

Gas- Dampf Luftbefeuchter

Eine Möglichkeit zur hygienisch sauberen Luftbefeuchtung in raumluftechnischen Anlagen

Bevor auf die Möglichkeiten der Luftbefeuchtung eingegangen wird, ist es erforderlich, auf die Risiken einer raumluftechnischen Anlage ohne Befeuchtung hinzuweisen. Ebenso ist zu erwähnen, dass in den letzten Jahren sehr oft der Begriff Klimatechnik "verbogen" wurde.

Der Begriff Klimaanlage hat z.B. in der Autoindustrie, entsprechend der DIN 1946, die Bedeutung einer Umluftkühlanlage. Fachleute aus der Klimatechnik verstehen unter dem Begriff Vollklimaanlage eine komplette Luftaufbereitung mit den Komponenten Außenluftansaugkammer, evtl. Mischkammer, Filter, Wärmerückgewinnung, Vorerhitzer, Kühler, Nacherhitzer und Luftbefeuchtung.

Ing. Peter Iselt, Michael Wilcke

Das Sick-Building-Syndrom

In Büro- und Verwaltungsgebäuden wird vielfach aus Kostengründen auf eine Befeuchtung der Luft verzichtet, weshalb während der Heizperiode massive Probleme auftreten. Das Behaglichkeitsgefühl und die damit verbundene Leistungsfähigkeit der Menschen nimmt ab und die Erkältungskrankheiten durch mangelnde Luftfeuchtigkeit zu. Vielen Beschäftigten ist nicht bewusst, dass die zur Verfügung gestellte Luft im Winterbetrieb nur teilklimatisiert, also nur gefiltert und erhitzt ist.

Ergebnisse von Untersuchungen zum Sick-Building-Syndrom zeigen eindeutig die Unzufriedenheit der Mitarbeiter, die sich in Räumen ohne ausreichende und hygienische Luftbefeuchtung aufhalten müssen. Die zu niedrige Raumfeuchte wurde von über 30 % der Beschäftigten bemängelt. In zahlreichen Untersuchungen der 60er und 70er Jahre wurde eindeutig nachgewiesen, dass bei einer relativen Luftfeuchte, im Winterbetrieb unter 40 %, eine erhebliche Zunahme von Erkältungskrankheiten zu beobachten ist.

Ein Raumzustand, bezogen auf eine Raumtemperatur von 22 - 24 °C und einer Raumfeuchte, die zwischen 40 und 45 % liegt, reduziert die Ansteckungsgefahr für Erkältungen und Influenza um ca. 50 %. Früher wurde geglaubt, dass Erkältungskrankheiten durch das Einatmen kalter Luft und das Auskühlen des Körpers verursacht würden. Die Abkühlung wurde als die Ursache für reduzierte Widerstandskräfte des menschlichen Körpers herangezogen. Gleichzeitig sollte sie für das Wachstum und die Ausbreitung von Erregern verantwortlich sein. Mit der Entdeckung von Viren und Bakterien, die als Erreger der Erkältungskrankheiten erkannt wurden, hat sich diese Vorstellung geändert.

In neuerer Zeit wurde die Erkenntnis gewonnen, dass vielmehr die Trockenheit in beheizten Räumen für die Reduzierung der menschlichen Widerstandskräfte verantwortlich ist. Diese Ansicht wird heute besonders von Spezialisten für Nasen- und Rachenheilkunde vertreten, die während der Heizperiode charakteristische Austrocknungserscheinungen an den Schleimhäuten der oberen Luftwege beobachten. Bewiesen ist, dass durch längere Einatmung von trockener Raumluft die Schleimhäute austrocknen und somit einen idealen Nährboden für Krankheitserreger bilden. Die ersten Symptome sind Trockenheit im Nasen- u. Rachenraum, die sich bis zu schmerzhaften Reizen steigern können. Sehr oft wird das Sprechen und Schlucken erschwert. Die Trockenheit beeinträchtigt die Flimmerhaare in ihrer Funktion, der Schleim wird eingedickt und bleibt als klebrige Masse an den Schleimhäuten haften.

Das Atemwegselbstreinigungssystem arbeitet nur noch unzureichend, so dass Bakterien ein günstiges Milieu zur Entwicklung von Krankheiten vorfinden. Folgende Zahlen sprechen für sich: Statistisch sind letztes Jahr ca. 3,5 Mio. Menschen an Erkältung und Influenza erkrankt. Die Kosten, verursacht durch die Krankheit, betragen je Mitarbeiter ca. 8 000 DM bis 10 000 DM.

Hygienische Befeuchtung

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, dass eine hygienisch einwandfrei arbeitende Luftbefeuchtungsanlage heute in jeder Komfortanlage integriert sein müsste. Klassische Luftwäscher in Komfortanlagen, die nur mit großem Wartungsaufwand betrieben werden können, sollten nach Möglichkeit durch hygienisch arbeitende Dampf befeuchter ersetzt werden. Auch bei Einsatz von Zeitgemäßen Hochdruckdüsenbefeuchtern ist zu berücksichtigen, dass für eine hygienische Befeuchtung ein nicht unerheblicher apparativer Aufwand erforderlich wird. Insbesondere ist hier zu erwähnen, dass für die Wasservorbehandlung eine Enthärtung und bei vielen Konstruktionen eine Umkehrosmose erforderlich wird. Zu berücksichtigen ist auch, dass bei einigen dieser Geräte eine zusätzliche Luftvorfilterung zur Reinhaltung der Kammer vorzusehen ist.

Ferner sollte man bedenken, dass der Ventilator bei Hochdruckdüsenbefeuchtern und klassischen Luftwäschern im Gegensatz zu Dampfbefeuchtern ganzjährig den Luftstrom gegen erhöhten Widerstand fördern muss. Wenn man von nur etwa 1000 bis 1200 Jahresbetriebsstunden für die Luftbefeuchtung ausgeht, ist der Einsatz einer Dampfluftbefeuchtung sinnvoll.

Es muss noch einmal deutlich darauf hingewiesen werden, dass die Kosten bedingt durch Krankheit die Betriebskosten einer elektrischen Dampfluftbefeuchtung erheblich überschreiten. Alternativ zur elektrischen Dampfbefeuchtung stehen, entsprechend der Energieversorgung, unterschiedliche Systeme zur Verfügung. Eine Alternative ist die Dampferzeugung mittels Gas. In einem später aufgeführten Beispiel wird auch auf ein Dampfverteilsystem für kurze Befeuchterstrecken hingewiesen. Unabhängig davon, welche Energieform zur Verfügung steht, soll eine rel. Raumfeuchte von 40 % nicht unterschritten werden.

Funktionsbeschreibung des Gasdampferzeugers

Im Planungsstadium für eine Dampfluftbefeuchtung muss festgestellt werden, ob genügend Energie für eine elektrische Dampfluftbefeuchtung vorhanden ist. In vielen Fällen ist es auch nicht möglich, zusätzliche elektrische Energie ohne größere Investitionskosten und Umbauarbeiten zur Verfügung zu stellen. Ist ein Gasanschluss für das Projekt geplant oder vorhanden, sind gasbefeuerte Dampferzeuger das Optimum für eine hygienische Luftbefeuchtung. Ein besonderer Vorteil gegenüber klassischen Dampfkesseln, die mit Gas befeuert werden, ist dass die Gasdampfluftbefeuchter ausschließlich Dampf produzieren, wenn Feuchte vom Regler gefordert wird. Wird jedoch eine sehr hohe Regelgenauigkeit verlangt, kann zur schnelleren Dampfproduktion die Mindestwassertemperatur eingestellt werden. Im nachfolgenden Beispiel wurde die Temperatur auf 85 °C eingestellt.

Wird die Sollwerttemperatur unterschritten, schaltet ein Brenner hinzu und erhöht die Wassertemperatur erneut auf 85 °C. Bei Einsatz der Gasdampferzeuger (Bild 1) in Komfortanlagen ist diese Einstellung zu vernachlässigen. Die zusätzliche erhöhte Wassertemperaturregelung wird ausschließlich bei Anlagen vorgesehen, die für bestimmte Verfahren oder Produktionsprozesse vorgesehen sind. Grundsätzlich wird beim beschriebenen Dampferzeuger das Elektroteil von den wasserführenden Teilen getrennt. Hierbei besteht noch die Möglichkeit, den Schaltschrank lose oder angebaut zu liefern.

Die Geräte sollten selbstverständlich allen national gültigen Richtlinien entsprechen. Der Leistungsbereich der Gasbefeuchter erstreckt sich für Einzelgeräte von 37,0 bis 272,0 kg/h. Darüber hinaus ist ein Master-Slave- Verbund möglich. Für die Geräte sind auch wetterfeste Gehäuse zur Außenaufstellung lieferbar.

Entsprechend der Leistungen sind die Gasbefeuchter mit einem bis vier Brennern lieferbar. Im Schaltschrank ist die komplette Steuerung einschließlich Absicherung integriert. Eine externe Feuchterege lung mit allen gängigen Regelsignalen kann mit der internen Regelung verarbeitet werden. Zur Nachrüstung eines Gasdampfluftbefeuchters in eine bestehende Lüftungsanlage besteht auch die Möglichkeit, einen Feuchtefühler direkt an der Befeuchterelektronik aufzulegen. Die integrierte Regelung Vapor- Logic III steuert somit nicht nur den internen Regelkreis des Befeuchters, sondern übernimmt auch die Feuchterege lung. Die Vapor- Logic III beinhaltet eine komplette PID- Regelung.



Bild 1: Gasdampferzeuger

Geräteschaltschrank wird die Handbedienebene mit Display angeschlossen.

Zusätzlich ist es auch möglich, einen Regelkreis mit zwei Fühlern aufzubauen. Der Fühler in der Abluft oder im Raum hat die Aufgabe, die Raumfeuchte in Verbindung mit einem Regler konstant zu regeln. Ein zusätzlicher stetiger Maximal- Begrenzer in der Zuluft übernimmt erst dann die Regelaufgabe, wenn der eingestellte Zuluftfeuchtwert überschritten wird. Somit ist sichergestellt, dass bei Feuchteüberschreitung keine sofortige Geräteabschaltung erfolgt. Zusätzlich kann ein 2-Punkt-Maximal-Begrenzer als Sicherheitshygrostat vorgesehen werden. Alle geräteinternen Einstellungen, wie z. B. Abschlämrate und -menge werden an der Vapor- Logic III vorgenommen. Am

Entsprechend der Gerätemontage wird dieses Steuergerät separat in Augenhöhe auf die Wand montiert. Über das Display können auch Störungen abgerufen werden, die in der Vergangenheit aufgetreten sind. Darüber hinaus wird der grafische Verlauf der Feuchterege lung dargestellt. Eine zeitliche Auflösung von 10 min, 1 h und 24 h ist möglich. Serienmäßig wird der Befeuchter komplett entleert, wenn 72 h lang kein Dampf produziert wurde.

Hierdurch wird sichergestellt, dass nach längerem Stillstand kein abgestandenes Wasser verdampft wird. Diese Funktion wird auch als EOS (End Of Season Drain) bezeichnet. Die Zeit von 72 Stunden ist selbstverständlich im Programm veränderbar. Alle GTS- Befeuchter werden in Edelstahl geliefert. Entsprechend der Wasserqualität stehen Ausführungen für Trink- und aufbereitetem Wasser sowie für Osmosewasser zur Verfügung.

Abschließend zur Gerätebeschreibung wird die Funktion des gasbefeuchten Dampferzeugers beschrieben. Bei der Auftragserteilung sollte schon bekannt sein, welche Gasart zur Verfügung steht.

Zur Auswahl stehen meist Erdgas H oder L. Es ist auch möglich, die Geräte mit Flüssiggas zu betreiben. Sind diese Parameter sowie der Gasdruck bekannt und dokumentiert, kann die Inbetriebnahme erfolgen. Ein Mess-Stutzen muss am Kamin vorhanden sein. Werden die GTS- Befeuchter eingeschaltet, werden die Brenner auf 100 % Leistung hochgefahren. Anschließend erfolgt die Messung der Abgase sowie der Abgastemperatur. Bei einem Signaleingang von 0 - 10 V DC regelt der erste Brenner bis 3 V DC. Anschließend kommt der zweite Brenner (Zweibrennerbetrieb) hinzu.

Entsprechend der Feuchteanforderung fahren beide Brenner kumulierend den gewünschten Leistungsbereich ab. Die Leistung der einzelnen Brenner erfolgt über eine stufenlose Drehzahlregelung mit variabler Gasmenge. Hierdurch ist eine sehr hohe Regelgenauigkeit möglich.

Nachdem beide Brenner in Betrieb sind, wird das Wasser bis auf 100 °C erhitzt, so dass eine erstmalige Verdampfung stattfinden kann. Steigt das Regelsignal auf 10 V DC an, arbeiten beide Brenner mit 100 % Leistung. Während des Befeuchterbetriebes nähert sich der Istwert dem eingestellten Sollwert wodurch eine Regelsignalreduzierung bis auf 3 V DC erfolgt. Nach Unterschreitung von 3 V DC schaltet der zweite Brenner ab. Die relativ kleine geforderte Dampfmenge wird jetzt durch den ersten Brenner abgedeckt. Nach Erreichen des Sollwertes wird der erste Brenner auf 0 % heruntergefahren.

Zur gleichmäßigen Belastung beider Brenner wird bei der nächsten Feuchteanforderung der zweite Brenner zuerst geschaltet. Während der Betriebszeit werden Parameter wie z. B. Brenntemperatur, Wassertemperatur usw. ständig von der Vapor- Logic III überprüft. Ebenso wird bei Betrieb mit Trinkwasser oder aufbereitetem Wasser ständig das Wasserniveau über Sensoren geprüft.

Während des Verdampfungsprozesses fällt der Wasserstand unter die zweite Niveauelektrode. Hierdurch wird der Elektronik mitgeteilt, dass Wasser nachgespeist werden muss. Bei weiter sinkendem Wasserniveau (z.B. abgesperrte Wasserleitung) würde eine Alarmmeldung herausgeführt wodurch das Gerät abgeschaltet wird. Separat zu diesem Wasserniveaureis ist noch als zusätzliche Sicherheit eine separate Elektrode eingebaut, die das Gerät ebenfalls bei Wassermangel komplett abschaltet. Sollten Störungen auftreten, z. B. durch abgesperrte Wasserleitungen oder starke Gasdruckschwankungen, werden diese von der Geräteregeleung protokolliert.

Über ein bauseitiges Programm können solche und andere Informationen auch über die integrierte Schnittstelle RS 485 an die ZU weitergeleitet werden. Die Sicherheitsorgane wie schaltender Maximal-Begrenzer, Druckdose, Windfahne oder Keilriemenüberwachung werden separat am GTS-Steuerschrank aufgelegt.

Der Vorteil eines nicht Durchschleifens ist, dass separat an der Vapor- Logic III abgelesen werden kann, welcher Kontakt eines Sicherheitsorganes geöffnet ist. Entsprechend der Wasserqualität bzw. in Abhängigkeit des verdampften Wassers wird eine Wartungsmeldung am Display angezeigt. Ebenso kann die verdampfte Wassermenge bzw. die Betriebsstundenzahl abgelesen werden. Bei Betrieb mit VE-Wasser wird über ein Schwimmersystem ein konstantes Wasserniveau gehalten. Ein Elektrodensystem zur Wasserstandsüberwachung wäre auf Grund fehlender Mineralien sinnlos.

Dampfverteilsysteme für Dampfluftbefeuchter

Für die Gas- und Elektrodampfluftbefeuchter stehen vielfältige Dampfverteilsysteme zur Verfügung. Besonders bewährt hat sich das Dampfverteilsystem Ultra- Sorb (Bild 2).

Der besondere Vorteil ist, dass die zur Befeuchtung erforderliche Dampfmenge über den gesamten Geräte-, bzw. Kanalquerschnitt eingebracht wird. Der Dampfanschluss erfolgt von oben in den Dampfsammler und verteilt sich gleichmäßig über das Kondensatablaufrohr bis zum Kondensatsammler. Hierdurch ist sichergestellt dass in diesem System an jeder Stelle der Druck gleich ist. Entsprechend der vorgegebenen Befeuchterstrecke, Dampfmenge, Zulufttemperatur und Luftgeschwindigkeit wird das System ausgewählt.

Bei großen Dampfmenen, niedrigen Zulufttemperaturen und kurzen Befeuchterstrecken wird ein System mit entsprechend vielen Rohren ausgewählt. Die kürzeste Distanz zwischen den Rohren beträgt 3". Durch die relativ große Anzahl von Dampfverteilerrohren sind entsprechend viele Dampfdufen eingebaut, die den Luftstrom gleichmäßig mit Dampf beaufschlagen.



Bild 2: Dampfverteilsystem Ultra- Sorb

Vorteilhaft ist auch die Dampfeinbringung. Das in den Rohren entstehende Kondensat fließt in Dampfrichtung zum Kondensatsammler. Anschließend erfolgt der Kondensatabfluss zum Befeuchter

zurück. Ist das System tiefer installiert als der Befeuchter muss das Kondensat separat zum Abfluss geführt werden. Das vorgenannte Dampfverteilsystem wird auch in Verbindung mit Dampfregelventilen an Dampfkesseln angeschlossen.

Anlagenbeispiel mit Gasdampferzeuger

Mit gutem Erfolg ist bei der Firma Wika in Klingenberg ein Gasdampferzeuger (Bild 3) im Einsatz. Betrieben wird die Reinraumanlage mit 100 % Außenluft. Ermittelt wurde eine theoretische Befeuchterstrecke von 600 mm.



Bild 3: Gasdampferzeuger im Einsatz

Durch die relativ hohe spezifische Feuchteerhöhung konnte jedoch davon ausgegangen werden, dass die Temperatur vor dem Dampfverteilsystem um ca. 1,2 K. abgesenkt wird. Hierdurch wird die Befeuchterstrecke nach Neuberechnung ca. 300 mm länger. Die ausführende Firma für Reinraumanlagen, Daldrop + Huber in Neckartailfingen, hat dies bei der Ausführung entsprechend berücksichtigt.

Primär war entscheidend, dass nachfolgende Filter nicht mit Feuchtigkeit benetzt wurden. Bei dieser ausgeführten Anlage, die das Ingenieurbüro Innovatives Planen in Nürtingen geplant hat, muss die relative Feuchte in sehr kleiner Toleranz gehalten werden. Dies wurde nur möglich, indem die Wassertanktemperatur permanent auf über 80 °C gehalten wurde.

Der GTS wird über eine stetige Zuluftfeuchteregelung angesteuert und nur während der festen Betriebspausen automatisch entsalzt. Durch diese interne Regelfunktion ist es möglich geworden, eine Dampfluftbefeuchtungsanlage zu

integrieren, die eine sehr hohe Regelgenauigkeit gewährleistet.

Den Wünschen des Betreibers wurde in Bezug auf Regelgenauigkeit Funktion und Hygiene zu 100 % entsprochen.

Luftmenge	: 14.300 m ³ /h
Zulufttemperatur	: 16 °C
Luft Eintrittsfeuchte absolut	: 1,0 g/kg tr. Luft
Luft Austrittsfeuchte absolut	: 8,0 g/kg tr. Luft
Dampfmenge	: 127,2 kg/h incl. Kondensat
Kanalabmessungen	: B= 1300 mm, : H= 600 mm