

Nicht von der Stange

Entwicklung einer leistungsstarken Gefriertrocknungsanlage in Eigenregie

Dr.-Ing. Hans Joachim Kupper, Dipl.-Ing. Gerd Friedrich

Die Molda AG, Dahlenburg, ein führendes Unternehmen auf dem Gebiet der Spezialtrocknung hochwertiger Lebensmittel, hat mit Unterstützung des Engineering-Dienstleisters Triplan in eigener Regie eine kontinuierliche Gefriertrocknungsanlage entwickelt und installiert. Mit ihr lässt sich die Produktionskapazität deutlich erhöhen. Darüber hinaus eignet sich die Anlage zum besonders schonenden Trocknen neuartiger Convenience-Produkte.



Abb. 1 Bei der neuen Gefriertrocknungsanlage sind die Verfahrensabläufe so konzipiert, dass ein kontinuierlicher Trocknungsprozess ablaufen kann

Bei der Gefriertrocknung handelt es sich um eine Vakuumsublimationstrocknung. Das gefrorene Gut wird zur Trocknung einem Druck von ca. 1 mbar ausgesetzt. Dabei liegt die Sublimationstemperatur des Wassers bei etwa $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (anders ausgedrückt: während die Siedetemperatur des Wassers bei 1013 mbar Atmosphärendruck $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ beträgt, sinkt die Siedetemperatur bei einem Vakuum von 1 mbar auf $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Da es bei $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ aber vom festen Zustand (Eiskristalle) direkt in den gasförmigen Zustand (Wasserdampf) übergeht und den flüssigen Aggregatzustand überspringt, spricht man von Sublimation. Dies bedeutet, dass das Gut – solange es Eiskristalle enthält – während der Trocknung eine gleichbleibend konstante Temperatur von etwa $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ aufweist, unabhängig von der zugeführten Heizenergie. Der große Vorteil: Das Produkt wird nicht durch hohe Temperaturen geschädigt. Und dadurch, dass das Gut während der Trocknung entweder gefroren oder trocken ist, weist es in jeder Phase eine feste Konsistenz auf, so dass kaum eine

Schrumpfung auftritt und das getrocknete Gut nahezu das gleiche äußere Erscheinungsbild aufweist wie die gefrorene Rohware. Im Idealfall werden lediglich die Eiskristalle entfernt, wodurch entsprechende Hohlräume entstehen. Der Endverbraucher muss dann lediglich noch Flüssigkeit hinzufügen.

Eigene Entwicklung bietet Prozessvorteile

Der meist sehr hohe Preis für die Gefriertrocknung hat seine Hauptursachen nicht im erhöhten Energiebedarf für die Kühlung, sondern in den meist sehr langen Trocknungs- und damit Anlagenbelegungszeiten. Auch aus diesen Überlegungen heraus entstand bei Molda der Wunsch, als Ersatz für bestehende Altanlagen eine kontinuierliche Gefriertrocknungsanlage selbst zu entwickeln und zu bauen. Neben der angestrebten Kapazitätsvergrößerung standen auch die Optimierung des Gefriertrocknungsprozesses

und des Energieverbrauchs der Anlage sowie die Kostenreduktion aufgrund einer weitgehenden Automatisierung der Technik (Vorteil: Personalkostenreduzierung) auf der Wunschliste. Nicht zuletzt versprach man sich bei Molda auch Vorteile durch das zu erwartende vertiefte Prozess-Know-how.

Da Molda als Produktionsbetrieb natürlich nur über geringe Planungskapazitäten verfügt, suchte man die Zusammenarbeit mit der Triplan AG, Bad Soden, einem Engineering-Dienstleister. Das Projekt wurde den Engineering-Spezialisten in einem Lastenheft so präsentiert:

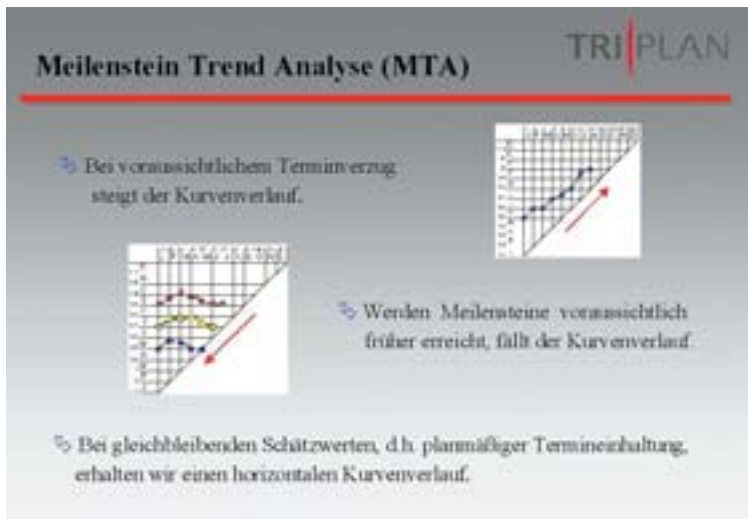
- Behandlung von Rohstoff inklusive Aufschäumung und Temperierung
- Gefriertrocknungsanlage als Tunnel
- Einfrierband mit anschließender Granulation
- Automatisches Transportsystem aus zwei unterschiedlichen Kühlhäusern, um mehrere Produkte trocknen zu können (Kombi-Anlage als Ausgleich für schwankende Produktnachfragen im Markt)
- Systematische Abschottung der Kühlhäuser zur Energieeinsparung

Da die Technik dieser doch recht komplexen Anlage in ein bestehendes Umfeld zu integrieren war und der Zeitrahmen von maximal einem Jahr bis zur Inbetriebnahme recht knapp ausfiel, entschied sich die Triplan-Projektleitung für den Einsatz eines kombinierten 2D/3D-Planungsmodells. Die unternehmenseigene Projekt-Management-Software Hexaplan überwachte die Terminlage und steuerte das Budget.

Beschreibung des Gefriertrocknungssystems

Der Gefriertrocknungstunnel ist mit mehreren NH_3 -durchströmten Kondensatoren ausgestattet, die als Rohrbündelwärmetauscher arbeiten. Sie sind auf der einen Seite des Tunnels angeordnet, damit Platz für den Durchgang zwischen den Heizplattenwagen und den Kondenswasserabscheidern geschaffen wird. Die Verfahrensabläufe sind so konzipiert, dass ein kontinuierlicher Trocknungsprozess ablaufen kann. Ist der Kondensator aktiv, bleibt die Torplatte offen und zwischen der Vakuumkammer und dem Kondensator besteht eine Verbindung. Der Wasserdampf gefriert an den gekühlten Rohrschlangen zu Eis. Die Oberflächentemperatur jedes Kühlers liegt bei ca. $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Wenn ein Kondensator von einer Torplatte abgedeckt wird, ist er vom übrigen Tunnel getrennt und kann abgetaut werden. Die mit Heizplatten ausgerüsteten Abschnitte sind an das externe Heizungssystem

Abb. 2 Hexaplan ist ein bewährtes Werkzeug beispielsweise zur Terminüberwachung (Meilenstein-Trend-Analyse)



tem zur Zirkulation von Heiß-/Kaltwasser durch die Heizzonen angeschlossen. Jeder Abschnitt ist mit Stellrädern und Flanschanschlüssen mit Absperrventilen zum Heißwassersystem ausgerüstet, damit die Abschnitte getrennt und aus dem Tunnel für die Instandhaltung und Wartung ausgebaut werden können.

Das automatische Schalentransportsystem transportiert das Produkt in Schalen und besteht aus zwei Systemen: Dem internen Transportsystem zum Transport der Schalen innerhalb des Gefriertrockners und dem externen Transportsystem zum Transport der Schalen von der Auslassvakuum-

schleuse durch den Kühlraum und den Schalenbeschickungspunkt zur Einlassvakuum-schleuse.

Die gewichtskontrollierten Schalen gelangen nacheinander durch die Einlassvakuum-schleuse in die Trocknungskammer. Die Schalen stapeln sich in einem Elevator; vollständig gefüllte Stapel werden in die Sublimationszonen eingeschoben. Das Einschoben eines neuen Stapels bewegt die bereits in den Sublimationszonen befindlichen Schalen weiter; das Produkt durchwandert so in gezielter Weise die verschiedenen Temperaturzonen.

Die Temperaturen jeder Zone wurden im

Hinblick auf die maximal erreichbare Trocknungskapazität optimiert, jedoch ohne eine thermisch bedingte Herabstufung des Produkts zu verursachen. Im Anschluss an die Sublimationszone wird der Stapel von einem Elevator aufgenommen und zur Auslassschleuse transportiert, wo das Vakuum auf Normaldruck abgebaut wird. Schließlich werden die Schalen in der Entleerungsstation geleert.

Neben den beschriebenen technischen Funktionalitäten wurden eine ganze Reihe von weiteren Zielgrößen umgesetzt:

- Optimierung des Gefriertrocknungsprozesses
- Optimierung des Energieverbrauchs der Anlage
- deutliche Anhebung der Kapazität
- Kostenreduktion durch einen hohen Automatisierungsgrad (Vorteil: Personalkostenreduzierung)

Nicht zuletzt durch die Verfügbarkeit eines zum Teil räumlichen CAD-Modells war es möglich, das zukünftige Betriebspersonal früh in den Planungsprozess mit einzubinden und gezielt im Voraus auszubilden. Durch den Direkteinkauf der einzelnen technischen Komponenten konnten die Investitionskosten deutlich reduziert werden. Der konsequente Einsatz der Projektmanagement-Software Hexaplan verkürzte die Bauzeit bis zur Inbetriebnahme.

www.triplan.com

Erfolgreiches Projektmanagement

Mit Hexaplan den engen Zeitplan eingehalten

dei sprach mit dem Projektleiter Dr.-Ing. Hans-Joachim Kupper, Leiter der Niederlassung Hamburg der Triplan AG, über die Abwicklung des Projekts Molda AG.

dei: Wieso kamen die Verantwortlichen der Molda AG eigentlich auf die Idee, eine Gefriertrocknungsanlage in eigener Regie zu planen und zu bauen?

Dr. Kupper: Das ist in der Tat ein in der Branche unübliches Vorgehen. Normalerweise kauft

ein Unternehmen solche Anlagen mehr oder weniger von der Stange. Doch wollte Molda ganz einfach eine Reihe eigener Vorstellungen verwirklichen, um seinen Kunden noch flexiblere und auch wirtschaftlichere Trocknungsangebote machen zu können. Zielsetzung war auch, das Produkt noch schonender als bislang möglich zu behandeln. Hinzu kommt: Wer



Dr.-Ing. Hans-Joachim Kupper, Triplan AG, Leiter der Niederlassung Hamburg

keine Black-Box kauft, sondern seine Anlage selbst im Detail geplant hat, kann ganz sicher auch ein Mehr an Leistung herausholen – er kennt schließlich jede einzelne Schraube.

dei: Aber offenbar hat Molda trotzdem eine externe Unterstützung gesucht – warum hat man Triplan gewählt?

Dr. Kupper: Molda ist ein Produktionsbetrieb, kein Engineering-Unternehmen. Und

deshalb ist der eigene Planungsstab ganz einfach nicht personell für Projekte dieser Größenordnung gerüstet. Triplan kam ins Boot, weil wir schon seit rund 20 Jahren Engineering- und IT-Dienstleister zugleich sind. Man kennt uns im Anlagenbau, wir haben große Erfahrung sowohl in der Projektabwicklung als auch beim Einsatz professioneller Planungs-Werkzeuge.

dei: Warum betonen Sie so sehr die Bedeutung der verfügbaren Planungs-Werkzeuge?

Dr. Kupper: Wer nur zweidimensional plant, verzichtet auf eine ganze Reihe von Vorteilen: Mit dem 3D-Modell sieht man beispielsweise schon frühzeitig, ob die Anlage wie vorgesehen in das Gebäude passt. Wer es nicht gewohnt ist, in zweidimensionalen Plänen zu denken, hat so leichter eine Vorstellung von der neuen Anlage. Dies gilt besonders für die zukünftigen Betreiber oder andere am Projekt Beteiligte. Hinzu kommt, dass aus dem 3D-Modell quasi auf Knopfdruck Stücklisten abrufbar sind – das erleichtert den Einkauf und vermeidet Fehler. Sehr hilfreich ist auch der Einsatz unserer Projektmanagement-Software Hexaplan – übrigens eine Gemeinschaftsentwicklung mit Roche, Basel: Mit Hilfe von Hexaplan hatten wir das Molda-Projekt und auch die Budgetüberwachung stets im Griff. Nur so haben wir es geschafft, im doch recht engen Zeitplan von 12 Monaten zu bleiben.