

Die zunehmende Anzahl von Feuchteschäden in Aufenthaltsräumen macht auch eine komplexere Regelung der Umgebungsbedingungen erforderlich. Die Regelung allein nach der relativen Feuchte reicht nicht aus, um Tauwasserbildung auf Außenbauteilen zu verhindern. Hierfür ist auch die absolute Feuchte bzw. die Taupunkttemperatur der Raumluft zu erfassen. Mit der Entwicklung der DGA Enthalpieregler ist die Möglichkeit gegeben, diese Prozesse wesentlich besser zu regeln. Da viele Einflüsse auf das hygrothermische Verhalten von Räumen und den Energieverbrauch für Heizen und Lüften einwirken, ist ein freier Datenaustausch in einem intelligenten Netzwerk erforderlich. Jedes moderne Auto verfügt heute über bedeutend mehr elektronische Steuerungs- und Regeltechnik als ein Wohngebäude.

Gebäude- und anlagentechnische Voraussetzungen

Eine Regeleinrichtung zur Einhaltung der Raumluftfeuchte kann nur dann effektiv wirksam sein, wenn keine wesentlichen Fehler oder Schäden am Bauwerk vorhanden und die anlagentechnischen Voraussetzungen gewährleistet sind.

Eine ausreichende Wärmedämmung und weitgehende Vermeidung von Wärmebrücken sowie eine dauerhafte Luftdichtheit der Umhüllungskonstruktion sollten vorhanden sein. Feuchteinträge durch Schäden im Dach und an der Fassade (Schlagregensicherheit), durch Leckagen in Rohrleitungen und defekte Kellerabdichtungen sollen ausgeschlossen werden können. Bei der Sanierung von Außenbauteilen muss beachtet werden, dass weder durch Raumluftströmung noch durch Wasserdampf-Diffusion Feuchte in die Baukonstruktion eingetragen wird.

Eine wichtige Voraussetzung für eine gute Regelfunktion ist die optimale Bemessung und Auslegung der Heizungs-, Lüftungs- oder Klimaanlage sowie deren richtige Einregulierung (Lastverteilung und Entlüftung). Dabei sind physiologische Behaglichkeitskriterien wie Lufttemperatur, Luftgeschwindigkeit und Anblasrichtung sowie Lufttemperatur und Empfindungstemperatur zu beachten.

Anwendungsgebiete der Feuchteregelung

Überall dort, wo bestimmte technologische und Lagerbedingungen eingehalten werden müssen und wo Gefahr für die Bausubstanz durch größere Feuchtelasten besteht, sollte neben der Raumtemperatur auch die Raumluftfeuchte geregelt werden. Die Anwendungsfälle sind sehr vielfältig und erfordern entsprechend den festgelegten Bedingungen einen mehr oder weniger großen apparativen Aufwand (Befeuchter, Trockner, Lüftungsgeräte).

Es muss einerseits aus physiologischer Sicht verhindert werden, dass bestimmte Grenzwerte der relativen Feuchte über- bzw. unterschritten werden und andererseits darf kein Tauwasserausfall auf kälteren Oberflächen von Außenbauteilen und Anlagenkomponenten auftreten können, die in der Folge zu Schimmelpilzwachstum führen.

In Wohnungen kann die Feuchtelast je nach Nutzerverhalten 6 ... 9 Liter pro Tag betragen. Wenn diese Feuchtemenge nicht ausreichend und kon-

trolliert „weggelüftet“ wird, kondensiert sie auf kalten Außenbauteilen und führt zu Feuchteschäden. Nach einer bundesweit durchgeführten, repräsentativen Untersuchung 2000/2001 wurden in 22 % der Wohnungen sichtbare Feuchteschäden festgestellt. Die Ursache ist hauptsächlich ein zu geringer Luftwechsel in neuerrichteten oder modernisierten Gebäuden infolge erhöhter Luftdichtheit, bei der der Luftvolumenstrom durch Infiltration nicht mehr ausreicht, um die Feuchte abzuführen. In diesen Fällen sind Lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich.

Die „freie Lüftung“ mit unterstützender manueller Stoßlüftung in Wohnungen führt nicht zu einer energetisch befriedigenden Lösung, weil der Luftwechsel hier von nicht zu beeinflussenden klimatischen Bedingungen abhängt und in vielen Fällen die erforderliche mehrfache Stoßlüftung am Tag gar nicht möglich ist. Dagegen kann über ventilatorgestützte Lüftung der Luftwechsel immer bedarfsgerecht entsprechend den feuchterelevanten und hygienischen Anforderungen geregelt werden. Aus energetischer Sicht ist eine Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung zu empfehlen und die Umhüllungskonstruktion zwecks Vermeidung von unkontrollierter Infiltration sehr luftdicht auszuführen.

Die Feuchteregelung kommt insbesondere in folgenden Gebäuden und Anlagen zur Anwendung:

- Wohnräume und wohnähnliche Räume wie Hotelzimmer, Internate, Seniorenheime oder Büroräume
- Räume in Bildungsstätten (Schulen, Universitäten, Kitas) und Räume im Gesundheitswesen (Krankenhäuser, Arztpraxen)
- Gewerblich genutzte Räume und Lagerstätten, in denen bestimmte Feuchtwerte einzuhalten sind (z. B. Druckereien, Lebensmittellager etc.)
- Räume mit hoher Feuchtelast wie Küchen, Gaststätten, Sport- und Freizeitzentren, Sanitärräume, Schwimmbäder, Wintergärten und Gewächshäuser
- Räume mit empfindlichen Inventar in Museen, Galerien, sakralen und denkmalgeschützten Gebäuden
- Räume mit niedrigen Raumtemperaturen wie Keller- und Kühlräume,
- Anlagen zur Flächenkühlung (z. B. Kühldecken)
- Anlagen zur Bauwerkstrokenlegung

Zustandsgrößen der feuchten Luft und die anzustrebende Regelstrategie

Die uns umgebende Luft ist ein Gemisch aus verschiedenen idealen Gasen (N_2 , O_2 , Ar, CO_2) und einer variablen Menge Wasserdampf, deren Größe von der Temperatur abhängt. Entsprechend ihrem Anteil im Gemisch übt jedes Gas einen Teildruck (Partialdruck) aus, die zusammen den Luftdruck (1013,25 hPa) ergeben. Luft kann nicht beliebig viel Wasserdampf aufnehmen. Deshalb ist der Partialdruck bei einer bestimmten Temperatur durch den Wasserdampf-Sättigungsdruck begrenzt. Folgende Zustandsgrößen der feuchten Luft können gemessen oder mit Hilfe der Gasgesetze berechnet werden:

- Die gemessene Lufttemperatur in °C (ohne Einfluss von Wärmestrahlung)
- Die gemessene relative Feuchte
Die relative Feuchte ist das Verhältnis des Wasserdampf-Partialdrucks zum Sättigungsdruck oder auch das Verhältnis der bei einer bestimmten Temperatur tatsächlich aufgenommenen Wasserdampfmenge zur maximal möglichen Wasserdampfmenge. Die relative Feuchte wird entweder als Dezimalbruch oder in Prozent angegeben. Eine relative Feuchte von 50 % bedeutet, dass die Luft bei einer bestimmten Temperatur nur halb so viel Wasserdampf aufgenommen hat als sie maximal aufnehmen könnte.
- Die absolute Feuchte
Die absolute Feuchte gibt die tatsächlich in der

Luft enthaltene Wasserdampfmenge an und kann aus der Lufttemperatur und der relativen Feuchte berechnet werden. Sie wird in g/(kg trockene Luft) oder in g/(m³ trockene Luft) angegeben. Ein m³ Luft wiegt bei 20 °C und Normal-Luftdruck 1,20 kg.

- Die Taupunkttemperatur
Die Taupunkttemperatur kann aus der gemessenen Lufttemperatur und der relativen Feuchte errechnet werden. Sie wird in °C angegeben. Wenn Luft abgekühlt wird, steigt die relative Feuchte und bleibt die absolute Feuchte solange konstant bis der Sättigungsdruck (100 % rF) erreicht wird. Die Temperatur, bei der das geschieht, wird Taupunkttemperatur genannt. Bei weiterer Abkühlung muss Tauwasser austreten.
- Die Enthalpie
Die Enthalpie ist der spezifische Wärmehalt der feuchten Luft und wird in kJ/kg angegeben. Sie setzt sich aus der fühlbaren (sensiblen) Wärme aufgrund der Temperaturdifferenz des Gasgemisches und der verborgenen (latenten) Wärme aufgrund der Verdampfungswärme des Wassers zusammen.

Die Wirkungen und Zusammenhänge dieser fünf Zustandsgrößen wurden durch Mollier übersichtlich im h-x-Diagramm dargestellt (siehe Abbildung 1). Auf der senkrechten Achse ist die Lufttemperatur und auf der waagerechten Achse der Feuchtegehalt (absolute Feuchte) aufgetragen. Die relative Feuchte wird durch die Exponentialkurven von links unten nach rechts oben dargestellt. Die unterste Kurve wird

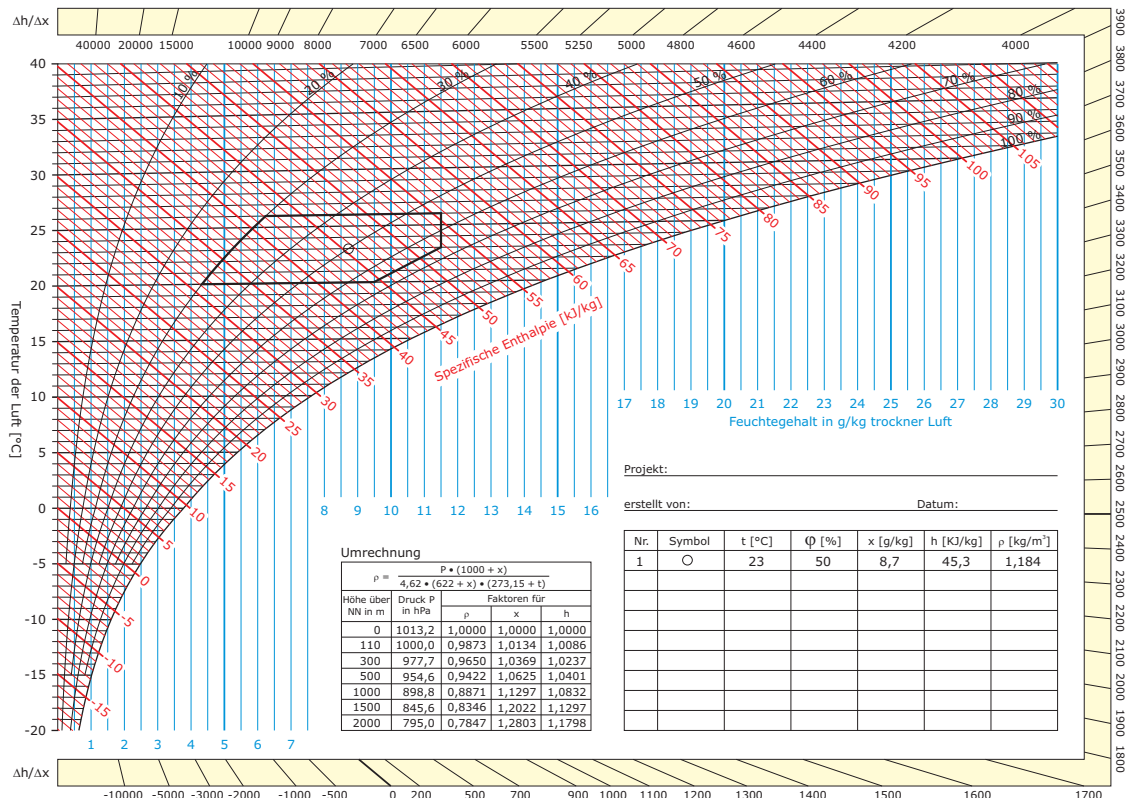


Abbildung 1: h-x-Diagramm für feuchte Luft (Mollier-Diagramm)

auch als Sättigungslinie (100 %) bezeichnet. Die roten Linien (von links oben nach rechts unten) geben die spezifische Enthalpie (Wärmeinhalt) wieder. Die Taupunkttemperatur kann rechts im Schnittpunkt der absoluten Feuchte mit der Sättigungslinie abgelesen werden. Bei dem als Beispiel eingetragenen Punkt von 23 °C und 50 % relative Feuchte hat die Luft einen Wassergehalt von 8,7 g/kg und eine Taupunkttemperatur von 12 °C. Da das Diagramm für Normal-Luftdruck gezeichnet worden ist, müssen die Werte für andere Höhenlagen korrigiert werden (siehe Umrechnungstabelle in Abbildung 1).

Im h-x-Diagramm können alle Zustandsänderungen des hydrothermischen Verhaltens eines Raumes oder für die Bemessungen von Anlagenkomponenten quantifizierbar abgelesen werden. Beim Heizen oder Kühlen verläuft die Zustandsänderung auf einer senkrechten (bei konstantem Wassergehalt), beim Befeuchten oder Entfeuchten auf einer waagerechten (Isotherme) Linie. Das im Diagramm eingezeichnete Polygon ist ein Behaglichkeitsfeld für Aufenthaltsräume. Wertepaare außerhalb der Feldbegrenzungen werden als unbehaglich empfunden und beeinflussen das körperliche Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit.

Während der Mensch über ein gut ausgeprägtes Temperaturempfinden verfügt, kann er die Luftfeuchte in der Regel nur an Sekundärwirkungen erkennen. Relative Luftfeuchten unter 30 %, wie sie bei tiefen Außentemperaturen und geringer Feuchtelast im Raum auftreten können, führen zu übermäßiger Beanspruchung der Haut und der Schleimhäute. Dagegen werden relative Feuchten über 65 % (und absoluter Feuchten über 11,5 g/kg) bei normalen Innentemperaturen bereits als Schwüle empfunden.

Aber nicht nur die Temperatur und relative Feuchte müssen in vorgegeben Grenzen entsprechend den Aufenthalts-, Prozess- und Lagerbedingungen eingehalten werden, sondern auch die Bausubstanz ist gegen Feuchteeinwirkungen zu schützen. Wenn beispielsweise die Werte für die relative Feuchte innerhalb des Behaglichkeitsfeldes eingehalten werden, kann trotzdem die absolute Feuchte zwischen 4,3 g/kg und 11,5 g/kg und die Taupunkttemperatur zwischen 1,9 °C und 16,2 °C schwanken.

Tauwasser tritt aus, wenn die Luft an kälteren Bauteilen unter ihre Taupunkttemperatur abgekühlt wird. Die raumseitige Oberflächentemperatur eines Außenbauteils hängt maßgeblich von der Höhe der Raum- und Außentemperatur, von den Wärmeübergangsbedingungen, vom Wärmestrahlungseinfluss, und von der Wärmedämmung ab. Besonders in kühleren Räumen (z. B. Schlafzimmer), hinter Einrichtungsgegenständen, wo die Konvektion und Wärmestrahlung behindert werden und im Bereich von Wärmebrücken sowie in Räumen mit hoher Feuchtelast treten vermehrt Feuchteschäden auf. Es

ist deshalb sinnvoll, auch die Oberflächentemperatur entweder punktuell oder kontinuierlich zu erfassen.

Jede Temperatur- und Feuchteregelung sollte so konzipiert sein, dass die Sollbedingungen automatisch an den Bedarf angepasst werden und so (bei Wahrung der Schadesfreiheit) eine Minimierung des Energieeinsatzes ermöglicht wird. In Räumen, wo es auf die punktgenaue Einhaltung der Sollwerte für Temperatur und Feuchte ankommt sowie in Kühlräumen müssen Klimaanlage eingesetzt werden, die mit Befeuchtungs- und Trocknungseinrichtungen ausgerüstet sind.

In Wohn- und wohnähnlichen Räumen genügen unter mitteleuropäischen Klimabedingungen auch reine Lüftungseinrichtungen zur Einhaltung der hygienischen Anforderungen und zur Abführung der vorhandenen Feuchtelasten. Allerdings kann durch Lüftung nur dann Feuchte abgeführt werden, solange die absolute Feuchte außen kleiner als die innen ist. Das trifft in der Regel in den Wintermonaten zu. Damit einerseits die Luft nicht zu trocken wird und andererseits kein Tauwasser ausfallen darf, sollte die Größe des Luftwechsels über die Taupunkttemperatur und die absolute Außenfeuchte geregelt werden.

Im Sommer besteht in Wohngebäuden aufgrund der hohen Bauteiltemperaturen im Allgemeinen keine Gefahr für eine Taupunktunterschreitung. Deshalb kann hier die Größe des Luftwechsels auf die hygienischen Anforderungen beschränkt bleiben. Das gilt allerdings nicht für Kellerräume, die eine wesentlich geringere Raumtemperatur und damit auch eine geringere absolute Feuchte haben. Wenn nämlich an warmen Tagen Außenluft (z. B. 30 °C und 50 % rF) einströmt, werden große Feuchtemengen eingetragen, die an den kalten Kellerwänden und Fußböden kondensieren.

Aufgrund ihrer günstigen wärmephysiologischen Eigenschaften werden immer häufiger Kühldecken oder Kapillarrohrmatten zur Klimatisierung von Räumen eingesetzt. Der Wärmetransport bei der Kühldecke geschieht überwiegend über Wärmestrahlung und ermöglicht dadurch ein zugfreies Raumklima. Darüber hinaus muss nicht das gesamte Luftvolumen des Raumes abgekühlt werden, wodurch die Klimatisierung mit Kühldecken gegenüber der konvektiven Kühlung besonders energiesparend wird. Beim Betrieb der Kühldecken ist aber besonders zu beachten, dass an keiner Stelle die Taupunkttemperatur unterschritten wird.

Die HVAC Enthalpie-Regelgeräte

Auf das thermohygrische Verhalten von Räumen wirken viele Einflussgrößen. Um sie so weit wie möglich zu erfassen und in den Regelprozess zu integrieren, ist ein freier Datenaustausch in einem intelligenten und sicheren Netzwerk notwendig. Proprietäre oder analoge Regelsysteme führen zu keiner befriedigenden



Abbildung 2: Enthaltene Regler AP HVAC

energieeffizienten Lösung. Sie sind in der Regel nach Gewerken getrennt oder auf spezielle Anwendungsfälle beschränkt.

Aus diesem Grunde wurde von der DGA Gebäudeautomation Deutschland eine umfangreiche und komplexe Feuchte- und Temperatur-Reglerreihe für das offene Feldbusssystem KNX entwickelt. Über die Registrierung und Zertifizierung durch die KNX Association können die Regelgeräte mit allen Geräten anderer Hersteller kommunizieren. Die Einstellungen werden über eine einheitliche Toolsoftware (ETS) in Parameterfenstern vorgenommen. Der Datenaustausch findet über eine Zweidraht-Busleitung (twisted pair) durch definierte Kommunikationsobjekte statt.

Die Reglerreihe umfasst die Enthalpie- und Temperaturregler in den drei Ausstattungen BASIC, STANDARD und HVAC-Premium. Sie unterscheiden sich im Umfang ihrer Funktionalität. Die Temperaturregler verfügen über zahlreiche Ausführungsarten zur Messung im Raum, im Außenbereich, an Rohrleitungen, in Luftkanälen und an Oberflächen.

Mit dem Enthaltene Regler wird die Temperatur und die relative Feuchte erfasst. Da in ihm das gesamte h-x-Diagramm integriert ist, können auch alle anderen Zustandgrößen berechnet werden und ergeben sich viele Möglichkeiten für Regel- und Steuerungsfunktionen. Der Enthaltene Regler besteht in den Ausführungsarten Raum auf Putz (Abbildung 2), Raum unter Putz, Feuchtraum/Außen (Abbildung 3) und Kanal.

Je nach Anwendung können folgende Regelfunktionen und Eigenschaften ausgewählt werden:

- Ausgabe der Messgrößen für Temperatur und relative Feuchte bei Änderung oder zyklisch
- Berechnung und Ausgabe der Luftzustandsgrößen Temperatur, relative Feuchte, absolute Feuchte (in g/kg und g/m³), Taupunkttemperatur, Enthalpie und Luftdichte
- Parametrierbare obere und untere Grenzwerte zur Überwachung von Temperatur und relativer Feuchte sowie einstellbarer Frostschutzalarm
- Abgleichmöglichkeit für die Temperatur- und Feuchtemessung und Korrektur der Luftdruckab-



Abbildung 3: Enthaltene Regler Feuchtraum/Außen

- hängigkeit durch einstellbare Standort-Höhenlage
- Ausgabe von Statistikwerten wie Minimum/Maximum und zeitlicher Mittelwert der Temperatur sowie Änderungsgeschwindigkeit der Messwerte für Temperatur und relative Feuchte. Berechnung eines räumlichen Mittelwertes (Zonenmittelwert) und Bestimmung der Heiz- und Kühlgrenze
- Temperatur-Regler mit invertierbaren Ausgängen (Heizen oder Kühlen bzw. Heizen und Kühlen), stetiger PI-Ausgang mit parametrierbarer zyklischer Stellgrößenabgabe, PWM- und Zweipunktausgang Proportionalbereich, Totzone, Nachstellzeit bzw. Schaltdifferenz sind einstellbar
- Feuchte-Regler mit invertierbaren Ausgängen (Be- oder Entfeuchten bzw. Be- und Entfeuchten), stetiger PI-Ausgang mit parametrierbarer zyklischer Stellgrößenabgabe und Zweipunktausgang für Regelungen nach der relativen oder der absoluten Feuchte Proportionalbereich, Totzone, Nachstellzeit bzw. Schaltdifferenz sind einstellbar
- Interne (Parameter) und externe Sollwerteneinstellung (Bus) sowie über den Bus abrufbare Sollwertabsenkung und -anhebung für Temperatur- und Feuchteregler
- Störgrößenaufschaltung über eine einstellbare Führungsgröße und Zuordnung zu ausgewählten Funktionen (z.B. Nachführung des Sollwertes von Temperatur- und Feuchtereglungen und der Temperatur- und Feuchtegrenzwerte)
- Taupunktregler zur Regelung nach der Taupunkttemperatur der Luft oder zur Ausgabe eines definierten Taupunktalarms
- Differenzregler für Temperatur oder absolute Feuchte
- Regelung des Raum-Luftwechsels durch Berechnung der feuchterelevanten Lüftungskurve mit Vorgabe von zwei Feuchte-Laststufen und zwei Minimumpositionen (Anwesenheit bzw. Abwesenheit) unter Nutzung der freien Enthalpie der Außenluft und Berücksichtigung der Luftqualität. Der Ausgang kann pulsweitenmoduliert ausgegeben werden.

- Regler für „freie Kühlung“ während der nutzungs-freien Betriebszeit
- Ausgabe eines Texttelegramms bei Abweichungen außerhalb eines parametrierbaren Behaglichkeitsfeldes
- Raum-Zuluftkaskade zur Begrenzung der Zulufttemperatur

Anwendungsbeispiele

Aus der Vielzahl der möglichen Anwendungsfälle für den HVAC Enthalpieregler sollen zwei Beispiele erläutert werden.

1. Die feuchterelevante Lüftungskurve

Die feuchterelevante Lüftungskurve ist eine Funktion des Enthalpiereglers HVAC-Premium. Bei der Steuerung des Luftwechsels nach einer Lüftungskurve kann einerseits zu trockene Raumluft bei tiefen Außentemperaturen und andererseits die Überschreitung einer einstellbaren maximalen Taupunkttemperatur im Raum und so Tauwasserbildung an Außenbauteilen verhindert werden. Gleichzeitig ermöglicht die Steuerung eine wesentliche Einsparung von Heizwärme und elektrischer Antriebsenergie.

Der Luftvolumenstrom wird nach der absoluten Außenfeuchte gesteuert. Je geringer der Wasserinhalt der Außenluft ist, um so geringer kann bei einer bestimmten mittleren Feuchtelast der Außenluftwechsel werden (siehe Abbildung 4). Im Verlauf der Lüftungskurve bleibt sowohl die absolute als auch die relative Raumluftfeuchte konstant. Die Lüftungskurve ist nach unten hin durch zwei wählbare Minimumpositionen (minimaler Luftwechsel bei Anwesenheit bzw. Abwesenheit von Personen) und nach oben durch den Bemessungsluftvolumenstrom der Lüftungseinrichtung begrenzt. Weiterhin können zwei verschiedene Feuchtelaststufen (normale und geringe Feuchtelast z. B. bei Urlaub oder zeitweiligem Leerstand) vorgegeben werden.

Die einzustellende maximale Taupunkttemperatur sollte sich an der zu erwartenden minimalen Oberflächentemperatur der Außenbauteile orientieren. Die maximale Taupunkttemperatur kann auch über eine

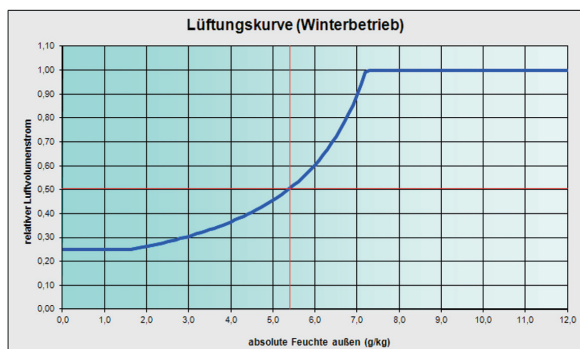


Abbildung 4: Feuchterelevante Lüftungskurve

andere Größe (z.B. die an einer kritischen Stelle gemessene Oberflächentemperatur) automatisch nachgeführt werden.

Das 1-Byte-Ausgangssignal dieser Lüftungsfunktion gibt den Anteil des Bemessungsvolumenstroms der Lüftungseinrichtung an. Mit Hilfe von Dimmaktoren oder Frequenzumformer kann die Drehzahl der Ventilatoren direkt geregelt werden. Für Ventilatoren mit Analogeingang ist ein KNX-Analogaktor erforderlich. Weiterhin ist auch ein zyklisches Schalten der Ventilatoren bzw. von Zweipunkt-Luftklappen über ein pulsweitenmoduliertes EIN/AUS-Signal möglich. Die Einstellung der Lüftungskurve erfolgt in einem Parameterfenster der Toolsoftware.

Die feuchterelevante Lüftungskurve kann auch mit einem Luftqualitätssensor und einer Enthalpie-Differenzregelung verknüpft werden. Der Enthalpieregler wählt dann automatisch das größte Signal aus. Bei der Enthalpie-Differenzregelung wird die freie Enthalpie der Außenluft genutzt, um den Raum zu heizen oder zu kühlen noch bevor konventionelle Heiz- oder Kühlenergie zugeführt werden muss. Dadurch erhält man einen sehr sparsamen Heizungs- und Kühlbetrieb.

2. Die aktive Taupunktüberwachung von Kühldecken

Kühldecken können nur sensible und keine latente Wärme aus dem Raum abführen. Dadurch ist ihre Leistungsfähigkeit begrenzt. Wenn nämlich die Oberflächentemperatur der Kühldecke unter der Taupunkttemperatur der Raumluft liegt, bildet sich großflächig Tauwasser. Deshalb müssen Taupunktunterschreitungen durch den Regelprozess sicher ausgeschlossen werden können. In der Abbildung 5 wird das prinzipielle Regelschema dazu dargestellt.

Es bedeuten:

T_A Außen-Enthalpieregler zur Messung von Temperatur, absoluter Feuchte und Enthalpie der Außenluft

T_R Raum-Enthalpieregler mit Regler für die Raumtemperatur und zur Messung von Temperatur, absoluter Feuchte, Taupunkttemperatur und Enthalpie der Raumluft

T_V: Temperaturregler zur Regelung und Messung der Kaltwasser-Vorlauftemperatur

V₁: Dreiwege-Stellventil zur Mischung von Vorlauf- und Rücklaufwasser

V₂: Durchgangs-Stellventil im Zweipunkt- oder PWM-Betrieb

P: Umwälzpumpe

Um Tauwasserbildung an der Kühldecke und den Armaturen zu verhindern, wird in der vorliegenden Regelung die Kaltwasser-Vorlauftemperatur in dem selben Maße angehoben, wie die Taupunkttemperatur

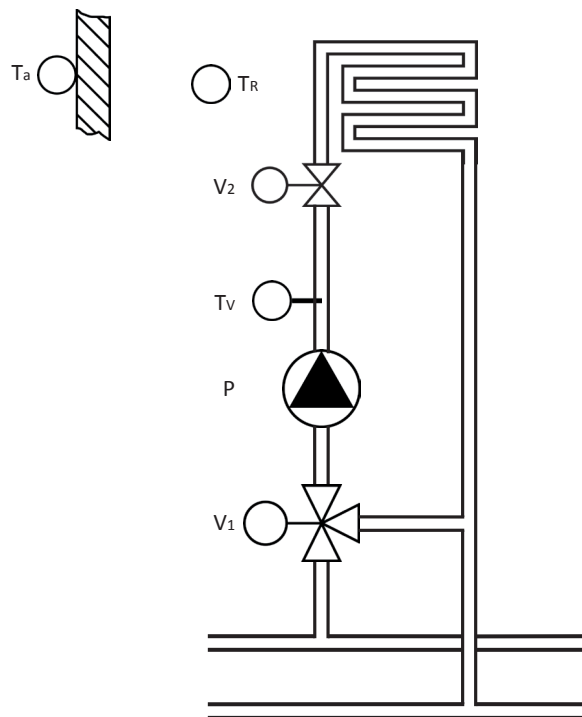


Abbildung 5: Prinzipschema Kühldeckenregelung

der Raumluft steigt. Das heißt, bei Steigung der Taupunkttemperatur um 1 K wird auch die Kühlwasser-Temperatur um 1 K erhöht. Dafür wird die durch den Enthalpie-Raumregler (T_R) berechnete Taupunkttemperatur dem Vorlauf-Temperaturregler T_V aufgeschaltet und dessen Sollwert stetig nachgeführt. Unterhalb der eingestellten Systemtemperatur bleibt der Sollwert konstant.

Diese aktive Taupunktüberwachung ist wesentlich effektiver als eine passive, bei der die Kühleinrichtung gerade dann gänzlich weggeschaltet wird, wenn die größte Kühlleistung (bei warmen schwülen Wetter) erforderlich ist. Als zusätzliche Sicherheit kann auf dem Vorlauf-Temperaturregler (T_V) ein unterer Grenzwert aktiviert werden, bei dessen Auslösung die Pumpe (P) gestoppt, das Dreiwege-Stellventil (V_1) zugefahren und ein Alarm abgesetzt wird.

Die Raumtemperatur und damit die Kühlleistung wird durch den Enthalpie-Raumregler (T_R) geregelt, der das Zonenventil (V_2) entweder im Zweipunktbetrieb oder pulsweitenmoduliert (PWM) ansteuert. Aus wärme-physiologischen und energetischen Gründen sollte ab einem bestimmten einstellbaren Schwellwert die Differenz zwischen Außen- und Raumtemperatur auf 6 K begrenzt werden. Das kann durch gleitende Anhebung des Raumtemperatur-Sollwertes (T_R) über die Außentemperatur (T_a) erreicht werden.

Wenn die im Außen-Enthalpieregler (T_a) berechnete absolute Feuchte oder Enthalpie größer als die in dem zu kühlenden Raum sind, wird zusätzlich Feuchte bzw. Wärme in den Raum von außen eingetragen und die Kühldecke stärker belastet. In diesem Fall sollte der Luftwechsel auf das hygienisch erforderliche Minimum reduziert werden, die Fenster überwacht und bei Öffnung ein Alarm auslöst werden.

Die gesamte Kühleinrichtung wird erst dann automatisch aktiviert, wenn der im Außen-Enthalpieregler (T_a) berechnete Wert für die Kühlgrenztemperatur den eingestellten Wert überschreitet. Unterhalb der Kühlgrenze werden die Regler (T_V und T_R) gesperrt und die Stellventile (V_1 und V_2) geschlossen sowie die Pumpe (P) gestoppt.