

Erhöht sich die Betriebszeit der Kälteanlage, wird wieder genügend entfeuchtet.

Der Wärmestrom, der beispielsweise im Sommer durch die Umgebungswände eindringt, wird durch einen zusätzlichen Wärmestrom im Kühlraum ersetzt. Dadurch wird die Kühlerleistung bzw. die Kälteleistung zeitweise aufgehoben, so dass sie für die Entfeuchtungsleistung zur Verfügung steht. Diese Wärmeströme können beispielsweise durch zusätzliche Heizkörper, die vor dem Luftkühler angebracht sind, realisiert werden.

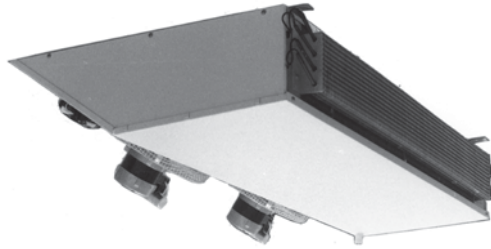


Abb. 22.4: Heizung vor einem Luftkühler

## 23 Einfache Befeuchtung im Kühlraum

### 23.1 Befeuchtungseinrichtungen

Für manche Produktionen kann es in Kühlräumen erforderlich werden, die Kühlraumluft auch zu befeuchten.

Dies ist dann der Fall, wenn eine hohe Feuchte im Luftvolumenstrom erforderlich ist, die sich mit der vorhandenen Temperaturdifferenz zwischen der Raum- und Verdampfungstemperatur sowie der daraus resultierenden Kühlerfläche nicht mehr erreichen lässt.

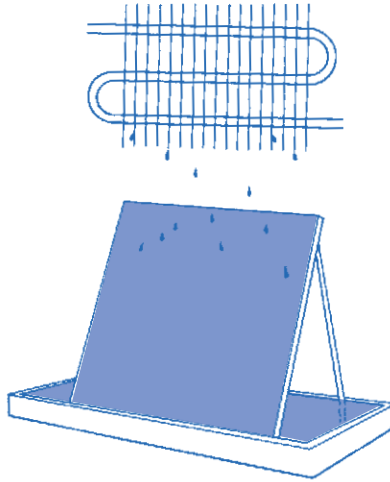
Typisch dafür sind Wurstreife- und Obstlagerräume. Der optimale Zustand zwischen Kühlen und Entfeuchten ist hierbei ohne zusätzliche Maßnahmen nicht einzuhalten. Weil die Kühlerleistung größer als die Entfeuchtungsleistung ist, führt dies dazu, dass beim Erreichen der Raumtemperatur eine geringere Feuchte im Kühlraum erreicht wird als geplant wurde. Diese „trockene“ Kühlraumluft entzieht dem Kühlgut einen Teil seiner Feuchtigkeit, was bis zum Verderb führen kann oder dass die Wurst nicht mit dem Reifeprozess beginnen kann. Um dies zu vermeiden, wird befeuchtet.

Eine einfache Befeuchtungseinrichtung in einem Kühlraum ist die, das durch den Kühler entstandene Tauwasser über eine relativ große Oberfläche rieseln zu lassen, damit es wieder in die Kühlraumluft gelangt. Es können hierfür z. B. Tücher oder Ähnliches verwendet werden, die frei aufgehängt und dadurch befeuchtet werden. Auch vertikale oder schräge Wände aus Drahtgeflecht lassen sich verwenden.

Anstelle von Tauwasser kann auch Frischwasser über die Verdunstungsfläche rieseln.

Dabei ist zu beachten, dass das rieselnde Wasser wärmer ist als der Taupunkt der Kühlraumluft, weil es sonst statt zur gewünschten Befeuchtung zur Entfeuchtung kommt.

Wird dieses Wasser wieder aufgefangen und wird damit kontinuierlich die berieselte Fläche beaufschlagt, werden sich Temperaturen einstellen, die keine Entfeuchtung mehr gestatten. Beispielsweise durch ein Schwimmerventil geregelt, wird stets soviel Frischwasser nachlaufen, wie die Kühlraumluft aufnehmen kann.



**Abb. 23.1:** Einfache Befeuchtung im Kühlraum, schematisch

## 23.2 Luftbefeuchter

Eine bessere Befeuchtung der Kühlraumluft lässt sich durch:

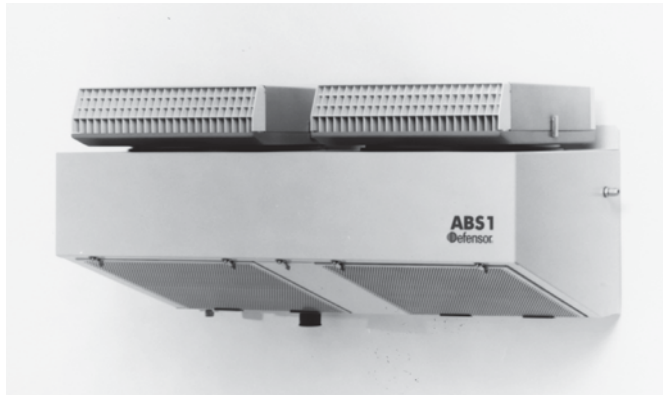
- adiabate Befeuchtung,
- Düsenzerstäubung,
- Ultraschall-Befeuchtung

erreichen.

### 23.2.1 Adiabate Befeuchtung

Die adiabate Befeuchtung kann zwischen Temperaturen von +15 °C und –2 °C sowie einer relativen Feuchte der Luft zwischen 80 % und 97 % eingesetzt werden. Die Befeuchtung arbeitet mit einer starken Filterung des Luftvolumenstromes, einer programmierbaren Wasserspülung und einer automatischen Überwachung des Betriebes.

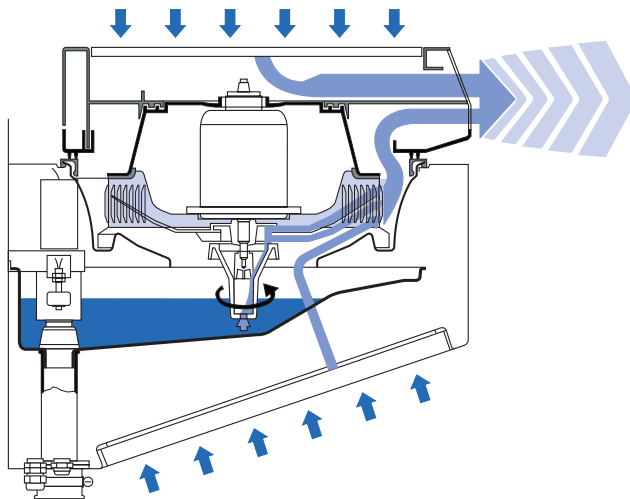
Beim adiabaten Befeuchter werden im Rotationsprinzip feinste Wasseraerosole zwischen 5  $\mu\text{m}$  und 15  $\mu\text{m}$  erzeugt und mit dem vorhandenen Wärmestrom im Kühlraum verdunstet. Durch die entstehende Verdunstung wird die Kühlraumluft gekühlt, ohne dass die Kälteanlage in Betrieb ist, was elektrische Energie spart. Die beiden Luftvolumenströme für die Verteilung der Aerosole im Kühlraum werden mit hoch effizient arbeitenden Luftfiltern der EU-Klasse 5 und 6 von Staubpartikeln befreit. Zerstäubt wird nur Frischwasser. Das Wasserbecken wird regelmäßig gespült und beim Ausschalten des Befeuchters entleert. Ein automatisches



**Abb. 23.2:** Adiabater Befeuchter in Flachbauweise

Überwachungssystem meldet, wann die Befeuchtungsanlage gereinigt und gewartet werden soll, und signalisiert eventuell auftretende Störungen.

Der Druck des Frischwassers sollte zwischen 1 bar und 6 bar liegen. Durch ein Sieb-/Filterventil gelangt das Wasser unbehandelt in den Befeuchter. Im Normalfall kann das Frischwasser auch unbehandelt im Kühlraum zerstäubt werden. Es ist jedoch zu empfehlen, in Anwendungsbereichen, bei denen kein Kalkausfall erwünscht ist, eine Entsalzungsanlage zu verwenden. Die Qualität des Frischwassers bestimmt letztlich die Anzahl der notwendigen Spülungen. Von der Befeuchtungsleistung hängt der Frischwasserbedarf ab.



**Abb. 23.3:** Adiabater Befeuchter, schematisch

Die Installation der Geräte kann später erweitert werden. Bei der Anordnung des Befeuchters ist darauf zu achten, dass kein Hindernis in den Aerosolstrom hineinragt. Um eine optimale Befeuchtung zu gewährleisten, müssen sich die Aerosole frei im Kühlraum ausbreiten können. Je nach Konditionen der Kühlraumluft verändert sich auch die Verdunstungsstrecke. In einem Kühlraum mit niedriger Temperatur und hoher relativer Feuchte der Luft ist sie länger als bei normalen Anwendungen.

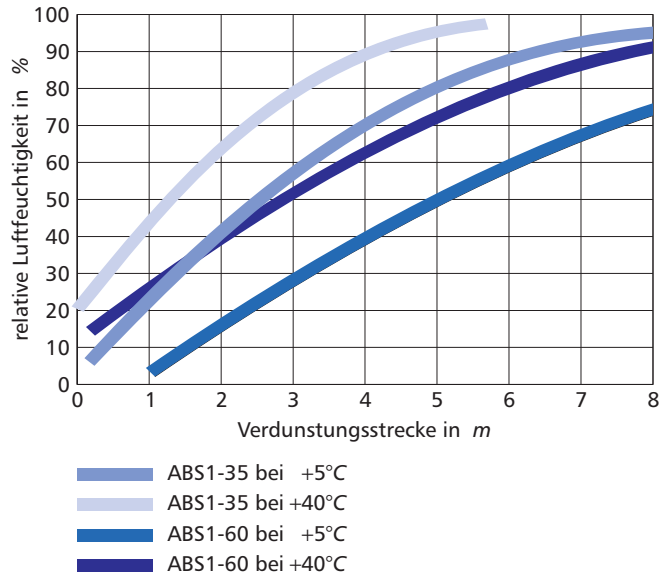


Abb. 23.4: Adiabater Befeuchter und Verdunstungsstrecke

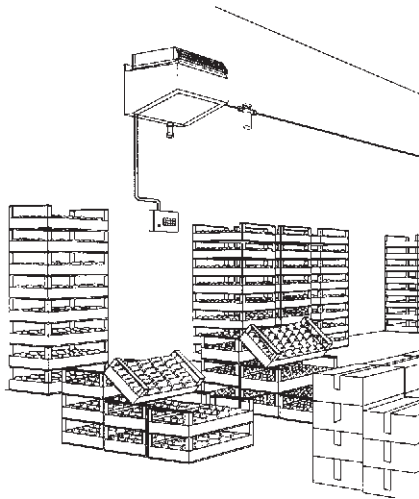


Abb. 23.5: Adiabater Befeuchter in einem Gemüse- und Früchtelager

Die Leistung für diese Befeuchter liegt zwischen 3,5 kg/h und 12 kg/h und der Luftstrom zwischen 300 m<sup>3</sup>/h und 1600 m<sup>3</sup>/h.

### 23.2.2 Zerstäubung durch Düsen

Für die Zerstäubung durch Düsen eignet sich die Zweistoff-Düsentechnik besonders für das Befeuchten der Kühlraumluft.

Durch Verwendung von Druckluft und Wasser werden nach dem Injektionsprinzip durch Präzisionsdüsen feinste Aerosole mit einer Partikelgröße zwischen 2 µm und 5 µm erzeugt, die aufgrund ihrer Größe sehr schwebefähig sind und

schnell unter Entzug der Wärmeenergie aus der Umgebungsluft die Aggregatzustandsänderung vollziehen.

Eine Düse wird dabei von Druckluft durchströmt, wobei ein Vakuum erzeugt wird, in das das Wasser nachströmt; das Vakuumventil regelt den nachströmenden Wasservolumenstrom. Nach Ausschalten der Druckluft durch die Regelung oder durch den Zeittakt des Umschaltventils schiebt eine Gegendruckfeder die Reinigungsnadel in den Düsenmund, gleichzeitig bricht die Wassersäule gemäß dem Gesetz der kommunizierenden Röhre in den Versorgungsleitungen zusammen, so dass kein Wasser nachtropfen kann.

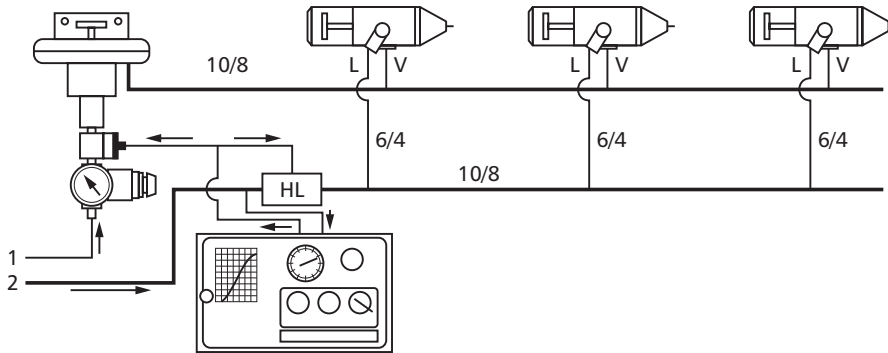


Abb. 23.6: Zweistoff-Düsensystem, schematisch

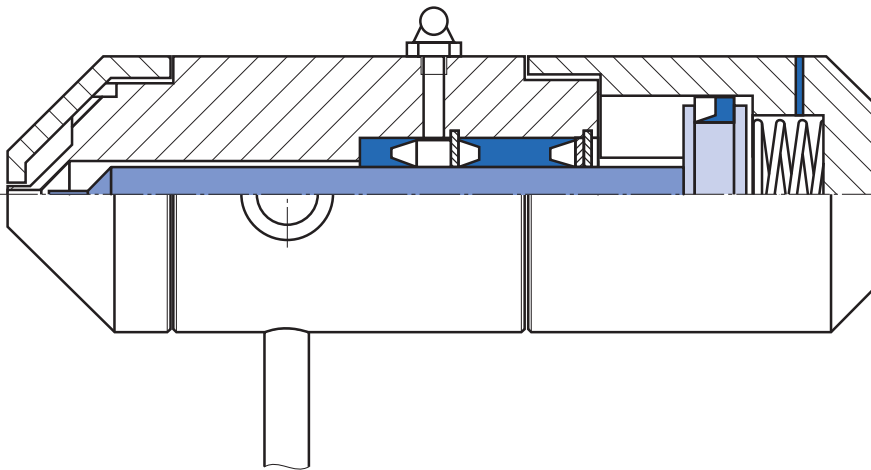


Abb. 23.7: Schnitt durch die Düse

Der Vorteil dieser Technik liegt aus der Sicht der Befeuchtung in der reinen Partikelgröße und in der tropfenfreien Luftbefeuchtung und aus hygienischer Sicht in der Tatsache, dass es sich um ein geschlossenes System handelt, das ohne offene Vorratsbehälter direkt mit dem Frischwassernetz verbunden ist.

Diese Technik wird deshalb zur direkten Befeuchtung der Raumluft in der:

- Obst- und Gemüselagerung,
- direkten Produktbefeuchtung u. Ä.

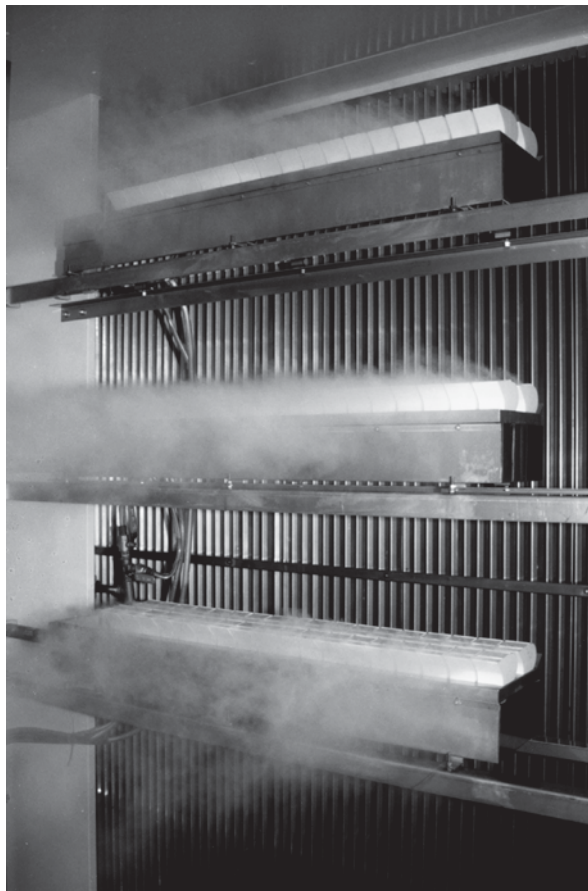
eingesetzt.

Zur Vermeidung von Ablagerungen von Staub im Kühlraum aus dem Frischwasser empfiehlt sich das Vorschalten einer Umkehr-Osmoseanlage. Für besonders kritische Anwendungen kann noch eine UV-Bestrahlung nach der Wasseraufbereitung vorgesehen werden.

### 23.2.3 Befeuchtung durch Ultraschall

Die Zerstäubung durch Ultraschall hat in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung, nicht nur in der Klimatechnik, gewonnen und zu neuen Anwendungen geführt.

Gerade die empfindlichen Kühlgüter verlangen eine relative Feuchte in engen Toleranzen. Mineralische Ablagerungen werden durch den Betrieb mit Vollentsalztem Wasser verhindert.



**Abb. 23.8:** Ultraschallbefeuchter in einer begehbaren Befeuchtungskammer