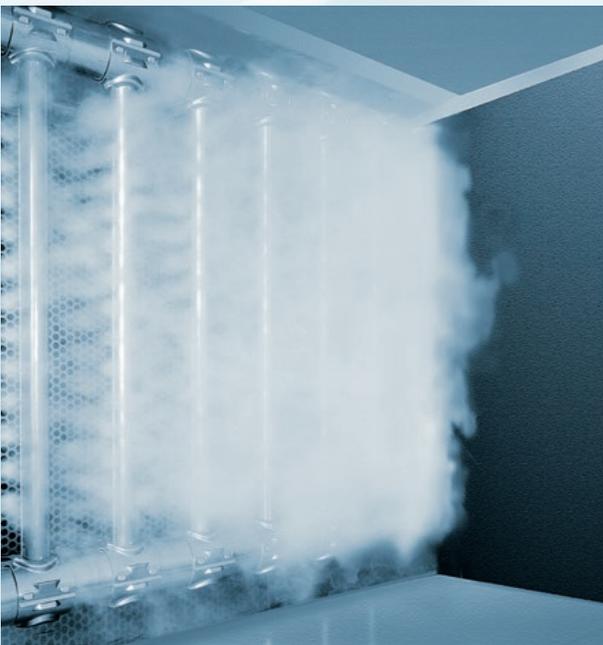




Status Report | 8

Fragen und Antworten zur Raumluftfeuchte



Inhaltsverzeichnis

1.	Grundlagen – Was ist Luftfeuchtigkeit?	4
2.	Wie empfindet der Mensch die Luftfeuchte?.....	4
2.1.	Wie gibt der Mensch die überflüssige Wärme ab?	5
3.	Bei welchen Feuchtwerten fühlt sich der Mensch am wohlsten?	6
4.	Wodurch wird die Raumlufffeuchte in Gebäuden beeinflusst?	6
5.	Welche gesundheitlichen Probleme kann es im Zusammenhang mit der Raumlufffeuchte geben?	7
6.	Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Raumlufffeuchte und der Übertragung von Influenza-Viren?	8
7.	Wann ist eine Befeuchtung notwendig?	9
8.	Welche Befeuchterarten werden für Wohnhäuser angeboten?.....	9
9.	Welche Befeuchtungssysteme werden in RLT-Anlagen eingebaut?	9
9.1.	Hochdruckzerstäuber / Hybridbefeuchter	11
9.2.	Dampfluffbefeuchter	12
9.3.	Ultraschallbefeuchter	13
9.4.	Umluffspühbefeuchter bzw. Luftwäscher	14
9.5.	Adiabate Waben-Luffbefeuchter	14
10.	Was sind indirekte und direkte Luffbefeuchtung?.....	15
11.	Was ist bei der Hygiene von Befeuchtungsggeräten zu beachten?.....	16
12.	Wie hoch ist der Energieverbrauch für die Befeuchtung?	17
13.	Was sagen Normen zur Raumlufffeuchte?	17
14.	In welchen Monaten besteht in typischen RLT-Anlagen ein Befeuchtungsbedarf?	18
15.	Literaturverzeichnis.....	19
Beispiele aus der Praxis		
	Adiabate Kühlung und gute Luff im Fitnesscenter	20
	Optimale Lufffeuchte für die Elbphilharmonie	21
	Direkt-Raumluffbefeuchtung zur richtigen Zeit.....	22
	Isotherme Direktraum Befeuchtung in der wineBANK Hamburg	23
	Hochdruck Hybridbefeuchtung bei Porsche in Salzburg.....	24
	Ideales Raumklima für reibungslose Druckprozesse durch Ultraschallbefeuchter	25
	Adiabate Kühlung und optimale Lufffeuchtigkeit in der Mühle	26

1. Grundlagen – Was ist Luftfeuchtigkeit?

Die Luftfeuchtigkeit spielt nicht nur beim Wetter eine entscheidende Rolle, sondern auch in Bezug auf unser Wohlbefinden im Innenraum. Zudem beeinflusst sie unsere Gesundheit. Die Luftfeuchtigkeit beschreibt die Menge an gasförmigem Wasser (Wasserdampf) in der uns umgebenden Luft, also keine Regentropfen, Eis oder Nebel. Der Wasserdampf in der Luft ist lebenswichtig. Ohne die Luft, die wir Tag und Nacht einatmen, wäre ein Leben undenkbar. Dennoch wird diesem Aspekt zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt, da unser Körper auf Temperatur und Windgeschwindigkeit viel empfindlicher reagiert.

Aufgrund physikalischer Eigenschaft kann kalte Luft weniger Wasserdampf aufnehmen als warme Luft (Abbildung 1). Das Verhältnis zwischen Luftvolumen und dem darin enthaltenen Wasserdampf bezeichnet man als „relative Feuchte in %“. Es hängt von der Temperatur und zu einem geringeren Teil vom Luftdruck ab, wieviel Wasserdampf die Luft maximal aufnehmen kann.

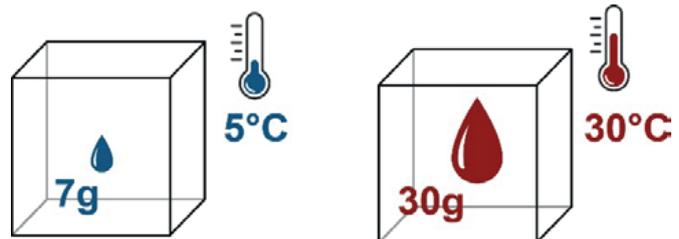


Abbildung 1: Bei kühler Luft ist die Sättigungsmenge kleiner, deshalb kann sie weniger Wasserdampf aufnehmen als warme Luft

Kondensation kennen wir alle von beschlagenen Scheiben oder Brillengläsern im Winter, wenn es draußen kalt ist, oder vom Glas mit eiskaltem Getränk im Sommer. Auch über den Kühltürmen von Kraftwerken, über dem Topf mit kochendem Wasser und in Form von Wolken wird der Wasserdampf sichtbar, den die Luft enthält und der uns immer umgibt.

2. Wie empfindet der Mensch die Luftfeuchte?

Der Mensch besitzt kein eigentliches Sinnesorgan, um die relative Feuchte direkt zu empfinden. Stattdessen ist er auf sekundäre Wahrnehmungen angewiesen, beispielsweise trockene Schleimhäute, Wärme oder Kälte und weitere Aspekte der Thermoregulation, wie Schwitzen und Schwüleempfinden.

Ein gutes Beispiel für das Empfinden von Feuchtigkeit ist der Besuch in einem botanischen Garten. Wenn die Luftfeuchtigkeit im Gewächshaus viel höher ist als außerhalb, empfindet man die Temperatur darin als wesentlich wärmer, oft auch als unangenehm, selbst wenn außen und innen ungefähr die gleiche Temperatur herrscht (Abbildung 2).

Ein weiteres Beispiel ist der Unterschied zwischen einer finnischen Sauna und einem Dampfbad. In der finnischen Sauna lassen sich aufgrund der niedrigen Feuchte ohne Probleme Temperaturen über 90 °C aushalten. In einem Dampfbad bei 100 % relativer Feuchte wäre das nicht zu ertragen, es wäre sogar gefährlich.

Der Mensch reguliert seinen Wärmehaushalt zu einem großen Teil über Verdunstung und diese wiederum wird direkt durch die relative Luftfeuchte beeinflusst. Der Grund hierfür ist ganz einfach: Die trockene warme Luft nimmt den Schweiß einfacher auf, sodass die Feuchtigkeit auf der Haut recht schnell verdunsten kann. Bei sehr

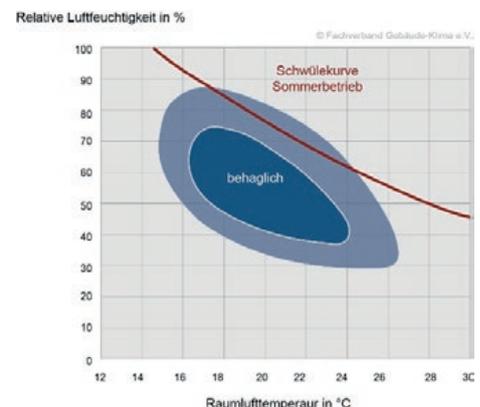


Abbildung 2: Die Schwülegrenze sinkt bei steigenden Temperaturen

feuchter Luft wird hingegen die Verdunstung verlangsamt, da die Luft schon mit Wasserdampf gesättigt ist. Wenn die Temperatur der Luft gleich hoch ist wie die Temperatur der Hautoberfläche (ca. 30 bis 35 °C, je nach Kleidung) oder sogar höher, kann die Thermoregulation fast nur noch über das Schwitzen erfolgen.

2.1. Wie gibt der Mensch die überflüssige Wärme ab?

Der menschliche Körper muss seine Kerntemperatur konstant zwischen 36 und 37 °C halten. Analog jeder Maschine wird auch beim Menschen mit dem Stoffwechsel und der Bewegung Wärme frei, die bei höheren Außentemperaturen nicht gebraucht wird, sondern an die Umgebung abgegeben werden muss. Beim Menschen gibt es drei Mechanismen für den Wärmeübergang (Abbildung 3):

- Konvektion, also den Temperaturunterschied zwischen der umgebenden Luft und der Hauttemperatur.
- Strahlungsaustausch mit der Umgebung.
- Verdunstung von Wasser auf der Haut oder in den Atmungsorganen.

Mit steigender Temperatur funktioniert die Wärmeabfuhr über Strahlung und Konvektion immer weniger, bei 35 bis 36 °C kommt diese zum Erliegen und darüber wird auch noch Wärme auf den Körper übertragen. Es bleibt nur die Verdunstung, um diese Wärme loszuwerden und deshalb steigt der Wasserbedarf des Körpers sprunghaft an. Da die Verdunstung bei niedriger Luftfeuchtigkeit besser funktioniert, bzw. bei höherer Luftfeuchtigkeit schlechter, ist es vorteilhaft, wenn im heißen Sommer die Feuchtigkeit niedriger ist (Wärmeabgabe) und im Winter die Feuchtigkeit höher (Wärmeverluste durch Verdunstung sind geringer).

Im Bereich von 20 bis 26 °C Raumtemperatur kann man näherungsweise sagen, dass die Raumtemperatur um 0,5 K pro 10 % höherer Feuchtigkeit höher empfunden wird.

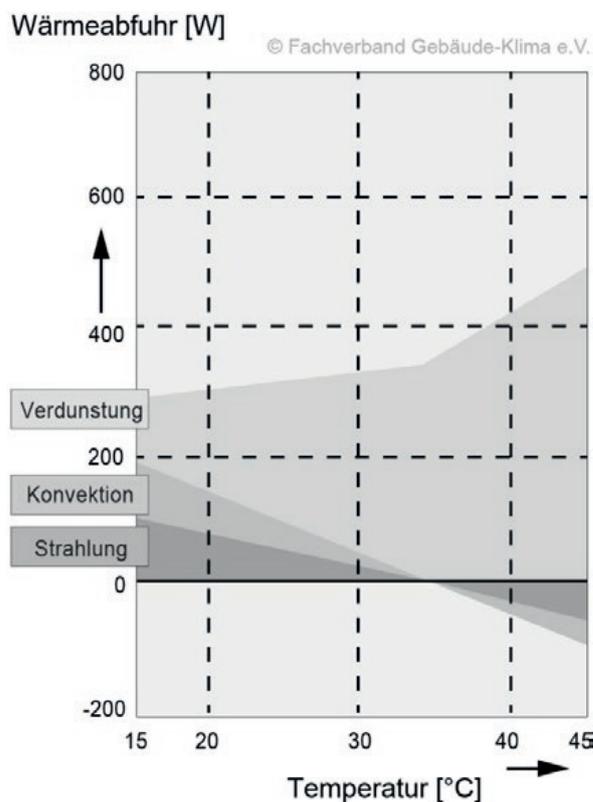


Abbildung 3: Wärmeabfuhr des Menschen in Abhängigkeit von der Temperatur

3. Bei welchen Feuchtwerten fühlt sich der Mensch am wohlsten?

Untersuchungen haben gezeigt, dass sich mittel- und nordeuropäische Menschen im Winter bei Raumtemperaturen zwischen 21 und 22 °C bei einer Raumluftfeuchte von 40 bis 50 % am wohlsten fühlen. Eine relative Luftfeuchte von mindestens 40 % ist eine der sechs Säulen für ein gutes Raumklima (Abbildung 4). Vor allem an kalten Wintertagen lässt sich diese Raumluftfeuchte bei normalem Lüftungsverhalten ohne aktive Befeuchtung nicht sicherstellen.

Zu trockene Raumluft beeinträchtigt nicht nur die Behaglichkeit, sie kann sich auch negativ auf unsere Gesundheit auswirken und die Staubentwicklung begünstigen (s. auch Abschnitt 5).

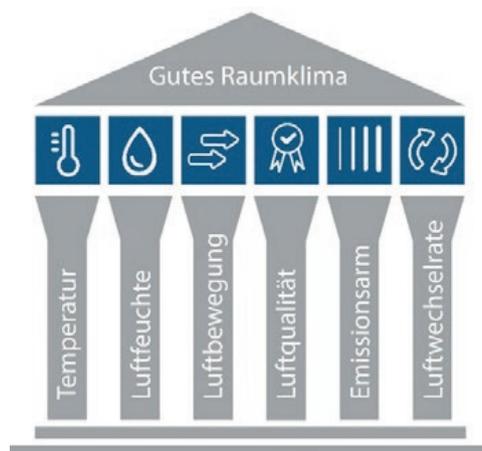


Abbildung 4: Gutes Raumklima

4. Wodurch wird die Raumluftfeuchte in Gebäuden beeinflusst?

Der Mensch setzt je nach Aktivität zwischen 50 und 200 g Wasser pro Stunde als Feuchtigkeit frei. Beim Kochen, Waschen und Duschen können sogar bis zu 1.500 g Wasser pro Stunde die Luftfeuchtigkeit im Raum erhöhen. Das Problem dabei ist: Der Wassereintrag in die Raumluft erfolgt in Abhängigkeit von der Nutzung, also weder räumlich noch zeitlich gleichmäßig (Abbildung 5). Beispielsweise fällt beim Duschen und beim Kochen in Bad und Küche viel Feuchtigkeit an, die durch Lüften abgeführt werden muss. Gleichzeitig kann in anderen Räumen wie Flur und Wohnzimmer eine zu geringe Luftfeuchte herrschen.



Abbildung 5: Ungeregelte Lüftung verstärkt das Problem zu trockener Raumluft im Winter

Einen wesentlichen Einfluss auf die Raumluftfeuchtigkeit hat vor allem im Winter das Lüftungsverhalten. Die Außenluft kann bei niedrigen Temperaturen nur sehr wenig Wasserdampf aufnehmen. Kommt sie in einen warmen Raum, sinkt die relative Luftfeuchtigkeit. Je höher die Temperatur im Raum ist, umso stärker wirkt sich das aus. Erwärmt sich die Luft von beispielsweise 0 auf 22 °C, beträgt die relative Feuchte dieser erwärmten Luft nur noch ca. 20 %. Das heißt, dass im Winter durch das Lüften die Raumluftfeuchte sinkt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Raumluftfeuchte im Wesentlichen von Nutzungsgewohnheiten, zum Beispiel Duschen und Kochen sowie vom Lüftungsverhalten abhängt. Ungeregelte Lüftung vergrößert das Problem zu trockener Luft im Winter. Arbeitsmaterialien wie Papier, Cellulose etc. und die Einrichtung (Teppiche etc.) können die Schwankungen der Raumluftfeuchte dämpfen. Einen eher geringen Einfluss haben Pflanzen, Aquarien und Zimmerbrunnen. Da es in Büros und Kaufhäusern keine Feuchtigkeitseinträge durch Duschen und Kochen gibt, ist hier die Luftfeuchtigkeit noch geringer als in Wohngebäuden. Weil die Personendichte viel höher ist, sind zudem wesentlich höhere Luftwechselraten notwendig. Dadurch ergibt sich vor allem im Winter ein ungleich höherer Befeuchtungsbedarf.

5. Welche gesundheitlichen Probleme kann es im Zusammenhang mit der Raumlufffeuchte geben?

Für eine gute Raumluffqualität ist eine hohe Luftwechselrate unverzichtbar. Vor allem in Räumen, in denen sich mehrere Personen längere Zeit aufhalten, ist effizientes Lüften ein wesentlicher Baustein zur Verringerung einer möglichen Virenlast und damit des Risikos einer Infektionsübertragung. Aber auch ohne Pandemie ist der Außenluftwechsel notwendig, um eine hohe Raumluffqualität zu erreichen.

Bei niedrigen Außentemperaturen sinkt durch das Lüften die Raumlufffeuchtigkeit. Ist die Luftfeuchtigkeit zu niedrig, kann durch das Austrocknen der Schleimhäute die Selbstreinigungswirkung der Atemwege beeinträchtigt werden. Die Schleimhäute können dann nicht mehr so effizient Schmutz und Keime aus der Atemluft filtern. Dadurch verbleiben infektiöse Keime länger im Atemtrakt. Finden die Erreger dort günstige Wachstumsbedingungen vor, können typische Atemwegserkrankungen wie Husten, Schnupfen, Nebenhöhlenentzündungen und Bronchitis entstehen.

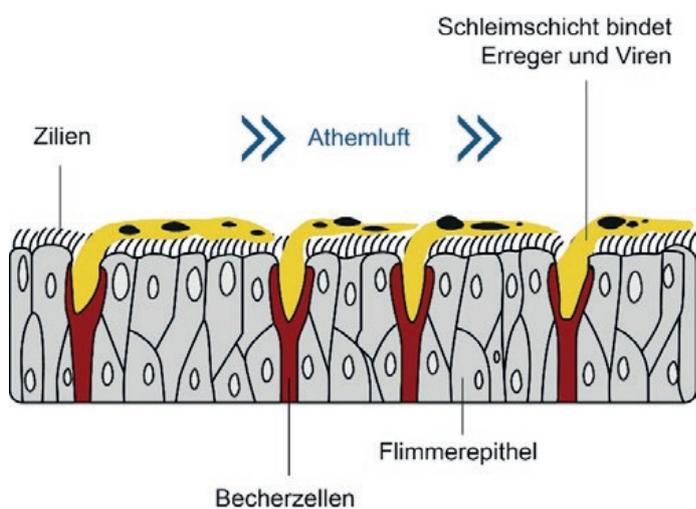


Abbildung 6: Aufbau der Atemwegsschleimhaut

Hintergrund: Die äußerste Zellschicht der Atemwegsschleimhaut wird von einem so genannten Flimmerepithel gebildet (Abbildung 6). Die Zellen dieser Schicht tragen auf ihrer Oberfläche feine Härchen (Zilien), die zusammen mit dem auf ihnen liegenden Schleim dafür sorgen, dass Fremdpartikel gebunden und abtransportiert werden. Dabei werden die eingeatmeten Fremdstoffe durch eine wellenförmige Bewegung der Flimmerhärchen in Richtung Mund bewegt und somit aus den Atemwegen befördert. Wird längere Zeit Luft mit niedriger Feuchtigkeit eingeatmet, kommt es zu Austrocknungserscheinungen, die die Flimmerepithelien in ihrer Funktion beeinträchtigen. Außerdem wird der Schleim eingedickt und bleibt als klebrige Masse an den Schleimhäuten haften. Bakterien finden dann ein günstiges Milieu für ihre Vermehrung vor. Das Trockenheitsgefühl auf den Schleimhäuten wird durch Staub in der Raumluff weiter verstärkt. Die Staubbelastung der Raumluff ist ebenfalls feuchteabhängig und nimmt bei niedriger Luftfeuchte zu.

Viele Ärzte sehen deshalb einen Zusammenhang zwischen Atemwegserkrankungen und der Raumlufffeuchte. Welche Raumlufffeuchte als angenehm empfunden wird, ist individuell verschieden. Personen, die unter allergischen Reaktionen und Asthmaanfällen leiden, bevorzugen beispielsweise Raumlufffeuchten zwischen 40 und 60 % (Abbildung 7).

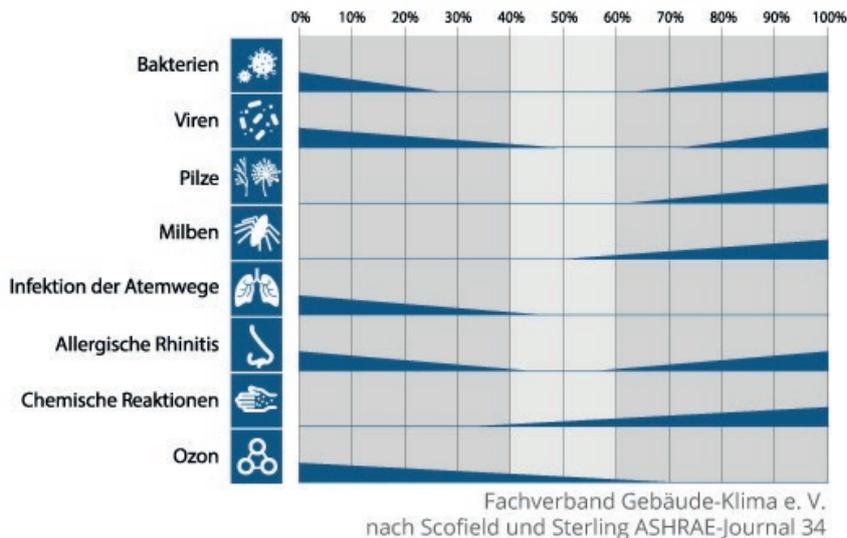


Abbildung 7: Das Scofield Sterling Diagramm zeigt, dass eine Raumlufffeuchte zwischen 40 und 60 % in einem für die Gesundheit günstigen Bereich liegt

Das Ergebnis einer umfangreichen Literaturstudie [1] zum Einfluss der Luftfeuchte auf die Gesundheit des Menschen ist ebenfalls die Erkenntnis, dass zu trockene Luft sowohl die Atemwege als auch Augen und Haut beeinträchtigen kann.

6. Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Raumlufffeuchte und der Übertragung von Influenza-Viren?

Dass sich Influenza-Viren – auch Grippe-Viren genannt – auf verschiedenen Wegen ausbreiten und damit zu einer Ansteckung bei anderen Personen führen können, ist schon lange bekannt und unumstritten. Neben dem direkten körperlichen Kontakt zu einer bereits infizierten Person zählen zu den Infektionswegen die indirekte Übertragung über Gegenstände wie kontaminierte Türklinken und die Übertragung durch Aerosole, die infizierte Personen beim Niesen oder Husten abgeben. Bei den Erklärungen für die statistische Häufung der Influenzaerkrankungen in den Wintermonaten gibt es verschiedene Theorien und damit eine gewisse Uneinigkeit. Eine Studie aus dem Jahr 2013 [1] ist der Frage nachgegangen, ob die Luftfeuchte mit der Ansteckungshäufigkeit in Zusammenhang steht. Eine neue Auswertung [2] früherer Untersuchungen hat ergeben, dass Überlebensrate und Übertragungseffizienz von Influenza-Viren bei niedriger Luftfeuchte am höchsten sind. Sowohl in Innenräumen wie im Außenbereich ist im Winter die Luftfeuchtigkeit niedrig – je tiefer die Außentemperaturen sinken, um so weiter sinkt die absolute Luftfeuchte. Im Sommer ist dagegen zwar die relative Luftfeuchte niedrig, die Absolute aber höher als in den Wintermonaten. Das könnte erklären, warum die Influenza im Winter vergleichsweise massiv auftritt. Luftbefeuchtungseinrichtungen sorgen auch im Winter für eine angenehme Raumlufffeuchtigkeit und können damit laut dieser Studie die Ansteckungsgefahr verringern.

7. Wann ist eine Befeuchtung notwendig?

Eine Befeuchtung sollte grundsätzlich in allen Bereichen vorgesehen werden, in denen intensive Lüftung notwendig ist, beispielsweise in Büros, Einkaufszentren, Versammlungsräumen und Gaststätten.

Im Wohnbereich kann man mit einem handelsüblichen Hygrometer (Abbildung 8) die Raumlufftfeuchte ermitteln. Treten dabei Werte unter 35 bis 40 % auf, ist eine Befeuchtung empfehlenswert. Vor allem während der kalten Wintermonate, wenn die Temperaturen unter den Gefrierpunkt fallen, ist die Raumlufftfeuchte auch im Wohnbereich häufig zu niedrig.



Abbildung 8: Zeigt das Hygrometer eine Raumlufftfeuchte unter 35 bis 40 %, empfiehlt sich eine Luftbefeuchtung.

8. Welche Befeuchterarten werden für Wohnhäuser angeboten?

Für Wohngebäude werden unterschiedliche Befeuchtungssysteme angeboten:

- Dampfbefeuchter
- Verdunster und
- Ultraschallbefeuchter

Diese Geräte müssen mittels Hygrostat oder Fühler regelbar sein, sodass eine zu niedrige oder zu hohe Raumlufftfeuchte vermieden wird. Wichtig sind die regelmäßige Wartung und Reinigung der Geräte nach den Herstellervorgaben. Aufgrund der hohen Temperaturen lassen sich Dampfbefeuchter in Sachen Hygiene meist einfach handhaben.

Von sogenannten „alternativen Luftbefeuchtungssystemen“ ist abzuraten. Heizkörperverdunster, Zimmerspringbrunnen, Zimmerpflanzen oder das Wäschetrocknen im Wohnbereich können moderne Luftbefeuchtungssysteme nicht ersetzen, denn sie geben entweder zu viel oder zu wenig Feuchtigkeit ab (Pflanzen und Springbrunnen) oder sie setzen zum falschen Zeitpunkt zu viel Feuchtigkeit frei (Wäschetrocknen) oder sie verursachen hygienisch mangelhafte Zustände (Heizkörperverdunster).

9. Welche Befeuchtungssysteme werden in RLT-Anlagen eingebaut?

Auch für den Einsatz von Luftbefeuchtern in Raumluffttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) stehen unterschiedliche Befeuchtungssysteme zur Verfügung. In Abbildung 9 ist eine Übersicht über die verschiedenen Befeuchter dargestellt. Gesichtspunkte bei der Auswahl sind die hygienische Betriebsweise, Wartungskosten, Energiekosten und die Befeuchtungsstrecke. Noch vor einigen Jahren waren Umlaufsprühbefeuchter (Luftwäscher) die häufigste Bauart. Der Markt hat sich jedoch deutlich gewandelt. Die Hygienevorgaben für RLT-Geräte führten weg vom Umlaufwasserprinzip mit all seinen wartungstechnischen Notwendigkeiten hin zu Systemen mit Frischwasser.

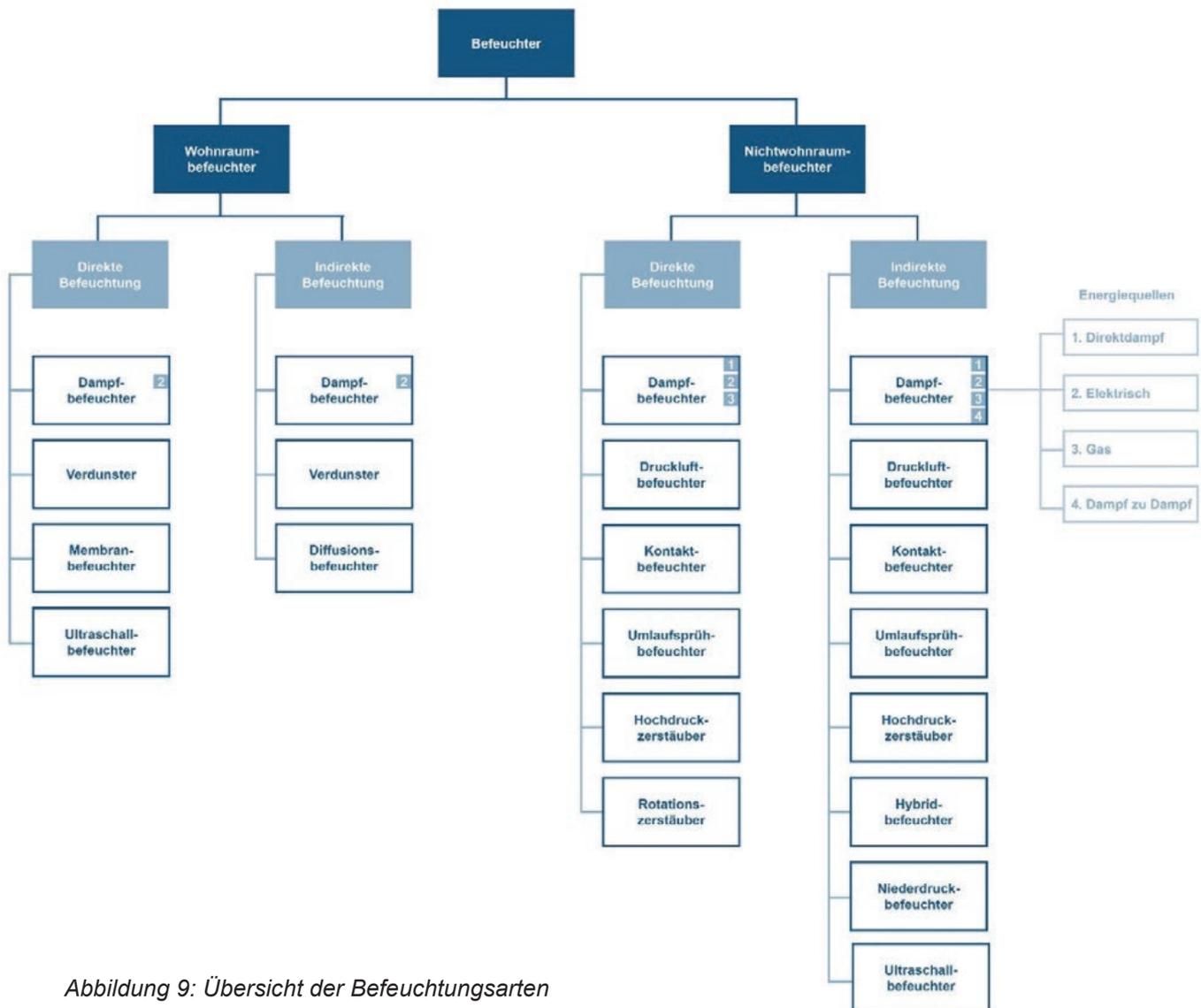


Abbildung 9: Übersicht der Befeuchtungsarten

In RLT-Geräten mit kleinen Luftvolumenströmen genügen kurze Befeuchtungsstrecken. Hier werden wegen der geringeren Investitionskosten häufig Dampfbefeuchter oder Ultraschallbefeuchter eingesetzt. Sie lassen sich je nach Ausführung mit Trinkwasser oder mit Wasser aus der Umkehrosmose betreiben. In den hygienisch sensiblen Bereichen im Krankenhaus in OP-Räumen werden nach DIN 1946-4 (Lüftungstechnik im Krankenhaus) ausschließlich Dampfbefeuchter zugelassen.

Ab einem mittleren Luftvolumenstrom fällt der Strombedarf stärker ins Gewicht als die Investitionskosten, sodass meist Hybrid- bzw. Hochdruckbefeuchter oder Ultraschallbefeuchter eingesetzt werden. Sie vereinen eine hygienische Betriebsweise, geringe Wartungskosten und gute Regelbarkeit mit einem deutlich geringeren Strombedarf als Dampfbefeuchter. Anstatt wie beim Dampfbefeuchter Wasser auf 100 °C zu erhitzen und zu verdampfen, vernebeln sie das Wasser. Hybrid- bzw. Hochdruckbefeuchter arbeiten dabei mit hohem Wasserdruck und Ultraschallbefeuchter nach dem Prinzip der Ultraschallvernebelung mit Schwingelementen. Dampfbefeuchter arbeiten im Luftstrom isotherm, das heißt, sie verändern die Lufttemperatur nicht. Hybrid-, Hochdruck- und Ultraschallbefeuchter sind adiabate Systeme. Dies bedeutet, dass die Lufttemperatur beim Befeuchten der Luft sinkt. Im Winter kann die Heizung dies ausgleichen oder – als energieeffiziente Variante – preiswerte Wärme aus der Wärmerückgewinnung genutzt werden. Im Sommer kann bei passenden Außenluftzuständen (nicht bei schwülheißen Wetterlagen) durch diese Verdunstungskühlung ein Teil der Kälteenergie eingespart werden.

Umlaufsprühbefeuchter werden heute noch dort eingesetzt, wo große Luftmengen befeuchtet werden müssen (z. B. in der Lackier-, Papier- und Textilindustrie) und die Stoffbelastung der Luft hoch ist. Der Wartungsaufwand hängt sehr stark von der Wasser- und Luftqualität ab. Früher wurden Umlaufsprühbefeuchter nach dem Prinzip der Taupunktregelung gefahren. Dabei wird nach der Vorerhitzung bis auf die Sättigungslinie befeuchtet und anschließend per Nacherhitzer der gewünschte Betriebspunkt erreicht. Diese Regelungsart ist schon seit der Energieeinsparverordnung von 2007 nicht mehr zulässig. Energieeffiziente Anlagen arbeiten mit Spritzwasserregelung über geregelte Pumpen und ähneln in der Regelung den Hybrid- und Hochdruckbefeuchtern.

Eine gewisse Sonderstellung nimmt der ebenfalls im Umlaufprinzip arbeitende Kontaktbefeuchter ein. Hier rieselt Wasser über einen Füllkörper und verdunstet an dessen Oberfläche (ähnlich den Kühltürmen). Das System ist schlechter regelbar und wird hauptsächlich in der Abluftkühlung (indirekte Verdunstungskühlung) eingesetzt. Hybrid-, Hochdruck- und Ultraschallbefeuchter verwenden in der Regel Wasser aus einer Umkehrosmose, Umlaufsprühbefeuchter je nach Wasserqualität und Anforderung enthärtetes oder auch noch zusätzlich Umkehrosmose-Wasser.

9.1. Hochdruckzerstäuber / Hybridbefeuchter

Hochdruckbefeuchter zerstäuben das Befeuchterwasser mit hohem Druck von bis zu ca. 130 bar. Das in feinsten Düsen zerstäubte Wasser wird mit dem Zuluftstrom der RLТ-Anlage vermischt. Größere Tröpfchen werden am Ende der Geräteeinheit am Tropfenabscheider abgeschieden. Zur Nachspeisung ist Umkehrosmose-Wasser erforderlich.

Der Begriff „hybrid“ wird im Zusammenhang mit Luftbefeuchtern entweder für die Wirkungsweise oder für den Anwendungsbereich verwendet. In einem Hybrid-Luftbefeuchter wird das Befeuchtungswasser mittels Düsen in Luftrichtung zerstäubt. Die Verdunstung findet teilweise im Luftstrom selbst und anschließend am Nachverdunster statt. Dieses Befeuchtungssystem zeichnet sich also durch die Kombination zweier Befeuchtungstechniken, der Zerstäubung und Verdunstung aus.

Hybride Anwendungen stellen beispielsweise Befeuchtungssysteme dar, die als Zuluftbefeuchter oder auch als Abluftbefeuchter (z. B. für indirekte Verdunstungskühlung) eingesetzt werden können, oder auch Systeme, die mit einer Bauart eine Kanalbefuchtung sowie eine Direktbefuchtung ermöglichen.



Abbildung 10: Pumpengruppe



Abbildung 11: Hybridluftbefeuchter kombinieren Zerstäuber und Verdunster



Abbildung 12: Hochdruck-Pumpenstation mit Motor, Kolbenpumpe, Filter und Steuerung



Abbildung 13: Hochdruckbefeuchter mit Verwirbelung

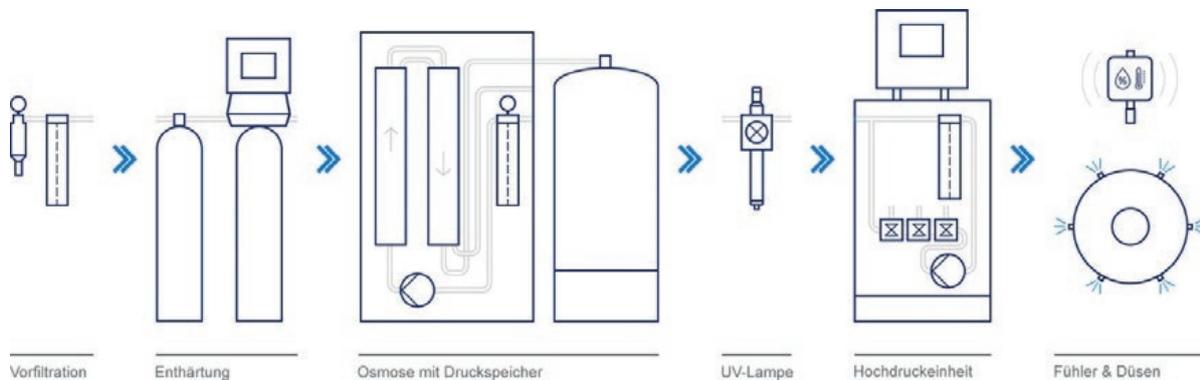


Abbildung 14: Schematische Darstellung der Hochdruckbefeuchtung

9.2. Dampfluftbefeuchter

Dampfluftbefeuchter erfüllen sehr hohe hygienische Anforderungen. Im Gegensatz zu allen anderen Systemen wird Trinkwasser, enthärtetes oder Umkehrosmose-Wasser auf mindestens 100 °C erhitzt und somit keimfrei verdampft.

Unterschieden werden zwei Typen:

- Eigendampferzeuger, elektrisch oder mit Gas betrieben
- Fremddampferzeuger zum Anschluss an einen vorhandenen Dampfkessel mit Dampfverteilerrohren, Regelventilen, Schmutzfängern und Kondensatableitern

Elektrodendampfbefeuchter:

In einem Dampfzylinder mit Tauchelektroden wird das Wasser im Inneren des Dampfzylinders mittels Wechselspannung, die einen Stromfluss zwischen gegenüberstehenden Elektroden erzeugt, bis zum Siedepunkt erhitzt. Die Höhe des benötigten Stroms hängt dabei von der Beschaffenheit des Trinkwassers ab.

Widerstandsdampfbefeuchter:

Das Wasser wird durch elektrische Heizwiderstände auf 100 °C erhitzt – wie bei einem Tauchsieder. Das Trinkwasser muss hierbei keine spezifischen Anforderungen erfüllen, da kein Strom durch das Wasser fließt. Nur die Wasserhärte sollte zur Vermeidung von übermäßigen Kalkablagerungen nicht zu hoch sein.

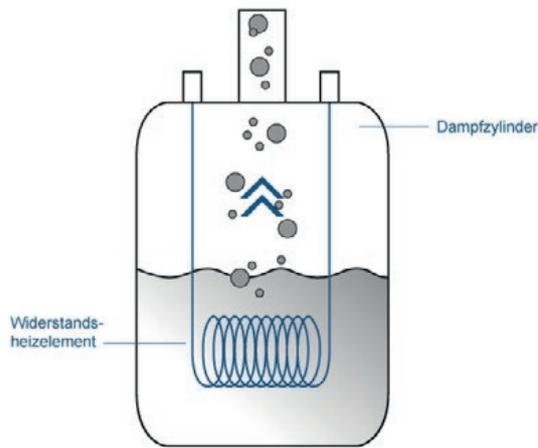


Abbildung 15: Funktionsprinzip Elektrodendampfbefeuchter

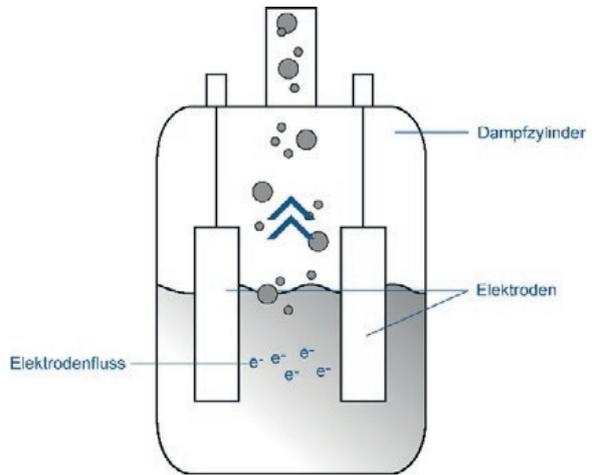


Abbildung 16: Funktionsprinzip Widerstandsdampfbefeuchter



Abbildung 17: Fremddampfbefeuchter mit Dampftrockner, Regelventil, Stellantrieb und Dampfpflanze

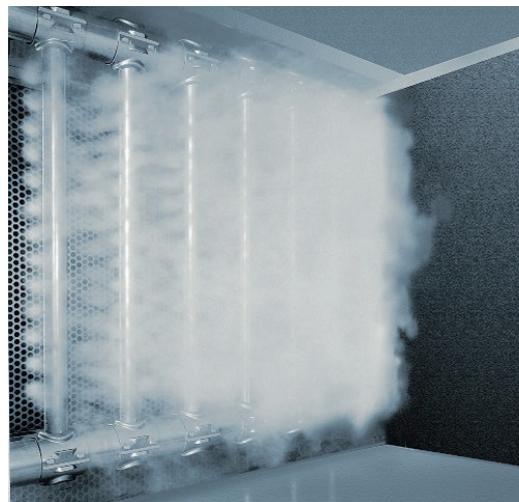


Abbildung 18: Mehrfachdampfverteilsystem

9.3. Ultraschallbefeuchter

Beim Ultraschallbefeuchter erzeugen piezokeramische Wandler am Boden der Wasserwanne des Befeuchters Ultraschall-Schwingungen. Durch die hochfrequenten Schwingungen entstehen Aerosole, die mit der Luftströmung im Befeuchter ausgetragen werden und sich sehr schnell mit der Umgebungsluft mischen. Zur Nachspeisung ist salzarmes Wasser (vollentsalzt / aus einer Umkehrosmose-Anlage) erforderlich.

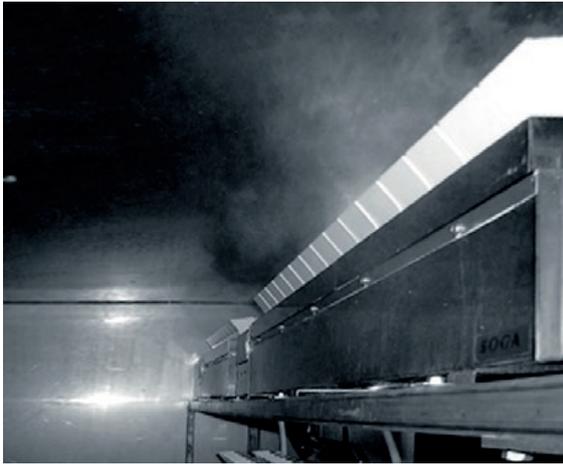


Abbildung 19: Kanaleinbau-Ultraschallbefeuchter



Abbildung 20: Funktionsprinzip Ultraschallvernebelung, Umlaufsprühbefeuchter bzw. Luftwäscher

9.4. Umluftsprühbefeuchter bzw. Luftwäscher

Umlaufsprühbefeuchter bzw. Luftwäscher sind Kammern innerhalb von Raumluftechnischen Anlagen. In diesen Kammern wird im Luftstrom Wasser aus Düsen versprüht und an Tropfenabscheidern teilweise wieder abgeschieden. Umlaufsprühbefeuchter können auch eine regelrechte Waschfunktion übernehmen und Belastungen der Atmosphäre oder aus dem Produktionsprozess zurückhalten. Insbesondere das Auswaschen organischer Stoffe macht den Umlaufsprühbefeuchter sehr anfällig für Keimbildung. Entsprechende Maßnahmen zur Wasseraufbereitung und Wasserbehandlung (UV-Entkeimung und/oder Desinfektionsmittel-Dosierung) sind erforderlich.

9.5. Adiabate Waben-Luftbefeuchter

Waben-Luftbefeuchter sind Systeme, die in eine Kammer einer Raumluftechnischen Anlage eingebaut werden. Hierbei wird Wasser über eine obenliegende Verteilwanne auf die darunter eingebauten Waben-Befeuchter verteilt. Das Wasser fließt langsam an den Waben herunter, der Luftstrom wird horizontal durch die Waben geführt und hierdurch befeuchtet. Die Lufttemperatur reduziert sich entsprechend. Nicht genutztes Wasser wird in der Auffangwanne gesammelt. Die Waben sind nicht brennbar und erfüllen somit auch Brandschutzanforderungen. Die Systeme können sowohl frischluftseitig wie auch abluftseitig eingebaut werden. Sie können zudem als reines Frischwassersystem, wie auch als Umlaufwassersystem ausgeführt werden. Frischluftseitiger Einbau zur Befeuchtung der Luft im Winter und im Sommer eher zur Kühlung der einzubringenden Luft. Abluftseitig vornehmlich, um über die adiabate Befeuchtung bis auf Taupunkt günstige Kälteleistung in Verbindung mit einem Rotationswärmetauscher der Frischluftseite

zur Verfügung zu stellen. Die hygienischen Anforderungen nach VDI 6022 werden ebenso eingehalten wie die Anforderungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchV) für den Befeuchter in der Abluft. Über eine Abschlämmvorrichtung und eine Leitwertmessung ist ein stabiler hygienischer Prozess betriebssicher darstellbar.

10. Was sind indirekte und direkte Luftbefeuchtung?

Um eine ausreichende Luftfeuchtigkeit sicherzustellen, werden unterschiedliche Systeme und Technologien eingesetzt. Allgemein lassen sie sich nach zwei Grundprinzipien unterteilen: Bei der Direkt-Raumluftbefeuchtung werden eigenständige Luftbefeuchtungssysteme im zu befeuchtenden Raum installiert und betrieben. Von indirekter Befeuchtung spricht man, wenn die Luft in den Kammern einer Raumlufttechnischen Anlage befeuchtet und über Kanäle und Auslassöffnungen in die Räume geleitet wird. Für beide Grundprinzipien werden sowohl Dampf-, Ultraschall- und Hochdruckdüsen-Systeme eingesetzt.

Ob die gewünschte Luftfeuchte in einem Raum direkt oder indirekt bereitgestellt werden sollte, hängt von den Anforderungen und den bauseitigen Gegebenheiten ab. Unter Umständen ist sogar eine Kombination aus indirekter Befeuchtung für die Grundfeuchte und einer zusätzlichen punktuellen direkten Befeuchtung sinnvoll.

In älteren Bestandsgebäuden kann mitunter aufgrund fehlender oder zu gering dimensionierter Lüftungsanlagen nur mit hohem Aufwand eine indirekte Luftbefeuchtung realisiert werden. Für eine Nachrüstung ist in diesen Fällen die direkte Raumluftbefeuchtung eine gute Alternative.



Abbildung 21: Direkte Raumluftbefeuchtung



Abbildung 22: Indirekte Raumluftbefeuchtung

Hochdruckdüsen-Luftbefeuchter direkt im Raum eignen sich insbesondere zur Nachrüstung oder für Teilflächen eines Gebäudes. Das Wasser wird mittels einer Hochdruckpumpe und speziellen Düsen mikrofein und nahezu geräuschlos vernebelt. Hochdruck-Luftbefeuchter zeichnen sich durch einen sehr geringen Energieverbrauch aus. Zusätzlich sorgt der adiabatische Kühleffekt der Kaltwasserverdunstung für ein angenehmes Raumklima. Unterschiedliche Befeuchtertypen können sowohl im Büro als auch in industriellen Anwendungen eingesetzt werden.



Abbildung 23: Hochdruck-Luftbefeuchter in der Decke (links) und an der Wand (rechts)

11. Was ist bei der Hygiene von Befeuchtungsgeräten zu beachten?

Moderne Luftbefeuchter sorgen automatisch für die eingestellte Raumlufffeuchte. Um den hygienischen Betrieb dauerhaft sicherzustellen, sind wie in anderen sensiblen Bereichen regelmäßige Wartung und Reinigung erforderlich. Da sowohl Dampf-, Ultraschall-, Hybrid- und Hochdruckbefeuchter ausschließlich Frischwasser verwenden, ist das Risiko für eine Verkeimung deutlich geringer als bei Befeuchtern nach dem Umlaufprinzip.

Beim Einsatz von Trinkwasser ist die Verkalkungsgefahr wesentlich höher als bei entsalztem Wasser aus einer Umkehrosmose-Anlage. Somit haben Ultraschall-, Hochdruck- und Hybridbefeuchter einen deutlichen Vorteil in Bezug auf die Hygiene und im Hinblick auf die Kosten für Wartung und Instandhaltung. Dampfbefeuchter sind vor allem durch die Erhitzung des Wassers auf 100 °C hygienisch unbedenklich.

Befeuchter im Umlaufprinzip, die insbesondere in Bestandsanlagen häufig noch in Betrieb sind, erfordern die größte Aufmerksamkeit und Vorsicht (s. auch VDI 6022 Bl.1). Die Hygiene dieser Befeuchter ist bei Missachtung der Wartung und Pflege ein kritischer Punkt, da in Feuchtbereichen im Zusammenspiel mit organischen Schmutzpartikeln und Temperaturen zwischen 20 °C und 30 °C ein Nährboden für die Vermehrung von Keimen entstehen kann.

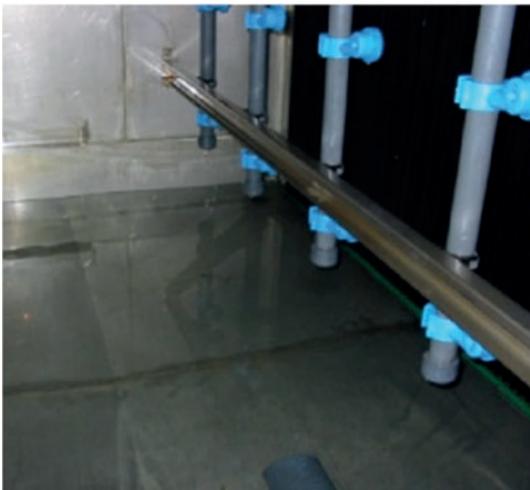


Abbildung 24: Hygienisch guter Umlaufsprüherhitzer

Regelmäßige Reinigung und hygienische Kontrollen sind deshalb unbedingt notwendig, damit der Befeuchter nicht selbst zur Quelle für Erkrankungen wird. Die Gerätehersteller geben in den Wartungsunterlagen ausführliche Anweisungen für die Wartung und Pflege der Geräte, die erforderlich ist, um dauerhaft einen durchgehend hygienischen Betrieb

sicherzustellen. Zitat aus der VDI 6022 mit Bezug auf die Hygiene (Auszug): „Die Anforderungen an das zur Befeuchtung verwendete Wasser sind der VDI 3803, Tabelle A1, zu entnehmen. Es ist zu vermeiden, dass durch das Befeuchterwasser eine Verbreitung von pathogenen Mikroorganismen wie z. B. Legionellen und Pseudomonaden verursacht wird. Ein Anstieg der KBE ¹⁾ kann z. B. über geeignete Desinfektionsanlagen in Verbindung mit regelmäßigen Reinigungen und dem Trockenverfahren verhindert werden ²⁾. Die orientierende mikrobiologische Prüfung des Umlaufwassers ist halbmonatlich durchzuführen.“

12. Wie hoch ist der Energieverbrauch für die Befeuchtung?

Der Energiebedarf für die Verdunstung des Wassers ist bei allen Arten von Befeuchtern prinzipiell gleich hoch. Ein Verdunstungsbefeuchter benötigt also gleich viel Energie wie ein Elektrodampferzeuger – lediglich die Quelle der Heizenergie ist eine andere. Ein Verdunstungsbefeuchter hat kein eigenes Heizsystem, er entzieht die für die Verdunstung benötigte Energie der Umgebung, also der Raumluft oder der von einer Raumlufttechnischen Anlage bereitgestellten Zuluft. Die Folge ist ein erhöhter Heizbedarf in diesem Raum – ansonsten würde die Raumtemperatur durch die „Verdunstungskühlung“ absinken. Ein Vorteil von Verdunstungsbefeuchtern ist, dass auch Wärme aus der Wärmerückgewinnung effizient genutzt werden kann.

Dampfbefeuchter stellen dagegen die zum Verdunsten des Befeuchtungswassers notwendige Energie über ein integriertes elektrisches oder gasbefeuetes Heizsystem bereit. Daher entzieht ein solches System der Umgebung oder der Zuluft keine Energie.

13. Was sagen Normen zur Raumluftfeuchte?

In der DIN EN 16798-1 wird die Innenraumluftqualität in vier Kategorien unterteilt (Abbildung 25). Dabei wird im nationalen Anhang die Kategorie II als Standardauslegungsklasse definiert. Diese ist anzuwenden, sofern keine anderen Vereinbarungen getroffen wurden.

Kategorie IEQ	Maß an Erwartungen	Anmerkungen
I	Hoch	Für Nutzer mit besonderen Bedürfnissen (Kinder, ältere Personen, usw.)
II	Mittel	„normales Maß“ an Erwartungen
III	Moderat	„Geringes Maß“ an Erwartungen
IV	Niedrig	Soll in Deutschland nicht verwendet werden

Abbildung 25: Kategorien für die Innenraumqualität

Die DIN EN 16798-1 stellt in Abschnitt 6.5 und im Anhang B.3.3 Anforderungen an die Raumluftfeuchtigkeit. Diese leiten sich im Wesentlichen aus den Anforderungen der Behaglichkeit und den bauphysikalischen Randbedingungen ab.

¹⁾ KBE: koloniebildende Einheit

²⁾ Hygiene-Parameter Umlaufwasser nach VDI 6022 Blatt 1, Tabelle 1: Grenzwert für Legionella spp. < 100 KBE/100 ml. Die Gesamtkoloniezahl des Umlaufwassers soll < 1.000 KBE/ml sein.

Im nationalen Anhang der DIN EN 16798-1:2022-03 sind ergänzende Festlegungen getroffen worden. Die Auslegungswerte für die Befeuchtung in den Behaglichkeitsklassen wurden in den Kategorien I und II angepasst (Abbildung 26).

Kategorie	Auslegungswert der relativen Luftfeuchte für Entfeuchtung %	Auslegungswert der relativen Luftfeuchte für Befeuchtung %
I	50	40
II	60	30
III	70	20

Abbildung 26: Beispiel für empfohlene Auslegungskriterien für die Luftfeuchte in genutzten Räumen, wenn Be- oder Entfeuchtungsanlagen eingebaut sind

14. In welchen Monaten besteht in typischen RLT-Anlagen ein Befeuchtungsbedarf?

Die Notwendigkeit einer Luftbefeuchtung hängt im Wesentlichen ab von den Außenklimadaten, dem Außenluftwechsel, Feuchtelasten im Raum (Personen, Pflanzen, Kochen, Waschen etc.), der installierten Anlagentechnik und Sollwertvorgaben des Betreibers.

Beispielhaft wurde in Abbildung 27 der anteilige Befeuchtungsbedarf für eine typische Klimaanlage mit Standardwerten nach Gebäudeenergiegesetz in verschiedenen Klimazonen für Deutschland dargestellt. Die Befeuchtungseinrichtung stellt eine minimale Raumlufffeuchtigkeit von 35 % sicher. In der Praxis erreicht sie dann je nach Feuchtelasten im Raum typischerweise über 40 % Raumlufffeuchtigkeit. Man erkennt, dass insbesondere in den Wintermonaten die Unterschiede zwischen verschiedenen Städten in Deutschland gering sind.

Während des Winters besteht ein Befeuchtungsbedarf in über 80 % der Anlagenbetriebszeit. Umgekehrt würde ohne Befeuchtung die Raumlufffeuchtigkeit an etwa 80 % der Tage im Winter unter 40 % liegen.

Saisonaler Anteil (in %) des Befeuchtungsbedarfs einer RLT-Anlage

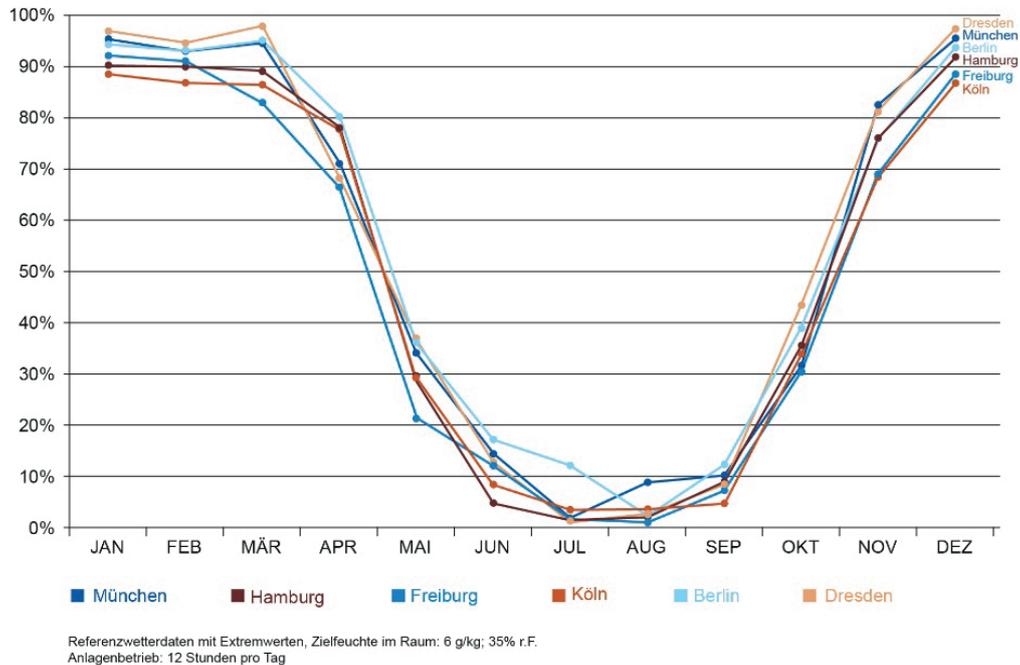


Abbildung 27: Zeiten mit Befeuchtungsbedarf in RLT-Anlagen

15. Literaturverzeichnis

- [1] Einfluss der Luftfeuchte auf den Menschen und seine Gesundheit, F. Nienaber, K. Rewitz, P. Seiwert, D. Müller, White Paper RWTH-EBC 2021-001, Aachen, 2021, DOI: 10.18154/RWTH-2021-01238.
<https://publications.rwth-aachen.de/record/811532/files/811532.pdf>
- [2] Untersuchung mit Husten-Simulator: Hohe Luftfeuchtigkeit führt zur Verringerung infektiöser Influenzaviren, Noti, John D.; Blachere, Françoise M.; McMillen, Cynthia M.; Lindsley, William G.; Kashon, Michael L.; Slaughter, Denzil R.; Beezhold, Donald H. (2013): High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs. In: PloS one 8 (2), e57485.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057485>
- [3] SARS-CoV-2 Virulenz: Die Wechselwirkung von schwebenden virusbeladenen Partikeln, Klima und Menschen, Hosseini, Vahid (2020): SARS-CoV-2 Virulence: Interplay of Floating Virus-Laden Particles, Climate, and Humans. In: Advanced biosystems 4 (7), e2000105.
<https://doi.org/10.1002/adbi.202000105>

Adiabate Kühlung und gute Luft im Fitnesscenter

Die Kraftwerk Fitness GmbH ist ein Sport- und Fitness Center im Herzen von Bonn. Ein großflächiges Industriegebäude individuell umfunktioniert für den Spaß an Sport und Fitness, mit modernsten Geräten und einem professionellen Team.



Abbildung 28: Kraftwerk Fitness GmbH, Bonn

Der geschäftsführende Gesellschafter Frank Keßler der Kraftwerk Fitness GmbH war im Frühjahr 2021 auf der Suche nach einer energetischen und effektiven Lösung zur klimatischen Optimierung des Raumklimas für den Standort Bonn. Im Zuge der Klimaveränderung und dem Temperaturanstieg in der warmen Jahreszeit, sowie der seinerzeit augenblicklichen Pandemiesituation war Handlungsbedarf gefragt.

Wie kann in einem Bestandsgebäude eine Verbesserung ohne eine aufwendige zu technische Installation unter Berücksichtigung der Kosten umgesetzt werden? Ein verbessertes Raumklima im Winter und eine Temperaturabsenkung im Sommer waren das Ziel. Dies wurde in der Arbeitsgruppe des Lieferanten analysiert und ein Konzept für die Kraftwerk Fitness GmbH, Bonn, erarbeitet.

Nach der Konzeptanalyse hat man sich für HVLS- und mobile Jumbo Ventilatoren, Großraum-Luftreiniger mit HEPA-Silent Filtern und einem adiabaten Hochdruck-Luftbefeuchtungssystem entschieden. Die **High-Volume-Low-Speed** Ventilatoren rezirkulieren die Raumluft und unterstützen im Winter die Re-zirkulierung der Heizluft und im Sommer sorgen sie in Verbindung mit der Luftbefeuchtung für ein angenehm kühles Raumklima. Das Luftbefeuchtungssystem regelt in der heißen Jahreszeit nach Temperatur unter Berücksichtigung der Feuchtelast. Durch die Verdunstung von einem Liter Wasser wird eine Kühlleistung von ca. 0,63 kW erzeugt, die energetische Leistung des Systems benötigt hierfür nur ca. 8 Watt. In den Wintermonaten regelt das System nach Feuchtelast unter Berücksichtigung einer Temperaturbegrenzung und sorgt dadurch über das Jahr für ein konstantes angenehmes Raumklima. Zudem sorgt die Luftbefeuchtung in Verbindung mit den Luftreinigern für ein gesünderes und sauberes Raumklima, gerade in Pandemiezeiten. Daher hat sich das Konzept laut Frank Keßler zu einer sinnvollen und wirtschaftlichen Investition gerechnet.

Luftbefeuchtung, adiabate Kühlung, HVLS-Ventilatoren, Luftreinigung

Hochdruck-Luftbefeuchtung

Einbau April 2021

Lieferant - Rotasystem Service GmbH

Installierte Leistung:
60 kg/Std. Befeuchtungsleistung, ca.
42 kW Kühlleistung

Energetische Leistung: ca. 0,5 kW

Optimale Luftfeuchte für die Elbphilharmonie

Durch ihre außergewöhnliche Glasfassade, die mit Formenassoziationen zu Wasserwellen und Segeltüchern spielt, ist sie bereits zu einem neuen Wahrzeichen der Hansestadt Hamburg geworden. Im großen Konzertsaal der Elbphilharmonie sorgen speziell konzipierte und individuell gefräste Wand- und Deckenelemente für filigrane Schallstreuung und ein perfektes Klangergebnis. Der große Saal bietet insgesamt 2.100 Sitzplätze, wobei jeder Platz einzeln mit Zuluft und behaglicher Luftfeuchte versorgt wird.



Abbildung 29: Elbphilharmonie in Hamburg

Hybridluftbefeuchter DL von Condair sorgen dabei sowohl für die Behaglichkeit der Besucher als auch für eine optimale Klangerfaltung der Orchester-Instrumente.

Die angesaugte kalte Außenluft wird im RLT-Gerät zunächst im KVS vorerwärmt und dann auf eine Temperatur von etwa 37 °C nacherwärmt. Bei dieser Erwärmung sinkt aber die relative Feuchte der Luft auf unzulässig niedrige Werte unter 10 % und muss in den Hybrid-Luftbefeuchtern auf etwa 60 % relative Feuchte um etwa 6,3 g Wasser pro kg Luft befeuchtet werden. Bei einem Nenn-Außenluftvolumenstrom von etwa 78.000 kg/h pro RLT-Gerät bei Konzerten ergibt sich dadurch eine Befeuchtungsleistung von etwa 490 kg Wasser pro Stunde. Die Erwärmung der Außenluft mit einer Leistung von mehr als 1 MW pro RLT-Gerät erfolgt im mehrfachfunktionalen Kreislaufverbundsystem und im Nacherhitzer teils aus der Wärme der Abluft (Erwärmung auf rund 25 °C) und überwiegend mit Fernwärme. Insgesamt werden im Projekt Elbphilharmonie acht Hybrid-Luftbefeuchter Condair DL eingesetzt. Die Geräte arbeiten, wie beschrieben, sowohl zur Luftbefeuchtung für den Großen Saal als auch in den RLT-Anlagen für den Kleinen Saal und die zugehörigen Foyers, die Proberäume und die Bereiche Backstage/Verwaltung und haben Nenn-Befeuchtungsleistungen von 90 bis 550 kg Wasser pro Stunde. Zur Erzeugung des hygienisch einwandfreien Befeuchtungswassers bei minimiertem Energiebedarf wird unter anderem eine frequenzgesteuerte Umkehrosmose-Anlage mit Konstantdruckregelung Condair AT2 mit einer Leistung von 1.250 Litern Wasser pro Stunde betrieben.

Nutzung: Konzertsaal
Befeuchterart: Hybridbefeuchter
Einbau Befeuchtung: 2017
Hersteller: Condair
Geräteleistung: 490 kg/h

Direkt-Raumluftbefeuchtung zur richtigen Zeit

Das Fassadenbauunternehmen seele war seiner Zeit voraus und hatte sich bereits vor der Covid-19-Pandemie nach geeigneten Möglichkeiten zum Schutz vor Atemwegsinfektionen umgesehen. Um für die Mitarbeiter*innen ein gesünderes Arbeitsumfeld zu schaffen, setzt das Unternehmen auch auf eine zusätzliche Luftbefeuchtung.



Abbildung 30: Individuelle Positionierung der Luftbefeuchter im Flurbereich bei der seele GmbH

Die Entscheidung zur Nachrüstung einer Luftbefeuchtungsanlage fiel bei seele kurz nach dem ersten Lockdown im Frühjahr 2020. „Mit Beginn der Covid-19-Pandemie haben wir uns intensiv mit dem Risiko von Atemwegsinfektionen durch Aerosole beschäftigt und gelernt, welchen Einfluss eine zu geringe Luftfeuchte auf die Immunabwehr und die Virusverbreitung haben kann. Das hat den Ausschlag gegeben“, bringt Erhard Bohn, Leiter Instandhaltung bei seele, die finale Entscheidung auf den Punkt.

Seit Ende 2020 ist bei seele GmbH das Direkt-Raumsystem NanoFog vom Luftbefeuchtungsanbieter Condair Systems im Einsatz. Über 30 kleine Hochdruck-Düsen-Luftbefeuchter geben beim Unterschreiten des Sollwertes von 45 Prozent relativer Luftfeuchte einen feinen Sprühnebel an die Raumluft der überwiegend als Open Space gestalteten Bürobereiche. Über eine mehrstufige Filterung, ein Umkehrosmose-System und eine UV-C-Bestrahlung wird kontinuierlich keimfreies Wasser für die Luftbefeuchtung produziert. Zur einfachen Wartung ist die Wasseraufbereitung in mobile Kleincontainer eingebaut, die halbjährlich automatisch vom Hersteller getauscht werden.

Nutzung: Bürobefeuchtung

Befeuchterart: Direkt-Raumluftbefeuchtung (Hochdruck)

Einbau Befeuchtung: 2020

Hersteller: Condair Systems GmbH

Geräteleistung: System NanoFog Evolution (max. 3 kg/h)

Wir sind sehr zufrieden, die richtigen Konsequenzen aus der Pandemie zur richtigen Zeit für unser Raumklima gezogen zu haben. Sowohl seitens der Geschäftsführung als auch der Belegschaft gab es sehr viel positives Feedback für die umgesetzten technischen Maßnahmen. „Beschwerden über zu trockene Luft höre ich keine mehr. Und mittlerweile wird unser Konzept auch über unseren Standort hinaus in der seele Gruppe umgesetzt“, zieht Erhard Bohn ein positives Fazit. Seit 2021 ist auch die österreichische Niederlassung, die se-austria in Schörfling nahe Salzburg, mit einer Direkt-Raumluftbefeuchtung ausgerüstet.

Isotherme Direktraum Befeuchtung in der wineBANK Hamburg

Im Keller der Alten Oberpostdirektion hat im April 2015 die wineBANK in Hamburg eröffnet. 22 Tresore und 240 Fächer bieten wineBANKern die Möglichkeit, hier insgesamt mehr als 24.000 Flaschen Wein zu lagern. Und dies im wahrsten Sinne des Wortes in exklusiver Atmosphäre. Denn für die perfekte Befeuchtung sorgt der MiniSteam MS10 Comfort von HygroMatik. Dabei galt es für den Lösungsanbieter für Luftbefeuchtung bei diesem ungewöhnlichen Projekt einige besondere Herausforderungen zu meistern.



Abbildung 31: wineBANK in Hamburg in der Alten Oberpostdirektion

Zuallererst muss für eine erstklassige „Trinkreihe“ eine über das ganze Jahr konstant gehaltene Temperatur gewährleistet sein. Eine genauso wichtige Rolle spielt dann die Luftfeuchtigkeit: Denn nur mit einer ausreichend hohen Luftfeuchte wird garantiert, dass die Korken elastisch bleiben und die Flaschen langfristig zuverlässig verschließen. Zu guter Letzt kommen noch die Anforderungen dazu, die sich aus der Form und dem Design der Räume ergeben. Bei der wineBANK wird nämlich auch auf ein perfektes Ambiente viel Wert gelegt, da die Weine hier nicht nur gelagert werden: Die wineBANKer können ihre Weine dort auch mit Freunden oder Geschäftspartnern verkosten – jeden Tag und rund um die Uhr.

Mit dem MiniSteam, dem Elektroden-Dampfluftbefeuchter für die direkte Raumluftbefeuchtung, hatte HygroMatik die richtige Lösung parat: Er kann mit normalem Trinkwasser betrieben werden und erzeugt reinen, mineralfreien Dampf. Sein integriertes, laufruhiges Ventilationsgerät verteilt den hygienischen Dampf gleichmäßig im Raum. Doch um die unbedingt benötigte hohe Konstanz in der Luftfeuchtigkeit zu erreichen, musste der MiniSteam sozusagen verdoppelt werden. Da U-förmig gehaltene Räume wie in der wineBANK Hamburg eine lüftungstechnisch „ungünstige“ Form haben, ist es viel schwieriger, die Feuchtigkeit gleichmäßig über den ganzen Raum zu verteilen. Deshalb kamen auch zwei Befeuchter zum Einsatz – mit dem gewünschten Erfolg. Die beiden Befeuchtungsgeräte dienen sowohl der Nachbefeuchtung der latenten Kälte (= Entfeuchtung im Kühlbetrieb) als auch zum Ausgleich der trockenen Außenluft im Winter, die wiederum für die notwendige leichte Belüftung des Weinkellers nachgeführt werden muss. Damit wird die absolute Feuchte im Raum auf ca. 6,7 g/kg (das entspricht 16 °C/60 % relative Feuchte) konstant gehalten.

Nutzung: Lagerung & Bewirtung

Befeuchterart: Elektroden Dampf-
befeuchter / isotherm

Einbau Befeuchtung: Direktraum

Hersteller: HygroMatik GmbH

Geräteleistung: 5 bzw. 10 kg/h

Hochdruck Hybridbefeuchtung bei Porsche in Salzburg

Der Porschehof war die erste Porsche-VW-Zentrale in Österreich nach dem Zweiten Weltkrieg in der Stadt Salzburg. Seit März 2011 ist die Porsche Holding Salzburg eine 100 %-Tochter der Volkswagen AG und bringt ihr jahrzehntelanges Know-how im Auto-geschäft in den weltweiten Vertrieb des Volkswagen Konzerns ein. Mit Ende 2021 sind rund 34.000 MitarbeiterInnen im Unternehmen beschäftigt, die mehr als 674.800 Neu-wagen verkaufen und einen Umsatz von 24,2 Milliarden Euro erwirtschaften.



Abbildung 32: Porschehof Salzburg

Seit 2018 werden am Porschehof Salzburg alle Büroräumlichkeiten im Erweiterungs-bauteil befeuchtet. Zum Einsatz kommt hier die ORBIT WING® Kanalbefeuchtung in der Hybridausführung. Dies ermöglicht eine Kühlung im Sommer und eine Befeuchtung im Winter.

Ausschlaggebend für die Anschaffung einer Luftbefeuchtung war die zu trockene Luft im Winter in den Büroräumen. Seit dem Einbau der Luftbefeuchtung sind Klagen der Mitarbeiter Geschichte.

Die Hybridausführung ermöglicht ein Umschalten von Winter- auf Sommerbetrieb. Im Sommer wird die Abluft mittels adiabater Be-feuchtung gekühlt und durch einen Rotations-Wärmetauscher indirekt die Zuluft. So gelangt im Sommer eine optimal vorgekühlte Luft ins Gebäude und im Winter sorgt die Luftbefeuchtung für ein angenehmes und gesundes Raumklima

Die Energiemenge in der Luftkühlung wird zum überwiegenden Teil aus der adiabaten Kühlung gedeckt und ist somit eine sehr günstige Energiequelle. Dies bedeutet hinsichtlich Nachhaltigkeit und Kosten, den Energieauf-wand für die Kühlung zu reduzieren – gerade in Kombination mit einer Lüftung.

Nutzung: Befeuchtung und Kühlung der Büroräume

Befeuchterart: Hochdruck-Kanalbe-feuchtung

Einbau Befeuchtung: Zuluft und Abluft

Hersteller: Merlin Technology GmbH

Geräteleistung: 1350 kg/h Befeuch-tungsleistung

Ideales Raumklima für reibungslose Druckprozesse durch Ultraschallbefeuchter

Bei Albert Bauer PRINT! in Hamburg ist die dauerhafte Gewährleistung einer gleichbleibend hohen Druckqualität eine elementare Voraussetzung für die Akquise und wirtschaftliche Durchführung von Druckaufträgen. Um diese Druckqualität sicherzustellen, ist eine Raumtemperatur von 20 °C bis 22 °C sowie eine relative Luftfeuchtigkeit von 50 % in dem 522 Kubikmeter großen Drucksaal erforderlich.



Abbildung 33: Drucksaal der Albert Bauer PRINT GmbH & Co. KG mit zwei Direktraum-Ultraschallbefeuchtern

Albert Bauer PRINT! entschied sich für den Einsatz zweier Direktraum-Ultraschallbefeuchter mit zentraler Wasseraufbereitung. Die Geräte arbeiten nach dem Prinzip der Ultraschallbefeuchtung und erbringen bei einer Leistungsaufnahme von 430 VA eine Befeuchtungsleistung von 5,0 kg/h. Verglichen mit herkömmlichen Elektroden- bzw. Widerstands-Dampfbefeuchtern verbrauchen die Ultraschall-Direktraumbefeuchter bis zu 90 Prozent weniger Strom. Ein zusätzlicher Kostenvorteil ist das lange Wartungsintervall und die lange Materialstandzeit. Dank permanenter Frischwasserversorgung über die zentrale Wasseraufbereitung sowie spezieller Entleerungs- bzw. Spülzyklen bieten die Ultraschallbefeuchter eine hygieneoptimierte Befeuchtung gemäß VDI Norm 6022.

Nutzung: Drucksaal

Befeuchterart: Ultraschallbefeuchter

Einbau Befeuchtung: Direktraumbefeuchter

Hersteller: Stulz GmbH

Geräteleistung: 10 kg/h

Ergänzend zu den beiden Ultraschallbefeuchtern sorgt im Drucksaal ein Umluftklimagerät für konstante Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen.

Nach der Installation der Ultraschallbefeuchter und des Umluftklimagerätes weist die Raumluft kontinuierlich eine Temperatur zwischen 20 °C und 22 °C sowie eine relative Luftfeuchtigkeit von 50 Prozent auf. Dank der Optimierung des Raumklimas konnte die Anzahl der Fehldrucke nachhaltig reduziert und dadurch sowohl die Kundenzufriedenheit als auch die Wirtschaftlichkeit der Druckaufträge erhöht werden.

Adiabate Kühlung und optimale Luftfeuchtigkeit in der Mühle

Mulino Padano ist heute eines der erfolgreichsten italienischen Unternehmen für das Mahlen von Weichweizen. Die Firma Mulino Padano verbindet wie keine andere Firma die Tradition mit Innovation. Deutlich wird dies in der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Fertigungsverfahren. Dank sorgfältiger Planung und des Einsatzes neuer technischer Lösungen liegt der Energieverbrauch des neuen Mahlwerks in Salara (Italien), mit einer Kapazität von 350 to Weichweizen pro Tag, deutlich unter dem Branchendurchschnitt – nicht zuletzt auch dank dem Einsatz effektiver Umlaufwassersprühbefeuchter.



Abbildung 34: Getreidemühle Mulino Padano S.p.A., Salara RO, Italien

Neben dem Ziel der Reduzierung des primären Energiebedarfs, galt es gleichzeitig auch die hohen hygienischen Anforderungen an das Produkt nicht außenvor zu lassen. Die Entscheidung zum Einsatz eines Scrubvap® (Umlaufwassersprühbefeuchter) erfolgte in enger Abstimmung zwischen aller am Projekt beteiligten Unternehmen. Ein absoluter Pluspunkt für den Einsatz des Scrubvap® anstelle klassischer Kältesysteme war zum einen die kostengünstige Bereitstellung von Kälteleistung, sowie die gleichzeitige Auffeuchtung der Zuluft auf bis zu >90 % r.F.

Im Vergleich zu anderen adiabaten Befeuchtungssystemen zeichnet sich der Scrubvap® zudem durch sehr kompakte Einbaumaße aus.

Weiterhin vorteilhaft ist der geringe Wasserverbrauch, da der Befeuchtungsprozess nahezu verlustwasserfrei abläuft. Ein adiabater Kälteeintrag von mehr als 15 Kelvin ist dank des Scrubvap® an heißen Sommertagen problemlos erreichbar – zu wirtschaftlich günstigen Konditionen.

Durch den Einsatz eines innovativen Steuerungssystems in der Lüftungsanlage ist es dem Betreiber möglich, das Raumklima individuell über das ganze Jahr punktgenau zu regeln. Da der Scrubvap® direkt in der Zuluftanlage installiert ist, kann über eine intelligente und optimierte Luftführung die konditionierte Luft genau dort eingeströmt werden, wo es am sinnvollsten ist. Die gezielte Regelung der Luftfeuchtigkeit wirkt sich nicht nur positiv auf das Raumklima in den Produktionsstätten aus, sondern erhöht gleichzeitig die Qualität und den Rohrertrag am fertigen Produkt.

Nutzung: Befeuchtung & Kühlung

Befeuchterart:
Umlaufwassersprühbefeuchter

Einbau Befeuchtung:
RLT-Zuluftgerät

Hersteller: Lavair AG Klimatechnik

Geräteleistung: 105.000 m³/h
93 % Wirkungsgrad

Weitere Informationen zur Luftbefeuchtung finden Sie auf

www.mindestfeuchte40.de



Fachverband Gebäude-Klima e. V.
Hoferstraße 5
71636 Ludwigsburg
Telefon: +49 (0) 7141/25881-0
Telefax: +49 (0) 7141/25881-19
info@fgk.de
www.fgk.de



WEITERE SCHRIFTEN AUS DER REIHE STATUS-REPORT:

Best.-Nr.

01	Raumlufttechnische Anlagen – Instandhaltung, Reinigung, Entsorgungsaufgaben	9
02	Moderne Klimaanlage: Die Wohlfühltechnik!	106
03	Klimaanlagen: Die unsichtbaren Problemlöser!	107
08	Fragen und Antworten zur Raumluftfeucht	139
09	Hygiene in Wohnungslüftungsanlagen	129
10	Regenerative Energien in der Klima- und Lüftungstechnik	136
11	Die neue F-Gase-Verordnung	137
12	Verantwortung des Architekten in der Frage der Raumlufttemperatur	140
13	Zertifizierung Instandhaltung und Reinigung von RLT-Anlagen	144
14	Definition von Klimaanlagen nach EnEV und EPBD	146
15	Raumlufttechnische Anlagen - Durchführung von Hygieneinspektionen nach VDI 6022	143
16	Informationen zur Hygiene in RLT-Anlagen	145
17	Bewertung des Innenraumklimas	154
18	Wohnungslüftung	159
19	Rehva Guidebook No 8: Die Sauberkeit von Lüftungsanlagen (deutsche Version)	150
20	Die Bewertung von WRG und Regenerat. Energien in RLT-Anlagen für NWG nach EEWärmeG	162
21	Software zur Auslegung von Wohnungslüftungssystemen	180
22	Lüftung von Schulen	174
24	Hinweise für die CE-Kennzeichnung von Wohnungslüftungsgeräten	177
25	EG-Konformitätsbewertung von Raumlufttechnischen Geräten, Komponenten und Anlagen	179
26	Qualitätssiegel Raumklimageräte	179
27	Checkliste für die Abnahme von Klima- und Lüftungsanlagen	170
29	Einheitliche Herstellerdeklaration für Wohnungslüftungsgeräte nach DIN 4719	187
30	Richtiges Lüften in Haus und Wohnung	185
31	Einheitliche Herstellerdeklaration für DX-RKG zur Verwendung für die Nachweise nach GEG	185
33	Zertifizierung und Zulassung von Produkten der Lüftungstechnik	244
36	Fragen und Antworten zur Ecodesign Richtlinie EU 327/2011 für Ventilatoren	246
37	Leitfaden Anlagensicherheit	73
38	Fragen und Antworten zur F-Gase-Verordnung EU-VO 517/2014	260
40	FAQ zur Ecodesign-Richtlinie EU 1253/2014 – RLT-Geräte für den Nichtwohnungsbau	271
41	Auslegung von WL-Anlagen unter den Randbedingungen EnEV und DIN 1946-6	278
43	Fragen und Antworten zur Ecodesign-Richtlinie EU 1253/2014 – Beigestellte WRG	295
44	Luftfilter für die Raumlufttechnik - ISO 16890 und EN 779	291
46	Filter in Sekundärluftgeräten	320
47	Smarte Lüftungs- und Klimaanlagen im Nichtwohngebäude	348
48	Smarte Wohnungslüftung	343
50	Kommentierung der DIN 1946-6	359
51	Luftfilter – Luftreinigung – Luftentkeimung in Raumklimageräten	371
52	Anforderungen an Lüftung und Luftreinigung zur Reduktion des Infektionsrisikos über den Luftweg, AHA + Lüftung (deutsch und englisch)	372
53	Zentrale WRG-Systeme in Lüftungsanlagen für mehrere Wohneinheiten	373
56	WL-Anlagen nach DIN 1946-6 unter den Randbedingungen der Corona Pandemie	387
57	Die Luftqualität während der Indoor-Air 2021 – Messung versus Berechnung	400
58	Anforderungen an die Raumluftfeuchtigkeit zur Reduktion des Infektionsrisikos über den Luftweg AHA + L + Feuchte	404
60	Anforderungen an DX-Wärmepumpen zur Erfüllung der Netzdienlichkeit nach BEG	407

