



Foto: Fotolia / Anton Medvedkov



Ölfreie Druckluft mittels Wassereinspritzung wird zum Beispiel in der Medizintechnik, der Kosmetikproduktion oder dem Brauereiwesen eingesetzt.

Wassereinspritzung – ein sicheres Verfahren für ölfreie Druckluft

■ Einsatz in der Medizintechnik, Kosmetikproduktion oder der Brauerei

Christian Rau

In vielen Industriebranchen wird bei der Produktion immer häufiger Druckluftqualität der Klasse 1 nach DIN ISO 8573-1 gefordert. Denn nur damit ist sichergestellt, dass das Produkt nicht in Kontakt mit ölhaltiger Luft gerät und dadurch verunreinigt wird. Eine Methode, ölfreie Druckluft heute sicher und günstig zu erzeugen, ist die Wassereinspritzung. Anwendung findet dieses Verfahren beispielsweise in der Medizintechnik, der Kosmetikproduktion und dem Brauereiwesen.

Gerade die produzierende und verarbeitende Industrie in Deutschland kann sich international nur durch herausragende Produkte Marktanteile sichern. Voraussetzung dafür sind Materialien und Prozesse von höchster Qualität. Das gilt auch für die Druckluft, die bei der Produktion zum Einsatz kommt. Gerade an diesen Energieträger werden immer höhere Qualitätsansprüche gestellt. Arbeitsprozesse etwa in der Medizintechnik, der Pharma-, Kosmetik- oder Nahrungsmittelindustrie verlangen immer häufiger ölfreie Druckluft.

Trend: Druckluft erzeugen ohne Ölkontakt

In der Vergangenheit wurde ölfreie Druckluft mit öleingespritzten Verdichterstufen erzeugt und im Nachgang durch entsprechende Filterungen aufbereitet. Diese Methode war aufwendig und damit teuer. Heute werden Produktionsprozesse immer sensibler – ihre Zuverlässigkeit muss dabei auf konstant hohem Niveau bleiben. Das steigert die Ansprüche an die Produktionsmittel. In den vergangenen Jahren ist ein deutlicher Trend zur Erzeugung von Druckluft ohne jeglichen Ölkontakt zu erkennen. Inzwischen



schreiben viele Hersteller von hochwertigen Gütern eine Druckluftqualität der Klasse 1 nach DIN ISO 8573-1 vor. So wird im Prozess sichergestellt, dass das Produkt nicht in Kontakt mit ölhaltiger Luft gerät und somit verunreinigt wird. Denn Produktionsstillstände oder Ausschüsse von kompletten Fertigungslosen, beispielsweise durch mangelnde Wartung der Druckluftaufbereitung, kann sich heute kein Hersteller leisten. Bei der Drucklufterzeugung mittels öleingespritzter Schraubenkompressoren übernimmt das eingespritzte Öl drei wesentliche Funktionen. Deshalb ist der Verzicht auf dieses Medium nicht ganz einfach. Als erste Aufgabe sorgt das Öl für die Kühlung der Druckluft. Denn bei der Komprimierung der Luft und durch die erhöhte molekulare Reibung entsteht eine große Wärmemenge, die über das Öl abgeführt wird. Darüber hinaus schmiert das Öl die sich bewegenden Metallteile und verhindert eine Beschädigung der Oberflächen. Zudem dichtet das Öl ab und verhindert den Rückfluss der komprimierten Luft in die Zone, in der niedrigerer Druck vorherrscht.

Alternative: die Wassereinspritzung

Bei dem Schraubenkompressor handelt es sich um den Kompressortyp, der in der Industrie am häufigsten eingesetzt wird. Drei Möglichkeiten, diesen zur ölfreien Druckluftgenerierung zu nutzen, stehen zur Verfügung:

- Schraubenkompressoren mit Öleinspritzung in den Verdichtungsraum mit nachgeschalteter Aufbereitung
- Schraubenkompressoren mit trockenem Verdichtungsraum
- Schraubenkompressoren mit Wassereinspritzung in den Verdichtungsraum

Wasser- und öleingespritzte Schraubenkompressoren basieren konstruktiv auf einem ähnlichen Verdichtungssystem. Sie unterscheiden sich – vereinfacht gesagt – nur in der Art des Mediums zur Kühlung, Schmierung und Abdichtung der Verdichterstufe. Bei wassereingespritzten Schraubenkompressoren wird innerhalb des Verdichtungsprozesses ausschließlich Wasser zur Kühlung, Abdichtung und Schmierung zugeführt. Das hat erhebliche Vorteile:

- Wasser besitzt im Vergleich zu Öl eine viel bessere Wärmefähigkeit und kann einfacher bei der Einspritzung zer-

stäubt werden. Damit lässt sich eine niedrige Verdichtungsendtemperatur von unter +60 °C erzielen. Dieses Verfahren reicht sehr dicht an die isotherme Verdichtung heran. Deshalb können auch die Wirkungsgrade des Verdichtungsprozesses deutlich verbessert werden.

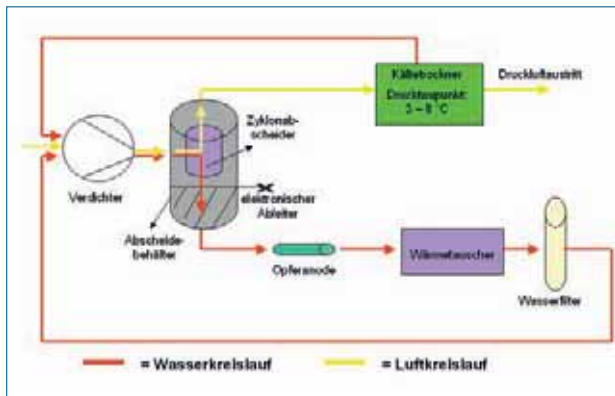
In den vergangenen Jahren ist ein deutlicher Trend zur Erzeugung von Druckluft ohne jeglichen Ölkontakt zu erkennen.

- Im Luftkreislauf ist kein Öl vorhanden oder es kommt nicht mit der komprimierten Luft in Berührung. Daher erzeugt der Kompressor sofort und ohne zusätzlichen Aufbereitungsaufwand 100 % ölfreie Druckluft – vorausgesetzt die Ansaugluft ist ölfrei.
- Wassereingespritzte Schraubenkompressoren arbeiten einstufig. Durch diesen Aufbau kann der Anwender mit wesentlich geringeren Investitions- und Servicekosten kalkulieren. Zudem kommen diese Kompressoren ohne ein Synchrongetriebe aus, da der Hauptläufer direkt den Nebenläufer antreibt.
- Die Verdichterstufe bei wassereingespritzten Schraubenkompressoren arbeitet mit vier- bis fünffach geringerer Drehzahl im Vergleich zu „trocken“ laufenden Verdichtern

Fotos: ALMIG Kompressoren



Die wesentlichen Komponenten bei der wassereingespritzten Verdichtung: Verdichter (1), Drehzahl geregelter Antriebsmotor (2), Integrierter Kältetrockner (3), Wasserkreislauf (4), Direktantrieb (5), Frequenzumrichter (6), Mikroprozessor-Steuerung (7)



Schematische Darstellung des Wasser- und Luftkreislaufs in einem wassereingespritzten Kompressor

(3.000 bis 4.000 U/min anstelle von 15.000 bis 20.000 U/min). Diese niedrigen Drehzahlen wirken sich positiv auf die Lebensdauer der Lager und somit auf die Betriebssicherheit aus.

Wassereingespritzte Schraubenkompressoren sind derzeit bis zu einer Motorenleistung von ca. 100 kW auf dem Markt verfügbar. Für sehr große Mengen an ölfreier Druckluft sind Turbo-Kompressoren ab einer Leistung von ca. 300 kW

Um einen ölfreien, wassereingespritzten Schraubenkompressor zu entwickeln, muss das korrosive und biologische Verhalten des Wassers berücksichtigt werden.

eine effiziente Lösung. Die Lücke zwischen den wassereingespritzten Schraubenkompressoren und den Turbokompressoren wird durch die trockenlaufenden Schraubenkompressoren geschlossen. Durch die damit einhergehenden sehr hohen Verdichtungstemperaturen muss die Kompression in zwei Stufen erfolgen, was aber energetisch zumeist sinnvoller ist, als noch größere Kompressoren mit Wassereinspritzung bzw. noch kleinere Turbokompressoren zu konstruieren.

Konzept erfolgreich umgesetzt

Um dieses Konzept erfolgreich umzusetzen und einen ölfreien, wassereingespritzten Schraubenkompressor zu entwickeln, muss das korrosive und biologische Verhalten des Wassers berücksichtigt werden. Bei allen Teilen, die mit dem Wasser in Kontakt kommen, sind korrosi-

onsfeste Materialien zu verwenden. Zum Einsatz kommt zudem eine interne Wasseraufbereitung.

Die Rotoren der Verdichterstufe bestehen aus einem Kunststoffcompound, das Gehäuse aus einer Aluminium-Bronze-Legierung. Das sorgt für eine lange Lebensdauer mit hoher Liefertung. Die maximale Betriebssicherheit wird durch die konsequente Trennung von Verdichtungs- und Lagerraum gewährleistet. Die Lager sind fettgeschmiert und ermöglichen damit eine vergleichbare Lebensdauer des Verdichters wie bei öleingespritzten Schraubenkompressoren. Der Verdichtungsraum ist dreifach abgesichert, um eine absolute Ölfreiheit zu gewährleisten:

- Wellenabdichtungen auf den Rotorwellen verhindern das Eindringen von Fett aus den Lagern in den Verdichtungsraum.
- Mechanische, wassergeschmierte Gleitringdichtungen dienen als zusätzliche Fettsperre.
- Der fettgeschmierte Raum der Lager ist mit atmosphärischen Öffnungen versehen. Damit kann bei Bedarf überschüssiges Fett austreten und aufgrund eines natürlichen Druckgefälles nicht in den Verdichtungsraum gelangen. Die eingesetzte Fettmenge beträgt maximal 12 g.

Der Kompressor wird bei der Inbetriebnahme mit normalem Leitungswasser befüllt und erzeugt danach sein Frischwasser kontinuierlich selbst. Der Druckluft wird dabei über einen integrierten Kältetrockner permanent Feuchtigkeit entzogen, die als Frischwasser in den internen Kühlkreislauf zurückgeführt wird. Dieses System bringt folgende Vorteile:

- Es fallen keine zusätzlichen Kosten während des Betriebs für die Zufuhr von Frischwasser an.
- Die Anlage kann unabhängig von vorhandenen Wasserleitungssystemen eingesetzt werden.
- Das vom integrierten Kältetrockner produzierte Frischwasser ist kalkfrei. Somit kann sich auch kein Kalk im System absetzen und die Betriebssicherheit gefährden. Um den gleichen Effekt bei externer Frischwasserzufuhr zu erreichen, wäre das Wasser entsprechend zu filtern.
- Der integrierte Kältetrockner wird zwar in erster Linie als „Wasserproduzent“ einge-



setzt, kühlt aber parallel dazu die Druckluft auf einen Drucktaupunkt von 3 bis 7 °C ab. Somit kann in vielen Fällen auf einen zusätzlichen, externen Kältetrockner verzichtet werden. Sollte doch ein zusätzlicher Trockner erforderlich sein, beispielsweise ein Adsorptionstrockner, kann dieser wegen der bereits vorgetrockneten Luft kleiner und damit kostengünstiger dimensioniert werden.

In die Anlage ist ein großflächiger Luft-Wasser-Wärmetauscher zusammen mit langsam laufenden Ventilatoren integriert. Das kühlt das Wasser nach dem Verdichtungsprozess wieder ab und sorgt für eine stets optimale Wassertemperatur im Kühlkreislauf bei gleichzeitig geringer Geräuschentwicklung. Wegen der niedrigen Verdichtungsendtemperaturen und dem integrierten Kältetrockner kann auf einen zusätzlichen Luft-Luft-Wärmetauscher zum Abkühlen der Druckluft vor dem Austritt in das Netz, wie es bei öleingespritzten Kompressoren der Fall ist, verzichtet werden.

Bei wassereingespritzten Schraubenkompressoren ist die Wasseraufbereitung besonders wichtig. Denn Wasser ist chemisch und biologisch aktiv. Ein mehrstufiges Sicherheitskonzept bewirkt, dass biologisch-chemische Probleme erst gar nicht auftreten:

- Durch einen integrierten Kältetrockner wird ständig mehr Frischwasser produziert, als im Prozess benötigt wird. Überschüssiges Wasser wird am Wasserbehälter automatisch abgeschieden und kann ohne weitere Aufbereitung in das öffentliche Abwassernetz eingeleitet werden. Durch die permanente Zufuhr von selbst erzeugtem Frischwasser und das gleichzeitige Ableiten von überschüssigem Wasser aus dem Kühlkreislauf wird das Wasser getauscht und dadurch dessen Standzeit innerhalb der Anlage minimiert.
- Ein zusätzlicher Wasserfilter reinigt das Wasser von Schwebstoffen und Feststoffpartikeln.

Anzeige

Vom **Experiment** bis zur **Serienproduktion**

Vakuumlösungen für die gesamte Produktionskette von Photovoltaik-Beschichtungsverfahren



Nutzen Sie unsere umfassenden Prozess- und Anwendungskennnisse für Ihre Beschichtungsaufgaben in der gesamten Produktionskette der Solar- und Prozessindustrie!

Vakuumsysteme von Oerlikon Leybold Vacuum bieten höchste Leistungsfähigkeit bezüglich Arbeitsdruck, Zykluszeiten und Systemverfügbarkeit. In der Pilotproduktion bewähren sich UNIVEX Beschichtungssysteme als Basis für die industrielle Serienfertigung.

Das Produktportfolio umfasst neben kompetenter Applikationsberatung die Entwicklung und Produktion kundenspezifischer Systeme sowie umfassende After-Sales Services.

Vacuum unlimited. Experten für Vakuum und Beschichtungstechnologie.

Oerlikon Leybold Vacuum GmbH
Bonner Straße 498
D-50968 Köln
T +49 (0)221 347-0
F +49 (0)221 347-1250
info.vacuum@oerlikon.com
www.oerlikon.com/leyboldvacuum

oerlikon
leybold vacuum



- Eine Opferanode sorgt dafür, dass die wasserführenden Metallteile nicht vom Wasser angegriffen werden. Dieses Prinzip ist aus vielen Techniksegmenten hinreichend bekannt und bewährt.

Einsatzgebiete in sensiblen Produktionen

Arbeitsprozesse, etwa in der Medizintechnik, der Pharma-, Kosmetik- oder Nahrungsmittelindustrie, verlangen immer häufiger ölfreie Druckluft.

Einsatz in der Medizintechnik

Bei der vollautomatischen Produktion von Messküvetten und Pipettenspitzen unterliegen 95 % der Produktionsfläche den Kriterien der Reinraumtechnik nach GMP-Norm Klasse 100.000. Der Dreischichtbetrieb der Produktionsanlagen benötigt rund um die Uhr Druckluft in erheblichen Mengen. Da diese Luft auch mit den Endprodukten in Kontakt kommen kann, muss sie absolut ölfrei sein. Bisher erzeugten drehzahl-geregelte, öleingespritzte Kompressoren Druckluft, die danach über Mikro- und Aktivkohlefilter aufbereitet wurde. In Zukunft wird damit auf zusätzliche Aufbereitung der Druckluft mit Aktivkohle verzichtet. Denn die Medizintechnik verlangt nach Qualitäts- und Versorgungsstandards auf konstant hohem Niveau.

Einsatz in der Kosmetikproduktion

Die Endprodukte der Kosmetikindustrie kommen mit der menschlichen Haut in Kontakt. Daher ist höchste Produktsorgfalt erforderlich. Die



Das Herzstück eines wassereingespritzten Kompressors: die Verdichterstufe aus einer korrosionsfesten Aluminium-Bronze-Legierung



Ölfreie Druckluffertzeugung in der Brauerei: die LENTO mit 55 kW Antriebsleistung als luftgekühlte Anlage.

Vorgaben an die Druckluft sind entsprechend hoch:

- Maximaler Ölgehalt: Klasse 1 (0,01 mg/m³)
- Drucktaupunkt: Klasse 5 (+7 °C)
- Maximaler Reststaubgehalt: Klasse 1 (Partikelgröße 0,1 µm, Partikeldichte 0,1 mg/m³)

Trotz absolut ölfreier Verdichtung durchströmt die Druckluft vor Eintritt ins Netz noch einen Aktivkohleabsorber als „Polizeifilter“. Dabei sollen jene Ölpartikel aus der Druckluft entfernt werden, die über den Ansaugfilter in das System gelangen können, beispielsweise aus Auspuffanlagen von Kraftfahrzeugen. Beide Kompressoren sind an die Gebäude-Leittechnik angeschlossen. Bei Störung erfolgt ein sofortiges Signal an die Pforte für weitere Maßnahmen.

Einsatz in einer Brauerei

Bei einer der größten Brauereigruppen Deutschlands legen die Verantwortlichen höchste Priorität auf die Qualität und die Sauberkeit der Druckluft, weil diese mit dem Bier in Kontakt kommen kann. Und dieses nach uraltem Reinheitsgebot hergestellte Produkt steht eben für Reinheit, Qualität und Natürlichkeit – ein Ruf, der auch durch die Prozesstechnologie abzusichern ist.

Die Druckluft wird in der Kulmbacher Brauerei zum größten Teil zur Steuerung von Ventilen und als Arbeitsluft eingesetzt. Sie dient aber



auch zur Belüftung der Würze und zum Spülen der mit Kohlensäure kontaminierten Tanks. In diesen Fällen wird die Druckluft durch einen zusätzlichen Sterilfilter aufbereitet, um jegliches Risiko beim Kontakt mit dem Endprodukt auszuschließen. Zusätzlich wird in den Wintermonaten noch ein Adsorptionstrockner über die Außentemperatur aktiviert, um die Freileitungen zum Gär- und Lagerkeller trotz Isolierung auch bei extremen Temperaturen von bis zu $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ kondensat- und somit eisfrei zu halten. Ausschlaggebend für die Entscheidung zur wassereingespritzten Verdichtung waren:

- Die produzierte Druckluft ist sauberer als die zur Verdichtung angesaugte Frischluft, weil die in der Ansaugluft enthaltenen Fremdbestandteile durch das Kreislaufwasser wirksam ausgewaschen werden. Das haben mehrere renommierte und unabhängige Institute durch aufwendige Testreihen bestätigt. Das Verfahren der Wassereinsprit-

zung reduziert angesaugte Keime, Bakterien und Sporen auf einen Wert unterhalb der Erfassungsgrenze.

- Durch die geringen Drehzahlen und die hochwertigen Materialien sind die Geräuschemissionen im Vergleich zu alternativen Technologien gering.

Auch im Brauereibereich erwies sich somit die wassereingespritzte Verdichtung als sicheres und günstiges Verfahren, um absolut ölfreie Druckluft zu erzeugen. Dieses Verfahren ist mittlerweile zu einem Verdichtungsprozess gereift, der die dort geforderten hohen Ansprüche an die Druckluftherzeugung in den Punkten Druckluftqualität, Sicherheit und Energieeffizienz zufriedenstellend erfüllt.

Autor:
 Christian Rau
 Product Marketing
 ALMiG Kompressoren GmbH, Köngen



TECHNOLOGIE MACHT DRUCKLUFT UND VAKUUM ZU IHREN UNVERZICHTBAREN ENERGIEOPTIMIERERN.

4.– 8. April 2011 · Hannover · Germany

- Erleben Sie Trends und Innovationen in den Bereichen **Druckluft-** und **Vakuumtechnik** – u.a. mit den Schwerpunkten Energiekosteneinsparung, Wärmerückgewinnung, Drehzahlregelung sowie effiziente Steuerungs- und Leitsysteme.
- Erhalten Sie darüber hinaus wichtige Impulse durch benachbarte Themengebiete wie **Antriebstechnik, Hydraulik, Fernwartungssysteme, Automation** und **Energieeffizienz**.
- Mehr zum weltweit wichtigsten Technologieereignis unter: **hannovermesse.de**



GET NEW TECHNOLOGY FIRST