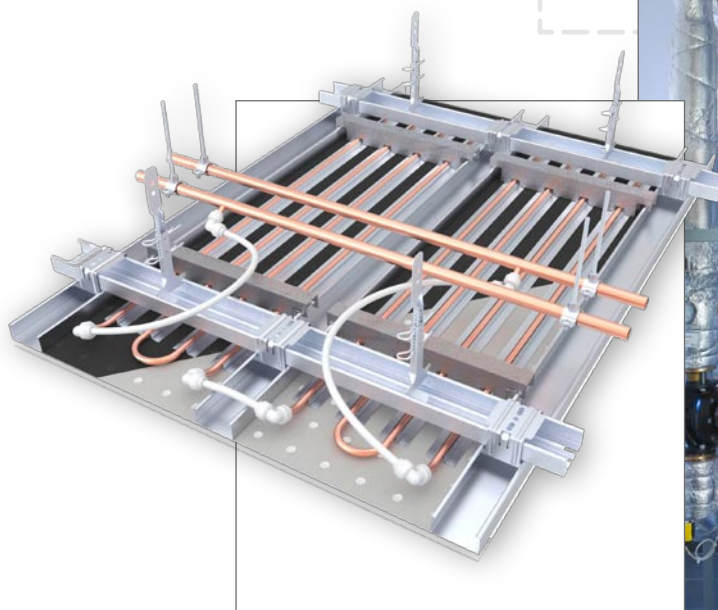
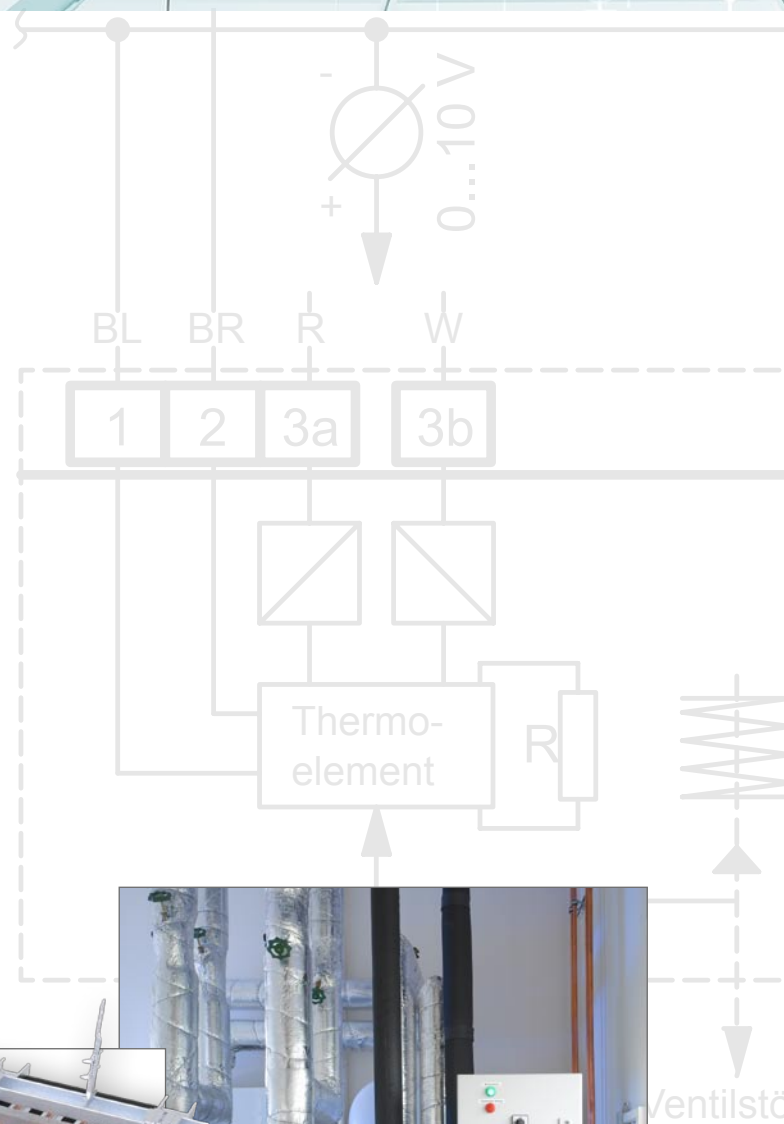


Technik & Funktion



ics



Die Integrale Climasysteme GmbH ist auf die Entwicklung und Herstellung sowie die gesamte gewerkeübergreifende Planung und Ausführung von Heiz- und Kühldeckensystemen spezialisiert. Unsere Produkte verbinden Funktionalität mit Innovation und integrieren sich dezent ins Raumdesign.

Diese Broschüre veranschaulicht die Funktionsweise und Wirkung unserer Heiz- und Kühldecken. Sie beschreibt die Bauteile der Anlagen-, Mess- und Regeltechnik, die üblicherweise im Verbogenen arbeiten.

Sollten Sie noch Fragen zur Planung und Ausführung einer Heiz- und Kühldecke haben, stehen Ihnen unsere Fachingenieure gerne zur Verfügung.

Ihr Integrale Climasysteme-Team



Rheinland Saal, TÜV Köln
(climaPLAN® cuaf)

1.	Einzelraumregelung von Heiz- und Kühldecken mit Regelgruppe	
1.1	Die Einzelraumregelung allgemein	5
1.2	Einzelraumregelung für Kühldecken	5
1.3	Kühldecken mit separater Heizfläche	5
1.4	Heiz- und Kühldecken im 2-Rohr-Betrieb	5
1.5	Heiz- und Kühldecken im 4-Rohr-Betrieb	6
1.6	Schutz vor Betauung im Einzelraumregelkreis	6
1.6.1	Taupunktfühler	6
1.6.2	Taupunktfühler mit Konverter	7
1.6.3	Taupunktwärter mit Messumformer	7
2.	Zentrale Regelung von Heiz- und Kühldecken	
2.1	Außentemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung und Wärmeübertragerstationen	9
2.2	Zentrale außentemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung	9
2.3	Wärmeübertragerstationen	10
2.3.1	Wärmeübertragerstation Kühlung und Heizung: 2-Rohranlage	11
2.3.2	Wärmeübertragerstation Kühlung und Heizung: 4-Rohranlage	12
3.	Anlagenkonzeptionen zur Wärmeerzeugung und Wärmesenkung bei Heiz- und Kühldecken	15
4.	Thermografie macht Technik sichtbar	22

Einzelraumregelung von Heiz- und Kühldecken mit Regelgruppe

1.1 Die Einzelraumregelung allgemein

Die Einzelraumregelung ermöglicht es, eine Regelzone bzw. einen Raum so zu temperieren, dass die Empfindungstemperaturen als behaglich empfunden werden. Um die entsprechende Raumtemperierung gewährleisten zu können, wird ein Regelkreis installiert. Bei reinen Kühldecken oder Heiz- und Kühldecken mit zentraler saisonaler Funktionsumkehr wird ein 2-Rohr-Regelkreis installiert.

1.2 Einzelraumregelung für Kühldecken

Bei reinen Kühldecken besteht der Einzelraum-Regelkreis aus folgenden Komponenten:

- > Einzelraumregler (für 2-Rohr-Anlagen),
- > Regulierventil,
- > Zonenventil mit Stellantrieb,
- > Entleerung,
- > Befüllung,
- > Entlüftung,
- > Taupunktfühler.

Bei reinen Kühldecken wird in der Regel die Beheizung der Aufenthaltsbereiche durch separate Heizquellen (z. B. Heizkörper mit Thermostatventil) realisiert. Da diese Raumtemperaturmessung im Raum durch unterschiedliche Temperaturregler erfolgt, besteht die Möglichkeit, dass Kühlung und Heizung gleichzeitig erfolgt. Dies ist zentral zu verhindern. Wenn die Gebäudekühlung erfolgt, muss die Gebäudeheizung blockiert werden und umgekehrt [Schema 1].

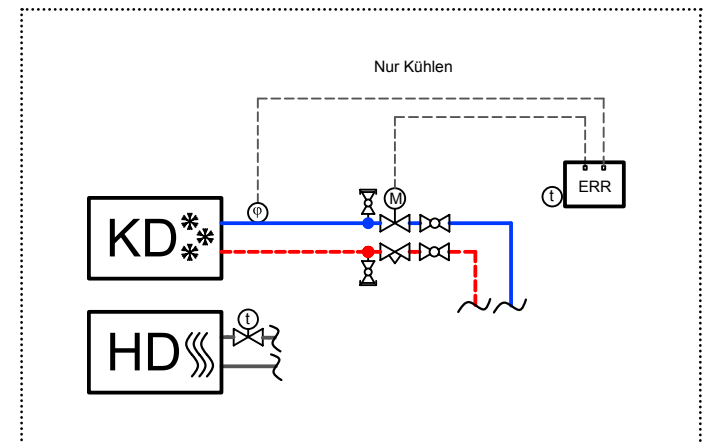
1.3 Einzelraumregelung für Kühldecken mit separater Heizfläche

Bei reinen Kühldecken gibt es auch den Fall, dass im Heizfall die Raumheizung über andere Heizquellen erfolgt. Daher macht die Verwendung eines Einzelraumreglers Sinn, der zusätzlich die Heizquelle im Heizfall reguliert.

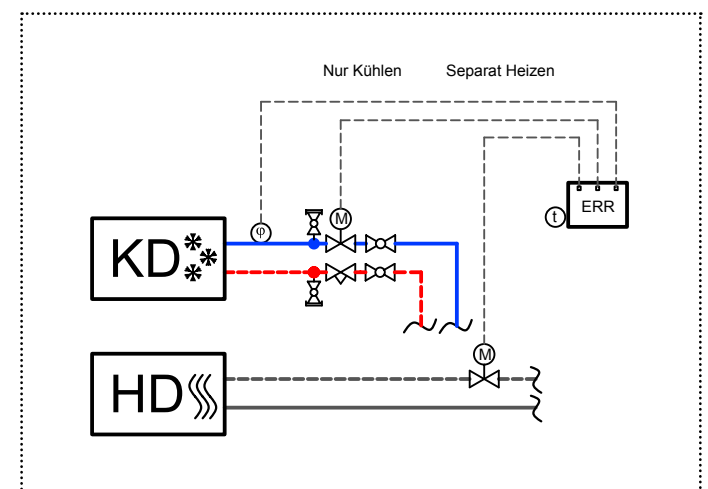
1.4 Einzelraumregelung für Heiz- und Kühldecken im 2-Rohr-Betrieb

Bei reinen Kühldecken mit separater Heizquelle besteht der Einzelraum-Regelkreis aus folgenden Komponenten:

- > Einzelraumregler (für 4-Rohr-Anlagen),
- > Regulierventil,
- > Zonenventil mit Stellantrieb,
- > Heizquelle mit Zonenventil(en) und Stellantrieb(en),
- > Entleerung,
- > Befüllung,



Schema 1



Schema 2

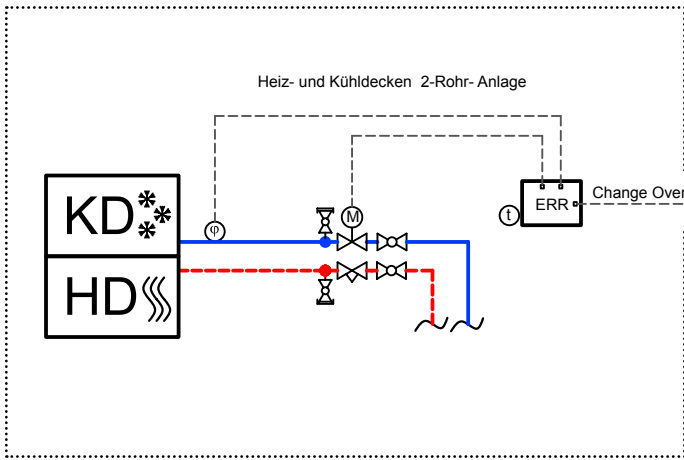
- > Entlüftung,
- > Taupunktfühler.

Dabei steuert der Einzelraumregler sowohl das Zonenventil der Heizfläche als auch das Zonenventil der Kühldecke in Sequenz mit entsprechendem neutralen Temperaturbereich, in dem weder geheizt noch gekühlt wird. Somit besteht die Möglichkeit, raumweise zu entscheiden, ob geheizt oder gekühlt werden soll [Schema 2].

Im klassischen Sinn entspricht dieser Anlagenaufbau einer 4-Rohr-Anlage.



Suite im
THE WESTIN Hotel Leipzig
(climaPLAN® cu)



Schema 3

zonenweise zur Verfügung stehenden ganzjährigen parallelem Heiz- und Kühlbetrieb (4-Rohr-Anlage, siehe 1.5.). Bei der soeben genannten 2-Rohr-Anlage wird von der zentralen DDC-Regler ein sog. Change-Over-Signal ausgegeben, wodurch die örtlich installierten Einzelraumregler erkennen, ob Kühl- oder Heizmedium anliegt.

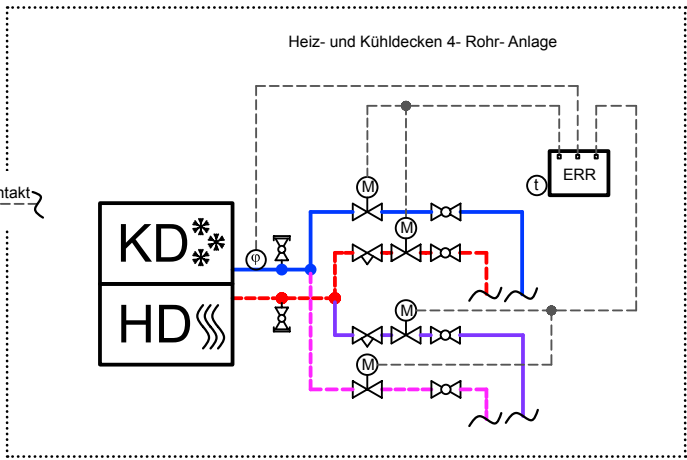
Je nach Fall wird der am Einzelraumregler eingestellte Raumtemperatur-Sollwert als unterer oder oberer Grenzwert wahrgenommen. Dieses Signal wird zentral an alle Einzelraumregler eines Gebäudes oder eines Gebäudeteiles übertragen. Parallel wird dieses Signal auch genutzt, um zentral ungewollten parallelen Heiz- und Kühlbetrieb zu vermeiden [Schema 3].

Bei Heiz- und Kühldecken mit zentraler saisonaler Funktionsumkehr besteht der Einzelraum-Regelkreis aus folgenden Komponenten:

- > Einzelraumregler (für 2-Rohr-Anlagen) mit Change-Over-Kontakt,
- > Regulierventil,
- > Zonenventil mit Stellantrieb,
- > Entleerung,
- > Befüllung,
- > Entlüftung,
- > Taupunktfühler.

1.5 Einzelraumregelung für Heiz- und Kühldecken im 4-Rohr-Betrieb

Bei Heiz- und Kühldeckenanlagen mit raumweise parallelem Heiz- und Kühldeckenbetrieb wird ein 4-Rohr-Regelkreis installiert. Dabei gewährleisten permanent zur Verfügung stehendes Kühl- und Heizmedium die bedarfsgerechte Fahrweise für jede einzelne Regelzone, unab-



Schema 4

hängig davon, welcher Bedarf derzeit in benachbarten Regelzonen vorherrscht. Dieses System findet oft dort Anwendung, wenn Räume mit unterschiedlichsten Anforderungen und Komfortwünschen über ein Kühl- und Heizsystem temperiert werden sollen [Schema 4].

Bei Heiz- und Kühldecken mit raumweise parallelem Heiz- und Kühldeckenbetrieb besteht der Einzelraum-Regelkreis aus folgenden Komponenten:

- > Einzelraumregler (für 4-Rohr-Anlagen),
- > 2 Regulierventile,
- > 4 Zonenventile mit 4 Stellantrieben,
- > Entleerung,
- > Befüllung,
- > Entlüftung,
- > Taupunktfühler.

1.6 Schutz vor Betauung von Kühldecken im Einzelraumregelkreis

Unabhängig von der Art der Kühldeckenanlage haben sämtliche Einzelraumregelungen gemein, dass die Regelzonen mit einer Taupunktüberwachung ausgestattet sind. Dabei wird ein Taupunktfühler oder Taupunktwächter direkt am Vorlauf oder an Kühlregister montiert. Es ist der Bereich zu wählen, an dem die ungünstigen Raumluftbedingungen zu erwarten sind.

1.6.1 Taupunktfühler

In der Regel wird der Taupunktfühler direkt an den Einzelraumregler angeschlossen. Der klassische Taupunktfühler ist ein Ohmscher Widerstand mit festem Wert. Überschreitet die Umgebungsluft direkt am Rohr oder an der Kühldecke einen kritischen relative Luftfeuchte-Wert (in dem Fall ca. 98 %), sinkt der Widerstand des Fühlers enorm. Dies

führt im Einzelraumregler zu einer Schaltreaktion und der Durchfluss der Decke wird unterbrochen, noch bevor eine Taupunktsituation eintritt. Ändern sich die Bedingungen wieder, wird der Deckendurchfluss wieder freigegeben. Je nach Deckensystem kommen verschiedene Taupunktfühler zur Anwendung.

1.6.2 Taupunktfühler mit Konverter

Oftmals haben verschiedene Einzelraumregler anderer Hersteller keine Schnittstelle, um analoge Taupunktfühler mit analogem Ausgangssignal direkt anzuklemmen.

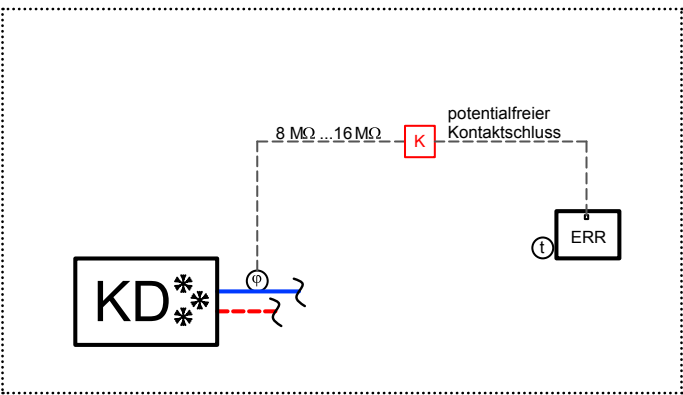
Daher wird oft ein sog. Konverter zwischen Taupunktfühler und Einzelraumregler installiert. Dieser Konverter übernimmt die Funktion des Einzelraumreglers. Bei entsprechender Taupunktgefahr wird über einen potentialfreien Wechselkontakt eine Taupunktmeldung an einen Einzelraumregler übertragen [Schema 5].

1.6.3 Taupunktwächter mit Messumformer

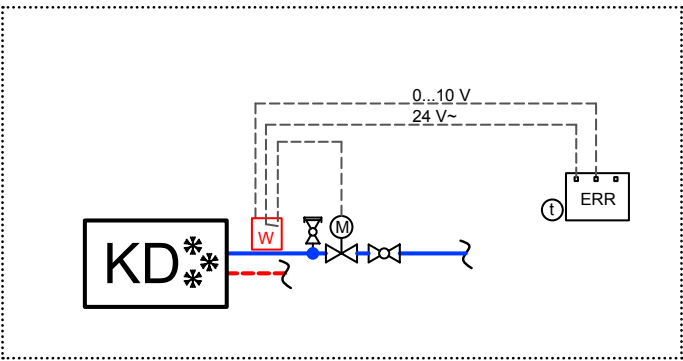
Alternativ zum Taupunktfühler kann auch ein Taupunktwächter vorgesehen werden. Dabei ist der Taupunktwächter nicht nur Sensor, sondern auch ein Aktor. Installiert wird dieser ebenfalls am Vorlauf einer jeden Regelzone, innerhalb der jeweiligen Regelzone. Bei einer relativen Luftfeuchte von 95% wird ein Wechselkontakt geschaltet. Gleichzeitig besitzt der Taupunktwächter die Möglichkeit den Messwert im Bereich 70%–85 % relativer Luftfeuchte in ein 0–10 V-Signal auszugeben. Dadurch ergeben sich eine Reihe von Einsatzmöglichkeiten für dieses Bauteil, je nach dem, welche Stellorgane und Einzelraumregler mit ihm in Kontakt stehen. Verschiedene Montageoptionen werden nachfolgend beschrieben:

Wird der Schaltpunkt erreicht, kann die Stromversorgung mittels dieses Wechselkontaktes vom Stellantrieb des Zonenventils unterbrochen werden, so dass das Zonenventil zuführt (bei Bedarf auch umgekehrtes Funktionsprinzip möglich). Gleichzeitig kann über das ausgegebene 10 V-Signal an einen Einzelraumregler übertragen werden, der in der Lage ist, dieses Signal zu verarbeiten, um die drohende Taupunktgefahr bei 85% relativer Luft bereits anzuzeigen [Schema 6].

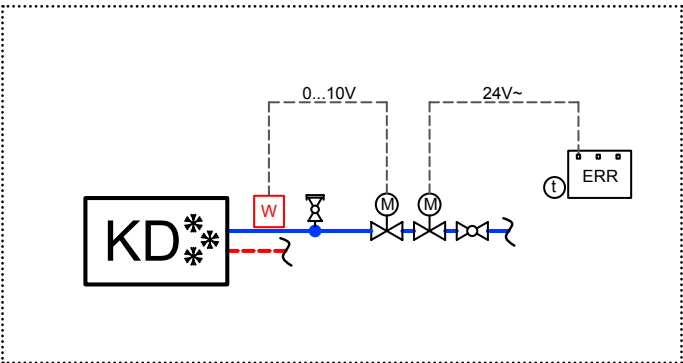
Die Ausgangssignale des Taupunktwächters können auch gemäß des nebenstehenden Schemas genutzt werden. Dabei wird der Umschaltkontakt bei 85% relativer Feuchte genutzt, um einen zusätzlich stetig arbeitenden Stellantrieb anzusteuern, der bei zunehmender Taupunktgefahr den Volumenstrom in der Decke drosselt. Bei 85 % relativer



Schema 5



Schema 6



Schema 7

Feuchte wäre theoretisch der Deckenbereich geschlossen. Dieser Fall kann praktisch jedoch nicht eintreten, da bei steigender Taupunktgefahr eine Volumenstromdrosselung eintritt und somit die Oberflächentemperaturen nach unten begrenzt werden.

Das zweite Zonenventil wird normal über den Einzelraumregler gesteuert, um die Raum-Solltemperatur zu halten [Schema 7].

Lothar Olejniczak
(Werkstattmeister bei ics)

Zentrale Regelung von Heiz- und Kühldecken

2.1 Außentemperaturgeführte Vorlauf-temperaturregelung und Wärmeübertragerstationen

Das Herzstück einer jeden Heiz- und Kühldeckenanlage ist der zentrale Regler und die dazugehörige hydraulische Schaltung. Welche individuellen Besonderheiten für ein Heiz- und Kühldeckensystem beachtet werden sollten und welche möglichen Ausführungsvarianten zur Anwendung kommen können, soll in diesem Kapitel erläutert werden.

2.2 Zentrale außentemperaturgeführte Vorlauf-temperaturregelung

Die Regelung von Kühldecken erfolgt klassisch in Abhängigkeit der Lastanforderungen. In der Regel werden die Vorlauftemperaturen entlang einer Kennlinie an die äußeren Witterungsbedingungen angepasst (Außentemperaturgeführte Vorlauf-temperaturregelung).

Das bedeutet, dass bei steigenden Außentemperaturen (gemessen über den Außentemperaturfühler) die Vorlauf-temperaturen des Kühlkreises minimiert werden. Dies beruht auf der Annahme, dass die abzuführenden Kühllasten mit steigenden Außentemperaturen ebenfalls steigen. Entsprechende Kühlkennlinien können vorgegeben werden, um gebäudespezifische Eigenschaften (z.B. Gebäudeschwere etc.) berücksichtigen zu können. Mittels einer Beimischschaltung wird die entsprechende Soll-Vorlauf-temperatur hergestellt [Schema 8].

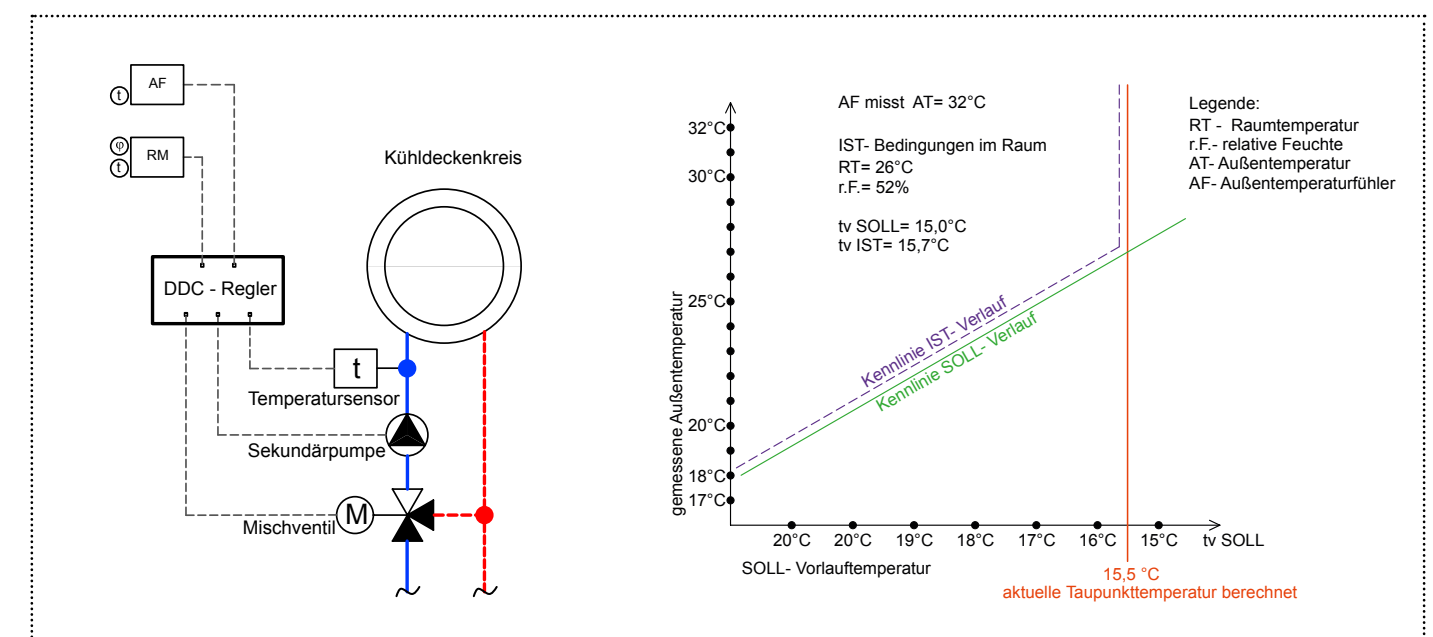
Die Soll-Vorlauf-temperatur wird mittels eines Vorlauf-temperaturfühlers permanent gemessen. Bei Abweichung von der Soll-Vorgabe wird aus dem Rücklauf entsprechend mehr oder weniger Kühlmedium beigemischt.

Im Kühlfall werden zwei weitere Parameter im Gebäude überwacht. An mehreren Stellen werden die Raumtemperatur und die relative Feuchte mittels Raumwertmessumformer gemessen. Der zentrale DDC-Regler errechnet hieraus in Echtzeit die aktuelle Taupunkttemperatur und begrenzt die Vorlauf-temperatur nach unten. So ist gewährleistet, dass zu keinem Zeitpunkt die Taupunkttemperatur an den Deckensystemen unterschritten wird. Dies ermöglicht die maximale Lastabfuhr unter Berücksichtigung entscheidender raumklimatischer Zustandsgrößen. Das bedeutet, dass die Kühlkreis-Vorlauf-temperatur stets bereits knapp oberhalb der aktuellen Taupunkttemperatur gefahren wird (Diagramm).

Arbeitet der Kühldeckenkreis während der Heizperiode als Heizdeckenkreis, erfolgt eine Funktionsumkehr. Die Vorlauf-temperaturen folgen dann einer vorgegebenen Heizkennlinie. Die Werte der Raumwertmessumformer bleiben dabei unberücksichtigt und haben keinen Einfluss auf die witterungsgeführten Vorlauf-temperaturen.

Bei Mehrkreisanlagen können je Kühl-/Heizkreis individuelle Vorlauf-temperaturen realisiert werden.

Sämtliche Rechenvorgänge werden durch eine auf Kühl- und Heizdeckenanlage spezialisierte freiprogrammierbare Gebäudeautomation realisiert. Je nach Anlagengröße und



Schema 8

Anlagentyp kann die Gebäudeautomation modular erweitert werden.

2.3 Wärmeübertragerstationen

Jedes Deckensystem kann zusätzlich zum Heizen auch zum Kühlen genutzt werden. Entweder durch eine 2-Rohr-Anlage, bei der zentral, in Abhängigkeit zur Jahreszeit oder Außentemperatur, zwischen Kühlmedium und Heizmedium für das ganze Gebäude oder bestimmte Gebäudeteile umgeschaltet wird.

Auch besteht die Möglichkeit, mittels einer 4-Rohr-Anlage individuell in einzelnen Regelzonen zu heizen, während parallel in benachbarten Regelzonen noch gekühlt wird.

Da Kühl- und Heizdeckensysteme Flächentemperierungssysteme sind, werden in der Regel gegenüber anderen Kühl- und Heizsystemen im Kühlfall minimal nur 15 °C im Vorlauf und im Heizfall max. 35–38 °C benötigt.

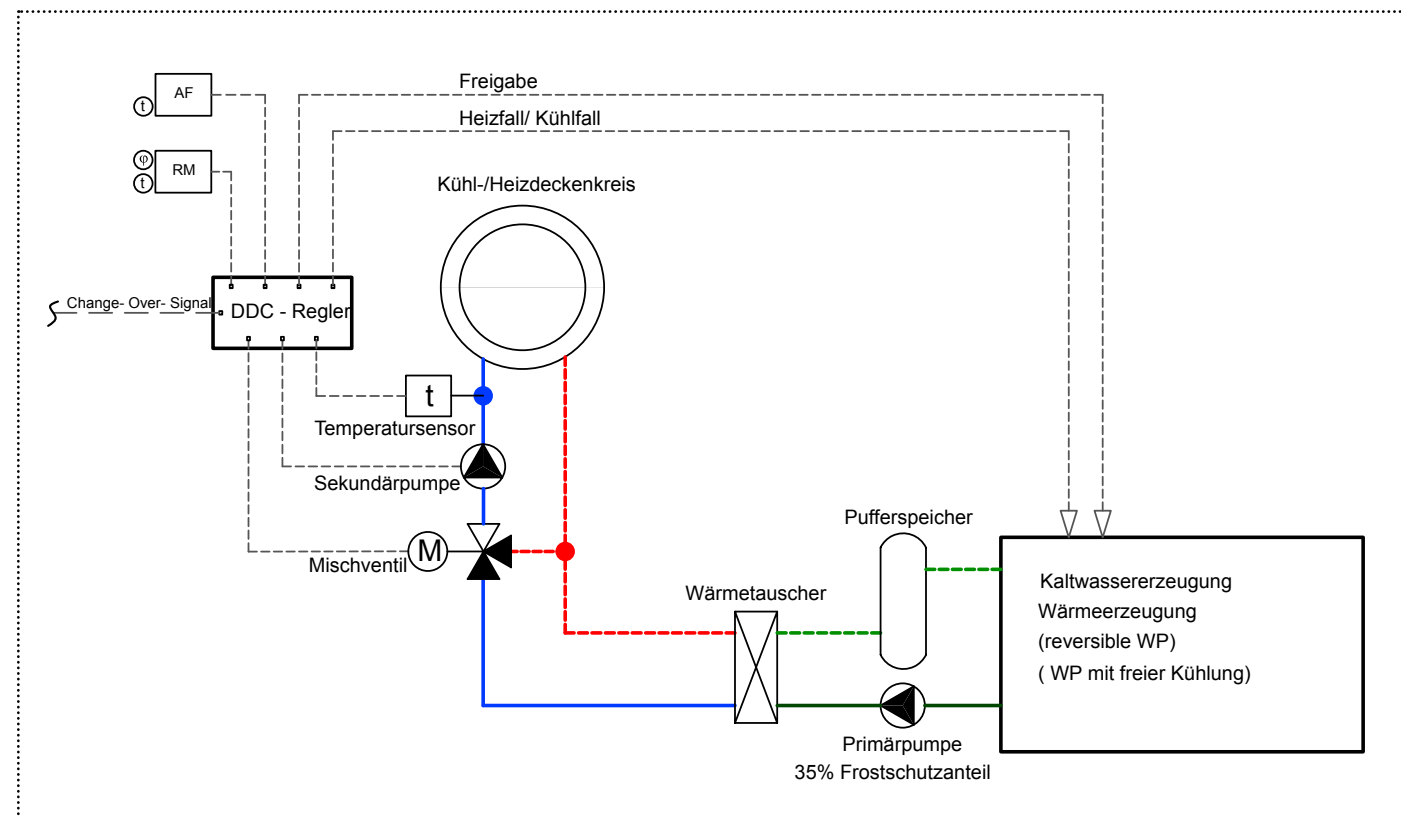
Daraus ergibt sich der enorme Vorteil, das als Kälte- und Wärmeerzeuger alternative oder regenerative Systeme zur Anwendung kommen können und somit sehr energieeffizient sind.

Je nach Aufstellungsort und Art der Wärme-/Kälteerzeugung wird es notwendig, primärseitig zur Verfügung stehende Medientemperaturen auf ein niedrigeres Temperaturniveau zu transferieren, eine Systemtrennung zur Primärseite vorzunehmen oder eine Umschaltung zwischen verschiedenen Versorgungsmedien herzustellen.

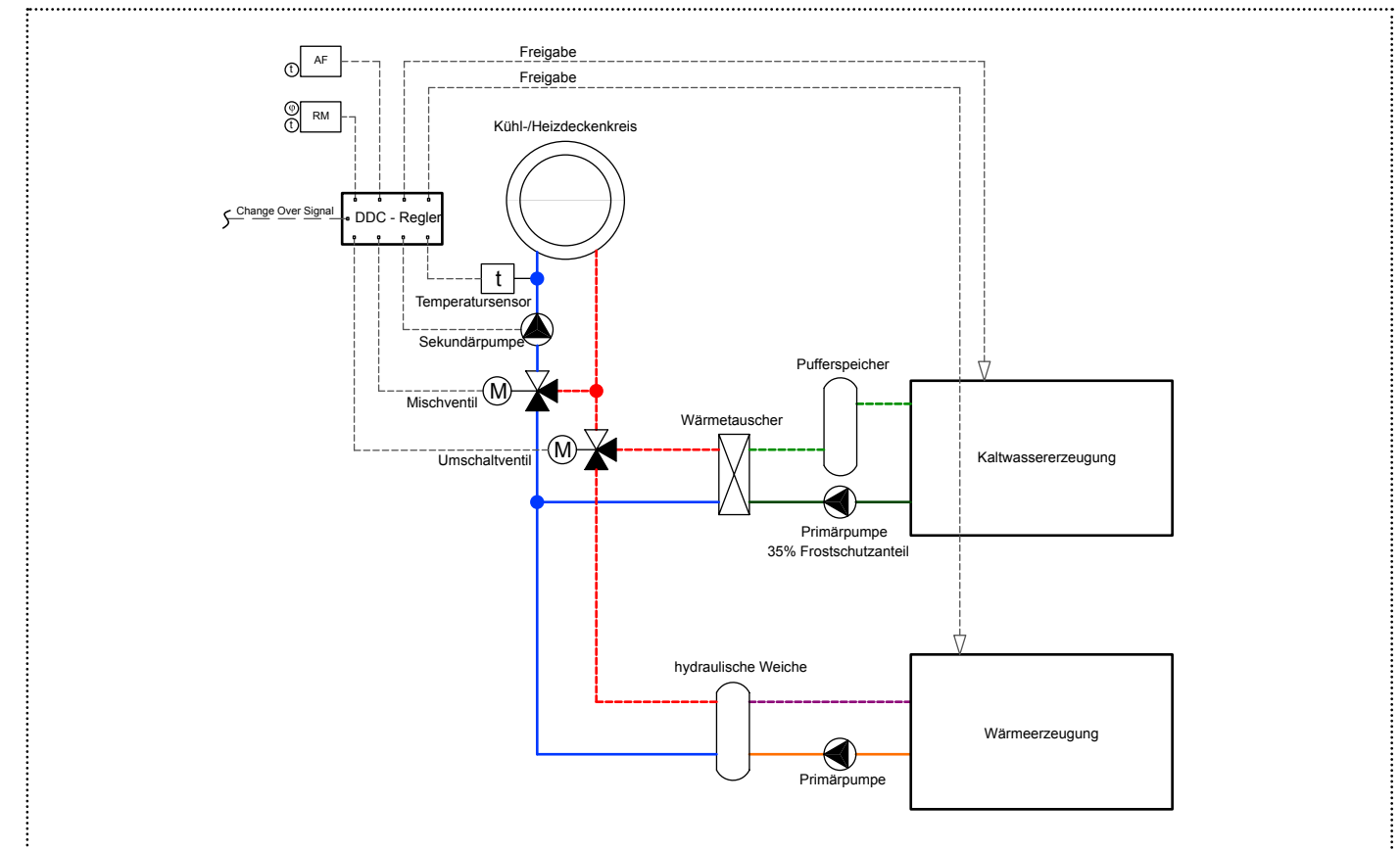
Unterschiedlichste, individuell hergestellte und an die jeweils notwendigen Bedingungen angepasste Wärmeübertragerstationen werden als Bindeglied zwischen der Kälte-/Wärmeerzeugung und den Kühl-/Heizkreisen installiert, um die Wärmeübertragung zwischen Primär- und der Sekundärseite vollumfänglich zu gewährleisten.

Generell sind sehr unterschiedliche hydraulische Schaltungsarten möglich. Gerade durch den Einsatz von regenerativen oder alternativen Energieerzeugern ergeben sich unterschiedliche Anschlusssituationen. Einige wesentliche Beispiele werden im Folgenden betrachtet.

Die kompletten Wärmeübertragerstationen inkl. Schaltschrank und freiprogrammierbaren, modular erweiterbaren DDC-Regler werden individuell geplant, gefertigt, vollständig verdrahtet und wasserdampfdiffusionsdicht sowie gegen Wärmeverlust gedämmt.



Schema 9



Schema 10

2.3.1 Wärmeübertragerstation Kühlung und Heizung: 2-Rohr-Anlage

a) Heizung/Kühlung über einen Kälte-/Wärmeerzeuger [Schema 9]

Oftmals übernimmt ein- und derselbe Energieerzeuger die Wärme- und die Kaltwassererzeugung.

Eine Systemtrennung zwischen Primärseite und Sekundärseite kann notwendig werden, wenn der Wärme-/Kälteerzeuger im Freien steht und dadurch der Primärbereich mit Frostschutzmittel betrieben wird.

Die hydraulische Trennung kann aber auch mittels einer hydraulischen Weiche erfolgen.

Die freiprogrammierbare DDC-Regelung realisiert die witterungsgeführten Vorlauftemperaturen (im Kühlfall mit unterer Kappung zur Taupunktvermeidung) und gibt eine Freigabe für die Kälte-/Wärmeerzeugungsanlage.

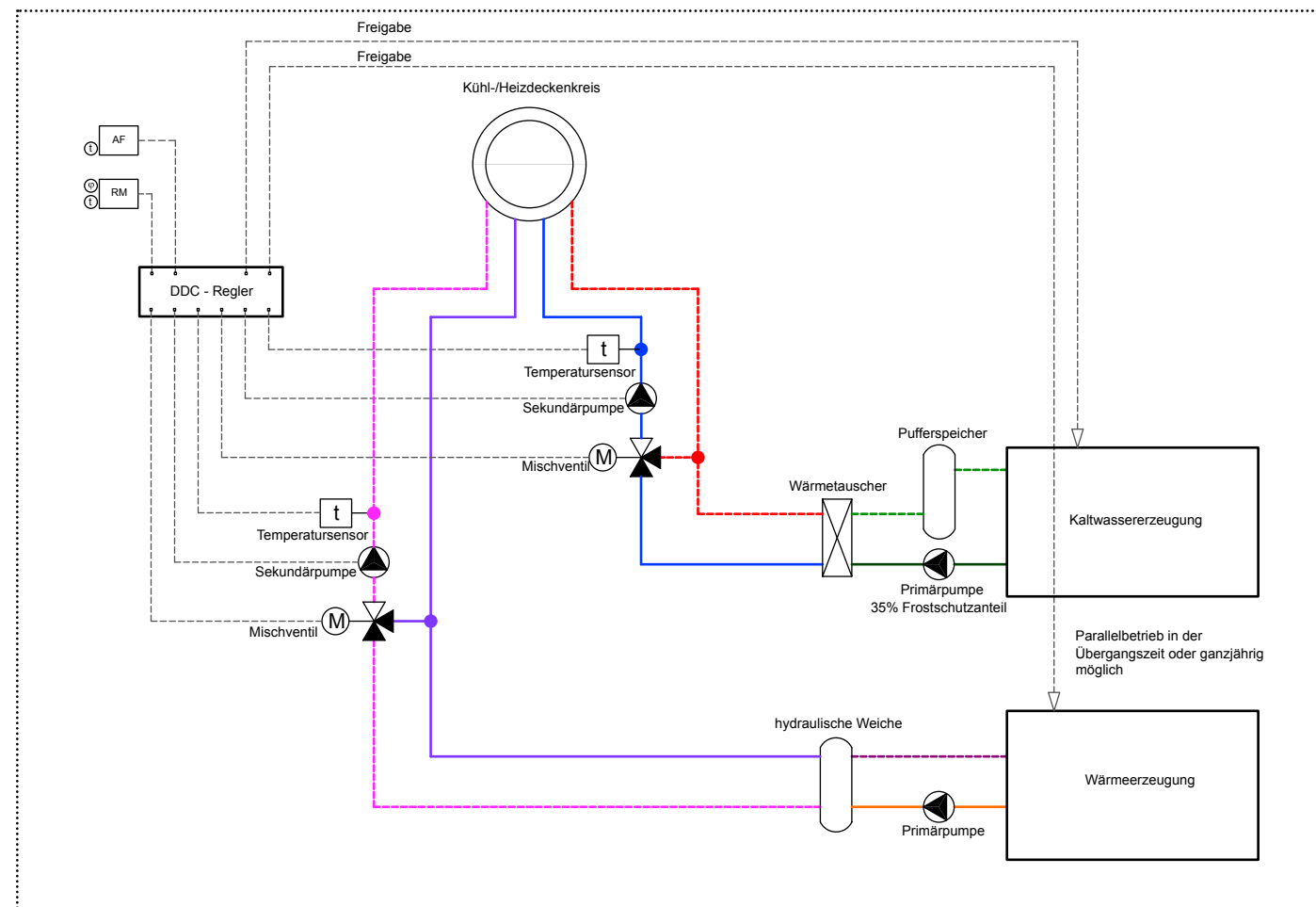
Des Weiteren wird über die vorherrschenden Außentemperaturen durch die DDC-Regelung die Umschaltung zwischen Kühlung und Heizung vorgenommen. Parallel wird ein Change-Over-Signal ausgegeben, welches den

angeschlossenen Einzelraumreglern der Regelzonen zentral den jeweiligen Anwendungsfall (Kühl- oder Heizfall) signalisiert und somit eine Funktionsumkehr in den Einzelraumreglern auslöst.

b) Heizung/Kühlung über getrennte Kälte- und Wärmeerzeuger [Schema 10]

Wenn die Wärme- und Kälteerzeugung getrennt erfolgen, wird sekundär eine Umschaltvorrichtung notwendig, welche in Abhängigkeit der Anforderung zwischen den jeweiligen Energieerzeugern hin- und herschaltet. Es ist jeweils nur einer der Energieerzeuger frei geschaltet, während der andere blockiert wird. Diese Umschaltvorrichtung ist in der Regel ein Umschaltventil, welches von der zentralen Regelung eines Gebäudes oder Gebäudeteiles betätigt wird. Dabei ändern sich zentral für das gesamte Gebäude oder einen Gebäudeteil die Systemtemperaturen, die den Regelzonen zur Verfügung gestellt werden.

Die Umschaltung (zwischen Kühl- und Heizfall) erfolgt in Abhängigkeit der Außentemperatur, kann aber auch auf Grundlage anderer Parameter vorgenommen werden. Mit der Umschaltung kehrt sich auch die Energieerzeugerfreigabe um.



Schema 11

Steigt die Anzahl der Heizkreise, die unterschiedliche Gebäudeteile zu versorgen haben, kann es gerade in der Übergangszeit notwendig werden, einen Gebäudeteil noch zu kühlen, während in einem anderen Gebäudeteil schon Heizbedarf besteht. Dadurch verkompliziert sich die gesamte hydraulische Schaltung etwas, ist jedoch umsetzbar. Dabei sind im Vorfeld Überlegungen anzustellen, ob dieser erhöhte Aufwand, der unterschiedlichen Bereitstellung von unterschiedlich temperierten Versorgungsmedien und der damit auch verbundene parallele Betrieb zweier Energieerzeuger tatsächlich notwendig ist, zumal eine parallele Bereitstellung in den meisten Fällen nur während der Übergangszeit notwendig wird.

Oft genügt eine schnell reagierende Einzelraumregelung, um die Behaglichkeitswünsche während der Übergangszeit sicherzustellen. Sollten jedoch in einem Gebäude oder einem Gebäudeteil sehr unterschiedliche Lastanforderungen permanent bestehen, dann besteht die Möglichkeit, jeder Regelzone separat das entsprechende Versorgungsmedium bereitzustellen. Hierfür wird dann eine 4-Rohr-Anlage notwendig (siehe 2.3.2).

2.3.2 Wärmeübertragerstation Kühlung und Heizung 4-Rohr-Anlage [Schema 11]

Wenn im Rahmen der Planungen über eine 4-Rohr-Anlage nachgedacht wird, sollten bei der Entscheidung dafür die Gründe sehr überzeugend sein. Der extrem hohe Komfort, jeder Regelzone individuell das entsprechende Versorgungsmedium bereitzustellen, lässt sich nur mit hohem Anlagen- und Reglungsaufwand durchsetzen. Das hat natürlich Auswirkungen auf die Investitionskosten und die Betriebskosten, da jeder Nutzer verantwortungsvoll mit dieser parallelen Bereitstellung umgehen muss.

In der Praxis wird diese individuelle Bereitstellung oft nicht vollumfänglich durchgestanden. Gerade bei großen Bauvorhaben, in den zusätzlich mechanische Lüftungsanlagen vorgesehen werden, wird in letzter Konsequenz diese Individualität bei der Bereitstellung temperierter Luft nicht geplant.

Dennoch gibt es oft spezielle Bauvorhaben, in denen die verschiedenen Lastanforderungen tatsächlich auch

permanent existieren (wie z.B. Krankenhäuser, Laborgelände, Produktionsbereiche etc.), welche den Einsatz einer 4-Rohr-Anlage rechtfertigen.

Die hydraulische Schaltung ermöglicht individuelles Hin- und Herschalten zwischen Heizen und Kühlen je Regelzone, da beide Versorgungsmedien durch das sogenannte 4-Rohr-System unmittelbar vor jede Regelzone geführt werden und dadurch permanent (oder in der Übergangszeit gleichzeitig) zur Verfügung stehen.

Etwaige Wärmeverluste durch das Hin- und Herschalten sind relativ gering, da die Deckensysteme kaum Wärme speichernde Massen besitzen und auch nur mittelbar mit dem Gebäudekörper verbunden sind. Auch besitzen die Einzelraumregler eine definierbare Totzone, in der im Raum weder gekühlt noch geheizt wird. Entsprechendes Nutzverhalten führt weiter zur Minimierung von Energieverlusten bei gleichzeitiger Gewährleistung von maximalem Komfort.

Kranhaus Süd, Köln
(climaBOARD® cuaf)

Anlagenkonzeptionen zur Wärmezeugung und Wärmesenkung bei Heiz- und Kühldecken

Flächentemperierungssysteme und somit auch die Kühl- und Heizdecken arbeiten vorrangig nach dem Prinzip des Strahlungsaustausches. Das heißt, Körper mit höherem Oberflächentemperaturniveau strahlen an Körper mit niedrigerem Temperaturniveau Wärme ab. In Abhängigkeit von Material und Oberflächenbeschaffenheit gelingt das ihnen mal mehr und mal weniger gut. Körper mit einer großen Fläche benötigen erfreulicherweise nur einen geringeren Temperaturunterschied zum absorbierenden Körper als Körper mit einer kleinen Wärme strahlenden Oberfläche.

Aus dieser Wechselwirkung heraus ergibt sich die Energieeffizienz aller Flächentemperatursysteme. Da diese mit großen Wärme strahlenden Flächen arbeiten, werden zur Deckung des Wärmebedarfs bzw. zur Deckung der Kühllast nur geringe Temperaturunterschiede zum Umwelttemperaturniveau benötigt. Im Kühlfall werden so nur noch Vorlauftemperaturen von minimal 15 °C und im Heizfall maximal 35 °C auf Grund sehr guter spezifischer Wärmeübertragungsleistungen benötigt.

Durch diese positiven Eigenschaften rücken Flächentemperierungssysteme in den Fokus der Fachplaner und Architekten, da in Zeiten, in denen die Energiewende gestemmt werden soll, vor allem energieeffiziente und umweltschonende Gebäudetechniksysteme wie Kühl- und Heizdecken benötigt werden.

Für Fachleute sind die Betriebstemperaturen von Flächentemperierungssystemen interessant, denn sie ermöglichen, neben der Verwendung von klassischen Anlagenkonstellationen von Wärmeerzeugern und Wärmesenken, den Einsatz von alternativen und regenerativen Energieerzeugern bzw. Energiequellen. Das eröffnet eine große Bandbreite von Einsatzmöglichkeiten sowie Ausführungsvarianten.

Die duale Nutzung von Heiz- und Kühldecken ohne Komforteinbußen ermöglicht oft auch eine duale Nutzung der Energieerzeuger bzw. Energiequellen sowie die Nutzung von Wärmeüberschüssen (sog. Abwärme). Das ist im Hinblick auf die Investitionskosten und die Ausnutzungsrate der installierten Technik interessant, da ein kontinuierlicher Betrieb ermöglicht wird.

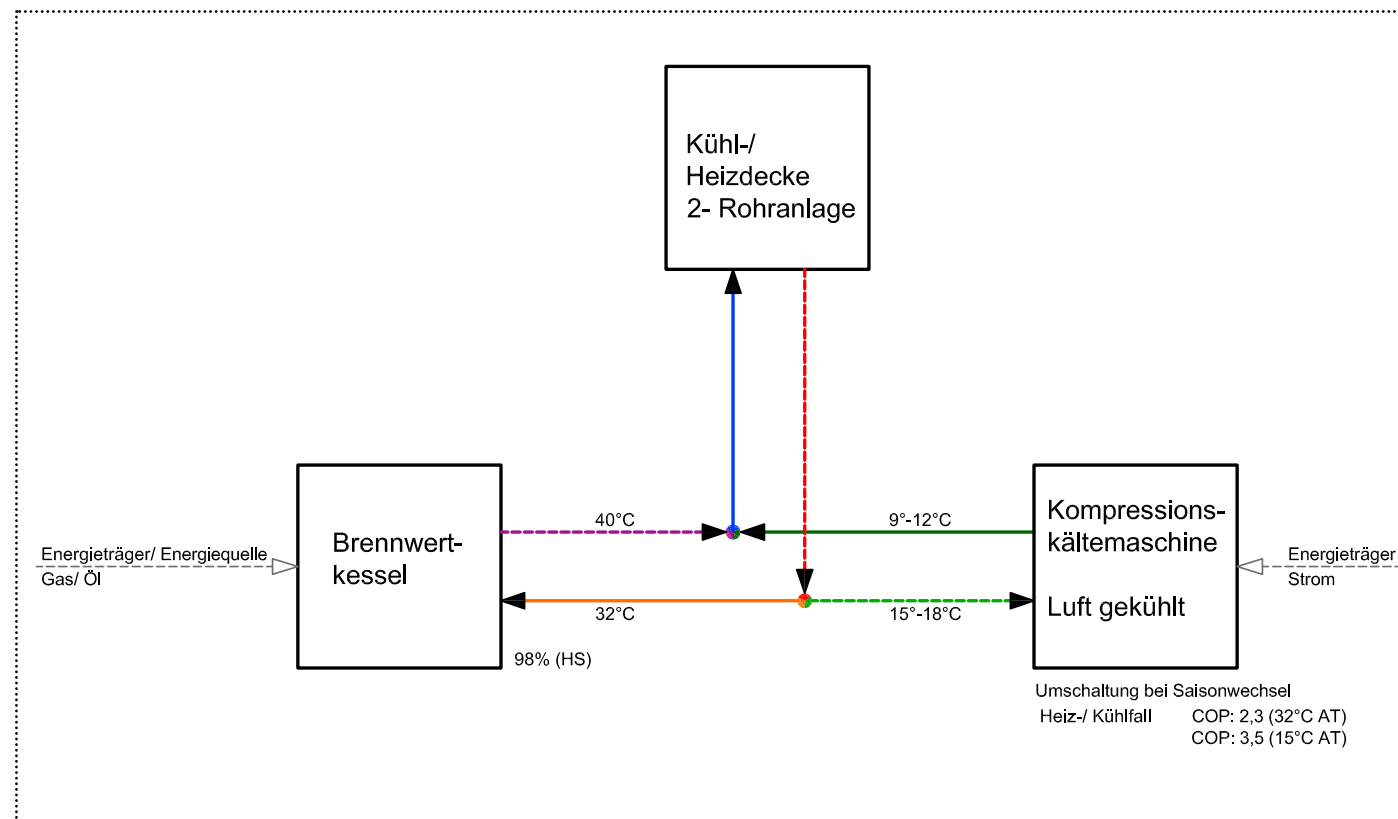
Wärmeerzeugung/ Wärmenutzung

- Brennwerttechnik
- Wärmepumpen (Luft-, Wasser- und Erdwärme)
- Abwärme aus Kompressionskälteprozessen (Kondensatorabwärme)
- Abwärmenutzung aus BHKW

Wärmesenken/ Kälteerzeugung

- Kompressionskältetechnik (Kaltwassersatz; reversible Wärmepumpen)
- Absorptionskältetechnik in Kombination mit Fernwärme, BHKW
- Passive Kühlung: Grundwasser, Erdwärme

Gängige Anlagenkonstellationen, Energieerzeuger und Energiequellen sollen folgend kurz betrachtet werden.



Schema 12

ANLAGENBEISPIEL 1

Wärmeerzeugung:
Brennwertkessel

Primärtemperatur max.:
Vorlauf: 40 °C; Rücklauf: 32 °C

Kälteerzeugung:
Kompressionskältemaschine (Luft gekühlt)

Primärtemperatur min.:
Vorlauf: 9 °C–12 °C; Rücklauf: 15 °C–18 °C

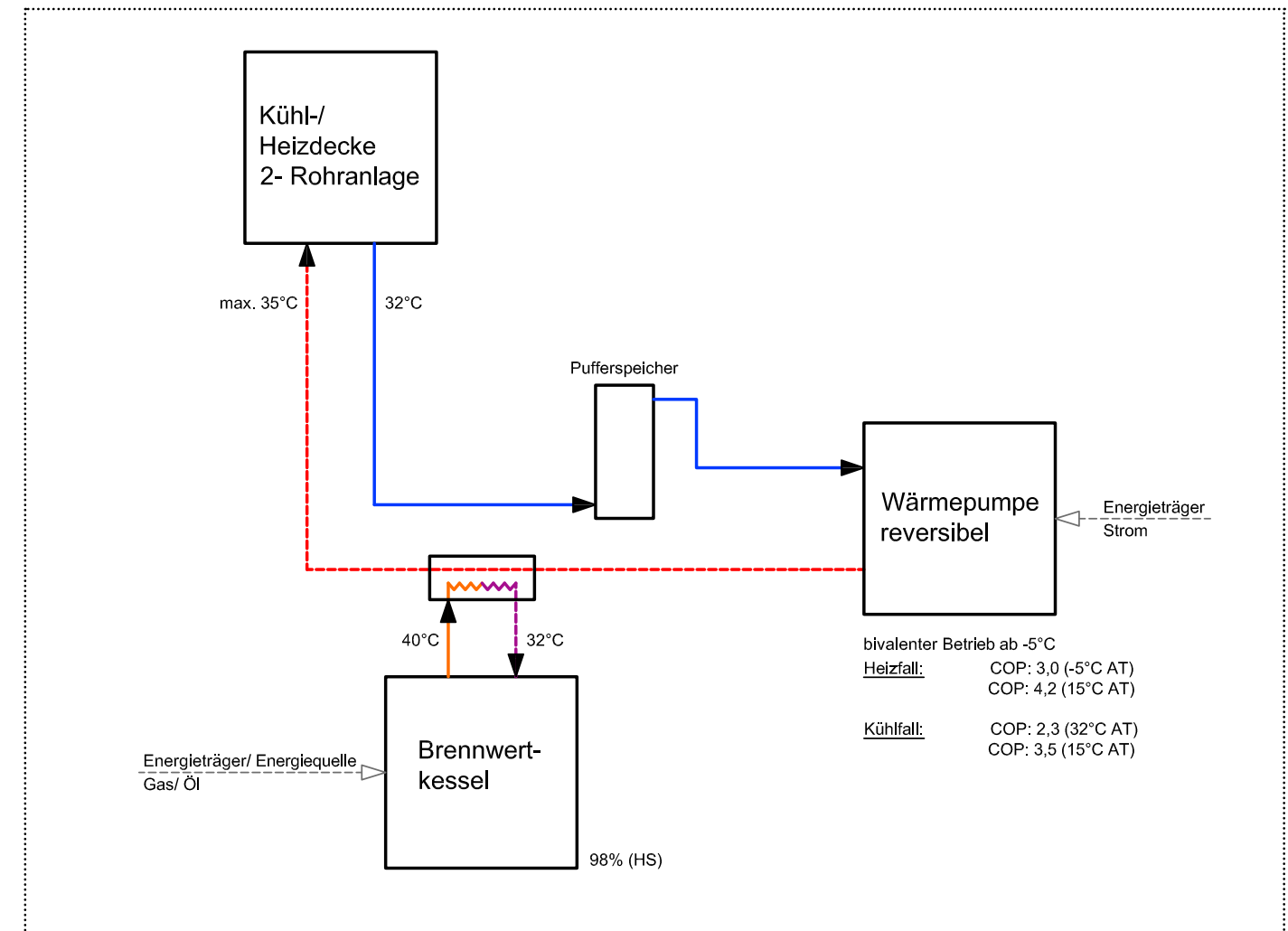
Notwendiger Energieträger:
Strom + Erd-/Flüssiggas oder Öl

Das Anlagenbeispiel 1 beschreibt die klassische Anlagenkonstellation. Die Vorteile liegen vor allem in den niedrigen Investitionskosten sowie darin, dass sowohl der luftge-

kühlte Kaltwassersatz als auch der Gas-Brennwertkessel langjährig bewährte Anlagentechnik sind. Auch ist Erd-/Flüssiggas oder Öl als Energieträger für den Brennwertkessel fast überall durch die gut ausgebaute Infrastruktur verfügbar.

Nachteilig sind die Betriebskosten für die Kühlung, da die Wärmesenkung über den Kompressionskälteprozess gewonnen wird sowie die Stillstandszeiten der Geräte auf Grund der jahreszeitlich spezifischen Nutzungsperioden. Jedoch kann auf Grund der positiven Systemtemperaturen der Brennwerteffekt im Heizfall in vollem Umfang ausgenutzt werden. Auch die Erzeugung des Kaltwassers erfolgt unter günstigen Voraussetzungen, da die primärseitige Vorlauftemperatur minimal lediglich 9 °C sein muss.

Je nach Anlagenbedingungen kann die primärseitige Vorlauftemperatur im Kühlfall sogar auf 12 °C angehoben werden [Schema 12].



Schema 13

ANLAGENBEISPIEL 2

Wärmeerzeugung:
Brennwertkessel

Primärtemperatur max.:
Vorlauf: 40 °C; Rücklauf: 32 °C

Kälteerzeugung:
reversible Luft-/Wasserwärmepumpe

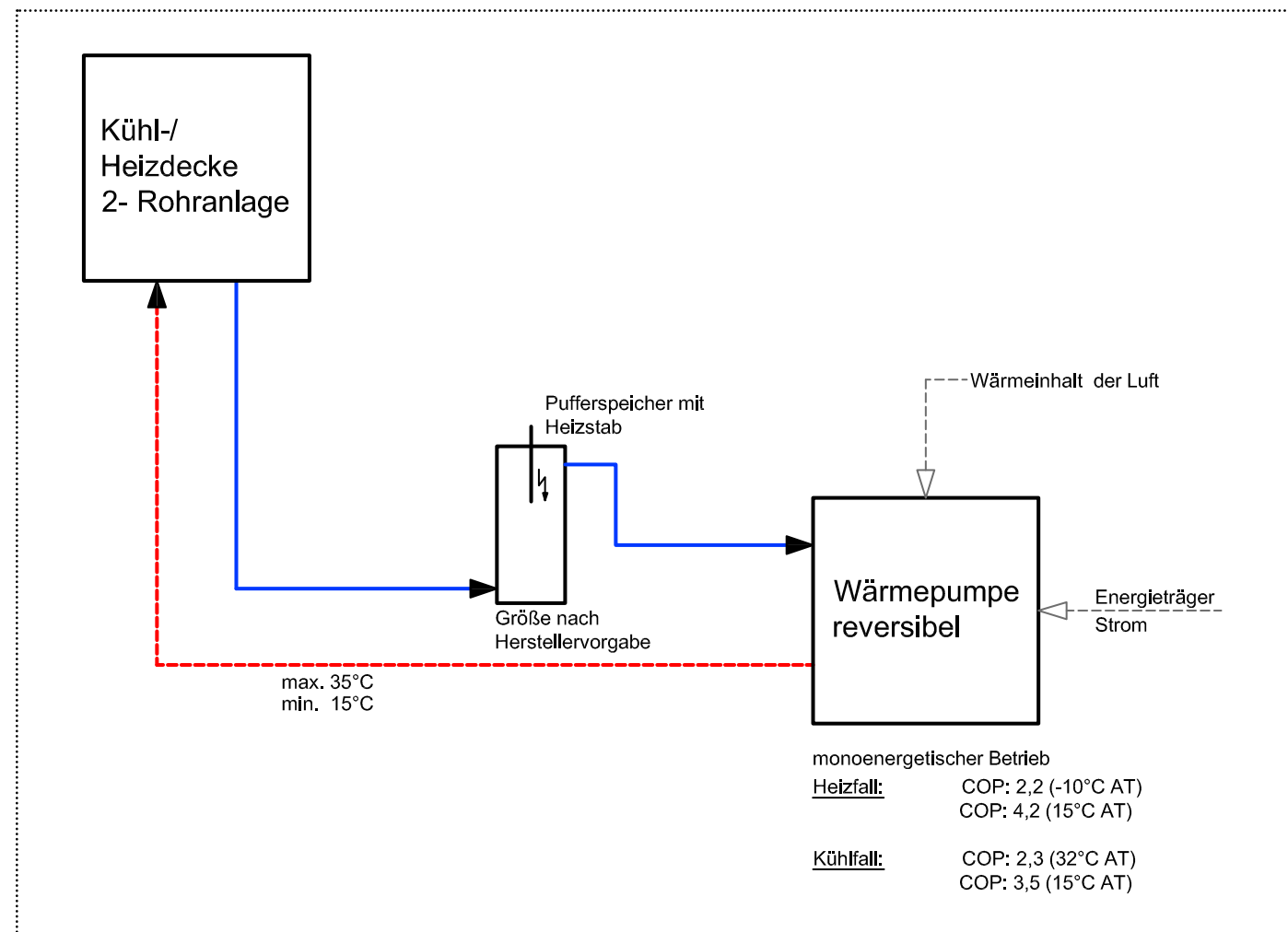
Primärtemperatur min.:
Vorlauf: 9 °C – 12 °C; Rücklauf: 15 °C – 18 °C

Notwendiger Energieträger:
Strom + Erd-/Flüssiggas oder Öl

Die klassische Anlagenkonstellation wurde im Anlagenbeispiel 2 insoweit geändert, dass anstelle des Kaltwassersatzes eine reversible Luft-/Wasser-Wärmepumpe vorgesehen wurde.

Der Vorteil liegt darin, dass eine Doppelnutzung eines Anlagenteils möglich wird und somit Stillstandszeiten vermieden und eine bessere Geräteausnutzung erzielt werden. Im Heizfall kann die Luft-/Wasserwärmepumpe bis zu Außentemperaturen von –5 °C ohne Unterstützung bei gleichzeitig sehr guten Leistungszahlen die Wärmeversorgung übernehmen. Der Brennwertkessel unterstützt bei Außentemperaturen unter –5 °C bivalent die Wärmepumpenanlage. Da Vorlauftemperaturen der Kesselanlage von nur max. 40 °C benötigt werden, erfolgt bei sehr frostigen Außentemperaturen die Wärmeerzeugung ebenfalls energieeffizient.

Die Betriebskosten werden durch den Doppelnutzungseffekt sowie durch die sehr guten Wärmepumpen-Leistungszahlen im Heizfall optimiert. Der höheren Energieeffizienz stehen zwar höhere Investitionskosten für die reversible Wärmepumpe entgegen, sind jedoch als marginal zu betrachten und amortisieren sich innerhalb weniger Jahre [Schema 13].



Schema 14

ANLAGENBEISPIEL 3

Wärmeerzeugung:
reversible Luft-/ Wasserwärmepumpe

Primärtemperatur max.:
Vorlauf: 35 °C; Rücklauf: 32 °C

Kälteerzeugung:
reversible Luft-/ Wasserwärmepumpe

Primärtemperatur min.:
Vorlauf: 9 °C–12 °C; Rücklauf: 15 °C–18 °C

Notwendiger Energieträger:
Strom

Das Anlagenbeispiel 3 ist eine lohnende Alternative zu den Anlagenbeispielen 1 und 2. Denn zum einen wird

durch die Doppelnutzung der gesamten Anlage ein sehr guter Auslastungsgrad erreicht. Und zum anderen verringern sich die Investitionskosten entsprechend, da ein und dasselbe Aggregat sowohl Heizung als auch Kühlung übernimmt. Dies eignet sich besonders dann, wenn die Kühl- und Heizlasten gering sind und wenn außer einer Stromversorgung kein weiterer Energieträger als Energiequelle zur Verfügung steht bzw. stehen soll, da womöglich Erschließungskosten vermieden werden sollen. Der Gesamtenergieeffizienz ist zuträglich, wenn bei der Wahl dieser Anlagenkonstellation der Anlagenstandort berücksichtigt wird. Da dies eine monoenergetische Ausführung ist und eine mögliche Nachheizung durch einen Heizstab erfolgt, sollte dieses Anlagenbeispiel in Regionen mit relativ moderaten Außentemperaturen während der Heizperiode Anwendung finden (Nordrhein Westfalen oder Schleswig Holstein). Die Trinkwassererwärmung sollte hierbei dezentral und nicht durch die Wärmepumpe erfolgen [Schema 14].

ANLAGENBEISPIEL 4

Wärmeerzeugung:
Wasser/Wasser- Wärmepumpe;
Sole-/Wasser-Wärmepumpe

Primärtemperatur max.:
Vorlauf: 37 °C; Rücklauf: 32 °C

Kälteerzeugung:
(mit passiver Kühlung), aktive Kühlung als Option

Primärtemperatur min.:
Vorlauf: 10 °C Rücklauf: 15 °C
(je nach Grundwassertemperatur)

Notwendiger Energieträger:
Strom

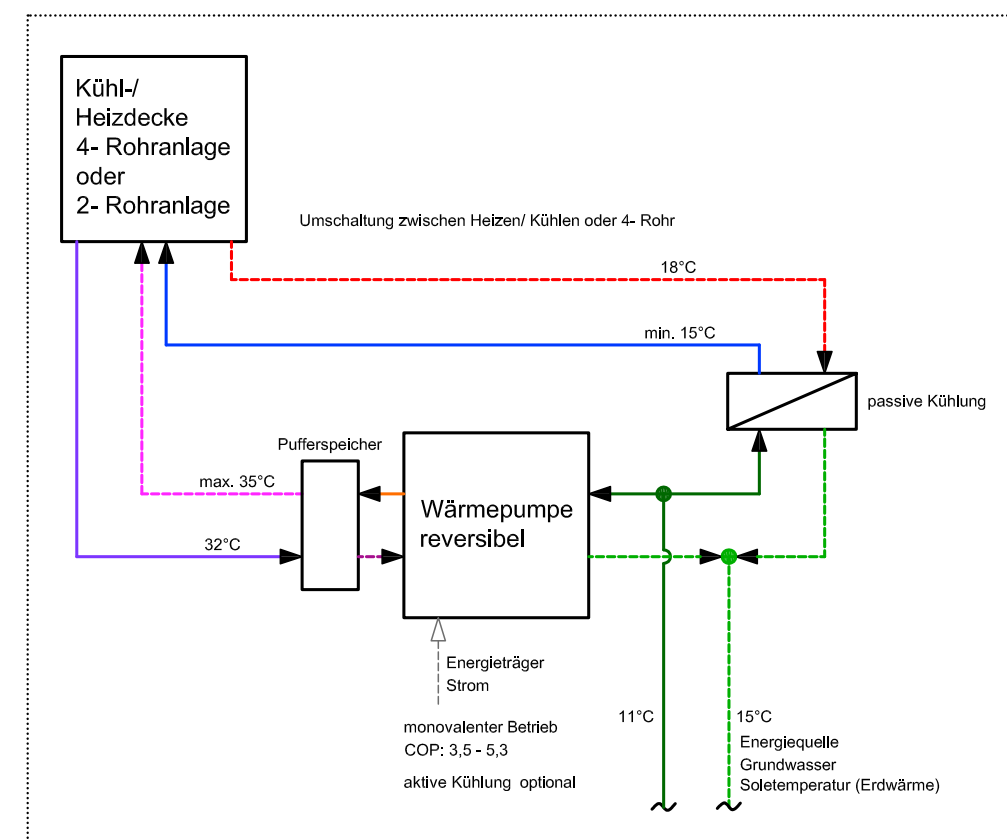
Das Anlagenbeispiel 4 stellt eine Ausführungsvariante mit großem Potential dar, da die Wärme mittels einer monovalent betriebenen, reversiblen Wärmepumpe bereitgestellt wird, die entweder das Grundwasser oder das Erdreich als Wärmequelle nutzt.

Der Vorteil dieser Art der Wärmegewinnung liegt darin begründet, dass ganzjährig natürliche Wärmequellen relativ konstant genutzt werden können.

Das Erdreich bzw. das Grundwasser haben ein Temperaturniveau von ca. 10 °C–12 °C, dass sowohl für den Heizfall als auch für den Kühlfall optimal sind. Auch der Vorrat an Energie ist nahezu unerschöpflich.

Während in den Anlagenbeispielen 1 bis 3 die Energieeffizienz von den Außentemperaturen abhängig ist, gewährleistet das gleichbleibende Temperaturniveau der Wärmequelle im Anlagenbeispiel 4 eine Wärmeerzeugung mit sehr hoher Energieeffizienz – unabhängig von den vorherrschenden Außentemperaturen. Die möglichen Leistungszahlen im Heizfall sprechen für sich. Da das Kühlen nicht in allen Bereichen notwendig ist oder auch als energetischer Luxus gilt, bietet diese Art der Energieerzeugung die Möglichkeit, eine sog. passive Kühlung zu nutzen.

Das heißt, dass im Kühlfall das vorhandene Temperaturniveau der Wärmequelle genutzt werden kann, ohne dass der energetisch sehr aufwendige Kältekompressionsprozess bemüht werden muss. Wenn das natürliche Temperaturniveau im Kühlfall auf Grund etwaiger hoher Kühllasten nicht ausreicht, besteht die Option, aktiv über reversible Wärmepumpe zu kühlen. Obwohl diese Art der Ausführung energetisch sehr interessant und empfehlenswert ist, sind bei dieser Anlagenvariante die hohen Investitionskosten zu bedenken, denn im Vorfeld sind die Bodenbeschaffenheit bzw. die Grundwassertiefe nicht immer abschätzbar.



Je nach Bodenart können die Wärmeentzugsleistungen sehr unterschiedlich sein. Auch die preiswertere und energieeffizientere Variante der Grundwassernutzung, kann nicht immer Anwendung finden, da unter Umständen die Grundwasserzusammensetzung oder wechselnde Grundwassertiefen dies verhindern.

Diese Erkenntnisse lassen sich jedoch nur mit entsprechenden Probebohrungen in Erfahrung bringen, ohne dass eine anschließende erfolgreiche Ausführung garantiert werden kann [Schema 15].

Schema 15

ANLAGENBEISPIEL 5

Wärmeerzeugung:
BHKW/Brennwertkessel

Primärtemperatur max.:
Vorlauf: 90 °C; Rücklauf: 70 °C/
Vorlauf: 45 °C; Rücklauf: 35 °C

Kälteerzeugung:
BHKW Absorptionskältemaschine (LiBr/Wasser)

Primärtemperatur min.:
Vorlauf: 90 °C; Rücklauf: 70 °C/
Vorlauf min: 11 °C; Rücklauf min.: 16 °C

Notwendige Energieträger:
Erdgas, Diesel

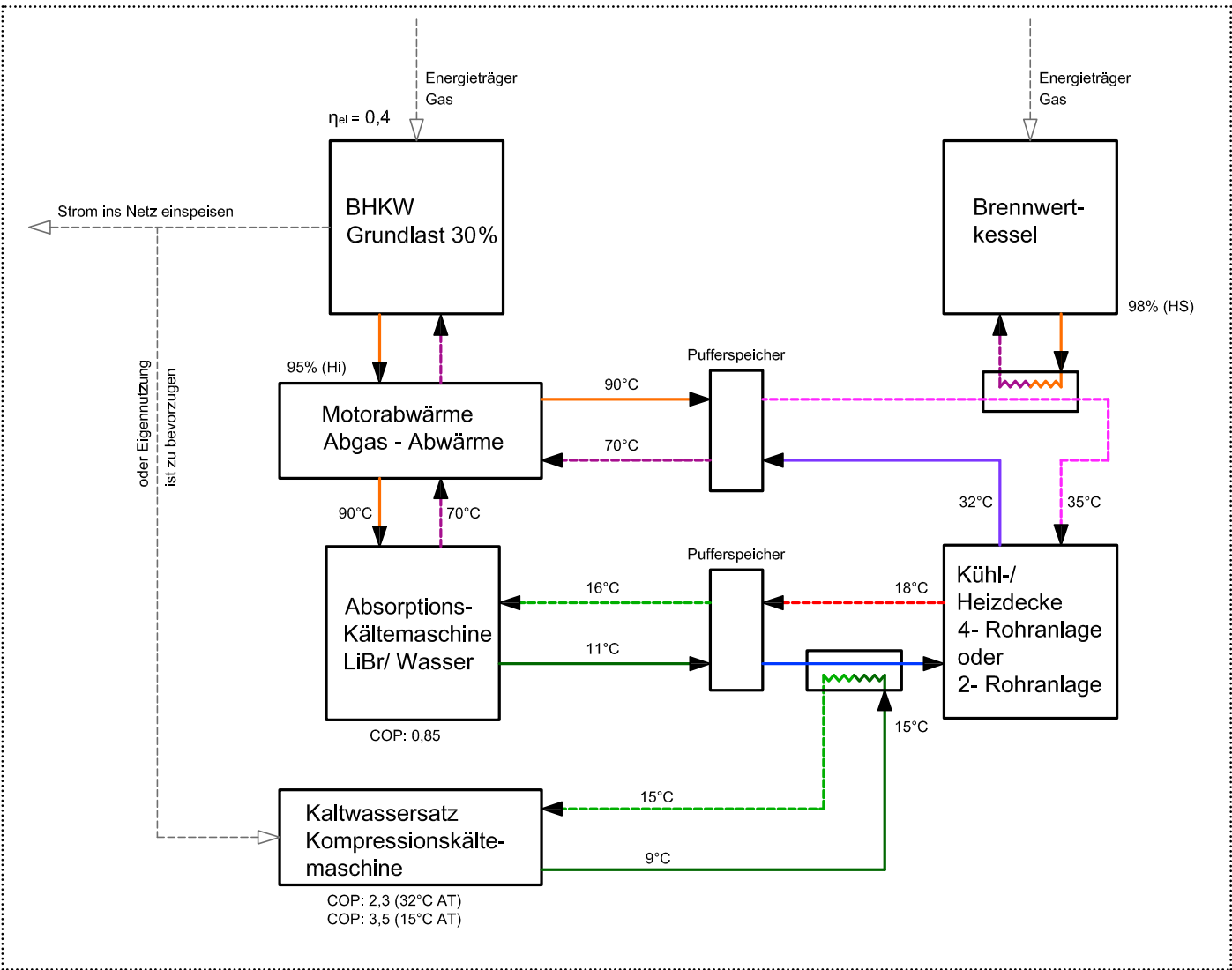
Im Mittelpunkt dieses Anlagenkonzeptes stehen ein BHKW, eine Absorptionskältemaschine sowie eine Brennwertkesselanlage. Dieses etwas komplex anmutende Anlagenkonzept eignet sich in der Regel für Bauvorhaben, die ganzjährig einen Bedarf an Kühlung und an Heizung besitzen, z. B. große Verwaltungs- und Bürogebäude bzw. Fachbetriebe (Fleisch- und Wurstwaren,

Großbäckereien, Wäschereien), bei denen ganzjährig für die Gebäudeklimatisierung und Konditionierung der Zuluft ein entsprechend bemessener Wärmebedarf vorhanden ist. Ziel dieser Anlage ist, durch Einsatz eines Energieträgers eine möglichst große Bandbreite von Energieformen zu nutzen und dezentral (als Insellösung) energieeffizient dem Nutzer zur Verfügung zu stellen.

Lohnend ist diese Ausführung dann, wenn mit der sorgfältigen Auslegung der Anlagenkomponenten lange Betriebszeiten erzielt werden. Auch in diesem Fall lohnt sich die Installation von Heiz- und Kühldecken, da die benötigten Temperaturniveaus sich positiv auf die Wirkungsgrade der eingesetzten Anlagenkomponenten auswirken.

Die Kombination von Blockheizkraftwerk und Absorptionskältemaschine ist dabei eine schon klassische Anlagenkonstellation, da dadurch das BHKW nicht nur unterstützend im Heizfall (Grundlastabdeckung 30 %) wirkt, sondern auch im Kühlfall den kältechemischen Prozess aufrecht hält. Dadurch werden ca. 6.000 Betriebsstunden jährlich möglich, die das System rentabel machen.

Der dadurch noch parallel erzeugte Strom kann eingespeist oder zur Eigenversorgung genutzt werden
[Schema 16].



Schema 16

Thermografie macht Technik sichtbar



Baustoff + Metall, Leipzig
(climaBOARD® cu)

Qualitätssicherung und ein hohes Ausführungsniveau werden durch detaillierte Planungen, gründliche Montagevorbereitung, Einsatz hochwertiger Materialien, Überwachung der Ausführungsqualität sowie durch permanente Qualitätskontrolle erzielt.

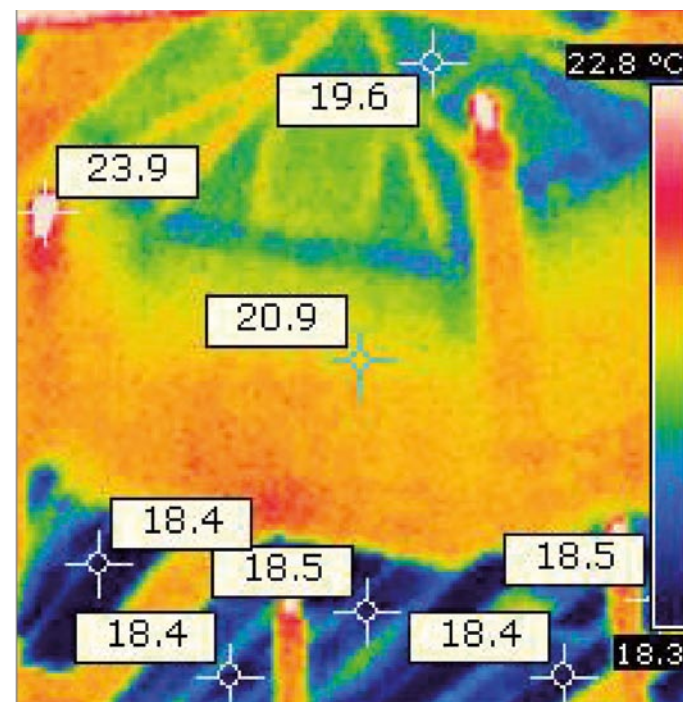
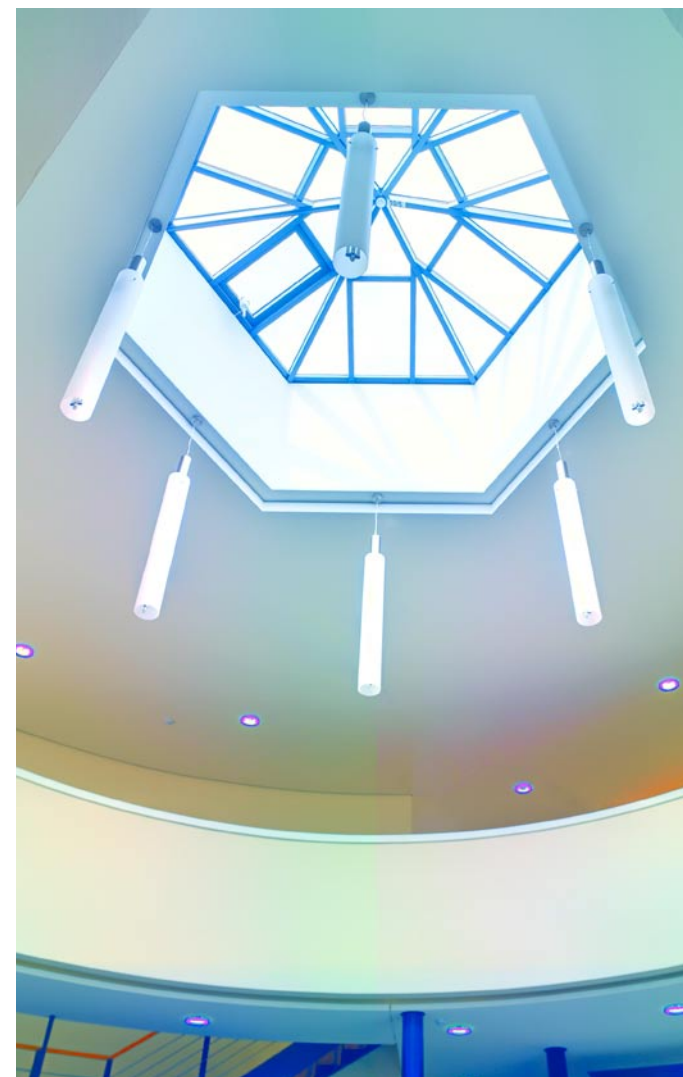
Die Funktionalität der Deckensysteme sowie die damit verbundene Erfüllung der thermischen Behaglichkeit im Aufenthaltsbereich hängen maßgeblich von der Ausführungsqualität ab.

Kann diese Ausführungsqualität erzielt werden, mündet dies in eine gleichmäßige Temperierung der Deckenfläche bei dem berechneten Oberflächentemperaturniveau.

Wie wichtig die Oberflächentemperatur für die Wärmeübertragung und für angemessene Betriebskosten ist, erkennt man daran, dass die Kühlleistung einer Decke sich um 10 % mindert, wenn deren Oberflächentemperatur im Mittel um 1 Kelvin vom Soll abweicht. Um diese Minderleistung wieder auszugleichen, erhöhen sich die Betriebskosten um ca. 3 %.

Daher dient die Thermografie als Nachweis dafür, ob das angestrebte Qualitätsniveau erreicht wurde. Eine Thermografie zeigt sehr deutlich Ausführungsdefizite durch Temperaturunterschiede.

So werden zum Beispiel fehlender Kontakt der Kühlregister oder auch Durchflussstörungen durch mangelnden hydraulischen Abgleich schonungslos offenbart.



Beispiel:
Lichtkuppel mit senkrechter Blende

Gipskartonkühldecke climaBoard-S cu®
Decklage: Climafit von Rigips

Senkrechte Blende der Lichtkuppel ist nicht mit Kühltechnik aktiviert.
Die Temperaturunterschiede gegenüber den aktivierten Flächen sind deutlich erkennbar

