

# Regelkonzepte für Luftbefeuchter

## Wirtschaftliche Luftbefeuchtung, genaue Feuchtwerte und gesunde Luft durch hygienischen Anlagenbetrieb

Dipl.-Ing. (FH) Christian Bremer, Spartenleitung Luftbefeuchtung

Der richtigen Regelung von Luftbefeuchtungsanlagen kommt große Bedeutung zu. Für eine wirtschaftliche Betriebsweise und genaue Feuchtwerte ist sie unerlässlich. Vor allem aber ist hygienischer Befeuchtungsbetrieb nur mit einem geeigneten Regelkonzept möglich. Taupunktunterschreitungen sind zu vermeiden und es soll sich kein Kondensat im Luftleitungssystem niederschlagen. Die Notwendigkeit einer funktionierenden Abschaltregelung zum Trockenfahren von Nassbereichen ist unumstritten. Welche Regelkonzepte werden jedoch im laufenden Anlagenbetrieb den unterschiedlichen Befeuchtungsverfahren gerecht und führen zu optimalen Regelergebnissen?

Die Luft kann nach den drei Verfahren Verdampfen, Zerstäuben und Verdunsten befeuchtet werden. Befeuchten von Luft bedeutet jedoch immer den Wechsel des Aggregatzustandes von Wasser zu Dampf. Ein Blick auf das h,x-Diagramm verdeutlicht anschaulich, dass das Befeuchtungsverfahren selbst keinen Einfluss auf den Energieinhalt der befeuchteten Luft hat. Trotzdem ist der thermodynamische Verlauf der Zustandsänderung je nach gewähltem Befeuchtungsverfahren unterschiedlich, Abb.1. Angesichts dieser unterschiedlichen physikalischen Zustandsänderungen ist eine Universallösung bei der Regelung von vorne herein ausgeschlossen. Die Dampf-Luftbefeuchtung ist ein nahezu isothermer Vorgang. Es findet nur eine sehr geringe Erhöhung der Lufttemperatur durch den Befeuchtungsprozess statt. Deshalb sind bei der Feuchterege- lung üblicherweise auch nur die Feuchtwerte der Anlagen- oder Raumluft zu berücksichtigen. Bei den adiabaten Befeuchtungstechniken Zerstäuben und Verdunsten erfolgt dagegen eine beträcht-

liche Abkühlung der zu befeuchtenden Luft. Deshalb kann die Feuchterege- lung in diesen Fällen nur in Verbindung mit der Regelung der Lufttemperatur erfolgen. Unabhängig von der verwendeten Befeuchtungstechnik wird zwischen Raum- bzw. Abluft- Feuchterege- lung und Zuluft-Feuchterege- lung unterschieden. Welches Verfahren angewandt wird, hängt von der Anlagen-Konzeption und der Aufgabenstellung ab. Eine

Raum- oder Abluft- Feuchterege- lung erleichtert durch die Distanz zwischen Luftbefeuchter und Regelfühler ein stabiles Regelverhalten. Die Zuluft-Feuchterege- lung weist wegen ihrer geringeren Speichermasse zwischen Luftbefeuchter und Feuchtefühler einen höheren Schwierigkeits- grad auf. Sie wird deshalb nur dort ein- gesetzt wo dies anlagenbedingt erforderlich ist. Hierzu zählt bei- spielsweise eine zentrale Zuluft- befeuchtung mit nachfolgenden Zonenabgängen, welche indivi- duell nachbefeuchtet werden.

### REGELUNG VON DAMPF- LUFTBEFEUCHTERN

Bei der Regelung von Dampf- Luftbefeuchtern sind geeignete Sicherheitselemente vorzusehen (Maximalhygrostat, Differenzdruck- wächter, Ventilatorüberwachung). Diese haben keine Regelfunktion sondern dienen lediglich zur Sicher- heitsabschaltung des Luft- befeuchters bei Anlagenstillstand oder im Störfall. Bei der Platzie- rung müssen die Hinweise zur Be- stimmung der richtigen Befeuch- tungsstrecke beachtet werden.

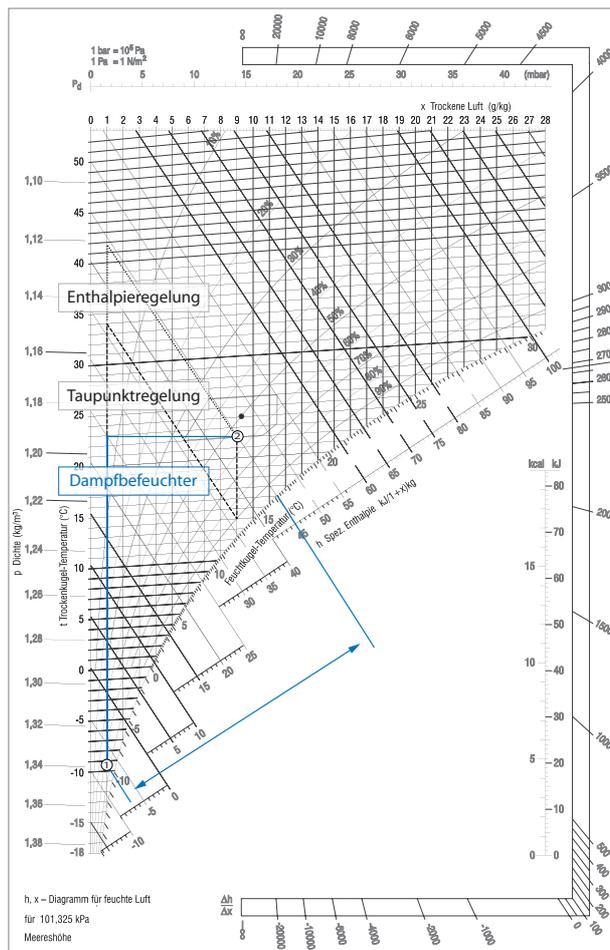


Abb.1 Im h,x-Diagramm ist zu erkennen, dass der Wärmeinhalt befeuch- teter Luft unabhängig vom eingesetzten Befeuchtungsverfahren ist

## NEUE GENERATION!

WAC-Zentralgeräte



### Viel Komfort im WAC300 und WAC400

- ▶ für Wohnungen / Häuser bis 280 m<sup>2</sup>
- ▶ Kreuzgegenstrom-Wärmeübertrager (Alu)
- ▶ Konstantvolumenstrom
- ▶ > 90 % Wärmerückgewinnung
- ▶ Anschluss für Sommer-Bypass (100 %)
- ▶ Anschluss für Feuchte- oder CO<sub>2</sub>-Sensor
- ▶ digitale Fernbedienung



Abluftventil  
AVD



Zuluftventil  
ZWD

Zuluftgitter  
für Fußboden und Wand



Material Gitter:  
Edelstahl – gebürstet



Material Gitter:  
Edelstahl – hochglanzpoliert

## Ab sofort neue Luftdesign- Durchlässe lieferbar!



Wand-Zuluft-  
durchlass BKZ



Abluftventil  
ALF



Material Gitter:  
Edelstahl – weiß,  
pulverbeschichtet

# ATMEN SIE TIEF DURCH!

## Gute Raumlufte ist nur eine Frage des richtigen Lüftungssystems!



90% Ihrer Zeit verbringen Sie  
in geschlossenen Räumen.  
19.000 l Luft verbrauchen Sie am Tag.  
Da bleibt Ihnen die Luft weg?

Wir haben die Lösung für Sie! WAC - Unser  
System für kontrollierte Wohnraumlüftung!

WAC - DRINNEN WIE DRAUSSEN

LÖSUNGEN VON  **westaflex**

**Westaflexwerk GmbH**

Bereich Systemtechnik  
Thaddäusstraße 5  
D-33334 Gütersloh

Fon +49 (0) 5241 401-0  
Fax +49 (0) 5241 401-3411  
westaflex.com



Abb.2 Moderne adiabate Befeuchtungssysteme wie der Hybrid-Luftbefeuchter Condair Dual 2 weisen kurze definierte Befeuchtungsstrecken auf und eignen sich besonders für die Enthalpie-Feuchteregelung. Diese führt zu besonders wirtschaftlichem Befeuchtungsbetrieb, exakten Feuchtwerten und fördert die hygienische Betriebsweise der Anlagen

**Raum- bzw. Abluft-Feuchteregelung**

Dies ist die einfachste Variante der Feuchteregelung. Sie kommt bei Klimaanlagen mit vorwiegendem Umluftbetrieb und konstantem Luft-Volumenstrom bzw. bei der Direktraumbefeuchtung zum Einsatz, Abb.4a.

**Abluft-Feuchteregelung mit stetiger Zuluft-Feuchtebegrenzung**

Diese Regelvariante kommt zum Einsatz wenn im laufenden Anlagenbetrieb eine ungewollte Überfeuchtung im Zuluftkanal auftreten kann. Dies ist der Fall bei Klimaanlagen mit geringen Zulufttemperaturen (Kühlfall), größerem Außenluft-Anteil, größerer Feuchteerhöhung und bei variablen Luft-Volumenströmen. Auch bei der Nachbefeuchtung einzelner Klimazonen empfiehlt sich diese Variante, Abb.4b.



Abb.3 Oberflächen-Verdunster wie der Condair SH2 werden hauptsächlich zur adiabaten Abluftkühlung eingesetzt. Dort wo sie zur Luftbefeuchtung verwendet werden, kommt die Taupunktregelung zum Einsatz

**Zuluft-Feuchteregelung mit stetiger Leistungsvorgabe**

Hierbei erfolgt zunächst eine stetige Leistungsbegrenzung des Befeuchters in Abhängigkeit der Luftfeuchtigkeit vor dem Luftbefeuchter. Anschließend wird die Befeuchtungsleistung über den Zuluft-Regelfühler ausgeregelt. Diese Variante wirkt im Teillastbetrieb stabilisierend auf den Feuchte-Regelkreis, Abb.4c.

**REGELUNG VON ADIABATEN LUFTBEFEUCHTERN**

Wegen der auftretenden Absenkung der Lufttemperatur kann die Feuchteregelung bei adiabater Luftbefeuchtung nur in Verbindung mit der Temperaturregelung betrachtet werden. Die gängigen Regelverfahren sind die Taupunkt-Regelung und die Enthalpie-Regelung. Welches Verfahren eingesetzt wird, hängt von der Regelbarkeit der Befeuchtungsleistung des verwendeten Befeuchtungssystems ab.

**Enthalpie-Feuchteregelung**

Bei adiabaten Befeuchtungssystemen, welche eine stetige Leistungsregelung zulassen, werden mit der Enthalpie-Regelung optimale Ergebnisse erzielt. Kennzeichnend für diese Art der Feuchteregelung ist, dass lediglich vor dem Befeuchtungssystem ein Vorheizregister angeordnet ist. Dieses erwärmt die Anlagenluft bis zum Erreichen der Soll-Enthalpie. Anschließend erfolgt die geregelte Luftbefeuchtung bis zum Erreichen des gewünschten Luftzustandes. Ein zusätzlicher Nacherhitzer ist für den Befeuchtungsbetrieb nicht erforderlich. Die Enthalpie-Regelung ist für Zuluft- und Abluft-Feuchteregelung gleichermaßen geeignet, Abb.4d und Abb.2.

**Taupunkt-Feuchteregelung**

Dieses Regelverfahren kommt hauptsächlich bei adiabaten Befeuchtungssystemen zum Einsatz, deren Befeuchtungsleistung nicht, bzw. nur eingeschränkt stetig regelbar ist. Hierzu zählen Umlauf-Sprühbefeuchter (Luftwäscher) sowie Oberflächen-Verdunster und Kontakt- bzw. Rieselbefeuchter. Kennzeichnend für die Taupunkt-Feuchteregelung ist, dass der Befeuchter jeweils zwischen Vorerhitzer

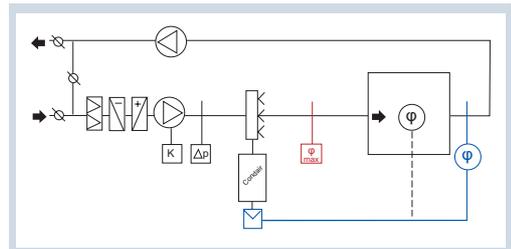


Abb.4a Raum- bzw. Abluft-Feuchteregelung

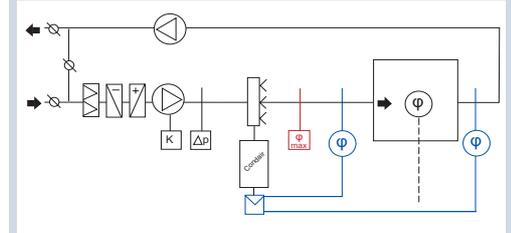


Abb.4b Abluft-Feuchteregelung mit stetiger Zuluft-Feuchtebegrenzung

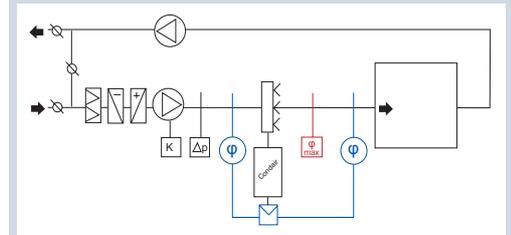


Abb.4c Zuluft-Feuchteregelung mit stetiger Leistungsvorgabe

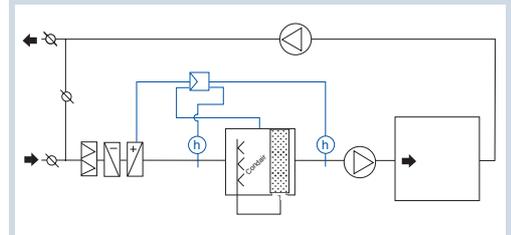


Abb.4d Enthalpie-Feuchteregelung

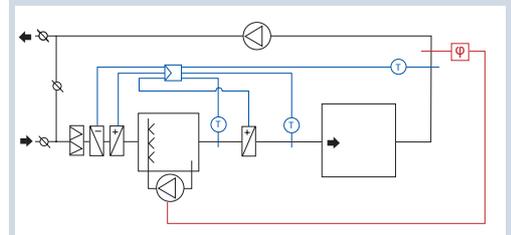


Abb.4e Taupunkt-Feuchteregelung

- Legende:**  
 Φ Feuchtefühler T Temperaturfühler  
 H Enthalpiefühler Φ<sub>max</sub> Maximalhygrostat  
 Δp Differenzdruckschalter K Ventilatorüberwachung

	Dampf-Luftbefeuchter	Adiabate Luftbefeuchter	
		nicht stetig regelbar	stetig regelbar
Raum-/Abluft-Feuchteregelung	X		
Raum-/Abluft-Feuchteregelung mit stetiger Zuluft-Feuchtebegrenzung	X		
Zuluft-Feuchteregelung mit stetiger Leistungsvorgabe	X		
Taupunkt-Feuchteregelung		X	
Enthalpie-Zuluft-Feuchteregelung			X
Enthalpie-Abluft-Feuchteregelung			X

Abb.6 Die Auswahl der geeigneten Feuchteregelung erfolgt nach dem verwendeten Befeuchtungssystem und der jeweiligen Regelanforderung

und Nacherhitzer angeordnet ist und die Feuchteerhöhung üblicherweise bis nahe der Sättigung erfolgt. Die Anhebung auf die gewünschte Zulufttemperatur erfolgt anschließend mit dem Nachheizregister, Abb.4e und Abb.3.

**BEFEUCHTUNGSSTRECKEN UND PLATZIERUNG DER FEUCHTEFÜHLER**

Für eine funktionierende Feuchteregelung kommt es auf die richtige Auswahl der Messorte für Regelfühler und Maximalhygrostate an. Nur dort, wo ausgeglichene Feuchtwerte in der Anlagenluft vorliegen, können auch die richtigen Werte



Abb.5 Mehrfach-Dampfverteilssysteme wie Condair OptiSorp verteilen den Dampf gleichmäßig über den gesamten Luftstrom und ermöglichen dadurch sehr kurze Befeuchtungsstrecken

erfasst werden. Deshalb sind bei der Platzierung die Herstellerangaben über die erforderliche Befeuchtungsstrecke bis zum Messort einzuholen.

**Befeuchtungsstrecken bei Dampf-Luftbefeuchtern**

Häufig stehen wegen beengter Platzverhältnisse nur kurze Befeuchtungsstrecken zur Verfügung. Bei der Dampf-Luftbefeuchtung bietet sich der Einsatz von Mehrfach-Dampfverteilssystemen an. Wegen der schnelleren Durchmischung der Anlagenluft durch die möglichst homogene Dampfverteilung werden erhebliche Reduzierungen der Befeuchtungsstrecken und damit auch der erforderlichen Abstände bis zum Messort erzielt, Abb.5.

**Befeuchtungsstrecken bei adiabaten Luftbefeuchtern**

Bei adiabaten Befeuchtungssystemen wie Hybrid-Luftbefeuchtern oder verschiedenen Verdunstern ist die Befech-

tungsstrecke bauartbedingt festgelegt. Wesentlich schwieriger ist die Bestimmung der Befeuchtungsstrecken bei reinen Zerstäubungs-Luftbefeuchtern. Die erforderlichen Strecken können stark variieren. Die wichtigsten Einflussgrößen sind Feuchteerhöhung, Lufttemperatur, Luftgeschwindigkeit, Strömungsprofil und Aerosolgröße des zerstäubten Befeuchtungswassers. Das schwebefähige Verhalten der Aerosole und die damit verbundene schlechte Abscheidemöglichkeit sowie langsame Verdunstung machen eine Bestimmung der Befeuchtungsstrecken außerordentlich schwierig. Für eine zuverlässige Beurteilung liegen praktisch keine gesicherten Erkenntnisse vor. Auf die hygienische Problematik bei Aerosoleintragung wird in diesem Zusammenhang nicht eingegangen. Eine eindeutige Befeuchtungsstrecken-Bestimmung ist jedenfalls nur möglich, wenn sichergestellt ist, dass keine Aerosole aus dem adiabaten Befeuchtungssystem in den Luftstrom ausgetragen werden.

Autor  
 Dipl.-Ing. (FH) Christian Bremer  
 Spartenleitung Luftbefeuchtung  
 Axair, Garching  
 Fotos und Grafiken: Axair  
[www.axair.de](http://www.axair.de)

## Geheimnis gelüftet

**Top-Lüftungs-lösungen kommen von SÜDLUFT.**  
 Das Geheimnis, das sich hinter besseren Lüftungssystemen und Lüftungshauben verbirgt, steckt im Detail:

Energiesparender Luftaustausch, innovative Selbstreinigungssysteme, hochwertige Materialien und Verarbeitung, individuelle Planung, gute Preise.

**SÜDLUFT**  
 SYSTEMTECHNIK  
 SÜDLUFT SYSTEMTECHNIK GMBH & CO. KG  
 ROBERT-BOSCH-STRASSE 6, D-94447 Plattling,  
 Tel.: +49 9931 9179-0 Fax: +49 9931 9179-70,  
 E-Mail: info@suedluft.de, www.suedluft.de