

Vakuumpumpen

.Vakuumpumpen werden nach ihrem Funktionsprinzip unterschieden

-erste Vakuumpumpe: Kolbenpumpe wie Fahrrad-Luftpumpe

.Outline

-Drehschieberpumpe

-Wälzkolbenpumpe / Kreiskolbenpumpe

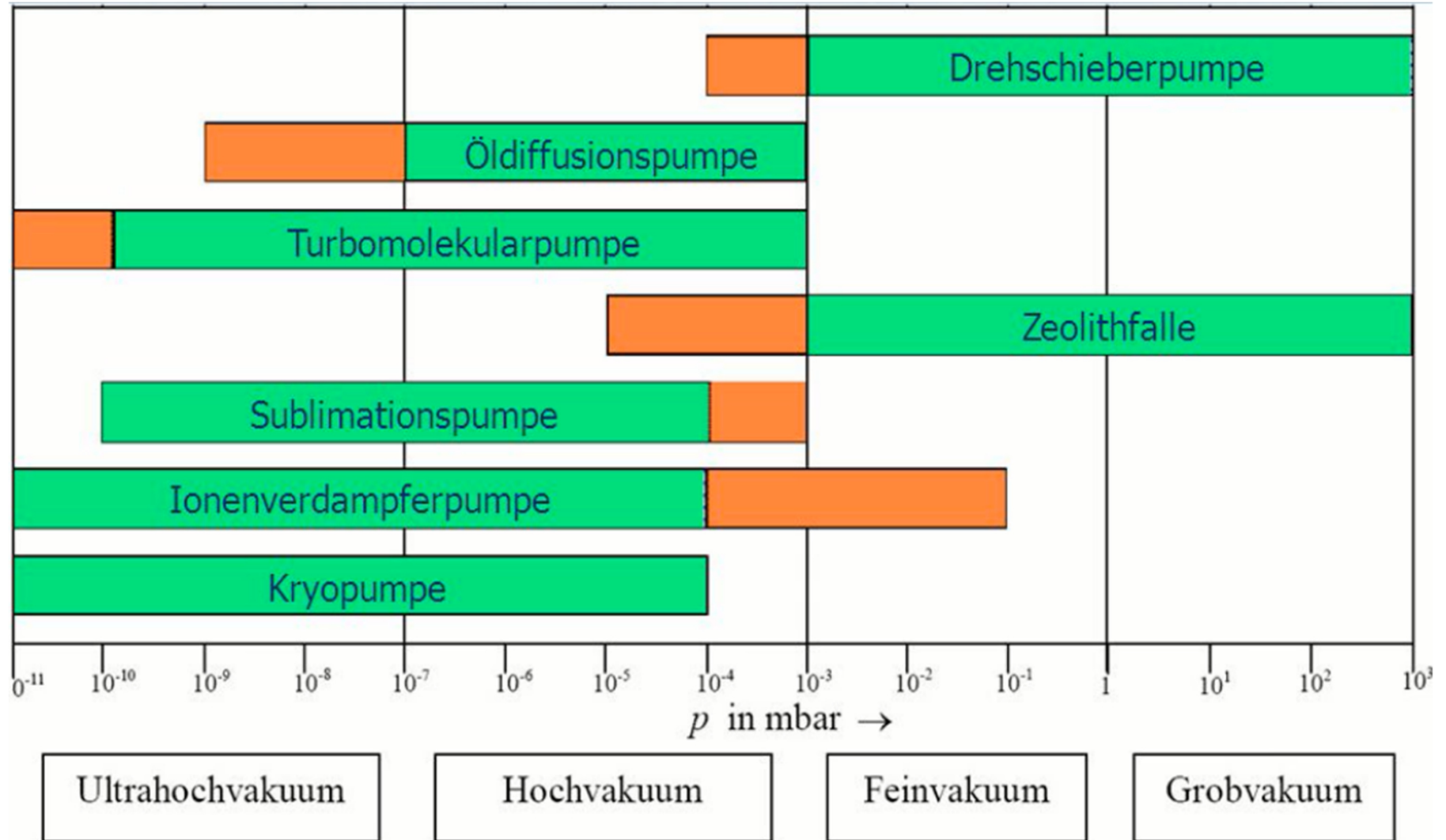
-Scrollpumpe

-Kryopumpe

-Turbopumpe

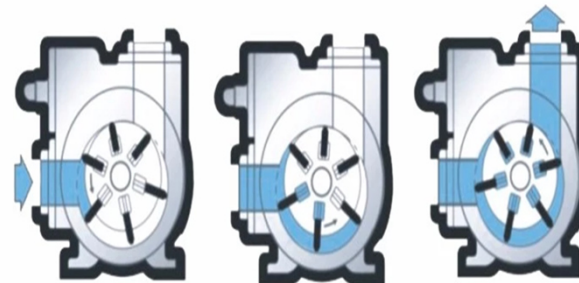
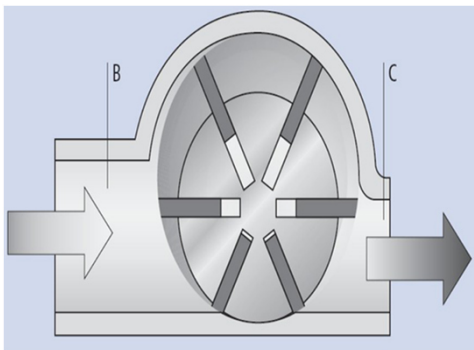
-Ionengetterpumpe

Vakuumbereiche



Drehschieberpumpe

- Flügelzellenpumpe / Verdrängerpumpe
- für Gase, Flüssigkeiten, Saug- und Druckaufgaben
- Drehachse des Rotors ist exzentrisch zum Stator angeordnet
- Rotor berührt bzw. reibt an der Innenwand des Stators zwischen Einlass- und Auslassöffnung:
Trennstelle zwischen Saug- und Druckraum
- Vakuumpumpen nach diesem Prinzip werden oft Ölpumpen genannt
- Geeignet für Grob- und Feinvakuum 1,0 bis 10^{-3} mbar
- Förderleistung: 20 bis 500 m³/h



Vorteile	Nachteile
Konstanter hoher Volumenstrom	hoher Verschleiß
mittlere Geräuschemission	nur für mittleres Vakuum geeignet
kann in beide Fließrichtungen arbeiten	Benötigen i.d.R. große Mengen Schmieröl
Fördervolumen regelbar	Öl kann verunreinigen
kostengünstig	Oft Spezialöle wie Fomblin

Wälzkolbenpumpe

- Wälzkolbenpumpen = Kreiskolbenpumpen
- Drehkolbenpumpen:
zwei symmetrische, gegenläufig rotierende Drehkolben
- Kolben haben Umriss einer Acht, beide laufen im Gehäuse bei hoher Drehzahl
- kommen nicht in Berührung miteinander
- ca. 0,1 mm Luftspalt
- benötigt Vorpumpe
- verträgt keine hohen Druckunterschiede
- Druckdifferenz beträgt 10 bis 10^{-3} mbar



Vorteil	Nachteil
keine Schmierung im Schöpfraum: wichtige Voraussetzung bei Vorpumpen für UHV	niedrige Pulsation und Vibration

Wälzkolbenpumpe

.Ablauf des Pumpvorgangs in 4 Phasen:

.Phase 1:

Gas dringt ein; blauer Bereich

.Phase 2:

Volumen vergrößert

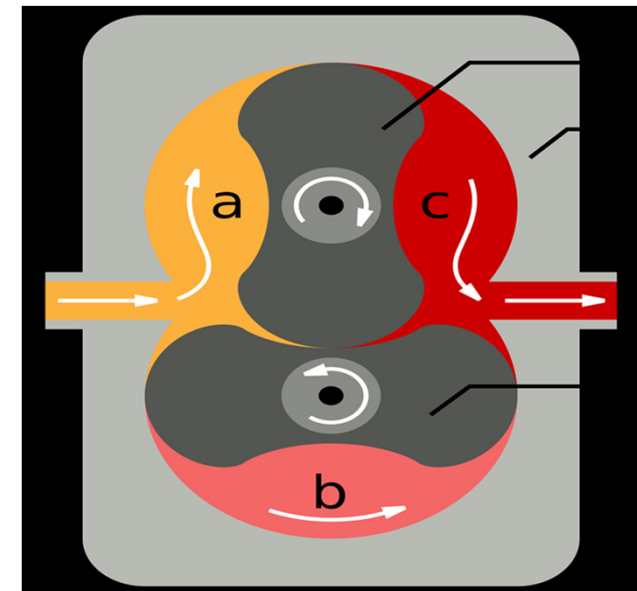
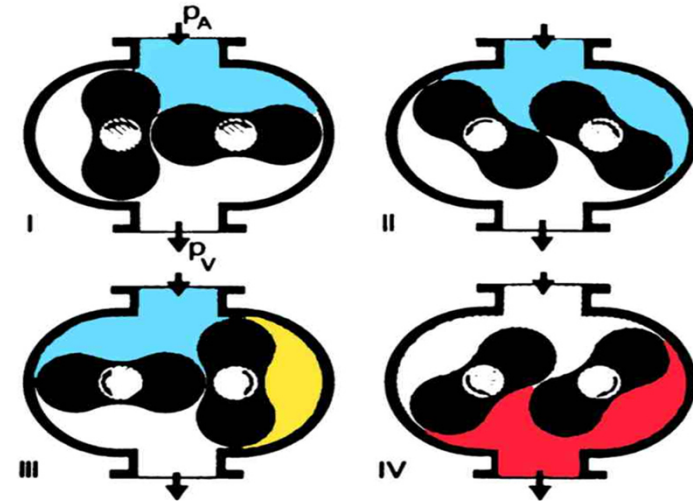
.Phase 3:

sichelförmiger Schöpfraum wird von Gaseinlassseite abgetrennt; gelber Bereich

.Phase 4:

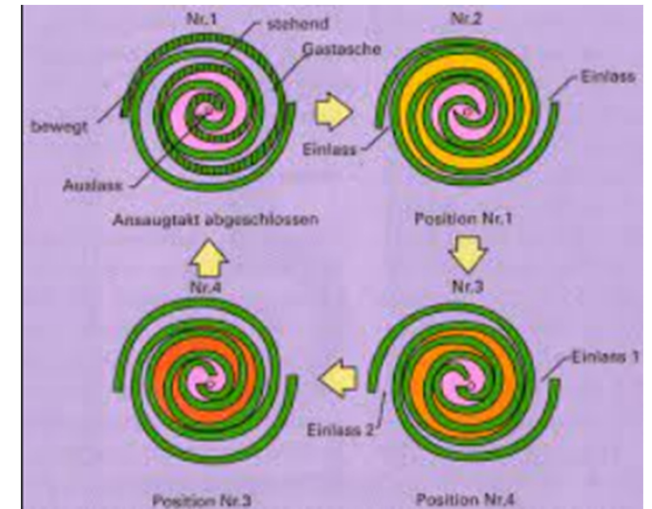
Gas erlangt auf Ausstoßseite Zugang zum Schöpfraum und wird verdichtet und ausgestoßen; roter Bereich

.bei hoher Drehzahl erreicht man trotz Verluste an Luftspalten eine hohe Saugleistung



Scrollpumpe

- Scrollpumpe / -verdichter/ -kompressor (eng. Scroll: Spirale)
- zwei ineinander gegenläufige Spiralen verdichten das Gas
- eine ist stationär & die Andere bewegt sich exzentrisch auf einer kreisförmigen Bahn
- Kompressoren für Klimaanlage und Vakuumpumpen im Kraftfahrzeugbereich
- mehrere Spiralen auf derselben Welle erhöhen den Druck
- Spiralenpaare berühren sich nicht, verschleißarmer berührungsfreier Betrieb
- Anwendung in der Medizintechnik



Vorteile	Nachteile
relativ günstig produzierbar	
läuft leise	
erzeugt sehr hohe Drücke	
arbeitet ölfrei	

Kryopumpe

.Kondensationspumpe, die mit flüssigem Stickstoff, Wasserstoff oder Helium gekühlt wird

.ab einer Wandtemperatur von unter ca. 120 K (-153,15 °C) spricht man von Kryopumpe

.dient zur Erzeugung von

- Hochvakuum $p < 10^{-3}$ mbar und
- Ultrahochvakuum $p < 10^{-7}$ mbar

.Achtung: mechanisch wirkende Vorpumpe erforderlich wie

- Drehschieberpumpe oder
- Membranpumpe oder
- Scrollpumpe



Vorteile	Nachteile
erzeugt HV, UHV	hohe Betriebskosten
	Gase verbleiben in der Pumpe, muss regeneriert werden

Turbopumpe

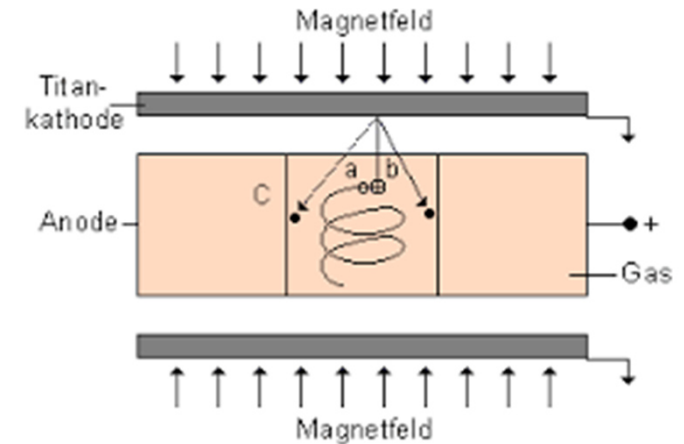
- Turbopumpe = Turbomolekularpumpe
- besteht aus: ein- oder mehrstufigen abwechselnden Anordnung der Statoren bzw. Leitblechen und Rotoren
- Pumpwirkung:
 - Rotorscheaufeln übertragen Impuls auf Atomen bzw. Teilchen
 - erforderlicher Impuls abhängig von Teilchenmasse / Atomsorte
- Drehzahl: bis 90.000 Umdr. pro min
- Pumpleistung: mehrere tausend Litern pro Sekunde
- für Erzeugung von Ultrahochvakuum geeignet
- **Achtung:**
 - mechanisch wirkende Vorpumpe erforderlich
 - Pumpe erhitzt sonst stark bei zu hohem Vordruck durch Luftreibung



Vorteile	Nachteile
Geringer Energiebedarf	Vorpumpe erforderlich
	muss regeneriert werden

Ionengetterpumpe

- .Ionengetterpumpe / Ionenzerstäuberpumpe
- Sonderform der Sorptionspumpe
- .Atome / Moleküle werden durch Elektrostoß ionisiert & durch elektrisches Feld auf Oberfläche beschleunigt und dort gebunden
- .Pumpe befördert Restgas nicht aus Vakuumkammer
 - gepumpte Atome an Pumpeninnenflächen
 - Ionengetterpumpe: keine Gasauslassöffnung
- .beim Auftreffen der Ionen auf Titan-Oberfläche werden Atome aus Oberfläche herausgeschlagen und frisches Titan auf gegenüberliegende Elektroden abgelagert
- .Getter-Schicht permanent erneuert
- .effektivere Ionisation der Restgasatome/ -moleküle durch Magnetfeld
- .Druckbereich: 10^{-3} mbar bis 10^{-11} mbar



Vorteile	Nachteile
keine beweglichen Teile	Vorpumpe erforderlich
nur Hochspannung	für Edelgase nicht geeignet

YouTube Videos

.Flügelzellenpumpe

[.https://www.youtube.com/watch?v=AjEOcGPdKbo](https://www.youtube.com/watch?v=AjEOcGPdKbo)

.Wälzkolbenpumpe

[.https://www.youtube.com/watch?v=aKhQgd_InMQ](https://www.youtube.com/watch?v=aKhQgd_InMQ)

.Scrollpumpe

[.https://www.youtube.com/watch?v=oM3zJeGfpys](https://www.youtube.com/watch?v=oM3zJeGfpys)

.Kropumpe

[.https://www.youtube.com/watch?v=TTwxhzVxvk8&t=32s](https://www.youtube.com/watch?v=TTwxhzVxvk8&t=32s)

.Turbopumpe

[.https://www.youtube.com/watch?v=f1SErZyhMe4](https://www.youtube.com/watch?v=f1SErZyhMe4)

.Ionengetterpumpe

[.https://www.youtube.com/watch?v=_snzYepQTjl&t=71s](https://www.youtube.com/watch?v=_snzYepQTjl&t=71s)