











Schneller, sicherer und mit weniger Energieverbrauch mehr erreichen

VACUUM AUTOMATION KATALOG 8.0



KAPITEL INDEX

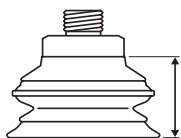
	PIAB VACUUM ACADEMY	3
	SAUGNÄPFE	29
	SAUGNAPFZUBEHÖR	179
	VAKUUMPUMPEN	205
	PUMPENZUBEHÖR	307
	PMAT	333
	KENOS	345
	KENOS-ZUBEHÖR	399
	piSMART®	409
	TABELLENSEITEN	410

UNSERE BRANCHEN

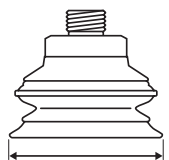
	Verpackung		Kunststoffe
	Lebensmittelkontakt		Glas
	Automobil		Blechbearbeitung
	Elektronik und Halbleiter		Medizintechnik
	Holz		

Auf der gegenüberliegenden Seite dieses Faltprospekts präsentieren wir einige empfohlene Produkte für eine Vielzahl von Branchen, die wir unterstützen.

TECHNISCHE DATEN UNSERER SAUGNÄPFE



Höhe



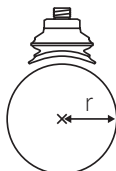
Außendurchmesser



Max. Hubbewegung



Volumen



Min. Biegeradius

LASSEN SIE SICH VON UNS HELFEN!

Piab Vakuum GmbH

Otto-Hahn-Str. 14
DE-35510 Butzbach

+49 (6033) 7960-0
info-germany@piab.com

BRANCHENFÜHRER FÜR UNSERE PRODUKTE

Wir bei Piab bieten marktführende Produkte für die optimale Erfüllung Ihrer Anforderungen in einer Vielzahl von Branchen. Unten haben wir einige unserer Produkte ausgewählt, die für Ihre Branchenanforderungen von besonderem Interesse sein könnten.



Verpackung

piCOMPACT® (S. 230) piCLASSIC (S. 260) P6010 (S. 265)
BXF Saugnäpfe (S. 112) piSAVE® optimize (S. 324) VGS™3010 (S. 249)
piINLINE® (S. 218)



Lebensmittelkontakt

B-BL Saugnäpfe (S. 112) F-BX Saugnäpfe (S. 112) F-OB Saugnäpfe (S. 158)
P-D Saugnäpfe (S. 138)



Automobil

piCOMPACT®23 (S. 230) piINLINE®plus (S. 224) BFFT Saugnäpfe (S. 78)
BXF Saugnäpfe (S. 112) DCF Saugnäpfe (S. 144) OBF Saugnäpfe (S. 158)
OCF Saugnäpfe (S. 171) PMAT (S. 334)



Elektronik und Halbleiter

piCLASSIC (S. 260) piSAVE® onoff (S. 319) piSAVE® optimize (S. 324)
piSAVE® release (S. 316) piCOMPACT® (S. 230)



Holz

piCOMPACT® (S. 230) piSAVE® optimize (S. 324) piSAVE® sense (S. 317)
piGRIP® (S. 30) piSAVE® release (S. 316) piCLASSIC (S. 260)
piSAVE® onoff (S. 319) piSAVE® restrict (S. 317) VGS™3010 (S. 249)



Kunststoffe

BX Saugnäpfe (S. 112) piGRIP® (S. 30) piSAVE® release (S. 316)
F Saugnäpfe (S. 48) piINLINE® MICRO (S. 218) piSAVE® restrict (S. 317)
P5010 (S. 244) piSAVE® onoff (S. 319) piSAVE® sense (S. 317)
piCOMPACT® (S. 230) piSAVE® optimize (S. 324) piCLASSIC (S. 260)
VGS™3010 (S. 249)



Glas

BX Saugnäpfe (S. 112) piGRIP® (S. 30) piSAVE® sense (S. 317)
F-MF Saugnäpfe (S. 48) piSAVE® onoff (S. 319) Vakuumschalter (S. 310)
P5010 (S. 244) piSAVE® optimize (S. 324) VGS™3010 (S. 249)
piCLASSIC (S. 260) piSAVE® release (S. 316) XLF (S. 48)
piCOMPACT® (S. 230) piSAVE® restrict (S. 317)



MSF Blechbearbeitung

BFFT Saugnäpfe (S. 78) P5010 AVM™2 (S. 245) piSAVE® sense (S. 317)
BX Saugnäpfe (S. 112) piCOMPACT® (S. 230) piCLASSIC (S. 260)
DCF Saugnäpfe (S. 44) piGRIP® (S. 30) VS4118/VS4128 (S. 312)
FCF Saugnäpfe (S. 70) piSAVE® onoff (S. 319) Vakuumschalter, pneum. (S. 310)
OBF Saugnäpfe (S. 158) piSAVE® optimize (S. 324) VGS™3010 (S. 249)
P3010 (S. 240) piSAVE® release (S. 316) VGS™3040 (S. 251)
P5010 (S. 244) piSAVE® restrict (S. 317) XLF (S. 48)



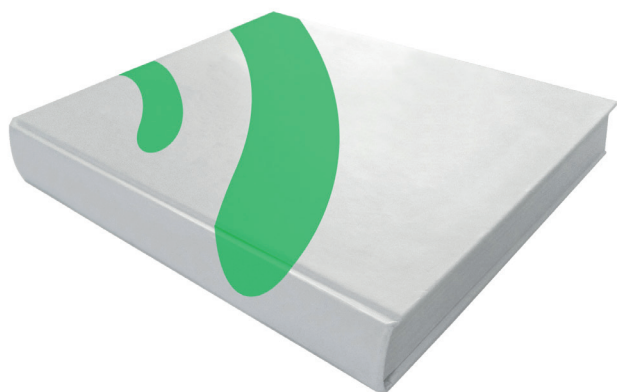
Medizintechnik

BX Saugnäpfe (S. 112) piGRIP® (S. 30) piSAVE® release (S. 316)
COAX® Cartridges (S. 206) piINLINE® MICRO (S. 218) VGS™2010 (S. 247)
piCLASSIC (S. 260) piSAVE® onoff (S. 319) VGS™3010 (S. 249)
piCOMPACT® (S. 230) piSAVE® optimize (S. 324)

Index

PIAB VACUUM ACADEMY	3	PUMPENZUBEHÖR	307
Einführung	5	Auswahlhilfe – Zubehör	308
Vakuumtheorie	6	Vakuumpumpenzubehör	309
Begriffe und Einheiten	7	Vakuumschalter	310
Vakuumpumpen	9	Ventile	316
Vakuumsysteme	12	Ventile – Vakuum-Rückschlagventile	320
Berechnung des Vakuumsystems	13	Regulatoren	324
Optimierte Kontrolle	15	Schalldämpfer	326
Saugnäpfe	16	Vakuumfilter	328
Gewindesysteme	17	Sonstiges	330
Tabellen	18		
Anwendungen und Lösungen	24	PMAT	333
		PMAT – Piab Modular Automation Tooling	334
SAUGNÄPFE	29	Anschlüsse an Hauptrahmen des Endeffektors	336
piGRIP®	30	Schwenkarme	337
Flache Baureihe (F)	48	Funktionsanbindungen	338
Flach-konkave Baureihe (FC)	70	Zubehör	341
Balg-Baureihe (B)	79	PMAT Konfigurierbare Produkte	342
Baureihe mit mehreren Bälgen (BX/BL)	112		
Tiefe Baureihe (D)	138	KENOS	345
Tiefe Baureihe (DC)	144	KVG 60 Familie	346
Universal-Baureihe (U)	147	KVG 120 Familie	354
Baureihe der ovalen Balgsaugnäpfe (OB)	158	KHVG-Serie	372
Oval-flache Baureihe (OF)	167	KSG-Serie	376
Oval-konkave Baureihe (OC)	171	KBC-Serie	380
Rechteckige Bälge (RB)	175	KVGL-S-Serie	384
		KVGL-CJ-Serie	392
SAUGNAPFZUBEHÖR	179	KRV-Serie	394
Auswahlhilfe – Zubehör	180		
Befestigungselemente	182	KENOS-ZUBEHÖR	399
Niveaueausgleich	185	Schläuche	400
Kugelgelenke	193	Schlauchanschluss	400
Saugnapfventile	194	Schlauchklemmen	402
Saugnapfbefestigungen	198	Montagesatz	402
Sonstiges	202	Dichtungsflansch	403
		T-Muttersatz	403
VAKUUMPUMPEN/-ERZEUGER	205	EV-Verbindungskabel	403
Vakuum-Cartridges / kundenspezifische Integration	207		
Inline	218	GARANTIEN	404
Kompakt/stapelbar	228		
Pumpen-Greifer-Kombination	248	PRODUKTINDEX	405
Standard	260		
Zusätzliche Sicherheit	292	PIAB ABTEILUNGEN	408
Chemikalienbeständig	300	piSMART®	409
		TABELLEN	410
		HINWEISE	428

Piab Vacuum Academy



PIAB VACUUM ACADEMY	3
Einführung	5
Vakuumtheorie	6
Begriffe und Einheiten	7
Vakuumpumpen	9
Vakuumsysteme	12
Berechnung des Vakuumsystems	13
Optimierte Kontrolle	15
Saugnäpfe	16
Gewindesysteme	17
Tabellen	18
Anwendungen und Lösungen	24

1951



Im Jahre 1951 übernahm die Firma den Namen ihres ersten Produkts, einem innovativen Zirkel, der die Arbeit für Designer und technische Zeichner vereinfachte. Pi, π (=3,14) AB.

Unser Ziel

*Smart solutions for the
automated worldTM*

EINFÜHRUNG

Die bestmögliche Lösung erreichen

Wir teilen unser Wissen und unsere Erfahrungen mit unseren Kunden und bieten die Vakuumlösung an, die am besten für die individuelle Situation geeignet ist. Damit tragen wir dazu bei, den Energieverbrauch zu verringern, die Produktivität zu erhöhen und das Arbeitsumfeld zu verbessern.

Vakuum-Know-how und Industriekompetenz

Piabs bahnbrechende Arbeit in der Vakuumtechnologie basiert auf Investitionen in Forschung & Entwicklung und Erfahrung in einer vielfältigen Fertigungsbranchen weltweit. Die Kombination aus Erfahrung und vielseitiger Branchenkenntnis ermöglicht es uns, unsere Kunden mit den besten Vakuumlösungen auf dem Markt zu versorgen.

Vergangenheit & Gegenwart

Die Geschichte von Piab beginnt 1951, als die innovative Firma gegründet wurde. Das erste Produkt, ein innovativer Zirkel, gab Piab ($\pi + AB$) seinen Namen. 1960 wurde das erste Piab Vakuumprodukt, die „Pneucette“, für die Elektronikbranche entwickelt. Die Grundlage für das druckluftbetriebene Vakuumsystem von heute wurde 1972 gelegt, als der erste mehrstufige Ejektor patentiert wurde. Seitdem ist Piab weiterhin Vorreiter in der Entwicklung von Vakuumtechnik.

Ein starker Geschäftspartner

Piabs Zielsetzung ist es, die Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzfähigkeit unserer Kunden zu verbessern. Wir streben danach, die Produktivität zu verbessern und den Marktvorteil zu verstärken. Unser Ziel ist es außerdem, zur Energiereduzierung unserer Kunden beizutragen und die Arbeitsbedingungen zu verbessern; was wiederum die Fähigkeit unterstützt, qualifiziertes Personal anzuziehen und zu halten. Eine Partnerschaft mit Piab bedeutet mehr als nur einen verlässlichen Vakuumlieferanten zu haben.

Technischer Vorreiter

Wir sind stolz darauf, Innovatoren der Vakuumtechnik zu sein. Technische Führung bedeutet, Lösungen zu finden und zu entwickeln, die es noch nicht gibt. Unsere Kunden können darauf vertrauen, dass sie durch uns immer auf dem neusten Stand sind.

Lokale Präsenz und globale Kompetenz

Globaler Marktführer zu sein bedeutet, in jedem Winkel der Erde Vakuumlösungen zu entwerfen, zu fertigen und zu installieren. Deshalb hat Piab eine weltweite Organisation mit Tochtergesellschaften und Händlern in mehr als 50 Ländern.

Unser Beitrag zu einer zukunftsfähigen Welt

Wir sehen es als unsere Pflicht, Verantwortung für unsere gemeinsame Umwelt zu übernehmen. Daher haben wir eine anspruchsvolle Umweltrichtlinie entwickelt und ein ISO 14001-zertifiziertes Öko-Managementsystem implementiert.

Zusätzlich suchen wir immer nach den umweltfreundlichsten Transportmöglichkeiten für unsere Produkte und ermutigen unsere Lieferanten, Materialien zu erforschen und zu entwickeln, die eine einwandfreie Herstellung und Funktion und Recycling ermöglichen. Für unsere Kunden sind unsere Vakuumlösungen selbst ein Mittel, um den Energieverbrauch zu reduzieren und dadurch zum Umweltschutz beizutragen.

Piab konzentriert sich darauf, Systeme zu entwickeln, die so wenig Energie wie möglich verbrauchen, minimale Auswirkung auf die Umwelt haben und dadurch die individuelle CO₂-Bilanz der Anwender reduzieren. Wir machen dabei aber keine Kompromisse bei der Leistung und die Produktivität wird laufend maximiert. Kontaktieren Sie Piab, um Informationen über die Energiesparinnovationen zu erhalten, die Ihre Produktivität erhöhen.

COAX®-Technologie

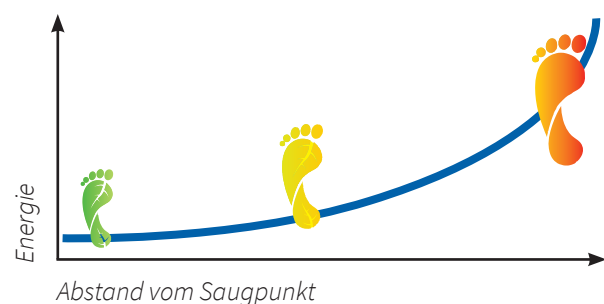
COAX® ist eine fortschrittliche Lösung, um Vakuum mittels Druckluft zu erzeugen. Basierend auf Piabs Mehrstufen-Technologie sind COAX® Cartridges kleiner, effizienter und zuverlässiger als herkömmliche Ejektoren. Dies ermöglicht ein flexibles, modulares und effizientes Vakuumsystem.

Ein auf COAX®-Technologie basierendes Vakuumsystem versorgt Sie mit dreimal so viel Vakuumfluss wie ein konventionelles System, wodurch Sie die Taktgeschwindigkeit und Zuverlässigkeit erhöhen können, während gleichzeitig der Energieverbrauch reduziert wird.

Umwelttechnischer Hinweis

Die Grundlage für einen leistungsstarken, energieeffizienten Produktionsprozess ist eine optimierte Lösung für die Handhabung. Dadurch, dass nie mehr Energie als nötig eingesetzt wird, können Firmen ihre individuelle CO₂-Bilanz sowie ihre Kosten verringern. Von der Vakuumpumpe selbst bis zu den einzelnen Steuerelementen kann Piab mit Ihnen daran arbeiten, den geringstmöglichen Energieverbrauch zu erreichen.

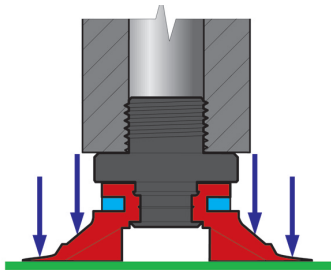
Ihre Pumpe braucht weniger Druckluft, wenn sie näher am Saugplatz platziert wird, dadurch werden CO₂-Emissionen und Energieverbrauch verringert. Die Grafik rechts demonstriert den Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und Abstand der Pumpe vom Saugplatz.



VAKUUMTHEORIE

Was ist Vakuum?

Mit „Vakuum“, „Unterdruck“ usw. bezeichnen wir den Druck, der niedriger als der atmosphärische Druck ist. Der atmosphärische Druck wird vom Gewicht der Luft über uns erzeugt. In Meereshöhe liegt dieser normalerweise bei $1013 \text{ mbar} = 101,3 \text{ kPa}$. Da $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ entspricht, bedeutet das, dass eine Luftsäule mit einem Querschnitt von 1 m^2 mit einer Kraft von ca. 100.000 N auf die Erdoberfläche drückt. Durch eine Senkung des Drucks in einem geschlossenen Behälter wird der atmosphärische Druck zu einer potentiellen Energiequelle umgewandelt.



Ein Saugnapf saugt sich nicht fest – er wird vom höheren Druck der Umgebung angepresst.

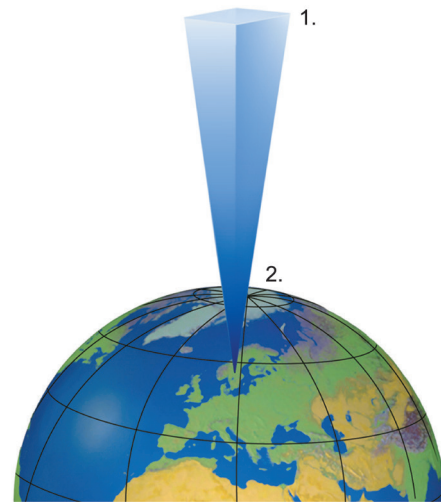


Ein Staubsauger saugt nicht. Luft und Staub werden vom höheren atmosphärischen Druck der Umgebung in den Staubsauger gepresst.

Höhe über dem Meeresspiegel

Da der atmosphärische Druck die arbeitende Kraft ausmacht, verändert sich diese folglich mit dem Druck. Deshalb muss man den aktuellen Luftdruck und die Höhe über dem Meeresspiegel beachten. Bis zu einer Höhe von 2.000 m reduziert sich der Druck alle 100 m um ca. 1% . Eine für 100 kg dimensionierte Hubanlage auf Meereshöhe kann z. B. in 1.000 m Höhe nur noch 89 kg anheben.

Das Kapitel „Tabellen“ zeigt den Einfluss des atmosphärischen Drucks auf das Vakuumniveau.



1. Atmosphärischer Druck = 0 in einer Höhe von 1.000 km .
2. 1 bar ($101,3 \text{ kPa}$) auf Meereshöhe.



Auf dem Gipfel des Mount Everest (8.848 m) beträgt der atmosphärische Druck ca. 330 mbar (33 kPa).

Vakuum wird wie folgt definiert:

„Raum ohne Materie“. Im praktischen Sprachgebrauch: „Luftleerer oder fast luftleerer Raum“.

Quelle: Nationalencyklopedin, Bra Böcker, Höganäs, Schweden.

BEGRIFFE UND EINHEITEN

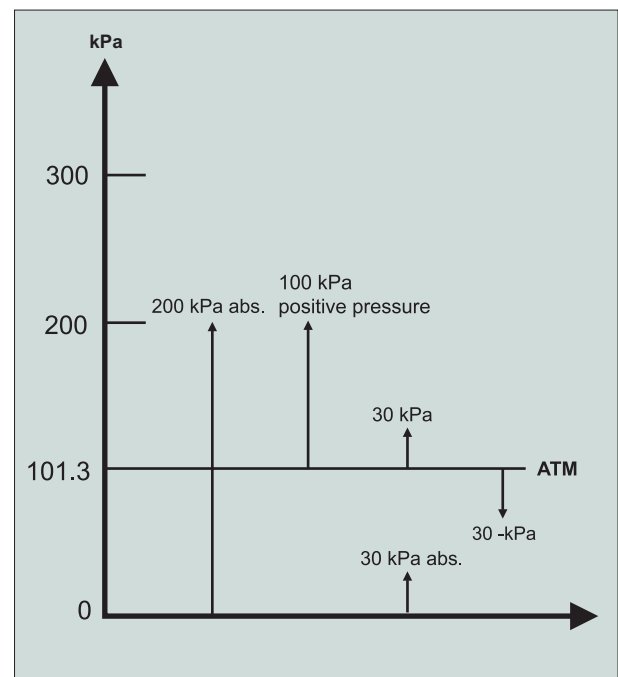
Die Umgangssprache enthält viele unterschiedliche Ausdrücke und Einheiten für den Begriff Vakuum. Es ist daher immer wichtig, die korrekten Begriffe zu verwenden. In der nebenstehenden Tabelle sind einige gebräuchliche Ausdrücke und Einheiten aufgelistet, die im Bereich der Vakuumtechnik vorkommen. Den Tabellen Nr. 1, 2 und 3 im Kapitel „Tabellen“ können Sie die Umrechnungsfaktoren zwischen den einzelnen Einheiten entnehmen.

Begriffe
Unterdruck
Absoluter Druck
% Vakuum (% des Vakuum)
Negativer Druck

Einheiten	
-inHg	bar
-kPa	mm H ₂ O
mmHg	torr
hPa	mbar

Verschiedene Druckbezeichnungen im Verhältnis zum „absoluten Vakuum“

Physikalisch gibt es lediglich eine Art von „Druck“ und dieser geht von „0“ oder dem absoluten Vakuum aus. Alle Bereiche, die darüber liegen, sind Druck und werden korrekterweise als absoluter Druck bezeichnet. Leider wird üblicherweise der normale atmosphärische Druck (101,3 kPa) als Bezugsgröße verwendet. Hierauf bezieht sich der Ausdruck „Überdruck“ bzw. „Unterdruck“. Früher verwendete man oft den Begriff „%-Vakuum“, wobei mit 0 % der atmosphärische Druck und mit 100 % das absolute Vakuum gemeint war. In der Industrie ist deshalb kPa die übliche Einheit, da diese fast mit „%-Vakuum“ übereinstimmt. In der chemischen Industrie und im Hochvakuumbereich wird meistens mbar absolut verwendet. Es ist deshalb äußerst wichtig zu verdeutlichen, welche Einheit und welche Bezugsebene gemeint sind. In diesem Katalog wird generell kPa (wie in der Industrie), und speziell für Laborpumpen mbar absolut verwendet.



Das Diagramm zeigt das Verhältnis zwischen absolutem, negativem und positivem Druck. Es veranschaulicht das Problem, das auftreten kann, wenn der Druck nicht klar spezifiziert wird. 30 kPa können „leichtfertig gesprochen“ drei unterschiedliche Werte darstellen.

Der Einsatz von Vakuum lässt sich im Normalfall in drei Hauptgruppen unterteilen

Gebläsevakuum	0–20 -kPa	Für Ventilation, Kühlung, Staubsauger usw.
Industrievakuum	20-99 -kPa	Zum Heben, Festhalten, Automatisieren usw.
Prozessvakuum	99 -kPa +	Tiefvakuum für Labore, bei der Microship-Herstellung, Beschichtung usw.

Energiebedarf für verschiedene Vakuumniveaus

Der für die Erzeugung mit Unterdruck erforderliche Energiebedarf erhöht sich bei Unterdruckanstieg asymptotisch bis ins Unendliche. Deshalb ist es äußerst wichtig, zwecks optimaler Energieausbeute, den Unterdruck so niedrig wie möglich zu halten. Um den Energiebedarf einfacher zu illustrieren, kann man einen Zylinder mit Kolben betrachten (Kolbenpumpe).

Gemäß dem Boyle-Mariotteschen Gesetz ist der Druck (P) eines Gases bei konstanter Temperatur umgekehrt proportional zum Volumen (V):

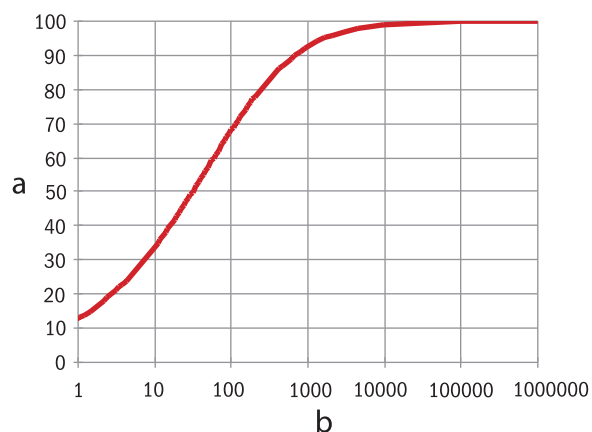
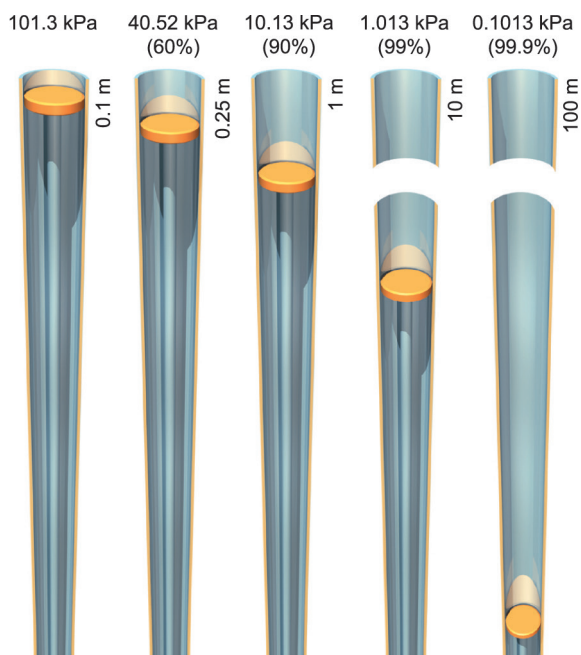
$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Somit ergibt eine Volumenvergrößerung einen niedrigen Druck.

Wird der Kolben langsam herausgezogen, erhöht sich das Volumen und der Druck reduziert sich. Der Kolbenweg zeigt den höheren Energiebedarf an. In Wirklichkeit ist die Temperatur nicht konstant, aber bei den für uns aktuellen Vakuumbereichen ist der Temperatureinfluss nur gering.

Energiebedarf bei erhöhtem Unterdruck

Das nachstehende Diagramm veranschaulicht den Energiebedarf bei erhöhtem Unterdruck. Wie man sehen kann, steigt der Energiebedarf über 90 -kPa drastisch an und deswegen sollte immer ein Vakuumniveau unter diesem Wert angestrebt werden.



a) Unterdruck -kPa.
b) Energiefaktor.

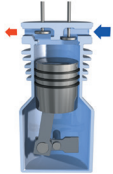


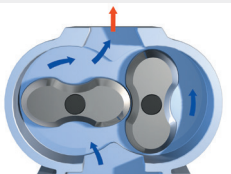
VAKUUMPUMPEN

Mechanische Pumpen

Das Hauptmerkmal aller mechanischen Pumpen ist, dass sie in irgendeiner Weise eine gewisse Menge Luft von der Saugseite (Vakuumseite) zur Auslassseite transportieren und auf diese Weise einen Unterdruck erzeugen. Mechanische Pumpen verfügen normalerweise über einen Elektromotor als Antriebsquelle. Aber auch Verbrennungsmotoren, hydraulische und druckluftbetriebene Motoren kommen zum Einsatz.

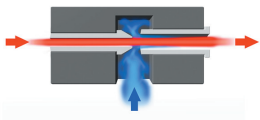
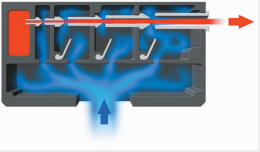

Gebälse		Vorteile	Nachteile
	Zentrifugalgebläse	<ul style="list-style-type: none"> • Wenige bewegliche Teile • Große Einsaugmengen • Stark 	<ul style="list-style-type: none"> • Niedriges maximales Vakuum • Lange Start- und Stoppzeiten • Hoher Geräuschpegel
	Radialgebläse	<ul style="list-style-type: none"> • Wenige bewegliche Teile • Große Einsaugmengen • Niedriger Energieverbrauch 	<ul style="list-style-type: none"> • Niedriges maximales Vakuum • Lange Start- und Stoppzeiten • Hoher Geräuschpegel

Verdrängerpumpen

Verdrängerpumpen		Vorteile	Nachteile
	Kolbenpumpe	<ul style="list-style-type: none"> • Relativ niedriger Einkaufspreis 	<ul style="list-style-type: none"> • Große Wärmeabgabe
	Membranpumpe	<ul style="list-style-type: none"> • Wenige bewegliche Teile • Kompakt • Niedriger Einkaufspreis 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Einsaugmengen
	Flügelzellenpumpe	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Vakuum- und Durchflussmengen • Relativ niedriger Geräuschpegel 	<ul style="list-style-type: none"> • Schmutzempfindlich • Relativ hoher Einkaufspreis • Großer Wartungsbedarf • Große Wärmeabgabe
	Rootspumpe	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Durchfluss • Geringer Wartungsbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Einkaufspreis • Große Wärmeabgabe • Hoher Geräuschpegel

Druckluftbetriebene Ejektorpumpen

Alle Ejektorpumpen werden von Druckgas – normalerweise Druckluft – angetrieben. Die Druckluft wird in die Ejektorpumpe geleitet, wo sie in einer oder mehreren Ejektordüsen expandiert. Hierbei wird die gespeicherte Energie (Druck und Wärme) in Bewegungsenergie umgewandelt. Die Geschwindigkeit des Druckluftstrahls nimmt schnell zu, Druck und Temperatur sinken, wobei dieser Luft mit sich reißt, und Unterdruck auf der Einsaugseite erzeugt. In einigen Fällen können Ejektorpumpen auch für Blasluft verwendet werden.

Druckluftbetriebene Ejektorpumpen		Vorteile	Nachteile
	Einstufen-Ejektor	<ul style="list-style-type: none"> • Niedriger Einkaufspreis • Keine Wärmeabgabe • Kompakt 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Geräuschpegel • Entweder hoher Durchfluss oder hohes Vakuum • Schlechter Wirkungsgrad
	Mehrstufen-Ejektor	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Wirkungsgrad • Niedriger Energieverbrauch • Hohe Zuverlässigkeit • Geringer Geräuschpegel • Keine Wärmeabgabe 	<ul style="list-style-type: none"> • Große Stellfläche
	COAX®-Technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Wirkungsgrad • Niedriger Energieverbrauch • Hohe Zuverlässigkeit • Geringer Geräuschpegel • Keine Wärmeabgabe • Arbeitet auch bei niedrigem Speisedruck • Integrierte Funktionen • Modulare Bauweise • Einfache Installation und einfache Nachrüstung von Funktionen • Einfach zu säubern 	<ul style="list-style-type: none"> • Große Stellfläche

Saugleistung, wie wird sie gemessen?

Um in einem Behälter einen Druck unterhalb des normalen Atmosphärendrucks zu erzeugen, muss ein Teil der Luftmenge mithilfe einer Vakuumpumpe abgesaugt werden. Um zum Beispiel ein Vakuumniveau von 50 -kpa zu erreichen, muss die halbe Luftmenge abgesaugt werden. Die von der Vakuumpumpe pro Zeiteinheit abgesaugte Luftmenge wird als Saugleistung bezeichnet und zeigt an, wie schnell die Pumpe diese Funktion erfüllen kann.

Bei vielen Herstellern von mechanischen Vakuumpumpen wird die Saugleistung als Saugvolumen der Pumpe bezeichnet. Diesen Strom nennt man „Saugstrom“ (Förderstrom, Saugfluss) oder „Volumenstrom“. Der Saugstrom entspricht dem Behältervolumen multipliziert mit der Anzahl an Drehungen pro Zeiteinheit. Bei mechanischen Pumpen ist dieser Wert gleichbleibend und es könnte fälschlicherweise angenommen werden, dass die Saugleistung während des ganzen Evakuierungsprozesses unverändert bleibt.

Im Evakuierungsprozess wird die Luft nach jedem Kolbenhub immer dünner und dünner, während die Pumpe das maximale Vakuumniveau erreicht und die Saugleistung auf null geht. Die

Pumpe saugt den gleichen Volumenstrom, die Luftmenge ist aber im Vergleich zur Luft bei normalem Atmosphärendruck so dünn, als ob keine Luft vorhanden wäre.

Aufgrund der Veränderung der Luftmenge während des Evakuierungsprozesses wird die Saugleistung in Normliter pro Sekunde (NI/s) angegeben. Der auch als freier Luftstrom bezeichnete Vorgang normalisiert den Strom zu gewöhnlichen atmosphärischen Bedingungen. Da das Vakuum immer tiefer und die Luft immer dünner wird, muss ein höheres tatsächliches Volumen versetzt werden, um jeden normalen Liter zu evakuieren. Die unten stehende Tabelle zeigt die Leistung einer Pumpe hinsichtlich des Saugstroms (l/s) und des freien Luftstroms (NI/s). Bei null Vakuum sind die Ströme gleich groß. Grund dafür ist, dass die tatsächlichen Bedingungen eigentlich standardmäßige Bedingungen sind. Sobald das Vakuumniveau steigt, weichen die Werte voneinander ab. Bei 50 kpa (50 %) Vakuum ist der Saugstrom doppelt so groß wie der freie Luftstrom. Bei tieferem Vakuumniveau ist die Differenz entsprechend größer.

Saugstrom kontra freier Luftstrom

	Einheiten	Vakuumniveau -kPa										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Saugstrom	l/s	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	m ³ /h	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Freier Luftstrom	NI/s	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
	Nm ³ /h	36	32,4	28,8	25,2	21,6	18	14,4	10,8	7,2	3,6	

VAKUUMSYSTEME

Beim Aufbau von Vakuumsystemen/Hubvorrichtungen stehen mehrere Methoden zur Verfügung, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit zu optimieren. Betriebliche und wirtschaftliche Vorteile liegen vor, falls die Anlage auf einen speziellen Anwendungsbereich zugeschnitten wird. Neben der Wahl von Saugnäpfen mit Halterung müssen Ausführung und Größe der Vakuumpumpe sowie Zubehör, Sicherheitsstufe und Systemart bestimmt werden.

Dichte Systeme

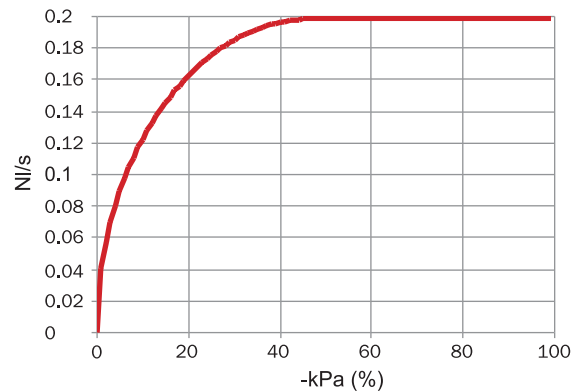
In dichten Systemen (Heben von Material mit hoher Dichte) ist die Pumpenleistung davon abhängig, wie schnell das System auf ein gewisses Vakuumniveau evakuiert werden soll. Diese Leistung wird als Evakuierungszeit der Pumpe und normalerweise in Sekunden pro Liter (s/l) angegeben. Wird dieser Wert mit dem Volumen des Systems multipliziert, liegt die Evakuierungszeit für das gewünschte Vakuumniveau vor.

Undichte Systeme

In undichten Systemen (Heben von porösem Material) sehen die Voraussetzungen anders aus. Um das gewünschte Vakuumniveau aufrechtzuerhalten, muss die Pumpe die ständig eintretende Luft abtransportieren können. Die Leckage ist z. B. bedingt durch poröses Material oder erforderliches Anheben über Öffnungen. Durch Bestimmung des Leckflusses kann man anhand der Pumpendiagramme die geeignete Pumpe für die aktuelle Anwendung bestimmen.

Erfolgt die Leckage durch eine vorhandene Öffnung, kann die Luftmenge mithilfe des nebenstehenden Diagrammwerts bestimmt werden. Das Diagramm enthält Werte des Leckflusses, wenn die Leckagefläche bekannt ist. Der Leckfluss gilt für eine Öffnung von 1 mm² (bei 1013 mbar normalem Umgebungsdruck). Um den Gesamtvolumenstrom zu erhalten, multipliziert man den Wert mit der gesamten Leckagefläche.

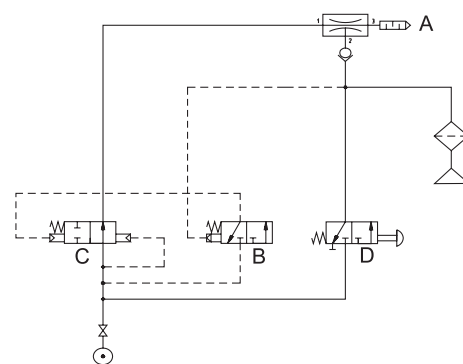
Ist die Porosität unbekannt, kann die Leckluftmenge durch einen Vakuumpumpen-Test festgestellt werden. Die Pumpe wird hierzu an das System angeschlossen und das erreichte Vakuumniveau auf dem Vakuummeter der Pumpe abgelesen. (Für diese Testmethode sollte das Vakuumniveau mindestens 20 -kPa betragen.) Auf der Seite der jeweiligen Pumpe ist ersichtlich, welche Luftmenge bei diesem Versuch abgesaugt wird, was ungefähr dem Leckfluss entspricht.



Bei 47 -kPa erreicht die Luft Schallgeschwindigkeit. Der Volumenstrom ist folglich konstant.

Energiesparsysteme

Elektromechanische Vakuumpumpen sind fast immer den ganzen Tag über in Betrieb und der Vakuumbedarf wird von einem Ventil an der Vakuumseite geregelt. In Systemen mit Ejektorpumpen kann oftmals viel Energie gespart werden. Da diese Pumpen über eine schnellere Reaktionszeit verfügen (schnelle Start- und Stoppzeiten), kann die Pumpe abgestellt werden, wenn kein Vakuum notwendig ist. Nachstehend zeigen wir das Prinzip eines einfachen Energiesparsystems. Viele Pumpenmodelle können heute mit diesen Energiesparsystemen als Standard geliefert werden.



- A = Vakuumpumpe mit Rückschlagventil
- B = Vakuumschalter
- C = Einlassventil für Druckluft
- D = Abblasventil

BERECHNUNG DES VAKUUMSYSTEMS

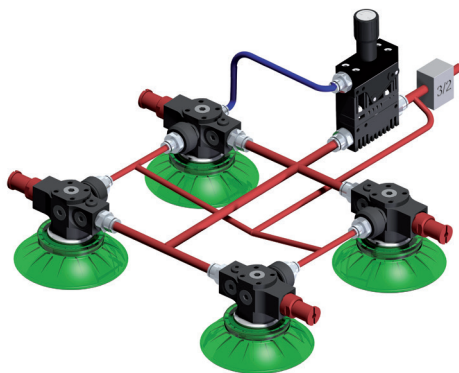
Allgemeiner Einsatz

Vakuumsysteme für Materialhandhabung können entweder dezentral oder zentral sein. In einem dezentralisierten Vakuumsystem hat jeder Saugnapf seine eigene, unabhängige Vakuumpumpe. In einem zentralisierten Vakuumsystem werden mehrere Saugnäpfe von einer Vakuumpumpe versorgt. Beispiele für dichte Systeme sind Metallblechhandhabungen, Beispiele für Anwendungen in porösen Systemen sind Kartonhandhabungen.

Diese Beispiele wurden mit folgenden allgemeinen Werten berechnet:

Die erforderliche Saugleistung für die Beispiele des dichten Systems ist 0,7 NI/s pro Saugnapf FC 75P und der entsprechende Wert für das Beispiel im porösen System ist 1,2 NI/s mit dem Saugnapf BX75P. CO₂-Ausstoß, Weltindex: 0,019 kg CO₂ pro produzierten m³ Druckluft und 0,19 kg CO₂ pro kWh. Maschinenlaufzeit in Stunden pro Jahr: 3.000 Stunden

Dichtes System/Handhabung von nicht porösem Material.



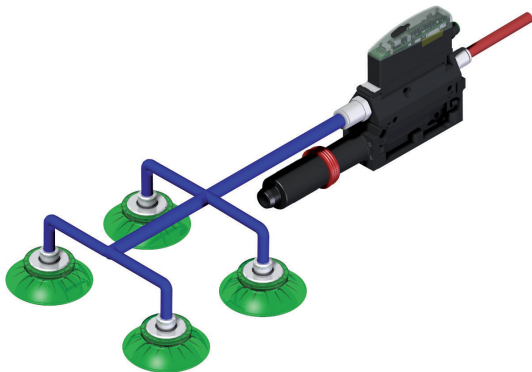
Systembeschreibung:

Dezentralisiertes Vakuumsystem mit: Vakuumgreifsystem VGS™3010 mit Saugnapf FC75P und COAX® Cartridge Xi10 2-Stufen-Vakuumpumpe mit Rückschlagventil, AQR Schnellbelüftungssystem, Vacustat und 3/2 Ein/Aus-Ventil.

Jährliche Betriebskosten: 188 €

Jährlicher CO₂-Ausstoß: 13 kg

Jährlicher Energieverbrauch: 17 kWh



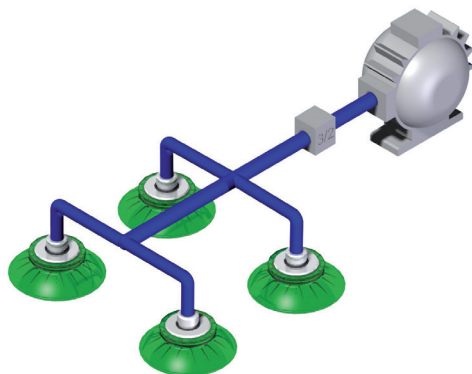
Systembeschreibung:

Zentralisiertes Vakuumsystem mit: P5010 mit AVM™ – Automatische Vakuummanagement-Steuerung COAX® Cartridge Xi40 3-Stufen-Vakuumpumpe ohne Rückschlagventil und Saugnapf FC75P.

Jährliche Betriebskosten: 301 €

Jährlicher CO₂-Ausstoß: 171 kg

Jährlicher Energieverbrauch: 900 kWh



Systembeschreibung:

Zentralisiertes Vakuumsystem mit: 550 W Elektromechanischer Vakuumpumpe mit Saugnapf FC75P und Vakuum Ein/Aus-Ventil.

Jährliche Betriebskosten: 722 €

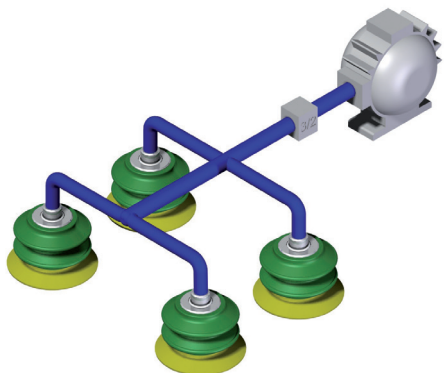
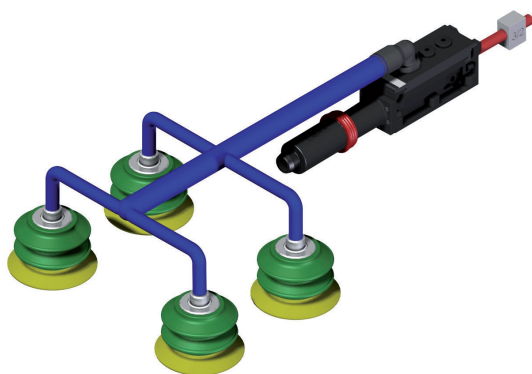
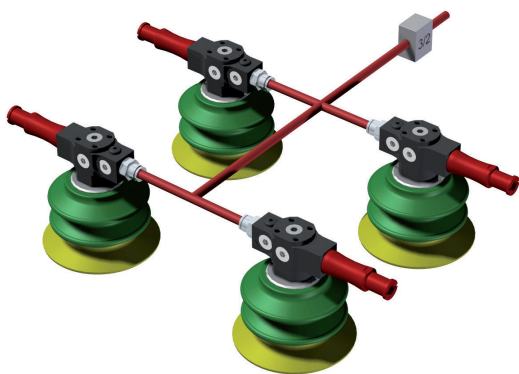
Jährlicher CO₂-Ausstoß: 443 kg

Jährlicher Energieverbrauch: 1656 kWh

- Elektrische Drehschiebepumpen arbeiten kontinuierlich.
- Energiekosten: 1,5 Euro-Cent pro produziertem 1 m³ Druckluft und 12 Euro-Cent pro kWh.
- Jährliche Betriebskosten, einschließlich: Energiekosten, Anschaffungspreis, jährliche Kosten, Wartung und CO₂-Ausstoß Steuern 0,025 € pro kg. Ohne Saugnapfe.
- Zinssatz: 5 %.
- Lebensdauer der Pumpe: 5 Jahre.

Rote Rohrleitung = Druckluft
Blaue Rohrleitung = Vakuum

Undichtiges System/Handhabung von porösem Material



Berechnung des CO₂-Ausstoßes:

Basierend auf der weltweit durchschnittlichen Energieerzeugung bewirkt 1 NI Druckluft 19 mg CO₂-Ausstoß. Um Ihren spezifischen CO₂-Ausstoß des relevanten Prozesses auszurechnen, müssen Sie Ihren Luftverbrauch (NI/s) mit 19 multiplizieren. Das Ergebnis ist Ihr CO₂-Ausstoß pro Sekunde.



Systembeschreibung:

Dezentralisiertes Vakuumsystem mit: Vakuumgreifsystem VGS™3010 mit Saugnapf BX75P und COAX® Cartridge Si08 3-Stufen-Vakuumpumpe und 3/2 Ein/Aus-Ventil.

Jährliche Betriebskosten: 249 €
Jährlicher CO₂-Ausstoß: 145 kg
Jährlicher Energieverbrauch: 762 kWh

Systembeschreibung:

Zentralisiertes Vakuumsystem mit: P5010 mit COAX® Cartridge Si32 3-Stufen-Vakuumpumpe, Saugnapf BX75P und 3/2 on/off-Ventil.

Jährliche Betriebskosten: 227 €
Jährlicher CO₂-Ausstoß: 203 kg
Jährlicher Energieverbrauch: 1067 kWh

Systembeschreibung:

Zentralisiertes Vakuumsystem mit: 750 W Elektromechanischer Vakuumpumpe mit Saugnapf BX75P und Vakuum Ein/Aus-Ventil.

Jährliche Betriebskosten: 808 €
Jährlicher CO₂-Ausstoß: 429 kg
Jährliche Energieemission: 2258 kWh

OPTIMIERTE KONTROLLE

Außer die Pumpe dicht an die Saugstelle zu platzieren, ist es wichtig, Ihr Vakuumsystem mit Steuerungszubehör zu optimieren und zu vervollständigen, welches den Druckluftverbrauch auf die vom System benötigte Menge minimiert. So erhalten Sie ein effizientes Vakuumsystem mit minimalem Druckluftverbrauch. Piab hat eine Auswahl an Optimierungskontrolleinheiten und die folgende Aufstellung wird Ihnen helfen, die optimalen Einheiten für Ihr System auszusuchen.

Regler

Energieeinsparungen können auf vielfältige Weise erreicht werden, aber der einfachste Weg ist, einen Druckregler einzusetzen, der den optimalen Spisedruck der Pumpe kontrolliert.

piSAVE® release

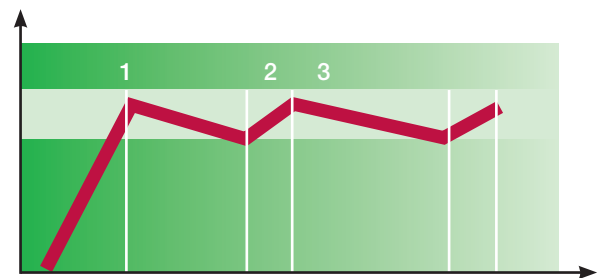
Anstatt Druckluft für die Freisetzung zu verwenden, kann der Einsatz von piSAVE® release eine schnelle Freisetzung erreichen. piSAVE® release ist ein Ventil, das den Vakuumverschluss, z. B. bei einem Saugnapf, unterbricht, indem es einen Druckausgleich mit der Umgebungsluft herstellt, ohne zusätzliche Druckluft zu verbrauchen.

piSAVE® optimize

Das piSAVE® optimize reguliert automatisch den Spisedruck auf ein vorprogrammiertes Vakuumniveau. Schwankungen im Vakuumdruck, hervorgerufen durch unterschiedliche Produkte oder Wechsel im Zyklus, führen nur dann zum Luftverbrauch, wenn dies für die Optimierung des Drucks notwendig ist.

piSAVE® onoff

Wenn dichtes Material gehandhabt wird, kann oft die Vakuumpumpe abgeschaltet werden, wenn sie nicht benötigt wird. piSAVE® onoff ist ein vakuumgesteuertes Ventil, das die Druckluftzufuhr zur Pumpe unterbricht, sobald das eingestellte Vakuumniveau erreicht wird (1). Bei einer Mikroleckage im Vakuumsystem sinkt das Vakuumniveau und erreicht nach einiger Zeit das Einschaltniveau des Ventils (2). Dann startet die Pumpe wieder, bis das Ausschaltniveau wieder erreicht ist (3), etc.



AVM™ – Automatisches Vakuummanagement

Wie piSAVE® onoff schließt das AVM™ den Zufluss der Druckluft, sobald das vorprogrammierte Vakuumniveau erreicht wird, und startet wieder, wenn das Einschaltniveau des Ventils erreicht ist. Das AVM™ spart nicht nur Energie, sondern beinhaltet ein umfangreiches Überwachungssystem mit Ein/Aus-Ventilen und Vakuumschaltern.

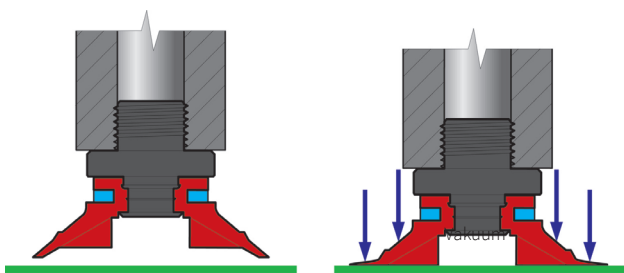
Nehmen Sie mit Piab Kontakt auf, um Informationen über unsere Produkte zu erhalten, die Ihre Produktivität erhöhen und Energieeinsparungen möglich machen.

SAUGNÄPFE

Wie funktioniert ein Saugnapf?

Ein Saugnapf haftet an einer Fläche, da der Umgebungsdruck (atmosphärischer Druck) höher ist als der Druck zwischen dem Saugnapf und der Fläche. Zur Erzeugung des niedrigen Drucks wird der Saugnapf an eine Vakuumpumpe angeschlossen. Je niedriger der Druck ist (höherer Unterdruck), desto größer ist die auf den Saugnapf einwirkende Kraft.

$$\Delta p = P_{AT} - P_1$$

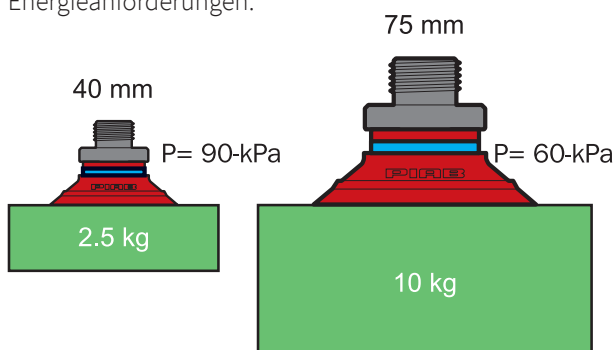


Dimensionierung von Saugnapfen

Saugnapfe haben unterschiedliche Kapazitäten abhängig vom Design. Die Werte des jeweiligen Saugnapfes finden Sie in den Tabellen.

Energiebedarf bei unterschiedlichen Vakuumniveaus

Bei einem tiefen Vakuum wird der Saugnapf mehr belastet und der Verschleiß ist höher. Außerdem steigt der Energiebedarf steil an. Bei einer Erhöhung des Vakuumniveaus von 60 -kPa auf 90 -kPa steigt die Kraft um das 1,5-fache, während sich der Energiebedarf um den Faktor 10 erhöht. Es ist besser, den niedrigen Vakuumwert beizubehalten und den Querschnitt des Saugnapfes zu vergrößern. Als guter Richtungsanzeiger für das Vakuumniveau können 60 -kPa gelten; bei diesem Niveau erhalten Sie eine hohe Hubkraft bei relativ geringen Energieanforderungen.



Wichtig – Die Höhe über dem Meeresspiegel

Der atmosphärische Druck nimmt mit zunehmender Höhe ab. Das bedeutet auch, dass sich die verfügbare Kraft im gleichen Maße reduziert. Ein Vakuumhebergerät, das in Meereshöhe 100 kg heben kann, kann z. B. in 1000 m Höhe nur noch 89 kg anheben. Normalerweise ist ein Vakuummeter mit dem atmosphärischen Druck als Referenzwert kalibriert. Das bedeutet, dass das Messgerät das anliegende Vakuumniveau in verschiedenen Höhen anzeigt.

Vorteile und Einschränkungen von Saugnapfen

Bei der Materialhandhabung mit Saugnapfen handelt es sich um eine einfache, preiswerte und betriebssichere Technik. Folglich sollte diese Lösung in erster Linie erwogen werden, bevor man komplizierte Methoden wählt. Mit Saugnapfen können unterschiedliche Gegenstände mit einem Gewicht von wenigen Gramm bis zu mehreren Hundert Kilogramm gehoben, transportiert und festgehalten werden.

Vorteile	Einschränkungen
<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Installation • Geringer Wartungsbedarf • Niedriger Einkaufspreis • Beschädigt nicht die Oberfläche des gehandhabten Materials • Schnelle Montage und Demontage 	<ul style="list-style-type: none"> • Begrenzte Haltekräfte (atmosphärischer Druck) • Positioniergenauigkeit

Hubkraft in verschiedenen Richtungen

Saugnapfe können auch eingesetzt werden, falls die Kraft rechtwinklig oder parallel zur Saugfläche hin wirkt. Wirkt sie parallel zur Fläche, wird sie durch die Reibung zwischen Saugnapf und Saugfläche übertragen. In diesem Fall eignet sich ein Saugnapf mit innenliegenden Abstützrippen am Besten, da dieser starr ausgelegt ist und eine hohe Reibung gewährleistet.

GEWINDESYSTEME

ISO-Gewinde:

- Zylindrisches metrisches Gewinde: mit dem Buchstaben „M“ gekennzeichnet. Beispiel: M5.
- Zylindrisches Zollgewinde (auch „vereinheitlichtes Gewinde“): mit „UNF“ gekennzeichnet. Beispiel: 10-32UNF.

Selbstdichtendes Gewinde (Rohrgewinde nach US-Standard):

Die selbstdichtende Gewindevorrichtung setzt sich aus zylindrischen und konischen Rohrgewinden zusammen. Die Gewinde weisen einen Profilwinkel von 60° auf und sind ohne Packung oder Dichtungsringe angeordnet (bei Verwendung in anderen Gewindesystemkombinationen ist die „Dichtung“ nicht anwendbar). Die Dimensionen sind in Zoll angegeben. Im Piab-Katalog werden die Kennungen NPT und NPSF verwendet:

- NPT für konische Gewinde. Beispiel: 1/8" NPT.
- NPSF für zylindrische Gewinde: Beispiel: 1/8" NPSF.

BSB-Gewinde (British Standard Pipe):

- Die Gewinde weisen einen Profilwinkel von 55° auf, die Dimensionen sind in Zoll angegeben.
- Zylindrisches metrisches Gewinde: mit dem Buchstaben „G“ gekennzeichnet. Beispiel: G1/8".

Kompatibilität verschiedener Gewindesysteme

Bitte beachten Sie, dass manche Gewindegrößen nicht in alle Gewindesysteme passen. Vergleichen Sie die nachfolgende Tabelle:

	M5 Außengewinde	M5 Innengewinde	G1/8" Außengewinde	G1/8" Innengewinde	G1/4" Außengewinde	G1/4" Innengewinde	G3/8" Außengewinde	G3/8" Innengewinde	G1/2" Außengewinde	G1/2" Innengewinde	G3/4" Außengewinde	G3/4" Innengewinde	G1" Außengewinde	G1" Innengewinde	G2" Außengewinde	G2" Innengewinde
10-32UNF Innengewinde oder Außengewinde	●●	●●●														
1/8" NPSF Innengewinde			●●●													
1/8" NPT Innengewinde oder Außengewinde			●	●●												
1/4" NPSF Innengewinde					●●											
1/4" NPT Innengewinde oder Außengewinde					●	●										
3/8" NPSF Innengewinde							●									
3/8" NPT Innengewinde oder Außengewinde							●	●								
1/2" NPSF Innengewinde									●●							
1/2" NPT Innengewinde oder Außengewinde									●	●●●						
3/4" NPSF Innengewinde											●●					
3/4" NPT Innengewinde oder Außengewinde											●	●●●				
1" NPT Innengewinde oder Außengewinde													●	●		
2" NPT Innengewinde oder Außengewinde															●	●

●●● passt, ●● passt mit kurzem Gewinde, ● passt nicht.

TABELLEN

Im täglichen Sprachgebrauch werden unterschiedliche Größen und Einheiten für Druck und für Volumenstrom angewandt. Es ist deshalb wichtig, dass über die Definition Einigkeit besteht.

Druck

$P = F/A$ (Kraft/Fläche). SI-Einheit (Système International d'Unités): Pascal (Pa). 1 Pa = 1 N/m². Gängige Einheiten für Druck: MPa und kPa.

	Pa (N/m ²)	bar	atm (kp/cm ²)	torr*	psi (lb/in ²)
Pa (N/m ²)	1	0,00001	$10,1972 \times 10^{-6}$	$7,50062 \times 10^{-3}$	$0,145038 \times 10^{-3}$
bar	100 000	1	1,01972	750,062	14,5038
atm (kp/cm ²)	98 066,5	0,980665	1	735,559	14,2233
torr*	133,322	$1,33322 \times 10^{-3}$	$1,35951 \times 10^{-3}$	1	$19,3368 \times 10^{-3}$
psi (lb/in ²)	6 894,76	$68,9476 \times 10^{-3}$	$0,145038 \times 10^{-3}$	51,7149	1

* 1 torr = 1 mmHg bei 0 °C, 1 mm Wassersäule = 9,81 Pa.

Überdruck

kPa	bar	psi	atm (kp/cm ²)
1013	10,13	146,9	10,3
1000	10	145	10,2
900	9	130,5	9,2
800	8	116	8,2
700	7	101,5	7,1
600	6	87	6,1
500	5	72,5	5,1
400	4	58	4,1
300	3	43,5	3,1
200	2	29	2
100	1	14,5	1
0	0	0	0

Unterdruck

	kPa	mbar	torr	-kPa	-mmHg	-inHg	% Vakuum
Meeresspiegel	101,3	1013	760	0	0	0	0
	90	900	675	10	75	3	10
	80	800	600	20	150	6	20
	70	700	525	30	225	9	30
	60	600	450	40	300	12	40
	50	500	375	50	375	15	50
	40	400	300	60	450	18	60
	30	300	225	70	525	21	70
	20	200	150	80	600	24	80
	10	100	75	90	675	27	90
Absolutes Vakuum	0	0	0	101,3	760	30	100

Veränderung des atmosphärischen Drucks mit der Höhe über dem Meeresspiegel

Ein Vakuummeter wird mit normalem atmosphärischem Druck in Meereshöhe als Referenz kalibriert – 1013,25 mbar – und vom umgebenden atmosphärischen Druck gemäß folgender Tabelle beeinflusst. Das Vakuummeter zeigt den Differenzdruck zwischen atmosphärischem und absolutem Druck an. Das Messgerät zeigt deshalb das in verschiedenen Höhen anliegende Vakuumniveau an.

Atmosphärischer Druck

Barometerstand		Höhe in m über Meeresspiegel*	Vakuummeter-Wert bei 1013,25 mbar				
mmHg	mbar		60 -kPa	75 -kPa	85 -kPa	90 -kPa	99 -kPa
593	790,6	2000	37,7	52,7	62,7	67,7	76,7
671	894,6	1000	48,1	63,1	73,1	78,1	87,1
690	919,9	778	50,7	65,7	75,7	80,7	89,7
700	933,3	655	52,0	67,0	77,0	82,0	91,0
710	946,6	545	53,3	68,3	78,3	83,3	92,3
720	959,9	467	54,7	69,7	79,7	84,7	93,7
730	973,3	275	56,0	71,0	81,0	86,0	95,0
740	986,6	200	57,3	72,3	82,3	87,3	96,3
750	999,9	111	58,7	73,7	83,7	88,7	97,7
760	1013,25	0	60,0	75,0	85,0	90,0	99,0

* bei Atmosphärendruck

Volumenstrom

Durchfluss, Menge pro Zeiteinheit. Größenbezeichnungen: qv : Q/t (Menge/Zeit).

SI-Einheit: Kubikmeter pro Sekunde (m^3/s).

Allgemeine Einheiten: l/min, l/s, m^3/h .

m^3/s	m^3/h	l/min	l/s	ft ³ /min (cfm)*
1	3600	60000	1000	2118,9
$0,28 \times 10^{-3}$	1	16,6667	0,2778	0,5885
$16,67 \times 10^{-6}$	0,06	1	0,0167	0,035
1×10^{-3}	3,6	60	1	2,1189
$0,472 \times 10^{-3}$	1,6992	28,32	0,4720	1

* 1 ft = 0,305 m.

Leckagen

Unten stehende Tabelle zeigt den Leckfluss bei verschiedenen Vakuumniveaus und bei einer Öffnung von 1 mm².

Vakuumniveau -kPa	Leckfluss l/s und mm ²
10	0,11
20	0,17
30	0,18
40	0,2*

* Ab ca. 47 bis 100 -kPa ist der Leckfluss konstant.

Druckabfall in Druckluftleitungen

Bei der Installation von Druckluftleitungen ist zu beachten, dass deren Größe (Durchmesser) und Länge keinen zu großen Druckabfall bewirkt. Die Anschlussgrößen der Piab Vakuumpumpen sind auf empfohlene Schlauchgrößen bei ca. 2 m Schlauchlänge abgestimmt.

Falls der Druckabfall kontrolliert werden muss, kann die unten stehende mathematische Formel verwendet werden.

ΔP	=	Druckabfall in kPa
qv	=	Volumenstrom in m^3/s
d	=	Innendurchmesser in mm.
L	=	Leitungslänge in m
$P1$	=	Ausgangsdruck absolut in kPa

$$\Delta P = \frac{6,82 \times 10^{-4} \times qv^{1,85} \times L}{d^5 \times P1}$$

$$d = \left(\frac{6,82 \times 10^{-4} \times qv^{1,85} \times L}{\Delta P \times P1} \right)^{0,2}$$

Material

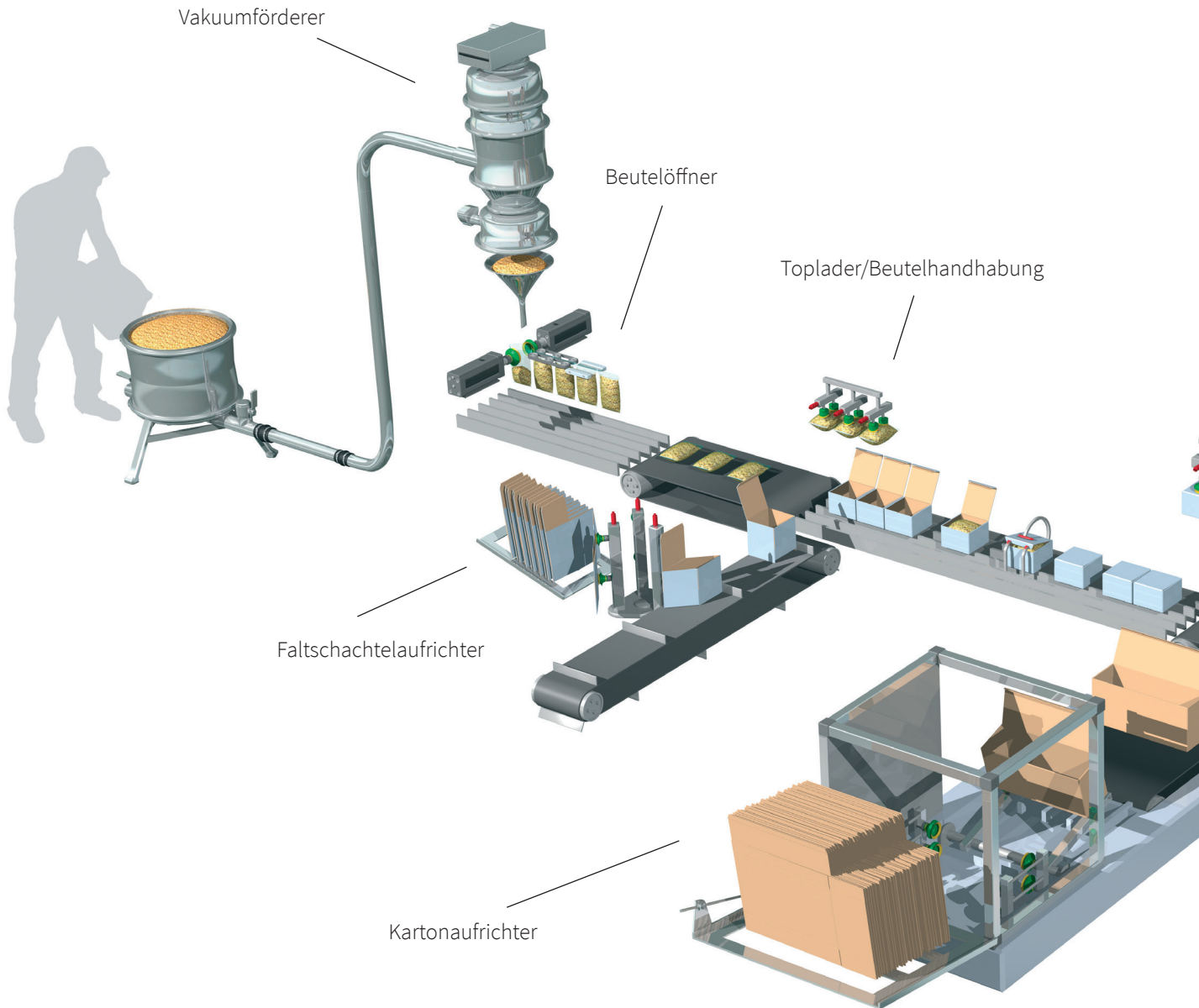
Name	Farbe	Härte, Shore A°	Temperatur, °C
Chloropren (CR)	Schwarz	50	-40-110
Leitfähiges Silikon (CSIL)	Schwarz	50	-55-230
Ethylenpropylen (EPDM)	Schwarz	50	-40-120
HNBR	Blau	50	-30-140
HNBR	Blaugrau	75	-30-140
Nitril (NBR)	Schwarz	50	-20-100
Nitril-PVC (NPV)	Schwarz	50	0-90
Polyurethan (PU30)	Gelb	30	10-50
Polyurethan (PU40)	Rot transparent	40	10-50
Polyurethan (PU50)	Blau transparent	50	10-50
Polyurethan (PU55)	Orange	55	10-50
Polyurethan (PU60)	Grün transparent	60	10-50
Polyurethan (PU60)	Orange	60	10-50
Polyurethan (PU70)	Schwarz	70	10-50
Silikon (SIL)	Rot	50	-40-200
Silikon (SIL)	Weiß	30	-40-200
Silikon (SIL FDA)	Transparent	40	-40-200
Silikon (SIL FDA)	Transparent	50	-40-200
Silikon (SIL FDA erkennbar)	Blau	40	-40-200
Silikon (SIL FDA erkennbar)	Transparent	40	-40-200
Thermoplastisches Polyurethan (TPE-U)	Weiß transparent	81	-20-80

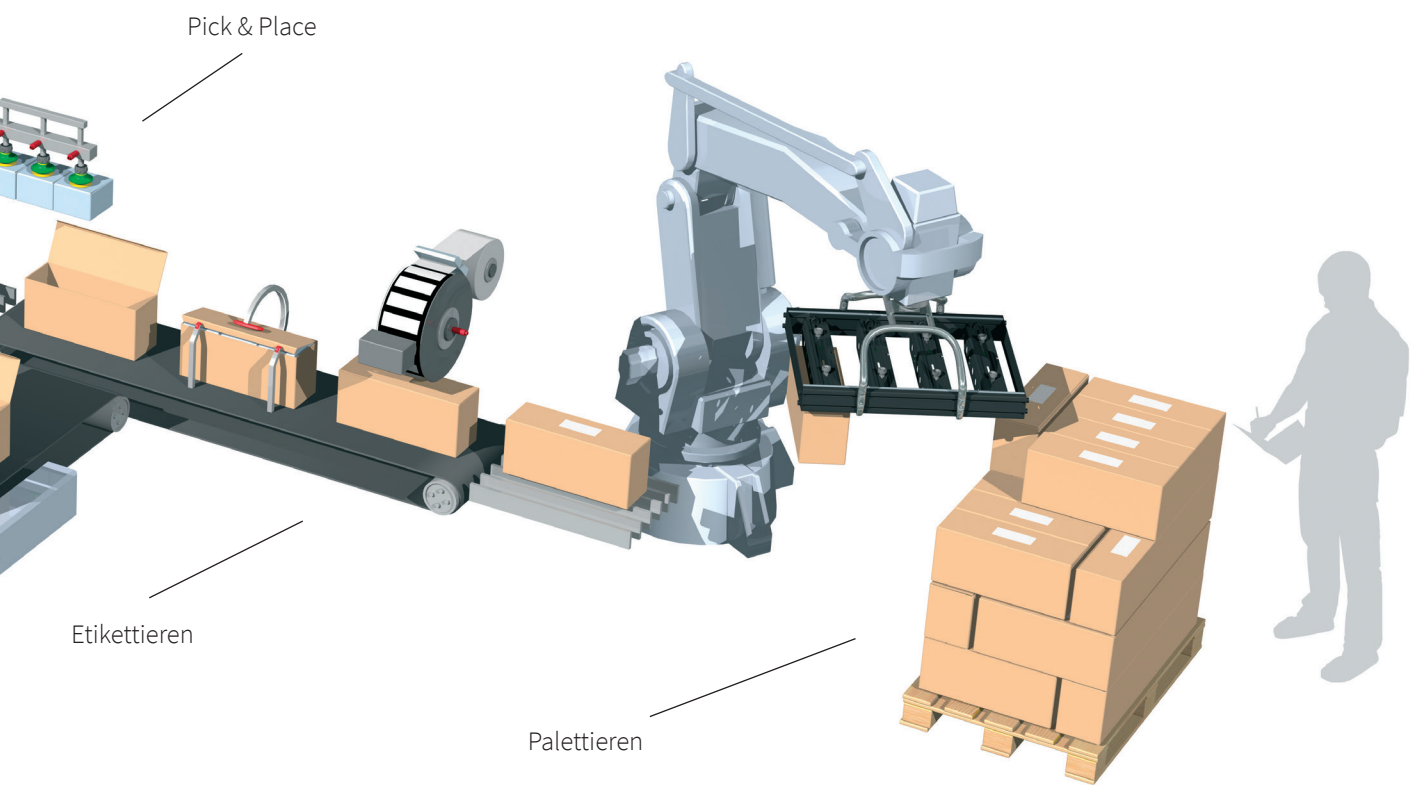
Materialeigenschaften

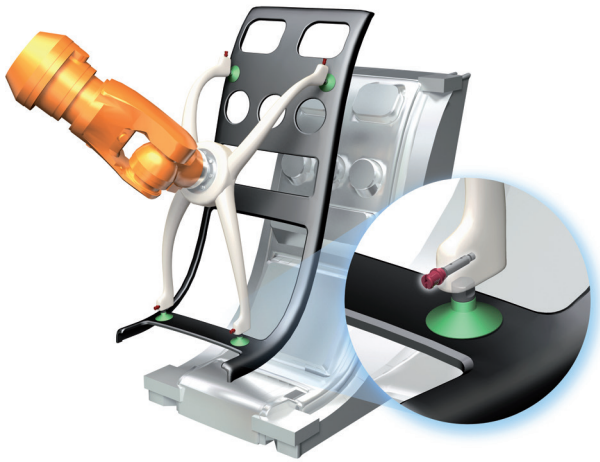
Name	Verschleißfestigkeit	öl	Wetter & Ozon	Hydrolyse	Benzin	Konzentrierte Säuren	Alkohol	Oxidation
Chloropren (CR)	●●●	●●	●●●	●●●	●●	●	●●●	●●●
Leitfähiges Silikon (CSIL)	●●●	●	●●●	●●	●	●	●●●	●●●
Ethylenpropylen (EPDM)	●●	●	●●●	●●●	●	●	●●●	●●●
HNBR	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●
Nitril (NBR)	●●●	●●●	●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●
Nitril-PVC (NPV)	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●
Polyurethan (PU)	●●●	●●●	●●●	●●	●●	●●	●●/●*	●
Silikon (SIL)	●●●	●	●●●	●●	●	●	●●●	●●●
Thermoplastisches Polyurethan (TPE-U)	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●●	●●●

●●● Ausgezeichnet, ●●● Sehr gut, ●● Gut, ● Ungeeignet, * Ethanol/Methanol.

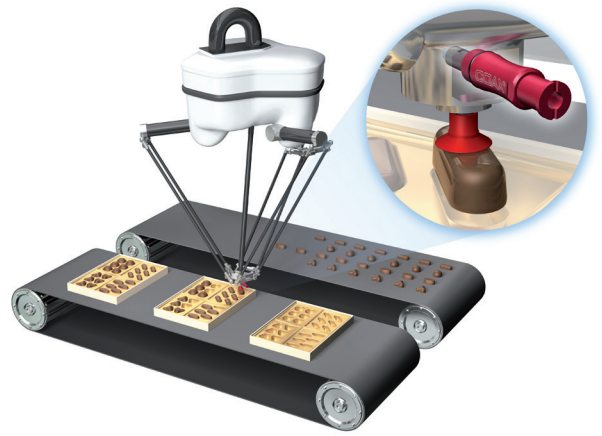
ANWENDUNGEN UND LÖSUNGEN



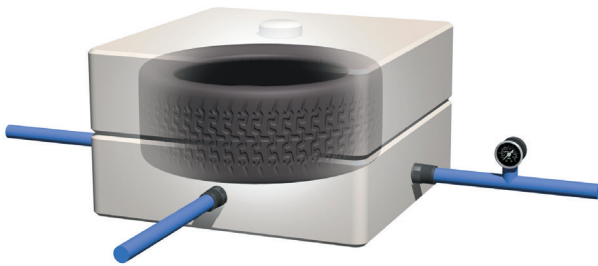




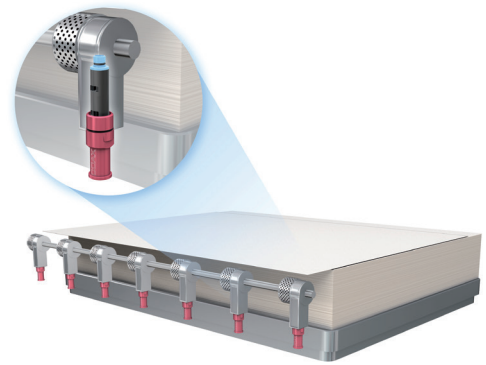
Spritzgießen



Pick-and-place



Reifen geformt unter Vakuum



Bogenbremse



Übertragung von Presse zu Presse