

Behaglichkeit im Zuluftstrom

Dampfluftbefeuchtungssysteme zum Einbau in RLT- Anlagen

Michael Wilcke*

Gerade in der kalten Jahreszeit reicht die absolute Feuchte in der Außenluft nicht aus, um in Gebäuden mit einer Lüftungsanlage einen behaglichen Raumluftzustand gewährleisten zu können. Daher sind Befeuchtungssysteme notwendig, die in unterschiedlichsten Bauarten und Wirkungsweisen angeboten werden. Dieser Beitrag befasst sich ausschließlich mit Dampfluftbefeuchtern.

Für den Einbau in RLT- Anlagen (Raumlufthechnischen Anlagen) stehen unterschiedliche Dampfluftbefeuchtungssysteme zur Verfügung. Vor dem Einsatz der Dampfluftbefeuchtung muss mit dem Planer und Bauherren besprochen werden, welche Energieart zur Dampferzeugung genutzt werden kann.

Zur elektrischen Erzeugung des Dampfes für die Luftbefeuchtung stehen Elektroden- und Heizstabbeefeuchter mit Standarddampfverteilerrohren oder speziellen Dampfverteilsystemen für kurze Befeuchtungstrecken zur Verfügung. Die Elektrodendampfluftbefeuchter haben sich insbesondere aufgrund der unkomplizierten Geräteinstallation und guten Reinigungsmöglichkeit über Jahrzehnte bewährt. Jedoch steht nicht in allen Betrieben und Verwaltungsgebäuden ausreichend elektrische Energie für die Dampfluftbefeuchtung zur Verfügung.

Seit mehreren Jahren werden auch speziell für die Luftbefeuchtung gasbetriebene Geräte (GTS, GAS to STEAM) bis zu einer Dampfleistung von 272 kg/h gefertigt. Voraussetzung für einen Betrieb mit diesen Geräten ist auch die Möglichkeit, eine Abgasanlage zu installieren. Oftmals werden diese Geräte, zum Beispiel aus Platzgründen, auch für Außenaufstellung geliefert. Die Gasdampferzeuger werden komplett in einem wetterfesten Gehäuse mit Grundrahmen und integrierter Regelung auf das Dach transportiert und aufgestellt.

Eine weitere Möglichkeit der Dampferzeugung ist Nutzung des Betriebsdampfnetzes. Sicherzustellen ist aber, dass der Dampf eine Qualität entsprechend der VDI 3803 aufweist. Wird dem Kesselspeisewasser Korrosionsschutzmittel beigefügt, kann dieser Dampf in einen Dampfumformer (STS, STEAM to STEAM) geschickt werden, sodass auf der Sekundärseite Dampf für die Luftbefeuchtung zur Verfügung steht. Fast baugleiche Geräte können auch für die Primärenergien Pumpenheißwasser und Thermoöl (LTS, LIQUID to STEAM) eingesetzt werden.

Ein besonderer Vorteil der Dampfluftbefeuchtung ist, dass bei richtig gewähltem Dampfverteilsystem der Dampf zu 100 % von der Luft absorbiert (aufgenommen) wird. Kondensation, also Feuchteniederschlag im Lüftungsgerät oder Kanal, ist nach sorgfältiger Planung und Ausführung der Anlage ausgeschlossen. Hieraus resultiert auch eine hohe Betriebssicherheit, wobei gleichzeitig die höchsten hygienischen Anforderungen erfüllt werden (VDI 6022). Dampfluftbefeuchter werden in Reinraumanlagen genauso eingesetzt wie in RLT- Anlagen für Verwaltung und Produktion.

Elektrodendampfluftbefeuchter

Wie oben beschrieben, wird die Gerätetechnik der elektrischen Dampfluftbefeuchter untergliedert in Elektrodendampf-luftbefeuchter und Heizstabbeefeuchter.

Der in Bild 1 gezeigte Elektrodendampfluftbefeuchter besteht im Wesentlichen aus einem Elektroteil mit Schütz, Steuerschalter, elektronischer Steuerung und Anzeigeprint für alle relevanten Betriebsdaten. Separat ist das Wasserabteil angebaut. In diesem ist das Herzstück, der Dampfzylinder mit Einfüllsystem, sowie Einlass- und Ablassventil integriert.



Bild 1: Elektrodendampfbefeuchter
(Bild:KAUT)

Wirkungsweise

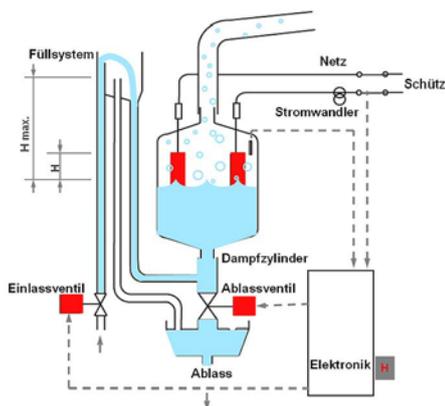


Bild 2: Schema des Elektroden-Dampfbefeuchters

Nach Feuchteanforderung durch den Regler öffnet das Einlassventil und der Dampfzylinder wird über das Füllsystem mit Wasser gefüllt (Bild 2). Die an den Elektrodengittern angelegte Heizspannung bewirkt einen von der elektrischen Leitfähigkeit des Wassers und der Eintauchtiefe der Elektroden abhängigen Stromfluss. Dies bewirkt die Aufheizung des Wassers bis zur Verdampfung.

Über eine Phase des Dampfzylinders wird permanent die Stromaufnahme gemessen. Während des Verdampfungsvorganges fällt der Wasserstand im Dampfzylinder. Bedingt durch die niedrigere Eintauchtiefe der Elektroden im Wasser fällt die Stromaufnahme und analog hierzu die Dampfmenge. Wird eine der Leistung entsprechende Stromaufnahme unterschritten, öffnet das Einlassventil und füllt den Dampfzylinder erneut mit Wasser.

Dieser Vorgang wiederholt sich ständig, bis dass ein in der Elektronik fest eingestellter Wert überschritten wird. Während der Verdampfung misst die Elektronik z.B. den Verdampfungsverlauf in Abhängigkeit der verdampften Wassermenge und der Zeit. Wird das Wasser zu schnell verdampft, ist dies ein Indiz dafür, dass eine bestimmte Leitfähigkeit des Wassers im Dampfzylinder erreicht ist. Nach weiteren Nachspeisungen würde die Stromaufnahme unzulässig ansteigen. Aus diesem Grund wird ein Teil des Dampfzylinderwassers abgelassen und Frischwasser nachgefüllt. Dieser Funktionsablauf erfolgt permanent.

Bei dem integrierten Kunststoffdampfzylinder handelt es sich um ein Verschleißteil, das auch zeitweise gereinigt werden kann. Der Dampfzylinder ist minutenschnell austauschbar, sodass die hierdurch entstehende Betriebsunterbrechung unwesentlich ist.

Elektroden-Dampfluftbefeuchter können ein-/aus- oder stufenlos geregelt werden. Das in Bild 1 abgebildete Gerät beinhaltet einen Proportionalregler, an dem der Feuchtesollwert direkt am Dampfluftbefeuchter eingestellt werden kann. Der Istwert ist am Display ablesbar.

Für den Kanal- oder Lüftungsgeräteeinbau stehen Dampfverteilerrohre oder spezielle Dampfverteilsysteme für kurze Befeuchtungsstrecken (ULTRA-SORB) zur Verfügung. Die Geräte sind auch mit Dampfgebläse zur Direktraumbefeuchtung ausrüstbar. Mit diesen Geräten wird ein Dampfleistungsbereich von 3 bis 135 kg/h abgedeckt. Elektroden-Dampfluftbefeuchter werden mit nicht aufbereitetem Trinkwasser in einem Leitwertbereich von 125 bis 1250 μS versorgt.

Heizstabbefeuchter

Heizstabbefeuchter arbeiten unabhängig vom elektrischen Leitwert des Wassers. Diese Geräte werden sehr oft mit enthärtetem oder vollentmineralisiertem Wasser betrieben. Ebenso wie beim Elektroden-Dampfluftbefeuchter ist auch hier das Elektro- vom Wasserteil getrennt. Das Elektroteil des in Bild 3 abgebildeten Heizstabbefeuchters beinhaltet Schaltschütz, Hauptschalter, Steuerelektronik mit Pulspaketregelung, PID-Regler und Halbleiterrelais. Die Dampferzeugerkammer aus Edelstahl mit Einlassventil, Skimmer und Motorauslassventil ist separat aufgebaut.

Der Heizstabbefeuchter kann im Gegensatz zu den Elektroden-Dampfluftbefeuchtern stufenlos in einem Bereich von 0 bis 100 % der Nennleistung geregelt werden. Das abgebildete Gerät kann direkt an einem aktiven Feuchtefühler (Messwertübertragung 4 bis 20 mA) angeschlossen werden. In Abhängigkeit der Differenz zwischen eingestelltem Sollwert und Istwert wird der Stromfluss proportional geregelt. Ist der Feuchtesollwert erreicht, sperrt die Pulspaketregelung den Stromfluss, sodass kein Strom durch die Heizstäbe fließen kann. Nach Unterschreiten des eingestellten Feuchtesollwertes wird wieder Strom zu den Heizstäben freigegeben. Bedingt durch die integrierte PID-Regelung ist eine optimale Anpassung der Feuchteregelelung an alle Anlagenverhältnisse möglich.



Bild 3: Heizstabbefeuchter (Bild:KAUT/DRI STEEM)

Der abgebildete Heizstabbefeuchter (Bild 3) zeichnet sich besonders durch seine gute Reinigungsmöglichkeit aus. Wie auch bei den Elektroden-Dampfluftbefeuchtern muss während des Betriebes eine Dekonzentration des

Wassers in der Dampferzeugerkammer stattfinden. Die Entsalzung erfolgt bei diesem Gerät an der Oberfläche des Wassers (Skimmer) und an der tiefsten Stelle der Befeuchterkammer. Die Entsalzung kann in Abhängigkeit der verdampften Wassermenge oder auch zeitabhängig gewählt werden. Hierdurch reduziert sich die Wartung auf ein Minimum.

Oftmals werden diese Geräte in Prüfkammern und Laboranlagen integriert. Auch für diese Heizstabbefeuchter stehen entsprechend den Anlagenverhältnissen Standarddampfverteilerrohre oder Dampfverteilsysteme (ULTRA-SORB) für sehr kurze Befeuchtungsstrecken zur Verfügung. Der Dampfleistungsbereich dieser Geräte erstreckt sich von 2,7 bis 46,2 kg/h. Für die Verdampfung eignen sich Trinkwasser, enthärtetes Wasser und vollentmineralisiertes Wasser.

Gasdampfbefeuchter

Gasdampfbefeuchter GTS (Bild 4) werden dort eingesetzt, wo zu wenig elektrische Energie für Elektrodenbefeuchter zur Verfügung steht. Diese Geräte stehen zur Verfügung für Erdgas H, Erdgas L und Flüssiggas. Der Dampfleistung entsprechend sind diese Geräte mit 1 bis 4 atmosphärischen Brennern, die stufenlos geregelt werden können, ausgerüstet. Auch diese Geräte können mit integrierter PID- Feuchteregelung geliefert werden.



Bild 4: Gasdampfbefeuchter GTS
(Bild:KAUT/DRI-STEEM)

Es besteht aber auch die Möglichkeit, die Geräte mit einem externen Signal, z.B. 0 bis 10 V DC, zu regeln. Voraussetzung für einen einwandfreien Betrieb ist, dass das zugeführte Wasser mindestens enthärtet werden muss. Der Betrieb mit vollentmineralisiertem Wasser ist ebenso möglich.

Gebaut werden diese Geräte in einem Leistungsbereich von 30 bis 272 kg/h. Ist diese Dampfleistung nicht ausreichend, ist ein Betrieb im Master- Slave- Verbund möglich. Wie auch bei den vorgenannten elektrischen Dampfverteilsystemen können auch hier die entsprechenden Dampfverteilsysteme (z.B. ULTRA- SORB) angeschlossen werden.

Dampf/Heißwasser/ Thermoöl-Dampferzeuger



Bild 5: Dampferzeuger STS
(Bild:KAUT/DRI STEEM)

In vielen Industriebetrieben steht Betriebsdampf für die unterschiedlichsten Fertigungsprozesse zur Verfügung. Für die Dampfverteilsysteme ist dieser Dampf in den meisten Fällen nicht einsetzbar. Vielfach werden dem Kesselspeisewasser Chemikalien zur Korrosionsverhinderung des Dampfleitungsnetzes hinzugefügt. Grundsätzlich muss der Dampf für die Dampfverteilsysteme einer Qualität nach VDI 3803 entsprechen.

Mit dem gezeigten Gerät in Bild 5 ist es jedoch möglich, verunreinigten Dampf für die Dampfverteilsysteme indirekt zu nutzen. Der Dampferzeuger STS (STEAM to STEAM) arbeitet nach dem Prinzip des Dampfumformers. Das heißt, der verunreinigte Dampf wird in den Primärkreislauf eingespeist, während die Sekundärseite, bzw. die Dampferzeugerkammer mit Trinkwasser, enthärtetem Wasser oder vollentmineralisiertem Wasser gespeist wird.

Aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen Primärdampf (z. B. 130°C) und dem kalten Speisewasser erfolgt eine Erwärmung des Wassers bis 100°C mit anschließender Verdampfung. Entsprechend der Primärdampfdrücke können die Wärmetauscher in Kupfer vernickelt oder in Edelstahl ausgeführt werden. Die Feuchteregelung erfolgt mittels Proportionaldampfregelventile, die im Primärkreislauf integriert sind. Das im Wärmetauscher entstehende Kondensat wird über einen Kondensatableiter abgeführt. Der Dampfleistungsbereich erstreckt sich von 30 bis ca. 800 kg/h in Abhängigkeit von der Primärdampf-temperatur.

Alternativ zu verunreinigtem Dampf wird auch vielfach Pumpenheißwasser oder Thermoöl (LTS, LIQUID to STEAM) als Primärenergie genutzt. Auch die vorgenannten Wärmetauscher (STS und LTS) werden zur Dampfverteilung im Zuluftkanal mit Dampfverteilerrohren oder Spezialdampfverteilsystemen geliefert.

Dampfverteilsystem für ultrakurze Befeuchtungsstrecken

Besonders bewährt hat sich das Dampfverteilsystem ULTRA- SORB (Bild 6). 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 Dampfmengen, niedrigen Zulufttemperaturen und kurzen Befeuchterstrecken wird ein System mit vielen Rohren ausgewählt. Die kürzeste Distanz zwischen den Rohren beträgt 3". Durch die relativ große Anzahl von Dampfverteilerrohren sind entsprechend viele Dampfdüsen eingebaut, die den Luftstrom gleichmäßig mit Dampf beaufschlagen. 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 ULTRA- SORB wird auch in Verbindung mit Dampfregelventilen an Dampfkesseln angeschlossen.



*Bild 6: Dampfverteilsystem ULTRA-SORB
(Bild: KAUT/DRI STEEM)*