
Die ideale Voraussetzung für die Nutzung regenerativer
Energien in der Gebäudeheizung /-Kühlung**



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 Allgemeine Hinweise

Die Flächenheizung und Flächenkühlung hat sehr stark an Marktbedeutung gewonnen. Heute wird mindestens jedes zweite Ein- und Zweifamilienhaus mit einer Flächenheizung und zum Teil auch Flächenkühlung ausgestattet.

- Zukunftsorientiert und umweltfreundlich durch die Nutzung regenerativer Energien
- Hohe Behaglichkeit aufgrund optimaler Oberflächentemperaturen
- Günstigste raumlufthygienische Verhältnisse
- Freie innenarchitektonische Gestaltung
- Kostengünstige Installation im Neubau und im Gebäudebestand.

Auch in Nichtwohngebäuden, wie Büros, Schulen, Kindergärten, Museen, Ladengeschäften, Sporthallen, Industriehallen und Kirchen werden die Systeme der raumflächenintegrierten Heizung und Kühlung, aufgrund ihrer Vorteile in verstärktem Maße eingesetzt.

1.1 Zukünftige Energieversorgung

Im Rahmen der „Energiewende“ und der Beschlüsse der Bundesregierung wurde ein Energiekonzept entworfen, das einen erheblichen Ausbau der regenerativen Energien und eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich vorsieht. Der geplante „Umbau“ erfordert deutliche Veränderungen in der Energieerzeugung, des Energietransportes und der not-

wendigen Speicherung. Die EU- Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden fordert für den Neubau ab 2021 das Niedrigstenergiegebäude. (Siehe BVF Richtlinie Nr. 14)

Zukunftsfähige Gebäudekonzepte müssen sich diesen Veränderungen anpassen.

2 Wärmeerzeuger als Stand der Technik

Die Bezeichnung Wärmeerzeuger dient heute als Sammelbegriff für jegliche Art von Heizgeräte, mit denen Wärme für die Beheizung von Wohnungen / Gebäuden und / oder zur Trinkwassererwärmung erzeugt werden kann. Eine Unterteilung der einzelnen Geräte erfolgt durch die Art des Brennstoffs, mit denen die einzelnen Wärmeerzeuger betrieben werden können.

Hierzu zählen fossile Brennstoffe wie Öl oder Gas, regenerative Brennstoffe wie Holz, Holzpellets als nachwachsende Rohstoffe oder regenerative Energien wie Solarthermie, Photovoltaik und Erdwärme.

Zu erwähnen ist hier auch die Kraft – Wärmekopplung. Niedertemperatur-Heizkessel werden mehr und mehr durch die Brennwerttechnologie als Stand der Technik ersetzt.

Die Wärmeerzeuger mit Brennstoffzelle befinden sich bereits in der Entwicklung und werden in absehbarer Zeit auf den Markt kommen.

Alle im Vorfeld genannten Wärmeerzeuger, haben gegenüber älteren Techniken das Temperaturniveau gemeinsam. Sie werden alle in einem niedrigen Temperaturbereich betrieben, der zur Nutzung mit einer Flächenheizung hervorragend geeignet ist.

2.1 Hybridheizung – zentrale Speichersysteme

Bei der Hybridheizung wird zumeist Wärme über thermische Solarkollektoren, zeitlich entkoppelt, erzeugt, gespeichert und über einen weiteren Wärmeerzeuger (bivalenter oder trivalenter Betrieb) Wärme zugeführt, sobald die Wärmeenergie durch die thermische Solaranlage nicht mehr ausreicht bzw. der Pufferspeicher entladen ist. Die zentrale Anlagenkomponente ist dabei der Pufferspeicher, der idealerweise als Schichtenspeicher ausgeführt und über eine entsprechende Regelung und zugehörigen Mischventilen bedarfsgerecht be- und entladen wird. Eine weit verbreitete Hybridvariante ist die Kombination von Solarkollektoren in Verbindung mit Wärmepumpen. Dabei wird der Warmwasserbedarf im Sommer überwiegend durch Solarthermie gedeckt und die Wärmepumpe wird erst zu Beginn der Heizperiode in Betrieb genommen.

Je nach gewählter Gebäude- und Anlagenkonzeption wird die Deckung der benötigten Wärmeenergie von der Größe der Solaranlage / Pufferspeicher bestimmt. Die gebräuchlichste Variante ist eine Kollektor-Speicherabstimmung zur Deckung des Warmwasserbedarfs im Sommer mit teilweiser Heizungsunterstützung. Bei einem Vier-Personenhaushalt entspricht dies einer Kollektorfläche von ca. 6 m² und einem Pufferspeicher von ca. 300 l. Die Brauchwassererwärmung wird bei dieser Konzeption auch in der Heizperiode, bei Wärmepumpenbetrieb durch die Solarthermie unterstützt.

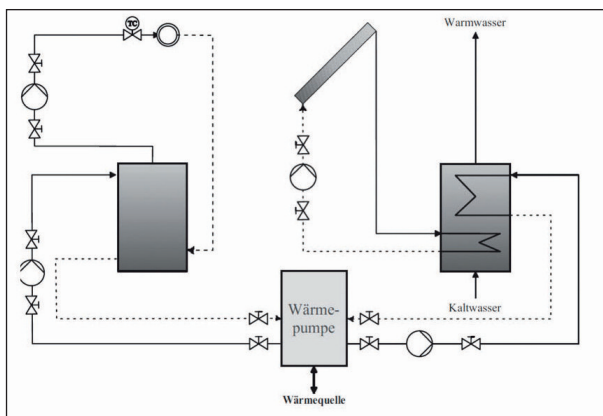


Bild 1: Anlagenschema einer Wärmepumpenanlage mit solarunterstützter Brauchwassererwärmung. (TU-Dresden)

Der Pufferspeicher, in Paralleleinbindung, ist dabei zusätzlich eine wichtige Anlagenkomponente zum wirtschaftlichen und schonenden Betrieb der Wärmepumpe.

Zusätzlich könnte hier auch noch eine Speicherbeladung mit nachwachsenden Rohstoffen über einen z.B. wasserführenden Holzkaminofen erfolgen. Wichtig bei allen Anlagenkonzeptionen ist neben der Wärmeerzeugung und Wärmespeicherung, das Wärmeübergabesystem.

Das Wärmeübergabesystem ist dabei eine Flächenheizung, ausgeführt als Fußboden-/ Wand-/ Deckenheizung oder eine

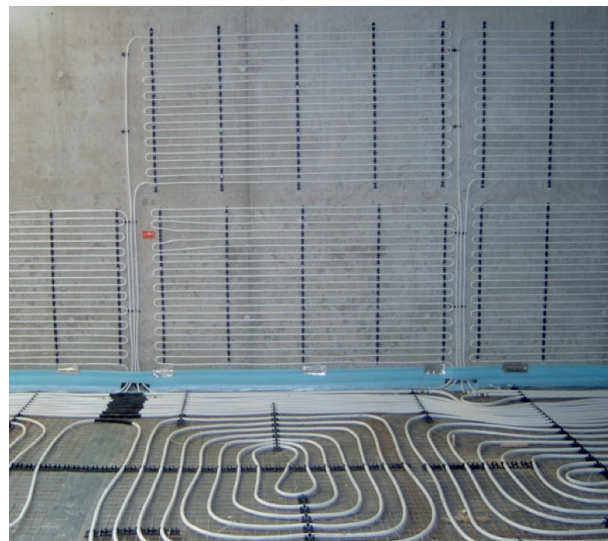


Bild2: Kombination von Wand- und Fußbodenheizung

Kombination daraus, die für eine möglichst niedrige Systemtemperatur von 35°C und niedriger dimensioniert ist. Hierdurch wird die im Schichtenspeicher vorhandene Energie so effektiv wie möglich genutzt.

Eine spezielle Anlagenvariante ist dabei das so genannte Sonnenhaus, das mit einem ähnlichen Anlagenprinzip arbeitet. Es handelt sich dabei um Gebäude mit hohem Wärmedämmstandard (KfW 70) mit Schichtenspeicher in der Gebäudehülle. Eine Ausführliche Beschreibung dieser Anlagenvariante ist in der BVF Richtlinie Nr. 14 zu finden.

<http://www.sonnenhaus-institut.de/index.html>



Bild 3: Sonnenhaus Lorenz (Sonnenhaus-Institut e.V.)

2.2 Wärmepumpe

In der Umgebungsluft, im Grundwasser und im Erdreich steht Energie in großem Umfang zur Verfügung. Diese Energie ist zur Gebäudebeheizung zunächst nicht nutzbar, da das Temperaturniveau unter dem der gewünschten Raumtemperatur liegt.

Mit einer Wärmepumpe kann die Energie dieser Wärmequellen nutzbar gemacht werden. Dazu wird die vorhandene Wärme auf eine höhere, nutzbare Temperatur gebracht. Die Wärme steht dann zur Gebäudebeheizung zur Verfügung. Dieser Prozess erfolgt durch die Zufuhr von mechanischer Energie, welche durch einen Elektro- oder Verbrennungsmotor bereitgestellt wird (Bild 4).

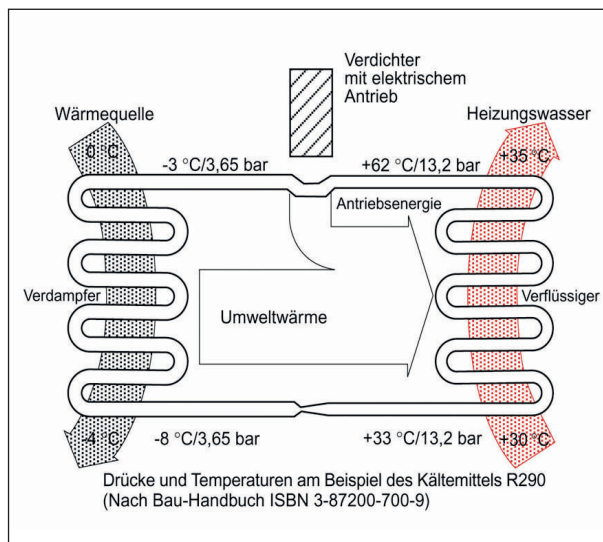


Bild 4: Funktionsschema einer Wärmepumpe

Je größer die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle (Umgebung, Erdreich, Grundwasser) und der benötigten Vorlauftemperatur der Gebäudeheizung ist, umso größer ist die aufzuwendende mechanische Hilfsenergie. Eine Wärmepumpe macht Umweltwärme zur Bereitstellung von Heizwärme nutzbar. Dazu wird Hilfsenergie benötigt. Für eine elektrisch angetriebene Wärmepumpe ergibt sich ein Energiefluss nach Bild 5.

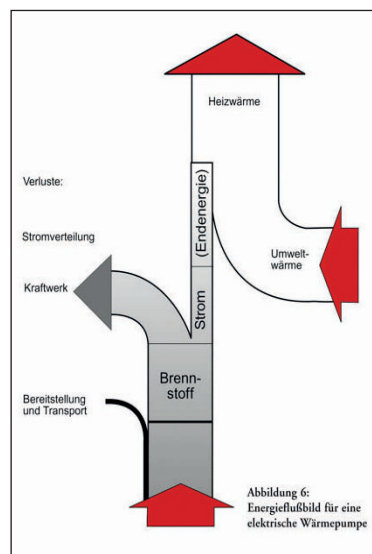


Bild 5: Energieflussbild für eine elektrische Wärmepumpe

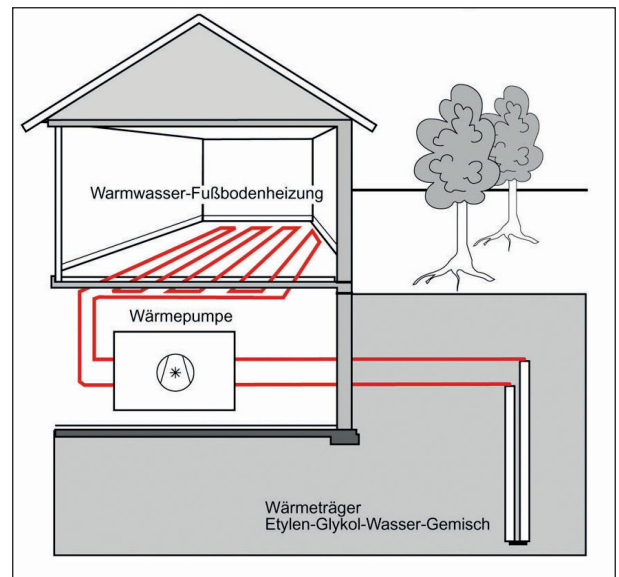


Bild 6: Sole / Wasser Wärmepumpe mit Warmwasser-Fußbodenheizung/-kühlung.

Das Verhältnis von nutzbarer Wärmeleistung und der aufgenommenen mechanischen Hilfsenergie wird als Leistungszahl COP (Coefficient of Performance) bezeichnet. Aus dem physikalischen Prinzip des Prozesses folgt, dass die Leistungszahl umso höher ist, je geringer die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle (Umwelt) und Wärmenutzungsanlage (Heizsystem) ist. Daher werden Wärmepumpen fast ausschließlich in Verbindung mit Flächenheizungen eingebaut.

Je nach Wärmequelle und der Art des Wärmeübergabesystems können folgende Werte für die durchschnittlichen Jahresarbeitsszahlen erreicht werden:

- Erdreich 4
- Grundwasser 4,5
- Luft 3

Quelle: Bundesverband Wärmepumpen e.V.

Diese Werte gelten für Heizsysteme mit einer maximalen Vorlauftemperatur von 35 °C .

So wird zur Gebäudebeheizung mit Sole / Wasser Wärmepumpe in Verbindung mit einer Niedrigtemperatur Fußbodenheizung 75 % des Jahresheizenergiebedarfs durch die Nutzung von Umweltwärme bereitgestellt.

2.3 Passive Kühlung – ohne Kompressor

Eine Besonderheit bei Wasser-Wasserwärmepumpen oder Sole-Wasserwärmepumpen ist die direkte Nutzung des kühlen Grundwassers bzw. Erdreichs über einen Wärmetauscher. Die Wärme im Raum wird an das Flächenheiz- und Kühlsystem – abgegeben. Es kann sich dabei um Wand- oder Fußbodensysteme handeln. Besonders effektiv sind für den Kühlfall jedoch Deckensysteme. Die Umwälzpumpe des Heiz- und Kühlkreises transportiert das Anlagenwasser durch einen Wärmetauscher. Bei Sole-Wasser-Wärmepumpen wird die Wärme an die Soleflüssigkeit abgegeben. Mittels der Sole-Umwälzpumpe wird die Flüssigkeit dann durch die Erdsonde gepumpt, wo sie die Wärme an das Erdreich abgibt und dadurch abkühlt. Ohne den Betrieb des Kompressors wird hier eine sehr wirtschaftliche Form der Kühlung mit begrenzter Leistung bereitgestellt.

Die Berechnung der Flächenheizung-Kühlung erfolgt nach DIN EN 1264.

Es ist darauf zu achten, dass keine Unterschreitung des Taupunkts erfolgt.

Ein Taupunktsensor mit zugehöriger Regeleinrichtung verhindert im Betrieb die Taupunktunterschreitung. Die zugehörigen Raumtemperaturregler müssen für den Heiz- und Kühlbetrieb geeignet sein und über ein sogenanntes CO-Signal (change over) im Kühlbetrieb mit steigender Raumtemperatur die Stellglieder regeln. Spezielle Raumtemperaturregler erfassen dabei auch die rel. Luftfeuchte oder bieten die Möglichkeit des Anschlusses eines externen zusätzlichen Taupunktsensors.

2.4 Zusammenfassung

Für die Beheizung von Gebäuden stehen Wärmeerzeuger zur Verfügung, die einen schonenden Umgang mit fossilen Brennstoffen sowie die Nutzung von regenerativen Energiequellen und Umweltwärme ermöglichen. Das Potenzial der Energieeinsparung und die damit verbun-

dene Reduktion von CO²-Emissionen mit dieser Technik lassen sich umso besser ausschöpfen, je geringer die Differenz zwischen Heizmitteltemperatur und Raumtemperatur ist. Damit ist die Warmwasser-Flächenheizung die beste Voraussetzung für die Nutzung von Brenntechnik, Solarenergie und Umweltwärme.

3 Hydraulische Einbindung

3.1 Allgemeine Anforderungen

Eine wichtige Voraussetzung für die einwandfreie Funktion einer Regelung ist eine abgestimmte Hydraulik des gesamten Systems. Es sollte berücksichtigt werden, dass bei einem Flächenheiz- und Kühlsystem der Volumenstrom in der Regel höher ist als bei statischen Heizflächen. Dieser Volumenstrom muß mit der Durchflussleistung des Wärmeerzeugers abgestimmt werden. Sollte die Durchflussleistung des Wärmeerzeugers geringer sein als der benötigte Volumenstrom, der Flächenheizung / Kühlung ist eine hydraulische Weiche, ein Pufferspeicher o.ä. einzuplanen. Nach DIN 18380 sind die Anlagenteile so einzustellen, dass die geforderten Funktionen und Leistungen erbracht und die gesetzlichen Bestimmungen erfüllt werden.

Der hydraulische Abgleich ist so vorzunehmen, dass bei bestimmungsgemäßen Betrieb, also z.B. auch bei Raumtemperaturabsenkung oder Betriebspausen der Heizanlage, alle Wärmeverbraucher entsprechend ihrem Wärmebedarf versorgt werden.

Basis hierfür ist die Berechnung nach DIN EN 1264.

Nur mit einem in allen Komponenten hydraulisch abgeglichenem System und eine auf die Benutzergegebenheiten abgestimmte Witterungsgeführte Regelung, lässt sich die erforderliche Regelgenauigkeit erreichen.

Der hydraulische Abgleich gehört zum Leistungsumfang des Auftragnehmers.

3.2 Hydraulische Einbindung kombinierter Flächenkühl-/heizsysteme

3.2.1 Zwei-Leitersysteme

Bei Zweileitersystemen, d.h. 1 Vorlauf und 1 Rücklauf, wird zentral zwischen den Betriebsarten Heizen/Kühlen umgeschaltet. Dasselbe Leitungssystem wird für beide Betriebsarten verwendet.

Da bei diesen Systemen kein individuelles zonenweises Heizen und Kühlen möglich ist, sind Zweileitersysteme vor allem in kleineren Objekten verbreitet. (Bild 8 und 9).

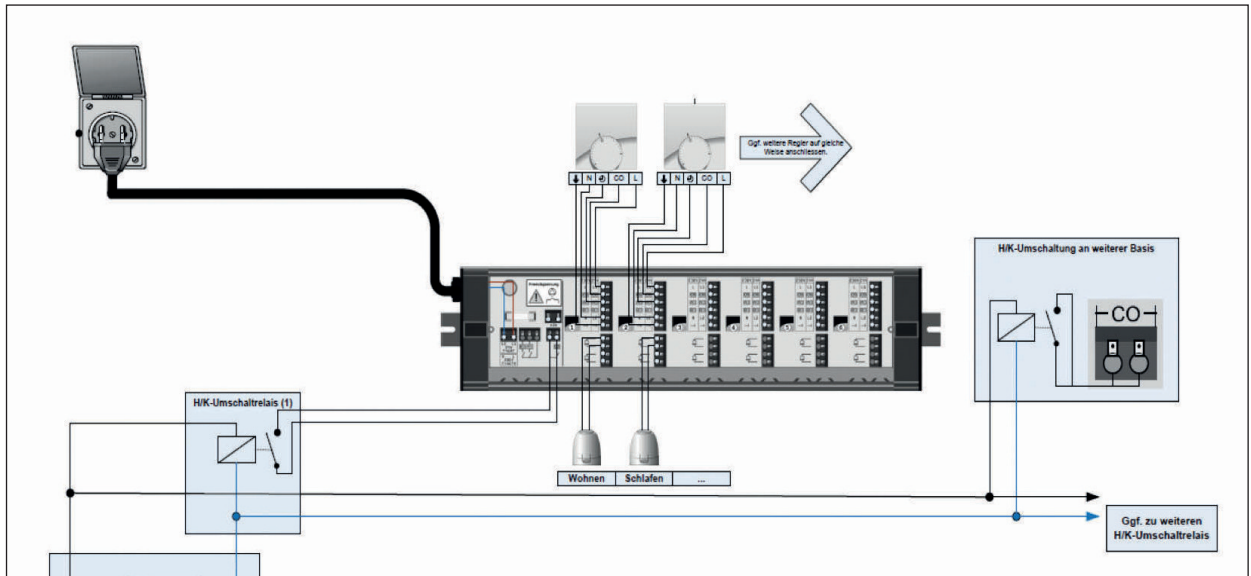


Bild 8 (oben): Regelung bei einem Zwei-Leiter System (externe Taupunktregelung nicht dargestellt)

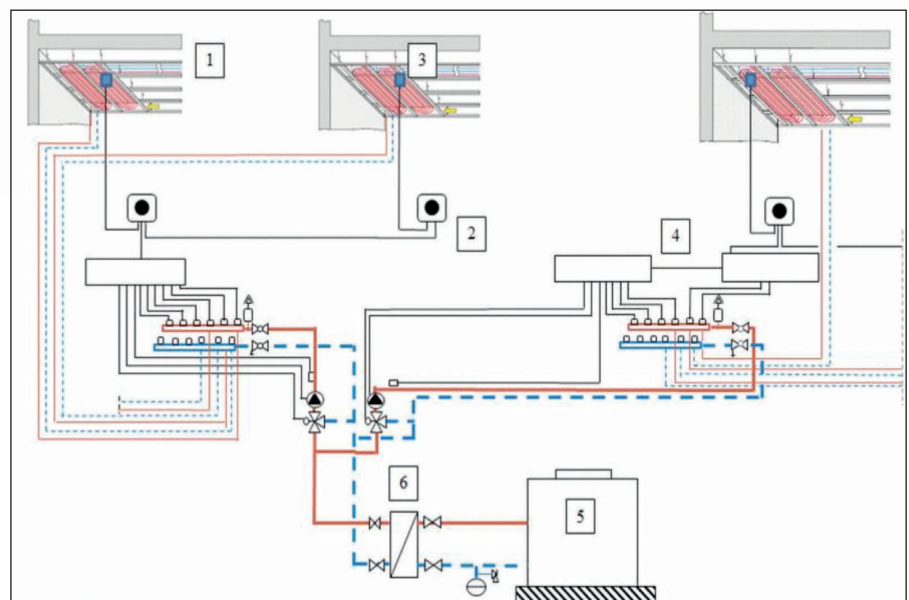


Bild 9 (rechts): Beispielschema Zweileiter-System

| Legende | |
|---------|------------------------------|
| 1 | Heiz-/Kühldecke |
| 2 | Raumthermostat Heizen/Kühlen |
| 3 | Kondensatfühler |
| 4 | Regelgerät Master/Slave |
| 5 | Wärmepumpe reversibel |
| 6 | Systemtrennung |

3.2.2 Vier-Leitersysteme

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 bestimmter Zonen möglich.

Beispielsweise ist es so möglich, in größeren Objekten, 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 betriebenen Regelventilen (Bild 10 und 11).

Die Anlagenkonzepte für das Zwei- und Vierleitersystem stellen besondere Anforderungen an die Hydraulik und Regelung in Planung und Ausführung.

Die Abstimmung aller beteiligten Gewerke erfordert ausgeprägte Sorgfalt.

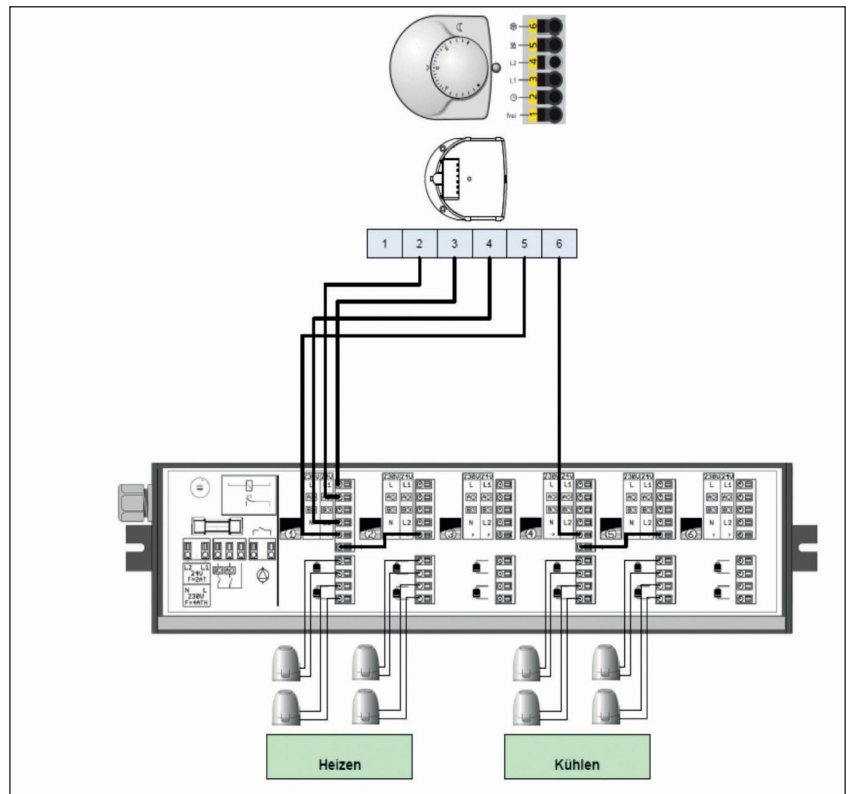


Bild 10: Vier-Leiter-System, Umschaltung Heizen/Kühlen erfolgt durch Raumthermostat (externe Taupunktregelung nicht dargestellt)

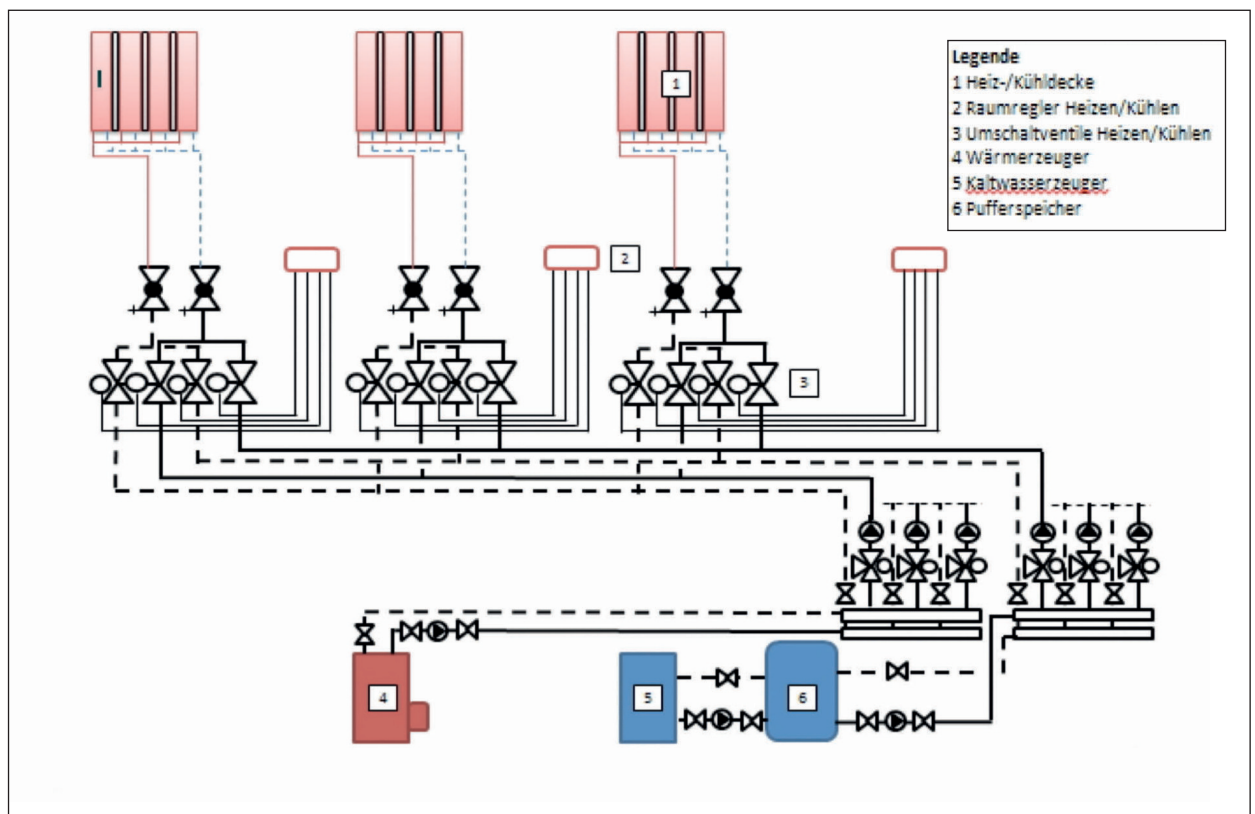


Bild 11: Beispielschema Vierleiter-System

3.3 Einbindung von Wärmepumpen

Wärmepumpen lassen sich aufgrund ihres niedrigen Temperaturniveaus mit Flächenheiz- / und kühlssystemen optimal betreiben.

Bei Sole / Wasser und Wasser / Wasser Wärmepumpen ist eine passive Kühlung nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten sehr gut geeignet. Das Solegemisch bzw. das Grundwasser wird, an der Wärmepumpe vorbei, über einen Wärmetauscher in das Flächenheiz- / und kühlssystem geleitet.

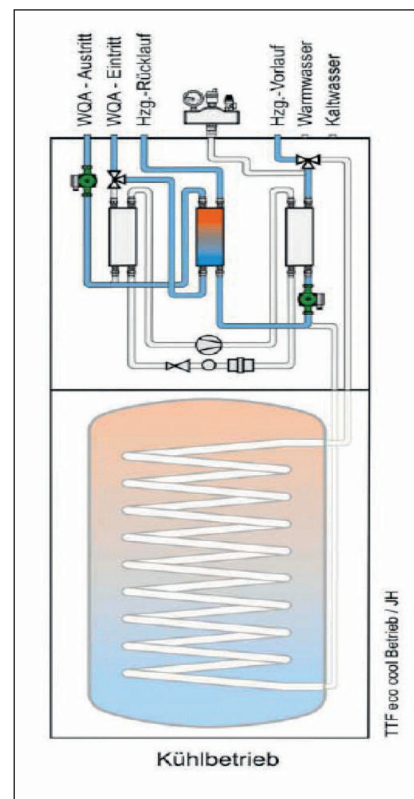


Bild 7: Funktionsschema Sole-Wasser-Wärmepumpe mit passiver Kühlungsfunktion

4 Regeltechnik

Um eine kombinierte Flächenheizung-/kühlung nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten und optimalen Behaglichkeits-Bedingungen betreiben zu können, bedarf es einer auf die speziellen Anforderungen konzipierten Regeltechnik. Neben dem Einsatz von aufwendiger MSR Technik können jedoch auch vergleichbar einfach konzipierte und damit überschaubare Regelungen zum Ziel führen.

Allgemeine Anforderungen an Regelungsanlagen gekoppelter Systeme ergeben sich weiter wie folgt:

Optimale Energienutzung:

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

Kombinierte Flächenheiz-/ Kühlssysteme bieten insgesamt viele Vorteile gegenüber konventionellen Systemen.

Wirtschaftlichkeit:

- Niedrige Investitionskosten
- Niedrige Betriebskosten
- Eine Anlage mit zwei Funktionen
- Wartungsfreiheit

Ökologie:

- Nutzung regenerativer Quellen möglich
- Hohe Energieeffizienz durch niedrige Heizmittel- und hohe Quellentemperaturen.
D. h. wenig Energieverluste.

5 Umschalten Heizen/Kühlen

Bei der Umschaltung von Heizen auf Kühlen ist darauf zu achten, 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 Change-Over Signal (z.B. potentialfreier Umschaltkontakt) sichergestellt (Bild 8).

Zusätzlich muss das Regelsystem die Möglichkeit bieten, einzelne Räume, wie zum Beispiel Badezimmer, WC, usw. vom Kühlbetrieb ausschließen zu können.

Taupunkt (Schutz vor Feuchtigkeit)

Bei allen Arten der Kühlung ist unbedingt darauf zu achten, dass an keiner Stelle im System Feuchtigkeit durch zu geringe Temperaturen auftritt. Dies wird durch eine Taupunktregelung / Überwachung gewährleistet.

Energieeinspar - Verordnung EnEV

Die EnEV legt u.a. Anforderungen an die regeltechnischen Einrichtungen einer Heizungsanlage fest.

Bei der Verminderung des Energiebedarfs kommt der Regelung der Heizungsanlage eine wichtige Rolle zu. Zusätzlich werden durch den Einbau einer Einzelraumregelung deutliche Einsparungen an wertvoller Heizenergie erzielt.

Dementsprechend sind in § 14 der EnEV Anforderungen an Einrichtungen zur Steuerung und Regelung gestellt.

Nachrüstpflicht Einzelraumregelung

Eine Nachrüstpflicht war in der HeizAnIV verankert und ist in bestehenden Gebäuden in Bezug auf Energieeinsparung und Komfort sinnvoll und empfehlenswert.

6 Fazit: Wasserdurchströmte Flächenheiz- und Kühlsysteme

Die steigende Nutzung regenerativer Energiequellen wie z.B. Sonnenenergie, Wärmepumpen, Biomasse oder Kombinationen daraus sind die Basis effektiver, wassergeführter Heiz- und Kühlsysteme. Aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus eignen sich raumflächenintegrierte Systeme wie Boden-, Wand- oder Deckensysteme, bei steigender thermischer Behaglichkeit, ganz besonders für eine effiziente Betriebsweise.

Wasser/Wasser- oder Sole/Wasserwärmepumpen werden immer häufiger auch als Kühlsysteme eingesetzt.

Zukunftsweisende Heiz- und Kühlkonzepte basieren daher immer mehr auf diesem Gedankenansatz.

7 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 |
| DIN EN 1264 | Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung |
| VDI 2078 | Kühllastberechnung |
| DIN EN ISO 7730 | Thermische Behaglichkeit |
| DIN 4108 | Wärmeschutz im Hochbau |
| DIN 4109 | Schallschutz im Hochbau |
| VOB Teil C / DIN 18380 | Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen |
| VOB Teil C / DIN 18386 | Gebäudeautomation |
| DIN EN 60730 | Automatische, elektrische Regel- und Steuergeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen |
| VDE 0100 | Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V |
| EnEV | (Energieeinsparverordnung) |

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.