

1. Beschreibung der Regelung

Kühldecken nehmen den größten Teil ihrer Kühlleistung über Wärmestrahlung auf. Deshalb sind sie aus wärmephysiologischen und auch energetischen Gründen besonders günstig für die Raumkühlung. Sie können aber nur sensible Wärme und keine latente Wärme abführen. Wenn nämlich die Taupunkttemperatur der Luft höher ist (im Sommer) als die Oberflächentemperatur der Kühlflächen tritt Tauwasser aus, das zu Schimmelpilzbefall und anderen negativen Erscheinungen führen kann. Deshalb müssen Taupunktunterschreitungen durch den Regelprozess ausgeschlossen werden. In der Abbildung 1 wird das prinzipielle Regelschema dargestellt.

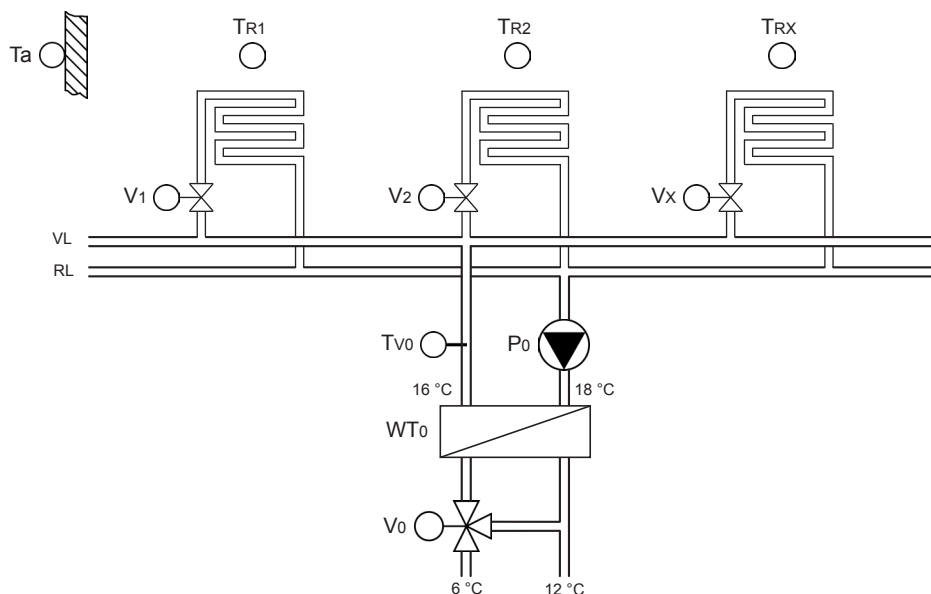


Abbildung 1: Prinzipschema Regelung

Tabelle 1: Verwendete Regelkomponenten

Position	Anzahl	Type	Fabrikat
Ta	1	Enthalpieregler Feuchtraum/Außen HVAC-Premium B12 323 02	DGA
TR1...x	x	Enthalpieregler Raum HVAC-Premium B12 321 02 oder B12 331 xx	DGA
	1	Logikbaustein	bauseits
Tv0	1	Temperaturregler HVAC-Premium B03 34x xx	DGA
V0	1	Dreiwege-Mischventil mit Stellmotor	bauseits
	1	Analog-Aktorkanal bei analogem Stellantrieb (0 ... 10 V)	bauseits
	1	Dreipunkt-Schrittregelbaustein bei reversierbarem Stellantrieb	bauseits
V1...x	x	Thermoelektrischer Stellantrieb mit Schalt-Aktorkanal	bauseits
WT0	1	Wärmetauscher	bauseits
P0	1	Zirkulationspumpe mit Schalt-Aktorkanal	bauseits

1.1 Konstante Vorlauftemperaturregelung

Der stetige PI-Kühlregler im Temperaturregler (Tv0) regelt die Vorlauftemperatur über das Stellventil (V0) auf einen konstanten Wert. Abhängig von der Art des Stellmotors gibt es zwei Möglichkeiten für die Ansteuerung: Bei einem analogen Stellantrieb ist ein zusätzlicher Analog-Aktorkanal erforderlich, der das 1 Byte-Reglersignal in ein Analogsignal (0 ... 10 V) umsetzt. Bei einem reversierbaren Stellantrieb (auf/zurück) wird ein Dreipunkt-Schrittregelbaustein benötigt, der das 1 Byte-Signal in zeitabhängige Schaltschritte auflöst. Der Temperatur-PI-Regler (Tv0) ist über Nachstellzeit und Proportionalbereich an die Regelstrecke anzupassen.

Über ein Kommunikationsobjekt kann der PI-Regler gesperrt und somit das Stellventil zugefahren werden (z.B. wenn kein Kühlbetrieb ist). Unabhängig von der Regelfunktion können für die Vorlauftemperatur auch noch ein unterer und ein oberer Grenzwert vorgegeben werden, der für Meldezwecke oder Schaltaktionen (Pumpe stoppen) verwendet werden kann.

1.2 Passive Taupunktüberwachung mittels Feuchtfühler

Die Taupunktüberwachung muss an jeder einzelnen Kühldecke über spezielle Feuchtfühler (in Abbildung 1 nicht eingezeichnet) durchgeführt werden. Sobald sich Tauwasser bildet, wird die jeweilige Kühldecke über die Zonenventile V1...x abgeschaltet. Der Nachteil dieser passiven Taupunktüberwachung ist, dass die Kühlleistung gerade in dem Moment gänzlich weggeschaltet wird, wenn die größten Kühllasten vorliegen (z.B. schwüles Wetter). Erst wenn die Messstelle wieder trocken geworden ist, wird die Zonen-Regelung erneut freigegeben.

1.3. Aktive Taupunktüberwachung durch Führung der Vorlauftemperatur

Durch die stetige Anhebung des Kühlregler-Sollwertes (T_{V0}) wird die Vorlauftemperatur so geführt, dass die Kühlwasser-Temperatur nie die Taupunkttemperaturen in den Räumen unterschreiten kann. Die Kühldecke muss nicht abgeschaltet, sondern kann mit etwas verminderter Leistung weiter betrieben werden. Als Führungsgröße sind dafür die Taupunkttemperaturen der Räume erforderlich. Diese werden durch die Enthalpie-Raumregler ($TR1...x$) erfasst und ausgegeben. Die größte Taupunkttemperatur wird als Führungsgröße ausgewählt. Dafür ist ein zusätzlicher Logikbaustein erforderlich.

Solange die Taupunkttemperatur in den Räumen kleiner als die Norm-Kühlwasser-Vorlauftemperatur ist, wird der Sollwert der Vorlauftemperatur konstant gehalten. Bei weiterer Steigung der Taupunkttemperatur wird der Sollwert so angehoben, dass bei 1 K Taupunkttemperaturerhöhung auch die Kühlwassertemperatur um 1 K steigt. Der obere Punkt der Führungskurve sollte so gelegt werden, dass er oberhalb der maximal zu erwartenden Taupunkttemperatur liegt. In Abbildung 2 ist die Führungskurve so eingestellt, dass immer ein Taupunktstand von 1 K vorhanden ist. So beträgt bei einer Taupunkttemperatur von 17 °C die Vorlauftemperatur 18 °C.

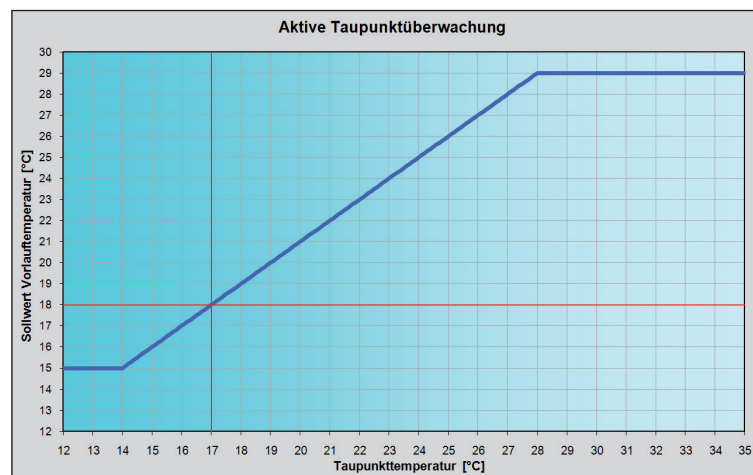


Abbildung 2: Führung der Vorlauftemperatur

1.4. Regelung der Kühldeckenleistung

Die Enthalpie-Raumregler ($TR1...x$) sind neben vielen anderen Regelkomponenten mit Temperaturreglern ausgerüstet, die die Zonenventile der Kühldecken ansteuern können. Dabei kann zwischen Zweipunktausgang mit einstellbarer Schaltdifferenz, stetiger PI-Regelung und schaltender PI-Regelung (PWM) ausgewählt werden. Alle Stellgrößenausgänge sind invertierbar.

In Verbindung mit einem Enthalpie-Außenregler (T_a) pro Gebäude können auch die Raumtemperatursollwerte so geführt werden, dass oberhalb einer vorgegebenen Außentemperatur die Raumtemperatur stetig angehoben wird. Dadurch wird eine bessere wärmephysiologische Verträglichkeit erreicht und können wesentliche Energieeinsparungen erzielt werden.

Durch den Vergleich der absoluten Feuchten zwischen Außen (T_a) und Innen ($TR1...x$) kann verhindert werden, dass ein ungewünschter Feuchteintrag von außen in die Räume auftritt. Wenn der Wasserinhalt der Außenluft größer wird als der der Raumluft, kann bei lufttechnischen Einrichtungen der Außenluftwechsel auf den hygienisch erforderlichen Wert reduziert werden.