

## Doppelfunktion mit einem System (Heizen + Kühlen)



*Kombi-Pufferspeicher; Quelle: BDH*

***Aktuell gewinnt das Thema „Kühlung“ im Gebäudebereich zunehmend an Bedeutung. Über eine Flächenkühlung kann im Hochsommer die thermische Behaglichkeit im umbauten Raum erhöht werden. Entsprechend diesem besonderen Merkmal bietet sich die Flächenheizung/-kühlung mit ihrer Doppelfunktion „Heizen/Kühlen“ entsprechend dem jahreszeitlichen Bedarf als optimales Übergabesystem an.***

### **Teil 1 Flächenheizung und Wärmebereitstellung**

Zwar ist die Flächenheizung heute im Neubau Standard, doch in der Modernisierung werden ihre Potenziale bislang kaum genutzt. Zudem steht für alle Anwendungen auch der Doppelnutzen „Heizen/Kühlen“ zur Verfügung. Dabei können diese Systeme (Boden, Wand, Decke) mit allen Wärmeerzeugern sowie erneuerbaren Energien (z. B. Solarthermie) gekoppelt werden.

Der *Pufferspeicher* bildet im Zentrum der wassergeführten Zentralheizungsanlage die Schnittstelle zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeübergabe. Seine Aufgabe ist die Bereitstellung von Heizungswasser für die Wärmeübertragung an den Raum. Die Wärmebereitstellung in Gebäuden betrifft allerdings nicht nur die Raumwärme, sondern auch die Bereitstellung von Trink-Warmwasser.

Ein Heizungspufferspeicher ist für eine Flächenheizung/-kühlung zwar nicht immer zwingend notwendig, wie beispielsweise für gewerbliche Anwendungen in Nichtwohngebäuden, diversen Sonderfällen, oder spezifischen baulichen Anforderungen. Dennoch sprechen viele Gründe für die Wärmebereitstellung mittels eines zentralen Heizungspufferspeichers. Nicht nur für eine multiple Wärmebereitstellung aus verschiedenen Wärmequellen, sondern auch zur nachhaltigen Steigerung des Deckungsanteils zur solarthermischen Heizungsunterstützung ist dies im Kontext des

Niedrigtemperatursystems Flächenheizung das Argument für einen Pufferspeicher. Im Betriebsfall einer passiven Flächenkühlung, wird der Pufferspeicher über einen hydraulischen Bypass umgangen.

### **Der geregelte Wärmeübertragungskreis**

An der Heizwasser-Entnahmeseite wird der Heizkreis zur Wärmeverteilung angeschlossen. Der klassische Heizkreis für eine Flächenheizung/-kühlung wird in der Regel als geregelter Heizkreis ausgeführt, der die Vorlauftemperatur dynamisch in Abhängigkeit der Außentemperatur anpasst und zu den jeweiligen Wärmeübergabesystemen bringt. Über die in der Heizungsregelung integrierte Heizkennlinie wird die maximale Vorlauftemperatur im Auslegungsfall festgelegt, die durch die Mischereinrichtung verwirklicht wird. Die angestrebten Systemtemperaturen sind dann Planungsgrundlage für die Auslegung der Flächen.

Dieser geregelte Heizkreis ist bei der Kühlung derselbe, da die typische Baugruppe „Geregelte Heizkreisstation“, bestehend aus den wesentlichen Komponenten Umwälzpumpe und einem motorisch betriebenem Drei-Wege-Mischventil, lediglich die Zwangszirkulation mit dynamischen Vorlauftemperaturen, sowohl für das Kühlen, als auch für das Heizen erledigt. Außerhalb der Heizperiode und vor allem im Sommer kann durch eine reversible Temperierung mit der Flächenheizung/-kühlung ein doppelter Nutzen erzielt werden.

### **Der Verteiler als Schnittstelle der Wärmeübertragung**

Der Verteiler ist die Schnittstelle sämtlicher Systeme der Flächenheizung /-kühlung, ob Wand, Boden oder Decke zur Wärmebereitstellung (Wärmeerzeugung). Von hier aus erfolgt die Aufteilung der Wärmestromkreise zu den entsprechenden Flächen, welche in Räumen bzw. Zonen aufgeteilt sind. Im Rahmen der Inbetriebnahme sind an den Ventilen des Rücklaufsammlers der hydraulische Abgleich vorzunehmen, um den für den jeweiligen wärmestromkreis ermittelten Massen-Volumenstrom sicherstellen zu können.

In der Funktion Wohnungsverteiler können an dieser Stelle auch eine Wärmemengenerfassung zur Feststellung des Wärmeverbrauchs integriert werden. Ebenso befindet sich im Bereich des Etagenverteilers die Regeleinheit zum Anschluss der Stellmotoren für die Raumregelung. Der Markt bietet hierfür systemintegrierte Draht- und Funkverbindungen an. Über die steuerungs- und regelungstechnischen Bestandteile hinaus, sollte ein Etagenverteiler stets auch über eine Spül-, Füll-, und Entleerungseinrichtung verfügen, sowie über entsprechende Entlüftungsventile. Der Etagenverteiler kann je nach Montagesituation Aufputz und Unterputz installiert werden.

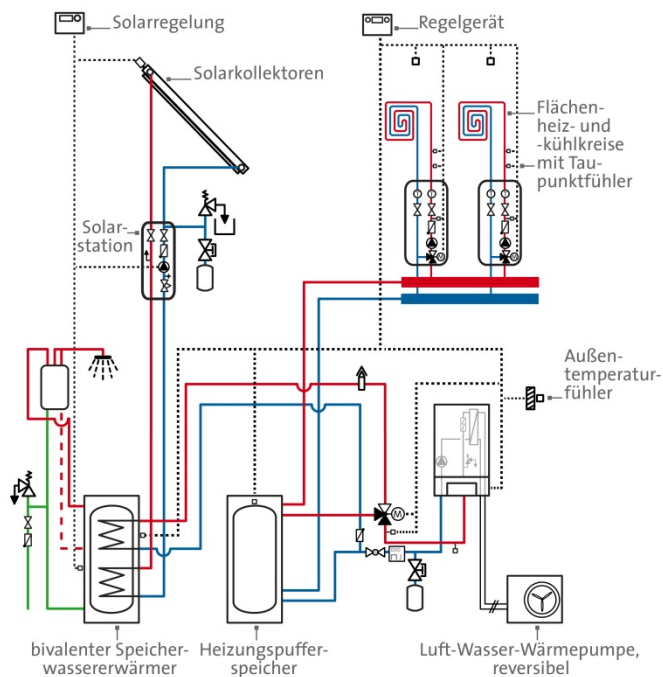
### **Systemtemperaturen für den Heizbetrieb**

Der Begriff Systemtemperaturen umfasst nicht nur die maximale Vorlauftemperatur für die Wärmeübertragungssysteme, sondern gleichermaßen die Raumtemperatur und Rücklauftemperatur. Daraus resultiert die für die Wärmeübertragungsleistung relevante Spreizung. Diesbezügliche Angaben – wie auch die Übertemperatur<sup>2)</sup> - sind aber immer im Kontext des Masse-Volumenstroms zu sehen. Sowohl bei der Fußbodenheizung als auch bei der Deckenheizung, ist die maximale Vorlauftemperatur, allein aus Gründen der thermischen Behaglichkeit (< 35°C) zu begrenzen. Natürlich müssen dabei auch die wärmetechnischen Kennwerte der Oberflächenmaterialien berücksichtigt werden.

## Fazit zur Flächenheizung und Wärmebereitstellung

Neben den Vorteilen der Doppelnutzung der Flächenheizung/-kühlung in einem System, ist es besonders die Energieeffizienz und der hohe Komfort, welche dieses Niedrigtemperatursystems ausmachen. Insbesondere bei sehr niedrigen Vorlauftemperaturen, ist ein maximaler solarer Deckungsgrad realisierbar und somit auch die Integration einer solarthermischen Heizungsunterstützung möglich. Der besondere Wärmekomfort durch die Strahlungswärme (oder Strahlungskühlung) kommt dem natürlichen wärmeempfinden des Menschen entgegen. In der Modernisierung kann eine Flächenheizung nicht nur im Rahmen einer Badsanierung zur Anwendung kommen, sondern auch bei einer Wohnraumerneuerung, insbesondere einer Umgestaltung von Wohn- und Aufenthaltsbereichen, denen ein höherer Stellenwert zukommen soll. Somit kann eine Flächenheizung/-kühlung im Rahmen von bestandsverschönernden Maßnahmen, der erste Schritt zu einer Modernisierungsmaßnahme sein. Die umgangssprachliche Bezeichnung „Spreizung“ bezeichnet die entsprechende Temperatur-Differenz zwischen Vorlauf und Rücklauf. Für die Bestimmung der Wärmeleistung aber, ist jedoch gleichermaßen der Massen-Volumenstrom relevant.

## Teil 2 Flächenkühlung und Kältebereitstellung



Heiz- und Kühlbetrieb einer reversiblen Wärmepumpe; Quelle: BDH

Die *Kühlfunktion* wirkt durch eine Untertemperatur<sup>1</sup>. Der Wärmestrom erfolgt in das Bauteil aus dem Raum durch Reduzierung der Oberflächentemperatur. Beide Funktionen werden mit demselben Wärmeübergabesystem realisiert. Es ändert sich lediglich die Richtung des Wärmestroms (Umkehrung des Wärmestroms) durch die thermische Be- oder Entladung des Wärmeträgermediums (Heizwasser). Während der *Kühlfunktion* wirkt der Raum als Wärmequelle, welche durch die Untertemperatur des Systems thermisch entladen wird. Dafür ist eine dementsprechende

<sup>1</sup> Die Übertemperatur bezieht sich auf den Heizfall (die Fläche dient als Wärmequelle); die Untertemperatur bezieht sich auf den Kühlfall (die Fläche dienen als Wärmesenke).

Wärmesenke notwendig. (z.B. ein Kälte-Pufferspeicher der durch diverse Kälteerzeuger thermische entladen wird - Kältebereitstellung). Aufgrund der geringen Temperaturdifferenzen zwischen Kühlwasser, Raumluft und Körpern, ist eine Flächenheizung/-kühlung bestens dafür geeignet, im Sinne der thermischen Behaglichkeit und Energieeffizienz einen Beitrag zur Raumkühlung leisten. Dabei wirkt sich besonders die flächenbezogene Kühlleistung auf das Wohlbefinden der Nutzer aus.

### **Umkehrung des Wärmestroms (Taupunktunterschreitung)**

Bei einer Umkehrung des Wärmestroms zur Flächenkühlung wird nicht von einer maximalen Vorlauftemperatur gesprochen, sondern von einer Mindest-Vorlauftemperatur. Auch dies markiert den direkten Zusammenhang mit den Temperaturbereichen des menschlichen Körpers, berücksichtigt aber auch den baulichen Feuchteschutz. Durch die Absenkung der Oberflächentemperatur (Untertemperatur im Bauteil) kann die Gefahr einer Taupunktunterschreitung bestehen, welche z. B. wirksam mit einem so genannten Taupunktwärter verhindert werden kann.

Dieser überwacht die relative Feuchte (Wasserdampfaktivität) an der Bauteiloberfläche oder an kritischen Oberflächen der Anlage und schaltet bei drohender Unterschreitung der Taupunkttemperatur (dynamischer Grenzwert) die Kühlfunktion aus, um keine Feuchteschäden am oder im Bauteil zu provozieren. Beispielsweise liegt die Taupunkttemperatur bei einer relativen Luftfeuchte von 60% und einer Lufttemperatur von 26°C bei 18°C. Eine Unterschreitung dieser Temperatur (Taupunktunterschreitung) kann es zu Schimmelbildung am Bauteil führen.

### **Die Umschaltung von Flächenheizung auf Flächenkühlung**

Die hydraulische Umschaltung für die Flächenkühlung wird zwischen Heizkreisstation und Pufferspeicher integriert, da der Pufferspeicher in der Regel für den Heizbetrieb (bzw. im Sommer für WW-Bereitung) während der Heizperiode notwendig sein wird. Interne Wärmegewinne werden innerhalb der Heizperiode in der Regel auf der Wärmeseite bilanziert. Im Sommer aber sind es – insbesondere im Hochsommer – interne Wärmelasten, welche eine Kühlung verlangen. Die erreichbare Kühlleistung je Quadratmeter ist je nach Flächenorientierung (Boden, Wand oder Decke) unterschiedlich und weicht von der Heizleistung je Quadratmeter ab.

Die hydraulische Umschaltung ist Bestandteil des Systems und entsprechend den Komponenten und der Auslegung konfiguriert. Sowohl der Heiz- als auch der Kühlbetrieb werden von einer zentralen Steuereinheit sichergestellt, welche sowohl die Pumpen als auch die Umschaltung entsprechend den Temperaturen, welche über Sensoren erfasst werden, betreibt. Der Taupunktwärter ist als sicherheitstechnische Einrichtung in der Steuereinheit integriert.

### **Passive und aktive Kühlung**

Die Kälte kann auf zwei verschiedene Weisen bereitgestellt werden; entweder passiv aus Erdsonden, Erdkollektoren, Energiekörben, oder aktiv aus Kältemaschinen, Kaltwassersätzen oder umschaltbaren Wärmepumpen. Dementsprechend wird von einer passiven oder von einer aktiven Kühlung gesprochen.

- Die **passive Kühlung** verlangt lediglich eine natürliche Wärmesenke, welche keinen Endenergieaufwand verlangt, um Kälte zu erzeugen. Dies ist in der Regel ein Erdwärmeübertrager im Untergrund, der eine zuverlässige hohe Temperaturdifferenz zur Wärmequelle (Innenraum) aufweist. Je größer und konstanter diese Temperaturdifferenz ist, desto qualitativ hochwertiger ist die Wärmesenke, von der die Kühlwirkung, bzw. Kühlqualität abhängt. Für den Betrieb ist lediglich ein Bypass in Form eines Wärmeübertragers zur Systemtrennung mit einer Pumpengruppe für den sekundären Wärmeübertrager (Wärmesenke) notwendig, die Bestandteil des Gesamtsystems ist.
- Die **aktive Kühlung** benötigt anstelle der natürlichen Wärmequelle einen Kälteerzeuger, der eine definierte Kälte erzeugt. Dies kann z.B. eine reversible Wärmepumpe sein, die im Winter heizt und im Sommer kühlt. Die aus dem Kühlprozess generierte Wärme kann anderen Prozessen zugeführt werden. Mit einer aktiven Kühlung können definierte Kühlleistungen mit hoher Regelgüte realisiert werden. Im Gegensatz zur passiven Kühlung ist bei der aktiven Kühlung neben der Hilfsenergie für die Umwälzpumpe zusätzliche Endenergie für das Kälteaggregat notwendig.

Die Vorteile der passiven Kühlung liegen in den minimalen Investitions- und Betriebskosten mit gleichzeitigem Synergiepotenzial (z.B. Unterstützung der natürlichen Regeneration bei erdgekoppelten Wärmequellenanlagen im Sommer). Nachteilig sind die begrenzten Kühlleistungen, da diese stets von der Qualität der Wärmesenke abhängen. Für einen thermischen Ausgleich kann aber in vielen Fällen eine passive Kühlung im Wohnbereich ausreichend sein, wenn keine besonderen Wärmelasten im umbauten Raum vorherrschen. Die begrenzten Kühlleistungen erklären sich aus der Passiven Betriebsweise, wo keine Kälte aktiv erzeugt wird, sondern lediglich eine *Ankühlung* in Verbindung einer (natürlichen) Wärmesenke. Lediglich die beiden Umwälzpumpen der beiden Wärmeübertragungskreise sind bei der passiven Kühlung in Betrieb. Eine aktive Kühlung verlangt hingegen zusätzlich einen Kälteerzeuger, der eine definierte Kälteleistung bereitzustellen vermag.

Für die aktive Kühlung kann festgehalten werden, dass deren Vorteile dann zum Tragen kommen, wenn z.B. in Bürogebäuden oder Serverräumen definierte Kühlleistungen erforderlich sind. Darüber hinaus ist die aktive Kühlung im Stande einen ungleich höheren Beitrag zur Wärmebereitstellung für Trink-Warmwasser zu leisten. Nachteilig wirken sich dahingehend die höheren Investitions- und Betriebskosten aus.

### **Anforderungen an eine Wärmesenke**

Die Anforderungen an eine Wärmesenke unterscheiden sich nach den beiden unterschiedlichen Kühlarten (passiv/aktiv). Grundsätzlich gilt für eine Wärmesenke, dass Sie ein entsprechendes Wärmegefälle ermöglicht und als Wärmesenke wirkt. Natürliche wärmesenken sind insbesondere davon abhängig, wie schnell sie aufgenommene Wärme wieder abgeben kann (Regeneration) um weiter als Wärmesenke zu funktionieren.

Die klassischen Wärmesenkenanlagen stehen in der Regel in Verbindung mit einer erdgekoppelten Wärmepumpe (Heizungswärmepumpe). Verfügt diese Wärmepumpe über die Funktion einer reversiblen Betriebsweise, ist auch eine aktive Kühlung möglich, da sich der Arbeitsprozess der Wärmepumpe gleichermaßen umkehrt, wie der Wärmestrom, im Gegensatz zum Heizbetrieb. Bei

herkömmlichen Wärmepumpen, die allein zu Heizzwecken konstruiert sind, ist dennoch eine Kühlfunktion mit Flächentemperierungssystemen möglich. Die sommerliche Umschaltung des Heizkreises auf die erdgekoppelte Wärmequellenanlage ermöglicht sodann eine passive Flächenkühlung. Bei der Verwendung geeigneter Baustoffe und -materialien, sowie einer klimagerechten Gebäudekonstruktion und -ausrichtung, kann der Kühlbedarf schon deutlich baukonstruktiv reduziert werden. Eine passive Kühlung mittels Flächentemperierung ist in diesem Fall vollkommen ausreichend und erhöht den thermischen Komfort im Sommer.

### **Fazit zur Teil 2 Flächenkühlung und Kältebereitstellung**

Aufgrund der großen Bedeutung der Kühlung von Gebäuden, sollte die Option der Doppelnutzung eines Systems mehr beachtet werden. Der ganzheitliche Systemgedanke beinhaltet nicht nur den Winterfall, sondern gleichfalls den Sommerfall. Mit einer erdgekoppelten Wärmepumpe kann Umweltwärme sowohl passiv, als auch aktiv genutzt werden. Das Geben und Nehmen aus der Natur wechselt im Jahreslauf durch die Umkehrung der Wärmeströme. Damit die passive Kühlung auch bei anderen Wärmeerzeugern möglich ist, gilt es innovative Wärmesenkenanlagen zu entwickeln, die auch in Kombination mit einer Pellet-, Hackschnitzel-, Scheitholz- oder Gas-Brennwert-Kesselanlage eine passive Kühlung im Sommer ermöglicht. Der letzte Artikel dieser Serie wird sich mit der Flächentemperierung in der Modernisierung von Gebäuden beschäftigen.