



# Vakuumdestillation

Vakuumtechnik in der  
chemischen Industrie



VTA-Anlage zur Vakuumdestillation

Die chemische Industrie ist für viele Wirtschaftszweige ein unverzichtbarer Zulieferer von Rohstoffen. So sind zum Beispiel die Automobilindustrie, der Maschinenbau sowie die Kunststoff-, Lebensmittel-, Glas- oder Baustoffindustrie auf die Stoffe angewiesen, die von der chemischen Industrie hergestellt werden. Diese kommen wiederum in unzähligen Endprodukten zum Einsatz, die wir aus dem täglichen Gebrauch kennen. Für einen Großteil dieser Anwendungen wird Vakuum benötigt. Eine der wichtigsten Anwendungen ist die Vakuumdestillation.

#### **Vorteile und Anwendungsbereiche der Vakuumdestillation**

Der Siedepunkt vieler organischer Stoffe liegt bei Atmosphärendruck in einem Temperaturbereich von 200 bis 400 °C. Die Trennung solcher Gemische bedingt nicht nur einen hohen Energieaufwand bei Atmosphärendruck. Bei diesen Temperaturen ist auch häufig eine thermische Zersetzung der Gemische zu beobachten. Die Herabsetzung des Drucks in den Bereich Grob- und Feinvakuum reduziert deutlich die Siedetemperaturen zum Beispiel von Monoglycerid, das als Emulgator verwendet wird (von ca. 300 °C bei Umgebungsdruck auf 220 °C bei einem Druck von etwa  $< 0,1$  hPa). Die Vakuumdestillation findet somit ihre Verwendung in der Aufbereitung

**Mithilfe von Vakuumdestillation können temperaturempfindliche Stoffe schonend voneinander separiert werden.**

temperaturempfindlicher Stoffe, wie man sie unter anderem im Nahrungsmittelbereich, in der Pharmaindustrie und der Petrochemie findet. Eine weitere wichtige Einflussgröße für die Aufbereitung von temperaturempfindlichen Stoffen ist ihre Verweilzeit im Verdampfungsapparat. Die Batchdestillation in einem Reaktor ist in vielen Fällen aufgrund der Verweilzeit, die bis in den Stundenbereich gehen kann, und auch wegen des ungenügenden Vakuums aufgrund der Flüssigkeitssäule im Gefäß ungeeignet. Ein Füllstand von zum Beispiel 10 cm bedeutet einen dichteabhängigen Druck von circa 10 hPa. In der Industrie werden deshalb Dünnschichtverdampfer und Kurzwegverdampfer eingesetzt. In diesen zylindrischen Apparaten wird die zu verdampfende Flüssigkeit mit einem Wischerkorb auf der Innenseite des geheizten Zylinders mit Rollen oder

Wischerblättern als sehr dünner Film (Filmdicke 1 bis 3 mm) aufgetragen. Die Verweilzeit kann je nach Anlagengröße im Sekundenbereich liegen. Die Dünnschichtverdampfung arbeitet bevorzugt in einem Druckbereich von 1 bis 100 hPa. Tiefere Drücke sind aufgrund der Druckverluste der aus dem Apparat zum Kondensator strömenden dampfförmigen Stoffe schwer zu realisieren.

Für die Trennung von zum Beispiel Mono- von Di- und Triglyceriden sind jedoch Drücke im Bereich 0,01 hPa notwendig. Hier kommt die sogenannte Kurzwegdestillation zum Einsatz. Der Kondensator ist im Zentrum des zylindrischen Verdampfers platziert und die Abstände zwischen heißer Wand und wassergekühlter Rohrschlange liegen je nach Größe der Anlage im Bereich von wenigen Zentimetern. Der zu verdampfende Stoff kondensiert unmittelbar an der kalten Oberfläche, wodurch die Druckverluste minimal sind. Da im Feinvakuum die mittlere freie Weglänge eines Moleküls im Bereich des Abstandes zwischen Zylinder und innenliegendem Kondensator liegt oder deutlich größer ist, spricht man auch von einer Molekulardestillation.

Liegen die Dampfdrücke der zu trennenden Stoffe sehr eng beieinander, kommen Vakuumrektifikationskolonnen zum Einsatz. In diesen Gegenstrom-Destillationsanlagen strömt der Dampf durch eine vertikal ausgerichtete Kolonne zur kondensierten Flüssigkeit. Einbauten wie strukturierte Packungen sorgen für eine gute Durchmischung der beiden Phasen, so dass ein Phasengleichgewicht erreicht werden kann. Verweilzeiten und Druckniveau liegen jedoch höher als bei den Dünnschichtverdampfern. Beide Verfahren werden häufig kombiniert.

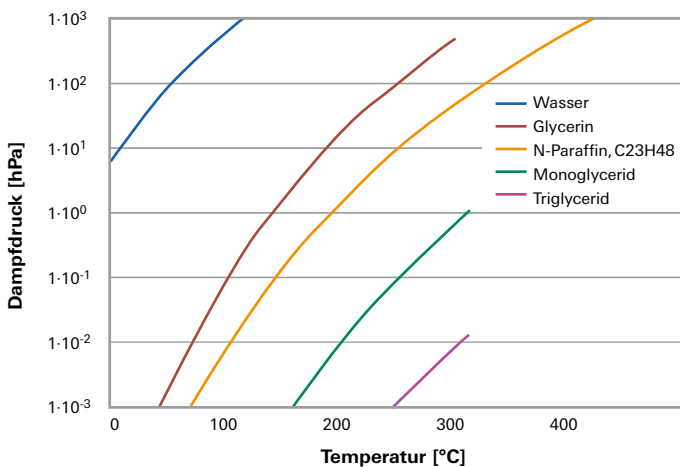


Abbildung 1: Dampfdruckkurven verschiedener organischer Stoffe

### Wälzkolbenpumpstände für die Dünnschicht- und Kurzwegdestillation

Die genaue Einhaltung des Vakuumdruckes im Verdampfer ist entscheidend für die Qualität des Trennvorgangs und stellt große Anforderungen an die Vakuumregelung und die Qualität der verwendeten Vakuumpumpen.

Für die Dünnschicht- und Kurzwegdestillation bietet Pfeiffer Vacuum deshalb eine große Auswahl an geeignetem Vakuumequipment an. In der Praxis haben sich Wälzkolbenpumpstände mit Flüssigkeitsringpumpen als ideale Lösung etabliert.



Abbildung 2: Dreistufiger Pumpstand für Destillationsprozesse

Abhängig von der Anzahl der Wälzkolbenstufen kann ein Druck von 10<sup>-3</sup> hPa ohne großen Aufwand erreicht werden. Die Flüssigkeitsringpumpe kann außerdem mit dem zu destillierenden Medium betrieben werden. Ein Beispielprozess ist die Aufbereitung von Walzöl. Dabei soll durch das Wälzen unreinigtes Öl durch Destillation wieder aufbereitet werden. Hierzu werden dreistufige Wälzkolbenpumpstände, bestehend aus zwei Wälzkolbenpumpen und einer Flüssigkeitsringpumpe, eingesetzt. Als Betriebsmedium der Flüssigkeitsringpumpe dient das zu destillierende Walzöl. Bei einem Druck von etwa 5 hPa verdampft das Walzöl und wird im nachgeschalteten Kondensator kondensiert. Es kann jedoch nicht ganz ausgeschlossen werden, dass etwa mit Öldämpfen gesättigte Leckluft in das Vakuumpumpensystem gesaugt wird und die Öldämpfe anschließend in der Flüssigkeitsringpumpe wieder auskondensieren. Durch die Verwendung des Walzöls als Betriebsmittel hat dies keine negativen Auswirkungen auf die Saugleistung der Pumpe. Der Flüssigkeitsspiegel im Umlaufbehälter der Flüssigkeitsringpumpe steigt langsam. Beim Erreichen des maximal erlaubten Niveaus wird die Betriebsflüssigkeit automatisch ausgeschleust und einem entsprechenden Aufbereitungsprozess zugeführt. Je nach Anwendung können jedoch auch trockene Vorpumpen anstelle der Flüssigkeitsringpumpe eingesetzt werden.

### Vakuumlösungen für die Vakuumdestillation

Zur Herstellung der in den verschiedenen Anwendungen benötigten Vakuumbedingungen bietet Pfeiffer Vacuum mit seinem umfassenden Komplettangebot kundenspezifische Lösungen. Gerade im Hinblick auf die Anwendungen in der chemischen Industrie, die einen Druck < 33 hPa benötigen, haben sich besonders die Wälzkolbenpumpstände der OktaLine von Pfeiffer Vacuum als ideale Lösungen etabliert. Je nach benötigtem Saugvermögen und Enddruck können unterschiedliche Pumpstufen eingebaut werden. Sie sind als Wälzkolbenpumpen mit einem Saugvermögen von 145 m<sup>3</sup>/h bis 8000 m<sup>3</sup>/h standardmäßig lieferbar. In Sonderfällen können Wälzkolben mit einem Saugvermögen von bis zu 25.000 m<sup>3</sup>/h projiziert werden.

Die gasumlaufgekühlte Version der Okta erlaubt die Kompression auf Umgebungsdruck und wird vor allem in kritischen Prozessen der Chemie eingesetzt. Die Pumpen sind standardmäßig in Kugelgraphitguss (GGG40) ausgeführt, der die hohe Druckstoßfestigkeit (16 bar) des Pumpengehäuses sicherstellt, was insbesondere für ATEX-Anwendungen notwendig ist. Für besonders korrosive Anwendungen kann die Okta in Edelstahl gefertigt werden. Auch eine plasmapolymere Beschichtung des produktberührenden Schöpfraums ist möglich. Erhöhte Anforderungen an die Dichtigkeit der Pumpe werden mit Hilfe magnetgekuppelter Antriebe erreicht, die Leckraten unter  $1 \cdot 10^{-6}$  Pa m<sup>3</sup>/s aufweisen.



Abbildung 3: Okta 500 ATEX

Als Vorpumpen stehen Drehschieber-, Schrauben- sowie gasumlaufgekühlte Wälzkolbenpumpen von Pfeiffer Vacuum zur Auswahl.

Für ATEX-Anwendungen inkl. Zone 1 Innen/Außen stehen entsprechende zertifizierte Pumpen zur Verfügung.

Von der Konzeption bis zur Umsetzung erarbeiten die Experten von Pfeiffer Vacuum mit Kunden aus den unterschiedlichsten Bereichen der chemischen Industrie individuelle Lösungen, die exakt für die Anforderungen der jeweiligen Anwendung ausgelegt sind.

Irrtümer und/oder Änderungen vorbehalten. PI0471PDE (März 2019/0)

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

**PFEIFFER**  **VACUUM**