



# WEGWEISER...

...DURCH DAS VAKUUM IM LABOR

Technik und Anwendungen für Chemie und Life Science



Vakuumtechnik im System

## VORWORT

Unglaublich aber wahr, eine Technik mit der man buchstäblich das „Nichts“ erzeugt, gehört zu einer weit verbreiteten Schlüsseltechnologie. Ob zu Hause beim Staubsaugen, bei der Herstellung verschiedenster Güter, bei der Automatisierung oder im Labor, überall kommt Vakuumtechnik zum Einsatz. Auf den folgenden Seiten bleiben wir jedoch im Labor und verschaffen Ihnen einen Überblick, welche besonderen Anforderungen Vakuumtechnik dort erfüllen muss und welche technischen Lösungen hier genutzt werden können.

„Gutes Werkzeug, halbe Arbeit“ – dieses alte Handwerkersprichwort gilt nicht nur auf der Baustelle, sondern auch im Labor. Gerade weil es nicht greifbar ist, wird die Rolle des Vakuums häufig unterschätzt. Dabei ist es für viele Laboranwendungen wie das Salz in der Suppe. Clevere Vakuumtechnik lässt gewünschte Ergebnisse schneller, sicherer und komfortabler erreichen. Aus diesem Grund widmen wir uns seit über 50 Jahren der Vakuumtechnik im Labor und sind stolz darauf, das hierfür umfassendste und fortschrittlichste Produktprogramm anbieten zu können. In dieser Broschüre stellen wir Ihnen wichtige Unterscheidungsmerkmale vor, die Sie berücksichtigen sollten, um die passende Vakuumversorgung für Ihr Labor und Ihre Anwendungen zu finden.

<b>WARUM VAKUUM?</b>	<b>3</b>
<b>ANFORDERUNGEN AN DIE VAKUUMTECHNIK</b>	<b>4</b>
<b>TECHNIK</b>	<b>8</b>
<b>ÜBERBLICK</b>	<b>19</b>



## WARUM VAKUUM?

Viele nutzen Vakuum täglich im Labor. Doch was ist eigentlich der Sinn und Zweck dahinter? Vakuum wird für viele Standardverfahren bei der Probenvor- und -aufbereitung eingesetzt. Meist steht es dabei nicht im Vordergrund, ist aber absolut essentiell. Die bekanntesten Anwendungen sind das Nutschen in Form einer Vakuumfiltration und das Trocknen.

Natürlich könnte man - wie bei dem Aufbrühen eines Kaffees - auch ohne Vakuum filtrieren und die Schwerkraft ihren Job machen lassen. Diese sorgt letztendlich dafür, dass Wasser durch den Kaffeefilter läuft. Doch im Labor zeigt sich, dass dies aufgrund des breiten Spektrums an Lösungsmitteln und Festsubstanzen nicht in endlicher Zeit funktioniert. Um den Prozess zu beschleunigen, wird in einer Saugflasche Unterdruck – also Vakuum – erzeugt. Die Druckdifferenz zwischen dem Inneren der Flasche und der Umgebung bewirkt einen als Sog empfundenen Effekt, durch den die Probe schneller durch den Filter läuft.

Beim Trocknen hingegen erfolgt der Wechsel des Aggregatzustands von flüssig nach gasförmig. Das Trocknen könnten wir, ebenso wie wir auch die Wäsche an der Luft trocknen, einfach geschehen lassen. Da aber auch dies viel zu viel Zeit beanspruchen würde, kommt beim Trocknen ebenfalls Unterdruck zum Einsatz. Unter Vakuum wirken geringere Druckkräfte auf die Moleküle, so dass der Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Zustand schneller erfolgt. Dieses physikalische Phänomen ist auch dafür verantwortlich, dass mit sinkendem Druck weniger Wärmeenergie notwendig ist, um Lösungsmittel zu verdampfen. Das Bearbeiten von hitzeempfindlichem Probenmaterial ist daher nur mit Hilfe von Unterdruck möglich.

Vakuum bewirkt also, dass Prozesse im Labor schneller und schonender ablaufen können.



## ANFORDERUNGEN AN DIE VAKUUMTECHNIK

Die Anforderungen an das Vakuum sind immer abhängig von der individuellen Anwendung und dem Einsatz unterschiedlichster Lösungsmittel und Substanzen. Merkmale wie Siedepunkt, Korrosionsgefahr und die Menge der zu verdampfenden Lösungsmittel spielen bei der Auswahl und Dimensionierung der Geräte eine wichtige Rolle. So stellt es zum Beispiel einen entscheidenden Unterschied dar, ob Methanol, Dimethylsulfoxid (DMSO) oder eine Mehrkomponentenmischung bei einer bestimmten Temperatur verdampft werden soll, da diese Stoffe unterschiedliche Siedepunkte haben. Je nach Einsatzgebiet ergeben sich daher unterschiedliche Anforderungen an die Vakuumherzeugung, -messung und -regelung.

### Endvakuum und Saugvermögen

Eine Vakuumpumpe wird durch zwei wesentliche Kenngrößen charakterisiert: Der niedrigste erreichbare Druck - auch Endvakuum genannt - und das Saugvermögen.

Das Endvakuum wird oft in Millibar angegeben. Je niedriger der Wert, desto stärker, tiefer oder besser ist das Vakuum. Im Chemie- und Life Science-Labor wird meist der Druckbereich bis etwa  $10^{-3}$  mbar benötigt. Zwischen Atmosphäre ( $\sim 1000$  mbar) und 1 mbar spricht man vom „Grobvakuum“ während der Bereich zwischen 1 und  $10^{-3}$  mbar als „Feinvakuum“ bezeichnet wird. Im Physikalabor treffen häufig auch Drücke unterhalb von  $10^{-3}$  mbar auf ihre Anwendungen. Diese Druckbereiche werden als Hochvakuum und Ultrahochvakuum bezeichnet (Abb. 1).

Abhängig vom jeweiligen Druckbereich kommen bei der Vakuumerzeugung unterschiedliche Pumpentechnologien zum Einsatz. Während der Grobvakuumbereich am effizientesten mit Membranpumpen abgedeckt werden kann, kommen bei der Erzeugung des Feinvakuums oft Drehschieberpumpen zum Einsatz.

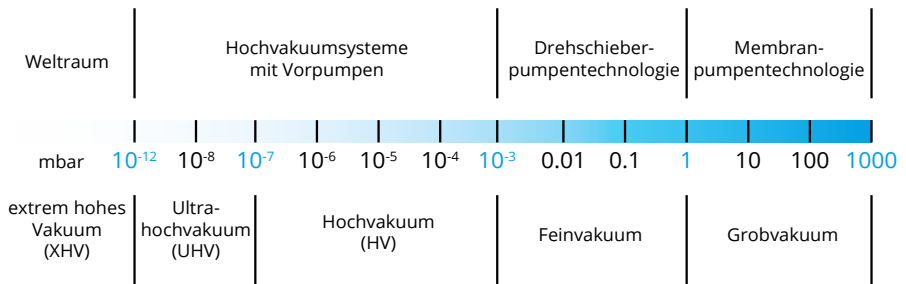


Abb. 1: Druckbereiche und Technologien

### Anwendungen im Feinvakuum

- ◆ Gefriertrocknung
- ◆ Resttrocknung in Schlenk-Linien
- ◆ Molekulare Destillation
- ◆ Evakuierung der Probenkammer bei Analysegeräten

### Anwendungen im Grobvakuum

- ◆ Filtration, Nutschen
- ◆ Festphasenextraktion
- ◆ Flüssigkeitsabsaugung
- ◆ Lösungsmittelentgasung
- ◆ Vakuum-Konzentration
- ◆ Trocknung von Proteingelen
- ◆ Trocknung von Substanzen im Trockenschrank
- ◆ Eindampfung mittels Rotations- oder Parallelverdampfer

Die Angabe des Saugvermögens erfolgt in Kubikmeter pro Stunde [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] oder Liter pro Minute [ $\text{l}/\text{min}$ ] ( $1 \text{ m}^3/\text{h} \approx 16,6 \text{ l}/\text{min}$ ). Je größer das Saugvermögen ist, desto schneller kann die Pumpe ein bestimmtes Volumen evakuieren. Beim Vergleich des maximalen Saugvermögens zweier Pumpen gilt es jedoch zu beachten, dass diese Angabe unter Atmosphärendruck gemessen wird. Mit sinkendem Druck lässt das Saugvermögen nach, da immer weniger Moleküle „weggepumpt“ werden können. Das Ausmaß dieses Leistungsverlustes ist von Pumpe zu Pumpe unterschiedlich und hängt von konstruktionsbedingten Details ab. Nimmt das Saugvermögen im niedrigen Druckbereich jedoch zu sehr ab, wirkt sich dies nicht nur negativ auf die Abpumpzeit aus, sondern es kann bereits bei kleinen Leckraten dazu führen, dass das maximal erreichbare Endvakuum deutlich von den technischen Angaben abweicht. Eine solche Pumpe hat nicht genug Kraft, um das Leck zu kompensieren. Da sich Leckagen niemals komplett vermeiden lassen, ist das Saugvermögen im Bereich des gewünschten Prozessvakuums entscheidend und nicht der maximale Wert bei Atmosphärendruck ( $\sim 1000 \text{ mbar}$ ), der im Datenblatt angegeben ist. Aus diesem Grund sollte man immer einen Blick auf die Saugvermögenskurve werfen. Diese stellt das Saugvermögen in Abhängigkeit vom Druck dar. Am Verlauf dieser Kurve lässt sich leicht erkennen, wie leistungsstark die Pumpe im Bereich des gewünschten Prozessvakuums ist.

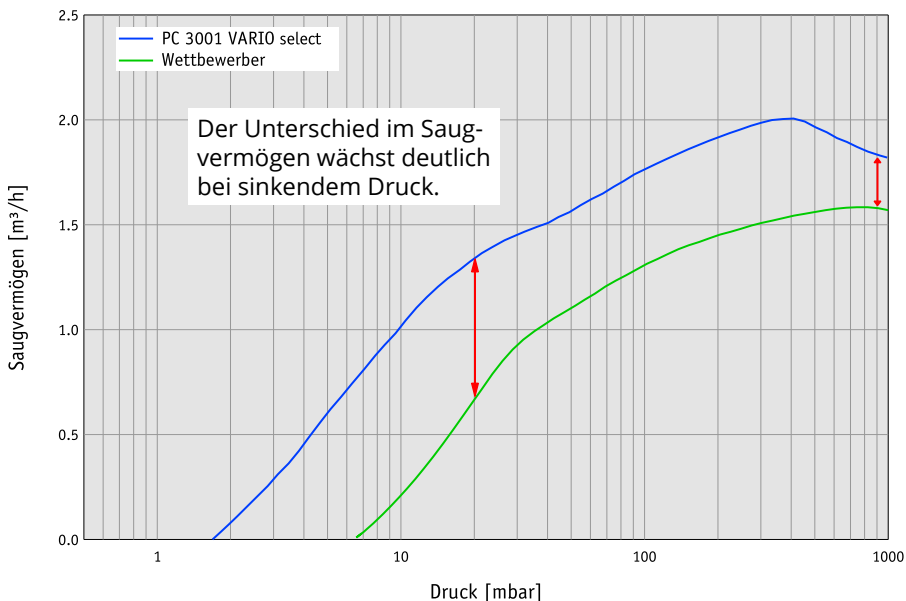


Abb. 2: Vergleich der Saugvermögenskurven: PC 3001 VARIO select vs. Wettbewerbsprodukt

---

## Eignung für chemische Prozesse

Im Chemielabor ist es wichtig, dass korrosionsbeständige Pumpen zum Einsatz kommen. Dies wird in erster Linie durch die Verwendung chemiebeständiger Kunststoffe und durch spezielle Pumpenkopftechnologie gewährleistet.

Wenn von Chemie die Rede ist, sind zudem meist Lösungsmittel, also brennbare Stoffe im Einsatz. Die meisten VACUUBRAND Chemiemembranpumpen sind daher mit einer ATEX-Zulassung der Gerätekategorie 3 im inneren, medienberührten Bereich ausgestattet, so dass nahezu alle gängigen Lösungsmittel in Labor-üblichen Mengen bedenkenlos verwendet werden können.

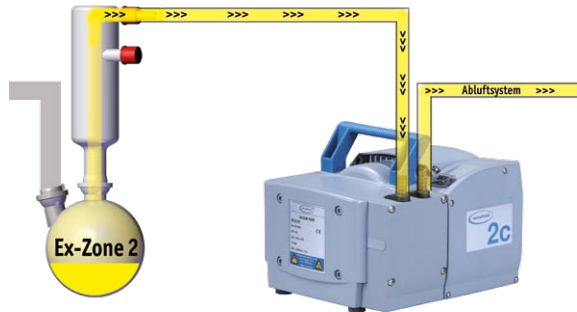


Abb. 3: Medienberührter Bereich Ex-Zone 2

## Präzision und Komfort

Um Reaktionsabläufe und Prozesse im Labor kontrolliert und reproduzierbar durchzuführen, wird der Druck im Reaktionsgefäß gemessen und je nach Anwendung auch aktiv geregelt. Ein klassisches Beispiel ist die Eindampfung in einem Rotationsverdampfer. Das erzeugte Vakuum muss möglichst genau dem Siededruck des abzdampfenden Lösungsmittels entsprechen. Ist der Druck zu hoch, dauert der Prozess unnötig lange, ist er zu niedrig, schäumt das zu verdampfende Gemisch über, die Probe geht verloren und der Verdampfungsprozess muss wiederholt werden.

Die intelligente Regeltechnik der VACUUBRAND VARIO®-Pumpen erleichtert hier dem Anwender die Arbeit erheblich. Diese Technik kann das Vakuum automatisch so bestimmen und anpassen, dass es selbst bei empfindlichen Prozessen nicht zum Überschäumen kommt und auch Lösungsmittelgemische optimal und zeitsparend verdampft werden. Auf diese Weise werden nicht nur die gewünschten Ergebnisse erzielt. Es entfällt auch unnötige Zeit für die Überwachung der Anwendung und der Prozess kann jederzeit problemlos reproduziert werden.



## TECHNIK

Für die eben erläuterten Anforderungen existiert eine Vielfalt an technischen Lösungen. Auf den ersten Blick unterscheiden sich diese anhand der verwendeten Pumpentechnologie sowie der Anzahl und Verschaltung der Pumpenköpfe. Der Ausdruck Pumpenkopf bezeichnet in diesem Fall die Einheit aus mechanischen Bauteilen um den einzelnen Schöpfraum, durch den die Medien gepumpt werden. Leistung und Robustheit einer Pumpe sind aber auch stark abhängig von Konstruktionsdetails und der Qualität der verwendeten Materialien. Weitere Unterscheidungsmerkmale ergeben sich aus dem verwendeten Zubehör. Insbesondere im Bereich der Regeltechnik gibt es deutliche Qualitätsunterschiede. Der folgende Abschnitt soll einen Überblick über die wichtigsten technischen Merkmale und deren Funktionen geben.

### Membran- oder Drehschieberpumpe?

Wie bereits erwähnt, kommt im Grobvakuumbereich meist die Membranpumpe und im Feinvakuumbereich die Drehschieberpumpe zum Einsatz. Bei einer Membranpumpe werden prinzipiell eine oder mehrere Membranen auf und ab bewegt, so dass sich der Schöpfraum vergrößert und verkleinert und so eine Pumpwirkung entsteht. Die Membrane dichtet den Schöpfraum, in dem die Gase und Dämpfe angesaugt und verdichtet werden, vom Antrieb mit dem Motor hermetisch (luftdicht) ab (Abb. 4). Der Schöpfraum ist somit völlig trocken (keine Betriebsmittel / Schmierstoffe) und die geförderten Gase werden nicht verunreinigt. Zwei mechanische Ventile sorgen dafür, dass gefördertes Gas aus dem richtigen Kanal angesaugt und zum anderen wieder ausgestoßen wird. So wird der Gasfluss aus dem Probengefäß durch die Pumpe Richtung Auspuff gewährleistet.



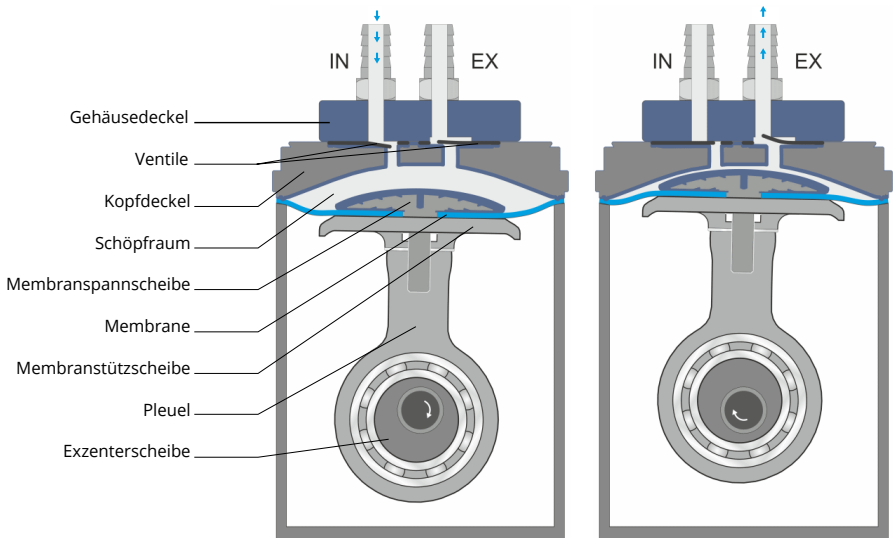
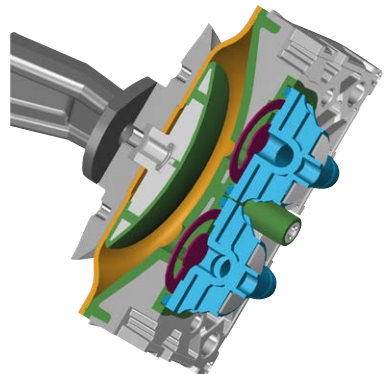


Abb. 4: Schematische Darstellung einer Membranpumpe

Entscheidend ist, dass die verwendeten Materialien im Pumpenkopf chemiebeständig sind. Für die Herstellung unterschiedlicher Teile im Pumpenkopf werden jeweils spezielle Fluorkunststoffe verwendet, die eine hohe Langzeitstabilität und -dichtigkeit aufweisen (Abb. 5). Fluorkunststoffe sind zwar chemisch äußerst beständig, aber mechanisch nicht sehr stabil, daher ist ein metallischer Stabilitätskern im Inneren enorm wichtig.



<b>PTFE:</b>	Polytetrafluorethylen
<b>ETFE:</b>	Ethylen-Tetrafluorethylen
<b>ECTFE:</b>	Ethylen-Chlortrifluorethylen
<b>FFKM:</b>	Perfluorelastomer

(Genauere Informationen zum Thema Chemiebeständigkeit finden Sie in unserem entsprechenden Flyer. Sie können diesen auf [www.vacuubrand.com](http://www.vacuubrand.com) im Bereich Support/Prospekte herunterladen)

Abb. 5: Detailsicht des Schöpfraums einer Chemie-Membranpumpe

Bei einer Drehschieberpumpe rotiert ein exzentrisch gelagerter Zylinder mit beweglichen Schiebern im Schöpfraum eines weiteren Zylinders und schiebt so das einströmende Gas Richtung Auslass. Ab einem gewissen Punkt der Rotation führt die exzentrische Lagerung dazu, dass das Gas durch die Bewegung des Schiebers komprimiert wird (Abb. 6). Sobald der Gasdruck den Öffnungsdruck des Auslassventils überschreitet, entweicht das Gas zum Auslass. Öl dient dabei zur Schmierung und Abdichtung der Schieber zum Metallzylinder.

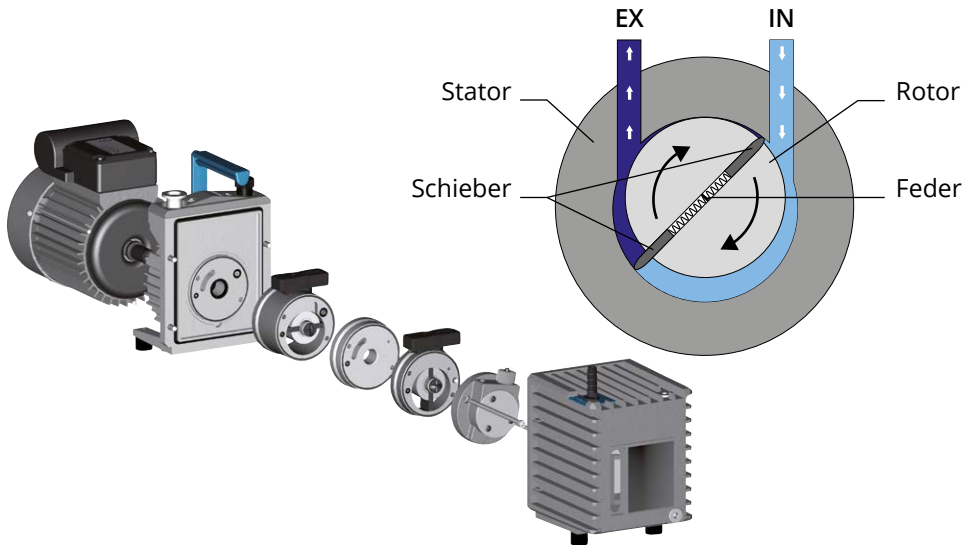


Abb. 6: Aufbau einer Drehschieberpumpe



Abb. 7: Drehschieberpumpe RZ 2.5

Der Vorteil dieser Technologie gegenüber der Membranpumpentechnik ist das bessere Endvakuum zweistufiger Drehschieberpumpen von bis zu  $10^{-3}$  mbar. Nachteilig ist die geringere chemische Beständigkeit, da viele Pumpenteile aus Metall sind und bei Kontakt mit Chemikalien korrodieren können. Zudem kommen die gepumpten Gase mit Öl in Berührung. Öldämpfe stören empfindliche Prozesse und zugleich wird das Öl von den Substanzen angegriffen oder verdünnt. Daher muss die Pumpe durch entsprechende Vorrichtungen vor korrosiven Chemikalien und Kondensaten geschützt werden (Siehe Seite 12).

Eine Chemie-Hybridpumpe ist in solchen Fällen eine gute Alternative. Diese besteht aus einer Drehschieberpumpe, kombiniert mit einer chemiebeständigen Membranpumpe, die den Ölkasten während des Prozesses permanent evakuiert und somit von korrosiven Dämpfen und Kondensaten befreit.

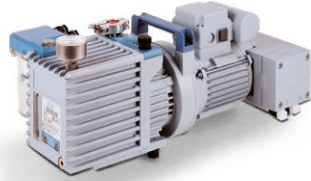


Abb. 8: Hybridpumpe RC 6

### Einstufig oder mehrstufig?

Das Endvakuum und das Saugvermögen einer Pumpe hängen von der modularen Verschaltung der Pumpenköpfe ab. Die parallele Verschaltung von Pumpenköpfen bewirkt eine Erhöhung des Saugvermögens, während eine serielle Verschaltung zu besserem Vakuum - also niedrigerem Enddruck - führt (Abb. 9). VACUUBRAND verschaltet bei seinen Membranpumpen seriell bis zu vier Pumpenköpfe und erreicht Endvakua zwischen 100 mbar (einstufig) und 0,3 mbar (vierstufig). Bei den Drehschieberpumpen kommen maximal zwei Stufen zum Einsatz, die ein Endvakuum im Bereich von  $10^{-3}$  mbar ermöglichen.

Die Höhe des Saugvermögens hängt von der Parallelverschaltung der Pumpenköpfe sowie von der Anzahl der Pumpenköpfe und dem Volumen des Schöpfraums ab.

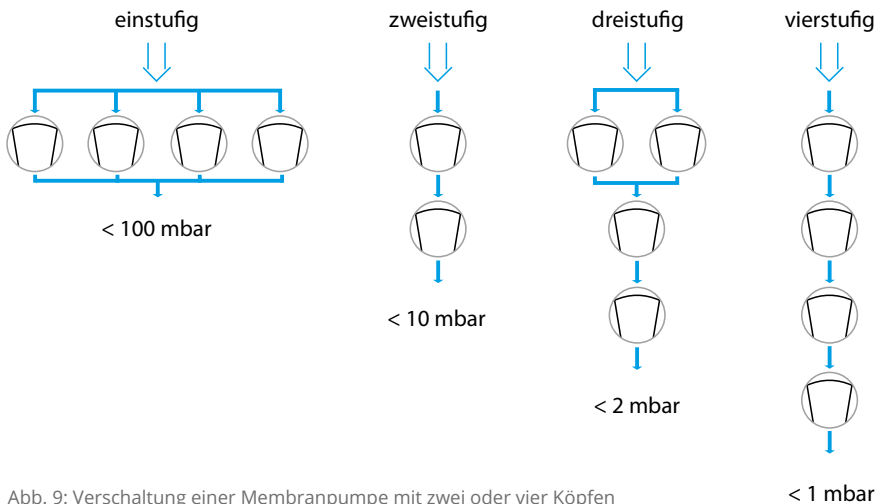


Abb. 9: Verschaltung einer Membranpumpe mit zwei oder vier Köpfen

## Schutz der Pumpe und der Umwelt

Kondensatbildung im Inneren der Pumpe beeinträchtigt deren Funktion und führt über kurz oder lang zu Schäden. Dieses Problem betrifft sowohl Membran- als auch Drehschieberpumpen. Viele Pumpen verfügen daher über einen sogenannten Gasballast, der über ein Ventil geringe Mengen an Luft oder Inertgas in die Pumpe einlässt. Auf diese Weise wird die Kondensation von Gasen in der Pumpe gemindert und bereits gebildete Tröpfchen werden zum Auspuff gefördert. Für viele Anwendungen in der Chemie ist diese Funktion zum Schutz der Pumpe unentbehrlich. Deshalb ist gutes Endvakuum auch mit geöffnetem Gasballastventil sehr wichtig (Abb. 10). Empfehlenswert ist es, die Pumpe vor dem Ausschalten noch etwa eine halbe Stunde bei geöffnetem Gasballast und geschlossenem Pumpeneinlass nachlaufen zu lassen. Dadurch werden mögliche Kondensate aus der Pumpe ausgetragen. Drehschieberpumpen sollten zudem vor Prozessstart mit geschlossenem Ventil warmlaufen, da die richtige Betriebstemperatur des Öls dazu beiträgt, die Kondensatbildung zu verringern.

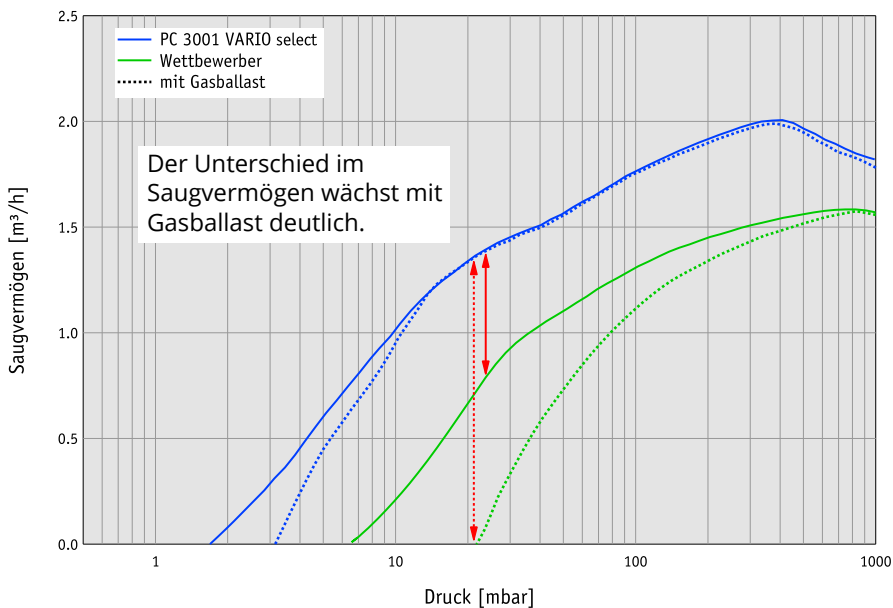


Abb. 10: Vergleich der Saugvermögenskurven mit und ohne Gasballast: PC 3001 VARIO select vs. Wettbewerbsprodukt

Aufgrund der geringeren chemischen Beständigkeit kann bei Drehschieberpumpen das Vorschalten einer Kühlfalle notwendig sein, um korrosive Chemikalien und Kondensate noch vor dem Pumpeneinlass aufzufangen. Auch die Verwendung einer Chemie-Hybridpumpe ist vor allem im Chemielabor, in dem niedriges Endvakuum gefordert ist, sinnvoll. Um die Gesundheit des Labormaterials zu schützen, verwendet man häufig Ölnebelfilter am Auspuff, die die Verunreinigung der Raumluft und das Einatmen von Öldämpfen verhindern.



Abb. 11: Drehschieberpumpe in der Pumpstandausführung mit Ölnebelfilter und Kühlfalle

Moderne Membran-Pumpstände haben vor der Pumpe einen sogenannten „Kondensatabscheider“, der die Pumpe vor mitgerissenen Kondensattröpfchen und festen Partikeln schützt. Ein „Emissionskondensator“ auf der Auspuffseite schützt die Umwelt vor Lösungsmittel-emissionen und ermöglicht deren Rückgewinnung. Die Rundkolben fangen jedoch nicht nur Lösungsmittelüberreste oder Kondensate auf, sondern wirken gleichzeitig auch wie ein Schalldämpfer, da sie die Geräuschemission deutlich verringern.

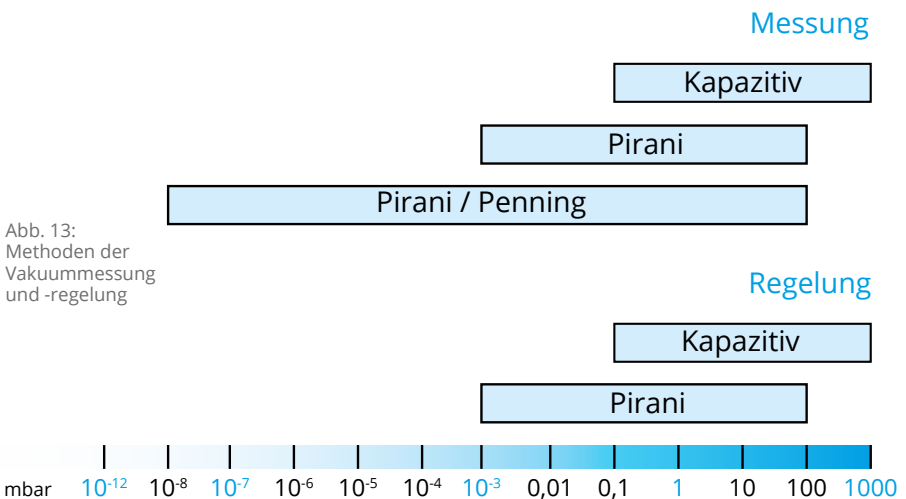


Abb. 12: Pumpstand PC 3001 VARIO select mit dem neuen Vakuum-Controller VACUU-SELECT, Abscheider (hinten) und Emissionskondensator (vorne)

## Vakuum messen

Je nach Druckbereich werden zur Vakuummessung unterschiedliche Drucksensoren verwendet. Der Bereich des Grobvakuum wird am besten durch kapazitive Sensoren abgedeckt. Dabei wird die Durchbiegung einer Membran kapazitiv erfasst und in eine Druckanzeige umgewandelt. Im Labor ist die Verwendung von Keramikmembranen sinnvoll, da diese chemisch beständig und sehr robust sind. Dieses Verfahren bietet noch weitere Vorteile, wie die gasartunabhängige Messung, hohe Genauigkeit, geringe Temperaturabhängigkeit und gute Langzeitstabilität. Der Nachteil liegt in der Einschränkung des Messbereichs durch die Membrandicke.

Für den Feinvakuumbereich kommt daher vielfach ein sogenannter Pirani-Sensor zum Einsatz. Dieser Sensor, nach seinem Erfinder Marcello Pirani benannt, misst die Wärmeleitung des Gases, die vom jeweiligen Druck abhängt und kann so exakt das anstehende Vakuum ermitteln. Der Vorteil dieser Methode ist der erweiterte Messbereich von Atmosphärendruck bis  $10^{-3}$  mbar, wobei die beste Genauigkeit prinzipbedingt im Bereich von 10 bis  $10^{-2}$  mbar erreicht wird. Der Nachteil des Pirani-Sensors gegenüber der Keramik-Membran ist das gasartabhängige Messergebnis, welches je nach spezifischer Wärmeleitfähigkeit des Gases von der Justierung auf Luft abweicht. Im Vergleich zu herkömmlichen Pirani-Sensoren zeichnen sich die VACUUBRAND Pirani-Messgeräte dank ihres Aufbaus aus Kunststoff und Keramik durch außerordentliche chemische Beständigkeit und Robustheit aus.



Soll im kompletten Druckbereich des Grob- und Feinvakuums gemessen werden, können durch die Kombination aus kapazitivem und Pirani-Sensor die Vorteile beider Verfahren genutzt werden. Für den Anwender ist ein solcher Kombisensor von außen nicht erkennbar. Abbildung 14 zeigt beispielhaft das VACUUBRAND Kombimeßgerät, das nicht größer als eine geballte Faust ist.



Abb. 14: Kombimeßgerät VACUU-VIEW extended

Um die erforderliche Messgenauigkeit nachzuweisen, können Hersteller ihre Geräte in zertifizierten Labors prüfen und auszeichnen lassen. VACUUBRAND selbst betreibt ein solches DAkKS-Kalibrierlabor, das von der Deutschen Akkreditierungsstelle regelmäßig überprüft wird.

## Vakuum regeln

Die Regelung von Vakuum im Reaktionsgefäß kann auf drei unterschiedliche Arten erfolgen:

- ✦ durch manuelle Veränderung des Durchflusses
- ✦ durch elektronische Ventilschaltung
- ✦ durch Drehzahlregelung



Abb. 15: Der neue Vakuum-Controller VACUU-SELECT

Durch einfache manuelle Veränderung des Durchflusses an einem Ventil lässt sich das Vakuum ohne zusätzliche Hilfsmittel beeinflussen. Aktive Vakuumregelung kann jedoch nur elektronisch durch Ventilschaltung oder Drehzahlregelung funktionieren. Bei der Ventilschaltung, oftmals auch Zweipunktregelung genannt, wird ein Elektromagnetventil in der Saugleitung zwischen Pumpe und Anwendung geöffnet und geschlossen. Dabei schwankt das Vakuum zwischen zwei frei definierbaren Toleranzwerten (Abb. 16). Membranpumpen mit Drehzahlregelung des Motors bieten dagegen die Möglichkeit, das Saugvermögen stufenlos einzustellen und das Vakuum punktgenau zu regeln (Abb.17). Da die Pumpe hierbei nur so schnell wie nötig läuft, hat der Anwender erhebliche Energieeinsparungen (bis zu 90 % im Vergleich zu unregulierten Systemen) und reduziert den Verschleiß, die Geräuschemission und die Vibration.

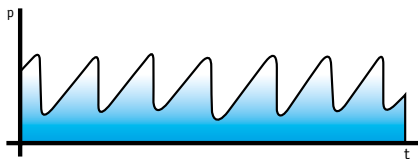


Abb. 16: Zweipunktregelung durch Ventilschaltung



Abb. 17: Punktgenaue Regelung durch Drehzahlsteuerung

Eine echte Erleichterung bei der Arbeit ist die Vakuumregelung mit einer Automatikfunktion. VACUUBRAND nutzt dazu den neuen Vakuum-Controller VACUU-SELECT. Bei der Zweipunktregelung ermöglicht dessen Detect-Funktion eine automatische Siededruckfindung. Noch mehr Möglichkeiten bietet der VACUU-SELECT in Verbindung mit einer drehzahlgeregelten Pumpe von VACUUBRAND. Diese sogenannte VARIO®-Regelung findet nicht nur den Siededruck, sondern sie reagiert dank einer einzigartigen Dampfdrucknachführung auch auf die Veränderungen innerhalb des Probengefäßes, welche sich im Verlauf eines Prozesses ergeben. Das Vakuum wird dabei in Abhängigkeit vom Dampfdruck kontinuierlich nachgeführt und somit optimal an den Prozessverlauf angepasst. Auf diese Weise lassen sich mit nur einem Knopfdruck beste Ergebnisse in kürzester Zeit erzielen, ohne dass Überwachung und Eingriffe notwendig sind (Abb. 18).

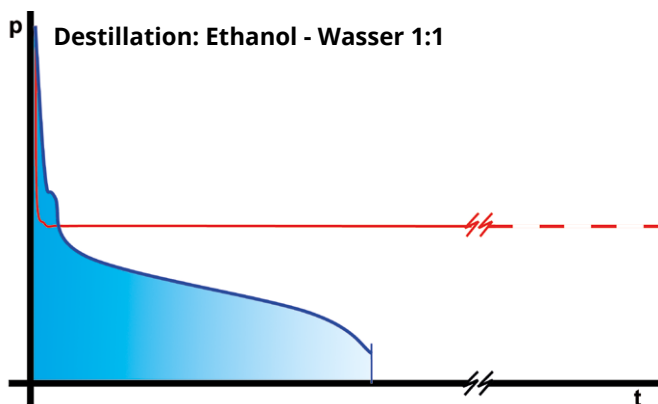


Abb. 18:

- Wettbewerbsprodukt im Automatikmodus - Erster Dampfdruck wird gehalten, Verdampfung kommt zum Stillstand, weil das Vakuum nicht nachgeführt wird
- VACUUBRAND VARIO®-Control - Vollständige Destillation durch adaptive Dampfdruckregelung in kürzester Zeit



## Einzelpumpstände oder Netzwerklösung?

Für die Vakuumversorgung im Labor kommen sowohl einzelne Pumpen und Pumpstände als auch Vakuum-Netzwerklösungen in Frage. In einem Hausnetzwerk werden alle Arbeitsplätze in einem Gebäude durch eine große, zentrale Vakuumpumpe versorgt. Hausnetzwerke offenbaren bei der täglichen Arbeit jedoch einige Nachteile. Die gegenseitige Beeinflussung und Verunreinigung durch rückströmende Gase lassen sich in solchen Systemen nur schwer vermeiden. Dadurch werden nicht nur die Prozessabläufe gestört, sondern es können auch Sicherheitsrisiken wie die Entstehung explosiver Gemische oder die Freisetzung infektiösen Materials auftreten. Zudem sind solche Pumpen häufig überdimensioniert, weil sie für den Maximalbetrieb ausgelegt sein müssen. Wird zudem berücksichtigt, dass die Pumpe rund um die Uhr im Betrieb ist, so ergeben sich unnötig hohe Investitions- und Energiekosten.

Die bessere Alternative sind daher lokale Netzwerke, in denen die Vakuumpumpe nur eine bestimmte Anzahl von Arbeitsplätzen in einem Raum versorgt. Gegenüber einer Einzelplatzversorgung, bei der jeder Arbeitsplatz mit einer separaten Vakuumpumpe ausgestattet wird, lassen sich neben den Anschaffungskosten auch der Wartungsaufwand an den Geräten und der Energieverbrauch reduzieren. Gleichzeitig sind die Geräuschemission und der Platzbedarf geringer, da deutlich weniger Pumpen für die tägliche Arbeit benötigt werden.



Abb. 19: Verschiedene Möglichkeiten der Vakuumversorgung

Die Entscheidung zwischen Einzelpumpständen und einer lokalen Netzwerklösung hängt von verschiedenen Faktoren ab. Hierzu zählen beispielsweise die Anzahl der Arbeitsplätze, die genutzten Anwendungen oder die Anforderungen an die Vakuumregelung. Es empfiehlt sich daher, die Rahmenbedingungen und die verschiedenen Optionen vorab mit einem Experten zu besprechen. Fällt die Entscheidung auf eine Netzwerklösung, sollten die Anforderungen an das jeweilige Netzwerk schon bei der Laborplanung berücksichtigt werden. Im ersten Schritt gilt es, die richtig dimensionierte, chemisch beständige Vakuumpumpe auszusuchen. Bei der Wahl der passenden Materialien für Leitungen und Armaturen sollte ebenfalls deren chemische Beständigkeit und die Problematik der Kreuzkontamination, also der möglichen Beeinflussung der einzelnen Vakuumschlüsse untereinander, beachtet werden.

Mit dem VACUU-LAN®-System von VACUUBRAND stehen eine Vielzahl von Verbindungselementen und Armaturen sowohl für die manuelle als auch die elektronische Bedienung zur Verfügung. Die medienberührten Teile wie das Leitungsnetz aus PTFE gewährleisten hohe Beständigkeit und Korrosionssicherheit gegen viele Chemikalien. Zudem sind alle Vakuumelemente mit Rückschlagventilen ausgestattet und minimieren so das Risiko der Kreuzkontamination.




Abb. 20: Lokales Netzwerk VACUU-LAN®. Eine Pumpe im Unterschrank versorgt mehrere Arbeitsplätze.

## ÜBERBLICK

Ein genauer Blick auf die Leistungsmerkmale einer Vakuumpumpe und deren Ausstattung lohnt sich immer. Damit Sie die beste Lösung für Ihr Labor finden, haben wir für Sie die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale nochmals auf einen Blick zusammengefasst.

<b>Pumpentechnologie</b> (Seite 8)	Membranpumpe Drehschieberpumpe Chemie-Hybridpumpe
<b>Leistung</b> (Seite 4)	Max. Endvakuum Max. Endvakuum mit geöffnetem Gasballast Max. Saugvermögen Saugvermögenskurve
<b>Chemiebeständigkeit</b> (Seite 7 + 8)	Korrosionsbeständigkeit der Materialien ATEX-Zulassung
<b>Schutz der Pumpe und der Umwelt</b> (Seite 12)	Gasballast Kühlfalle Ölnebelfilter Saugseitiger Abscheider AK Emissionskondensator EK Chemie-Hybridpumpe
<b>Messtechnik</b> (Seite 14)	Grobvakuum: Membransensor Feinvakuum: Pirani-Sensor Grob - & Feinvakuum: Kombimesgerät Chemiebeständigkeit DAkKS-Zertifizierung
<b>Regeltechnik</b> (Seite 15)	Manuelle Durchflussregelung Ventilschaltung / Zweipunktregelung Drehzahlregelung / Punktgenaue Regelung Automat. Siededruckfindung Automat. Dampfdrucknachführung
<b>Netzwerklösung</b> (Seite 17)	Chemiebeständigkeit der Leitungen und Armaturen Vermeidung von Kreuzkontamination



VACUUBRAND GMBH + CO KG  
Alfred-Zippe-Straße 4  
97877 Wertheim, Germany

T +49 9342 808-0  
F +49 9342 808-5555

[info@vacuubrand.com](mailto:info@vacuubrand.com)  
[www.vacuubrand.com](http://www.vacuubrand.com)