

Kühlen und Heizen mit Deckensystemen: Hydraulik und Regelung

Inhalt

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Einführung..... | 4 |
| 2. | Mögliche hydraulische Lösungen | 4 |
| 2.1. | Zweileitersystem mit statischem Einreguliertventil und Differenzdruckregelung | 5 |
| 2.2. | Zweileitersystem mit druckunabhängigem Regel- und Einreguliertventil (PICV) | 6 |
| 2.3. | Vierleitersystem mit statischem Einreguliertventil und Differenzdruckregelung | 7 |
| 2.4. | Vierleitersystem mit druckunabhängigem Regel- und Einreguliertventil (PICV)..... | 8 |
| 2.5. | Vierleitersystem mit druckunabhängigem Regel- und Einreguliertventil (PICV) und 6-Wege-Ventil | 9 |
| 2.6. | Vergleich der dargestellten Lösungen..... | 10 |
| 2.7. | Regelgruppen, Verteiler und deren hydraulische Anbindung und Anordnung | 10 |
| 2.7.1. | Zentrale Anordnung | 10 |
| 2.7.2. | Dezentrale Anordnung | 11 |
| 2.7.3. | Kleinverteiler und Verteilverrohrung | 11 |
| 3. | Ansteuerung der Regelventile | 12 |
| 3.1 | On/Off (2-Punkt) | 12 |
| 3.3 | Stetig | 12 |
| 3.4 | Vergleich der Ansteuerung von Regelventilen | 12 |
| 4. | Auslegung und Planung der Hydraulik | 13 |
| 4.1. | Berechnungsbeispiel..... | 13 |
| 4.2. | Fazit des Berechnungsbeispiels..... | 17 |
| 5. | Regelungstechnik und Taupunktüberwachung..... | 18 |
| 5.1 | Winterfall / Heizen | 18 |
| 5.2 | Sommerfall / Kühlen | 18 |
| 5.3 | Ausblick Gebäudeautomation und Smarte Lösungen | 19 |
| 6. | Korrosion, Wasserbeschaffenheit und Druckhaltung | 19 |
| 7. | Inbetriebnahme | 21 |
| 8. | Laufender Betrieb..... | 22 |
| 9. | Normen und Regelwerke..... | 23 |
| 10. | Literaturhinweise | 24 |
| 11. | BVF Gütesiegel und spezialisierte Anbieter..... | 25 |

Vorwort

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-/Kälteverteilsysteme 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. Kühldeckensysteme können also ein Raumklima schaffen, welches subjektiv das Wohlbefinden steigert und objektiv die Leistungsfähigkeit unterstützt.

Der Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V. (BVF) gibt mit dieser Richtlinie eine Zusammenfassung über Hydraulik und Regelung von Kühl- und Heizdeckensystemen heraus und richtet sich an Fachkundige und Interessierte, die sich mit der Frage des Einbaus eines geeigneten Heiz-/Kühlsystems in Wohn- u. Nichtwohnbauten beschäftigen.

1. Einführung

Das Bauen in Deutschland hat sich in den letzten Jahrzehnten stark gewandelt. Neben der mit Priorität notwendigen Veränderung der energetischen Bauweise hat sich auch eine Veränderung in der Bauausführung eingestellt. Am Beispiel abgehängter Decken lässt sich das sehr eindrucksvoll darstellen.

Hatten früher abgehängte Decken lediglich eine optische Funktion, zum Beispiel zum Verkleiden von Rohbauwerken (Betondecken oder Mauerwerk) oder Installationen, so wurde diese Baukonstruktion zunehmend als Multifunktionale Ebene konzipiert. Das Einsatzspektrum gestaltet sich breit gefächert.

Funktionen abgehängter Deckenkonstruktion

- Raumgestaltung - Verkleidung von Rohdecken
- Verkleidung Installationstechniken
- Raumakustik - Schallabsorption
- Beleuchtung - Lichtlenkung und Reflexion
- Raumtemperierung - Kühlen/Heizen

2. Mögliche hydraulische Lösungen

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. Je nach Anforderung und Randbedingungen kann ausschließlich geheizt oder ausschließlich gekühlt werden. Eine zentrale Umschaltung ermöglicht den Heiz- oder Kühlbetrieb mit demselben System (Zweileitersystem). Aber auch das zeitgleiche individuelle Heizen- und Kühlen einzelner Räume 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 Regel- und Einreguliertventile (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.

Druckunabhängige Regel- und Einreguliertventile (PICV) sind schnell und einfach zu installieren. Die Dimensionierung erfolgt ausschließlich über die Durchflussmenge. Komplexe Druckverlustberechnungen des Rohrnetzes entfallen.

Der Einsatz von 6-Wege-Ventilen ermöglicht das einfache raumweise Umschalten zwischen Heizen und Kühlen. Armatureneinsatz und Datenpunkte sind reduziert. Die Stellantriebe werden durch ein getrenntes Umschalt- und Regelsignal in die jeweilige Funktion Heizen oder Kühlen gesetzt.

Abhängig vom Regelsignal können unterschiedliche Heiz- oder Kühldurchflussmengen mit einem einzigen druckunabhängigen Regel- und Einreguliertventil (PICV) realisiert werden.

2.1. Zweileitersystem mit statischem Einreguliertventil und Differenzdruckregelung

Bei diesem hydraulischen System sind jeder Regelzone ein statisches Einreguliert- und ein Regelventil zugeordnet. Am statischen Einreguliertventil wird der hydraulische Abgleich je Zone vorgenommen. Über einen vorgelagerten Differenzdruckregler im Strang werden die einzelnen Verteilstränge untereinander dynamisch abgeglichen. Die Umschaltung zwischen Kühlen und Heizen erfolgt zentral über ein Umschaltventil.

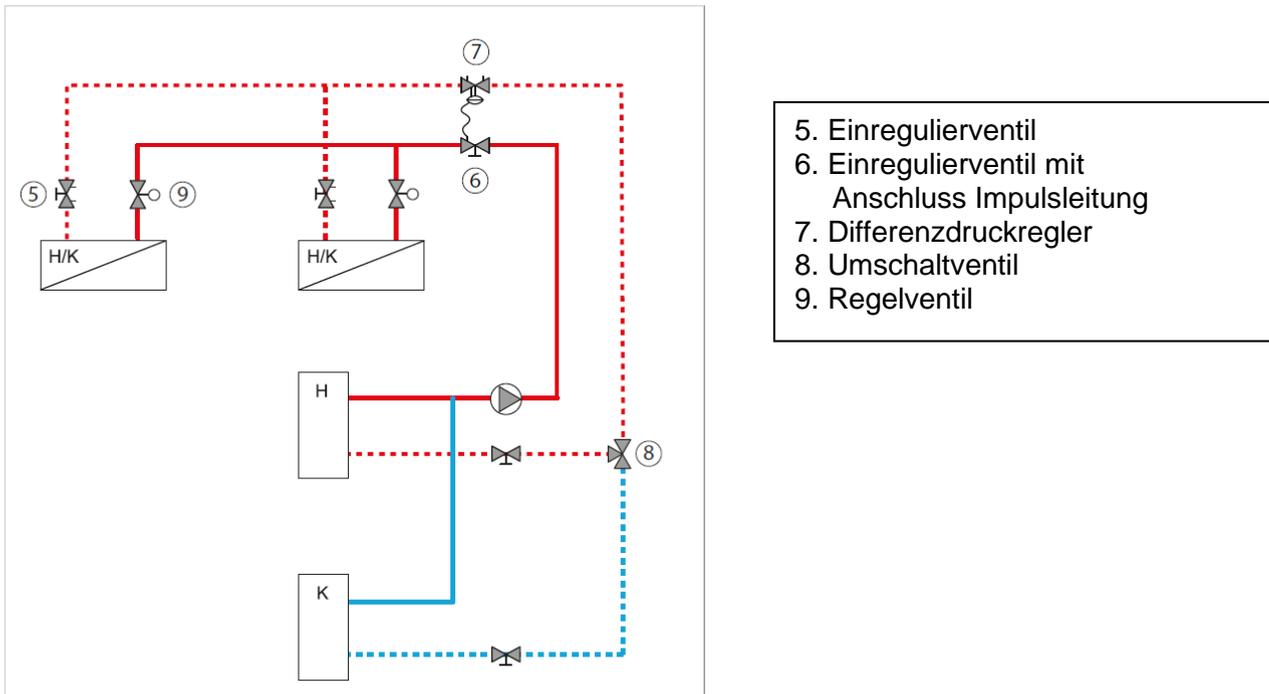


Bild 1: Zweileitersystem mit separaten Einreguliert- und Regelventilen an den Verbraucherkreis und Differenzdruckregler als Gruppenregelung (dargestellt ist der Heizbetrieb für das gesamte System)

Eigenschaften:

- Stabile und präzise Temperaturregelung unter sämtlichen Betriebsbedingungen.
- Differenzdruckregler an Abzweigen unterstützen die Stabilisierung der Arbeitsbedingungen für stetige Regelventile und gewährleisten gute Regelautorität.
- Geringer Pumpenenergieverbrauch.
- Minimaler Wärmeverlust bzw. Wärmeeintrag bei Rücklaufleitungen.
- Umschaltventil für Umschaltung auf zentralen Heiz- bzw. Kühlbetrieb.

2.2. Zweileitersystem mit druckunabhängigem Regel- und Einreguliertventil (PICV)

Bei diesem hydraulischen System sind jeder Regelzone druckunabhängige Regel- und Einreguliertventile (PICV) zugeordnet. Die Umschaltung zwischen Kühlen und Heizen erfolgt zentral über ein Umschaltventil.

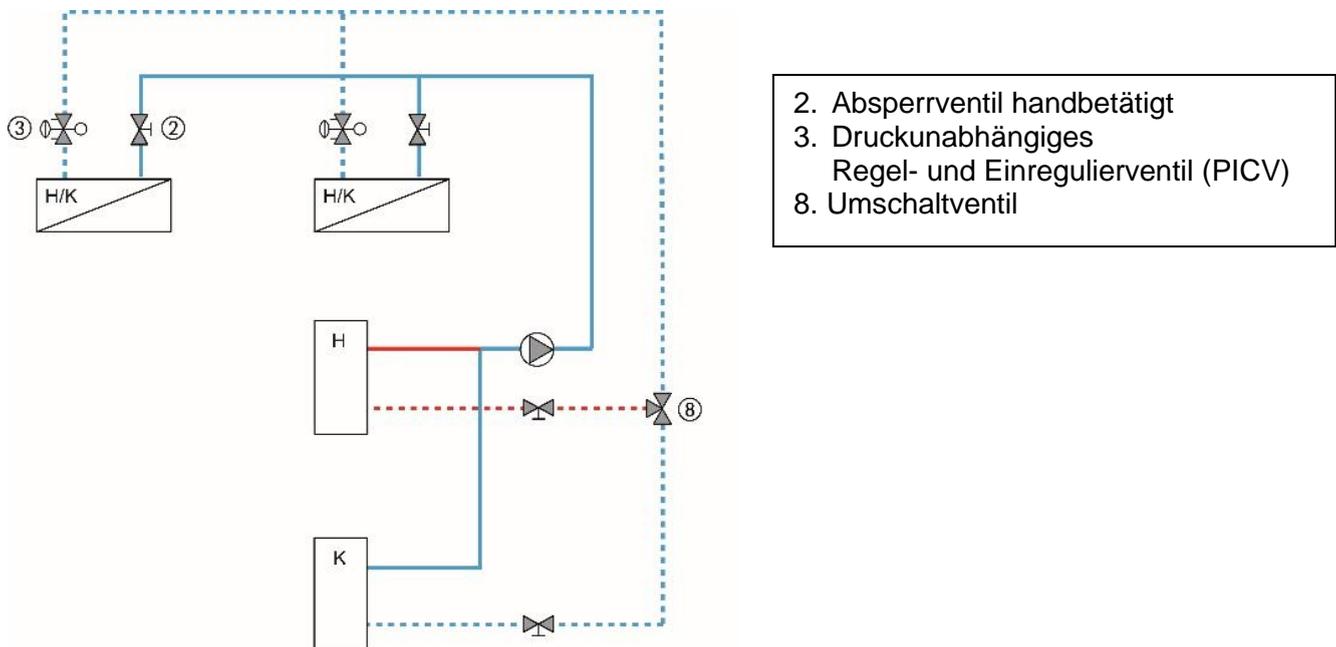


Bild 2: Zweileitersystem mit druckunabhängigen Regel- und Einreguliertventilen (PICV) an den Verbraucherkreis (dargestellt ist der Kühlbetrieb im gesamten System)

Eigenschaften:

- Stabile und präzise Temperaturregelung unter sämtlichen Betriebsbedingungen.
- Druckunabhängige Regelung mit hoher Regelautorität für stetige Regelung.
- Geringer Pumpenenergieverbrauch.
- Minimaler Wärmeverlust bzw. Wärmeeintrag bei Rücklaufleitungen.
- Einfache Ventildimensionierung entsprechend Nenndurchfluss.
- Einfache Einstellung des maximalen Durchflusses an jedem Ventil.
- Umschaltventil für Umschaltung auf zentralen Heiz- bzw. Kühlbetrieb.

2.3. Vierleitersystem mit statischem Einreguliertventil und Differenzdruckregelung

Bei diesem hydraulischen System sind jeder Regelzone ein statisches Einregulier- und ein Regelventil jeweils zum Kühlen und zum Heizen zugeordnet. Am statischen Einreguliertventil wird der hydraulische Abgleich je Regelzone vorgenommen. Über vorgelagerte Differenzdruckregler werden die einzelnen Verteilstränge untereinander dynamisch abgeglichen. Die Umschaltung zwischen Kühlen und Heizen erfolgt je Regelzone über die Regelventile und zusätzliche Absperrventile mit Stellantrieb.

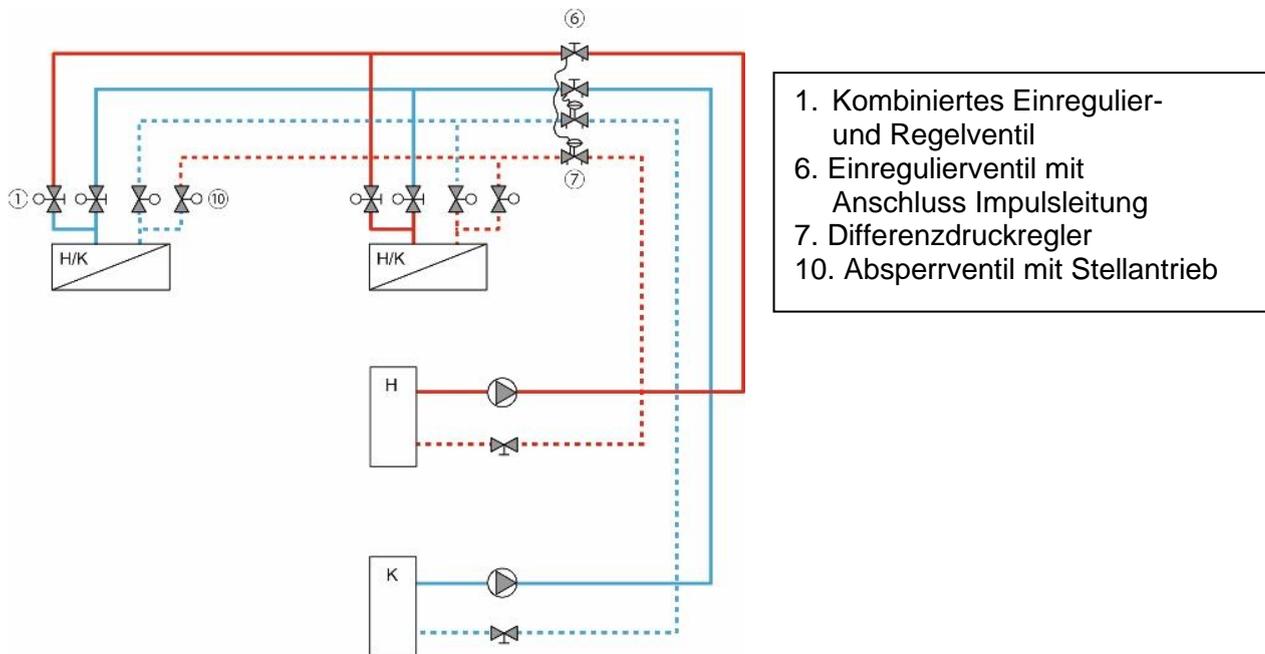


Bild 3: Vierleitersystem mit kombinierten Einregulier- und Regelventilen an den Verbraucherkreis, und Differenzdruckregler als Gruppenregelung (dargestellt ist der raumgeführte Heiz- bzw. Kühlbetrieb)

Eigenschaften:

- Stabile und präzise Temperaturregelung unter sämtlichen Betriebsbedingungen.
- Differenzdruckregler an Abzweigen unterstützen die Stabilisierung der Arbeitsbedingungen für stetige Regelventile und gewährleisten gute Regelautorität.
- Geringer Pumpenenergieverbrauch.
- Minimaler Wärmeverlust bzw. Wärmeeintrag bei Rücklaufleitungen.

2.4. Vierleitersystem mit druckunabhängigem Regel- und Einreguliertventil (PICV)

Bei diesem hydraulischen System sind jeder Regelzone druckunabhängige Regel- und Einreguliertventile (PICV) jeweils zum Kühlen und zum Heizen zugeordnet. Die Umschaltung zwischen Kühlen und Heizen erfolgt je Regelzone über die Regelventile.

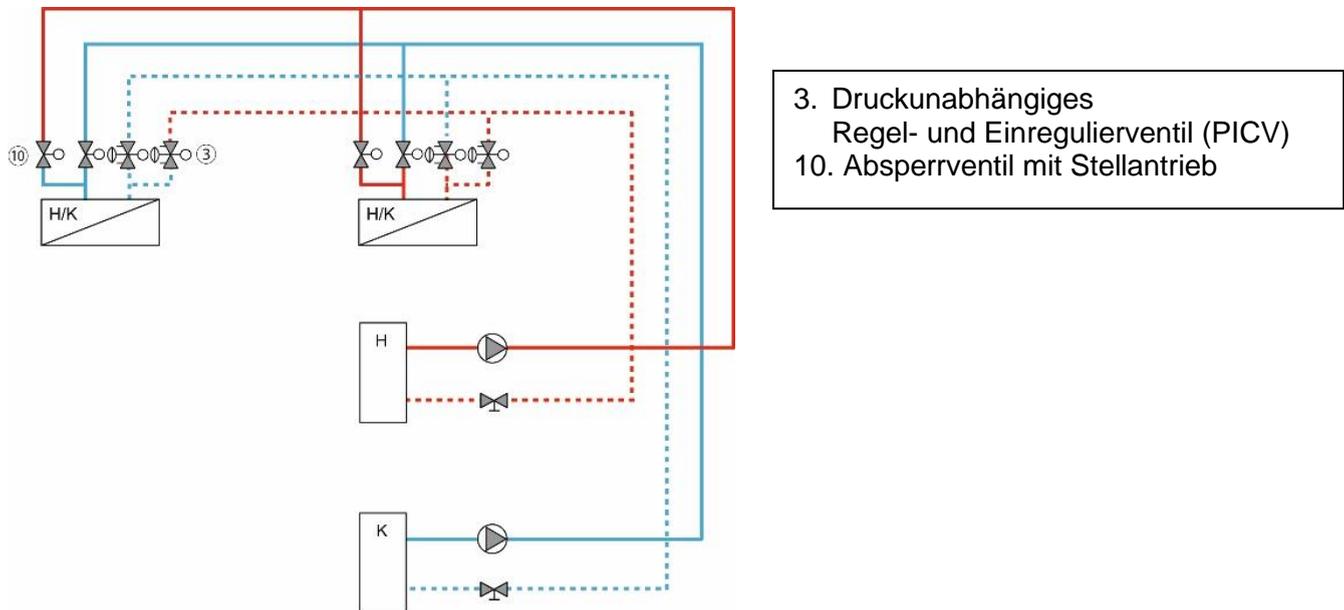


Bild 4: Vierleitersystem mit druckunabhängigen Regel- und Einreguliertventilen (PICV) an den Verbraucherkreisen (dargestellt ist der raumgeführte Heiz- bzw. Kühlbetrieb)

Eigenschaften:

- Stabile und präzise Temperaturregelung unter sämtlichen Betriebsbedingungen.
- Druckunabhängige Regelung mit hoher Regelautorität für stetige Regelung.
- Geringer Pumpenenergieverbrauch.
- Minimaler Wärmeverlust bzw. Wärmeeintrag bei Rücklaufleitungen.
- Einfache Ventildimensionierung entsprechend Nenndurchfluss.
- Einfache Einstellung des maximalen Durchflusses an jedem Ventil.

2.5. Vierleitersystem mit druckunabhängigem Regel- und Einreguliertventil (PICV) und 6-Wege-Ventil

Bei diesem hydraulischen System sind jeder Regelzone 6-Wege-Ventile sowie druckunabhängige Regel- und Einreguliertventile (PICV) zugeordnet. Die Umschaltung zwischen Kühlen und Heizen erfolgt je Regelzone über die 6-Wege-Ventile.

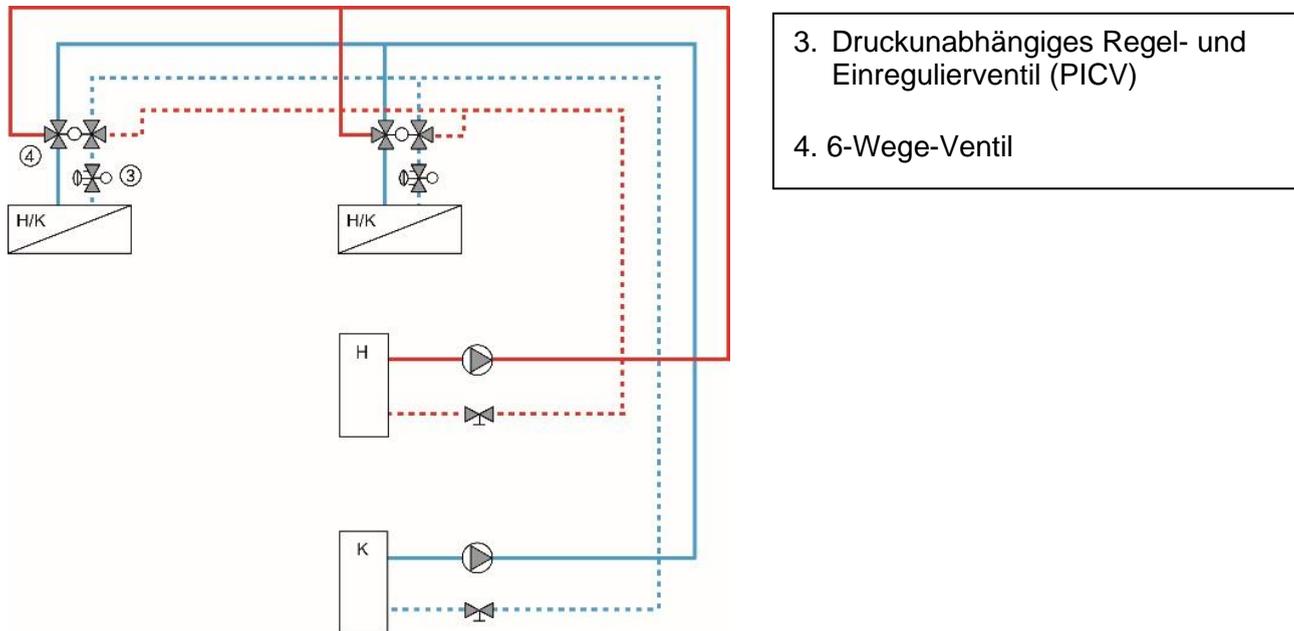


Bild 5: Vierleitersystem mit druckunabhängigen Regel- und Einreguliertventilen (PICV) und 6-Wege-Ventilen zur Umschaltung an den Verbraucher (dargestellt ist der raumweise Kühlbetrieb)

Eigenschaften:

- Stabile und präzise Temperaturregelung unter sämtlichen Betriebsbedingungen.
- Druckunabhängige Regelung mit hoher Regelautorität für stetige Regelung.
- Geringer Pumpenenergieverbrauch.
- Minimaler Wärmeverlust bzw. Wärmeeintrag bei Rücklaufleitungen.
- Einfache Ventildimensionierung entsprechend Nenndurchfluss.
- Einfache Einstellung des maximalen Durchflusses an jedem Ventil.
- 6-Wege-Ventil für Umschaltung auf dezentralen Heiz- bzw. Kühlbetrieb.

2.6. Vergleich der dargestellten Lösungen

Jedes System bietet gewisse Vor- und Nachteile. Anhand der nachfolgenden Kriterien Energieeffizienz, Investition, Aufwand Hydraulischer Abgleich und Thermischer Komfort werden die fünf zuvor beschriebenen Systeme bewertet, um eine Handlungsempfehlung zu geben.

| System | Bild | Energieeffizienz | Investition | Aufwand Hydraulischer Abgleich | Thermischer Komfort |
|-------------------------------------|------|--|--|--|--|
| Zweileiter statisch | 1 | gering <u> </u> X <u> </u> hoch | gering <u> </u> X <u> </u> hoch | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch | gering <u> </u> X <u> </u> <u> </u> hoch |
| Zweileiter mit PICV | 2 | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch | gering <u> </u> X <u> </u> <u> </u> hoch | gering X <u> </u> <u> </u> <u> </u> hoch | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch |
| Vierleiter statisch | 3 | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch |
| Vierleiter mit PICV | 4 | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch | gering X <u> </u> <u> </u> <u> </u> hoch | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch |
| Vierleiter mit PICV und 6-eg-Ventil | 5 | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch | gering X <u> </u> <u> </u> <u> </u> hoch | gering <u> </u> <u> </u> <u> </u> X hoch |

2.7. Regelgruppen, Verteiler und deren hydraulische Anbindung und Anordnung

Die Regel- und Reguliereinrichtungen können sowohl zentral als auch dezentral z.B. gesammelt in einem Technikraum platziert werden.

2.7.1. Zentrale Anordnung

Bei dieser Variante werden die Regel- und Reguliereinrichtungen zentral an einer Verteileranordnung in einem Technikraum angebracht. Hierbei können alle Regel- und Reguliereinrichtungen an einer Stelle bedient und angeschlossen werden. Außerdem kann bei dieser Variante auf Revisionsöffnungen für die Regeleinrichtungen verzichtet werden. Der Verrohrungs- und Verkabelungsaufwand für den Anschluss der einzelnen Zonen ist jedoch vergleichsweise hoch.

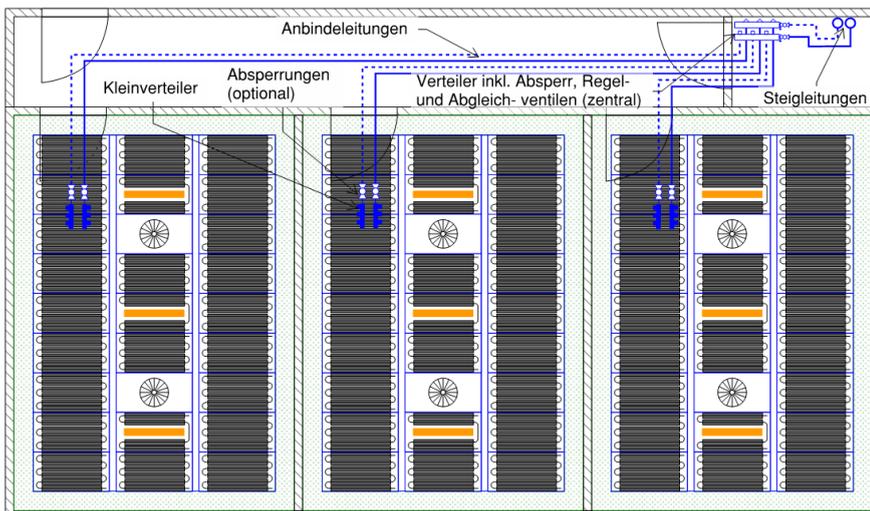


Bild 6: Zentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Kleinverteilern

2.7.2. Dezentrale Anordnung

Bei dieser Anordnung werden die Regel- und Reguliereinrichtungen dezentral in der Nähe der jeweiligen Regelzone angeordnet. Bei nicht reversiblen Decken sind an diesen Stellen Revisionsöffnungen erforderlich. Der Verrohrungs- und Verkabelungsaufwand für den Anschluss der einzelnen Zonen ist deutlich geringer als bei der zentralen Variante.

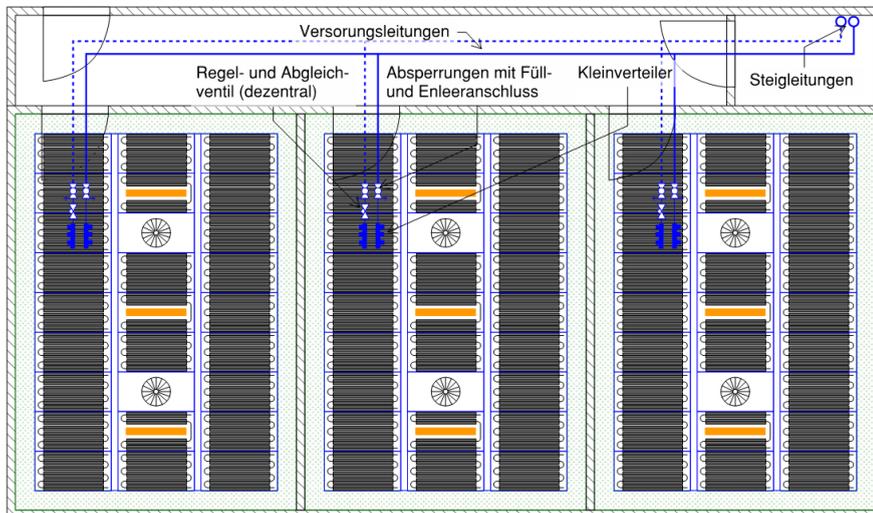


Bild 7: Dezentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Kleinverteilern

2.7.3. Kleinverteiler und Verteilverrohrung

Weiterhin kann der hydraulische Anschluss der einzelnen Kühldeckenelemente über Kleinverteiler, wie in den vorangegangenen Beispielen dargestellt, oder über eine Verteilverrohrung (z.B. im Tichelmannsystem) erfolgen. Im nachfolgenden Bild ist die dezentrale Anordnung der Regeleinrichtungen in Kombination mit einer Verteilverrohrung im Tichelmannsystem im Bereich der Deckenpaneele dargestellt.

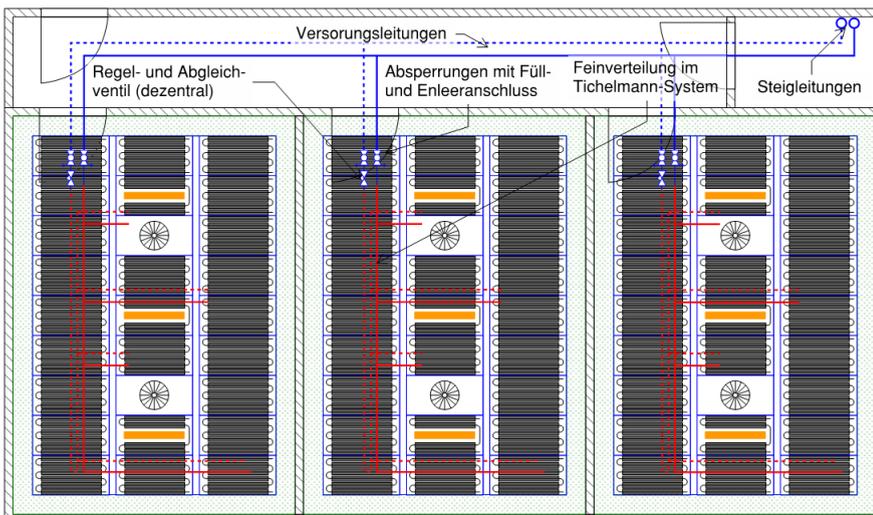


Bild 8: Dezentrale Anordnung der Regel- und Reguliereinrichtungen mit Verteilverrohrung (Tichelmann)

3. Ansteuerung der Regelventile

Die Ansteuerung der Regelventile erfolgt gewöhnlich durch elektrisch betriebene Stellantriebe. Hierbei gibt es die nachfolgend beschriebenen Grundvarianten.

3.1 On/Off (2-Punkt)

Der Stellantrieb kann das Ventil nur voll öffnen oder komplett schließen. Eine Mittelposition ist nicht vorgesehen. Somit kann nur der Vollast-Betrieb (Ventil voll offen) oder ein Null-Durchfluss (Ventil geschlossen) erreicht werden.

Eine Teillast-Regelung des Regelventils ist so über den Stellantrieb nicht möglich. Die Gesamt-Hydraulik ist größeren Schwankungen ausgesetzt und daher wenig effizient.

3.2 Pulsweitenmodulation (PWM)

Durch die Regelungstechnik wird ein thermischer Stellantrieb durch aufeinander folgende zeitlich begrenzte Spannungszufuhr "gepulst". Die Dauer und Anzahl der jeweiligen Spannungszufuhr entscheidet darüber, wie weit das Regelventil geöffnet ist. Die exakte "Pulsweite" muss bei der Inbetriebnahme der Regelungstechnik durch den jeweiligen MSR-Techniker bzw. Systemintegrator bestimmt und eingestellt werden. Die exakte Bestimmung der "Pulsweite" erfordert genaue Kenntnisse und Erfahrung der Regelungstechnik.

Eine Teillast-Regelung ist in begrenztem Umfang über den Stellantrieb möglich. Die Gesamt-Hydraulik ist geringeren Schwankungen ausgesetzt als bei On/Off-Regelung.

3.3 Stetig

Ein stetiger bzw. modulierender Stellantrieb bekommt von der Regelung ein Stellungssignal, üblicherweise ein 0-10V Spannungssignal oder ein 0-20mA Stromsignal. Je nach Steuersignal kann der Stellantrieb das Regelventil in eine exakte Öffnungsposition stellen. Auch eine genaue Stellungs-Rückmeldung kann erfolgen. Bei dieser Regelung kann eine sehr genaue Anpassung des Durchflusses und damit der Heiz-/Kühlleistungsregelung sichergestellt werden und sogar überwacht werden.

Durch die genaue Anpassung des Durchflusses bei Teillast-Betrieb an jedem Verbraucher, wird die gesamte System-Hydraulik der Heiz-/Kühlanlage optimal beeinflusst.

3.4 Vergleich der Ansteuerung von Regelventilen

Jede Art der Ansteuerung von Regelventilen bietet gewisse Vor- und Nachteile. Zur besseren Übersicht sind diese in der nachfolgenden Tabelle bewertet.

| System | Antrieb | Bedarf an elektrischer Hilfsenergie | Stabilität der Regelung | Investition | Energieeffizienz | positiver Einfluss auf die System-Hydraulik |
|---------------------------|-----------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|
| On/Off (2-Punkt) | thermisch | gering ___ ___ X hoch | gering ___ X ___ hoch | gering X ___ ___ hoch | gering X ___ ___ hoch | gering X ___ ___ hoch |
| PWM | thermisch | gering ___ ___ X hoch | gering ___ X ___ hoch | gering ___ X ___ hoch | gering ___ X ___ hoch | gering ___ X ___ hoch |
| Stetig/Modulierend | motorisch | gering ___ X ___ hoch | gering ___ ___ ___ X hoch | gering ___ ___ ___ X hoch | gering ___ ___ ___ X hoch | gering ___ ___ ___ X hoch |

Fazit: Die stetige Regelung in Verbindung mit druckunabhängigen Regel- und Einreguliertventilen (PICV) ist für effiziente Heiz-/Kühlsysteme besonders zu empfehlen.

4. Auslegung und Planung der Hydraulik

4.1. Berechnungsbeispiel

- Vorgabe für Kühllast, errechnet nach VDI 2078
- 50 W/m² Bodenfläche
- Eine Raumtemperatur von 26°C soll nicht überschritten werden

Vorgabe für Heizlast, errechnet nach DIN EN 12831

- 30 W/m² Bodenfläche
- Raumtemperatur 20°C

weitere Vorgaben:

- Bandrastermetalldecke, Abmessungen der Platte und Raum siehe [15/2 \(Kühlen und Heizen mit Deckensystemen-Fachgerechte Planung und Auslegung\)](#)
- keine akustischen Vorgaben
- Oberfläche, weiß und pulverbeschichtet sowie gelocht Rg 2,0/20
- Norm- / Nennleistungen der Metalldecke
 - Kühlen: **80 W/m²_{aktiv} bei 8 K** (Untertemperatur) bzw. 103 W/m²_{aktiv} bei 10 K (Untertemperatur)
 - Heizen: **122 W/m²_{aktiv} bei 15K** (Übertemperatur)

Beispiel aus Richtlinie 15.2:

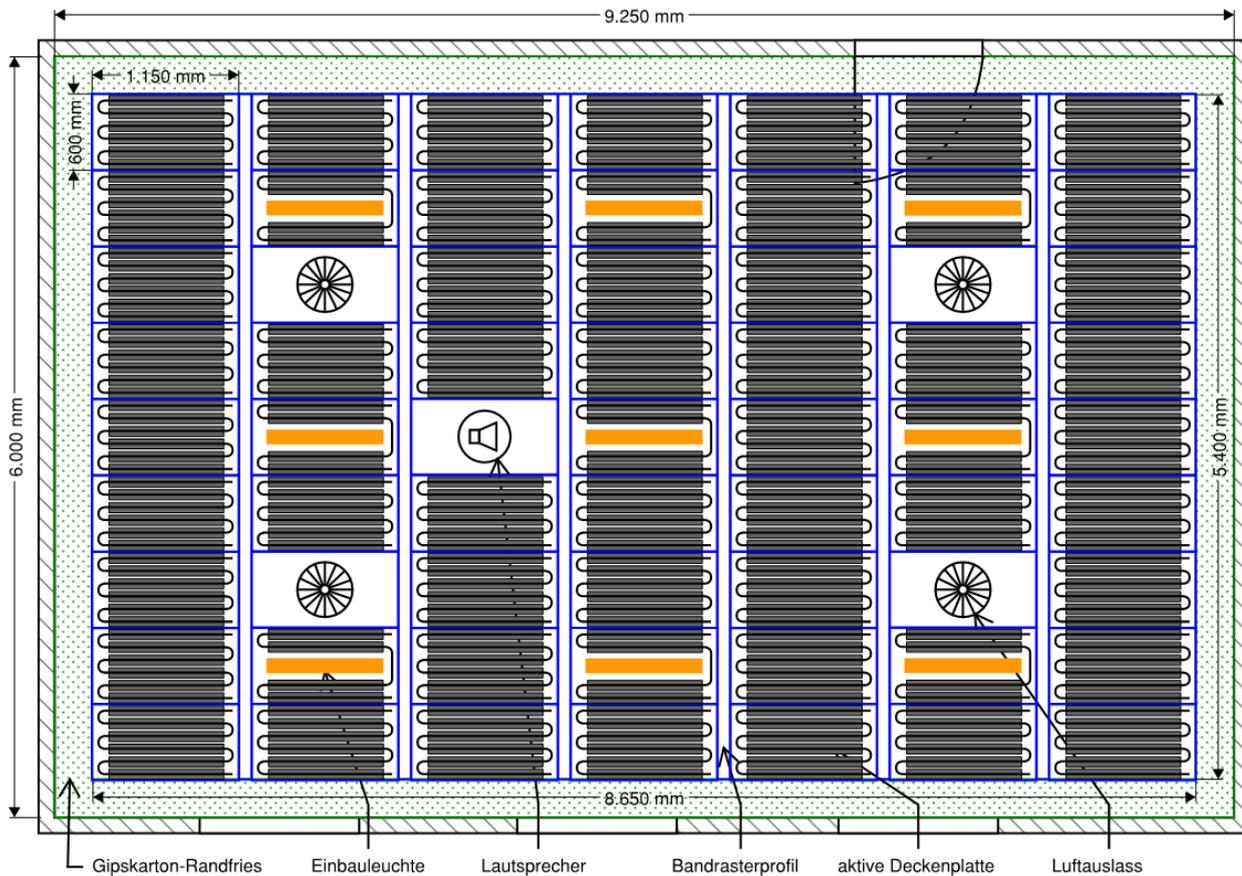


Bild 9: Berechnungsbeispiel

Angaben gemäß Beispiel aus Richtlinie 15.2

- Raumfläche: 55,5 m²
- Installationsfläche: 46,71 m²
- Aktive Fläche: 34,65 m²
- Vorlauftemperatur: $\vartheta_{VL} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$
- Rücklauftemperatur: $\vartheta_{RL} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$
- oper. Raumtemperatur: $\vartheta_R = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

spezifische Kühlleistung: $P_a = 85,8 \text{ W/m}^2_{\text{aktiv}}$

Gesamtkühlleistung: $P = 2971 \text{ W}$

| Raumfläche | Installationsfläche | Aktive Fläche nach DIN EN 14240 | |
|---------------------|----------------------|---------------------------------|--|
| 55,5 m ² | 46,71 m ² | 34,65 m ² | |
| 100 % | 84 % | 62 % | |

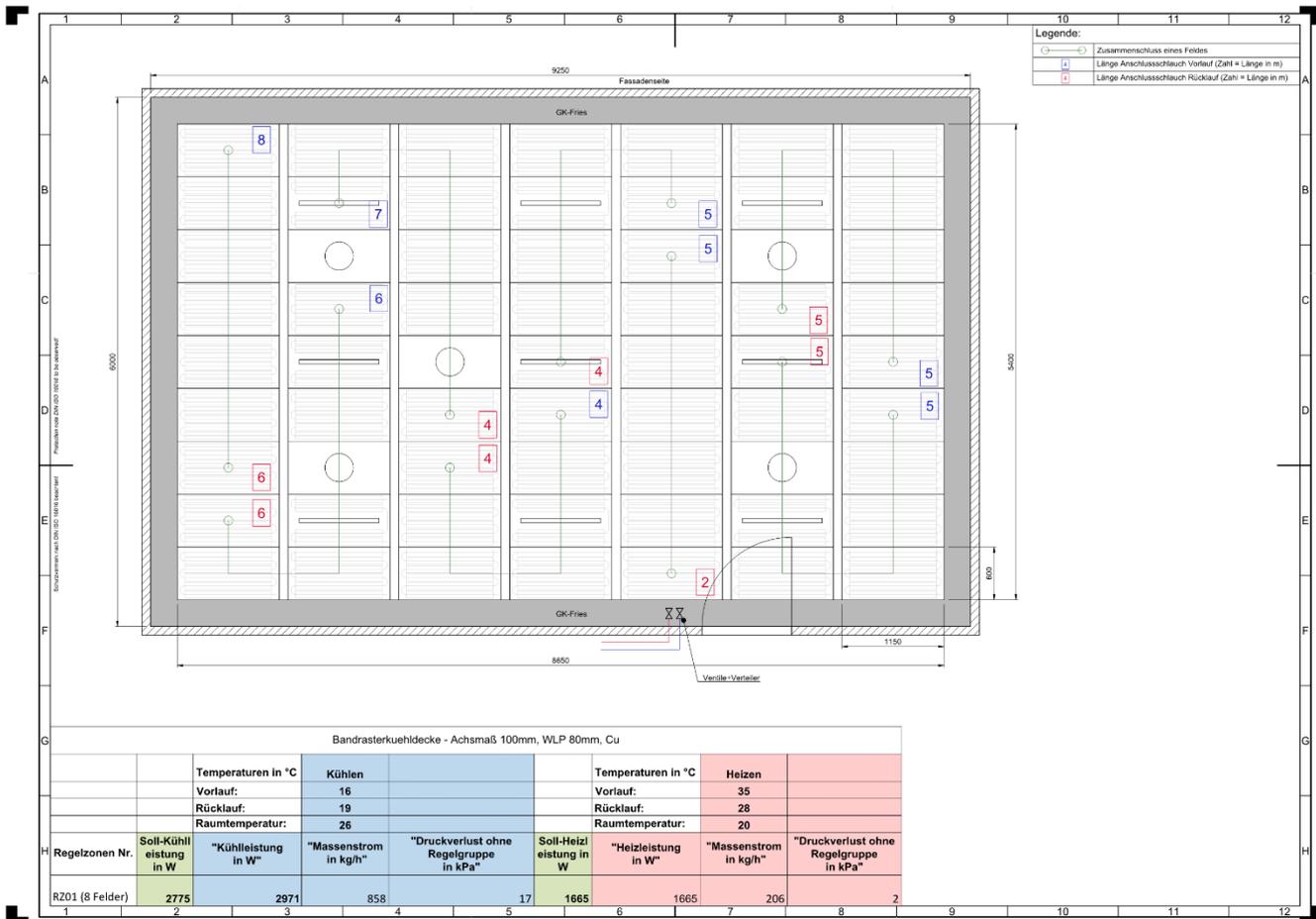


Bild 10: Grundriß Bandrasterkühldecke

Hydraulische Berechnung am **Beispiel Kühlen**

| Erläuterung der Berechnung | Beispiel |
|---|--|
| <p>Ermittlung des max. Volumenstrom des Kühlmediums q_w einer Kühldecken-Regelzone</p> $P = q_w \cdot \rho_w \cdot c_p \cdot (\theta_{RL} - \theta_{VL})$ $q_w = P / (\rho_w \cdot c_p \cdot (\theta_{RL} - \theta_{VL}))$ <p>mit</p> <p>spez Wärmekapazität $c_p = 1,163 \text{ Wh}/(\text{kg} \cdot \text{K})$</p> <p>Dichte von Wasser $\rho_w = 998 \text{ kg}/\text{m}^3$</p> | <p><u>Beispielraum</u></p> $q_w = 2971 \text{ W} / (998 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot 1,163 \text{ Wh}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (19 \text{ °C} - 16 \text{ °C})) = 0,853 \text{ m}^3/\text{h} = 853 \text{ l/h}$ |
| <p>Festlegung der Art der Regelgruppe:</p> <p>6-Weg-Umschaltventil + PICV</p> <ul style="list-style-type: none"> Einfache Umschaltung Heizen/Kühlen nach Bedarf je Raum Genaue Durchflussregelung mit PICV Ideale Raumtemperaturen Keine komplexe hydraulische Berechnung notwendig <p>Anmerkung: PICV = druckunabhängiges Regel- und Einreguliertventil (siehe Kap.2)</p> | <p>Auswahl:</p> <p>6-Weg-Umschaltventil (Heizen/Kühlen) + PICV mit stetigem Regelsignal (0-10V) zur genauen Durchflussregelung</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Bestimmung der Dimension der Regelgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der maximale Durchfluss durch das PICV + 6-Weg-Umschaltventil bestimmt die Dimension DN • Der max. Durchfluss kann je nach Hersteller unterschiedlich sein | <p>Auswahl:</p> <p>DN20 zur Erreichung von $q_w = 853 \text{ l/h}$</p> <p>Dies ist der Einstellwert für das PICV</p> |
| <p>Gesamt-Druckverluste (Δp) berechnen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der maximale Druckverlust wird bestimmt durch den hydraulisch ungünstigsten Kühldeckenkreis • Dieses kann der größte Kühlkreis sein und/oder der am weitesten entfernteste Kühldeckenkreis • Bei Einsatz von PICV keine komplexe Berechnung der Hydraulik notwendig • Der maximale Gesamtdruckverlust besteht im Einzelnen aus: <ul style="list-style-type: none"> ○ Δp Kühldeckenkreis ○ Δp Regelgruppe ○ Δp Rohrleitung ○ Δp sonstige Einbauten (z.B. Schmutzfänger, WMZ, zentrales Regelventil) ○ Δp Wärmeübertrager (Kälte-Erzeuger/-Aggregat) | |
| <p>Δp Kühldeckenkreis</p> | <p>Lt. Berechnung Kühldeckenhersteller</p> <p>Δp Kühldecke = 17 kPa</p> |
| <p>Δp Regelgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mindestdifferenzdruck $\Delta p_{\text{min.}}$ des PICV – siehe Angabe Hersteller • der Δp des 6-Weg-Umschaltventil ist abhängig vom k_{vs}-Wert | <p>Lt. Angaben des jeweiligen Herstellers</p> <p>$\Delta p_{\text{min.}}$ PICV (DN20) = 16 kPa</p> <p>Δp 6-Weg-Ventil (DN20) = 4,5 kPa ($k_{vs}=4,0 \text{ m}^3/\text{h}$)</p> <p>$\Delta p$ Regelgruppe = (16 + 4,5) kPa = 20,5 kPa</p> |
| <p>Δp Rohrleitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • In Abhängigkeit von Rohrdimension DN, Werkstoff und gesamter Rohrlänge errechnet sich der gesamte Druckverlust in der Rohrleitung • Der Anlagenplaner dimensioniert die Rohrdimensionen nach allgemeinen rechnerischen Vorgaben • Als allgemeiner Wert (Faustformel) kann ca. 100 Pa/m inkl. Einzelwiderstände verwendet werden | <p><u>Annahme</u> Länge der Rohrleitung:</p> <p>Vorlauf = 75 m,</p> <p>Rücklauf = 75 m, → gesamt L = 150 m</p> <p>Gewählter spez. Rohrdruckverlust = 100 Pa/m</p> <p>Δp Rohrleitung = L x spez. Rohrdruckverlust</p> <p>Δp Rohrleitung = 150 m x 100 Pa/m = 15000 Pa</p> <p>Δp Rohrleitung = 15,0 kPa</p> |
| <p>Δp sonstige Einbauten</p> | <p>ohne</p> |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Hier kann ein Zuschlag erfolgen (z.B. Schmutzfänger, WMZ, zentrales 3-Weg-Regelventil) | |
| Δp Wärmeübertrager (Kälte-Erzeuger) <ul style="list-style-type: none"> üblicherweise erfolgt eine Auslegung zwischen 10 kPa und 20 kPa | Δp Wärmeübertrager (Kühl-WT) Annahme = 15 kPa |
| Gesamt-Druckverlust (Δp gesamt) | Δp gesamt = (17 + 20,5 + 15 + 15) kPa Δp gesamt = 67,5 kPa |
| Ermittlung der Gesamtfördermenge der Pumpe <ul style="list-style-type: none"> Summe aller Durchflüsse je Raum, die von der Umwälzpumpe versorgt werden | Annahme: 10 Räume a 852 l/h Regelgruppe DN20 10 Räume a 700 l/h Regelgruppe DN20 10 Räume a 400 l/h Regelgruppe DN15 $q_{w,ges.} = (10 \times 853 + 10 \times 700 + 10 \times 400) \text{ l/h}$ $= 19.530 \text{ l/h}$ $q_{w,ges.} = \text{ca. } 19,53 \text{ m}^3/\text{h}$ Gesamtfördermenge |
| Auslegung der Umwälzpumpe nach den 2 wesentlichen Kriterien: <ul style="list-style-type: none"> Gesamtfördermenge Max. Druckverlust im System $\square p$ gesamt | Ergebnis: <ul style="list-style-type: none"> Gesamtfördermenge = 19,53 m³/h Δp gesamt = 67,5 kPa |

4.2. Fazit des Berechnungsbeispiels

Für die hydraulische Anbindung der Regelgruppen wurde ein Vierleitersystem mit 6-Wege-Ventilen zur Umschaltung zwischen Heizen und Kühlen in Kombination mit druckunabhängigen Regel- und Einreguliertventilen (PICV) gewählt.

Über eine Skala am druckunabhängigen Regel- und Einreguliertventile (PICV) wird der gewünschte Durchfluss (853 l/h) am Ventil voreingestellt. Das druckunabhängige Regelventil stellt bei gleichbleibend hoher Ventilautorität sicher, dass der angeschlossene Verbraucher (z.B. der Heiz-/Kühldeckenkreis) auch bei Druckschwankungen im Rohrleitungsnetz bedarfsgerecht versorgt wird. So wird der hydraulische Abgleich und eine optimale Regelung von Heiz- oder Kühldeckenkreisen ohne komplexe hydraulische Berechnung dauerhaft und sicher realisiert.

Wie aus dem Berechnungsbeispiel ersichtlich, wurde ein PICV sowie ein 6-Weg-Umschaltventil gewählt. Das 6-Weg-Umschaltventil schaltet lediglich die Funktion Heizen oder Kühlen um.

Die Anpassung des Heiz- und Kühlbedarfs erfolgt durch die Regelung des Durchflusses über einen Stellantrieb mit stetigem Regelsignal (0-10V) am druckunabhängigen Ventil. Entsprechend des Beispiels ist der PICV auf den Kühldurchfluss 853 l/h eingestellt.

Der Heizfall wird analog zum Kühlen gerechnet. Oftmals ist dann ein geringerer maximaler Durchfluss erforderlich. Dieser wird über das stetige Stellsignal (0-10V) an den Stellantrieb mittels Hubanpassung realisiert.

5. Regelungstechnik und Taupunktüberwachung

Bei der Regelung von Heiz- und Kühldecken wird der Winterfall und der Sommerfall unterschiedlich betrachtet.

5.1 Winterfall / 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 sollten dabei berücksichtigt werden.

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

5.2 Sommerfall / Kühlen

Im Sommer, bei Funktion als Kühldecke, sind einige Besonderheiten zu beachten, die sich aus der notwendigen Berücksichtigung des **Taupunktes** und der **Luftfeuchte** im Raum ergeben. Es muss technisch ausgeschlossen werden, dass es zu Kondensation an der Decke oder im Zwischendeckenbereich 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 weitgehend auszuschließen.

Zusätzlich wird für jeden Raum eine **Taupunktüberwachung** benötigt. Dazu wird ein Taupunktfühler je Raum in die Einzelraumregelung eingebunden. Dieser sorgt für die sichere Abschaltung des Kühlwasserdurchflusses bei Gefahr der Betauung der Decke, um so bei feuchten Wetterbedingungen oder hohen Feuchtelasten bauliche Schäden an der Decke zu vermeiden.

Ebenso jedoch entsteht durch Fensteröffnung im Sommer die Gefahr, dass feuchte Außenluft in den Raum eindringt und damit an der Decke schlagartig eine Betauung stattfindet. Dazu können zusätzliche **Fensterkontakte** in die Einzelraumregelung integriert werden, die bei geöffnetem Fenster den Kühlwasserdurchfluss unterbrechen.

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 so nahezu vollständig 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.

5.3 Ausblick Gebäudeautomation und Smarte Lösungen

Aktuelle Entwicklungen bei mittleren und größeren Zweckbauten (Büro- und Geschäftsgebäuden) zeigen, dass die Einbindung von verfügbaren Anlagendaten z.B. Temperaturen, Durchflusswerten, Anwesenheit, Verschattung, Energiekennzahlen usw. zunehmend in die Gebäudeautomation (GA) einfließen. Dazu werden die Feldgeräte (Sensoren, Regelventile, Stellmotoren) immer intelligenter und bieten neben optimalen Funktionen auch die Rückmeldung der jeweiligen Ventilstellung und somit aktuelle Daten.

Regelventile können bereits jetzt über Feldbuskommunikation (z.B. BACnet oder Modbus) in die Gebäudeautomation integriert und somit von Ferne gesteuert, überwacht und angepasst werden.

Elektronische, sensorgeführte Regelventile (Smart Valves) verfügen über integrierte Durchfluss- und Temperatursensoren. Diese regeln elektronisch den Durchfluss und somit die Heiz- und Kühlleistung. Diese intelligenten Regelventile werden zukünftig auch in größeren Gebäuden als Funklösungen zur Steuerung von Ventilen Einzug halten.

Eine permanente, fortlaufende Anlagenoptimierung durch Erfassung und Auswertung von Anlagendaten des Gebäudes und Energiemengen während des Betriebes (Monitoring) ist somit möglich. Aktives Energiemanagement und vorausschauende Wartung ermöglichen eine Fokussierung auf die Gesamtbetriebskosten für den Eigentümer/Betreiber über die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes.

6. Korrosion, Wasserbeschaffenheit und Druckhaltung

Die korrekte Inbetriebnahme von Anlagen oder Anlagenabschnitten mit Deckenheiz- und/oder Kühlelementen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik schafft die Voraussetzung für einen funktionsfähigen und mangelfreien Betrieb. Durch ungünstige Beschaffenheit des Füllwassers können Bauteile der Anlage soweit geschädigt werden, dass es zur Störung bzw. zum Ausfall einzelner Komponenten kommen kann. Dies geschieht unter anderem durch Korrosion oder Steinbildung.

Korrosion

Die Ursachen für Korrosion liegen in verschiedenen, sich teilweise gegenseitig beeinflussenden Faktoren. Neben der Beschaffenheit des Anlagenwassers kann auch die Werkstoffvielfalt der Anlagenkomponenten dafür verantwortlich sein. Mögliche Korrosionsarten sind:

- Sauerstoffkorrosion (z.B. bei Diffusionsvorgängen durch Kunststoffrohr)
- Kontaktkorrosion
- Spannungsrisskorrosion
- Mikrobiologische Korrosion

Zur Vermeidung von Korrosionsschäden sind sowohl bei der Auslegung als auch bei der Schnittstellenplanung die Herstellerangaben zu beachten.

Steinbildung

Unser Trinkwasser gilt als qualitativ sehr hochwertig. Unbehandeltes Trinkwasser ist jedoch nicht immer ohne weiteres als Füll- und Ergänzungswasser geeignet. Bei der Planung muss daher grundsätzlich die Wasseranalyse des Versorgers berücksichtigt werden. Zu beachten sind unter anderem (siehe dazu auch die VDI 2035 Blatt 1, Tabelle 1 sowie BTGA-Regel 3.002/3 und Ö-Norm 5195/3):

- Wasserhärte
- Elektrische Leitfähigkeit

- pH-Wert

Spülen

Das Spülen eines Heiz- oder Kühldeckensystems 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). Bei der Sanierung einer Altanlage kommt es auf die Beseitigung von bereits bestehenden Ablagerungen an. 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.

Füll- und Ergänzungswasser

Nach Druckprüfung und Spülen wird die Anlage mit dem Betriebsmedium (Füllwasser) gefüllt. Neben den Technischen Regelwerken (z.B. VDI 2035 Blatt 1, BTGA-Regel 3.003) sind auch die Herstellerangaben der installierten Komponenten zu beachten. Für das Ergänzungswasser gilt im Grunde dasselbe.

Druckhaltung

Die Druckhaltung hat eine zentrale Bedeutung für die Funktionalität, Effizienz und Lebensdauer einer Anlage (siehe dazu beispielsweise VDI 4708). Die häufigste Art der Druckhaltung ist das Membranausdehnungsgefäß (MAG) mit fester Gasfüllung. Bei größeren Anlagen kommen aber auch Druckhaltenanlagen mittels Kompressors oder Pumpe zum Einsatz.

Die Größe des Ausdehnungsgefäßes muss ebenso richtig gewählt werden wie dessen Vordruck und der Anlagenfülldruck. Ansonsten kann es zu regelmäßigen Lufteinträgen ins System kommen.

Entlüftung / Entgasung

Luft bzw. deren Bestandteile, sowie durch chemische Vorgänge in der Anlage freigesetzter Wasserstoff, können in Heiz- und Kühlanlagen zu Betriebsstörungen oder anderen Problemen führen (Geräusche, Korrosion, Ablagerungen, Erhöhung der Strömungswiderstände, Reduzierung der Heizleistung). Je nach Betriebszustand (Druck, Temperatur) der Anlage treten Gase in Form von Blasen- bzw. Mikroblasen oder in gelöster Form auf. Zur Entlüftung / Entgasung der Anlage dienen:

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

Anmerkung:

Die Kühldeckensysteme selbst befinden sich grundsätzlich an der Unterseite der (abgehängten) 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 bei der Erst-Befüllung dann nicht möglich und es muss so lange mit Wasser gefüllt werden, bis das Kühldeckensystem luftfrei ist. Grundvoraussetzung ist, dass die vorgelagerte Anlage ebenfalls luftfrei ist und nicht durch die Versorgungsleitungen erneut Luft in das Kühldeckensystem eingetragen wird.

Filter, Schmutzfänger und Abscheider

Schmutzpartikel im Anlagenvolumenstrom führen zu Verstopfung, Verschlammung oder Defekte an Umwälzpumpen. Filter, Schmutzfänger und Abscheider können hier entgegenwirken. Es werden verschiedenste Ausführungen angeboten und auch solche mit zusätzlichen Funktionen.

Sie können grob in vier Bauarten unterteilt werden:

Schmutzfänger können, je nach Maschenweite, Partikel bestimmter Größe aus dem Anlagenwasser herausfiltern. Dabei setzen sich die Filtersiebe jedoch zu und erhöhen somit stetig den Strömungswiderstand.

Schwerkraftfilter lenken das Wasser in einen strömungsberuhigten Bereich, in dem sich die Partikel im unteren Teil des Gehäuses absetzen können. Prinzipbedingt kann der Schwerkraftfilter jedoch nur schwerere Partikel abscheiden. Der geringe Druckverlust erhöht sich durch die Partikel-Abscheidung im Betrieb nicht nennenswert.

Beim Schlammabscheider werden auch die kleineren, im zirkulierenden Medium enthaltenen Partikel durch konstruktive Maßnahmen, z. B. unter Nutzung der Zentrifugalkräfte, mechanisch vom Wasserstrom getrennt und im Sumpfraum gesammelt. Vorteilhaft ist der geringe Druckverlust.

Magnetitabscheider kommen zum Einsatz, wenn Eisenwerkstoffe verbaut werden. Hier kann Magnetit, magnetische Eisenpartikel, entstehen. Magnetitabscheider arbeiten wie Schlammabscheider, jedoch mit zusätzlichem Magnet. Auch in diesen Bauteilen ist der Druckverlust gering.

7. Inbetriebnahme

Spülen, Befüllen und Entlüften sind bereits in Kapitel 6 beschrieben.

Druckprüfung

Die Dichtheitsprüfung kann mit Luft oder Wasser durchgeführt werden. Bei Standardsystemen der Flächenheizung darf der Prüfdruck nicht weniger als 4 und nicht mehr als 6 bar betragen (siehe DIN EN 1264). Abweichend hierzu sind Kühl- und Heizdeckensysteme oftmals projektbezogene Systeme. Es gelten teils abweichende Herstellerangaben sowie Projektvorgaben beim Prüfdruck.

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich hat gemäß den anerkannten Regeln der Technik zu erfolgen (s. Kap. 2 Mögliche hydraulische Lösungen)

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 mögliche Fehler in der hydraulischen Verrohrung oder z.B. abgelenkte Anschlussleitungen auszuschließen.

Um diese Fehler noch beheben zu können, muss das Funktionsheizen und -kühlen bei nicht reversiblen Decken wie Gipskartondecken vor dem finalen verschließen (beplanken und verspachteln) der Decke erfolgen.

Die Überprüfung kann etwa durch eine thermografische Begehung erfolgen. Um eine gleichmäßige Durchströmung der Decke zu ermöglichen, muss im Vorfeld der hydraulische Abgleich durchgeführt worden sein.

Beschichtungsreifheizen

Bei Gipskartondecken ist es erforderlich ein Aufheizprogramm analog einer Fußbodenheizung durchzuführen, bevor die finale Beschichtung der Decke durch Verspachteln und durch Farbanstrich erfolgt. Zweck dieses Vorganges ist es zum einen evtl. Spannungen aus dem System

herauszubringen und zum anderen einen zu hohen Feuchtigkeitsanteil aus der Decklage zu entfernen. Hierdurch wird die Möglichkeit einer Rissbildung minimiert.

Es ist dabei wichtig, dass die wasserseitigen Temperaturen langsam angehoben und auch langsam wieder reduziert werden. Bei vielen Wärmegerzeugern ist ein Aufheizprogramm für die Fußbodenheizung hinterlegt, welches ebenso für ein Deckenheizsystem verwendet werden kann.

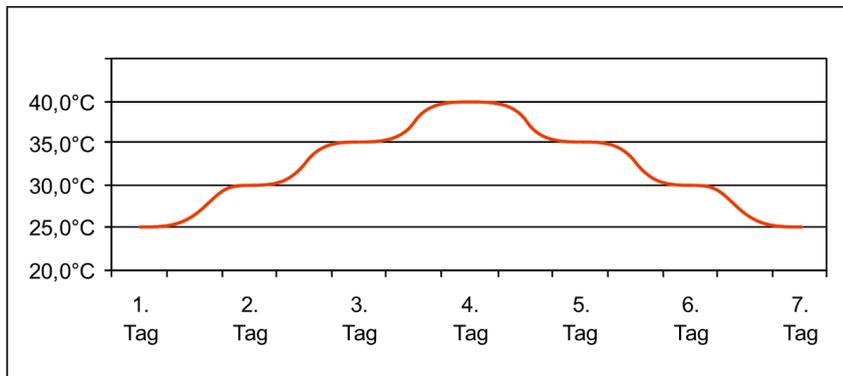


Bild 11: Beispiel für ein Aufheizprogramm

8. Laufender Betrieb

Generell sind Deckenheiz- und Kühlsysteme wartungsfrei. Die hydraulischen Komponenten sind nach VDMA 24186 zu warten und die Wasserqualität muss nach BTGA-Regel 3.003 im laufenden Betrieb nachgewiesen werden.

Grundsätzlich sind auch während des Betriebes die Vorgaben der Hersteller zu Betriebsbedingungen wie etwa Temperatur und Luftfeuchtigkeit einzuhalten.

Beim Betrieb von Heiz-/Kühldecken in Verbindung mit einer maschinellen Lüftung oder einer Fensterlüftung ist die Luftfeuchtigkeit zu kontrollieren. Ungeregt können sich ansonsten Werte einstellen, welche unterhalb bzw. oberhalb der zulässigen Werte liegen.

Speziell bei Gipskarton Heiz-/Kühldecken ist die Einhaltung der Temperatur und Feuchtigkeit im Raum wichtig, es gelten folgende Parameter (Merkblatt 1 des Verbandes der Gipsindustrie):

- Temperatur: +10°C bis 40 °C
- Relative Luftfeuchtigkeit: 40 bis 80 %

9. Normen und Regelwerke

| | |
|--|---|
| DIN EN 14240 | Lüftung von Gebäuden - Kühldecken - Prüfung und Bewertung |
| DIN EN 14037 | An der Decke frei abgehängte Heiz- und Kühlflächen für Wasser |
| DIN EN 1264 | Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung |
| VDI 2078 (Kühllastberechnung) | Berechnung von thermischen Lasten und Raumtemperaturen |
| VDMA 24186 | Wartung von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden |
| 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- gem. Anhang B (informativ) Thermische Behaglichkeit |
| DIN 18942-1 DIN 18942-100 | Lehmbaumstoffe, Teil 1: Begriffe Lehmbaumstoffe, Teil 100: Konformitätsnachweis |
| DIN 18945 | Lehmsteine, Anforderungen und Prüfverfahren |
| DIN 18946 | Lehmmauermörtel, Anforderungen und Prüfverfahren |
| DIN 18947 | Lehmputzmörtel >3mm, Anforderungen und Prüfverfahren |
| DIN 18948 | Lehmplatten, Anforderungen und Prüfverfahren |
| DIN 4726 | Warmwasser-Flächenheizungen, Kunststoffrohr- und Verbundrohrleitungssysteme |
| DIN EN 16798-3 | Lüftung von Nichtwohngebäuden-Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlssysteme |
| 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 |
| Merkblatt 1 | Baustellenbedingungen für Trockenbauarbeiten mit Gipsplatten-Systemen |
| BTGA Fachregel 3.002 BTGA Fachregel 3.003 | Druckprüfung und Spülung von Heizungsinstallationen Geschlossene wassergeführte Kalt- bzw. Kühlwasserkreisläufe – Zuverlässiger Betrieb unter wassertechnischen Aspekten |
| Weitere wertvolle Hinweise und Informationen können im Internet unter: http://www.flaechenheizung.de | |

10. Literaturhinweise

Rechnagel Sprenger Schrameck

Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 2017/2018

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 2018

BVF

Informationsdienst Flächenheizung und Flächenkühlung

Schnittstellenkoordination im Neubau

Ausgabe Mai 2020

TAIM e.V.

Technisches Merkblatt Metalldecken als Heiz- und Kühldecken

Technisches Handbuch Metalldecken

11. 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 Juli 2020.

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



www.flaechenheizung.de

www.bvf-siegel.de

www.flaechenheizungsfinder.de