# Trockene Vakuumtechnologie für Pharma-Prozesse

Categories : Verpacken & Kennzeichnen

Date : 30. März 2022

In chemischen und pharmazeutischen Prozessen spielt Vakuum eine essenzielle Rolle. Ob bei der Vakuumförderung, der Inertisierung, bei Destillations- oder Trocknungsprozessen, überall wird Vakuum eingesetzt, um die Prozesse sicherer, schneller und wirtschaftlicher zu machen oder diese überhaupt erst zu ermöglichen. Vielseitig sind die verschiedenen Technologien, um Vakuum zu erzeugen. Flüssigkeitsring-Vakuumpumpen und Dampfstrahler sind über viele Jahrzehnte die robusten Arbeitstiere, wenn Vakuum erzeugt werden soll. Sie haben allerdings, wie auch ölumlaufgeschmierte Drehschieber-Vakuumpumpen, einen Nachteil: Sie benötigen ein Betriebsmittel, das mit dem Prozessgas in Berührung kommt. Mitte der 1990-er Jahre brachte die Firma Busch Vacuum Solution mit der COBRA die erste Schrauben-Vakuumpumpe auf den Markt. Der große Unterschied zu den damals bekannten Vakuumpumpen lag darin, dass Schrauben-Vakuumpumpen keine Betriebsmittel zur Verdichtung des Prozessgases benötigen. Man spricht deshalb von der „trockenen“ Schrauben-Vakuumpumpe. Die trockene Schrauben-Vakuumtechnologie ist in der Chemie und Pharmazie inzwischen ebenfalls weit verbreitet.

## Funktion

In einer Schrauben-Vakuumpumpe drehen sich zwei ineinander verzahnte, schraubenförmige und gegenläufige Schrauben-Rotoren. Die Prozessgase werden zwischen den einzelnen Schraubenwendeln eingeschlossen, verdichtet und zum Gasauslass transportiert. Die beiden Schraubenrotoren berühren sich beim Verdichtungsprozess weder gegenseitig noch den Zylinder. Eine präzise Fertigung und kleinste Spalten zwischen den sich bewegenden Teilen ermöglichen dieses Funktionsprinzip und garantieren darüber hinaus einen niedrigen Enddruck von bis zu 0,01 Millibar (absolut).

COBRA Schrauben-Vakuumpumpen arbeiten mit einem Kühlsystem, das für eine gleichmäßige Wärmeverteilung sowie eine höhere thermische Effizienz und Stabilität im gesamten Pumpenkörper sorgt. Dadurch kann die Temperatur so gewählt werden, dass sie hoch genug ist, das Prozessgas nicht kondensieren zu lassen aber niedrig genug, um potenzielle temperaturbedingte Probleme wie Gasphasenabscheidung oder Selbstentzündung zu vermeiden. Da die Verdichtung des Prozessgases in der Vakuumpumpe trocken erfolgt, kann das Prozessgas ohne Kontamination oder Reaktion mit einem Betriebsmittel gefördert werden.

## Schutz des Vakuumsystems

Je nach Prozessgas, kann die Vakuumpumpe bestimmten Risiken ausgesetzt werden. Deshalb ist es wichtig, dass die Prozessgase ausreichend bekannt sind, um diese Risiken zu minimieren. Oft sind verschiedene Komponenten notwendig, die saugseitig oder druckseitig installiert werden können, um das Prozessgas zu fördern ohne dass die Vakuumpumpe Schaden nimmt. Man spricht dann von einem Vakuumsystem, das auch aus mehreren Vakuumpumpen bestehen kann. Zum sicheren Betrieb des Vakuumsystems gilt es, dieses vor Korrosion und Ablagerungen durch Kristallisation oder Polymerisation zu schützen, sowie die Materialbeständigkeit zu erhöhen.

## Korrosionsschutz

Zum Schutz des Vakuumsystems beziehungsweise der einzelnen Vakuumpumpen vor Korrosion können verschiedene Maßnahmen wirksam sein. Die erste Möglichkeit besteht darin, zu verhindern, dass korrosive Stoffe in das Innere der Vakuumpumpe gelangen können. Diese kann durch vorgeschaltete Kondensatoren oder Gaswäscher umgesetzt werden.

Die zweite Möglichkeit Korrosion zu vermeiden ist, das Prozessgas in der Gasphase zu halten. Dies kann bei einer Schrauben-Vakuumpumpe durch die Einstellung einer bestimmten Betriebstemperatur erfolgen. Außerdem kann das Prozessgas durch ein zugeführtes Ballastgas verdünnt werden, um dadurch den Teildruck der kondensierbaren Gase zu senken. Es gilt also die einfache Logik: Gasförmig ansaugen und gasförmig ausstoßen. Die Mindesttemperatur muss also so gewählt werden, dass sie so hoch ist, dass Gase nicht auskondensieren. Die maximale Temperatur muss so gewählt werden, dass die Vakuumpumpe keinen Schaden nimmt oder dass die maximal zulässige Temperatur nach ATEX-Klassifizierung nicht überschritten wird.

Eine dritte Möglichkeit ist die Nutzung von kompatiblen Materialien bei der Vakuumpumpe. Bei COBRA Schrauben-Vakuumpumpen sind beispielsweise alle prozessberührenden Teile standardmäßig aus Kugelgraphitguss gefertigt und mit einer speziellen Beschichtung versehen, die meisten Chemikalien beständig ist.

## Schutz vor Partikeleintrag

Schrauben-Vakuumpumpen sollten immer mit einem Saugsieb im Ansaugstutzen oder einem Ansaugfilter betrieben werden. Dieser soll verhindern, dass Partikel in das Pumpeninnere gelangen. Bedingt durch die präzise Fertigung von Schrauben-Vakuumpumpen mit den damit verbundenen kleinen Spalten und Toleranzen ergibt sich eine gewisse Empfindlichkeit gegenüber eingetragenen Partikeln. Trockene Schrauben-Vakuumpumpen werden vor allem in der Pharmaindustrie oft in Verbindung mit Partikeltrocknern eingesetzt. Eine gewisse Anzahl solcher Partikel können die Vakuumpumpe zusammen mit dem Prozessgas problemlos passieren oder nach Prozessende ausgespült werden. Dennoch empfiehlt es sich entsprechende Vorkehrungen zu treffen, um ein regelmäßiges Ansaugen von Partikeln zu verhindern.

## Dichtheit der Vakuumpumpe/des Vakuumsystems

Vakuumpumpen und -systeme in chemischer Umgebung müssen dicht sein, damit keine Umgebungsluft eindringen und ein explosionsgefährdetes Gasgemisch erzeugen kann oder toxische oder explosive Gase entweichen können. Zur Verhinderung von Undichtheiten zwischen zwei feststehenden Teilen werden in aller Regel Polymer-O-Ringe verwendet. Die Widerstandsfähigkeit hängt dabei vom gewählten Polymer ab. Deshalb muss das Material der Dichtung ebenfalls auf die möglichen Prozessgase abgestimmt werden. Busch Vacuum Solutions hat ein dynamisches Dichtungskonzept für rotierende Wellendurchführung der COBRA Schrauben-Vakuumpumpen vom TÜV SÜD gemäß der Technischen

Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) zertifizieren lassen. Diese Dichtungen gelten als technisch dicht.