

Time to change

Druckluft ist eine der teuersten Energieformen, die aus Strom hergestellt werden. Durch die derzeit steigenden Energiepreise suchen Druckluftanwender vielfach nach kurzfristigen, einfachen und schnell umsetzbaren Lösungen zur Energieeinsparung im Bereich der Druckluft-Erzeugung und Druckluft-Aufbereitung.

Bei Überlegungen zur Energieoptimierung bestehender Druckluftstationen stehen dabei zunächst aufgrund der größeren Energieanteile die Optimierung der Kompressoren, eine Druckreduzierung oder die Suche nach Leckagen im Vordergrund.

Dass Druckluft-Adsorptionstrockner auch einen nicht unerheblichen Anteil zum Gesamt-Energieverbrauch einer Druckluftstation beitragen, wird dabei oft übersehen.

Der Energieverbrauch eines Druckluft-Adsorptionstrockners ist vom Regenerations-Verfahren, dem gewünschten Drucktaupunkt und vom eingesetzten Trockenmittel abhängig, mit dem dieser Taupunkt erreicht werden soll. Je tiefer dieser Drucktaupunkt ist, desto höher ist auch der erforderliche Energieeinsatz.

Zum direkten Energieverbrauch gehört der für die Regeneration des Trockners je nach System erforderliche Elektroverbrauch. Zum indirekten Energieverbrauch zählt der Bedarf trockener Druckluft, der zur Stabilisierung der Regeneration und/oder zur Kühlung benötigt wird. Dieser in Energievergleichen oft vergessene Spülluft-Verbrauch kann je nach spezifischer Leistung des Kompressors **bis zu 0,14 kWh/m³** betragen und wirkt sich im Druckluftbetrieb wie eine klassische Leckage aus.

Kaltregenerierte Adsorptionstrockner (HEATLESS), die die Regeneration mit 15-20 % getrockneter Druckluft des Nenndurchsatzes ohne weitere externe Wärmezufuhr durchführen, gelten in Bezug auf den Energieverbrauch als teuerste Art, um Druckluft zu trocknen.

Extern beheizte Drucklufttrockner veranschaulichen die klassische Bauweise von **warmregenerierenden Adsorptionstrocknern** mit hohem Einsparpotential. Die zur Desorption erforderliche Wärme wird hier von einem externen Elektroerhitzer auf einen Gebläseluftstrom (Umgebungsluft) übertragen, der sowohl für die Wärmeübertragung als auch den anschließenden Transport von Wasserdampf aus dem Trockenmittelbehälter zuständig ist. Nach der Desorption ist der regenerierte Adsorber zu kühlen, um einen Wärme- oder Taupunktpeak nach der Umschaltung zu verhindern.

Bei extern warmregenerierten Trocknern unterscheidet man zwischen verschiedenen Kühlvarianten. Beim sogenannten BLOWER PURGE-Verfahren wird ein Teilstrom getrockneter Druckluft für die Kühlung des Adsorbers benötigt, bei einem BLOWER NON-PURGE- oder ZERO PURGE-System wird die Kühlung dagegen mit Gebläseluft im Gleichstrom zur Adsorption durchgeführt, sodass verfahrenstechnisch keine getrocknete Druckluft erforderlich ist.

Ausgehend von den beschriebenen Systemen ergibt sich der größte Unterschied im Energieverbrauch aus den verschiedenen Regenerationsverfahren von kalt- und warmregenerierenden Drucklufttrocknern.

Ein kaltregenerierter Trockner (HEATLESS) hat einen etwa **um 35 % höheren Energieverbrauch** als ein warmregenerierter BLOWER PURGE-Drucklufttrockner. BLOWER NON-PURGE- oder ZERO PURGE-Verfahren dagegen benötigen wiederum **rund 12 % weniger Energie** als der warmregenerierte BLOWER PURGE-Trockner mit Spülluftverbrauch.

Dieses Wissen um die Unterschiede hilft bei einem bestehenden Drucklufttrockner aber nur wenig weiter. Einen solchen Trockner durch einen neuen Drucklufttrockner mit effizienteren Regenerationsverfahren zu ersetzen oder einen vorhandenen Trockner zu modifizieren und beispielsweise auf einen ZERO PURGE-Betrieb oder einen anderen Wärmeträger, etwa Dampf, umzurüsten, ist, wenn überhaupt, nur mit erheblichem Aufwand und damit verbundenen hohen Investitionskosten realisierbar.

Natürlich gibt es trotzdem zahlreiche Möglichkeiten, einen bestehenden Drucklufttrockner zu optimieren. Eine dieser Möglichkeiten ist eine meist schon vorhandene belastungsabhängige Taupunktsteuerung, die eine Umschaltverzögerung der Adsorber über einen Taupunktsollwert vornimmt und so den Betrieb an tatsächliche Betriebsbedingungen anpasst und einen effizienteren Betrieb ermöglicht.

Eine weitere effektive und zeitnah durchzuführende Lösung, um sofort Energiekosten bei einem bestehenden warmregenerierenden Trockner einzusparen, ist der Einsatz von oder die *Erneuerung (Refill) durch ein effizienteres Trockenmittel*.

Sorbead® Air, die energiearme Lösung

Die Energie-Effizienz eines Trockenmittels hängt dabei im Wesentlichen von zwei Kriterien ab: Zum einen von einer möglichst niedrigen Desorptionstemperatur sowie einer hohen dynamischen Aufnahmekapazität zur Feuchtigkeitsadsorption.

Das energiearme **Sorbead® Air** der BASF erfüllt in warmregenerierten Drucklufttrocknern im Gegensatz zu den preisgünstigen aber nicht besonders energieeffizienten Aluminiumoxid-Trockenmitteln genau diese Eigenschaften. So genügen, um tiefe Taupunkte von -40 °C zu erreichen, bereits Desorptionstemperaturen von 120-140 °C in Abhängigkeit mit der Desorptionsluftfeuchte. Außerdem können, je nach Eintrittsbedingungen, dynamische

Kapazitäten bis zu 20 Gew.-% (200 g H₂O pro kg Trockenmittel) erreicht werden, die eine Verlängerung der Trocknungszeit pro Adsorber (Zykluszeit) bewirken und so den mittleren Energiebedarf ebenfalls reduzieren.

Das nachfolgende Diagramm demonstriert den Unterschied im Betrieb desselben BLOWER PURGE-Drucklufttrockners, der mit aktiviertem Aluminiumoxid und alternativ mit Sorbead® Air gefüllt ist.

Neben dem direkten Energiebedarf für die Desorption (Erhitzer, Gebläse) wurde auch der indirekte Leistungsbedarf für die erforderliche Kühlung mit getrockneter Druckluft berücksichtigt.

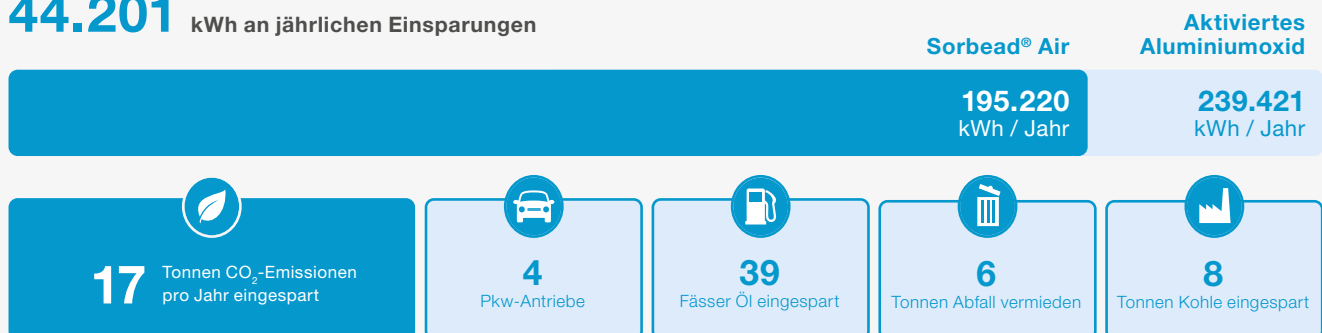
Sorbead® Environmental CO₂ Footprint Tool

Region auswählen **Deutschland** Durchflussmenge auswählen **2400** m³/h

Trockner auswählen:

 Extern warmregeneriert, mit Spülluft (Blower Purge**)	 Extern warmregeneriert, ohne Spülluft (Blower Non-Purge**)	 Kompressionswärme (Heat of Compression**)	 Kaltgenerierter Trockner (Heatless**)
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

44.201 kWh an jährlichen Einsparungen



Quelle: BASF Environmental CO₂ Footprint tool

<https://catalysts.basf.com/industries/oil-gas/compressed-air-drying>
(Webseite nur auf Englisch verfügbar)

Anhand der exemplarischen Berechnung mit dem Sorbead® CO₂-Footprint Tool erkennt man, dass bereits bei einem geringen Druckluftdurchsatz durch Einsatz eines energiearmen **Sorbead® Air** Trockenmittels **über 44.000 kWh pro Jahr eingespart** werden, was in **etwa 18 % an Energie** entspricht. Darüber hinaus fallen **17 Tonnen weniger CO₂ pro Jahr** im Betrieb mit Sorbead® Air an.

In diesem Zusammenhang ist es zuweilen unerklärlich, dass in Zeiten wie diesen, in denen jede Kilowattstunde an elektrischer Energie zählen sollte, aktiviertes Aluminiumoxid in neu zu liefernden warmregenerierten Drucklufttrocknern oder bei einer planmäßigen Trockenmittelerneuerung (Refill) eines bestehenden Trockners, möglicherweise auch aus Unwissenheit über die Trockenmitteleffizienz, zum Einsatz kommt.

Sorbead® Neues für Gebrauchtes!

Doch nicht nur der Ersatz eines Aluminiumoxid-Trockenmittels durch Sorbead® Air, sondern auch Drucklufttrockner, die seit Jahren mit einem energiearmen Trockenmittel wie KC-Trocknerperlen®, Sorbead® oder Sorbead® Air betrieben werden, bieten die Möglichkeit, den Energieverbrauch durch eine rechtzeitige Trockenmittelerneuerung zu senken.

Auch ein in die Jahre gekommenes energiearmes Trockenmittel wie Sorbead® unterliegt aufgrund der Trocknungszyklen einer natürlichen hydrothermalen Alterung, die durch die kontinuierliche Feuchteaufnahme während der Adsorption und der anschließenden Anzahl der Desorptionen verursacht wird. Alterung bedeutet hier sinngemäß eine Verringerung des Porenvolumens und der spezifischen Oberfläche, die bei einem neuwertigen Trockenmittel wie Sorbead® Air bis zu **800 m² pro Gramm** betragen kann.

** Blower Purge, Blower Non-Purge, Heat of Compression und Heatless sind internationale Trocknerbezeichnungen.

Diese natürliche Alterung kann durch weitere Einflüsse, etwa vorhandene ölhaltige Bestandteile, die in das Adsorberbett gelangen oder durch Verunreinigungen der Druckluft zunehmen. Aber auch mechanische Belastungen durch erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten oder eine Feuchtigkeitsüberladung, die einen verstärkten Abrieb ergeben, haben einen zusätzlichen Kapazitätsverlust zur Folge.

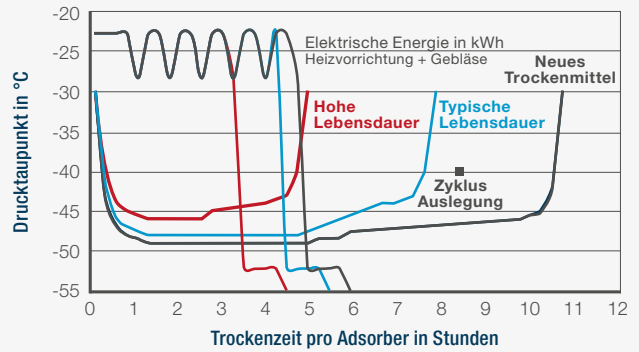
Die Restkapazität einer Trockenmittelfüllung lässt sich durch eine Trockenmittelprobe anhand der spezifischen Oberfläche und des Porenvolumens in einer Laboruntersuchung bestimmen. Liegen vollständige Anlagen- und aktuelle Betriebsdaten des Drucklufttrockners vor, kann unabhängig von einer Trockenmittelprobe alternativ auch eine verfahrenstechnische Simulation Ergebnisse über die aktuelle Effizienz liefern.

Folgendes Diagramm zeigt exemplarisch den zusätzlichen Energieverbrauch in Abhängigkeit zur Lebensdauer einer Trockenmittelfüllung an einem bereits mit Sorbead® gefüllten BLOWER PURGE-Trockner. Bereits bei einer üblicherweise erreichbaren Standzeit zeigt sich gegenüber einer neuwertigen Trockenmittelfüllung schon ein entsprechender Mehrverbrauch. Über diesen angenommenen Zeitraum hinaus erhöht sich der Leistungsbedarf des Drucklufttrockners proportional, was im weiteren Betrieb selbst mit einer in die Jahre gekommenen, energiearmen Trockenmittelfüllung in einen nicht unerheblichen elektrischen Mehrverbrauch resultiert.

Die reduzierte Aufnahmekapazität führt, wie im Diagramm zu erkennen, nicht zwangsläufig zu einer sofortigen deutlichen Verschlechterung der Drucktaupunkte über den gesamten Trocknungszyklus, sondern macht sich insbesondere durch eine Verkürzung der Trocknungszeit bemerkbar, die durch einen vorzeitigen Feuchtigkeitsdurchbruch aufgrund nicht mehr vorhandener Beladungskapazität der Trockenmittelfüllung ausgelöst wird.

Zwar muss bei einem kürzeren Zyklus weniger Feuchtigkeit adsorbiert werden, da aber die erforderliche Desorptionswärme des Wassers (Heat of Adsorption in kJ/kg H₂O) beim Regenerieren mit abnehmender Aufnahmekapazität steigt und der Adsorber aus Stahl sowie die Trockenmittelmasse selbst vor Desorption des Wassers unverändert erhitzt werden müssen, ergibt sich im Verhältnis trotz einer geringeren adsorbierten Feuchtigkeitsmenge ein erhöhter Energiebedarf pro Zyklus.

Trockenmitteleffizienz über die Lebensdauer hinweg



+8,6 kWh/h

+2,3 kWh/h

Durchschnittlicher Energieverbrauch kWh/h

Energieverbrauch Elektroerhitzer, Gebläse und Spülluft

BLOWER PURGE-Trockner, extern warmregeneriert, mit Spülluft
Durchsatzmenge: 2.400 m³/h, Drucktaupunkt: -40 °C,
Umschalt-Taupunkt: -30 °C, belastungsabhängige Steuerung

¹ Die im Diagramm enthaltenen Kurven und Energieverbräuche entsprechen Praxisauswertungen wobei der ermittelte Alterungsgrad für diesen Trockner exemplarisch ist und in der Praxis je nach Trocknertyp, eingesetztem Trockenmittel, Betriebszuständen oder Umwelteinflüssen abweichen kann.

Time to change! Der richtige Zeitpunkt

Wie der Beitrag deutlich zeigt, gibt es einfache und schnell umsetzbare Lösungen zur Energieeinsparung bei warmregenerierten Drucklufttrocknern.

Ganz gleich also, ob man ein ineffizientes durch ein energiearmes Trockenmittel wie Sorbead® Air ersetzt oder eine in die Jahre gekommene Trockenmittelfüllung erneuert: Jetzt ist der richtige Zeitpunkt für einen Wechsel, um sofort die Energiekosten eines Drucklufttrockners zu senken.

Weitere Informationen zu Sorbead® Air finden Sie auf der BASF-Website zur Drucklufttrocknung.

catalysts.basf.com/industries/oil-gas/compressed-air-drying



Noch Fragen?

Schreiben Sie uns: sorbead@basf.com

www.catalysts.basf.com



Amerika

BASF Corporation

Telefon: +1-732-205-5000

E-Mail: catalysts-america@basf.com

Asien-Pazifik

BASF (China) Company Limited

Telefon: +86-21-2039 2549

E-Mail: catalysts-asia@basf.com

EMEA

BASF Services Europe GmbH

Telefon: +49-30-20055000

E-Mail: catalysts-europe@basf.com