

Techno Pharm

APV – Arbeitsgemeinschaft für
Pharmazeutische Verfahrenstechnik e.V.

02 · 2013

MAKING SCIENCE WORK

Schneller trocknen mit weniger Energie

Prozessoptimierung durch Kondensationstrocknung

Reinhold Specht und Jochen Schumacher

Harter Oberflächen- und Umwelttechnik GmbH, Stiefenhofen (Germany)

Sonderdruck

TechnoPharm 3, Nr. 2, 80–85 (2013)

www.ecv.de

Schneller trocknen mit weniger Energie

Prozessoptimierung durch Kondensationstrocknung

Reinhold Specht und Jochen Schumacher • Harter Oberflächen- und Umwelttechnik GmbH, Stiefenhofen

Korrespondenz: Reinhold Specht, Harter Oberflächen- und Umwelttechnik GmbH, 88167 Stiefenhofen;
e-mail: reinhold.specht@harter-gmbh.de

Zusammenfassung

Bei vielen pharmazeutischen Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen sind Trocknungsvorgänge notwendig. Nach der Sterilisation oder der Reinigung beispielsweise müssen die gefertigten Produkte innerhalb einer vorgegebenen Taktzeit vollständig trocken sein, um sie der Weiterverarbeitung umgehend zuführen zu können. Prozess- und materialbedingt dürfen zahlreiche Waren zudem im Trocknungsprozess nicht zu stark erhitzt werden. Und dann sollte auch noch die Energiebilanz stimmen. Diese Anforderungen alle unter einen Hut zu bringen, stellt sich in der Praxis immer wieder als Herausforderung dar. Der Trocknungsprozess ist oftmals eine Engstelle im Herstellungsprozess, die einen reibungslosen Ablauf verzögert oder gar blockiert. Im modernen Anlagenbau sind Verfahren gefragt, die zugleich leistungsstark, schonend und energieeffizient arbeiten. In der Trocknungstechnologie kann man sich diesem Ziel mit einem alternativen Ansatz nähern. Ein geschlossenes System auf Wärmepumpenbasis ermöglicht eine schnelle Trocknung bei niedrigen Temperaturen. Diese sogenannte Kondensationstrocknung kann in allen Bereichen der Haftwassertrocknung zur Prozessoptimierung eingesetzt werden.

Einleitung

Die Kondensationstrocknung auf Wärmepumpenbasis ist ein Verfahren, das Feststoffe aller Art bei niedrigen Temperaturen zwischen 20° und 90 °C, je nach Anwendung, trocknen kann. Dabei wird extrem trockene und damit ungesättigte Luft über das Trocknungsgut geführt und nimmt dabei die Feuchtigkeit auf. Der mit Feuchtigkeit beladenen Luft wird anschließend in einem Entfeuchtungsmodul die gespeicherte Feuchte entzogen. Die Feuchtigkeit wird auskondensiert und verlässt als Kondensat die Anlage. Anschließend wird die abgekühlte Luft mit der zurückgewonnenen Energie wieder erwärmt und weitergeleitet. Der Kreislauf ist geschlossen. Der Trock-

Autoren



Reinhold Specht

Reinhold Specht blickt auf eine über 20-jährige Erfahrung im Trocknungsanlagenbau zurück. Er war maßgeblich an der Entwicklung des Verfahrens zur Kondensationstrocknung beteiligt und leitete über viele Jahre Fertigung, Entwicklung und Konstruktion. Reinhold Specht ist der Schwager des 1998 verstorbenen Firmengründers Roland Harter. In Zusammenarbeit mit Prokuristin Ursula Harter leitet er heute als geschäftsführender Gesellschafter das Unternehmen.



Jochen Schumacher

Jochen Schumacher ist seit 2001 bei Harter tätig. Er war für Konstruktion und Projektleitung verantwortlich. Seine Schwerpunkte dabei waren die Weiterentwicklung der Trocknungstechnologie für den Einsatz im Pharmabereich. Zum Jahreswechsel wechselte Jochen Schumacher in den technischen Vertrieb und bringt nun dort sein langjähriges Wissen ein.

nungszyklus ist dadurch nahezu emissionsfrei. Das Entfeuchtungsmodul, das die klimatischen Verhältnisse im Trockner regelt, wird an die Trocknungsstation angeschlossen. Dabei ist es völlig unerheblich, ob es sich hierbei um eine Trocknung im Batchbetrieb oder um ein kontinuierliches Verfahren handelt. Dieses Trocknungssystem ist an Schüttgut-, Trommel und Gestelltrocknern ebenso adaptierbar wie bei Band- oder Kammertrocknern. Auch das Material der zu trocknenden Produkte spielt keine Rolle. Diese Kondensationstrocknung auf Wärmepumpenbasis mit Namen Airgenex® hat das inhabergeführte Unternehmen Harter Oberflächen- und Umwelttechnik GmbH aus Stiefenhofen im Allgäu vor über 20 Jahren entwickelt und wird seither in verschiedensten Bereichen der Industrie eingesetzt.

Kondensationstrocknung als Problemlösung

Den Anstoß zur Entwicklung der Kondensationstrocknung auf Wärmepumpenbasis gab Firmengründer Roland Harter selbst, als er erkannte, dass die Heißlufttrocknung, die in vielen Bereichen der Industrie nach wie vor Stand der Technik ist, nicht die gewünschten Ergebnisse erzielt, sondern vielmehr den Betreibern sogar Probleme bereitete. Die behandelten Oberflächen waren nämlich nach dem Trocknungsprozess nicht vollständig trocken und sie waren schlichtweg zu heiß, um weiterverarbeitet zu werden. Diesem Problem sollte Abhilfe geschaffen werden. Das Unternehmen entwickelte deshalb die sogenannte Kondensationstrocknung auf Wärmepumpenbasis für die minutiöse Anwendung in Fertigungsprozessen. Nach einer Entwicklungszeit von zwei Jahren wurden die ersten Heißlufttrockner im Bereich der Fertigung durch die sogenannten Airgenex® – Entfeuchtungsmodule ersetzt. Sie fanden ihren Einsatz anfangs im Wesentlichen im Automobilzulieferbereich bei der Oberflä-

chenveredelung. Gegenüber dem herkömmlichen Heißluftverfahren zeigte die Kondensationstrocknung auf Wärmepumpenbasis für die Betreiber folgende wesentliche Vorteile:

- Verkürzung der Trocknungszeiten
- Verbesserung der Trocknungsqualität
- Produktschonung durch niedrige Temperaturen
- Energieeinsparung durch geschlossenes System
- Wärmerückgewinnung

Die Airgenex® – Kondensationstrocknung wird seither in zahlreichen Industriezweigen von der Automobilbranche über die Oberflächentechnik, in der Elektronikindustrie, bei der Herstellung von Spielzeug und Möbeln, in der Sport- als auch Bekleidungsindustrie jeweils im produzierenden Bereich eingesetzt. Auch Unternehmen aus der optischen Industrie und aus dem Bereich der Medizintechnik interessierten sich für diese neue Technologie, da auch dort die Trocknung oft ein Nadelöhr im Prozess darstellt. Anwendungen hier sind die Trocknung von optischen Gläsern, beschichteten Brillengestellen, Blistereinheiten für Kontaktlinsen, Injektionsnadeln in Rohrbündeln, medizinische Transportwagen, Diagnostikinstrumenten, Lutschpastillen, Implantaten und Biomaterialien. Die Trocknung bei niedrigen Temperaturen und die damit verbundene schonende Behandlung der Produkte ist auch ein Vorteil bei der Herstellung bzw. Verarbeitung von Lebensmitteln. Eine erste Anlage zur Trocknung von Bio-Obst ist bereits im Einsatz.

Weiterentwicklung für Pharma

Auch Belimed Sauter AG aus Sulgen in der Schweiz wurde auf diese Art der Trocknung aufmerksam. Das Schweizer Unternehmen ist ein weltweit führender Anbieter von innovativen Systemlösungen für Reinigung, Desinfektion und Sterilisation in den Bereichen Medizin, Pharma und Labor. Im Bereich der Humanmedizin,

bei der Herstellung von Infusionsbeuteln und Infusionsflaschen ist sowohl die Trocknung als auch die Kühlung nach dem Sterilisationsprozess ein sensibles Thema. Hier spielen eine exakt auf die Ware eingestellte Trocknungstemperatur als auch sichere klimatische Verhältnisse im Trocken-Kühl-Raum eine wesentliche Rolle. Nachdem sich Belimed mit dieser neuen Technologie vertraut gemacht hatte, wurde in einem Pilotprojekt der Einsatz für die pharmazeutische Industrie beschlossen. Die Weiterentwicklung für diesen Bereich bestand aus Veränderungen unter anderem bei der Werkstoff- und Materialauswahl und deren Dimensionierung, der Konzeption und Fertigung nach GMP und FDA und den weiteren einschlägigen Richtlinien als auch der Qualifizierung der für den Pharmabereich zuständigen Mitarbeiter im ganzen Unternehmen.

Pilotprojekt mit Infusionsflaschen

Ein Kunde von Belimed Sauter, ein renommiertes Pharmaunternehmen, das aus Gründen der Geheimhaltung nicht näher benannt werden darf, war bereit hier ebenfalls neue Wege zu beschreiten. Die Qualität der bisher eingesetzten Trocknung nach dem Sterilisationsprozess von Infusionsflaschen war nicht zufriedenstellend und musste verbessert werden. Daher wurde als erster Schritt eine umfangreiche Testreihe im firmeneigenen Technikum von Harter vereinbart, um einen aussagekräftigen Beweis für die Leistungsfähigkeit der Kondensationstrocknung zu erhalten. Bei deren Durchführung wurde eine Trocknungsstation mit einem Wärmeträgersystem ausgestattet, welches wiederum aus sieben übereinander angeordneten Trägerwannen mit insgesamt über 1200 Infusionsflaschen bestand. Während der einzelnen Testabschnitte wurden dann die notwendigen Parameter wie ideale Luftführung und Umluftmenge bestimmt. Ein Ventilator, der

über eine Luftvolumenstromregelung gesteuert wird, sorgte hier für die richtige Umluftmenge. Die optimale Abdichtung des Warenträgersystems, d. h. die ideale Luftführung war ein weiterer wichtiger Punkt, um eine sichere Trocknung zu gewährleisten. Die Gestelle, die das Pharmaunternehmen im Einsatz hat, sind speziell auf den Sterilisationsprozess abgestimmt und eigneten sich, laut Hersteller, nicht für die Trocknung. Umso größer war die Freude des Betreibers über die positiven Ergebnisse der Trocknungsversuche. Denn für das Pharmaunternehmen bedeutete dies, dass die Infusionsflaschen auf den Gestellen zur Trocknung verbleiben können und damit die Prozesskette nicht unterbrochen werden muss. Zudem hatte die Testreihe gezeigt, dass die Kondensationstrocknung in der Lage war, die Anforderung einer 99 %igen Trockenheit der Flaschen ohne Rückstände und Tropfen zu gewährleisten und gleichzeitig die erforderliche Temperatur für die Weiterverarbeitung der Infusionsflaschen zu erreichen.

Hohe Ansprüche

Doch nicht nur die vollständige Trocknung auf den Gestellen war für das Pharmaunternehmen von entscheidender Bedeutung. Folgende



Abb. 1: Trocken-Kühl-Tunnel während der Montage. Das angeschlossene Entfeuchtungsaggregat AIRGENEX® med wird aus Platzgründen auf der Anlage platziert (Quelle alle Bilder: Harter Oberflächen- und Umwelttechnik GmbH).



Abb. 2: Speziell angepasstes Luftkanalsystem zwischen Trocken-Kühl-Tunnel und Entfeuchtungsmodul. Eine Isolierung der Rohrleitungen verhindert unnötige Wärmeverluste.

Anforderungen sollten desweiteren erfüllt werden:

- Vollständige Trocknung aller Flaschengrößen mit 100, 250, 500 oder 1000 ml Inhalt.
- Die Trocknungszeit darf, je nach Flaschengröße, nicht variieren.
- Trocknung und Kühlung müssen in einem kombinierten Tunnel stattfinden.
- Automatische bzw. steuerbare Umstellung von Trocknung auf Kühlung.

Vor allem der letzte Punkt war für den Anlagenbauer Harter eine Herausforderung. Doch als mittelständischer Betrieb verfügt Harter so-

wohl über die erforderliche Unternehmensgröße als auch die notwendige Struktur, die einen Sonderanlagenbau und somit die Umsetzung maßgeschneiderter und funktionsfähiger Lösungen ermöglicht. So war einiges an Entwicklungs- und Konstruktionsarbeit notwendig, um diese verfahrens- und anlagentechnische Aufgabe zu bewältigen. Unterschiedliche Temperaturen während des Prozesses mussten bei der Fertigung der Trocken-Kühl-Anlage beachtet werden. Physikalische Einflussfaktoren wie die Oberflächenkondensierung bei kalter Luft, erforderliche Temperaturunterschiede zwischen dem Trocknungs- und dem Kühlprozess und damit verbundene Veränderungen des Materialvolumens sind einige Beispiele hierfür. „In

diesen Anlagen steckt sehr viel Know-how. Deshalb können wir hier keine weiteren Details preisgeben“, so Reinhold Specht, geschäftsführender Gesellschafter bei Harter.

Trocknung und Kühlung nach Sterilisation

In der Praxis sieht das Ganze nun so aus. Harter installierte beim Kunden vor Ort einen Trocken-Kühl-Tunnel mit den Maßen 12000 × 2500 × 3400 mm (LxBxH). Dieser ist mit 12 Umluftventilatoren – je einer pro Gestellposition – ausgestattet. Diese Ventilatoren wurden speziell für diese Anwendung

konzipiert. Sie erzeugen einen hohen und geregelten Gesamtluftvolumenstrom.

Aus Wettbewerbsgründen wird dieser vom Trocknungsanlagenbauer hier jedoch nicht näher beziffert. An den Tunnel wiederum wurde ein Entfeuchtungsmodul AIRGENEX®med 40.000 angeschlossen, das für das erforderliche Klima in den verschiedenen Prozessstufen des Trocken-Kühl-Tunnels verantwortlich ist. Aus Gründen der Platzeinsparung wurde das Modul auf dem Tunnel platziert (Abb. 1).

Somit wurde eine sehr kompakte Bauweise für das System realisiert. Tunnel und Entfeuchtungsaggregat wurden über ein speziell angepasstes Luftkanalsystem verbunden. Eine entsprechende Isolierung verhindert unnötige Wärmeverluste (Abb. 2). Chargenweise werden nun 12 Wärmeträgersysteme mit je 7 Trägerwannen nach der Sterilisation in den Trocknungstunnel befördert. Dabei handelt es sich beispielsweise um über 15000 Infusionsflaschen mit einem Inhalt von je 500 ml. Der Sterilisationsprozess dauert 120 Minuten. Nach dem Sterilisieren liegt die Temperatur der Flaschen bei circa 55°C. Auf Wunsch des Kunden wurde der Trocknungsprozess mit der anschließenden Kühlung auf die vorgegebene Taktzeit angepasst. Somit verweilen die Flaschen ebenfalls 120 Minuten im Trocknungstunnel, wobei die Trocknung nach 20 Minuten abgeschlossen ist. Die restlichen 100 Minuten werden für die Kühlung der Flaschen verwendet, damit eine reibungslose Weiterver-

arbeitung gewährleistet ist. Die im Kühlprozess freigesetzte Energie wird in diesem Fall über das vorhandene Kühlwassersystem abtransportiert. Alle Infusionsflaschen werden heute gleichmäßig und schonend getrocknet und gekühlt. Nach dem Trocken-Kühl-Prozess werden die Flaschen vereinzelt, geprüft, etikettiert und verpackt. Diese nachgeschalteten Abläufe sind nun, aufgrund der sicheren Trocknung und Kühlung, absolut prozesssicher.

Der Entfeuchtungsprozess

Doch wie genau funktioniert der Entfeuchtungsprozess, der im AIRGENEX®med – Modul stattfindet? Abb. 3 zeigt in Anlehnung an die entsprechenden Ziffern diesen Prozess. Die gefilterte, feuchte Luft (3) strömt durch die erste Zone eines von Harter entwickelten Wärmerohres. Dort wird sie vorgekühlt (4) und im weiteren Prozess durch den Luftkühler

geführt. In diesem Luftkühler wird die vorgekühlte feuchte Luft unter den Taupunkt abgekühlt. Die Feuchtigkeit schlägt sich an den Lamellen des Luftkühlers nieder. Das Wasser wird anschließend über eine Kondensatwanne aus der Anlage abgeführt (5). Die abgekühlte und entfeuchtete Prozessluft strömt nun durch die zweite Zone des Wärmerohres. Die Wärmeenergie, die der Luft in der ersten Zone des Wärmerohres entzogen wurde, wird nun in der zweiten Zone wieder zugeführt. Das Wärmerohr arbeitet vollständig autark und benötigt keinerlei Energie. Die Erwärmung der Luft auf Solltemperatur findet im Lufterhitzer statt (6). Ein für den gesamten Transport der Prozessluft verantwortlicher Umluftventilator führt die nun ungesättigte trockene und warme Luft zurück in die Trocknungskammer (1) (2). Lufterhitzer und Luftkühler sind Teil eines von Harter für seine Trock-

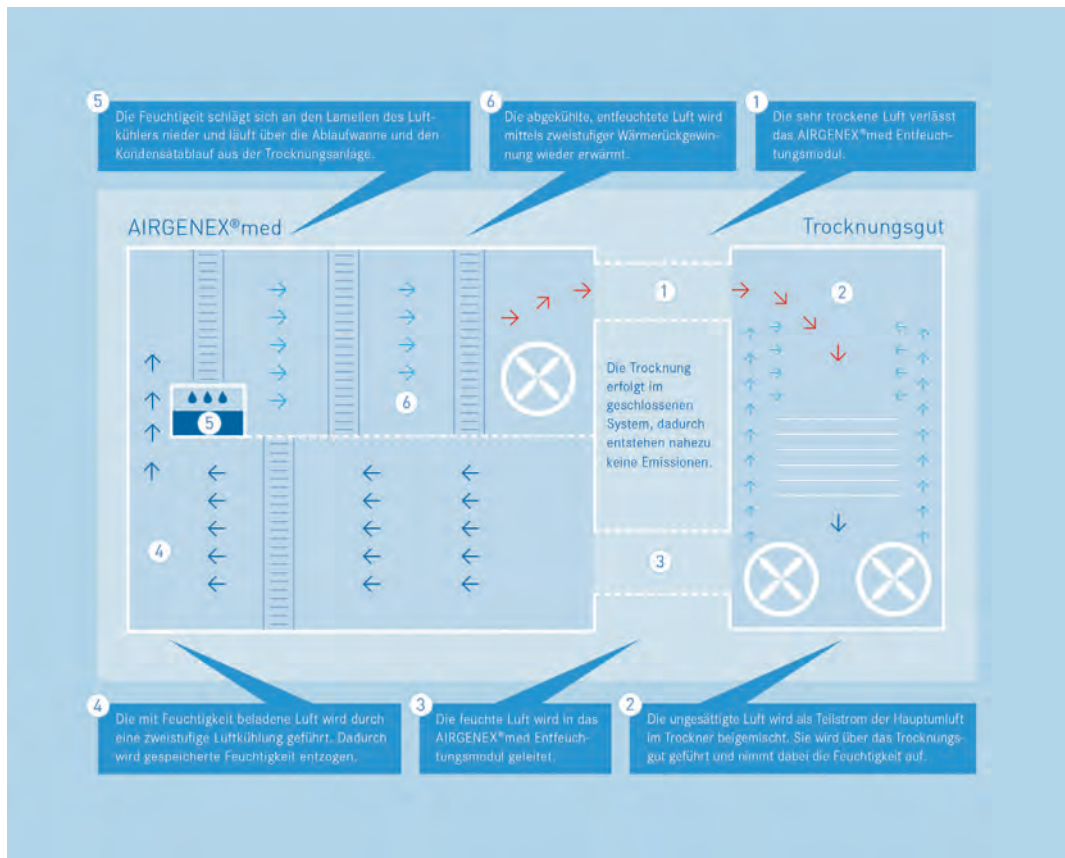


Abb. 3: Verfahrensschema AIRGENEX®med – Entfeuchtungsaggregat.

nungstechnologie angepassten und optimierten Kältekreislaufs.

Viel Know-how notwendig

Die langjährige Erfahrung und intensive Beschäftigung mit der Kondensationstrocknung im geschlossenen System hat ergeben, dass zwei Einflussfaktoren wichtig sind, um den Erfolg bei der Trocknung zu gewährleisten. Eine wesentliche Rolle dabei spielt eine hochwertige Entfeuchtungstechnologie, so wie oben beschrieben. Genauso wichtig jedoch ist das Umluftsystem im Trocknungsgehäuse selbst, das exakt an den gegebenen Prozess vor Ort angepasst werden muss. Ist dies nicht der Fall, kann die leistungsstarke Entfeuchtung nicht ihre volle Wirkung entfalten. Das Umluftsystem, das der Trocknungsanlagenbauer in die Trockenkammer einbaut, wird eine individuelle Lösung

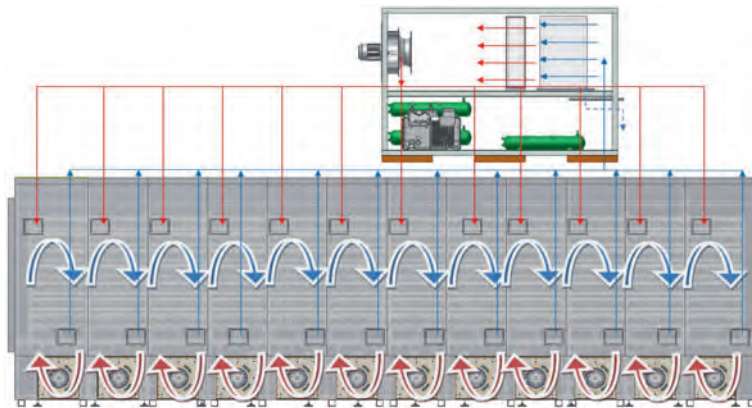


Abb. 4: Luftführung des Trocken-Kühl-Tunnels (Projekt Infusionsflaschen) mit dem AIRGENEX® med – Entfeuchtungsaggregat als Prozessdarstellung.

(Abb. 4). Um eine hohe Trocknungsqualität in kurzer Trocknungszeit zu realisieren, ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Luftmenge im Trocknungsgehäuse möglichst hoch ist. Die extrem trockene und ungesättigte Luft wird mit hoher Geschwindigkeit über die zu trocknende Ware geleitet. Sie wird über ein Luftkanalsystem vom AIRGENEX® med – Entfeuchtungsaggregat in die Trockenkammer geführt. Die Luft vermischt sich hier gleichmäßig mit dem Umluftstrom im Trockner. Die ungesättigte Luft nimmt hierbei, physikalisch bedingt, extrem schnell die vorhandene Feuchte auf. Im Teilstrom wird die gesättigte Luft zurück in das Entfeuchtungsaggregat geführt. Der entscheidende Faktor hier ist nun, dass die Luftführung so konzipiert wird, dass die Luft auch tatsächlich über oder – je nach Anwendung – durch die zu trocknende Ware strömt und nicht daran vorbei. Natürlich möchte die Luft den Weg des geringsten Widerstands gehen. Hier muss sie nun in ihre richtigen Bahnen geleitet werden. Das anlagentechnisch umzusetzen

sei „eine Spezialität von Harter“, so berichtet Jochen Schumacher, der zuständige Projektleiter. Bei der Anpassung der Luftgeschwindigkeiten an das Produkt spielt die Oberflächenbeschaffenheit der Waren eine große Rolle. Produkte mit komplexen Geometrien benötigen höhere Luftgeschwindigkeiten als solche mit glatten Oberflächen (Abb. 5).

Grundsätzlich wird in einem möglichst geschlossenen System gearbeitet, das heißt ohne Zu- und Abluftsystem, außer dieses ist für den Explosionsschutz notwendig. Bei kontinuierlichen Trocknungsvorgängen auf einem Band oder im Tunnel sind natürlich Öffnungen an den Ein- und Ausgängen notwendig. Dies muss bei der Wasserentzugsleistung berücksichtigt werden. Die Trocknung findet hier meistens im Gegenstromprinzip statt. Das bedeutet, dass die trockene Luft entgegen der Transportrichtung der zu trocknenden Ware geführt wird.

Einen Sonderfall stellt die Trocknung von Rohren dar (Abb. 6). Rohre, gleich welchen Durchmessers, werden zumeist in Bündeln getrocknet. Mitunter werden auch Rohrbünde mit Rohren unterschiedlicher Länge und Durchmesser getrocknet. Die

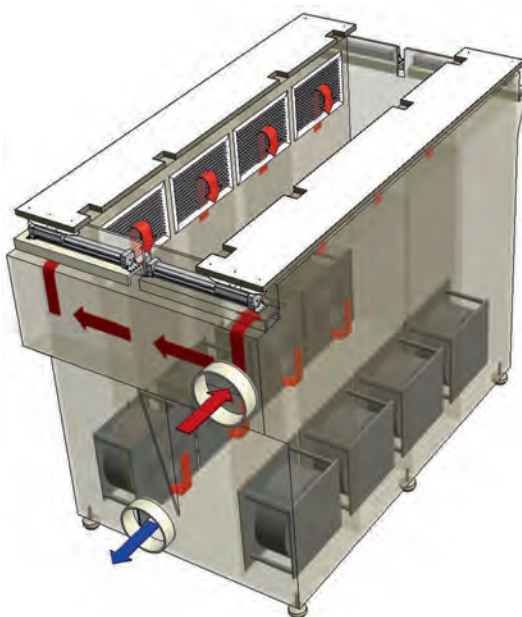


Abb. 5: Beispiel einer Luftführung in einer Trockenkammer.



Abb. 6: Bei der Trocknung von Rohrbündeln mit Kleinstrohren spielt die exakte Luftführung im Trocknungstrog eine entscheidende Rolle.

Trocknung findet deshalb in der Regel in oft sehr langen Trocknungsströgen von beispielsweise 16 m Länge statt. Für die exakte Luftführung ist hier ein spezielles Abdichtungssystem notwendig, um eine effiziente Trocknung an den Innen- und Außenseiten der Rohre zu gewährleisten und Energieverluste zu eliminieren. Bei der Trocknung von Injektionsnadeln oder Filterröhrchen beispielsweise, die mitunter Durchmesser von unter 1 mm haben, passt sich das Abdichtsystem automatisch der Rohrbundgeometrie an.

Etwas anders gestaltet sich die Trocknung bei speziellen Oberflächenbeschichtungen wie zum Beispiel bei Lacken oder Farben. Hier werden in der Regel deutlich niedrigere Luftgeschwindigkeiten wie bei der Haftwassertrocknung benötigt. Die Luftgeschwindigkeit muss so an die lackierte Oberfläche angepasst werden, dass der empfindliche Lack nicht beeinflusst wird und Risse und Wellen nicht entstehen. Eine zu hohe Trocknungstemperatur wiederum verschleißt die Oberfläche. Die eingeschlossene Feuchtigkeit würde dann zu Kocherbildung führen. Ähnlich ist es beim Aufbringen von Flüssigkeiten zum Beispiel auf Testkarten. Bei zu hohen Trocknungstemperaturen werden die Wirkstoffe zerstört. Eine schonende Trocknung unter 42°C vermeidet diese Problematik.

Individuelle Anpassungen

Die Kondensationstrocknung funktioniert grundsätzlich bei allen Arten von Prozessen – beim Einsatz von Gestellen, Trommel, Körben oder Kammern ebenso wie im kontinuier-

lichen Betrieb hängend, stehend oder liegend. Aber jede Art der Anwendung hat ihre speziellen Anforderungen, die berücksichtigt werden müssen und für die viel Erfahrung notwendig ist. Im hauseigenen Technikum von Harter (Abb. 7) werden regelmäßig Versuchsreihen mit zu trocknenden Waren durchgeführt. Auch maßstabsgetreue Großversuche sind hier möglich. Dabei werden die exakten Parameter für eine erfolgreiche Trocknung ermittelt, festgelegt und danach anlagentechnisch umgesetzt. Die individuell notwendige Luftgeschwindigkeit, die Luftführung und die ideale Trocknungstemperatur werden so für den jeweiligen Anwendungsfall realisiert.

Prozesssicherheit und Energieeinsparung

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die Kondensationstrocknung in dieser Art und Weise eine Vielzahl an Vorteilen für den Betreiber aufweist. Zeiteinsparungen erhöhen die Wirtschaftlichkeit einer Anlagentechnik. Durch die Wärmerückgewinnung im geschlossenen System werden Betriebskosten gesenkt. Durch geringe Anschlusswerte der AIRGENEX®-med-Aggregate ergeben sich große Kosteneinsparungen. Die variable Temperatureinstellung bei der Trocknung verhindert eine unerwünschte Produkterhitzung bzw. Produktschädigung, was bei Waren aus Kunststoff eine große Rolle spielt. Flecken und Rückstände auf den Oberflächen sowie unnötiger Ausschuss werden vermieden. Durch die Trocknung im geschlossenen System werden Prozesse von den Jahreszeiten und damit unterschiedlichen Klimaverhältnissen in den Fertigungshallen unabhängig. Wetterein-



Abb. 7: Trocknungsversuche mit Infusionsbeuteln im hauseigenen Technikum zur Bestimmung der exakten Parameter wie Temperatur, Luftgeschwindigkeit und Luftführung.

flüsse werden somit nahezu ferngehalten. Der Energieeinsatz, der bei der Kondensationstrocknung an sich bereits niedrig ist, wird durch den energielosen Einsatz des Wärmerohres noch zusätzlich optimiert. Diese Entwicklung aus dem Hause Harter sorgt für höchste Effizienz beim Trocknungsvorgang. Mit dieser Wärmepumpentechnik wird ein ökonomisch sowie ökologisch sinnvoller Kreislauf geschlossen. Reinhold Specht: „Was die Zukunft angeht, so spüren wir deutlich, dass das Thema „Energie“ in ganz Europa immer mehr an Stellenwert gewinnt. Was früher beim Kauf eines Trockners eine nette Beigabe war, nämlich die Energieeinsparung, wird zusehends zum Top-Thema und damit zum Investitionsgrund. Für uns passt das gut, denn mit unserer Technologie liegen wir hier voll im Trend.“

„WIR LÖSEN IHRE PROBLEME IN LUFT AUF!“

Harter trocknet alles. Sicher.

Ihr Produkt hat beste Behandlung verdient. Und intensivste Trocknung. AIRGENEX®med von Harter trocknet alle Produkte nach Sterilisation oder Reinigung sowie Materialien und pharmazeutische Erzeugnisse in allen Stadien der Produktion – energiesparend im geschlossenen System, ohne unerwünschte Produkterhitzung, in kurzer Zeit und mit höchster Qualität.

AIRGENEX®med Trocknungssysteme für Pharma und Medizintechnik

