

Luft entfeuchten

Kondensatbildung in der Kühltette vermeiden

Das Verarbeiten, Verpacken und Lagern von hochwertigen frischen Produkten wie Obst, Gemüse, Geflügel, Fisch oder Meeresfrüchte erfolgt aus Hygiene- und Qualitätsgründen in gekühlten Räumen. In diesen Arbeitsumgebungen gilt es, Nässe durch eine Taupunktunterschreitung der Raumluft mit allen Mitteln zu vermeiden. Dabei spielen hocheffiziente Adsorptions-Luftentfeuchter eine zentrale Rolle.



Quelle: Condair

Adsorptionstrockner Condair DA 8000 in Sonderausführung

Der in Hamburg-Altona ansässige Lebensmittelgroßhändler Delta Fleisch Handels GmbH gilt als eine der ersten Adressen, wenn es um Spitzenprodukte für die Küchen der gehobenen Gastronomie geht. Zu den Kunden zählen führende Hotels und Restaurants, Kreuzfahrt- und Cateringunternehmen sowie Feinkostläden. Mit der eigenen Lkw-Flotte aus 65 modernen Zweikammer-Kühlfahrzeugen liefert das Unternehmen an sechs Tagen in der Woche mit frischer Ware ohne Unterbrechung der Kühltette. Das Verkaufsvolumen und die Bandbreite der Produkte haben sich über die Jahre kontinuierlich vergrößert. Heute können Kunden aus über 8.000 verschiedenen Artikeln aus aller Welt wählen. Die Spanne reicht von frischen Fischspezialitäten und Meeresfrüchten über Obst und Gemüse bis hin zu edlen Essigen, Ölen und Weinen.

In Norderstedt betreibt das Unternehmen sein neues Logistik- und Verarbeitungszentrum. Verarbeitung bedeutet hier vorwiegend die Vorbereitung von Rohware für die Gastronomie. So wird etwa angelieferter Fisch zerlegt oder Schalentiere bis zum Versand in Becken gehalten. Das Werk ist ausgestattet mit modernster Technik, die höchste Ansprüche bei Energieeffizienz,

Lagerqualität, Hygiene und Lebensmittelsicherheit erfüllt. Dazu zählen u. a. moderne Wärmerückgewinnungssysteme für Büros und energieeffiziente Kühlanlagen für Lager und Produktion. In den beiden letztgenannten Bereichen sorgen Adsorptions-Luftentfeuchter dafür, dass die relative Luftfeuchte konstant im sicheren Bereich liegt.

Risiken durch Taupunktunterschreitung

Der Kunde hat schon beim Bau der Fabrik folgende Risiken „im Keim erstickt“: Aus Hygienegründen müssen tierische Produkte stets in gekühlten Räumen mit möglichst geringer Luftfeuchte verarbeitet werden, denn in trockener und kühler Atmosphäre können sich Keime weniger stark vermehren.

Das Problem mit der Luftfeuchte, genauer: der relativen Luftfeuchte, hängt mit den physikalischen Eigenschaften von Luft zusammen. Mit zunehmender Erwärmung kann Luft wachsende Mengen Wasser in Form von Wasserdampf aufnehmen. Die Luftfeuchte lässt sich mit drei unterschiedliche Feuchtigkeitsbegriffen beschreiben:



Quelle: Condair

Hervorragende Kooperation zwischen den Geschäftsführern der KKN Kälte Klima Nord GmbH, den Herren Lindner und Fröhlich, und Herrn Strutz der Condair GmbH (v. l. n. r.).

Die absolute Luftfeuchte gibt die in einem gegebenen Luftvolumen tatsächlich enthaltene Masse an Wasserdampf in Gramm Wasser pro Kilogramm Luft an: g/kg. Die maximale Luftfeuchte beschreibt die bei einer bestimmten Temperatur maximal mögliche Masse an Wasserdampf, ebenfalls in g/kg. Mehr Wasserdampf kann die Luft bei dieser Temperatur nicht aufnehmen. Die relative Luftfeuchte drückt das Verhältnis von absoluter Luftfeuchte zu maximaler Luftfeuchte in Prozent aus:

$$\text{relative Luftfeuchte} = (\text{absolute Luftfeuchte} / \text{maximale Luftfeuchte}) \times 100 \%$$

Eine relative Luftfeuchte von 100 % entspricht einer maximal an Wasserdampf gesättigten Luft bei dieser Temperatur. Erwärmt man diese Luft bei gleichbleibender absoluter Menge an Wasserdampf, so sinkt die relative Feuchtigkeit der Raumluft und sie kann weiteren Wasserdampf aufnehmen. Trifft feuchte Warmluft jedoch auf kalte Oberflächen, tritt der gegenteilige Effekt ein. Die Luft kühlt an den kalten Oberflächen ab und verliert an Aufnahmevermögen für Wasserdampf. Der wiederum setzt sich, genau wie bei der Taubildung in der Natur, in Form feiner Tropfen an den kalten Oberflächen ab. Genau diese Nässe kann in den Verarbeitungs- und Lagerräumen der Lebensmittelbranche zu

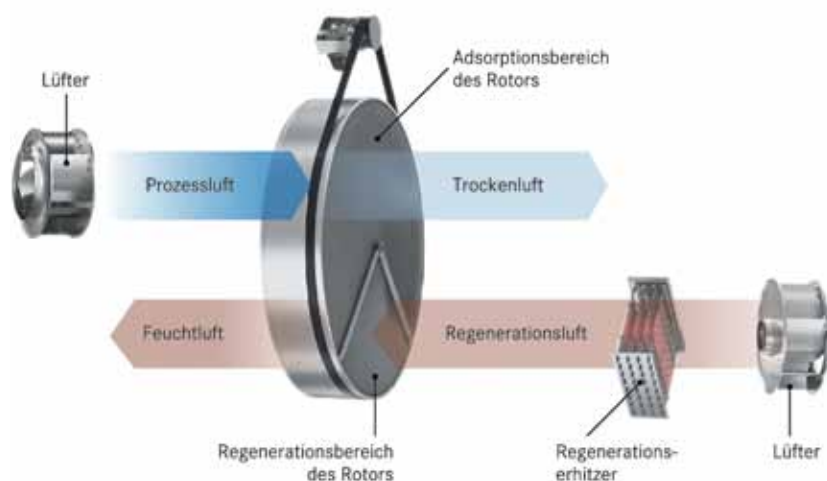
gravierenden Sicherheits-, Qualitäts- und Hygieneproblemen führen – und letztendlich sogar die Produktion zunichtemachen. Nässebildung birgt viele Gefahren. Kühlräume etwa sind nicht für die Langzeitaufbewahrung verderblicher Güter gedacht, sondern als Zwischenlager mit schnellem Durchsatz von Waren unter Einhalten der Kühlkette. Das kurzzeitige Einlagern oder Entnehmen von Waren erfordert jedoch ein häufiges Befahren dieser Bereiche mit Staplern. Während des Öffnens der Schleusentore strömt zwangsläufig kalte Innenluft nach außen und feuchte Warmluft von außen nach innen. So kommt es unweigerlich lokal zu Taupunktunterschreitungen und somit zur Nässebildung an kalten Objekten wie Böden, Decken, Regalen oder den Verdampfern der Kühlanlagen. Sie sorgt u. a. für eine erhöhte Rutsch- und Sturzgefahr auf nassen Böden, mögliches Aufweichen von Verpackungen und Beschädigen verpackter Waren usw. Oft kommt es auch zu Sichtbehinderung von Mitarbeitern durch Dunst- oder Nebelschleier im Bereich der Schleusen.

Beim Verarbeiten von Fisch wiederum bleiben immer geringe Spuren Fisch und Fischsaft an den produktberührenden Oberflächen von Förderbändern, Schneidemaschinen und dergleichen haften. Sie bilden ideale Nährböden für Schimmelpilze oder Bakterien. Das kann, je nach Verschmutzungsgrad, ein Zwischenreinigen von Teilbereichen erfordern. Der größte Feuchtigkeitseintrag erfolgt jedoch am Ende des Arbeitstags durch die Intensivreinigung der Verarbeitungsräume inklusive der darin benutzten Geräte, Maschinen und Anlagen. Da dabei auch Hochdruckreiniger zum Einsatz kommen, entsteht stets ein feiner Wassernebel, der sich in den Räumen verteilt und überall niederschlägt. Diese Feuchtigkeit muss entweichen können, vor allem dürfen nirgendwo Restfeuchtenester stehen bleiben. Die Folge sind sehr zeit-, energie- und kostenaufwändige Trocknungsarbeiten.

Vom Problem zur Lösung

Die bei Delta Fleisch für die Produktions- und Lagerräume benötigte Raumluft muss unterschiedliche Temperaturniveaus aufweisen. So ist die Außenluft zunächst auf die benötigte Grundtemperatur von 10 °C zu kühlen. Dies übernehmen auf dem Dach installierte RLT-Anlagen. In einigen Lager- und Verarbeitungsräumen kühlen dann Umluftkühlgeräte auf Temperaturen von 2 °C, 2 bis 4 °C und 5 °C.

Funktionsprinzip einer Adsorptionstrocknung



Quelle: Condair



Quelle: Condair

Damit erhöht sich jedoch die relative Luftfeuchte bis nahezu 100 %, also bis zur Sättigung. Und damit wäre Nässebildung vorprogrammiert. Deshalb ist als entscheidende Prozessstufe der Luftaufbereitung eine leistungsfähige Luftentfeuchtung zu integrieren. Dafür haben sich zwei Verfahren etabliert: die Kondensationsentfeuchtung und die Adsorptionstrocknung. Sie unterscheiden sich grundlegend in Arbeitsweise und Leistung.

Bei Kondensationsentfeuchtern hängt die Entfeuchtkapazität überwiegend von der jeweiligen Raumlufttemperatur ab. Wirtschaftlich sinnvoll ist ihr Einsatz in Temperaturbereichen von 10 bis 36 °C und einer erreichbaren relativen Feuchte von 45 bis 60 %. Aufgrund der zuvor genannten Vorgabewerte scheiden Kondensationsentfeuchter als Lösung im hier vorliegenden Fall aus.

Adsorptionstrockner dagegen wenden das Prinzip der Sorption an, einen reversiblen Prozess bestehend aus der Adsorptions- und der Desorptionsphase. Bei der Adsorption diffundiert Wasserdampf immer aus Umgebungen mit höherem Partialdruck in Gebiete mit niedrigerem Partialdruck, also aus der Umgebungsluft an die innere Oberfläche der hochporösen Sorptionsmittel. Diese inneren Oberflächen können mehr als 1.000 m²/g betragen. Eins der bekanntesten und am häufigsten verwendeten Sorptionsmittel ist Silicagel. Die zentrale Komponente eines Adsorptionstrockners ist der Adsorptionsrotor. Standardmäßig ist er in zwei gegeneinander abgedichtete Sektoren unterteilt – in einen Trocknungssektor (Adsorptionssektor) von 270 °C und einen Regenerationssektor (Desorptionssektor) von 90 °C. Der motorgeriebene Adsorptionsrotor dreht sich mit 5 bis 30 U/h, wobei ihn zwei gegenläufige Luftströme durchlaufen. Den größeren Adsorptionssektor durchströmt die zu trocknende Prozessluft, den Desorptionssektor die mittels eines Heizregisters auf etwa 120 °C erhitzte Regenerationsluft. Deren Volumenstrom beträgt rund ein Drittel des Prozessluftstroms. Aufgrund der Rotation verläuft der Prozess kontinuierlich. Mit diesem Verfahren lassen sich unter Verwendung von Vorkühlern Taupunkte von –65 bis –70 °C erreichen.

Kostenvorteile dank Gasbrenner statt elektrischer Heizregister

Die Regeneration des Adsorptionsrotors mittels Gasbrenner ist eine höchst interessante Option, wie der nachfolgende triviale

Vergleich veranschaulicht, vor allem in Zeiten permanent explodierender Strom- und Gaspreise. Letztere variieren insbesondere kurzzeitig sowie generell von Anbieter zu Anbieter sehr stark. Daher wurden im Folgenden beispielhafte spezifische Strom- und Gaspreise verwendet.

Modell DA 8000


Das Regenerations-Heizregister hat eine Leistung von 60 kW. Bei einer angenommenen Betriebsweise von 2.000 Volllaststunden pro Jahr ergäbe das einen Verbrauch von 120.000 kWh pro Jahr je Anlage.

Kosten pro Jahr mit Strom bei 21 Ct/kWh: 25.200 €/a je Anlage
Kosten pro Jahr mit Gas bei 7 Ct/kWh: 8.400 €/a je Anlage
Ersparnis: 16.800 €/a je Anlage.

Modell DA 6000

Das Regenerations-Heizregister hat eine elektrische Leistung von 32 kW. Bei einer angenommenen Betriebsweise von 2.000 Volllaststunden pro Jahr ergäbe das einen Verbrauch von 64.000 kWh pro Jahr je Anlage.

Kosten pro Jahr mit Strom bei 21 Ct/kWh: 13.440 €/a je Anlage
Kosten pro Jahr mit Gas bei 7 Ct/kWh: 4.480 €/a je Anlage
Ersparnis: 8.960 €/a je Anlage.

Deshalb wurden hier als Lösung vier Adsorptionstrockner in einer Sonderausführung für die Außenaufstellung mit Gasbrennern zur Regeneration vorgeschlagen. Bei den Trocknern handelt es sich um je zwei Modelle Condair DA 8000 für Volumenströme bis 8.000 m³/h sowie zwei Modelle Condair DA 6000 für Volumenströme bis 6.000 m³/h. Beide Systeme verfügen über Advanced-PLC und angeflanschte Nachkühler. Die Adsorptionstrockner entfeuchten die von den RLT-Geräten auf 10 °C vorgekühlte und mit 7,7 g/kg nahezu voll gesättigte Außenluft auf eine absolute Feuchte von unter 2 g/kg. Damit hat Delta Fleisch das Thema Luftfeuchte in seinen Produktions- und Lagerräumen fest im Griff. 

Eine Information der Condair GmbH, Garching

Firmenprofil siehe Seite 206