



TIPPS UND TRICKS VOM EXPERTEN

Häufige Fehler beim Einsatz von Drehschieberpumpen vermeiden

Oft steht der Preis bei der Auswahl der idealen Vakuumlösung im Vordergrund. Allerdings birgt diese Priorisierung auch die Gefahr, dass aus Kostengründen eine nicht optimale Pumpenlösung gewählt wird, die später in der Anwendung zu geringerer Lebenszeit und hohen Wartungskosten führen kann. Die Auswahl von zuverlässigen Vakuumpumpen und entsprechendem Zubehör zahlt sich langfristig ebenso aus wie eine sinnvolle Überwachung und Betriebsweise.

Nicht selten kommt es bei Auswahl und Betrieb einer Vakuumpumpe zu teils erheblichen Fehlern. Doch diese lassen sich oft ganz einfach vermeiden, wenn entsprechende, auf den jeweiligen Pumpentyp abgestimmte Hinweise beachtet werden. Im Folgenden werden die wichtigsten Informationen zum korrekten Umgang mit Drehschieberpumpen zusammengestellt.

Tipps und Tricks für lange Lebensdauer von Drehschieberpumpen

Ihr sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis sowie ihre hohe Zuverlässigkeit und Langlebigkeit haben die Drehschieberpumpe zu einer der bewährtesten Vakuumpumpen auf dem Markt gemacht. Da sie nach dem Prinzip der inneren Verdichtung arbeitet und ölgeschmiert sowie -gedichtet ist, sind das Abpumpen von Dämpfen, der chemische Angriff und die Alterung des Betriebsmittels Hauptkriterien für die Lebensdauer und Zuverlässigkeit dieser Pumpe.

Abpumpen von Dämpfen

Die meisten Hersteller von Drehschieberpumpen geben in ihren technischen Daten die sogenannte „Dampfverträglichkeit“ in hPa und/oder „Dampfkapazität“ in Gramm/Stunde an.

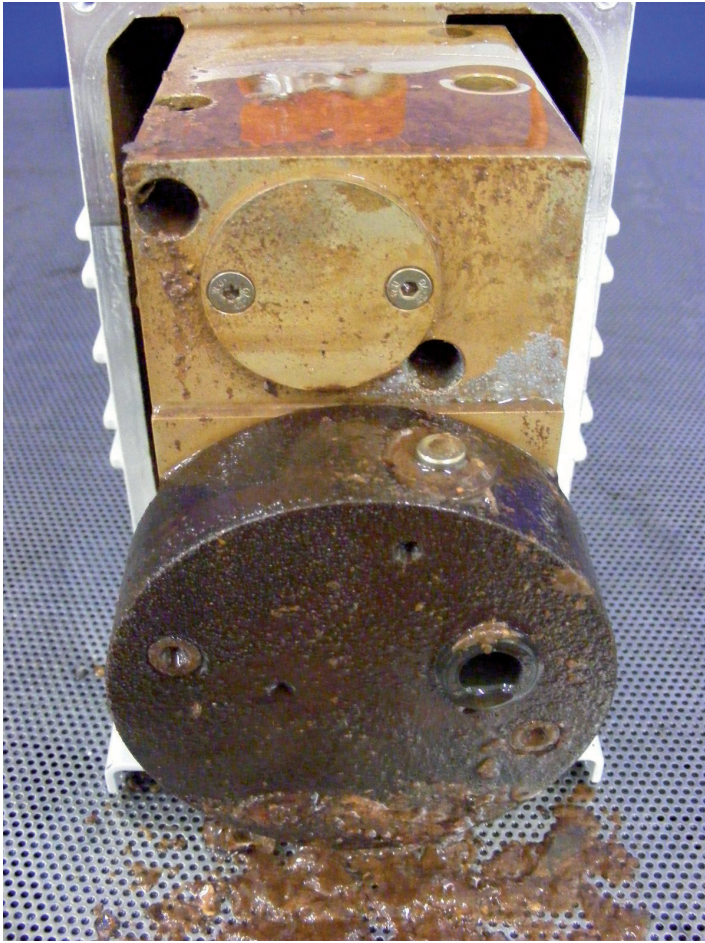


Abbildung 1: Stark verrostete Drehschieberpumpe – hervorgerufen durch Betrieb ohne Gasballast

Diese Angaben gelten für Wasserdampf. Bei geöffnetem Gasballastventil und betriebswarmer Pumpe wird eine Kondensation des gepumpten Wasserdampfs im Falle eines Ansaugdrucks unterhalb des angegebenen Wertes verhindert. Entscheidend bei einem Trocknungsprozess ist nicht das Saugvermögen der Pumpe, sondern die anfallende Wassermenge pro Zeiteinheit. Sie bestimmt aufgrund ihrer Dampfkapazität die Pumpengröße.

Gepumptes Medium	Temperatur	Konden- sation	Resultat
im Betriebsmittel löslich	$T_p > T_s$ $T_p < T_s$	nein ja	minimale Löslichkeit löst sich im Betriebs- mittel
nicht im Betriebsmittel löslich	$T_p > T_s$ $T_p < T_s$	nein ja	bildet eine Emulsion

T_p - Pumpentemperatur / T_s - Sattdampftemperatur

Es ist zwingend erforderlich, dass die Pumpe bei geschlossenem vakuumseitigem Ventil mit geöffnetem Gasballast circa 15 bis 30 Minuten „warmläuft“, damit sie ihre optimale Betriebstemperatur (Öl) von circa 70 bis 80 °C erreicht. Nur bei Betriebstemperatur und geöffnetem Gasballastventil können Dämpfe überhaupt gepumpt werden. Das verzögerte Öffnen des Hochvakuumventils ist steuerungstechnisch einfach zu integrieren. Nachfolgende Tabelle zeigt die Abhängigkeit von der Pumpentemperatur und die Folgen der Nichtbeachtung:

Nach Beendigung des Abpumpvorgangs wird dringend empfohlen, die Pumpe mit offenem Gasballast circa 15 Minuten weiterlaufen zu lassen, damit die noch in der Pumpe befindlichen Dämpfe durch den Auspuff entweichen. Diese Prozedur regeneriert das Betriebsmittel und vermeidet Stillstandskorrosion sowie einen möglichen Ausfall der Pumpe. Der notwendige Vor- und Nachlauf der Pumpe lässt sich einfach mit einem Zeitglied in die Steuerung integrieren. Wird ein Endvakuum mit Gasballast von < 1 bis 2 hPa benötigt, so ist eine zweistufige Drehschieberpumpe einzusetzen. Dabei muss bedacht werden, dass die Dampfverträglichkeit und -kapazität von zweistufigen Drehschieberpumpen niedriger ist als von einstufigen.

Betriebsmittel

Das Betriebsmittel (Pumpenöl) erfüllt in einer Drehschieberpumpe drei wichtige Funktionen: Es dichtet ab, schmiert Schieber und Lager und leitet zur Kühlung die entstehende Kompressions- und Reibungswärme über das Aluminiumgehäuse nach außen ab. Die Ölstandskontrolle ist eine wichtige Präventiv- und Routinewartung für alle ölgedichteten Drehschieber- und Vakuumpumpen mit Getriebe und Schmiermittel. Bei zu starkem Absinken des Ölstands erfolgt keine Schmierung des Pumpsystems mehr. Die Mangelschmierung blockiert das Pumpsystem, was zum Ausfall der Pumpe führt. Ein zu niedriger Ölstand hat außerdem zur Folge, dass durch das geringe Ölvolumen keine optimale Abfuhr der Kompressionswärme stattfindet. Die Pumpe überhitzt, dadurch kommt es zu einer raschen Alterung des Betriebsmittels bis hin zum Ausfall der Pumpe durch mangelnde Schmierung und Bildung von Ölkohle. Aus diesem Grund muss darauf geachtet werden, dass der Ölstand der Pumpe nicht bis unter die Mitte des Schauglases abfällt.

Das Betriebsmittel ist regelmäßig auf Farbe, Viskosität oder Verunreinigungen zu prüfen. Ein Wasseranteil von > 5 % färbt das Öl milchig. Dazu kommt es, wenn das Gasballastventil geschlossen bleibt, die Pumpe dem Abpumpvorgang kalt zugeschaltet oder die maximale Dampfkapazität überschritten wird. In Abbildung 2 ist deutlich zu erkennen, wie sich die Farbe mit zunehmendem Verschleiß des Betriebsmittels in Richtung Schwarz verändert. Ein dringender Betriebsmittelwechsel ist ab Farbe Nummer 6 (von links) notwendig. Die Farbskala gilt für das Öl P3 von Pfeiffer Vacuum. Es ist sinnvoll, alle 12 Monate präventiv einen Ölwechsel durchzuführen. Ist der Anwender nicht sicher, ob das eingesetzte Betriebsmittel gegen die Prozessgase beständig ist, hilft der Hersteller weiter und bestimmt das richtige Betriebsmittel für die Pumpe.

penausführung. Beim Abpumpen von Sauerstoff mit einer höheren Konzentration als in der Luft kann Mineralöl wegen der Oxydation und daraus resultierenden schnelleren Alterung nicht als Betriebsmittel eingesetzt werden. Für diesen Zweck gibt es spezielle Öle mit einer BAM-Zulassung für Sauerstoffbetrieb. Hierbei ist zu beachten, dass das eingesetzte Betriebsmittel einen ausreichend niedrigen Dampfdruck bei Pumpenbetriebstemperatur besitzen muss. Nur so kann das gewünschte, durch den Totaldruck (Dampfdruck des Öls) limitierte Endvakuum erreicht werden.

Ölauswurf auf der Auspuffseite

Funktionsbedingt werfen alle Drehschieberpumpen zusammen mit dem geförderten Gas oder Dampf feinste Öltröpfchen über den Auspuff aus. Die Menge der ausgeworfenen Öltröpfchen wird durch den Ansaugdruck der Pumpe bestimmt. Je höher dieser ist, desto größer ist die Ölemission. Es gibt Erfahrungswerte für den Ölauswurf, die bei circa 3 cm³ Öl pro gepumptem Normkubikmeter bei >100 hPa liegen.

Hierzu ein Beispiel:

Bei einem Ansaugdruck von 200 hPa und einem Saugvermögen von 60 m³/h ergibt sich bei einer einstufigen Drehschieberpumpe dieses Saugvermögens ein Ölauswurf von circa 850 cm³ innerhalb von 24 Stunden. Bei einem Ölinhalt einer solchen Pumpe von circa 5 Litern ist der Ölstand im Dauerbetrieb nach zwei Tagen bereits auf das kritische Niveau abgesunken. Bei Weiterbetrieb kommt es zu einer Schädigung der Pumpe durch Mangelschmierung.

Zur Verhinderung des Ölauswurfs und zum Schutz der Pumpen kommen auspuffseitige Ölnebelabscheider zum Einsatz. In diesen Filtern befinden sich Filterpatronen, in denen die Öltröpfchen festgehalten und im Filtergehäuse abgeschieden werden. Wenn es der Prozess erlaubt, kann das abgeschiedene Öl über eine automatische Ölrückführung mittels

Schwimmerschalter oder über Gasballastrücksaugung der Pumpe wieder zugeführt werden. Werden größere Mengen Wasserdampf bei einem Trocknungsprozess oder korrosive Dämpfe gepumpt, so ist von einer Ölrückführung abzuraten. Durch diese würden die im Filter kondensierten Dämpfe wieder in die Pumpe gelangen und die Schmiereigenschaften sowie die Standzeit des Öls stark reduzieren. Dies kann zum frühen Ausfall der Pumpe führen. Außerdem besteht durch die höhere Konzentration kondensierter Dämpfe im Pumpenraum und Öl die Gefahr der Stillstandskorrosion.

In diesem Fall ist das fehlende Öl von Zeit zu Zeit zu ergänzen. Es ist weiterhin darauf zu achten, dass der Ölnebelfilter die gleiche Gasmenge wie die Drehschieberpumpe durchsetzen kann. Ist der Filter von a) seiner Nennweite oder b) dem maximalen Gasdurchsatz zu klein, so haben die Öltröpfchen durch die zu hohe Gasgeschwindigkeit im Filter keine Zeit, sich in den Filterpatronen abzusetzen. Sie entweichen dann einfach über den Auspuff und der Ölnebelfilter ist zum größten Teil unwirksam. Ölnebelfilter müssen immer dann eingesetzt werden, wenn keine zentrale Absaugung der Auspuffleitung vorhanden ist und Emissionen aus Gründen der Arbeitssicherheit und der Bestimmungen der TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) zu minimieren oder grundsätzlich zu vermeiden sind. Der Ölnebel verbreitet ferner einen unangenehmen Geruch, schlägt sich überall nieder und bildet einen unerwünschten Ölfilm.

Ölrückströmung auf die Saugseite

Während des Betriebs einer Drehschieberpumpe im Endvakuum von < 0,5 hPa findet funktionsbedingt eine Rückströmung von Ölmolekülen auf die Ansaugseite statt. In Prozessen – hauptsächlich im Hoch- und Ultrahochvakuumbereich – sind Kohlenwasserstoffe unerwünscht und unzulässig, da sie den Prozess und die Apparatur schädigen. Diese Kontamination ist nur mit großem Zeit- und Kostenaufwand zu beseitigen.



Abbildung 2: Farbskala der Betriebsmittelalterung von Mineralöl



Abbildung 3 und 4: Ansaugstutzen einer Drehschieberpumpe ohne Staubfilter. Der Rotor lief im Zylinder an. Das Pumpsystem muss ersetzt werden.

Zur Vermeidung der Ölrückströmung setzt man Molekularsiebe sowie Katalysator- oder Kühlfallen auf der Saugseite der Drehschieberpumpe ein. Bei der Katalysatorfalle werden die Kohlenwasserstoffe durch den Kupferkatalysator in Wasser und Wasserstoff aufgespalten und abgepumpt. Es empfiehlt sich, die eingesetzten Zeolithfallen (das Molekularsieb) in regelmäßigen Abständen durch Ausheizen bei circa 250 °C zu regenerieren. Hierzu bieten die Hersteller passende Heizstäbe als Zubehör an. Die Katalysatorfalle wird durch Belüften regeneriert.

Das Saugvermögen der Drehschieberpumpe wird im molekularen Strömungsbereich durch die Leitwertverluste – den Widerstand – reduziert. Dies ist bei der Bestimmung der Pumpengröße je nach Anwendung zu berücksichtigen. Es gilt auch für die nachfolgenden Staubfilter. Die Leitwerte (l/s) in verschiedenen Druckbereichen sind in den Spezifikationen der Pumpe enthalten.

Stäube im Prozess

Es gibt Prozesse, die Partikel generieren oder staubbeladen sind. Um die Pumpen vor mechanischen Schäden zu schützen und die Standzeit des Betriebsmittels zu verlängern, ist es sinnvoll, Staubfilter auf der Saugseite einzubauen. Es gibt je nach Anwendung Staubfilter mit Filterpatronen aus Papier, Polyester oder Kohlefaser sowie mit ölbenetzten Füllkörpern (Raschig-Ringe). Eine Variante für abrasive Stäube ist eine Zwei-Stufen-Kombination mit Zyklonabscheider und Filterpatrone. Der Zyklon hat den zusätzlichen Vorteil, dass sich heiße Partikel durch die Rotationsbewegung im Zyklon abkühlen können (Abbildung 3 und 4).

Dimensionierung der Ansaug- und Auspuffleitung

Die Ansaug- und Auspuffnennweiten werden von den Pumpenherstellern auf das maximale Saugvermögen der Pumpe ausgelegt. Es ist daher wichtig, dass die Ansaugleitung der Pumpennennweite entspricht. Ansonsten wird das Saugver-

mögen speziell im molekularen Strömungsbereich durch Leitwertverluste deutlich reduziert. Die Auspuffleitung sollte ebenfalls mindestens der Pumpennennweite entsprechen, da bei zu kleinen Nennweiten und hohem Gasdurchsatz unzulässige Gegendrücke entstehen. Diese belasten die Pumpe auf Dauer mechanisch und führen zu erhöhtem Verschleiß und Ausfall. Zudem ist ein deutlicher Anstieg des Geräuschpegels zu verzeichnen.

Wenn die Auspuffleitung nach oben abgeht, sollte die Leitung im tiefsten Punkt siphonartig ausgeführt sein. So können auf dem Weg nach oben kondensierende Dämpfe nicht zurück in die Pumpe laufen. Über einen unten angebrachten Ablass kann der Siphon entleert werden. Es ist auch möglich, einen Kondensatabscheider etwa 20 bis 50 Zentimeter oberhalb des Pumpenstutzens in die Auspuffleitung zu integrieren. Dieser fängt ebenfalls das Kondensat auf. Von einer direkten Montage auf dem Auspuffstutzen der Pumpe ist abzuraten, da der Kondensator durch die direkte Verbindung mit der Pumpe deren Temperatur annimmt und eine verminderte Wirkung hat.

Ausreichende Belüftung

Da die Drehschieberpumpen durch die Kompressionsarbeit Wärme nach außen abgeben müssen, ist eine ausreichende Belüftung - notfalls mit Zusatzlüftern - unabdingbar. Dies gilt im Besonderen bei in Anlagen oder Schallschutzhauben eingebauten Pumpen. Bei Nichtbeachtung führt dies zur Überhitzung des Betriebsmittels und zur Schädigung der Pumpe.

Viele dieser Hinweise sind auch auf andere Vakuumpumpen wie beispielsweise Wälzkolben-, Membran-, und Trockenläufer anwendbar.

Gerne unterstützen wir Sie bei der anwendungsspezifischen Optimierung Ihrer Vakuumlösung – fragen Sie uns!
<http://www.pfeiffer-vacuum.com/kontakt>

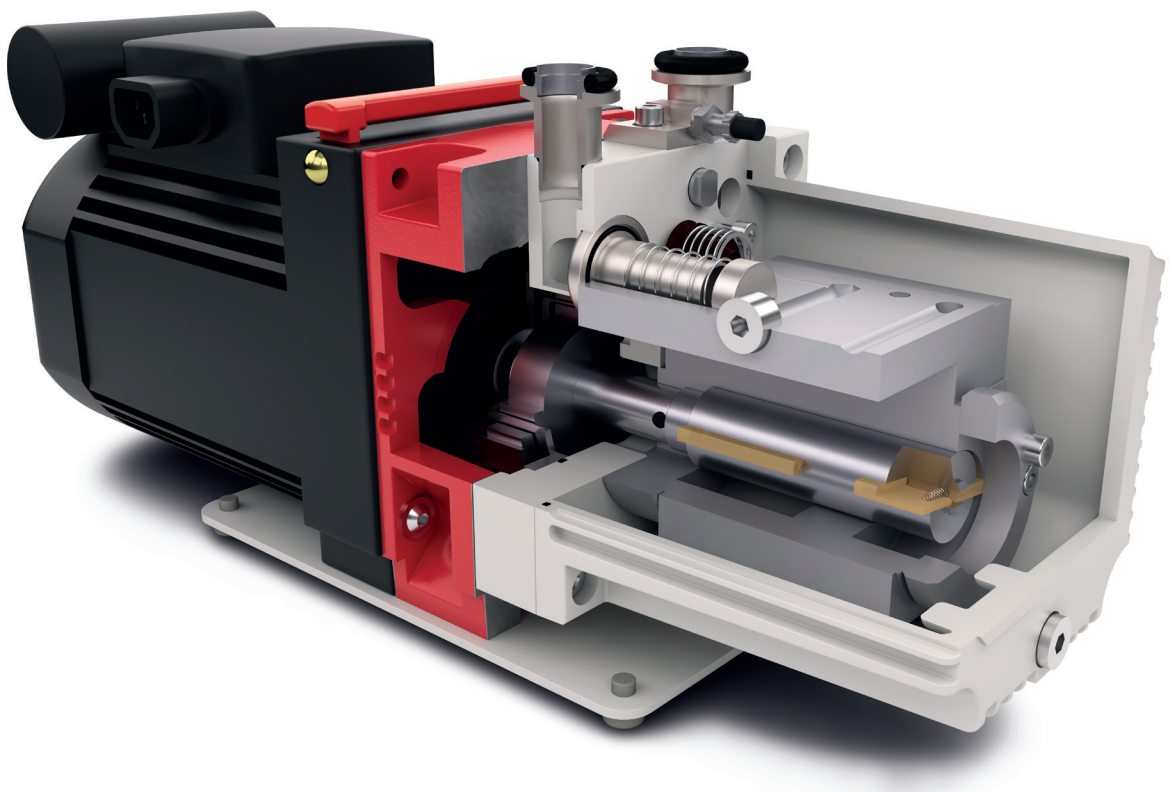


Abbildung 5: Querschnitt einer magnetgekuppelten DuoLine Drehschieberpumpe von Pfeiffer Vacuum

VAKUUMLÖSUNGEN AUS EINER HAND

Pfeiffer Vacuum steht weltweit für innovative und individuelle Vakuumlösungen, für technologische Perfektion, kompetente Beratung und zuverlässigen Service.

KOMPLETTES PRODUKTSORTIMENT

Vom einzelnen Bauteil bis hin zum komplexen System:

Wir verfügen als einziger Anbieter von Vakuumtechnik über ein komplettes Produktsortiment.

KOMPETENZ IN THEORIE UND PRAXIS

Nutzen Sie unser Know-how und unsere Schulungsangebote!

Wir unterstützen Sie bei der Anlagenplanung und bieten erstklassigen Vor-Ort-Service weltweit.

Sie suchen eine perfekte
Vakuumlösung?
Sprechen Sie uns an:

Pfeiffer Vacuum GmbH
Headquarters · Germany
T +49 6441 802-0
info@pfeiffer-vacuum.de

www.pfeiffer-vacuum.com

PFEIFFER  **VACUUM**

