



Bilder: LPW Reinigungssysteme GmbH



Schüttware ist häufig sehr schwer zu trocknen. Insbesondere dann, wenn, wie hier bei den CO₂-Kapseln, noch kritische Innengeometrien hinzukommen.

Sorgenkind Trocknung

Vor allem komplexe und kapillare Strukturen stellen eine Herausforderung für die Trocknungstechnik dar

Im Reinigungsprozess spielt die Trocknung eine wichtige Rolle und hat Einfluss auf die Gesamtprozesszeit, den Energieverbrauch sowie natürlich auf die Qualität des Endergebnisses. Deshalb kann sie in der industriellen Reinigungstechnik schnell zum Sorgenkind geraten.

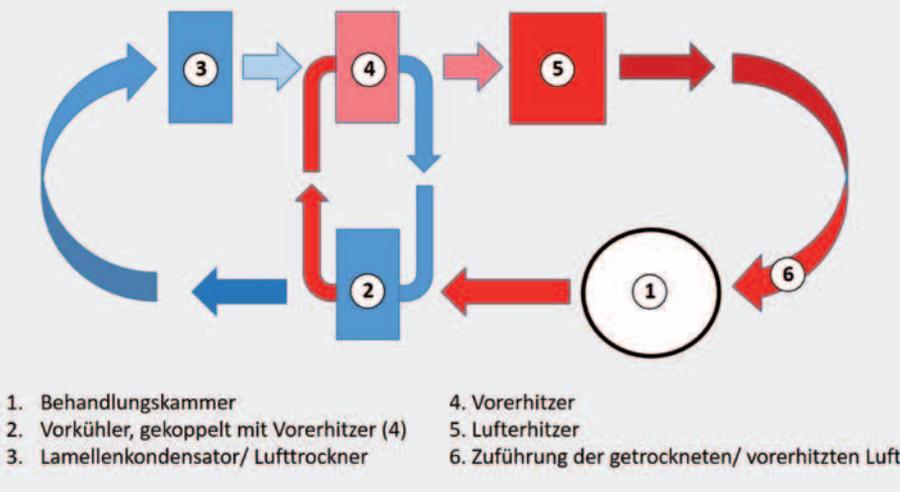
In der Reinigungstechnik bedeutet Trocknung die rückstandslose Beseitigung anhaftender Wasserrückstände nach dem Reinigungsprozess. In Ausnahmefällen kann es sich um ein rein mechanisches Abblasen, mittels reiner Luftpressung handeln. In der Regel geht es jedoch um den Übergang einer Flüssigkeit in einen gasförmigen Zustand sowie um die anschließende Herabsetzung der Luftfeuchtigkeit. Die reine Verdunstung unterhalb der Siedetemperatur, aktiv ange-regt durch die im Bauteil vorhandene Wärme, ist immer bedeutsam, reicht aber häufig nicht aus. Deshalb steht die aktiv erzeugte Verdunstung beim Sieden des Wassers im Fokus der verfahrenstechnischen Auslegungen. Stets ist aber die Aufnahmefähigkeit des umgebenden Gases maßgeblich.

Herausforderung Wasser

Im Vergleich zu Lösemitteln ist bei der Verdampfung von Wasser ein viel höherer Energieaufwand nötig, während bei Lösemitteln oft die durch den Vorprozess erzeugte Eigenwärme eines Bauteils für die Trocknung ausreicht. Durch anschließende externe Kondensation des gasförmigen Mediums lässt sich eine Rückkondensation auf dem Bauteil vermeiden. Zwar wäre das auch prinzipiell bei einem wässrigen Medium möglich, doch die damit verbundenen langen Trocknungszeiten sind im industriellen Umfeld meist nicht akzeptabel. Zeitverkürzung ist durch Senkung des Siedepunktes entlang der Dampfdruckkurve oder durch zusätzliche Energie möglich. Dadurch entsteht

aber der unerwünschte Begleiteffekt in Form von Verdunstungskälte aufgrund der Unterschreitung des Sättigungsdampfdruckes. Das höhere Energieniveau in der Gasphase entzieht der verbleibenden Flüssigkeit die Temperatur und führt zum aktiven Abkühlen, in einigen Fällen sogar zur Eisbildung auf dem Bauteil. Durch ständige Zuführung zusätzlicher Energie sowie Herabsetzung des Sättigungsgrades der Luft lässt sich die Trocknung, zwar mit erheblicher Auswirkung auf die Zeit, dennoch abschließen.

Ein weiterer wichtiger Faktor bei der Trocknung von wasserbenetzten Oberflächenstrukturen stellt zudem die hohe Oberflächenspannung dar. Gerade kritische Bauteilstrukturen, wie zum Beispiel Kapillare,

Kondensationstrockner (Prinzip)

lassen sich durch das ungünstige Durchmesser-Längenverhältnis durch klassische Warm-/Heißluftverfahren nur mit hohem zeitlichen Aufwand trocknen. Hier stellt sich die Frage nach effektiveren und energieeffizienteren Möglichkeiten.

Bauteil- und sauberkeitsbedingte Einflüsse

Bevor es um die intensive Auseinandersetzung mit dem geeigneten Trocknungsverfahren geht, müssen Bauteil-Eignung sowie Sauberkeitsanforderungen in den Vordergrund gerückt werden. Einfache, mit einer wenig komplexen Geometrie ausgestattete Bauteile erlauben auch einfache Trocknungsverfahren. Kritisch hingegen ist Reinigungsgut mit komplexer Innengeometrie, die Bohrungen, dünne Wandungen, kapillare Strukturen erschweren oder verhindern einen effizienten Trocknungsprozess. Das gilt auch für temporär kapillare Bedingungen bei Schüttware. Prinzipiell gilt, dass je höher die materialbedingte Energie-/Wärmeaufnahme-fähigkeit eines Werkstückes ist, desto einfacher und schneller lässt sich der Prozess abschließen. Kunststoffe oder auch dünnwandige Leichtmetalle dagegen stellen eine Herausforderung dar, zumal limitierende Faktoren, wie mangelnde Temperatur- oder Vakuumbeständigkeit hinzukommen können.

Das geeignete Reinigungsverfahren sowie die eingesetzte Prozessluft oder auch andere Gase müssen mit der Sauberkeitsanforderung in Einklang zu bringen sein. Gerade bei Fein- und Feinstreinigungsprozessen kommt diesem Faktor eine erhebliche Bedeutung zu. Darüber hinaus gilt es zu prüfen, inwiefern Trocknungsverfahren

Re-/Crosskontaminationen verursachen – beispielsweise durch die Aufkonzentration unerwünschter Verunreinigungen, die aus organischen und feinstpartikulären Rückständen bei Umlufttrocknungssystemen bestehen können. Kritisch können auch Partikelabsonderungen bei luftführenden Komponenten wie bei Lufterhitzern sein. Nicht zuletzt ist der Eintrag von Verunreinigungen durch die zugeführte Prozessluft aus dem Anlagenumfeld zu beachten. Wurden hier bei der Auslegung Fehler gemacht, wirken sich diese Umstände häufig nicht unmittelbar, sondern oft erst nach einem längeren Betrieb des Systems auf.

Darüber hinaus qualitätsbeeinflussend während des Trocknungsvorganges sind Begleiterscheinungen wie temperaturbedingte Veränderungen der Oberflächengüte oder die Bildung von Korrosion.

Klassische Trocknungsverfahren

Im Reinigungs-Alltag haben sich bisher zahlreiche Verfahren bewährt. Dazu gehört bei einfachen Geometrien das reine Abblasen oder auch ein Absaugen. Darüber hinaus kommen häufig reine Warm-/Heißlufttrocknungssysteme zum Einsatz. Diese sind allerdings bisweilen energetisch sehr aufwändig. Insbesondere dann, wenn die Bauteile aus dem Nassprozess mit zu geringer Eigenwärme ausgestattet wurden. Heißluftsysteme werden in der Regel als Umlufttrockner mit hohem Volumenstrom oder auch als Zulufttrockner mit geringerem Volumenstrom und gefilterter Umgebungsluft ausgeführt. Bei richtiger Auslegung sind sie energetisch vergleichbar zu bewerten.

Effizienter ist eine indirekte beziehungsweise berührungslose thermische Trock-

Die Kondensationstrocknung stellt ein effizientes Verfahren dar.

nung durch IR-Strahler. Gerade dunkle und raue, der Strahlung zugewandte Oberflächen reagieren mit einer schnellen Erwärmung und so mit einer schnellen Trocknung – vor allem für einfache und wenig komplexe Geometrien.

Die Vakuumtrocknung hat sich fast schon als Standardverfahren etabliert. Gerade auch dann, wenn es um komplexere Geometrien geht. Durch die Herabsetzung des Siedepunkts verdampft die Flüssigkeit. Die Verdampfungs-menge steht in direktem Zusammenhang mit der Bauteiltemperatur. Die Wasserdampfsättigung wird durch die Pumpe stetig auf einem niedrigen Niveau gehalten. Doch wie bei der Heißlufttrocknung sind auch hier erhebliche Abkühlungseffekte bei speziellen geometrischen Strukturen immer wieder zu beobachten, die in diesem Falle eine vollständige Trocknung verhindern können.

Ein sehr schonendes und auch energiesparendes Verfahren stellt die Kondensationstrocknung dar. Ungesättigte erwärmte Luft wird durch die Trocknungskammer geführt und durch die Verdampfung des anhaftenden Wassers auf einen höheren Sättigungsgrad gebracht. Im Anschluss ▶

-Anzeige-

NEU!

Premium 50

Für die Reinigung sensibler Oberflächen!

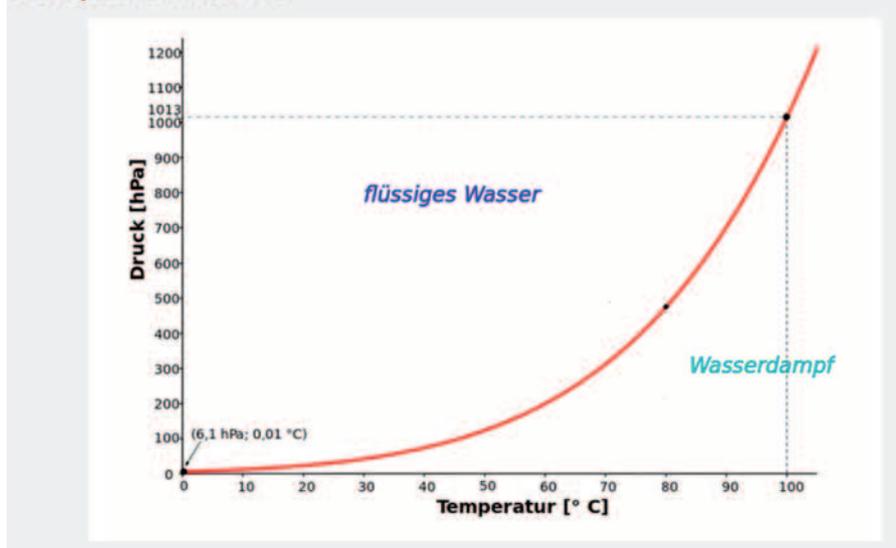
Erstvorstellung
auf der
parts2clean
Stuttgart
Halle 3 / Stand C33



Rönneterring 7-9
 D-41068 Mönchengladbach
 Tel: +49 (0) 21 61 - 95 1 95 - 0 • Fax: -23
 info@vliesstoff.de • www.vliesstoff.de



Dampfdruckkurve



Die Dampfdruckkurve zeigt die Druck-Temperatur-Relationen für eine erfolgreiche Trocknung auf (Quelle: Wikipedia).

wird diese feuchte Luft über einen Wärmetauscher abgekühlt und im anschließenden luftgekühlten Kondensator das Wasser abgeschieden. Über einen Vorerhitzer, gekoppelt mit dem Vorkühler, erhält die ungesättigte Luft nachfolgend erneut die benötigte Prozesstemperatur und wird erneut der Kammer zugeführt. Diesen geschlossenen Kreislauf kennzeichnen geringe Energieverluste.

Neue Möglichkeiten

Die genannten Trocknungsverfahren sind bekannt, bewährt und für den Großteil der gängigen Aufgabenstellungen geeignet. In den Grenzbereichen der wasserbasierten Reinigungstechnik funktioniert ihr Einsatz jedoch nur eingeschränkt. Gerade bei der Trocknung von Schüttware oder bei kapil-

laren Strukturen, dazu können Sacklochbohrungen oder Durchgangsbohrungen mit Durchmessern kleiner 1 Millimeter gehören. Auch bei speziellen Materialien wie Sintermetallen sind neue Verfahren oder Kombinationen erforderlich.

Diesbezüglich wurde bei der LPW Reinigungssysteme GmbH eine interessante Variante, basierend auf der zyklischen Nukleation, ausgiebig getestet und in der Praxis umgesetzt. Ihre Funktionsweise: In kurzen Zyklen geschaltete Druckwechsel im Vakuum führen zum Aufsieden der Restflüssigkeiten und zur Verteilung auf der Bauteiloberfläche. So können die vorher durch die hohe Oberflächenspannung gehaltenen Feuchtigkeitsrückstände an kritischen geometrischen Stellen mit einer Kombination aus Warm- und Heißluft in

kurzen Zeiten getrocknet werden. Ein ebenfalls vielversprechendes Verfahren stellt die Verwendung von überhitztem Dampf dar – eine Weiterentwicklung der Kondensationstrocknung auf höherem Energieniveau. In der Behandlungskammer wird die heiße Luft durch überhitzten Wasserdampf ersetzt, der eine direkte Wärmeübertragung auf das Bauteil erzeugt. Das Reinigungsgut, auch Schüttware, erhitzt sich und das anhaftende Wasser geht in die Dampfphase über. Über eine Kondensat-Falle gelangt der überschüssige Wasserdampf aus dem Kreislauf. In der industriellen Teilereinigung bietet sich die Verwendung dieses Verfahrens entlang der Dampfdruckkurve an, da es sich gerade bei den genannten Aufgabenstellungen als sehr effizient erwiesen hat.

So oder so – bei der Auslegung der Verfahrenstechnik ist es in vielerlei Hinsicht lohnenswert, das Thema geeignete Trocknung im Vorfeld intensiv zu bedenken, um den Gesamtprozess effektiver und im Endergebnis aufgabengerecht umzusetzen.

- LPW Reinigungssysteme GmbH
www.lpw-reinigungssysteme.de
www.modulare-bauteilreinigung.de
 parts2clean: Halle 5, Stand B21



**Alle zwei Wochen
in Ihrem E-Mail-Postfach:**

(als PDF zum Download)

**Abonnieren Sie kostenlos
die Top-News der
Oberflächenbranche!
mo Surface-News –
Immer gut informiert.**

