

# Kostentreiber Druckluftqualität?



## Auswirkungen von Qualitätsanforderungen auf die Druckluffeffizienz

Die Industrie verlangt dem Energieträger Druckluft immer höhere Qualitäten ab. Mehr Qualität erfordert aber auch mehr Druckluftaufbereitung, unabhängig von der Art der Druckluft-Erzeugung, und somit mehr Energie- und Kostenaufwand. Dem stehen steigender Kostendruck und die Notwendigkeit, klimaschädliche Emissionen zu verringern, gegenüber. Daher stellt sich die Frage: Sind hohe Druckluftqualitäten tatsächlich überall dort notwendig, wo sie gefordert werden?

■ Erwin Ruppelt, Michael Bahr



Hybridtrockner verbinden Kälte- mit Adsorptionstrocknung. Durch dieses Mischverfahren lassen sich beim Erzeugen niedriger Drucktaupunkte bis zu 70 Prozent der Kosten der Adsorptionstrocknung einsparen.

**A**ngestrebte Druckluftqualitäten lassen sich oft weder von der Art der Produktion und der Produkte her rechtfertigen, noch vom vorhandenen Druckluftsystem wirklich erreichen. Sehr hohe Qualitäten zu fordern, ist zudem nur dann sinnvoll, wenn diese auch zuverlässig überwacht und eingehalten werden können. Das ist aber meist nicht gegeben. Ein dritter Aspekt betrifft die Energie- und Kosteneffizienz: Hier hat die Drucklufttechnik ein großes Einsparpotenzial zu bieten. Es auszuschöpfen heißt, an den richtigen Stellen zu sparen.

In nicht wenigen Betrieben aber liegt das Hauptaugenmerk der Verantwortli-

chen nur auf der Druckluftverfügbarkeit und deren Absicherung durch Standby-Kompressoren. Bei der Aufbereitung hingegen besteht selten die Einsicht, dass auch sie durch Standby-Anlagen, wie etwa zusätzliche Trockner, abzusichern ist.

Welche Druckluftqualitäten für bestimmte pneumatische Geräte und Anlagen wirklich notwendig sind, ist zuweilen weder den Anbietern noch ihren Betreibern bewusst. Deshalb wird in vielen Fällen nach dem Motto „sicher ist sicher“ meist eine deutlich höhere Qualität gefordert als nötig.

Manche Anbieter der Druckluftbranche setzen die Liste der Ungereimtheiten fort, indem sie angeben, durch den Einsatz bestimmter Produkte seien Druckluftqualitäten der Klasse 0 erreichbar. Beim Anwender kann so der falsche Eindruck entstehen, Qualitätsklasse 0 bedeute null Verunreinigung. Hintergrund ist die im Jahr 2001 geänderte Norm ISO 8573-1. Die damals neu eingeführten Qualitätsklassen 0 (hinsichtlich Restfeuchte, Restöl- und Restpartikelgehalt) hatten jedoch ein anderes Ziel: Sie sollten dem Betreiber einer Druckluftanlage ermöglichen, individuell eine Spezifikation im Bereich der

Klasse 1 festzulegen. Allerdings sind die zu einer entsprechenden Zertifizierung erforderlichen Messverfahren sehr aufwendig, oft nur auf Prüfständen durchführbar und nicht praxistauglich. Das zeigt sich besonders beim wichtigen Thema Kohlenwasserstoff- und Restölgehalt [1].

### (Kälte-)Trocknung als Basis

Statt unrealistische Erwartungen zu wecken, ist es ratsam, sich an den tatsächlichen Erfordernissen der Praxis zu orientieren. Grundlage jeder energie- und kosteneffizienten, anwendungsgerechten und sicheren Druckluftaufbereitung ist die richtige Trocknungsmethode. In den meisten Fällen reicht ein Drucktaupunkt (DTP) von +3 °C völlig aus. Kältetrockner, und da vor allem Energiespartrockner mit Aussetzregelung, bieten dafür die kostengünstigste und umweltschonendste Lösung: Korrekte Auslegung vorausgesetzt, beträgt ihr Druckverlust bei maximalem Durchsatz nur etwa 0,2 bar. Ihr Energiebedarf liegt zwischen rund drei und sechs Prozent der für die Druckluftherstellung erforderlichen Energie. Da moderne Kältetrockner auch unter Teillast mit sehr >

#### AUTOREN

##### Erwin Ruppelt

ist leitender Projektingenieur bei Kaeser Kompressoren in Coburg

T +49/9561/640-217  
erwin.ruppelt@kaeser.com

##### Michael Bahr

ist Pressereferent bei Kaeser Kompressoren in Coburg

T +49/9561/640-452  
michael.bahr@kaeser.com



Abb. 1:  
Mit Energiespar-Kältetrocknern können auch die Kosten der Druckluftaufbereitung deutlich gesenkt werden.

wenig Energie auskommen, ist ihr Einsatz als Standby-Trockner (Sicherheitsreserve) auf jeden Fall eine gute Investition.

Auch wenn Druckluft-Verbindungsleitungen im Freien verlegt sind und im Winter nur mäßige Minustemperaturen auftreten, empfiehlt sich der Einsatz von Kältetrocknern: Im Normalbetrieb ist dann kein Kondensatausfall zu befürchten. Und für Stillstandszeiten reicht eine einfache Isolierung oder eine Stillstandsheizung, um ein Abkühlen der Druckluft unter +3 °C und somit Kondensatausfall zu vermeiden.

### Hybridtrocknung als effiziente Alternative für niedrige Taupunkte

Wo hingegen extreme Minustemperaturen auftreten und Druckluft unter dieser Bedingung eingesetzt wird, sind niedrigere Drucktaupunkte notwendig. Doch auch hier sollten nicht einfach wesentlich energieaufwendigere Trocknungsverfahren zum Einsatz kommen. Vielmehr ist zu überlegen, ob es nicht ausreicht, die Druckluft zeit- oder saisonabhängig auf einen niedrigeren Taupunkt zu bringen. Für solche Fälle eignen sich so genannte Hybridtrockner. Das sind Kombinationen aus Kälte- und Adsorptionstrockner. Letzterer wird erst bei niedrigen Tempe-

raturen zugeschaltet. Das Hybrid-Verfahren ist zwar in der Investition um rund 20 Prozent höher als Adsorptionstrocknung, verursacht aber nur etwa 30 bis 50 Prozent der Kosten eines entsprechenden, ganzjährig betriebenen Adsorptionstrockners. Die höhere Investition amortisiert sich so in kurzer Zeit.

Hybridtrockner sind ebenfalls sinnvoll, wenn etwa prozessbedingt das ganze Jahr Druckluft mit einem Taupunkt von -40 °C benötigt wird. Auch dann liegt der Energiebedarf mit dem Zweieinhalbfachen eines entsprechend großen Kältetrockners noch deutlich unter dem der Adsorptionstrocknung (s. Tabelle 1).

Bei geringem Bedarf an hochtrockener Druckluft, zum Beispiel in einem Labor, bietet es sich an, zentral kältegetrocknete Luft mit einem Membrantrockner weiter zu entfeuchten. Dieser beansprucht für Spülluft etwa 20 bis 30 Prozent der Energie, die zum Erzeugen der ihn durchströmenden Druckluft erforderlich ist. Der zur Membrantrocknung abgezwigte Druckluftstrom sollte jedoch 2 bis 3 m<sup>3</sup>/min nicht überschreiten. Grundsätzlich gilt: Die Trocknung ist nach den Kühlmittel-, Umgebungs- und Drucklufteintrittstemperaturen sowie nach dem jeweils niedrigsten Betriebsdruck auszulegen. Jede weitere Aufbereitung (Filtration) ist nur

sinnvoll, wenn die Druckluft vorher zumindest kältegetrocknet wurde. Deshalb muss ein Überfahren der Trockner, aber auch ihr Umgehen durch einen Bypass (etwa bei Wartungsarbeiten) unbedingt vermieden werden. Ansonsten würde das Druckluftnetz mit Kontaminationen belastet, die sich, falls überhaupt, nur sehr schwer wieder entfernen lassen.

Auch bei der Druckluftfiltration sind Anspruch und Wirklichkeit oft meilenweit voneinander entfernt: Nimmt man die Werbeaussagen einiger Anbieter beim Wort, dann geht es heute nicht mehr um Mikro-, sondern um Nanofiltration. Ein Blick auf die solchen Filtern angeschlossenen Rohrleitungen lässt dann aber Zweifel aufkommen. Häufig handelt es sich um schwarzes, korrodiertes Rohrmaterial. Manchmal wird dann die aufwendig gereinigte Druckluft durch mangelhafte Rohrleitungen wieder kontaminiert und anschließend kurz vor den Verbrauchern nochmals gereinigt: Verschwendung pur.

Das Rohrmaterial hat also erheblichen Einfluss auf Qualität und Sicherheit der Aufbereitung. Wer Druckluft mit mangelhaften Leitungen transportieren muss, sollte von einer zentralen Partikelfiltration absehen und stattdessen, wo nötig, dezentral filtrieren. Wer höhere Anforderungen erfüllen und Partikel mit einer maximalen Größe von 0,1 µm zentral ausfiltern möchte, muss hingegen Rohrleitungen aus Kupfer, Edelstahl bzw. entsprechend ausgelegte Aluminium- oder Kunststoffrohre verwenden. Verzinktes Material und nicht korrosionsgeschützte Stahlrohre wären fehl am Platz.

Was die Filter selbst betrifft, ist pro Einheit mit einem Druckverlust von durchschnittlich 0,3 bar zu rechnen. Das entspricht einem Energieverlust von zwei Prozent. Hinzu kommen die Wartungskosten für die Filterpatrone. Wie bei der Installation der Trockner gilt auch hier: Bypässe sind tabu. Stattdessen müssen Standby-Einheiten vorgesehen werden, um auch bei Fehlfunktionen oder im Wartungsfall die erforderliche Druckluftqualität zu gewährleisten. Filter, insbesondere Partikelfilter, sollten ein Manometer haben, das den Differenzdruck anzeigt. Nur so lassen sich die Druckverluste effektiv überwachen und die Effizienz der Filter erhalten. Wo außer Partikel Kohlenwasserstoff-Verunreinigungen entfernt werden müssen, also zum Beispiel in der Lebensmittel-, Pharma- und Prozessindustrie, ist eine zusätzliche Aufbereitung mit Aktivkohle nötig. Dies gilt unabhän-

TABELLE 1: ENERGIEBEDARF VON TROCKNUNGSSYSTEMEN

Technik	DTP <sup>1)</sup> in °C	Ca. spez. elektrische Leistung in kW/(m <sup>3</sup> /min)	Ca. spez. Kühlluftbedarf als elektrische Leistung in kW/(m <sup>3</sup> /min)
Kältetrockner	+3	0,1	
Hybritec	+3/-40	0,18	0,05
Hybritec	-40	0,26	0,08
Ext. warmreg. Ads.-Trockner	-40	0,5	0,08
Kaltreg. Ads.-Trockner	-40		1,4

gig von der Art des Verdichtungssystems. Eine noch höhere Qualität ermöglichen Sterilluftfilter als letzte Aufbereitungsstufe. Sie halten Bakterien und Viren zurück. Um die Wirksamkeit dieser Filter zu erhalten, müssen sie, wie die Anschlussleitungen zu den Verbrauchern, in kurzen Zeitabständen mit Heißdampf sterilisiert werden. Aus Gründen der Sicherheit sind sie dezentral, unmittelbar vor dem Druckluftverbraucher anzuordnen.

Setzt ein Betrieb Druckluft mit unterschiedlichen Qualitäten ein, beispielsweise als Steuer- und als Prozessluft, so kann es im Interesse der Kosten- und Energieersparnis günstiger sein, zwei getrennte Druckluftnetze zu betreiben.

### Klasse 1 oder 0?

Hohe und höchste Druckluftqualitäten sind oft Anlass für einen Meinungsstreit bei den Anwendern. Er entzündet sich an Fragen wie: Welche Spitzen-Qualitätsklasse ist für uns die richtige: 1 oder 0? Wie können wir diese sicher erreichen? Um hier weiterzukommen, muss klar sein, was die beiden Klassen bedeuten: Druckluft erfüllt die ISO-Qualitätsklasse 1, wenn ihr Gesamtölgehalt bei  $<0,01 \text{ mg/m}^3$  liegt, sie höchstens Feststoffpartikel mit einem Durchmesser von  $<0,1 \mu\text{m}$  und einer Teilchendichte von  $0,1 \text{ mg/m}^3$  enthält und ihr Drucktaupunkt unter  $-70 \text{ }^\circ\text{C}$  liegt. Das ist Luft, die in punkto Ölgehalt etwa 400-mal reiner ist als atmosphärische Luft. Was den Wassergehalt betrifft, ist sie um

mehr als 10.000-mal und hinsichtlich des Feststoff-Partikelgehalts sogar um etwa 45.000-mal reiner. Die Klasse 0 hingegen bezieht sich auf Werte, die ein Anwender individuell spezifizieren kann. Sie bewegen sich innerhalb des bereits von Klasse 1 abgedeckten Bereichs. Klasse 0 ist also eine Teilmenge von Klasse 1.

Bei der Qualitätssicherung hilft Messen nicht weiter: Das Einhalten der ISO-Qualitätsklasse 1 lässt sich während laufender Produktion messtechnisch nicht wirklich zuverlässig nachweisen. Zudem haben die erhältlichen Messsysteme viel zu lange Reaktionszeiten, um bei Fehlfunktionen rechtzeitig vor Kontaminationen zu warnen. Daher gibt es nur einen zuverlässigen Weg, die Druckluftqualität zu sichern: regelmäßige Wartung des Gesamtsystems – unabhängig von der Art der Verdichtung und der Kompressorbauart – und wirksame Sicherheitsmaßnahmen.

### Fazit: Transparenz reduziert Kostenaufwand

Zu Letzteren gehören das ständige Überwachen der Kondensatableitung und die Kontrolle der durchströmenden Luftmengen mit Druckhaltesystemen. Letztere verhindern das so genannte „Überfahren“ der Filter und/oder Trockner. Dieser Effekt kann beim Starten der Kompressoren oder bei schlagartigen Entnahmen großer Druckluftmengen und damit verbundenen zu niedrigen Betriebsdrücken

auftreten. Aus alledem ergeben sich drei Hauptforderungen: 1. Die im Jahr 2001 geänderte ISO-Norm muss anwenderfreundlicher werden, indem sie sich auf leicht nachvollziehbare Größen bezieht und dementsprechende Messmethoden vorschreibt. 2. Die Hersteller von Druckluft-Verbrauchsanlagen und -geräten sollten für mehr Transparenz sorgen, indem sie festlegen, welche Druckluftqualitäten ihre Produkte tatsächlich benötigen. Da die Druckluftqualität Energiebedarf und Kosten erheblich beeinflusst, muss der Anwender darüber aufgeklärt werden, welche Qualität wie viel Energie erfordert. 3. Die Druckluft-Systemanbieter sollten bei der Planung eng mit den Anwendern zusammenarbeiten. Dazu gehört, alle Druckluft-Verbrauchsstellen aufzulisten und ihnen nicht nur Druck und Luftverbrauch, sondern auch die jeweils erforderliche Luftqualität zuzuordnen. Ziel sollte eine selektive Aufbereitung sein, die je nach Anwendung zentral oder dezentral angeordnet ist. Damit lassen sich unnötig hoher Energie- und Kostenaufwand vermeiden und die Umwelt nachhaltig entlasten. ■

### Literatur

1: Siehe dazu auch: Besser als Klasse 1?  
In: P&A 4 (2007), S. 78 ff.

Weiterführende Infos auf [www.PuA24.net](http://www.PuA24.net)

more @ click PAK80153