



## LEITFADEN FÜR DIE AUSWAHL VON VAKUUMPUMPEN

Gewinnung und Verarbeitung von Rohmaterialien, Solarenergie, Gefrier- und Transformatorentrocknung, Medizintechnik, Plasmabehandlung, Herstellung von Batterien, technische Gase – der Bedarf und Einsatz von Vakuumtechnik in verschiedensten Anwendungen ist schier unendlich. Diese Vielzahl an Einsatzbereichen stellt natürlich unterschiedliche und oft sehr spezifische Anforderungen an das benötigte Vakuumequipment.

Mit über 20.000 Produkten bietet Pfeiffer Vacuum ein umfassendes Portfolio, dessen Bestandteile individuell miteinander kombinierbar sind und so spezifisch auf die Bedürfnisse der jeweiligen Anwendung angepasst werden können. Dabei sind die individuellen Voraussetzungen des Einsatzes zwingend zu beachten, um die optimale Pumpkombination zusammenzustellen.

Mit 125 Jahren Erfahrung in der Entwicklung und Inbetriebnahme von Vakuumlösungen verfügen die Experten von Pfeiffer Vacuum über fundiertes Wissen bei der Auslegung und Konzeption kundenspezifischer Vakuumanlagen. Zusätzlich zur Beratung und dem Service, den das Unternehmen anbietet, gibt dieser Leitfaden eine praxiserprobte Auswahl- und Entscheidungshilfe für die Konzeption einer passenden Vakuumlösung.

In vielen Anwendungen sind nicht nur Vakuumpumpen und –systeme notwendig. Zusätzlich wird häufig weiteres Zubehör benötigt, um die einwandfreie Funktion der Pumpen sowie die maximale Lebensdauer der Anlagen zu garantieren. Auch die Reduktion der Betriebskosten kann über passendes Pumpzubehör erreicht werden.

In Anwendungen, bei denen zum Beispiel viel Wasser abgepumpt werden muss, ist es sehr wichtig, dass Drehschieberpumpen betriebswarm gefahren werden. Außerdem muss das Gasballastventil geöffnet sein. So kann beispielsweise bei Trocknungsprozessen Kondensation durch nicht abgepumpte Dämpfe verhindert werden. Dadurch wird eine Mangelschmierung der Pumpe durch verdünntes Betriebsmittel vermieden.

Bei der Auslegung eines Systems mit Diffusionspumpen ist zu beachten, dass das Eckventil und das Wasserbaffle das Saugvermögen einer Diffusionspumpe um etwa 40% reduzieren. Diese Komponenten sind zur Verhinderung der Ölrückströmung in der Pumpe zwingend notwendig.

Um eine Überhitzung der Diffusionspumpe und das Verbrennen ihres Treibmittels zu verhindern, muss der Vorvakuum- oder Übergabedruck der Vorvakuum- oder Übergabepumpen unbedingt eingehalten werden. Andernfalls drohen Ausfall und erheblicher Reinigungsaufwand.

Staubbelastete Anwendungen wie in der Metallurgie erfordern einen Staubfilter. Dieser wird zwischen die Prozesskammer und die Vakuumpumpen eingesetzt. Er schützt Rotoren, Lager und mechanische Dichtungen. So halten die Pumpen den Anforderungen von Prozessen wie dem Sintern, Nitrieren, Härten, Elektronenstrahlschweißen sowie der Beschichtung von Architekturglas und PVD- oder CVD-Prozessen stand.

Sollen Diffusionspumpen mit einer Saugstutzenweite von bis zu 630 mm eingesetzt werden, ist es sowohl technisch als auch ökonomisch sinnvoll, diese durch zwei Turbopumpen zu ersetzen. Verglichen mit einer Diffusionspumpe sind die Turbopumpen in der Anschaffung zwar teurer, überzeugen aber dank ihres niedrigen Energie- und Wasserver-

brauchs mit fünffach geringeren Kosten bei einer Betriebszeit von fünf Jahren. Zudem haben Turbopumpen eine hohe Vorvakuumverträglichkeit von 1-2 hPa. Das bedeutet, dass bei der Verwendung von Turbopumpen das Vorvakuumssystem bis zu Faktor 10 kleiner ausgelegt werden kann. So können erhebliche Kosteneinsparungen erzielt werden. Turbopumpen sind trocken verdichtende Hochvakuum- oder Vorvakuum-pumpen ohne Treibmittel. Dank dieser Eigenschaften wird eine Kontamination der Vakuumkammer und des Prozesses vermieden.

Die Gesamtkosten inklusive Anschaffung der Vakuumpumpen sind bei einer Betriebsdauer von fünf Jahren mit Turbopumpen im Vergleich zu Diffusionspumpen um Faktor 5 niedriger.

Für einige Schleusen- oder Schmelzwanneanwendungen sind sehr kurze Evakuierungszeiten notwendig. Diese müssen bei der Auslegung des Vakuumsystems berücksichtigt werden. Empfohlen wird eine Abstufung zwischen Wälzkolben- und Vorvakuum-pumpe im Bereich von 2:1 bis maximal 3:1, also zum Beispiel 1.000 m<sup>3</sup>/h Saugvermögen der Wälzkolbenpumpe und 300 m<sup>3</sup>/h oder 500 m<sup>3</sup>/h Saugvermögen der Vorvakuum-pumpe. Zudem muss darauf geachtet werden, dass sich die Getrieberäume der Wälzkolbenpumpe immer unter Vakuum befinden. Pfeiffer Vacuum bietet das dafür notwendige Zubehör in seinem Produktportfolio an.

Welche Anforderungen das Vakuumequipment für ausgewählte, spezifische Anwendungen erfüllen muss, ist an einigen Beispielen in der nachfolgenden Übersicht dargestellt. Mithilfe dieser Kriterien und den Eigenschaften der diversen Pumpentypen können die für die spezifische Anwendung geeigneten Pumpen ausgewählt werden. Zudem sind Rückschlüsse auf die Prozesssicherheit und Zuverlässigkeit möglich.



Die effizienten und energiesparenden HiPace Turbopumpen von Pfeiffer Vacuum ermöglichen signifikante Kosteneinsparungen in vielen Prozessen.



Mit seinem breiten Portfolio aus über 20.000 Produkten bietet Pfeiffer Vacuum für jede Anwendung die passende Lösung.

Prozess	Applikation	Pumpenkriterien
<b>Metallurgie</b>	Glühen, Löten, Sintern, Gießen, Härten, Nitrieren	Harte Stäube, Wachs, NH <sub>3</sub> (Nitrieren), Flussmittel
	Elektronenstrahlschweißen	Metallstaub, Feuchtigkeit, Röntgenstrahlung an E-Gun
<b>Gefrier-trocknung</b>	Labor, Pharma, Lebensmittel	H <sub>2</sub> O, Lösungsmittel
	Pharma	H <sub>2</sub> O
	Lebensmittel	H <sub>2</sub> O, Säuren, Gerbstoffe
<b>Transfor-matoren Trocknung</b>	Coil Trocknung, Evakuierung beim Ölbefüllen	H <sub>2</sub> O, Gerbsäure, Wachs, Polymere
	Ölentgasung	H <sub>2</sub> O
<b>Lecksuche</b>	Automotive Komponenten, Verpackungen, Fässer, Vakuumsysteme	H <sub>2</sub> O an Kammerwand bei Chargenwechsel, feuchte Kunststoffe
<b>Medizinische Therapie-beschleuniger</b>	Erzeugung von UHV in Beamlines und Synchrotron/Rotodron	Gamma- und Neutronenstrahlen gutes H <sub>2</sub> -Saugvermögen
<b>Plasma – be-handlung</b>	Sterilisation	Starke Oxidation durch H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Ozon
	Reinigung	Ozon, Ammoniak
<b>Füllsysteme unter Vakuum</b>	Automotive Komponenten wie Bremsen, Klima, Servo, Kältekompressoren	Agressive Bremsflüssigkeit, Kältemittel (Atex)
<b>Batterien – Herstellung</b>	Trocknen, Füllen, Lecksuche	Korrosive Elektrolyte, Salze
<b>Technische Gase</b>	Gasflaschen Evakuierung, Charakterisierung/ Reinheit, Befüllen	Korrosion, Verhinderung von Kontamination
<b>Beschichtung</b>	Glas	Stäube, Glasbruch
	Schleuse	Mechanische Belastung
	Ophtalmik	Staub
	Schleuse	mechanische Belastung
	Verschleißschutz	Staub
	Schleuse	Mechanische Belastung
<b>Solar</b>	PVD	Staub
	CVD	Staub, Sublimation

## Eingesetzte Vakuumpumpen

Grob-/Feinvakuum			Hochvakuum		
Pumpentypen	Saugvermögen	Vakuum	Pumpentypen	Saugvermögen	Vakuum
Drehschieberpumpen oder Trockenläufer/ Roots-Kombinationen	500 – 8.000 m <sup>3</sup> /h	1 – 10 <sup>-3</sup> hPa	Turbopumpen Diffusionspumpen	700 – 3.000 l/s 5.000 – 100.000 m <sup>3</sup> /h	10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>-8</sup> hPa 10 <sup>-4</sup> – 10 <sup>-7</sup> hPa
Drehschieberpumpen oder Trockenläufer/Roots-Kombinationen	500 – 8.000 m <sup>3</sup> /h	10 <sup>-2</sup> – 10 <sup>-4</sup> hPa	Turbopumpen Diffusionspumpen Polycold	300 – 1.000 l/s 13.000 – 20.000 l/s bis 200.000 l/s für H <sub>2</sub> O	bis 10 <sup>-7</sup> hPa bis 10 <sup>-7</sup> hPa
Zweistufige Drehschieberpumpen	2 – 20 m <sup>3</sup> /h 1.000 – 2.000 m <sup>3</sup> /h	< 10 <sup>-2</sup> hPa			
Zweistufige Roots-/Trockenläufer-Kombinationen	1.000 – 2.000 m <sup>3</sup> /h	< 10 <sup>-3</sup> hPa			
Mehrstufige Roots-/Drehschieber-/Trockenläufer-Kombinationen	500 – 4.000 m <sup>3</sup> /h	< 10 <sup>-2</sup> hPa			
Mehrstufige Roots-/Drehschieber-/Trockenläufer-Kombinationen	1.000 – 12.000 m <sup>3</sup> /h	< 10 <sup>-2</sup> hPa			
Zweistufige Drehschieberpumpen, mehrstufige Roots-/Drehschieber-Kombinationen	150 – 250 m <sup>3</sup> /h 500 – 2.000 m <sup>3</sup> /h	< 10 <sup>-2</sup> hPa			
Zweistufige Drehschieberpumpen, mehrstufige Roots-/Drehschieber-Kombinationen	5 – 65 m <sup>3</sup> /h 1.000 – 2.000 m <sup>3</sup> /h Helium-Lecksucher	10 <sup>-2</sup> – 10 <sup>-3</sup> hPa	Turbopumpen	70 – 700 l/s	< 10 <sup>-6</sup> hPa
Membranpumpen, einstufige Drehschieberpumpen, Ionengerterpumpen	2 – 4 m <sup>3</sup> /h < 100 m <sup>3</sup> /h	2 – 3 hPa < 1 hPa	Turbopumpen Ionengerterpumpen	70 – 700 l/s 300 l/s	< 10 <sup>-6</sup> – 10 <sup>-8</sup> hPa < 10 <sup>-9</sup> hPa
Zweistufige Drehschieberpumpen	5 – 20 m <sup>3</sup> /h	< 10 <sup>-2</sup> hPa			
Trockenläufer	25 – 40 m <sup>3</sup> /h	< 10 <sup>-1</sup> hPa			
Ein- und zweistufige Drehschieberpumpen in Spezialausführung	10 – 65 m <sup>3</sup> /h	< 10 <sup>-2</sup> hPa			
Einstufige Drehschieberpumpen, zweistufige Drehschieberpumpen, Trockenläufer, Helium-Lecksucher	200 – 600 m <sup>3</sup> /h 10 – 250 m <sup>3</sup> /h 25 – 600 m <sup>3</sup> /h	0,1 – 10 <sup>-2</sup> hPa			
Drehschieber, Wälzkolbenpumpen, Trockenläufer, Massenspektrometer, Helium-Lecksucher	20 – 65 m <sup>3</sup> /h 250 – 1.000 m <sup>3</sup> /h 15 – 40 m <sup>3</sup> /h 1-300 amu	10 <sup>-2</sup> – 10 <sup>-3</sup> hPa			
Einstufige Drehschieber-/Roots-Kombinationen	600 – 2.000 m <sup>3</sup> /h	< 10 <sup>-3</sup> hPa	Turbopumpen	2.000 l/s	10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>-4</sup> hPa
Einstufige Drehschieberpumpen, Trockenläufer	500 – 600 m <sup>3</sup> /h	> 5 hPa			
Einstufige Drehschieber-/Roots-Kombinationen	650 – 2.000 m <sup>3</sup> /h	< 5 · 10 <sup>-2</sup> hPa	Diffusionspumpen Turbopumpen	13.000 – 20.000 l/s 1.500 – 2.000 l/s	10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>-5</sup> hPa
Einstufige Drehschieber-/Roots-Kombinationen	500 – 600 m <sup>3</sup> /h	< 5 · 10 <sup>-2</sup> hPa			
Zweistufige Drehschieber-/Roots-Kombinationen	600 – 1.000 m <sup>3</sup> /h	< 1 – 5 hPa	Turbopumpen	1.500 – 2.000 l/s	10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>-6</sup> hPa
Einstufige Drehschieber-/Roots-Kombinationen	500 – 600 m <sup>3</sup> /h	< 5 · 10 <sup>-2</sup> hPa			
Trockenläufer/Roots-Kombinationen	600 – 2.000 m <sup>3</sup> /h	10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>-5</sup> hPa	Turbopumpen	1.200 – 2.000 l/s	10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>-5</sup> hPa
Trockenläufer/Roots-Kombinationen	600 – 4.000 m <sup>3</sup> /h	< 200 hPa			



Pfeiffer Vacuum bietet umfassende Vakuumlösungen für vielfältige Anforderungen.

## VAKUÜMLÖSUNGEN AUS EINER HAND

Pfeiffer Vacuum steht weltweit für innovative und individuelle Vakuümlösungen, 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  
Vakuümlösung?  
Sprechen Sie uns an:

Pfeiffer Vacuum GmbH  
Headquarters · Germany  
T +49 6441 802-0

[www.pfeiffer-vacuum.com](http://www.pfeiffer-vacuum.com)

**PFEIFFER**  **VACUUM**