Basiswissen

Verdrängerpumpen

Grundprinzip der Verdrängerpumpen

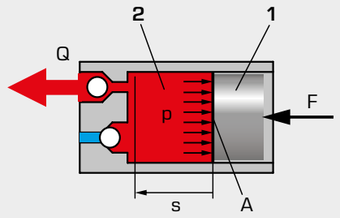
Bei den Verdrängerpumpen erfolgt die Energieübertragung auf das Fluid hydrostatisch. Bei der hydrostatischen Energieübertragung verkleinert ein Verdränger einen mit Fluid gefüllten Arbeitsraum und fördert das Fluid in die Druckleitung. Dabei übt der Verdränger einen Druck auf das Fluid aus. Beim Vergrößern des Arbeitsraums wird dieser wieder mit Fluid aus der Saugleitung gefüllt.

Die verrichtete Arbeit W_s ergibt sich aus dem Produkt aus Verdrängerkraft **F** und Verdrängerweg **s**. Diese Gleichung kann auch als Produkt aus Hubvolumen V_s und Förderdruck **p** geschrieben werden.

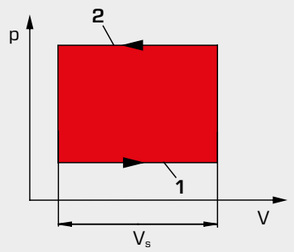
$$W_S = F \cdot s = A \cdot p \cdot s = V_S \cdot p$$

Die auf das Fluid übertragene Leistung berechnet sich aus Volumenstrom **Q** und Förderdruck **p**.

$$P = Q \cdot p$$



1 Verdränger, **2** Arbeitsraum;
Q Volumenstrom, **F** Verdrängerkraft, **A** Fläche,
p Förderdruck, **s** Verdrängerweg



Darstellung des Pumpprozesses einer Verdrängerpumpe im p,V-Diagramm.

Beim Ansaugen **1** vergrößert sich das Volumen bei niedrigem Druck. Das Ausschieben **2** erfolgt unter Verkleinerung des Volumens bei hohem Druck. Die umschlossene Fläche entspricht der am Fluid verrichteten Arbeit.

Vorteile der Verdrängerpumpen

- Fördermenge nur schwach von der Förderhöhe abhängig; damit gut geeignet für Dosier- und Einspritzpumpen
- für hohe und höchste Drücke geeignet; nur eine Stufe erforderlich
- sehr gute Saugleistung, auch mit Gasanteil
- für hohe Viskosität geeignet (Pasten)
- Fördermenge über Hub und Hubzahl sehr exakt und reproduzierbar einstellbar
- getaktete Förderung möglich
- gut geeignet für niedrige Antriebsdrehzahlen
- bei oszillierenden Pumpen direkter pneumatischer, hydraulischer oder elektromagnetischer Antrieb möglich

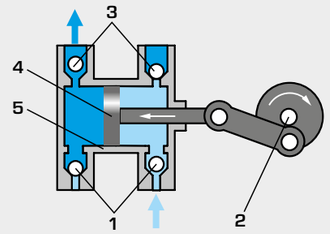
Nachteile der Verdrängerpumpen

- Funktionsprinzip beinhaltet keine Druckbegrenzung, daher sind Sicherheits- oder Druckbegrenzungsventil erforderlich
- bei oszillierenden Verdrängerpumpen ist schwingungsfreier Lauf nur mit aufwendigem Massenausgleich möglich
- oszillierende Verdrängerpumpen weniger geeignet für hohe Drehzahlen
- bei oszillierenden Verdrängerpumpen pulsierender Förderstrom, deshalb sind Pulsationsdämpfer notwendig
- bei einigen Bauarten komplizierter, störungsanfälliger Aufbau mit Ventilen
- größere Anzahl an Verschleißteilen als bei Kreiselpumpen

Bauarten der Verdrängerpumpen

Bei Verdrängerpumpen wird zwischen **oszillierenden** und **rotierenden** Pumpen unterschieden.

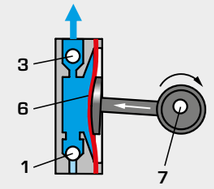
Beispiele für oszillierende Verdrängerpumpen



Kolbenpumpe

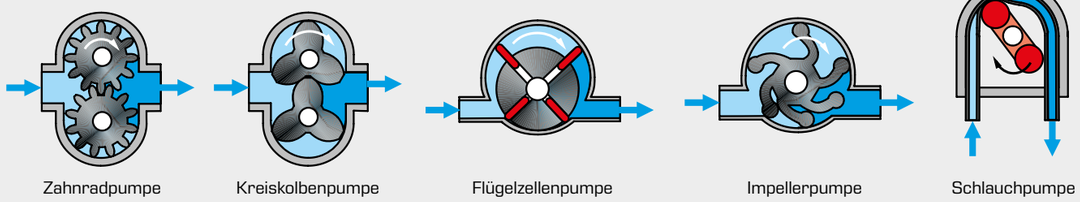
Aufbau von oszillierenden Verdrängerpumpen

1 Saugventil,
2 Kurbeltrieb,
3 Druckventil,
4 Kolben,
5 Zylinder,
6 Membrane,
7 Exzentertrieb



Membranpumpe

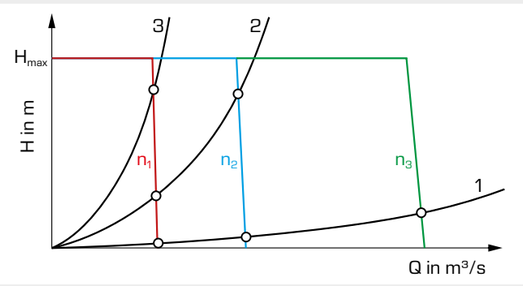
Beispiele für rotierende Verdrängerpumpen



Zahnradpumpe | Kreiskolbenpumpe | Flügelzellenpumpe | Impellerpumpe | Schlauchpumpe

Da rotierende Verdrängerpumpen meist viele Arbeitsräume besitzen, die überlappend gefüllt und entleert werden, fördern diese Pumpen gleichmäßiger als die oszillierenden Verdrängerpumpen mit nur wenigen Arbeitsräumen. Durch den rotierenden Verdränger haben die Pumpen einen guten Massenausgleich und laufen auch bei höheren Drehzahlen schwingungsarm.

Für Anwendungen, bei denen eine gepulste Förderung erwünscht ist wie z.B. bei Einspritzpumpen von Motoren, eignen sich nur oszillierende Verdrängerpumpen. Oszillierende Verdrängerpumpen sind im Allgemeinen komplizierter aufgebaut, da der rotierende Antrieb in eine oszillierende Hubbewegung umgewandelt werden muss. Dies erfolgt über einen Kurbel-, Exzenter- oder Nockentrieb. Außerdem ist zumindest ein Druckventil notwendig, welches die Rückströmung des Fluids verhindert.

Betriebsverhalten und Arbeitspunkte einer Verdrängerpumpe

Verdrängerpumpen besitzen sehr steile Kennlinien. Der Volumenstrom **Q** ist nahezu unabhängig von der Förderhöhe **H**. Die maximale Förderhöhe H_{max} wird meist durch ein Druckbegrenzungs- oder Sicherheitsventil begrenzt. Daher ist der Förderstrom nahezu unabhängig von der Anlagenkennlinie. Im Gegensatz zur Kreiselpumpe kann durch eine Erhöhung der Anlagenwiderstände der Förderstrom nicht reguliert werden. Dies wird durch eine Veränderung der Drehzahl (n_1-n_3) oder des Hubvolumens realisiert. Die schwarzen Kurven stellen die Anlagenkennlinien bei unterschiedlicher Drehzahl **1...3** dar.