



LEBENSMITTELINDUSTRIE

Bedeutung der Luftfeuchtigkeit
in Produktion und Lagerung

Luftbefeuchtung, Entfeuchtung
und Verdunstungskühlung

 **condair**



Notwendigkeit von Luftentfeuchtung in der Lebensmittelindustrie

Bei der Produktion, Verarbeitung, Verpackung und Lagerung von Lebensmitteln ist das Einhalten von strengen Hygienerichtlinien von entscheidender Bedeutung für eine dauerhaft hohe Produktqualität. Gleichzeitig sind für störungsfreie Produktionsprozesse neben einer guten Raumluftqualität oft auch konstante, eng begrenzte Raumtemperaturen und Raumluftfeuchten sicherzustellen. Diese werden aber aufgrund von Feuchteinträgen durch warme, feuchte Außenluft sowie durch die Feuchteabgabe von Personen und Produkten ständig beeinträchtigt. Hier ergibt sich in Abhängigkeit von der Art der Lebensmittel und deren Verarbeitung ein großes Spektrum von „hohe Raumtemperatur mit hoher Luftfeuchte“ bis zu „geringe Raumtemperatur mit geringer Luftfeuchte“.

Besonders dort, wo hygroskopische Substanzen wie zum Beispiel Pulver, Mehl und Zucker eingesetzt und verarbeitet werden, ist eine geringe Luftfeuchte von höchster Bedeutung, um ein Verklumpen der Produkte und Produktionsausfälle zu vermeiden.

Die Broschüre behandelt speziell das Thema „Sicherstellen geringer Raumluftfeuchten in der Lebensmittelindustrie“ in Theorie und anhand von Beispielen. Dazu werden verschiedene Verfahren und Techniken für eine besonders betriebssichere, effiziente und wirtschaftliche Luftentfeuchtung vorgestellt. Die dazu einzusetzenden Luftentfeuchter können, je nach deren Funktionsprinzip und Leistungsgröße, in sehr kurzer Zeit auch sehr große Mengen an Wasserdampf aus der Luft abscheiden und so alle von mittleren bis zu sehr geringen geforderten Luftfeuchten dauerhaft sicherstellen.

Ein wenig Thermodynamik: So funktioniert die Luftentfeuchtung

In der Thermodynamik hängen die Größen Enthalpie (**h**), Temperatur (**t**) und Feuchte (**x**) untrennbar miteinander zusammen. Die Darstellung dieser Größen erfolgt in einem sogenannten h,x-Diagramm. Dabei ist die Enthalpie h der gesamte Wärmeinhalt der Luft, bestehend aus der Lufttemperatur und dem in der Luft vorhandenen Wasserdampf. Bei der Feuchte x unterscheidet man noch die absolute Feuchte x (g Wasserdampf in der Luft pro kg Luft) und die relative Feuchte ϕ . Die relative Feuchte (ϕ) gibt an, zu wieviel Prozent die Luft gesättigt ist. Wenn es nun darum geht, für einen Prozess oder zur Sicherstellung von vorgegebenen Soll-Raumluftzuständen Luft zu entfeuchten, folgen daraus zum Beispiel folgende typische Herausforderungen.

Beispiel 1

Sicherstellen einer Luftfeuchte von 50 % bei einer Raumtemperatur von 20 °C

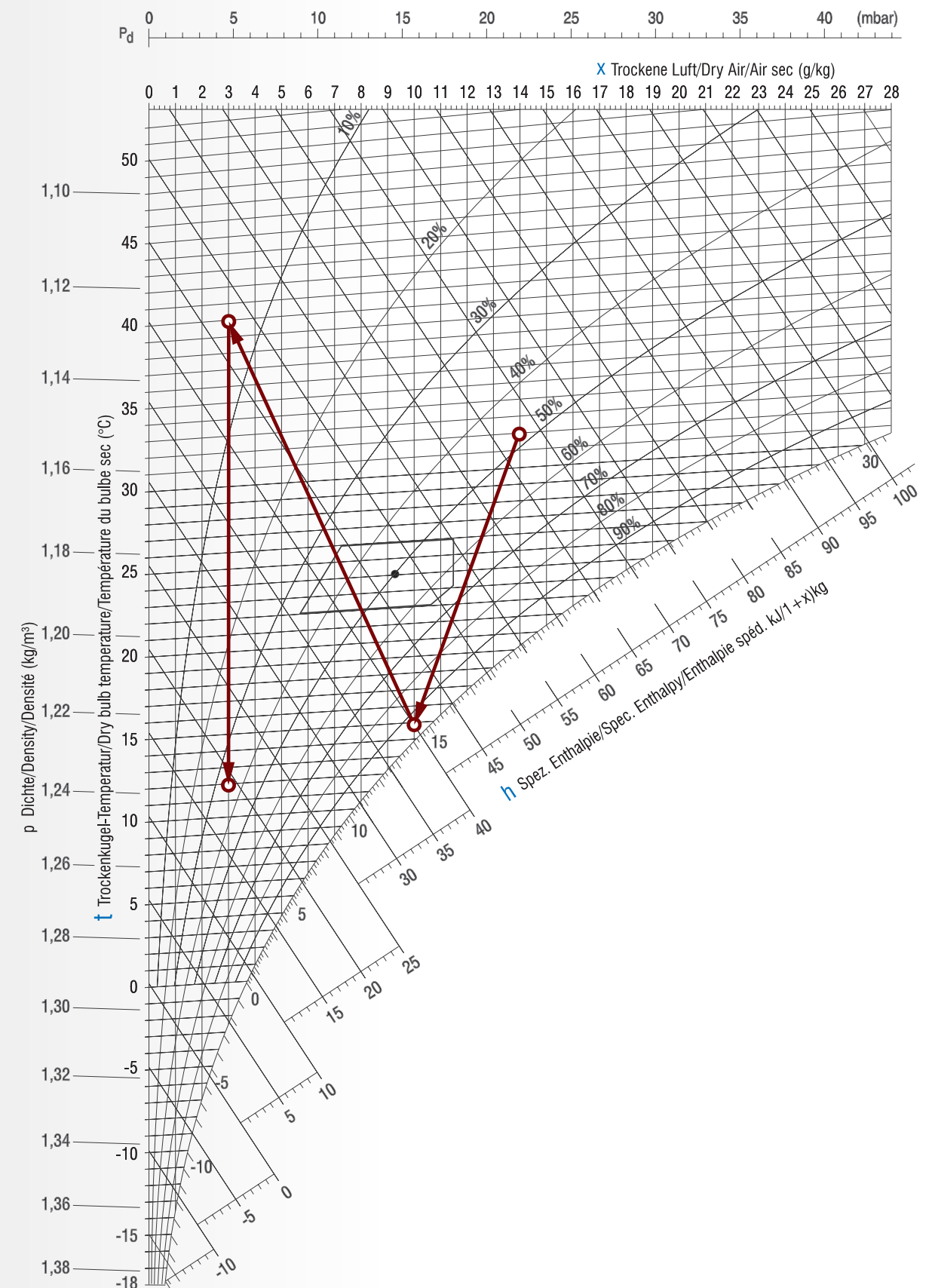
Bei einem Prozess werden durch die Verarbeitung eines Lebensmittels ständig 2 g Wasser pro kg Luft an die Raumluft (20 °C, $x = 7,2$ g/kg) abgegeben. Dieses Wasser wird von der Luft als Wasserdampf aufgenommen. Dadurch steigt aber die Raumluftfeuchte auf einen Wert von nun etwa 85 % und gleichzeitig sinkt die Raumtemperatur auf rund 15 °C. Durch den Betrieb eines im Raum aufgestellten Luftentfeuchters (zum Beispiel eines Kondensationslufttrockners), der ständig Raumluft ansaugt und diese entfeuchtet, werden die geforderten Raumbedingungen eingehalten.

Beispiel 2

Entfeuchtung eines Luftvolumenstroms auf 12 °C und eine Feuchte von 3 g/kg (im h,x-Diagramm auf der gegenüberliegenden Seite dargestellt)

Viele Produktionsprozesse und das Lagern von Lebensmitteln erfordern geringe Temperaturen und gleichzeitig sehr geringe Luftfeuchten. Es wird angenommen, dass ein Außenluftvolumenstrom mit einer Temperatur von 32 °C und einer Feuchte von 14 g/kg (47 %) auf einen Zuluftzustand von 12 °C und eine Feuchte von 3 g/kg (35 %) entfeuchtet werden soll. Dazu wird ein Adsorptionstrockner eingesetzt. Die Zustandsänderungen der Außenluft zur Zuluft folgt dem Verlauf der roten Geraden im h,x-Diagramm. Schritt 1 ist eine Vorkühlung und Vorentfeuchtung der Luft auf 15 °C und eine Feuchte von 10 g/kg. Im Schritt 2 erfolgt im Adsorptionstrockner die Trocknung der Luft auf eine Feuchte von rund 3 g/kg, wodurch die Temperatur auf etwa 40 °C ansteigt. Beim letzten Schritt 3 wird die nun trockene Luft auf die Zulufttemperatur von 12 °C nachgekühlt.

Nach diesen kurzen theoretischen Grundlagen folgen auf den nächsten Seiten weitere Beispiele für die Lufttrocknung verschiedener Lebensmittel. Vertiefende Informationen zu typischen Einsatzbereichen, technischen Arbeitsweisen und Eigenschaften von Kondensations- und von Adsorptionstrocknern lesen Sie auf den Seiten 14 bis 17.



Verbesserung von Fertigungs-Qualität und -Konsistenz

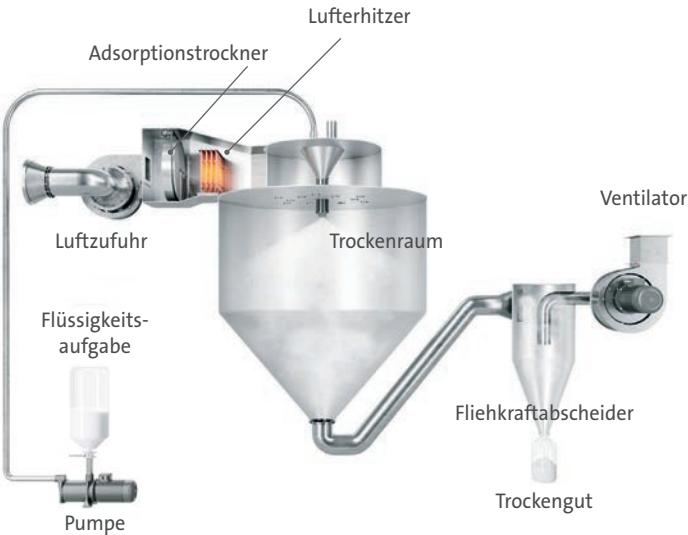
Sprühtrocknung zur Herstellung von pulverförmigen Lebensmitteln

In vielen Bereichen der Lebensmittelwirtschaft werden Produkte in industriellen Prozessen zu Pulvern verarbeitet. Diese kommen dann als fertige Waren in den Handel oder werden als Grundsubstanzen zur Herstellung weiterer Waren verwendet. Zu diesen Produkten zählen zum Beispiel Milchpulver, Instantkaffee und Cappuccinopulver.

Durch das Verfahren der Sprühtrocknung wird der Milch vollständig das Wasser entzogen. Dieser Prozess gliedert sich in drei Schritte. Im ersten Schritt wird das zuvor durch Eindampfen vorgetrocknete Milchkonzentrat in sehr feine Tröpfchen zerstäubt, wodurch sich dessen Oberfläche um den Faktor 1.000 vergrößert. Gleichzeitig wird im Schritt zwei in diesen Prozess Luft eingebracht, die zuvor gefiltert, erhitzt und getrocknet wurde. Je heißer und trockener diese zugeführte Prozessluft ist, umso höher ist die Trocknungsgeschwindigkeit. Der Luftstrom entzieht den feinen Milchtröpfchen in kurzer Zeit komplett das Wasser, bindet dieses als Dampf und führt es aus dem Prozess ab. Bei der Aufnahme des Wassers wird die Prozessluft befeuchtet und kühlt dadurch ab. Im letzten Schritt wird die nun pulverförmige Trockenmilch in einem Zyklonabscheider vom Luftstrom getrennt.

So entsteht aus etwa sechs bis sieben Litern Milch ein kg Trockenmilchpulver. Dieses wird unter anderem zur Herstellung von Käse, Joghurt, Süß- und Backwaren, als Grundlage für Instant-Babynahrung und sehr häufig zur Herstellung von Schokolade verwendet.

Auf Basis des Prozesses der Sprühtrocknung werden auf ähnliche Weise viele weitere Lebensmittelpulver hergestellt. Zudem wird Sprühtrocknung auch sehr stark in der Pharmazie eingesetzt.



Für den Prozess der Sprühtrocknung eignet sich der Einsatz von Adsorptionstrocknern in idealer Weise. Beim Adsorptionstrocknungsprozess wird nicht nur die Luftfeuchtigkeit verringert, darüber hinaus erwärmt sich auch die Luft. Diese Erwärmung kommt dem Sprühtrocknungsprozess zugute, denn die Erwärmung der Heißluft benötigt große Mengen an Energie. Dadurch verbessert sich die Effizienz und die Wirtschaftlichkeit der Sprühtrocknung erheblich.

Hygroskopische Roh- und Produktionsstoffe

Stoffreaktionen vermeiden und Rohstoffgüte bewahren

Um eine möglichst optimale industrielle Verarbeitung und eine schadenfreie Lagerung von chemischen Stoffen sicherzustellen, gilt es, Entfeuchtungssysteme zu konzipieren, die exakt an die Bedürfnisse und Prozesse der Herstellerunternehmen angepasst sind. Derartige Systemlösungen setzen in der Regel schon bei der Anlieferung der Roh- und Ausgangsstoffe an, um bereits in dieser Phase die Vorteile einer optimalen Luftfeuchtesteuerung zu nutzen.

Wichtig dabei ist: Selbst geringfügige Abweichungen von der „idealen“ Feuchte können sich im Ablauf des weiteren Prozessgeschehens negativ auf die dabei verwendeten Stoffe und ihre Spezifika, aber auch durch mögliche Reaktionen untereinander auswirken. Wichtig ist neben der Gewährleistung einer zuverlässigen Qualität auch eine gleichbleibende Konsistenz der Produkte im Hinblick auf ihre Riesel- und Fließfähigkeit. Nur so können die entsprechenden Lager-, Förder- und Dosiersysteme bestmöglich eingesetzt werden.

Wasserbindende Rohstoffe

Für die industrielle Herstellung und Weiterverarbeitung hygroskopischer Stoffe ist eine durchgängige Entfeuchtung der Umgebungsluft notwendige Voraussetzung für die optimale Produktion. Verbindungen, die wie zum Beispiel Stärke auf Feuchtigkeit stark anziehend wirken,

können bei der Aufnahme von Wasser nicht nur ihr Volumen, sondern auch Farbe und andere Spezifika verändern. Entscheidend aber ist, dass sich auch die Qualität der Erzeugnisse und ihrer einzelnen Bestandteile bis hin zur Unbrauchbarkeit oder Ungenießbarkeit vermindern kann. Während Mehl beispielsweise bei der Aufnahme von Feuchtigkeit rasch Klumpen bildet, reagiert Zucker chemisch mit Wasser und bildet dabei guss- oder karamellartige Verbindungen, die ihn für eine Weiterverarbeitung unbrauchbar machen können. Um die Folgen dieser Reaktionen oder Prozesse vorbeugend zu verhindern, ist der Einsatz wirkungsvoller Entfeuchtungslösungen unbedingt erforderlich.



Trockener Untergrund für gut haftende Etiketten

Wenn Flaschen im Zuge der Abfüllung von Getränken etikettiert werden, kann eine zu hohe Luftfeuchte in der Umgebung der Produktions- und Abfüllanlagen das Etikett der abgefüllten Flaschen derart beschädigen, dass diese schließlich nicht in den Verkauf gelangen können.

Das Problem: Wenn die kühl abgefüllten und etikettierten Flaschen in das Lager gebracht werden, besteht die Gefahr der Kondensatbildung an der Flaschenoberfläche. Dies kann sich verhängnisvoll auf die Etikettierung auswirken, indem der Kleber des Etiketts aufweicht, seine Haftung verliert und dadurch das Etikett von der Flasche abrutscht. Dieses Problem kann durch eine Entfeuchtung am Lagerort verhindert werden.

Ob Schimmelbildung an den Ecken und Kanten oder Unbrauchbarkeit der Etiketten durch Faltenbildung, Verrutschen oder Ablösen: Der Einsatz aktueller und effizienter Entfeuchtungstechnologien beugt solchen Problemen wirkungsvoll vor.







Luftentfeuchtung sorgt für hygienische Produktionsbedingungen

Kondensatkontamination

Eine präzise, anwendungsoptimierte Luftentfeuchtung spielt zur Einhaltung der in der Lebensmittelindustrie geforderten hohen Hygienestandards eine maßgebliche Rolle. Tendenziell müssen bei Produktionen mit leicht verderblichen Lebensmitteln die Raumtemperaturen in den Produktions-, Labor oder Lagerräumen eher auf niedrigem Niveau gehalten werden. Dringt dann, etwa durch die (notwendige) Öffnung der Raumzugänge, wärmere Luft in den Raum ein, kann sich die damit gleichzeitig eindringende Feuchtigkeit schnell als Kondensat an Decken, Wänden oder an den Oberflächen der Geräte und Einrichtungsgegenständen absetzen. An den Stellen, wo sich dauerhaft Feuchtigkeit niederschlägt, wird der Boden für die Bildung von Mikroorganismen wie Pilzen und Bakterien bereit. Ähnlich negativ wirkt sich die kondensierende feuchte Luft vorwiegend an den metallischen Bestandteilen von Geräten oder Einrichtungsgegenständen aus. Dies begünstigt die Entstehung von Korrosionsschäden, birgt Gefahren der Kontamination durch Kondenswasser und erschwert so das Einhalten der geforderten Hygienebestimmungen.

Korrosionsschäden

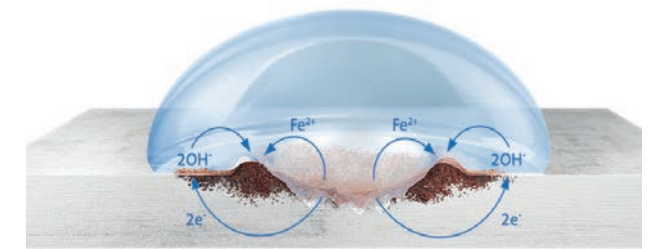
An den oft sehr großen Oberflächen von mit kaltem Wasser durchflossenen Rohrleitungen und Armaturen setzt sich schnell Kondenswasser ab – umso mehr, je niedriger die Temperaturen an diesen Oberflächen sind. Die Folgen davon können weitreichend und in der Konsequenz kostspielig sein. Durch eine dauernde Einwirkung von Feuchtigkeit setzt an den betroffenen Stellen mit der Zeit Rost an. Schlimmer noch: Je nachdem, wo sich die Leitungssysteme befinden, kann das kondensierte Wasser auch in sich darunter befindende Produktions- oder Lagerbehälter gelangen und dort, je nach Funktion der Anlagenelemente im Produktionsprozess, erhebliche Schäden anrichten.

Der Einsatz von Luftentfeuchtungssystemen auf Basis von Adsorptions- oder Kondensationstechnologien beugt Kondensation, Korrosion und Schimmelbildung vor und verhindert so dauerhafte Schädigungen der Produkte und Produktionsanlagen.

Wie Korrosion entsteht

Bei ausreichend trockener Luft kann Eisen nicht rosten. Wenn sich jedoch Feuchtigkeit am Metall absetzt, beginnen Sauerstoff (O_2) und Wasser (H_2O) zu Hydroxid-Ionen (OH^-) zu reagieren. Um die für diese Reaktion benötigten Elektronen auszugleichen, oxidiert das Eisen. Das heißt, es gibt seine Elektronen ab, die dann vom Sauerstoff aufgenommen werden. Bei diesem Prozess entsteht Eisenoxid, also Rost.

Dort, wo die Elektronen entzogen wurden, entsteht ein Elektronenmangel und es lösen sich positiv geladene Eisen-Atome (Fe^{2+}). Diese wandern in den Wassertropfen und verbinden sich dort mit den negativ geladenen Hydroxidionen (OH^-). Im ersten Schritt entsteht dann durch unterschiedliche Ladungen Eisen(II)-Hydroxid.



Weitere Reaktionen mit Wasser, Sauerstoff und Hydroxidionen führen zu immer weiter laufenden Reaktionen, aus denen Eisen(III)-Oxid und Eisen(III)-Hydroxid entstehen. Diese setzen sich auf der Metalloberfläche ab und geben dem Rost sein typisches Erscheinungsbild. Anders als bei Metallen wie Aluminium, wird der Prozess erst dann gestoppt, wenn kein Eisen mehr vorhanden ist.

Feuchteeintrag bei hohen Reinigungsintervallen

Allein schon aus hygienischen Gründen sind in einer Vielzahl von Lebensmittelbetrieben häufige – oft auch mehrmals täglich stattfindende – Reinigungsmaßnahmen ein Muss. Zum Beispiel bei der Fleisch verarbeitenden Industrie müssen die eingesetzten Maschinen, Arbeitsflächen und Böden aufgrund der dort entstehenden erheblichen Verschmutzungen bis zu drei Mal pro Tag gereinigt werden, um das erforderliche Maß an Sauberkeit und Hygiene zu erreichen.

Überall dort, wo etwa mit dem Einsatz von Hochdruck- oder Dampfreinigern gereinigt wird, werden große Mengen an Feuchtigkeit freigesetzt. Wird diese nicht im Anschluss an den Reinigungsprozess konsequent entfernt, lässt sie sich unter anderem auch auf den verarbeiteten Fleischerzeugnissen nieder und findet dort den Nährboden zur Entstehung von Mikroorganismen. Zusätzlich verhindert die Entfeuchtung eine mögliche Nebelbildung, sorgt für ein angenehmeres Arbeitsklima für die Mitarbeiter, und trockene Böden schützen zusätzlich vor der Gefahr des Ausrutschens.



Die Knusprigkeit von Back- und Knabberwaren

Jedes Kind weiß es: Kekse, Chips, Brezel und Salzstangen, die über einen bestimmten Zeitraum offen gelagert werden, verlieren ihre Knusprigkeit – sie saugen Feuchte aus der Umgebungsluft und nehmen diese auf. Bei Backwaren, die primär aus den hygroskopischen Zutaten Mehl und Zucker bestehen, können die gewünschten Eigenschaften über ein Luftfeuchtemanagement gewährleistet werden. Überall dort, wo Brot gebacken und gelagert wird,

also in Bäckereien oder, noch umfangreicher, bei der industriellen Produktion von Backwaren, dient der Einsatz von wirkungsvollen Entfeuchtungssystemen zum Erhalt der Knusprigkeit und auch zur Prävention von Schimmelbildung.



Förderfähigkeit von Stück- und Schüttgut

Für eine optimale Herstellung von Lebensmitteln muss vor allem das Zusammenspiel der eingesetzten Prozesse mit den Produkten, die dabei erzeugt werden, stimmen. Die einseitige Fokussierung auf eine hochwertige Produktqualität reicht hier in der Regel nicht aus. Die Fertigung muss vor allem auch den hohen Ansprüchen an Wettbewerbsfähigkeit in diesem Sektor genügen; das Erreichen größtmöglicher Effizienz ist gerade in der Lebensmittelindustrie ein Dauerthema.

Geringstmögliche Stillstandzeiten

Ein wesentlicher Bestandteil der Prozessqualität liegt hier in einem ungehinderten, gleichbleibend

starken Produktionsfluss der eingesetzten Förder- und Transportwege. Wird deren Umgebung nicht ausreichend entfeuchtet, können Anhaftungen oder Verklebungen der Erzeugnisse an den Transportbändern oder eine durch Klumpenbildung hervorgerufene Verstopfung der Förderwege den Produktionsprozess empfindlich stören.

Intelligente Entfeuchtungslösungen bieten Lebensmittelherstellern eine optimale Kontrolle und Steuerung ihrer Prozessabläufe.



Die Wahl der richtigen Luftentfeuchtungs-Technik

Wie in der Broschüre gezeigt wurde, sind in der Lebensmittelindustrie zur Luftentfeuchtung unterschiedliche Herausforderungen zu bewältigen. In Abhängigkeit von der Art der Produktion, der Weiterverarbeitung und der Lagerung der Lebensmittel reicht das Spektrum von „hohe Temperatur mit hoher Luftfeuchte“ bis zu „geringe Temperatur mit geringer Feuchte“.

Eine Möglichkeit zur Luftentfeuchtung besteht im Betrieb von Lüftungsgeräten mit integrierten Wasserkühlern. Dabei wird die ins Lüftungsgerät angesaugte Außenluft im Kühler stark abgekühlt, dadurch entfeuchtet und anschließend in den Raum eingebracht. Diese Art der Entfeuchtung reicht bei schwülwarmem Wetter aber häufig nur aus, um Spitzen abzufangen. Darüber hinaus entsprechen die dabei unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten erreichbaren Feuchtwerte oft nicht den benötigten Sollkonditionen und müssen zusätzliche noch (nach) entfeuchtet werden. Um die Betriebskosten zur Luftentfeuchtung signifikant zu verringern, werden meist Sekundärluft-Entfeuchtungsgeräte eingesetzt. Diese entfeuchten entweder einen benötigten Teilluftvolumenstrom oder werden direkt im Raum aufgestellt. Dort saugen sie ständig Raumluft an, die gefiltert, entfeuchtet und dann als trockene Zuluft zurück in den Raum ausgeblasen wird.

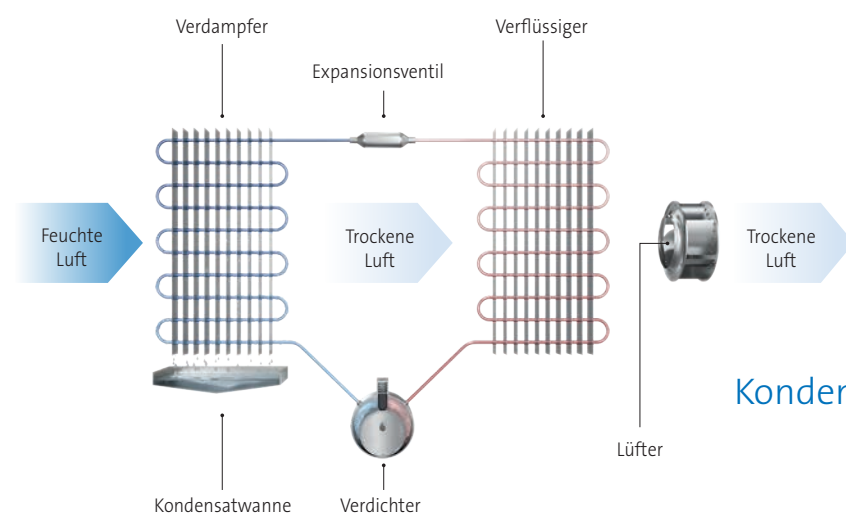
Beide Arten der Entfeuchtung haben Vor- und Nachteile und müssen bei jeder Anwendung geprüft und evaluiert werden. Bei der direkten Aufstellung im Raum muss nebst der internen Feuchtelast im

Raum auch die externe Feuchtelast, z. B. der mechanischen Lüftung im Sommer, berücksichtigt werden. Die dazu eingesetzten Entfeuchtungsgeräte gibt es als Kondensationsluftentfeuchter und als Adsorptionstrockner.

Kondensations-Luftentfeuchter

sind betriebsfertige Geräte für Standard-Entfeuchtungsprozesse, bei denen eine relative Luftfeuchte bis zu 40 % bei einer Raumtemperatur von etwa +5 bis +35 °C eingehalten werden soll.

Die Geräte enthalten eine Kältemaschine mit Verdichter, Verdampfer und Verflüssiger. Wie die untere Abbildung zeigt, saugt der Ventilator feuchte Raumluft ins Gerät, filtert diese und führt sie anschließend durch den Verdampfer. In diesem strömt flüssiges Kältemittel, das der Luft Wärme entzieht und dabei verdampft. Dadurch wird die Luft so stark abgekühlt, dass deren Taupunkt unterschritten wird und Wasser aus der Luft kondensiert. Je niedriger die Temperatur im Verdampfer ist, umso mehr Wasser wird als Kondensat aus der Luft ausgeschieden und um so trockener wird die Luft. Das Wasser wird in einer Kondensatwanne gesammelt und in den Abfluss abgeleitet. Anschließend strömt die nun entfeuchtete, aber kühle Luft durch den Verflüssiger der Kältemaschine. Dort wird sie von der Kondensationswärme erwärmt und strömt als entfeuchtete Zuluft zurück in den Raum. Durch die Kontinuität dieses Prozesses wird die Raumluft ständig auf den gewünschten Sollwert entfeuchtet.



Funktionsprinzip
Kondensationsentfeuchtung

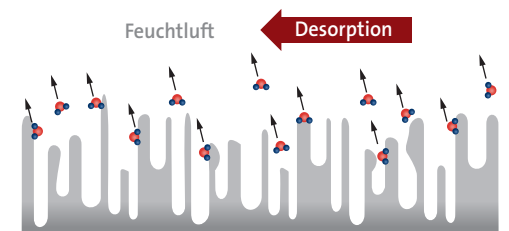
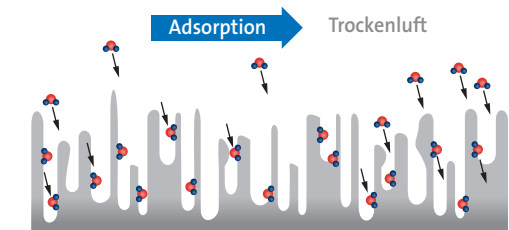
Adsorptions-Trockner

werden eingesetzt, wenn eine geringe Feuchte unter etwa 10 % bei oft auch sehr niedrigen Temperaturen erzeugt werden soll. Da hierfür die Entfeuchtung von Luft durch eine extreme Unterschreitung des Taupunkts wie bei einem Kondensationsluftentfeuchter zu aufwändig und zu energieintensiv wäre, werden bei der Adsorptionstrocknung die Eigenschaften von Silicagelen genutzt.

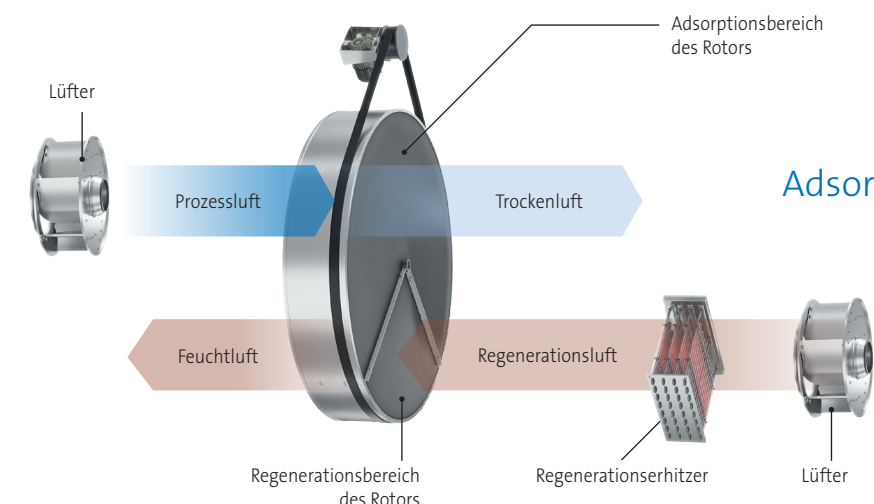
Ein Adsorptions-Trockner besteht aus einem Sorptionsrotor, Luftfiltern, zwei Ventilatoren zur Förderung der Prozessluft und der Regenerationsluft, einem Erhitzer zur Erwärmung der Regenerationsluft und der zugehörigen Regelung (siehe Abbildung unten).

Der Prozessluftventilator fördert die zu trocknende Luft in das Gerät. Nach einem Luftfilter erreicht die Luft den sich langsam drehenden Sorptionsrotor. Dieser besteht über 82 % aus Silicagel auf einer luftdurchlässigen Glasfaser-Wabenstruktur. Das Silicagel ist aufgrund seiner extrem großen inneren Oberfläche bis zu 800 m² pro Gramm sehr hygroskopisch und kann daher große Mengen an Wasser aus der Prozessluft auf der Oberfläche aufnehmen und in seiner inneren Struktur speichern.

Bei der Strömung der Luft durch den Sorptionsrotor finden gleichzeitig zwei Prozesse statt: Die Prozessluft kann sehr stark entfeuchtet werden. Dabei steigt aber je nach der Entfeuchtungsintensität die Lufttemperatur unter Umständen stark an. Daher ist es oft nötig, die nun entfeuchtete, aber warme Luft vor ihrer Rückführung in den Raum zu kühlen.



Damit dieser Entfeuchtungsprozess funktioniert, muss der Sorptionsrotor kontinuierlich regeneriert werden: Ihm muss also ständig die im Silicagel eingelagerte Feuchte wieder entzogen werden. Dies geschieht mit Regenerationsluft, die von der anderen Seite kommend im Gegenstrom den Sorptionsrotor durchströmt. Die Regenerationsluft wird erhitzt, und folglich sinkt die relative Luftfeuchtigkeit so stark ab, dass es ausreicht, das Wasser aus dem Silicagel auszutreiben und als Dampf in der Luft zu binden (Desorption). Die nun feuchte Regenerationsluft verlässt den Adsorptionstrockner und wird, gegebenenfalls nach einer ergänzenden Wärmerückgewinnung, zur Außenluft ausgeblasen. Als Medien zur Beheizung der Regenerationsluft, werden Heißwasser, Dampf, Gasbrenner oder elektrische Energie eingesetzt.



Funktionsprinzip
Adsorptionstrocknung

Kondensations-Luftentfeuchter Serie Condair DC

Condair Industrie-Kondensation-Luftsentfeuchter der Baureihe DC kommen in vielfältigen Anwendungen in der Industrie, im Gewerbe und in Lagern zum Einsatz. Der Prozess der Luftentfeuchtung basiert auf einem Kälteprozess. Dabei wird von der Kältemaschine eine niedrige Temperatur erzeugt, durch die der Wasserdampf aus der Luft kondensiert und die Luft somit entfeuchtet wird. Solche Entfeuchter eignen sich besonders zur Sicherstellung von Feuchten zwischen etwa 40 bis 60 %. Die Condair Kondensations-Luftentfeuchter sind vielfältig und kundenspezifisch konfigurierbar. Bereits die zehn Standardausführungen decken mit Entfeuchtungsleistungen von 75 bis 930 l/24 h bei Luftvolumenströmen von 800 bis 8.500 m³/h ein breites Einsatzspektrum ab. Eine freistehende Montage oder der mobile Einsatz sind ebenso möglich wie der Anschluss an ein Luftleitungsnetz

zur optimalen Verteilung der getrockneten Luft im Raum. Dadurch kann auch die Feuchte in sehr großen Objekten mit nur einem Gerät oder wenigen Geräten reguliert werden. Hinzu kommen Geräteausführungen und Baureihen zur Wand-, Hinterwand- und zur Deckenmontage sowie mit externer Wärmeabfuhr und für niedrige Temperaturen. Für den Einsatz in temperatursensiblen Bereichen eignen sich Sonderausführungen mit Außenkondensatoren. Hierbei wird die Kondensationswärme der Luftentfeuchter über einen externen Verflüssiger abgeführt, wodurch eine Erwärmung der Raum-temperatur, die durch den Betrieb des Entfeuchters entstehen können, ausgeschlossen werden. Die Regelung aller DC-Luftentfeuchter auf den Sollbetrieb erfolgt vollautomatisch über Mikroprozessoren.



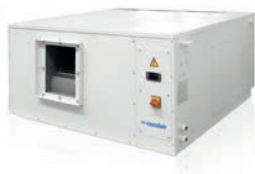
Condair DC 50 – 200 W
Kondensations-Luftentfeuchter zur Wandmontage

Nominale Trocknungsleistung*
49 bis 190 l/Tag



Condair DC 50 – 200 R
Kondensations-Luftentfeuchter zur Hinterwandmontage

Nominale Trocknungsleistung*
49 bis 190 l/Tag



Condair DC 50 – 200 C
Kondensations-Luftentfeuchter zur Deckenmontage

Nominale Trocknungsleistung*
49 bis 190 l/Tag



Condair DC 75 – 100
Leistungsstarker Kompakt-Kondensations-Luftentfeuchter

Nominale Entfeuchtungsleistung*
73,0 – 95,2 l/Tag.



Condair DC-N
Kondensations-Luftentfeuchter mit externer Wärmeabfuhr

Nominale Trocknungsleistung*
263,1– 939,3 l/Tag.



Condair DC-LT
Kondensations-Luftentfeuchter für niedrige Temperaturen

Nominale Trocknungsleistung*
263,1 - 939,3 l/Tag.

*bei 30°C - 80 % r.F.

Adsorptions-Trockner Serie Condair DA

Überall, wo sehr geringe Feuchten erforderlich sind, zum Beispiel in industriellen Trocknungsprozessen oder bei Prozessen mit sehr geringen Temperaturen, kommen Condair Adsorptions-Trockner der Baureihe DA zum Einsatz. Der silicagelbeschichtete Sorptionsrotor arbeitet bei optimalen Betriebsbedingungen praktisch verschleißfrei und ermöglicht einen sicheren Betrieb bis zu Temperaturen von -30 °C und das Erzielen auch minimalster Feuchten. Das als Trocknungsmedium eingesetzte Silicagel ist nicht lungengängig und nicht brennbar.

Neben 30 Standardausführungen mit Entfeuchtungsleistungen von 0,6 bis 182 kg/h für Prozessluftströme von 120 bis 27.000 m³/h sind die DA-Trockner auch in vielen Sonderausführungen erhältlich. So können die Geräte bereits werkseitig mit Vor- und /oder Nachkühlregistern, Wärmeübertrager- oder Kondensationsmodulen

ausgestattet werden. Besonders die oft notwendige Nachkühlung der getrockneten, aber dadurch erwärmten Prozessluft sollte frühzeitig bei der Anlagenplanung berücksichtigt werden. Neben der Auswahl unterschiedlicher Regenerationsverfahren besteht auch die Möglichkeit zur Nutzung bereits vorhandener Medien wie Dampf oder Heißwasser. Deren Kombination mit dem im Gerät integrierten elektrischen Regenerationserhitzer ermöglicht besonders bei größeren Anlagen erhebliche Einsparungen an Betriebskosten.

Die Steuerung aller im Adsorptions-Trockner ablaufenden Prozesse auf die Sollkonditionen der Zuluft erfolgt in Abhängigkeit von den aktuellen Betriebsbedingungen entweder über die bauseitige MSR oder optional über die im Gerät verbaute SPS.



Condair DA 160 – 440
Kompakte und effiziente Adsorptions-Trockner in einem widerstandsfähigen Edelstahlgehäuse. Zur Anwendung in kleineren Räumen, wie z. B. Laboratorien, Kellern und Archiven.

Nominale Trocknungsleistung**
0,6 – 1,4 kg/h.



Condair DA 210 – 450
Leistungsstarke, aber dennoch kompakte Adsorptions-Trockner zum Einsatz in Gewerbe und Industrie. Robuste und servicefreundliche Konstruktion in einem AISI304-Edelstahlgehäuse.

Nominale Trocknungsleistung**
0,6 – 2,2 kg/h.



Condair DA 500 – 9400
Vielfältig kundenspezifisch konfigurierbarer Adsorptions-Trockner, insbesondere zum Einsatz im Produktionsbereich und in großen Räumen.

Nominale Trocknungsleistung**
3,3 - 54 kg/h.

**bei 20°C - 60 % r.F.

