

VACUUBRAND®



Praktisches Wissen für Ihr Vakuum im Labor

Anforderungen und konkrete Lösungen für Biopharma, Chemie,
Analytik, Physik und erneuerbare Energien

www.vacuubrand.com



Clevere Vakuumtechnologie für zuverlässige, sichere und effiziente Prozesse

„Gutes Werkzeug, halbe Arbeit“

Dieses Sprichwort 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 Vakuumtechnologie von VACUUBRAND macht Ihre Prozesse zuverlässig, sicher und effizient. Aus diesem Grund widmen wir uns seit Jahrzehnten kontinuierlicher Innovation, erstklassiger Performance und herausragender Qualität. In dieser Broschüre stellen wir Ihnen wichtige Unterscheidungsmerkmale vor, um die passende Vakuumversorgung für Ihr Labor und Ihre Anwendungen zu finden.



Inhalt

Warum Vakuum?	3
Anforderungen an die Vakuumtechnik	4
Technik	8
Überblick	21

Warum Vakuum?

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

Natürlich könnte man – wie bei dem Aufbrühen eines Kaffees – auch ohne Vakuum filtrieren und die Schwerkraft wirken 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 Verdampfen und 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 unterschiedlicher Substanzen wie z.B. Lösemittel oder Puffersysteme.

Grundlegende Fragen sind:

- Für welche Laboranwendung benötige ich Vakuumtechnik?
- Welche Substanzen verwende ich?
- Mit welchen Volumina arbeite ich?
- Wie präzise muss ich arbeiten können?

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: Den niedrigsten erreichbaren Druck – auch Endvakuum genannt – und das Saugvermögen. Das Endvakuum wird oft in mbar 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 Atmosphärendruck (~ 1000 mbar) und 1 mbar spricht man vom Grobvakuum, während der Bereich zwischen 1 und 10^{-3} mbar als Feinvakuum bezeichnet wird. Im Physiklabor und in der Analytik sind häufig auch Drücke unterhalb von 10^{-3} mbar notwendig. 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. Spezielle Schraubenpumpen können sowohl im Grobvakuum- als auch Feinvakuumbereich verwendet werden.

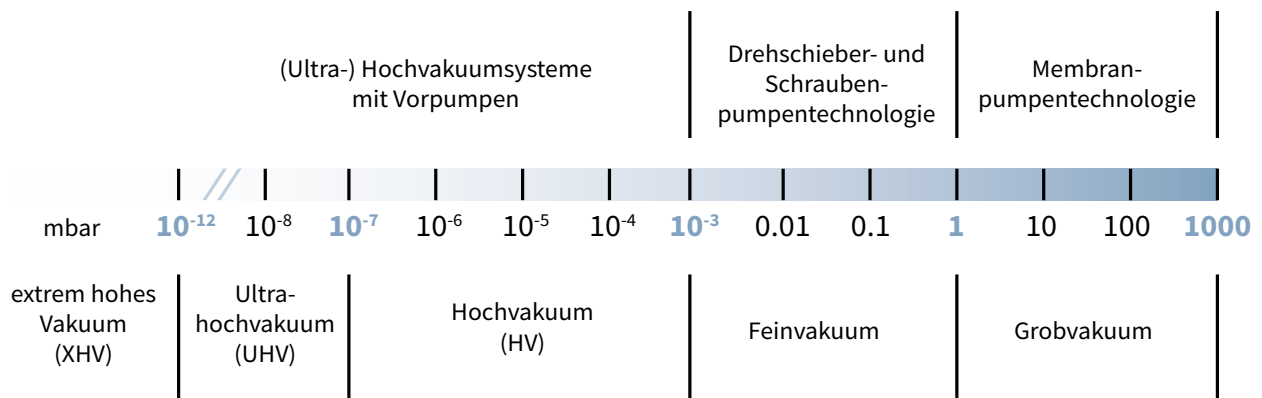


Abb. 1: Druckbereiche und Technologien

Typische Anwendungen

- Trocknungsprozesse
- Analytik
- Molekulare Destillation
- Evakuierung der Probenkammer bei Analysegeräten
- Vorvakuum für Turbomolekularpumpen
- Wärmebehandlung
- Entgasung
- Beschichtung
- 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 [m^3/h] oder Liter pro Minute [l/min] ($1 \text{ m}^3/\text{h} \triangleq 16,7 \text{ l}/\text{min}$). Je größer das Saugvermögen ist, desto schneller kann die Pumpe ein bestimmtes Volumen evakuieren. Bei der Auswahl der passenden Vakuumpumpe und beim Vergleich des Saugvermögens zweier unterschiedlicher Pumpen sollte jedoch nicht nur auf das maximale Saugvermögen geachtet werden, sondern insbesondere auf das Saugvermögen beim tatsächlichen Prozessdruck. Für den Anwender lohnt sich daher ein Blick auf die Saugvermögenskurve. 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 Prozessvakuum ist.

Das Saugvermögen variiert über den Druck und nimmt in Richtung des Endvakuums ab. Das Ausmaß dieses Leistungsverlustes ist von Pumpentyp zu Pumpentyp unterschiedlich und hängt unter anderem auch von konstruktionsbedingten Details ab.

Beim Arbeitsdruck muss ausreichend Saugvermögen bestehen, um den Prozessdruck erreichen und halten zu können. Hierbei spielen auch Leckagen im Gesamtsystem eine zum Teil entscheidende Rolle. Gerade im Bereich des Prozessdrucks muss die Vakuumpumpe genügend Leistung bringen, um neben den eigentlichen Prozessanforderungen zusätzlich potenzielle Systemleckage zu kompensieren. Andernfalls kann das maximal erreichbare Endvakuum deutlich von den technischen Angaben abweichen.

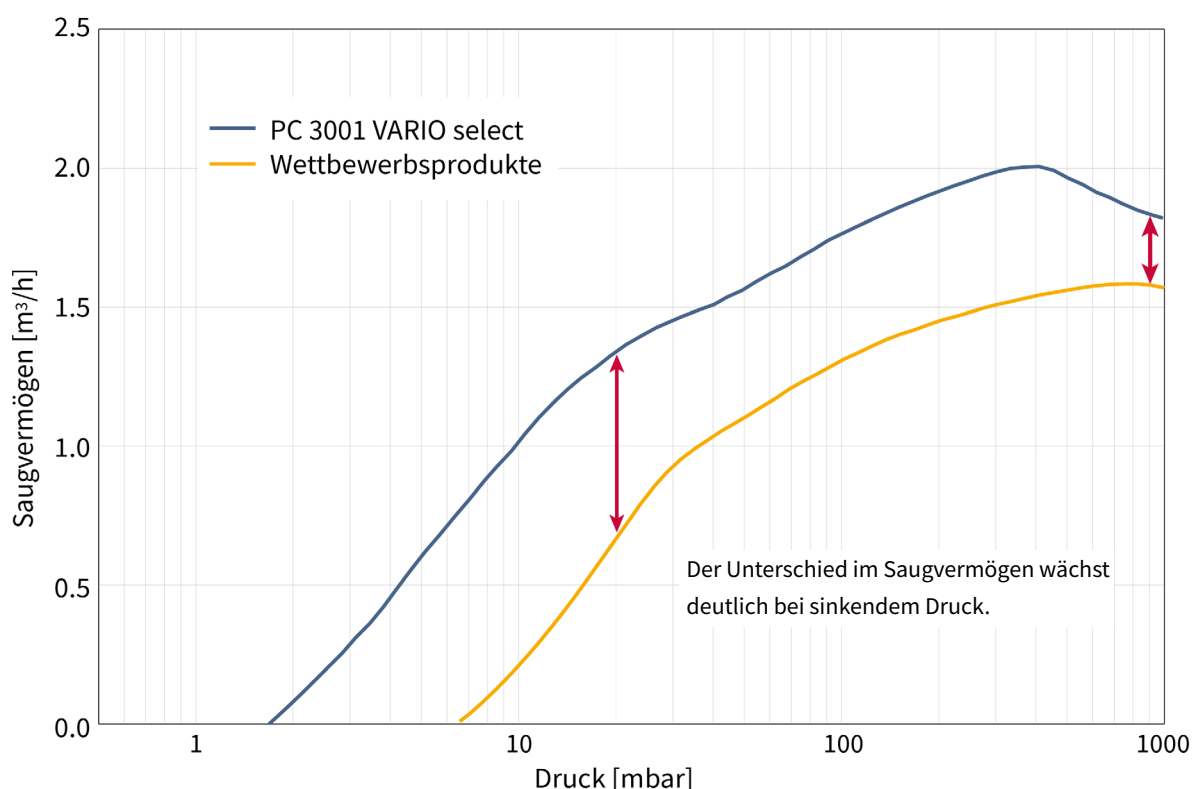


Abb. 2: Vergleich der Saugvermögenskurven: PC 3001 VARIO select vs. Wettbewerbsprodukt

Eignung für chemische Prozesse

Je nach Anwendung und verwendeten Substanzen ist es wichtig, dass korrosionsbeständige Pumpen zum Einsatz kommen. Dies wird in erster Linie durch die Verwendung chemiebeständiger Kunststoffe im medienberührten Bereich gewährleistet.

Wenn von Chemie die Rede ist, sind zudem meist Lösemittel, 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 Lösemittel in laborüblichen Mengen bedenkenlos verwendet werden können.

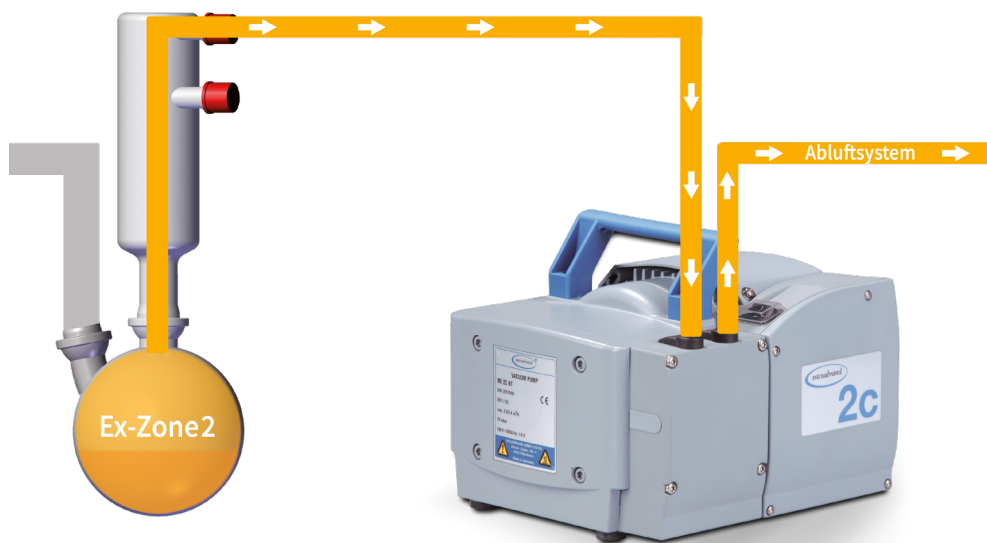


Abb. 3: Medienberührter Bereich Ex-Zone 2

Präzision und Komfort

Um Reaktionsabläufe und Prozesse im Labor kontrolliert und reproduzierbar durchzuführen, wird der Druck im Reaktionsgefäß gemessen und je nach Anwendung vom Vakuum-Controller geregelt. Ein klassisches Beispiel ist die Eindampfung in einem Rotationsverdampfer. Das erzeugte Vakuum muss möglichst genau dem Siededruck des abzudampfenden 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 Übersäumen 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. 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 Funktions- und Qualitätsunterschiede. Der folgende Abschnitt soll einen Überblick über die wichtigsten technischen Merkmale und deren Funktionen geben.

Trockenverdichtende Membranpumpen bis ca. 1 mbar

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 der Anwendung durch die Pumpe Richtung Auspuff gewährleistet.

Die Einheit aus mechanischen Bauteilen um den einzelnen Schöpfraum, durch den die Medien gepumpt werden, nennt man Pumpenkopf. 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.

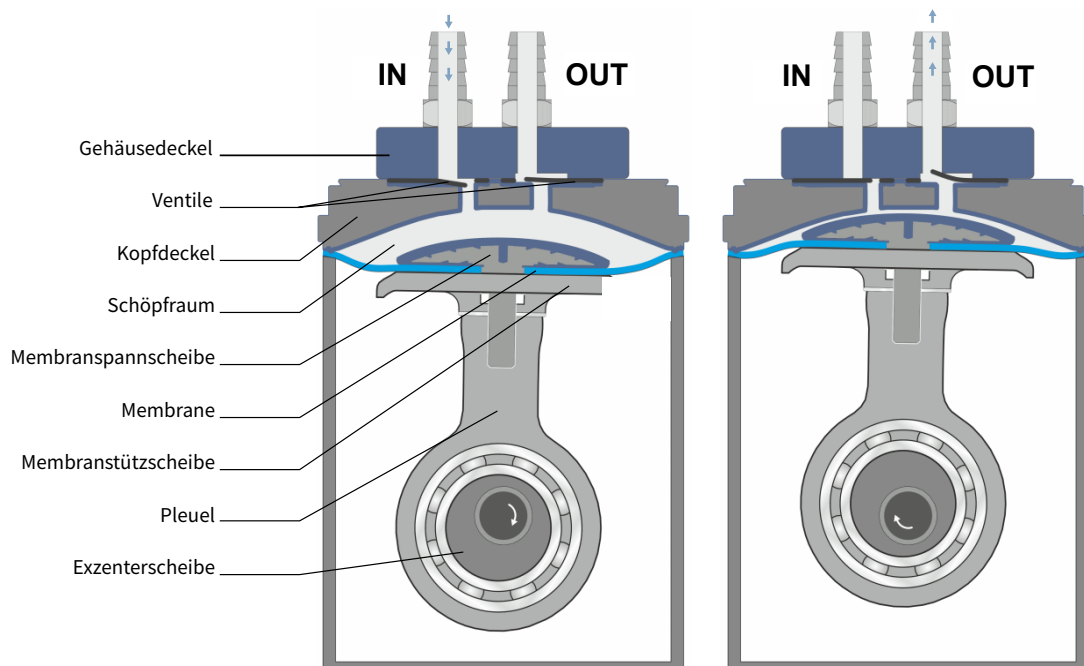


Abb. 4: Schematische Darstellung einer zweizylindrigen Membranpumpe

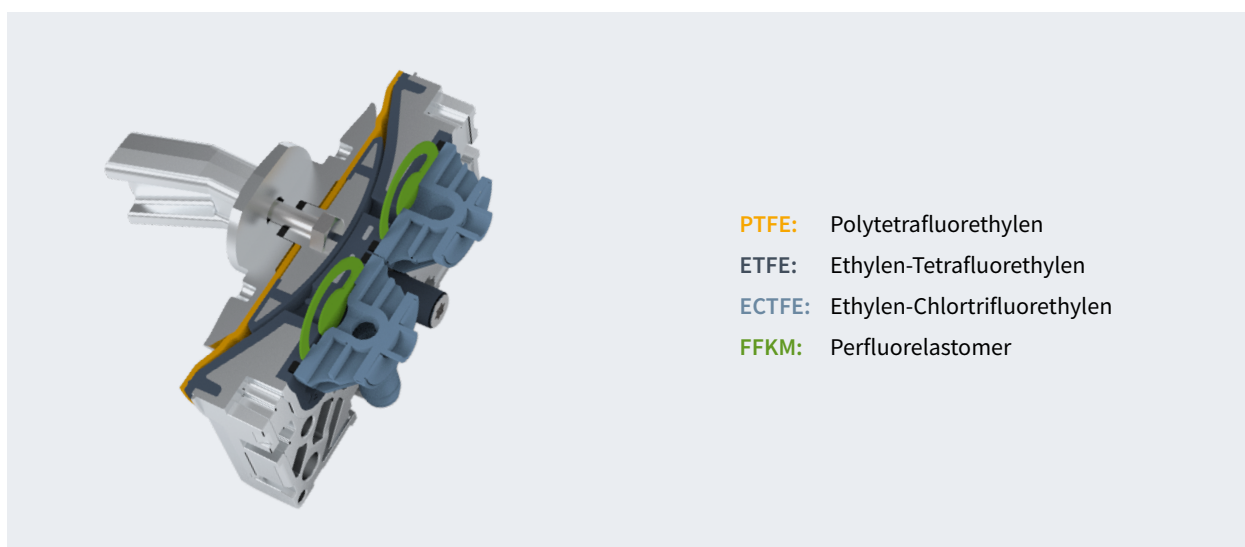


Abb. 5: Durchgängiger Einsatz von chemiebeständigen Kunststoffen bei allen medienberührten Materialien im Schöpfraum der Pumpe



Genauere Informationen zum Thema Chemiebeständigkeit finden Sie in unserem entsprechenden Flyer!

Chemie-Kompatibilität Flyer

Ölgedichtete Drehschieberpumpen bis 10^{-3} mbar

Bei einer ölgedichteten Drehschieberpumpe rotiert ein exzentrisch gelagerter Zylinder mit beweglichen Schiebern im Schöpfraum einer zylindrischen Kammer 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 zur Wand des Schöpfraums.

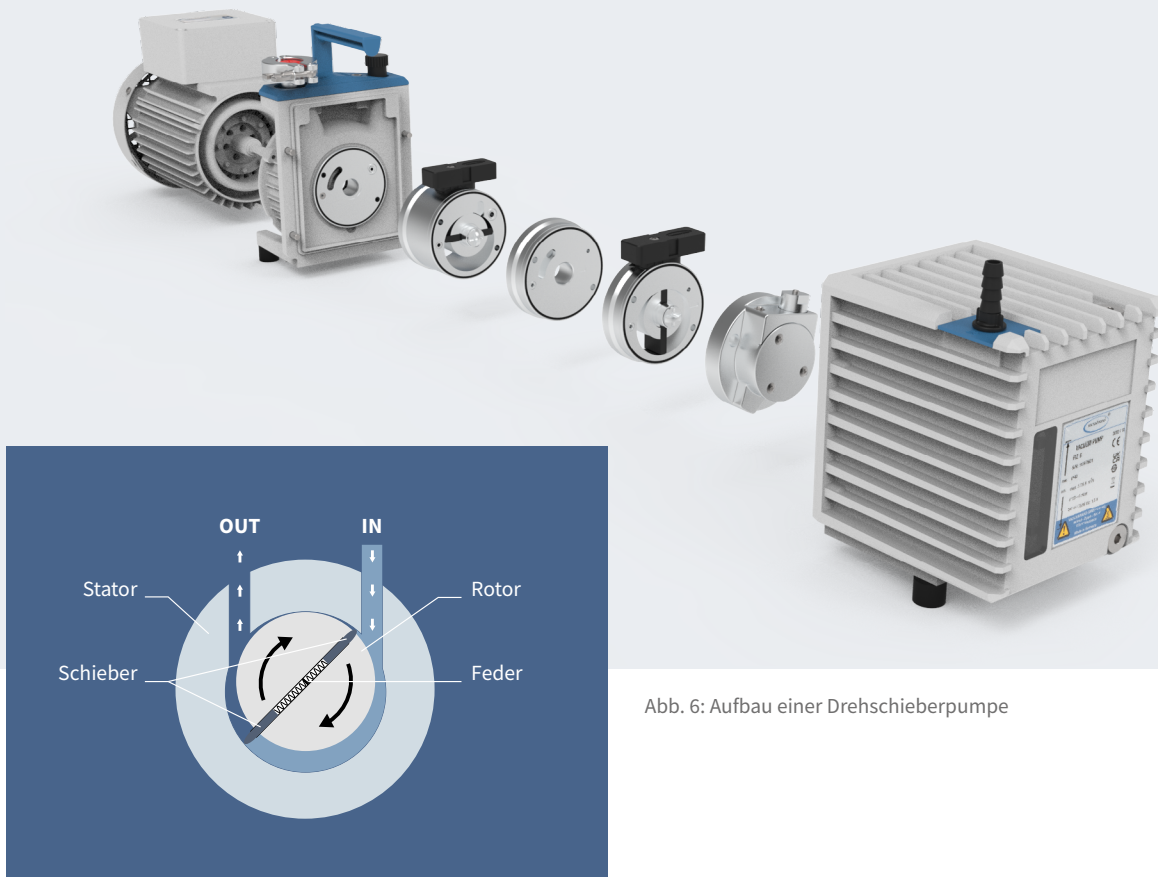


Abb. 6: Aufbau einer Drehschieberpumpe

Der Vorteil dieser Technologie gegenüber der Membranpumpentechnik ist das bessere Endvakuum zweistufiger Drehschieberpumpen von bis zu 10^{-3} mbar. Zu beachten 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 gepumpten Substanzen angegriffen oder verdünnt. Daher muss die Pumpe durch entsprechende Vorrichtungen vor korrosiven Chemikalien und Kondensaten geschützt werden (siehe Seite 15). Üblicherweise werden dafür Kühlfallen verwendet, die mit Flüssigstickstoff oder Trockeneis gefüllt sind.

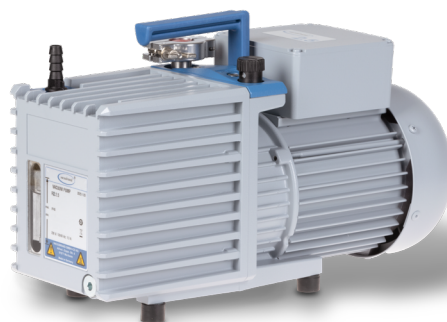


Abb. 7: Drehschieberpumpe RZ 2.5

Die Chemie-HYBRID-Pumpe RC 6 ist in solchen Fällen eine gute Alternative. Sie kombiniert eine zweistufige Drehschieberpumpe mit einer chemiebeständigen Membranpumpe zu einer korrosionsoptimierten Lösung. Die Membranpumpe übernimmt dabei die Aufgabe, permanent den Ölkasten der Drehschieberpumpe zu evakuieren. Damit verhindert sie bei entsprechenden Druck- und Temperaturverhältnissen Kondensation im ölgedichteten Teil, selbst bei einer Vielzahl korrosiver Dämpfe. Typische Einsatzbereiche sind Gefrier-trocknung, Destillation, Vakuum-Trockenschränke und Schlenk Line.

- Stark verringerter Korrosionsangriff bei Arbeiten mit aggressiven Dämpfen
- Erheblich reduzierter Altölanfall durch verlängerte Ölwechsel- und Wartungsintervalle
- Einfache Wartung durch Teleskopbauweise
- Im praktischen Betrieb ist oft keine Kühlfalle mehr nötig

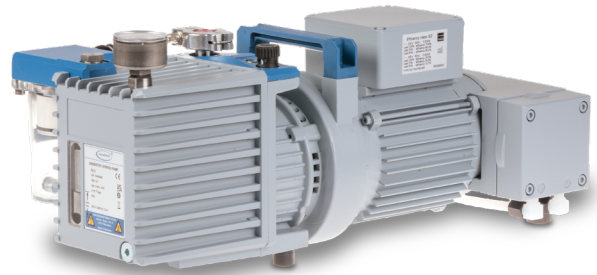


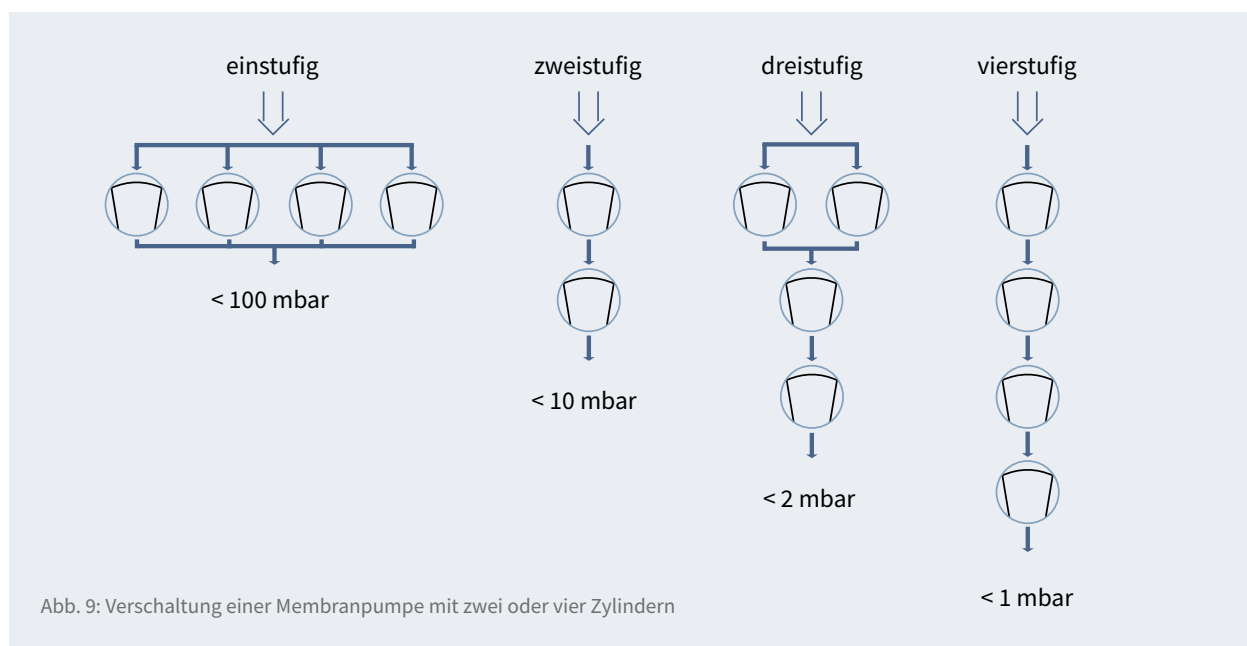
Abb. 8: Chemie-HYBRID-Pumpe RC 6

Einstufig oder mehrstufig?

Das Endvakuum und das Saugvermögen einer Pumpe hängen von der modularen Verschaltung der Zylinder ab. Die parallele Verschaltung von Zylinder bewirkt eine Erhöhung des Saugvermögens, während eine serielle Verschaltung zu besserem Vakuum – also niedrigerem Enddruck – führt (Abb. 9). VACUUBRAND verschaltet bei seinen Membran-pumpen seriell bis zu vier Stufen 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 bei Membranpumpen hängt von der Parallelverschaltung der Zylinder sowie von der Anzahl der Zylinder und dem Volumen des Schöpfraums, und bei Drehschieberpumpen ausschließlich vom Volumen des Schöpfraums ab.



Trockenverdichtende Schraubenpumpen bis 10^{-3} mbar

Die Vakuumerzeugung bei einer Schraubenpumpe beruht auf dem Gastransport in spaltgedichteten Kammern: Zwei rotierende Spindeln greifen berührungslos ineinander und bilden zusammen mit dem sie umschließenden Stator mehrere Kammern. Deren sehr enge Spaltmaße liegen im Mikrometer-Bereich. Während die Spindeln synchron in entgegengesetzter Drehrichtung rotieren, transportieren die Kammern das Gas: Es entsteht ein Massenstrom längs zur Spindelachse vom Einlass auf der Saugseite zum Auslass auf der Druckseite.

Schraubenpumpen ermöglichen die Erzeugung von tiefem Vakuum bis 10^{-3} mbar. Diese Pumpentechnologie mit ihrer besonderen Bauweise ermöglicht Prozesse ohne Kontamination durch Öl oder Abrieb (z.B. auch Kohlenwasserstoffe) und zeichnet sich durch ihren geringen Wartungsaufwand aus. Dadurch, dass die Spindeln berührungsfrei

ineinandergreifen, kann Abrieb und Verschleiß erst gar nicht entstehen. Schraubenpumpen enthalten zudem keine Dichtungen im Arbeitsraum, die sich abnutzen könnten. Zusätzlich benötigen sie auch keine Betriebsmittel wie Öl im Arbeitsraum.

Mit der Schraubenpumpe von VACUUBRAND ist es gelungen, die allgemeinen Vorteile dieser vielseitigen Pumpentechnologie durch gezielte konstruktive Weiterentwicklungen speziell für den Einsatz im Labor noch zu ergänzen. Die trockenlaufende Schraubenpumpe VACUU-PURE® 10C ist für Anwendungen und Prozesse konzipiert, die besonders chemiebeständige, kondensatverträgliche und absolut ölfreie Vakuumpumpen erfordern:

- Trocknung
- Destillation
- Wärmebehandlung
- Schlenk Line
- Gefriertrocknung
- Entgasung
- Beschichtung
- ...und viele mehr



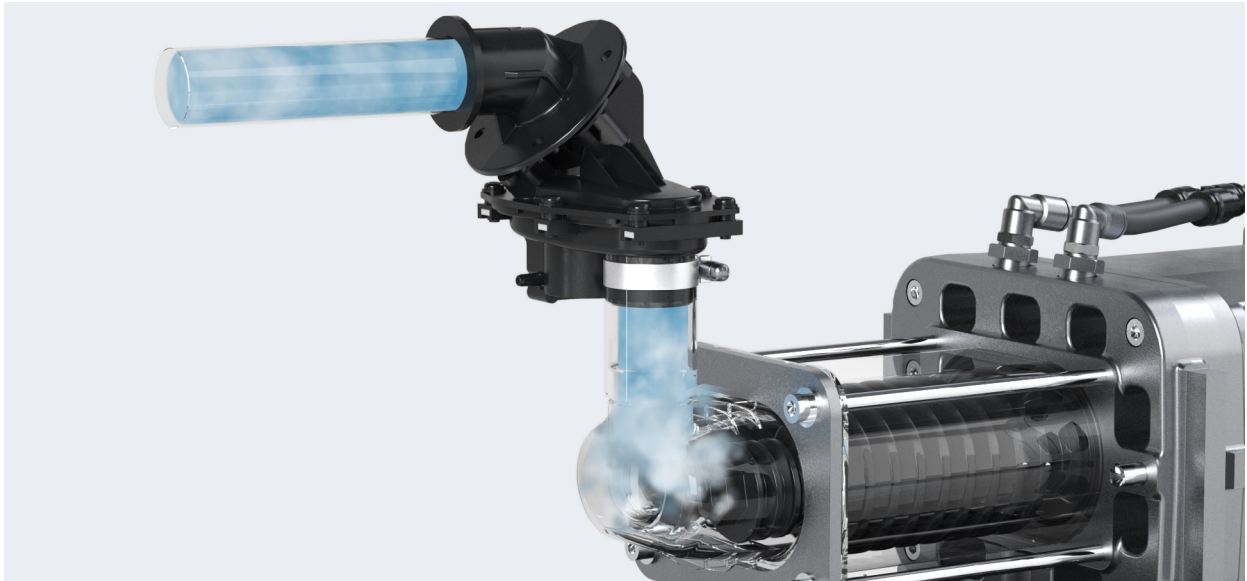


Abb. 10: Aufbau der Schraubenpumpe

Modbus RTU Schnittstelle

Einfache Integration in Anlagen und Fernsteuerung über Prozessleitsysteme

Luftkühlung

Flexibler Einsatz

Regenerationsmodus

Schnelle Trocknung nach hohem Kondensatanfall



Einlassstutzen drehbar

Vertikale oder horizontale Ausrichtung möglich

Chemiebeständige Materialien

Durchgängig im medienberührten Bereich

Fliegend gelagerte Spindeln

Schöpfraum vollständig ölfrei

Abb. 11: Schraubenpumpe VACUU-PURE® 10 C

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 vor allem Membran- und 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. 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. 12). 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.

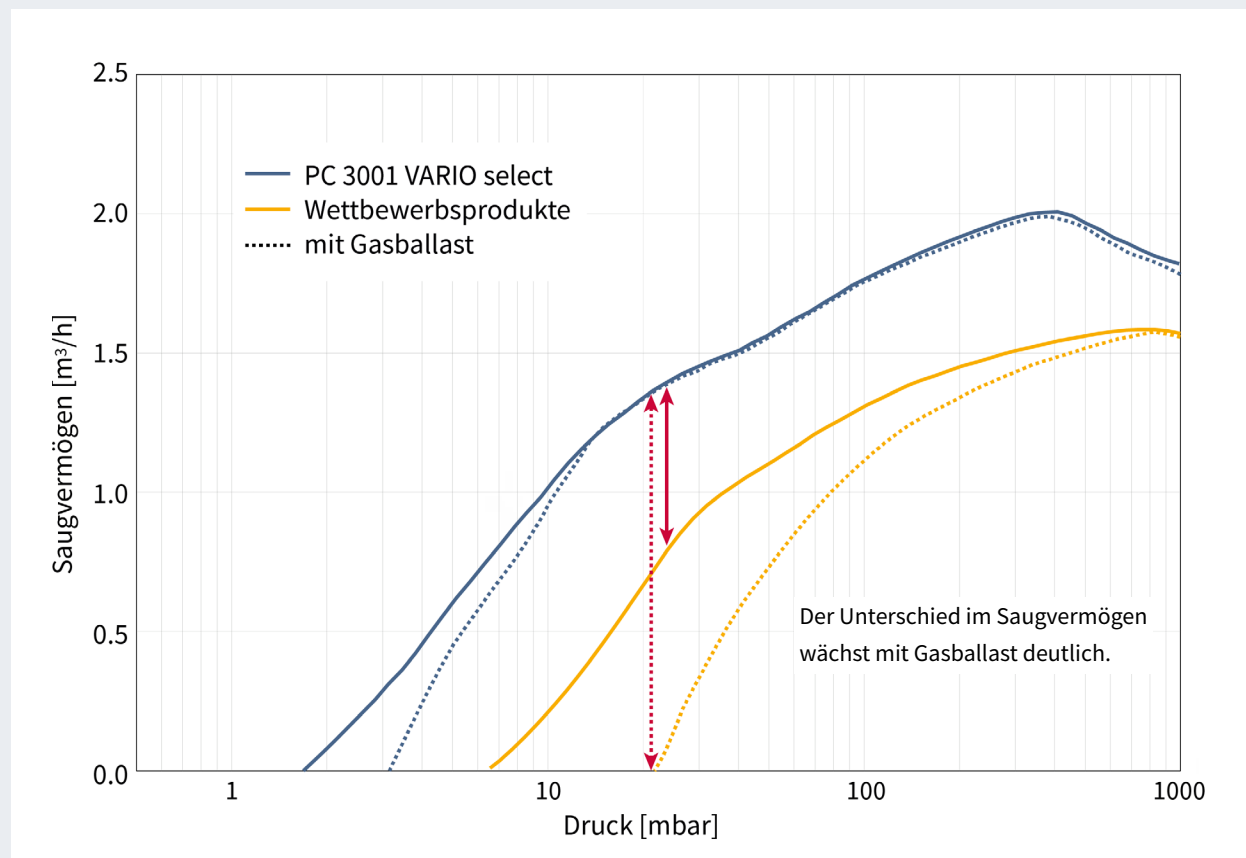


Abb. 12: Vergleich der Saugvermögenskurven mit und ohne Gasballast: PC 3001 VARIO select vs. Wettbewerbsprodukt

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. Man verwendet häufig Ölnebelfilter am Auspuff, um die Verunreinigung der Raumluft und das Einatmen von Öldämpfen zu verhindern.



Abb. 13: Drehschieberpumpe RZ 6 in der Paketausführung mit Auspuff-Filter und Vakuumventil

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 Lösungsmittlemissionen 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. 14: Pumpstand PC 3001 VARIO select mit dem modernen Vakuum-Controller VACUU-SELECT, Abscheider (hinten) und Emissionskondensator (vorne)

Durch die konstruktionsbedingte hohe Kondensatverträglichkeit der Schraubenpumpe VACUU·PURE® ist auch bei hohem Dampfanzug kein Gasballast erforderlich. Der integrierte Regenerationsmodus ermöglicht zudem ein schnelles Trocknen der Pumpe nach Ende des Prozesses. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass in den meisten Fällen der Einsatz einer Kühlfalle nicht mehr notwendig ist. Risiken durch Kühlmittel wie flüssiger Stickstoff oder Trockeneis werden damit vermieden.



Abb. 15: Schraubenpumpe VACUU·PURE® mit Shuttle, Abscheider (links) und Emissionskondensator (rechts)

Vakuum messen

Je nach Druckbereich werden zur Vakuummessung unterschiedliche Drucksensoren verwendet. Der Bereich des Grobvakuums 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.

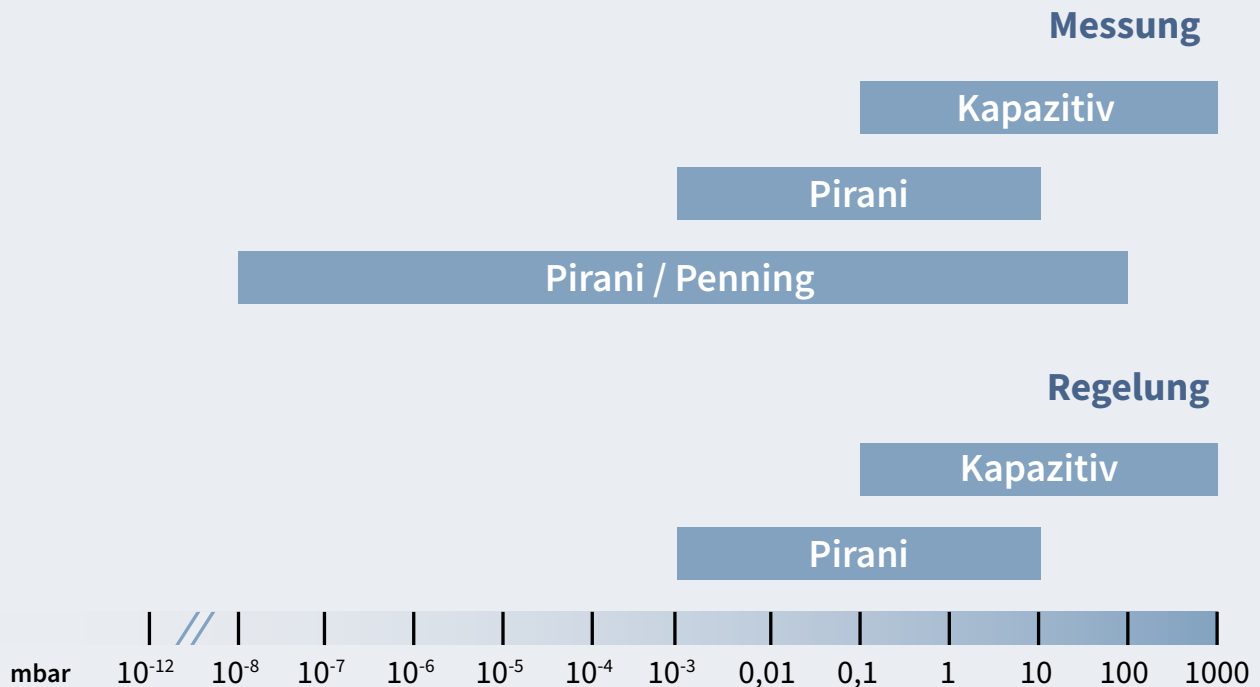


Abb. 16: Optimale Einsatzgebiete der Vakuummessung und -regelung

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 17 zeigt beispielhaft das VACUUBRAND Kombimeßgerät, das nicht größer als eine geballte Faust ist.

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



Abb. 17: Kombimeßgerät VACUU-VIEW extended

Vakuum regeln

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

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

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 dem oberen und unteren Schaltpunkt des Ventils. Dadurch entsteht eine Hysterese (Abb. 20). Membranpumpen mit Drehzahlregelung des Motors bieten dagegen die Möglichkeit, das Saugvermögen stufenlos einzustellen und das Vakuum punktgenau zu regeln (Abb.20). Da die Pumpe hierbei nur so schnell wie nötig läuft, hat der Anwender erhebliche Energieeinsparungen (bis zu 90 % im Vergleich zu unregelmäßigem Systemen) und reduziert den Verschleiß, die Geräuschemission und die Vibration.



Abb. 18: Der moderne Vakuum-Controller VACUU-SELECT

Regelverfahren

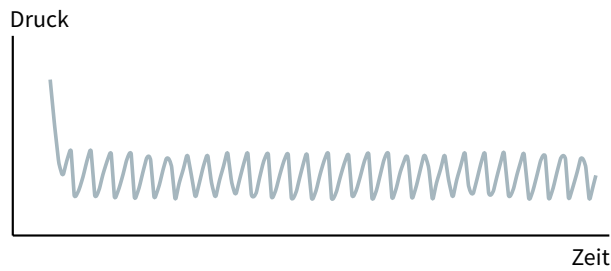


Abb. 19: Zweipunktregelung durch Ventilschaltung



Abb. 20: Punktgenaue Regelung durch Drehzahlsteuerung

Eine echte Erleichterung bei der Arbeit ist die Vakuumregelung mit einer Automatikfunktion. VACUUBRAND nutzt dazu den modernen 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 drehzahl-geregelten Pumpe von VACUUBRAND. Diese sogenannte VARIO®-Regelung findet nicht nur den Siededruck, sondern sie

reagiert dank einer einzigartigen Dampfdrucknachführung auch auf die Veränderungen bei Lösemittelgemischen, 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. 21).

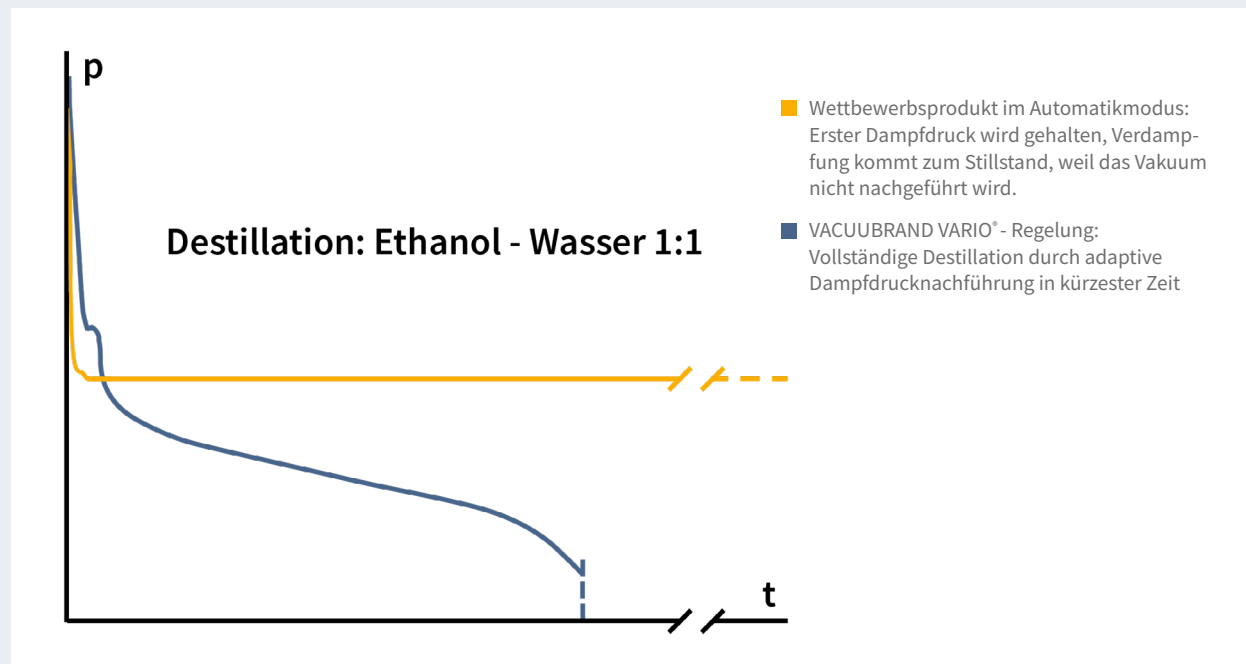


Abb. 21: Herkömmlicher Automatikmodus vs. automatische VARIO®-Regelung

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 dezentrale 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 und der Energieverbrauch reduzieren. Gleichzeitig sind die Geräuschemission und der Platzbedarf geringer, da deutlich weniger Pumpen für die tägliche Arbeit benötigt werden.



Abb. 22: Verschiedene Möglichkeiten der Vakuumversorgung

Die Entscheidung zwischen Einzelplatzversorgung und lokaler 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 möglichst 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 Vakuumanschlüsse 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 und gegenseitiger Beeinflussung. Auf Wunsch kann VACUU-LAN® auch nachträglich in bestehende Labormöbel integriert werden.

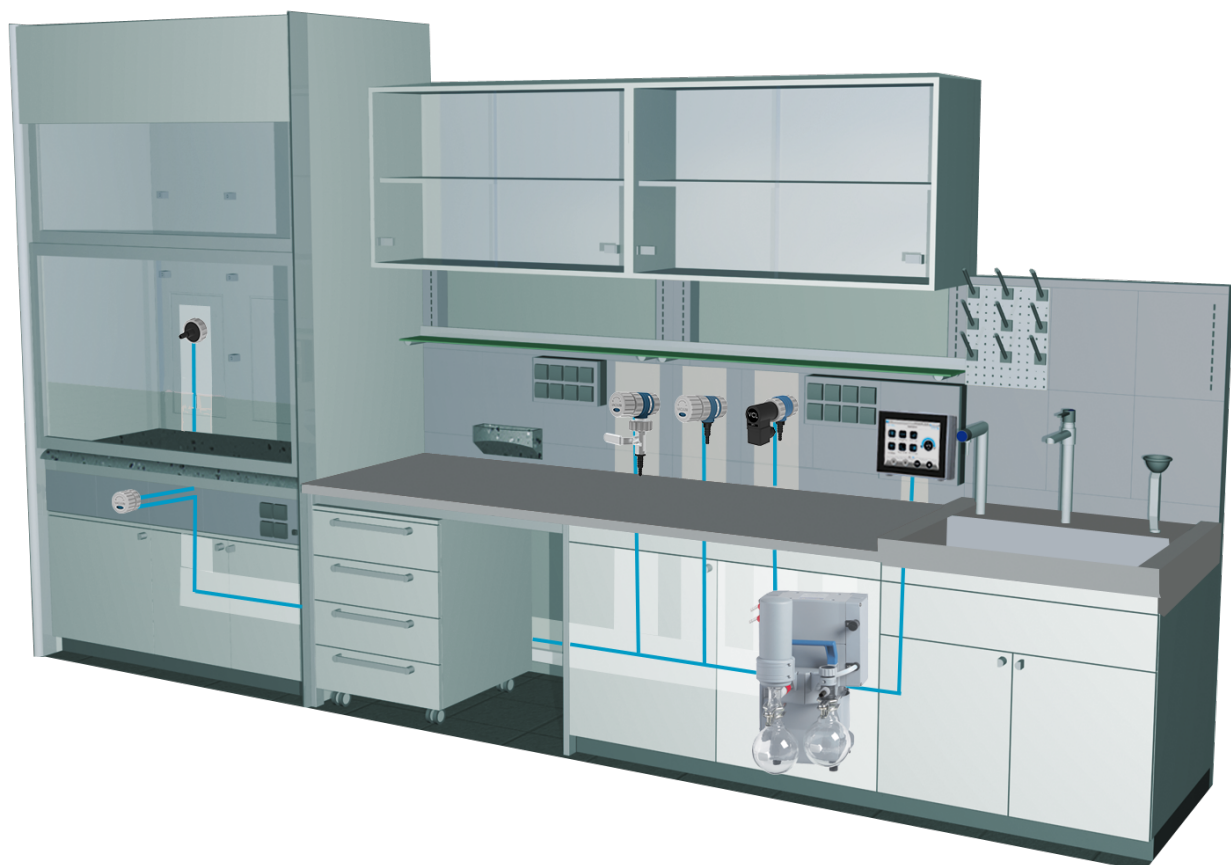


Abb. 23: Lokales Netzwerk VACUU-LAN®: Eine Pumpe im Unterschrank versorgt mehrere Arbeitsplätze

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.

Pumpentechnologie (Seite 8-13)	Membranpumpe Chemie-Hybridpumpe Drehschieberpumpe Schraubenpumpe
Leistung (Seite 5-6)	Max. Endvakuum Max. Endvakuum mit geöffnetem Gasballast Max. Saugvermögen Saugvermögenskurve
Chemiebeständigkeit (Seite 7-9)	Korrosionsbeständigkeit der medienberührten Materialien
Schutz der Pumpe und der Umwelt (Seite 14-15)	Gasballast Kühlfalle Ölnebelfilter Kondensatabscheider Emissionskondensator Chemie-Hybridpumpe
Messtechnik (Seite 16-17)	Großvakuum: Kapazitiver Sensor Feinvakuum: Pirani-Sensor Grob - & Feinvakuum: Chemiebeständiges Kombimesegerät DAkS-Zertifizierung
Regeltechnik (Seite 17-18)	Manuelle Durchflussregelung Ventilschaltung / Zweipunktregelung Drehzahlregelung / Punktgenaue Regelung / VARIO® Automatische Siededruckfindung Automatische Dampfdrucknachführung
Netzwerklösung (Seite 19-20)	VACUU-LAN®: Versorgung von mehreren Arbeitsplätzen mit einer Pumpe Niedrige Investitions- und Betriebskosten Modulare Bauweise und jederzeit erweiterbar

Auswahl der richtigen Pumpe

Es gibt für jedes Labor die passende Vakuumpumpe. Doch wie finden Sie die optimale Lösung für ihre Anwendung? Unser Vacuum Pump Selection Guide bietet eine Auswahlhilfe für typische Laboranwendungen. Dabei stehen entscheidende Fragen im Mittelpunkt:

Welche Medien, wie Lösemittel oder Puffersysteme, verwenden Sie?

Je nachdem, welche Substanzen in einer Anwendung vorkommen, fällt die Wahl auf eine spezielle Vakuumpumpenart.

Mit welchen Volumina arbeiten Sie?

Damit verbunden ist die Frage, welches Saugvermögen bzw. welche Pumpkapazität die Vakuumtechnik bieten muss.

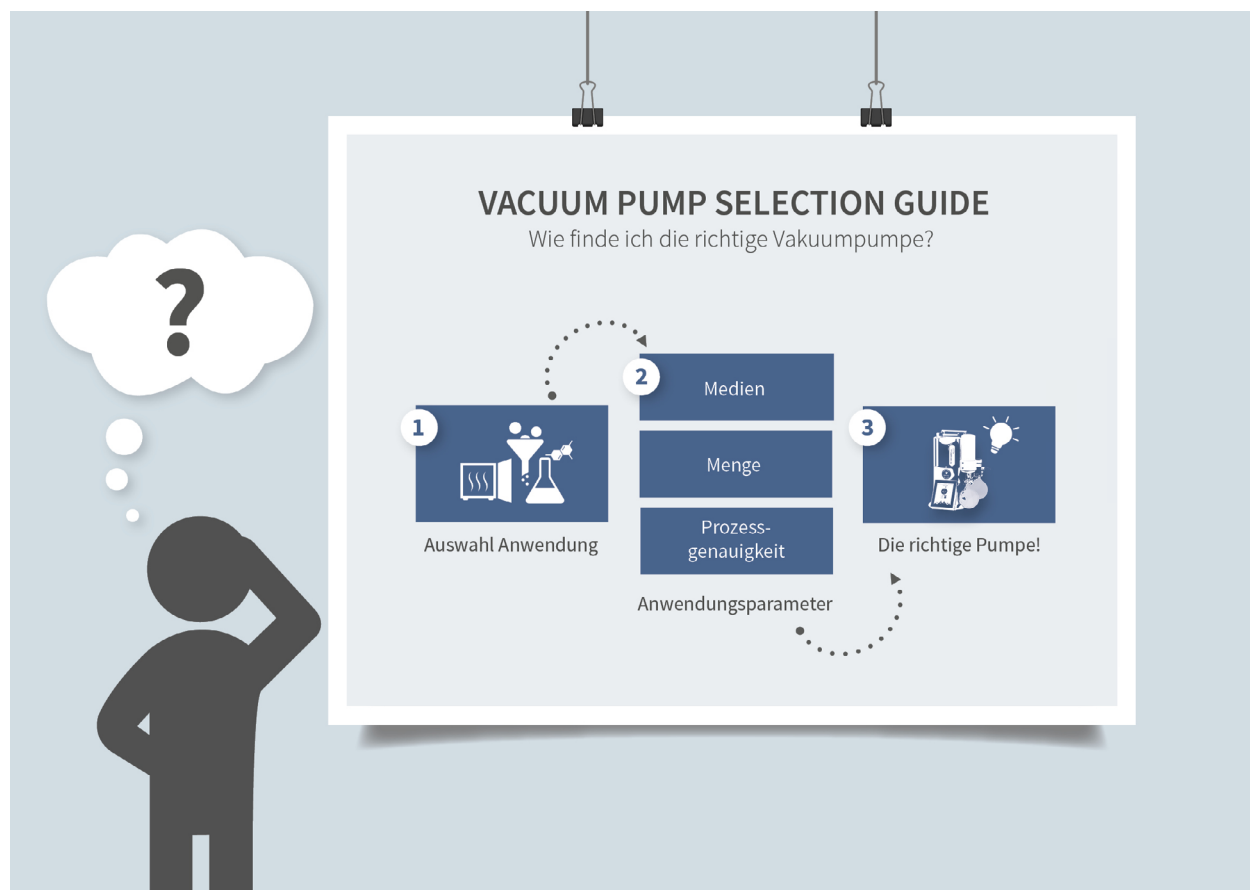
Wie präzise müssen Sie arbeiten und dementsprechend das Vakuum regeln?

Bei einigen Anwendungen wie beispielsweise Vakuumtrockenschränken oder Filtration ist eine Regelung des Vakuums nicht unbedingt notwendig. Bei anderen Anwendungen wie Rotationsverdampfung ist eine Vakuumregelung dagegen erforderlich.

Weitere spezifische Anforderungen

Je nach Anwendung kommen spezifische Bedürfnisse wie Lösemittlrückgewinnung, biologische Sicherheitsstandards oder ATEX-Explosionsschutz hinzu.

Der Vacuum Pump Selection Guide beleuchtet all diese Kriterien. Über gezielte Fragen und Auswahlfelder gelangen Sie schrittweise zu der Vakuumpumpe, die am besten zu Ihren Anforderungen passt.



Finden Sie die richtige Vakuumpumpe mit dem Vacuum Pump Selection Guide!

www.vacuubrand.com/vpsg



Notizen

A large grid of dots for taking notes. The grid consists of 20 columns and 30 rows of small, evenly spaced dots, providing a structured space for writing or drawing.

VACUUBRAND GMBH + CO KG
Postfach 1664
97877 Wertheim
T +49 9342 808 5550
F +49 9342 808 5555

info@vacuubrand.com
www.vacuubrand.com

VACUUBRAND®

VACUUBRAND ist Teil der Brand Gruppe, die mit ca. 1.000 Mitarbeitern weltweit hochwertige und innovative Laborgeräte, Vakuumpumpen und -systeme entwickelt, produziert und vertreibt.

Mit hoch motivierten und qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern fertigen wir weltweit die umfassendste Produktfamilie zur Vakuumherzeugung, -messung und -regelung für den Grob- und Feinvakuumbereich im Labor.

Alles mit einem Ziel:

Ihre Prozesse im Labor und in der Technik zuverlässig, sicher und effizient zu machen. Deshalb verpflichten wir uns zu kontinuierlicher Innovation, erstklassiger Performance und herausragender Qualität.

Bestes Engineering ist der Schlüssel zu Produkten und Lösungen, die für Qualität, Langlebigkeit und Zuverlässigkeit bekannt sind. Innovative Technologie, hochwertige Materialien und umfangreiche Tests sorgen dabei für einzigartige Leistung – entwickelt und produziert in Deutschland.

Gemeinsam mit Ihnen finden unsere Experten die beste Lösung für Ihre Anwendung und begleiten Sie mit erstklassigem Service.

BRAND (Shanghai) Trading Co., Ltd.
Shanghai, China

T +86 21 6422 2318
info@brand.com.cn
china.brand.com.cn

BRAND Scientific Equipment Pvt. Ltd.
Mumbai, India

T +91 22 42957790
customersupport@brand.co.in
www.brand.co.in

BRANDTECH® Scientific, Inc.
Essex, CT. United States of America

T +1 860 767 2562
info@brandtech.com
www.brandtech.com