

EIN SCHATZ AN INNOVATIONEN

Die Natur des Vakuums stellt eine philosophische und wissenschaftliche Problematik dar, die seit dem Hellenismus das Interesse vielseitiger Persönlichkeiten geweckt hat.

Der Erste, der eine Theorie zu dessen Eigenschaften aufgestellt hat, war Otto von Guericke, Politiker, Jurist und Physiker, der 1650 die erste Pneumatikpumpe erfand, die für seine Generation tauglich war. Er erschuf so die Voraussetzungen für eine Technologie, die heutzutage üblicherweise in den Produktionsprozessen eingesetzt wird, die viele Industriezweige charakterisieren.

Aus den zahlreichen Anwendungen, bei denen die Benutzung des Vakuums strategisch ist, ergeben sich immer komplexere und artikuliertere Anforderungen, denen Vuototecnica mit einem kompletten Sortiment an qualitativ hochwertigen Lösungen begegnet, die ständig weiterentwickelt werden und Ergebnis eines Engagements sind, das konstant auf technologische Innovation, auf die Verbesserung der Organisation sowie auf die Verstärkung unseres Service ausgerichtet ist.

Dank eines einzigartig reichen und vielseitigen Know-hows, das wir in der mehr als dreißigjährigen Aktivität Seite an Seite mit unseren Kunden entwickeln konnten, und der tiefen Leidenschaften für das Vakuum, die von Vater zu Sohn weitergegeben wurde, ist das Unternehmen heute, in der zweiten Generation, unter den Marktführern in Europa für Technologien, die sich mit dem Erzeugen und Nutzen des Vakuums befassen.

Die Zusammenarbeit mit führenden Unternehmen und ein reicher Erfahrungsschatz haben Vuototecnica dazu verholpen, sein Grundprinzip immer weiter zu verbessern.

Daher werden Konzepte wie "Qualität", "Maßarbeit", "Vielseitigkeit" als bereits erworben und tief in der Unternehmenskultur verwurzelt betrachtet.

Für seine Kunden stellt Vuototecnica seit langer Zeit einen Bezugspunkt für "Problem Solving" dar, einen wirklichen und wahrhaftigen Engineering Partner, der ihnen, noch vor den Produkten, eine Bandbreite an Ideen und Lösungen bietet, die die Produktionsprozesse in vielen Anwendungsbereichen optimieren können.

ÜBER 30 JAHRE ERFAHRUNG IM KUNDENDIENST

Vuototecnica entstand im Juli 1975 dank eines Geistesblitzes des Gründers Giuliano Bosi, der einen neuen Typ eines Magnetventils für das Vakuum erfunden und patentiert hatte.

Die ersten realisierten Modelle waren die der Serie DDN, die noch heute produziert wird. Das Unternehmen neigte von Anfang dazu, spezialisierte Erfahrung mit dem festen Willen zu vereinen, Innovationen zu schaffen, um die Produktionsprozesse und die Dynamiken in vielen Anwendungsfeldern der Industrie zu optimieren.

Eine der brilliantesten Ideen, die die Firma entwickelt hat, sind die Vakuum-Regulierventile und die selbstschließenden Ventile ohne Leckverlust.

Diese Produkte wurden Ende der 80er Jahre erfunden: damals existierte auf dem Markt nichts ähnliches und sie gestatteten es, einige Probleme zu lösen, die in vielen Industrieanwendungen verbreitet waren.

Seit den ersten Jahren wurde der Produktion von Magnetventilen die Planung und Entwicklung von Automaten und Spezialausführungen unter Einsatz des Vakuums, wie Lader und Entlader mit Sauggreifern, Entgasungsanlagen, Vakuum-Manipulatoren und Vakuum-Umsetzer etc. zur Seite gestellt.

Heute ist Vuototecnica in der Lage, ein breites Sortiment an Lösungen anzubieten, um Gegenstände von jeglicher Form, jedem Gewicht und jeder Morphologie bewegen zu können.



*Giuliano Bosi, Gründer und
Generaldirektor*

100 PROZENT MADE IN ITALY

Neben der ursprünglichen Herstellung von Magnetventilen und Sauggreifern zum Anheben und Befestigen umfasst die aktuelle Produktionsspanne von Vuototecnica auch Sauggreiferträger mit oder ohne Automatik, Tastventile, Vakuum-Mess-, -Kontroll- und -Regelinstrumente, Vakuumfilter, Anschlüsse und Leitungen für Vakuumanwendungen, Membran- und Drehschieberpumpen, selbstschmierend und trockenlaufend, Unterdruckerzeuger mit Elektro- oder Pneumatikpumpen, pneumatische Vakuumerzeuger mit Einzel- oder Mehrfachdüsen, die Vakuumgreifsysteme "Octopus", Saug- und Gebläse-Pneumatikpumpen für die Druckindustrie, Vakuumhubzylinder, Entgasungsanlagen für synthetische Harze oder Verbundfasern, Apparate für Vakuumtests und Absaugeinheiten für Wasser oder schlammartige Flüssigkeiten mit Syphonfilter oder Speichertank.

Das, was das Angebot von Vuototecnica von dem anderer Anbieter unterscheidet, ist, dass wir ein wirklich vollständiges Sortiment pflegen: Angefangen bei Vakuumerzeugern bis hin zum letzten notwendigen Zubehörteil, das für den Betrieb einer Anlage benötigt wird, die mit Vakuum funktioniert.

Alle Produkte sind zu einhundert Prozent "Made in Italy": In unserer Produktionsstätte in Lecco erfolgen Planung und Montage sowie die Abnahme der Produkte, während wir die mechanischen Arbeiten externen Partner anvertraut haben.

DER ENTSCHLUSS ZUR INTERNATIONALISIERUNG

Von Anfang an setzte Vuototecnica auf ein kapillares Vertriebsnetz, um das nationale Gebiet abzudecken; momentan finden Sie unsere Produkte bei über 140 Vertriebspartnern.

Seit Mitte der 80er Jahre wuchs im Unternehmen zudem die Aufmerksamkeit für die Auslandsmärkte, allen voran die europäischen, bis wir schließlich den Punkt erreichten, einen Exklusivhändler in jedem Land zu haben.

Anfang 2007 wurde in England die erste europäische Filiale eröffnet.

Heute ist die Gesellschaft in den wichtigsten Industrienationen der Welt vertreten, wie den Vereinigten Staaten, Kanada, Australien, Singapur, Südkorea, der Türkei, Israel, Venezuela und auch in China, wo ein lokaler Händler für die Distribution zuständig ist, der über eine bedeutende Erfahrung im Bereich der Bewegung von Lasten mit Hilfe von Vakuum oder Sauggreifern im Allgemeinen verfügt.

DER KATALOG

Dieser Katalog dient nicht nur der Präsentation aller bis heute entworfenen und entwickelten Produkte, sondern auch als wertvolle technische Hilfe und Unterstützung für alle Planer, Konstrukteure und Instandhalter, die täglich Problemen im Bereich der industriellen Automatisierung gegenüberstehen. Das Vakuum kann ihnen neue Ideen bieten, neue Anregungen und alternative Lösungen, die dann die Basis für alle technologischen Innovationen bilden.

Für uns von Vuototecnica stellen die kontinuierliche Forschung und dieser Katalog nur ein Kapitel einer, wohl unendlichen, Geschichte dar.



Produktionsniederlassung Lecco

INHALTSANGABE

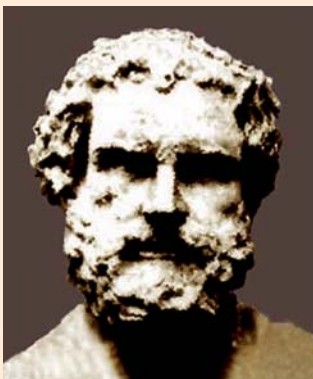
- 3 ZUR GESCHICHTE DES KONZEPTES DES VAKUUMS
- 8 DEFINITION, MASSEINHEIT UND KLASSIFIZIERUNG DES VAKUUMS
- 9 EINIGE ANWENDUNGSBEISPIELE DES INDUSTRIELLEN VAKUUMS
- 11 SAUGGREIFER - ALLGEMEINES
- 13 BERECHNUNG DER HUBKRÄFTE - BERECHNUNGSBEISPIELE
- 16 TECHNISCHE DATEN DER SAUGGREIFER IM KATALOG
- 16 SICHERHEITSKOEFFIZIENT
- 16 AUSWAHL DES DURCHMESSERS UND DER ANZAHL DER EINZUSETZENDEN SAUGGREIFER
- 17 AUSWAHL DES DURCHMESSERS DER BEI VERSCHIEDENEN VAKUUMGRADEN
EINZUSETZENDEN SAUGGREIFER
- 18 ANHEBEN MIT SAUGGREIFERN ÜBER DER DEM MEERESSPIEGEL
- 19 SONDERFÄLLE BEIM ANHEBEN
- 19 ENERGIEVERBRAUCH BEI VERSCHIEDENEN VAKUUMGRADEN
- 19 AUSWAHL DER FORM DER SAUGGREIFER
- 20 AUSWAHL DER MATERIALMISCHUNG DER SAUGGREIFER
- 21 HAUPTEIGENSCHAFTEN DER MATERIALMISCHUNGEN
- 24 ZUM BESTELLEN DER SAUGGREIFER-MATERIALIEN
- 24 AB LAGER VERFÜGBARE SAUGGREIFER
- 24 AUSWAHL DER SAUGGREIFERTRÄGER
- 24 AUSWAHL DER VAKUUMPUMPE ODER DES VAKUUMERZEUGERS
- 26 AUSWAHL DER RÜCKSCHLAGVENTILE, DER FILTER, DER LEITUNGEN, DER WEGEVENTILE
UND DER VERTEILER
- 26 SAUGGREIFER NACH DEM BERNOULLI-PRINZIP
- 27 TECHNISCHES MEMORANDUM
- 27 IP-SCHUTZKLASSEN DER UMMANTELUNGEN UND GEHÄUSE
- 28 UMRECHNUNGSFAKTOREN DER MASSEINHEITEN DES DRUCKS UND DER
DURCHFLUSSMENGE
- 29 UMRECHNUNGSTABELLE DER MASSEINHEITEN DES VAKUUMS

ZUR GESCHICHTE DES KONZEPTEDES DES VAKUUMS

Die Problematik der Existenz und der Definition des Konzeptes des Vakuums beschäftigt seit der Antike die Köpfe der brilliantesten Philosophen und Wissenschaftler der Welt.

ANTIQUES GRIECHENLAND

Das Universum nach Demokrit besteht aus ewigen und unveränderlichen Entitäten, die er Atome nennt (d.h. unteilbare). Um die natürlichen Prozesse und das Werden der Realität zu begründen, schrieb er den Atomen eine Bewegung zu und mit dieser die Leere, d.h. der Raum, innerhalb dessen die Bewegung stattfindet. Im Inneren des demokritischen Universums bewegt sich jedes Atom gleichmäßig und geradlinig, bis es mit anderen Atomen zusammenprallt.



Demokrit
(5. Jahrhundert v. Chr.)

Für Demokrit waren die primären Realitäten daher die Atome und die Leere.

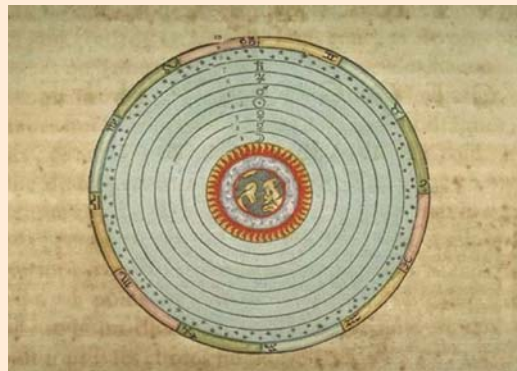
Eine Auffassung, die sich gänzlich von der aristotelischen Dynamik unterscheidet: für Aristoteles lag die Ursache der Bewegung der Körper nicht im Körper selbst, sondern in seiner Umwelt. Ein Geschoss setzt daher, nachdem es abgeschossen wurde, seine Bewegung fort, weil es von der Luft geschoben wird, die kontinuierlich in den leeren Raum stürzt, den das Geschoss beim Passieren hinterlässt. Ein Körper unterliege demnach während der Bewegung immer einer Kraft und seine Geschwindigkeit wäre direkt proportional zu dieser und umgekehrt proportional zum Widerstand der Umgebung.

Daraus würde folgen, dass der Widerstand in der Leere gleich null sei und die Geschwindigkeit des Körpers unendlich werden würde, d.h. der Körper wäre allgegenwärtig.

Daher rührt die aristotelische Überzeugung von der Unmöglichkeit des leeren Raumes: "Die Natur verabscheut das Leere".



Aristoteles
(384 - 322 v. Chr.)



Das Aristotelische Weltbild

HELLENISTISCHES ZEITALTER

Die alexandrinischen Mechaniker studierten den Nutzen der Komprimierbarkeit der Luft (Pneumatik von Phylon von Byzanz, 250 v. Chr.). Diese nahmen eine Zwischenposition zwischen den Befürwortern und den Kritikern der Theorie der Existenz eines leeren Raumes ein.

Für die Alexandrier gab es jedoch keinen leeren Raum von großem Umfang, sondern nur verstreut zwischen zwei Teilchen (die Römer nannten dies später *vacuum intermixtum*) und damit konnten sie leicht Eigenschaften der Luft wie Komplexität und Elastizität erklären.

MITTELALTER

Im 5. Jahrhundert kritisierte Johannes Philoponos die aristotelische Theorie über den leeren Raum und schaffte die Grundlagen für die Theorie, die im 8.-9. Jahrhundert als Impetustheorie wiederaufgenommen wurde.

Nach Philoponos bewegt sich ein Geschoss auf Grund der Wirkung einer "immateriellen kinetischen Kraft", die auf das Geschoss im Moment des Abschusses übertragen wird (Vorwegnahme dessen, das wir heute als Impuls bezeichnen) und der Widerstand der Umgebung ist auf eine einfache zusätzliche Komponente reduziert; es wurde so die Bewegung im leeren Raum möglich.

Um das 10.-11. Jahrhundert interessierte die Diskussion über den leeren Raum die Wissenschaftler und die arabischen Kommentatoren, die zur Entwicklung der Impetustheorie beitrugen. Insbesondere Avicenna nahm die Ideen von Johannes Philoponos wieder auf und fügte einen bedeutenden neuen Aspekt hinzu: Avicenna zu Folge wird die Kraft im leeren Raum, die beim Beginn der Bewegung übertragen wird, niemals aufgebraucht und die Bewegung setzt sich unendlich fort.

Der berühmte aristotelische Kommentator Averroës (12. Jahrhundert) setzte sich dieser Theorie entgegen. Er war der Meinung, dass die Erfahrung aller, dass die Bewegung immer durch eine Umgebung erfolgt und das sich Berufen auf eine hypothetische körperlose Kraft bedeuten würde, die Ursache der Dinge nicht in der Realität, sondern in einer abstrakten Scheinwelt zu suchen.

Ab der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts animierten die Diskussionen die arabische Welt, sie gingen erneut in den Westen und betrauten die bedeutendsten Wissenschaftler jener Epoche (von Albertus Magnus bis hin zu Thomas von Aquin). Die Vertiefung der Ideen von Philoponos und Avempace brachte schließlich die systematische Erarbeitung der Impetustheorie hervor, eine der bedeutendsten Früchte der sogenannten "Pariser Physikschule".

MODERNES ZEITALTER

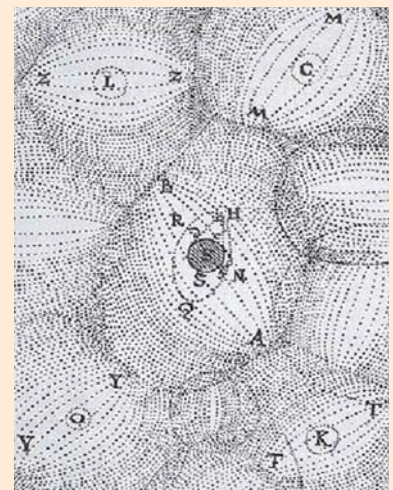
1644 veröffentlichte Descartes seine *Principia Philosophiae*, worin er u. a. die Inexistenz des leeren Raumes beschreibt.



René Descartes (1596 - 1650)



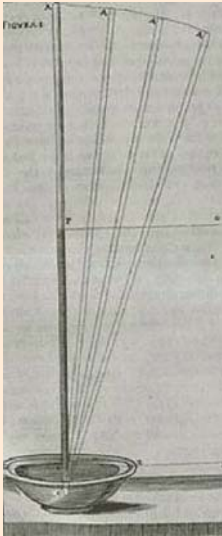
Portrait von Evangelista Torricelli
akademische Vorlesungen von Evangelista
Torricelli, Florenz (1715)



Die Cartesianischen Wirbel
R. Descartes, *Principia Philosophiae*
(1644)

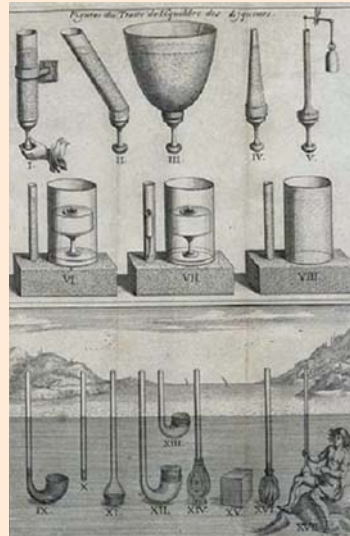
Die Tatsache, dass die Luft eine Masse hat und folglich der Erdanziehungskraft unterliegt, wurde im gleichen Jahr anerkannt, in dem der italienische Physiker und Schüler von Galilei Evangelista Torricelli (1608-1647) das berühmte Experiment mit dem Glasrohr voll Quecksilber durchführte, dessen offenes Ende in eine Schale ragt, die ebenfalls mit Quecksilber gefüllt ist. Bis zu dieser Zeit galt die aristotelische Theorie des "Horror Vacui" als richtig. Torricelli erahnte, dass die Kraft, die die Quecksilbersäule im Inneren des Glasrohres hielt, nicht dem "Horror Vacui" geschuldet war, sondern dem Gewicht der Luft, das auf dem Quecksilber in der darunterliegenden Schale lastete. Ebenso steigt das Wasser nicht deshalb, in das Rohr, aus dem die Luft abgesaugt wird, weil es den entstehenden leeren Raum ausfüllen muss, den die Natur verabscheut, sondern weil es von dem Druck der Luft geschoben wird, der auf das Wasser im Brunnen wirkt. Torricelli beschränkt sich jedoch nicht darauf, neue Hypothesen für die Erklärung des Phänomens vorzuschlagen, das er beobachtet hatte, sondern regte auch ein Experiment an, das seine Idee bestätigen oder widerlegen konnte. Das Experiment bestand im Messen der Höhe des Quecksilbers im Inneren des Glasrohres im hohen Gebirge.

Sollte es wahr sein, dass die Luft, die auf das Quecksilber in der Schale drückt, jenes im Glasrohr anhebt, so müsste mit abnehmendem Gewicht der darüber liegenden Luft auch der Stand des Quecksilbers im Glasrohr abnehmen.



“Eine Erfahrung, auf Grund derer Torricelli, der Entdecker, auf die Idee kam, dass das Quecksilber und jede andere Flüssigkeit im Vakuum auf einer bestimmten Höhe verbleibt, weil von außen der natürliche Luftdruck auf sie wirkt.“

Übersetztes Zitat aus: *Saggi di naturali esperienze fatte nell'Accademia del Cimento*, Firenze (1666)



Abbildungen zu den Auswirkungen des Luftdrucks
Blaise Pascal, *Traité de l'équilibre des liqueurs, et de la pesanteur de la masse de l'air*, Paris (1663)



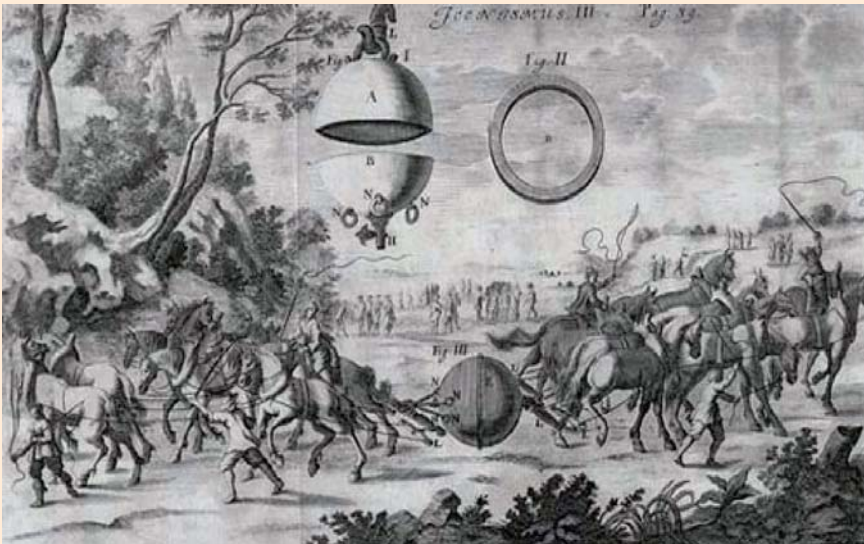
Blaise Pascal (1623 - 1662)

Das Experiment wurde zum ersten Mal im Jahr 1648 durch den französischen Mathematiker Blaise Pascal (1623 – 1662) nach der experimentellen Methode von Galilei durchgeführt und bestätigte die Vorhersage des italienischen Physikers. Im selben Jahr veröffentlichte Pascal eine Schrift zu diesem Thema, in der er die Erfahrung von Torricelli bestätigte; das Folgejahr legte die ersten Grundzüge des Gesetzes der Höhenmessung, das die Veränderung des Drucks mit der Höhe beschreibt, indem vorgeschlagen wurde, sie für die Messung der Höhe von Gebirgen zu nutzen.

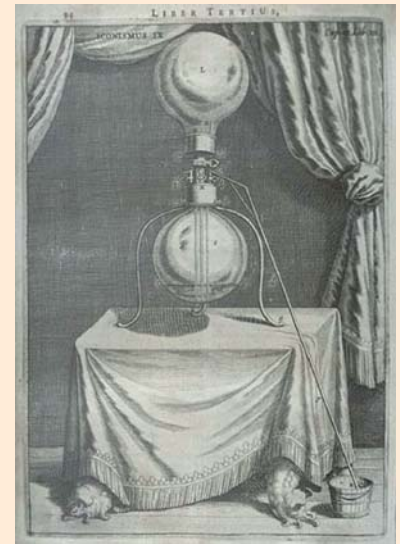
Um 1650 erfand Otto von Guericke (1602 – 1686) seine berühmte Vakuumpumpe und begann Europa mit seinen öffentlichen Experimenten zu erstaunen; er zelebrierte die Erfahrung der Magdeburger Halbkugeln (1654), bei der zwei Pferdegespanne nicht in der Lage waren, zwei aneinander gefügte Metallhalbkugeln zu trennen, in deren Innerem ein Vakuum erzeugt worden war.



Otto von Guericke (1602 - 1686)
Otto von Guericke, *Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburg De Vacuo Spatio*, Amsterdam (1672)



Erfahrung der Magdeburger Halbkugeln (1654)
 Gaspar Schött, *Mechanica hydraulico-pneumatica*, Würzburg (1657)



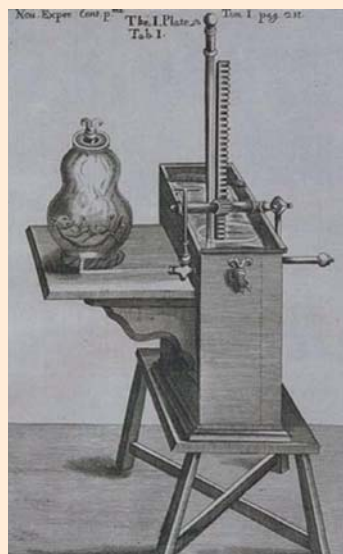
Pneumatikpumpe von Otto von Guericke
 Otto von Guericke, *Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica De Vacuo Spatio*, Amsterdam (1672)

In einem anderen Experiment, das im selben Jahr durchgeführt wurde, schafften es zwanzig Personen nicht, einen Kolben festzuhalten, der sich zurückzog, wenn er an eine Kammer angeschlossen war, in der ein Vakuum herrschte: es handelte sich um das erste Beispiel für einen Kolbenmotor. Robert Boyle (1627 – 1691) perfektionierte die Vakuumpumpe von Guericke und führte neue Experimente durch, die er in einer Schrift von 1660 beschreibt. Boyle zeigte als Erster, dass man tatsächlich nicht den Klang einer Glocke hört, die im Vakuum angeschlagen wird.



Robert Boyle (1627 - 1691)

Von ähnlicher Wirkung und ähnlichem Wert waren andere Erfahrungen, wie die des Rauches, der im Vakuum nicht nach oben steigt sondern fällt, oder die des Wassers, das im Vakuum schon bei Raumtemperatur kocht. Einige Jahre später bestimmte Boyle auf experimentellem Weg das Gesetz der Gase, das seinen Namen trägt und das besagt, dass der Druck idealer Gase bei isothermen Zustandsänderungen umgekehrt proportional zu deren Volumina ist.



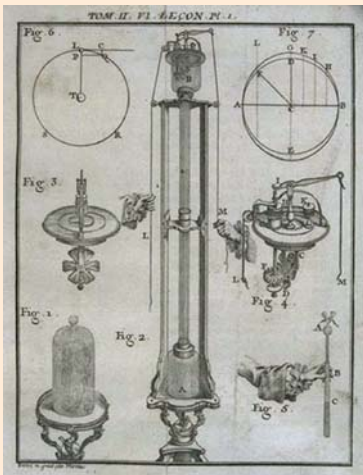
Die Pneumatikpumpe von Boyle bei der Arbeit
 Robert Boyle, *New experiments Physico-Mechanicall, Touching the spring of the Air and its Effect*, Oxford (1660)



Der Klang im Vakuum
 Robert Boyle, *New experiments Physico-Mechanicall, Touching the spring of the Air and its Effect*, Oxford (1660)



Robert Hooke (1635 - 1702)



Experimentierapparat für das Fallen von Körpern im Vakuum Jean Antoine Nollet, *Leçons de physique expérimentale*, Paris (1743 - 1748)

An der Vakuumpumpe arbeiteten unter anderem auch Christian Huygens und Robert Hooke (1635 - 1702).

In jenen Jahren wurden außerdem die Beobachtungen zu den Veränderungen des Luftdrucks weitergeführt: 1660 beobachtete von Guericke die Fluktuation in seinem großen Wasserbarometer und ein plötzlicher Abfall ließ ihn das Aufkommen eines Sturms vorhersehen.

1686 gelang es dem Astronomen Edmond Halley, eine zuverlässige Formel für die Bestimmung der Höhe basierend auf der Veränderung des Drucks aufzustellen.

1680 schlug Huygens vor, das Vakuum zu nutzen, um Energie aus dem Luftdruck zu gewinnen.

Denis Papin, der ihm bei seinen Experimenten assistiert hatte, entwickelte 1687 als Erster eine Maschine, die mit Hilfe von Dampf einen Kolben bewegen konnte.

Dank der Perfektionierung der Geräte zum mühelosen Erzeugen eines Vakuums wurde Ende des 17. Jahrhunderts ein ausgeklügelter Experimentierapparat gebaut, mit dem endlich gezeigt werden konnte, dass die Behauptung von Galileo (dass im Vakuum alle Körper die gleiche Beschleunigung erfahren, unabhängig von ihrem Material, Gewicht und Volumen) stimmte.

In einer Glasröhre, in der mit Hilfe einer Pumpe ein Vakuum erzeugt wurde, lies man gleichzeitig eine Feder und eine Goldmünze fallen: die beiden Körper erreichten, trotz ihres so unterschiedlichen Gewichtes, gemeinsam den Boden der Röhre.

1705 bestätigte der englische Physiker Francis Hawksbee die Entdeckung von Boyle, dass sich der Schall im Vakuum nicht ausbreitet und im Jahr 1709 entwickelte er die erste Vakuumpumpe mit zwei Kolben.

1738 veröffentlichte Daniel Bernoulli ein wichtiges Werk zur Hydrodynamik, das u.a. einige wesentliche Hypothesen hervorbringt, die später im 19. Jahrhundert in der sogenannten Kinetischen Gastheorie wiederaufgegriffen werden.

19. UND 20. JAHRHUNDERT

Die Entwicklung der physikalischen Wissenschaften führte zu einer strikten Definition der Gasgesetze. Der Bedarf an Apparaten für die Erzeugung (Vakuumpumpen) und das Messen (Vakuummeter) des Vakuums gab der Forschung im Bereich der Technik einen starken Impuls. Gegen Mitte des 19. Jahrhunderts konnte man dank neuer Pumpentypen hohe Vakuumgrade erhalten und zum Beispiel die Ionisationserscheinungen der Gase unter Bedingungen extremer Verdünnung studieren. Die Untersuchung von in der Vakuumröhre erzeugten Kathodenstrahlen schuf die Grundlagen für die Bestimmung der Beziehung zwischen Masse und Ladung von Elektronen. In denselben Jahren wurde die Kinetische Gastheorie aufgestellt. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden verschiedene Typen von Vakuummeter entwickelt, mit deren Hilfe Druck von bis zu 10^{-1} Pa gemessen werden konnte. 1909 wurde auch das erste Ionisations-Vakuummeter gebaut, das bis zu 10^{-6} Pa messen konnte. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden weitere Verbesserungen an den Ionisations-Vakuummeter vorgenommen und es war nun möglich, auch extreme Vakuumgrade zu messen, sogar über 10^{-12} Pa.



Experiment vom Typ nach Torricelli Gaspar Schott, *Technica curiosa, sive, Mirabilia artis*, Würzburg (1664)



Galileo Galilei (1564 - 1642)

DEFINITION, MASSEINHEIT UND KLASSIFIZIERUNG DES VAKUUMS IN DER ZEITGENÖSSISCHEN EPOCHE

Der Begriff "**Vakuum**" bezieht sich auf den physischen Zustand, der sich in einer Umgebung einstellt, in der der Gasdruck kleiner als der Luftdruck ist.

Da der Druck eine Kraft je Oberflächeneinheit darstellt, ist seine Maßeinheit Pascal (Symbol Pa), die für den Druck steht, den man erhält, wenn die Kraft eines Newton (Symbol N) auf eine Oberflächeneinheit wirkt, die in Quadratmetern gemessen wird (Symbol m^2).

Es ergibt sich also:

$$\text{Pascal} = \text{Newton/Meter}^2 \implies \text{Pa} = \text{N/m}^2$$

Pa wurde vom Internationalen Einheitensystem SI angenommen. In der Praxis werden aber auch alternative Maßeinheiten verwendet wie Millibar (mbar), was 100 Pa entspricht, und Torr oder mmHg, die 133,322 Pa entsprechen; bei der letzteren handelt es sich um eine Einheit, die nicht vom Internationalen Einheitensystem SI anerkannt ist; sie wird jedoch für die Messung des Blutdrucks toleriert.

VAKUUMGRADE

In Abhängigkeit des Drucks, der etwas oder viel geringer als der Luftdruck sein kann (d.h. 101325 Pa), können die auftretenden Erscheinungen sehr verschieden sein; so verschieden wie die Mittel, mit Hilfe derer man eben diesen Druck erzeugen und messen kann.

Normalerweise unterscheidet man, nach den jeweiligen Intervallen des subatmosphärischen Drucks, verschiedene Druckbereiche des Vakuums. Diese tragen jeweils einen spezifischen Namen, wie in der folgenden Tabelle angegeben:

- *Grobovakuum* (Rough vacuum, RV): 10^5 bis 10^2 Pa
- *Feinvakuum* (Medium vacuum, MV): 10^2 bis 10^{-1} Pa
- *Hochvakuum* (High vacuum, HV): 10^{-1} bis 10^{-5} Pa
- *Ultrahochvakuum* (Ultra-high vacuum, UHV): 10^{-5} bis 10^{-9} Pa
- *Extrem hohes Vakuum* (Extremely-high vacuum, EHV): $< 10^{-9}$ Pa

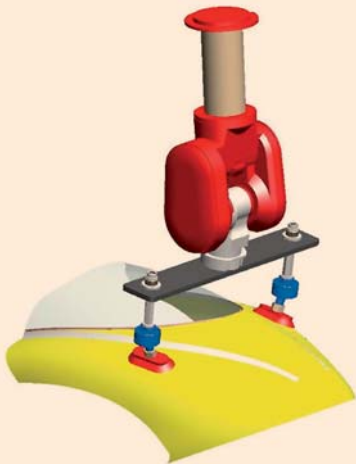
In der Industrie wird das Vakuum vereinfacht in drei Anwendungsbereiche eingeteilt, die vom geforderten Vakuumgrad abhängen.

- **Niedriges Vakuum:** Wird für gewöhnlich in all jenen Anwendungsbereichen eingesetzt, in denen ein hoher Luftstrom bei der Absaugung erforderlich ist. In diesem Bereich werden in der Regel elektromechanisch Pumpen vom Typ Laufradpumpe angewendet, wie Radialventilatoren, Seitenkanalverdichter, Flussgeneratoren und ähnliche. Der Siebdruck auf Gewebe ist zum Beispiel eine typische Anwendung, die einen niedrigen Vakuumgrad verlangt.
- **Industrielles Vakuum:** Unter dem Begriff "industrielles Vakuum" versteht man einen Vakuumgrad zwischen -20 und -99 KPa. In diesen Bereich fällt der größte Teil der Anwendungen. Das industrielle Vakuum wird hauptsächlich durch Drehschieber-, Flüssigkeitsring-, Kolben-, Kreiselkolben-Vakuumpumpen, etc. erzeugt, alle durch elektrische, Verbrennungs- oder hydraulische Motoren angetrieben, und Vakuumerzeuger, die auf dem Venturiprinzip basieren und von Druckluft versorgt werden. Das industrielle Vakuum wird von der Handhabung mit Sauggreifern zum Thermoformen, von Unterdruckspannsystemen bis hin zur Vakuumverpackung etc. verwendet.
- **Prozessvakuum:** Hierbei handelt es sich um einen Vakuumgrad über -99 KPa. Die wichtigsten Erzeuger für diesen Vakuumgrad sind die zweistufigen Drehschieberpumpen, Drehkolbenpumpe, Wälzkolbenpumpen, Turbomolekularpumpe, Diffusionspumpen, Kryopumpen, etc. Die häufigsten Anwendungen sind die Gefriertrocknung, die Metallisierung und die Vakuum-Wärmebehandlung; die wissenschaftlichen Anwendungen umfassen hingegen Spezialsimulationen.

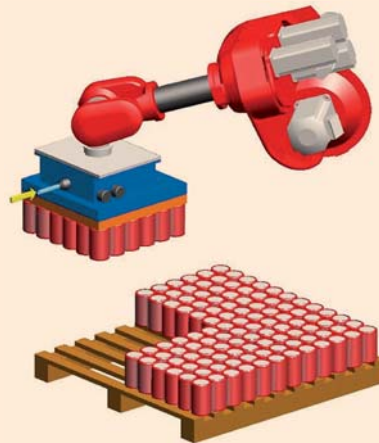
Das höchste Vakuumniveau, das je auf der Erde erreicht wurde, ist noch weit vom Wert des absoluten Vakuums entfernt- ein Wert, der rein theoretisch bleibt. Auch im All, und somit in einem Raum ohne Atmosphäre, ist immer noch eine minimale Anzahl an Atomen vorhanden.

Der Hauptanreiz für die Verbesserung der Vakuumtechnologien kommt aus Industrie und Forschung. Die praktischen Anwendungen sind zahlreich und erstrecken sich auf die unterschiedlichsten Sektoren: man nutzt das Vakuum in Kathodenstrahlröhren, Glühbirnen, Teilchenbeschleunigern, in der Metall-, Lebensmittel-, Raumfahrt-, Glas- und Keramikindustrie, in den Anlagen für die kontrollierte Kernfusion, in der Mikroelektronik und Industrierobotik, in der Wissenschaft der Oberflächen, in der Bewegung und Handhabung von Lasten mit Sauggreifern etc.

EINIGE ANWENDUNGSBEISPIELE DES INDUSTRIELLEN VAKUUMS - HEUTE



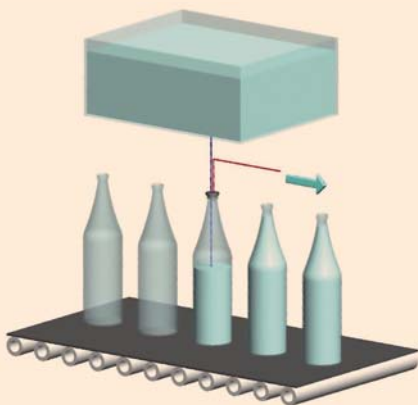
Handhabung mit Sauggreifern von Blech, Glas, Marmor, Holz, etc.



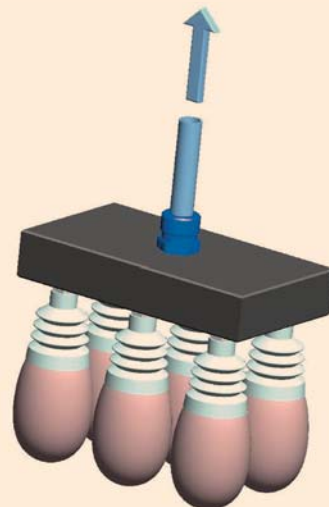
Vakuumgreifsystem OCTOPUS



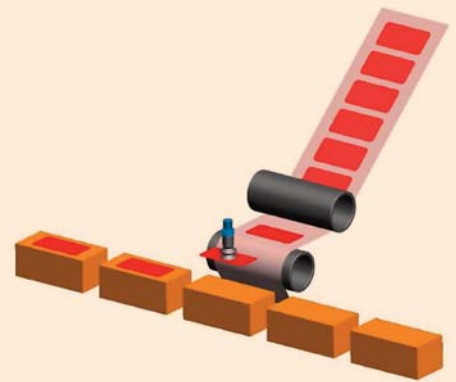
Umfüllung von Pulvern, Streugut, Flüssigkeiten, etc.



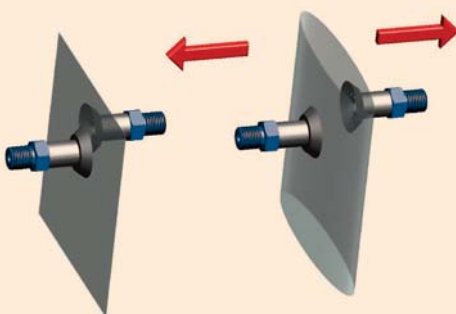
Befüllung mit konstantem Volumen



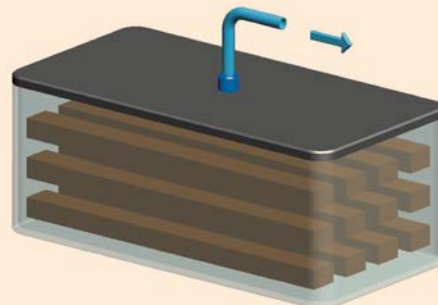
Handhabung von Eiern mit Sauggreifern



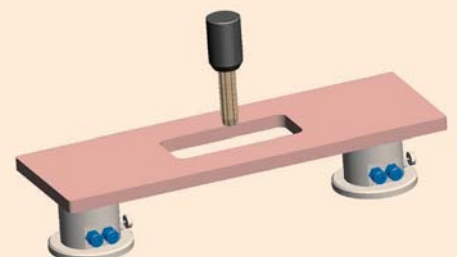
Etikettierung - Aufnahme mit Sauggreifern



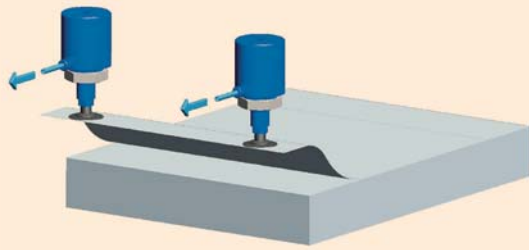
Öffnung von Säcken mit Sauggreifern in der Verpackungsbranche



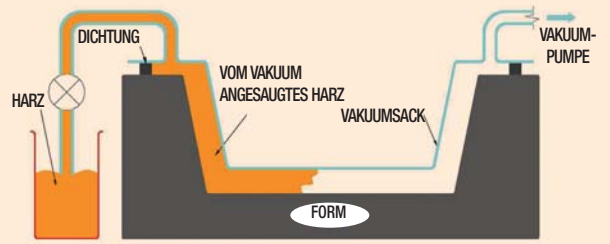
Vakuuminprägung



Unterdruckspannsysteme für Arbeitszentren



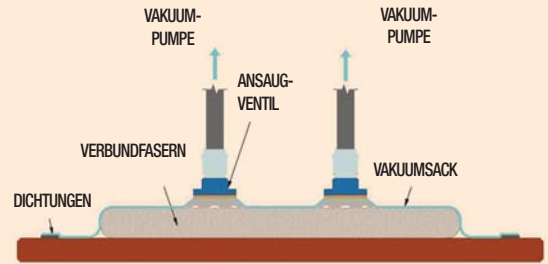
Vakuumbüchzylinder zum Vereinzeln von Papier



Vakuumbilden mit Harzinfusion



Vakuumpackung



Vakuumpressen



Druckereisektor

Der Bereich der Handhabung und des Spannens mit Hilfe des Vakuums ist mit Sicherheit der Sektor, der uns am vertrautesten ist und in dem wir in dreißig Jahren Aktivität die meiste Erfahrung gesammelt haben. Die Beschreibung der **Sauggreifer**, die unverzichtbare Instrumente in der Handhabung mit Hilfe des Vakuums darstellen, **Anmerkungen für die Planung**, Ratschläge für die **Auswahl der Pumpe und des passenden Zubehörs** sowie das **technische Memorandum** gestatten, selbst den in diesem Sektor weniger erfahrenen Planern, sichere Anlagen für die Bewegung von Gegenständen unter Nutzung des Vakuums zu dimensionieren.

SAUGGREIFER - ALLGEMEINES

Sauggreifer sind dort unverzichtbare Zubehörteile für das Vakuum, wo es notwendig ist, Erzeugnisse, Platten oder andere Gegenstände anzuheben, zu spannen oder zu bewegen, die mit traditionellen Greifsystemen schwer aufzunehmen sind, da sie über keinerlei Haltemöglichkeit verfügen, zerbrechlich oder leicht verformbar sind.

Eine korrekte Anwendung der Sauggreifer garantiert Einfachheit, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit; wesentliche Voraussetzungen für die perfekte Realisierung aller Automaten.

Eine kontinuierliche Forschung und ein waches Auge für die Problematiken unserer Kunden gestatten es uns, Sauggreifer anzubieten, die in der Lage sind, hohen und niedrigen Temperaturen, Verschleiß durch Abrieb, elektrostatischen Ladungen sowie chemischen Angriffen zu widerstehen; störende Flecken auf den Oberflächen zu vermeiden; die EWG-Richtlinien zur Sicherheit und die Lebensmittelvorschriften FDA, BGA, TSCA etc. zu respektieren.

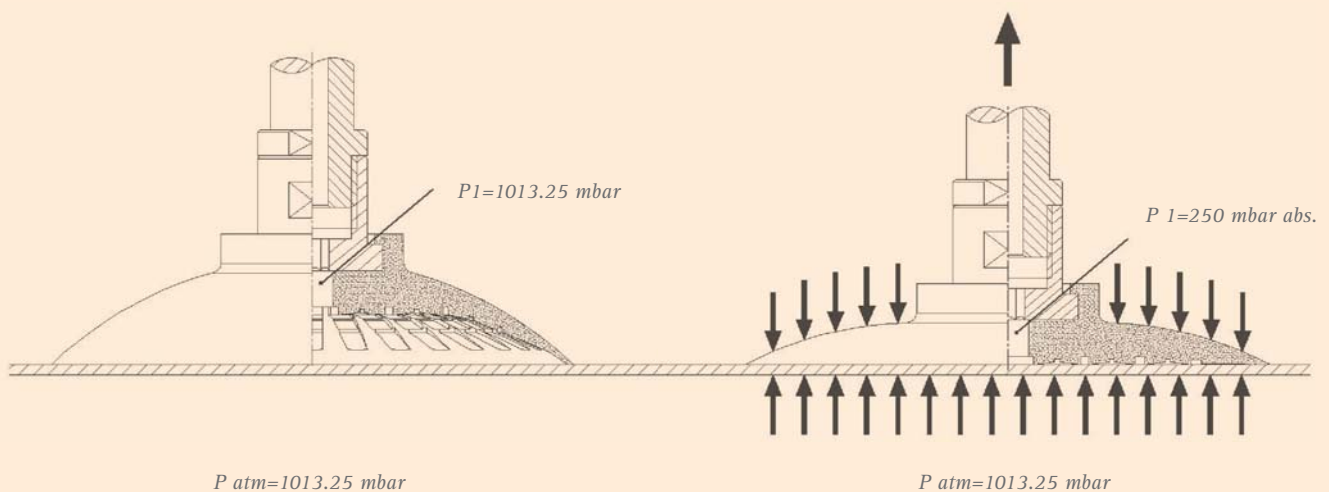
Um voll und ganz die technischen und physischen Eigenschaften der von uns eingesetzten Mischungen zu garantieren, werden alle von uns produzierten Sauggreifer vakuum-kompressionsgeformt und einer Behandlung gegen Alterung unterzogen, um ihre Charakteristika über die Zeit hinweg zu schützen.

Was auch immer ihre Form sein mag, sie sind alle unverwechselbar MARKIERT!

FUNKTIONSPRINZIP

Bildet sich im Inneren eines Sauggreifers ein Unterdruck, übt der umliegende Luftdruck eine solche Kraft auf den Sauger aus, dass dieser an der Oberfläche haftet, auf der er aufliegt.

Diese Kraft, die gleichmäßig und entgegengesetzt zwischen dem Sauggreifer und der äußeren Oberfläche des Gegenstandes auf der er aufliegt, wirkt, ist umso größer, je größer der erreichte Vakuumgrad in dessen Inneren ist.



$$\Delta P = P_{atm} - P_1$$

Wobei:

ΔP = Differenzdruck, ausgedrückt in mbar

P_{atm} = Luftdruck = 1013 mbar auf Meereshöhe

P_1 = absoluter erreichter Druck im Inneren des Sauggreifers, ausgedrückt in mbar

Aus der im **technischen Memorandum** eingefügten Tabelle mit den Faktoren für die Umrechnung der Maßeinheiten entnehmen wir, dass für die Umwandlung von mbar in Kg/cm^2 die folgende Formel angewandt werden muss:

$$\text{Kg/cm}^2 = \text{mbar} \times 1,02 \times 10^{-3}$$

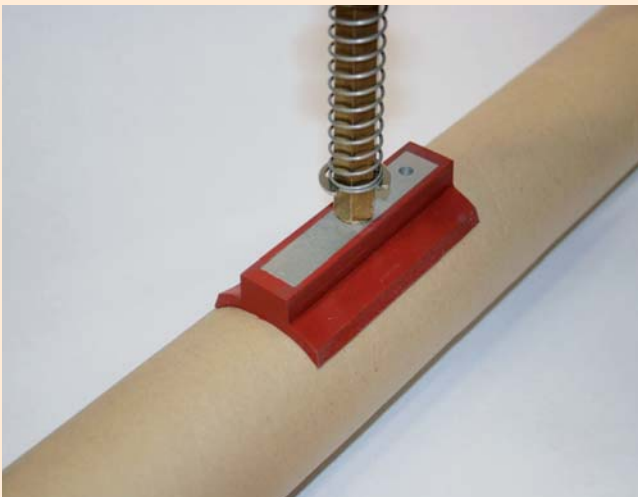
Möchten wir beispielsweise die Kraft berechnen, die der Luftdruck auf einen Sauggreifer ausübt, in dessen Inneren ein Vakuum von 250 mbar abs. (-75 KPa) herrscht, müssen wir wie folgt vorgehen:

$$\Delta P = P_{\text{atm}} - P_1 = 1013 - 250 = 763 \text{ mbar}$$

$$763 \text{ mbar} \times 1,02 \times 10^{-3} = 0,778 \text{ Kg/cm}^2$$

Aus den genannten Formeln lässt sich leicht ableiten, dass - bei gleichem ΔP - je größer die Greifoberfläche des Sauggreifers ist, umso größer auch die Kraft, die der Luftdruck auf diese ausübt.

Um den Sauggreifer von der Oberfläche lösen zu können, muss auf diesen eine Kraft ausgeübt werden, die genauso groß wie die Kraft des Luftdrucks ist und dieser entgegenwirkt: im Bereich der Bewegung oder des Spannsens mit Hilfe des Vakuums nutzt man einen Teil dieser Kraft; diesen enthält man, indem man die gesamte entgegengesetzte Kraft durch einen Sicherheitskoeffizienten teilt, der zwischen 2 und 4 variieren kann, je nach Zustand der zu greifenden Last.



BERECHNUNG DER HUBKRÄFTE - BERECHNUNGSBEISPIELE

Um einen Manipulator mit Sauggreifern korrekt dimensionieren zu können, muss man zunächst die Charakteristika der zu greifenden Last kennen:

- Umgebung und Umwelteinflüsse
- Maße und Form
- Masse
- Beschaffenheit der Greifoberfläche
- Durchlässigkeit

Nehmen wir zum Beispiel ein Stahlblech mit den folgenden Maßen:

- Länge 4,0 m
- Breite 1,8 m
- Dicke 3,0 mm

Die Formel für die Berechnung der Masse ist die folgende:

$$m = A \times B \times C \times \rho_s$$

Wobei:

m = Masse (kg)

A = Länge (m)

B = Breite (m)

C = Dicke (m)

ρ_s = Spezifisches Gewicht (für Stahl = 7860 Kg/m³)

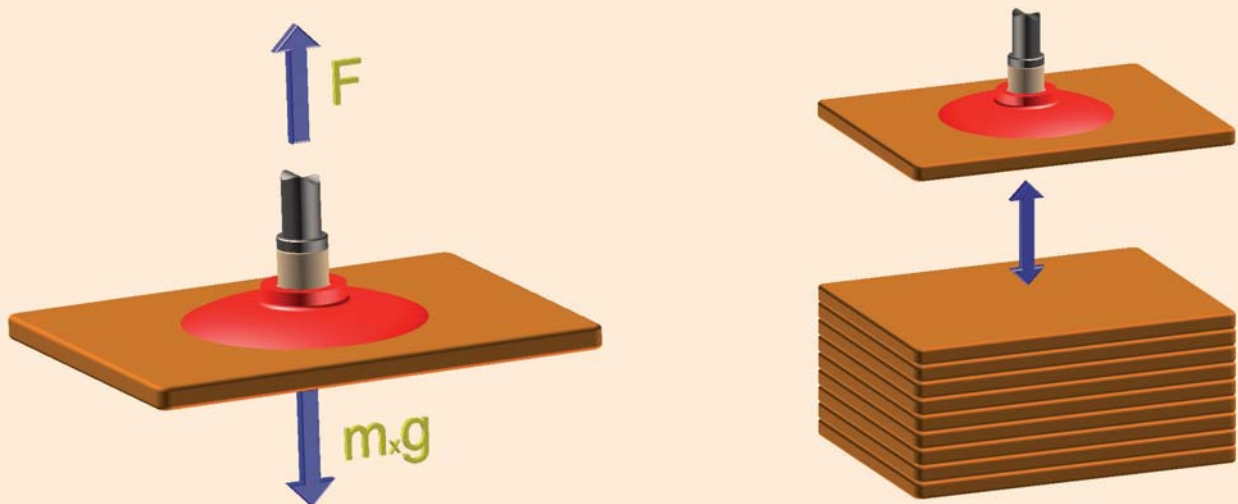
Es ergibt sich also:

$$m = 4 \times 1,8 \times 0,003 \times 7860 = 169,77 \text{ Kg}$$

Nachdem die Masse bestimmt wurde, berechnen wir die für deren Bewegung erforderliche Kraft der Sauggreifer. Dazu müssen die Bewegungsrichtung und die Position der Sauggreifer bezüglich der Last geschätzt werden, ohne dabei die Kräfte der Geschwindigkeitsab- und -zunahme, die auf die bewegte Last wirken, sowie die Reibung, die zwischen den Sauggreifern und den Greifoberflächen wirkt, zu vernachlässigen.

Die häufigsten Fälle sind:

1. Fall - Horizontale Sauggreifer, vertikale Kraft.



Die Sauggreifer liegen horizontal auf der anzuhebenden Last auf.

In diesem Fall berechnet sich die Kraft der Sauggreifer, die für die Bewegung unseres Stahlbleches erforderlich ist, nach der folgenden Formel:

$$F = m \times (g + a) \times \eta$$

Wobei:

F = Kraft der Sauggreifer (N)

m = Masse (Kg)

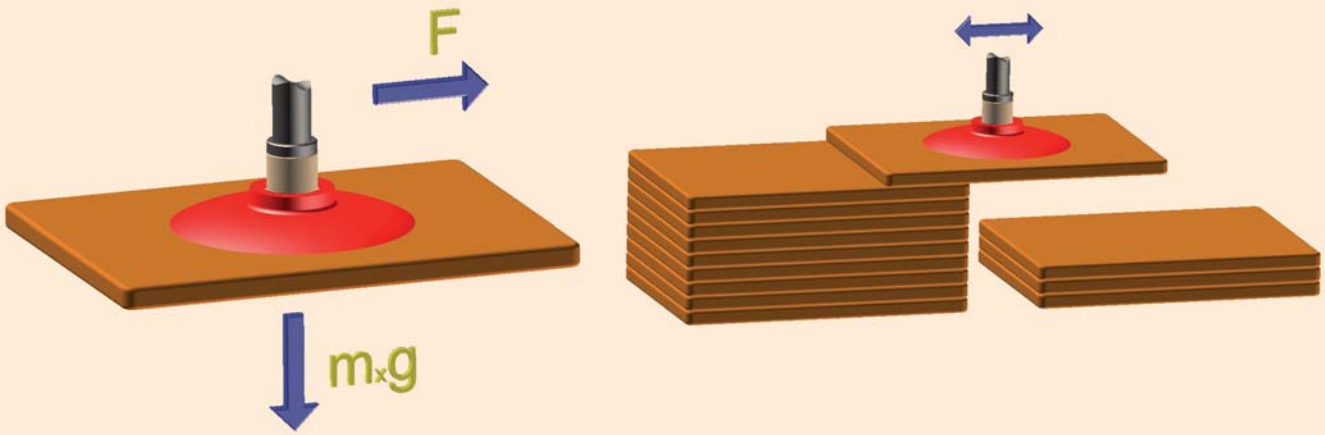
g = Erdbeschleunigungskraft (9,81 m/s²)

a = Beschleunigung oder Verzögerung (hier 5 m/s²)

η = Sicherheitskoeffizient (mindestens 2 für unser Beispiel; für Materialien mit rauen, unregelmäßigen und durchlässigen Oberflächen kann der Wert zwischen 2,5 und 3 liegen)

$$F = 169,77 \times (9,81 + 5) \times 2 = 5028,58 \text{ N}$$

2. Fall – Horizontale Sauggreifer, horizontale Kraft.



Die Sauggreifer liegen horizontal auf der seitlich zu bewegnenden Last auf.

In diesem zweiten Fall berechnet sich die für die seitliche Bewegung unseres Stahlblechs erforderliche Kraft der Sauggreifer mit der folgenden Formel:

$$F = m \times (g + a/\mu) \times \eta$$

Wobei:

F = Kraft der Sauggreifer (N)

m = Masse (Kg)

g = Erdbeschleunigungskraft (9,81 m/s²)

a = Beschleunigung oder Verzögerung (hier 5 m/s²)

μ = Reibungskoeffizient = 0,1 für geölte Oberflächen
= 0,2 ÷ 0,3 für nasse Oberflächen
= 0,5 für Holz, Glas, Metall und Marmor
= 0,6 für raue Oberflächen

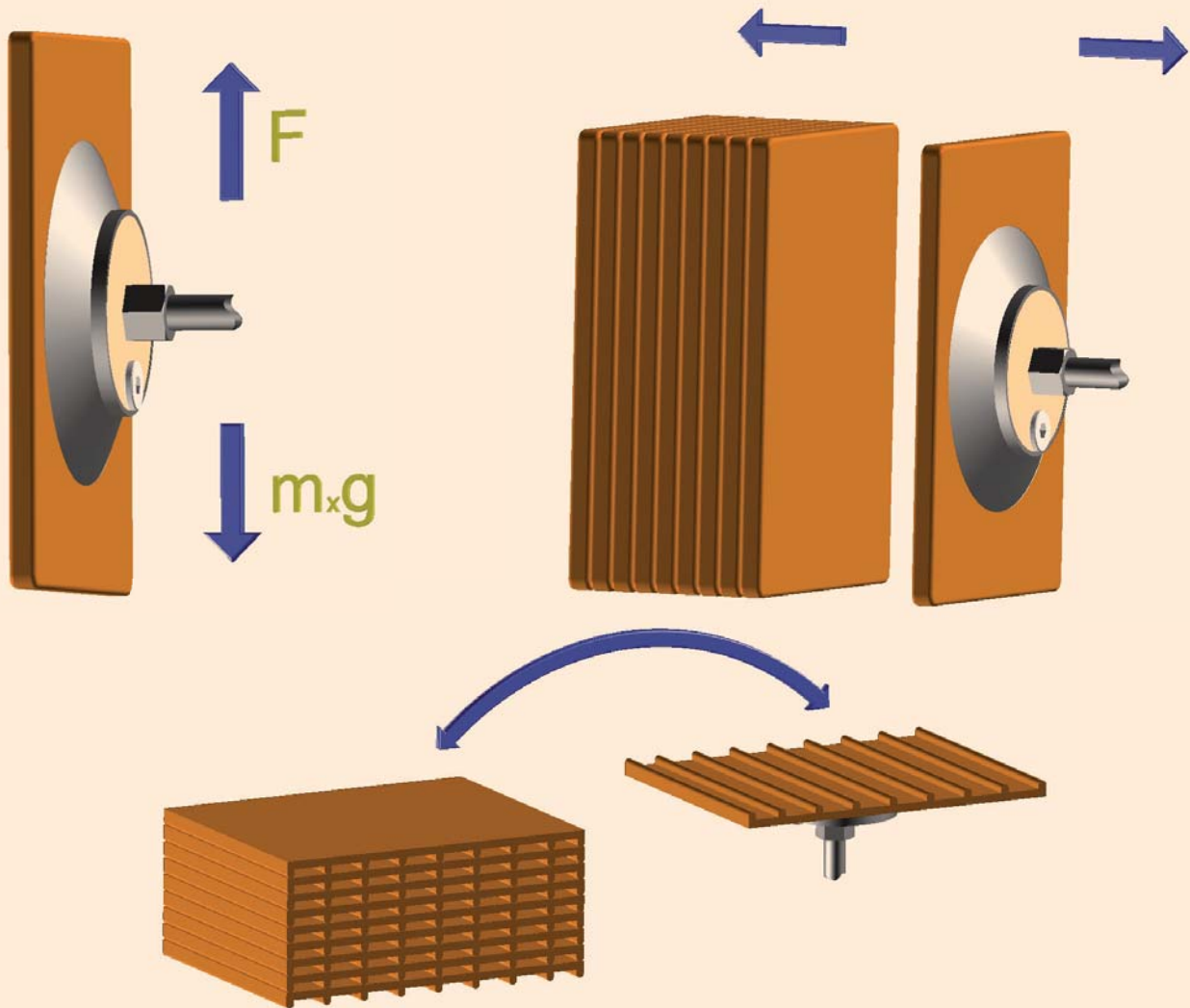
η = Sicherheitskoeffizient (mindestens 2 für unser Beispiel)

Beachte: Die angegebenen Reibungskoeffizienten sind Richtwerte; während der Planungsphase müssen die Werte entsprechend der Materialien der zu bewegnenden Lasten sorgfältig überprüft werden.

Geben wir die genannten Werte in die Formel ein, so erhalten wir:

$$F = 169,77 \times (9,81 + 5/0,5) \times 2 = 6726,28 \text{ N}$$

3. Fall – Vertikale Sauggreifer, vertikale Kraft.



Die Sauggreifer liegen vertikal auf der ebenfalls vertikal zu bewegenden Last auf.

In diesem dritten Fall berechnet sich die für die vertikale Bewegung unseres Stahlbleches benötigte Kraft der Sauggreifer nach der folgenden Formel:

$$F = (m/\mu) \times (g + a) \times \eta$$

Wobei:

F = Kraft der Sauggreifer (N)

m = Masse (Kg)

μ = Reibungskoeffizient (hier 0,5)

g = Erdanziehungskraft (9,81 m/s²)

a = Beschleunigung oder Verzögerung (hier 5 m/s²)

η = Sicherheitskoeffizient (2 für unser Beispiel)

Durch Einsetzen in unsere Formel erhalten wir:

$$F = (169,77/0,5) \times (9,81 + 5) \times 2 = 10057,17 \text{ N}$$

Wie man feststellen kann, ist die Kraft, die im dritten Beispiel verlangt wird, am größten. Wir empfehlen bei der Planung daher höchste Aufmerksamkeit für alle erforderlichen Faktoren.

TECNISCHE DATEN DER SAUGGREIFER IM KATALOG

Aus praktischen Gründen und um die Auswahl der Sauggreifer zu vereinfachen, wurden alle Werte der Hubkräfte, die in der Tabelle angegeben sind, in Kg angegeben und auf Basis der folgenden Formel berechnet:

$$F = \frac{S \times P}{\eta}$$

Wobei:

F = Hubkraft in Kg;

S = Greifoberfläche der Sauggreifer in cm^2 ;

P = durch den Luftdruck ausgeübte Kraft, in Abhängigkeit des Vakuumgrades, in Kg/cm^2 ;

η = Sicherheitskoeffizient.

SICHERHEITSKOEFFIZIENT

Unsere Sauggreifer wurden entwickelt, um theoretisch eine Last angehoben zu halten, die dreimal so groß ist wie der Wert, der in den Tabellen angegebenen ist.

Bei der Berechnung der angegebenen Werte wurde Folgendes berücksichtigt:

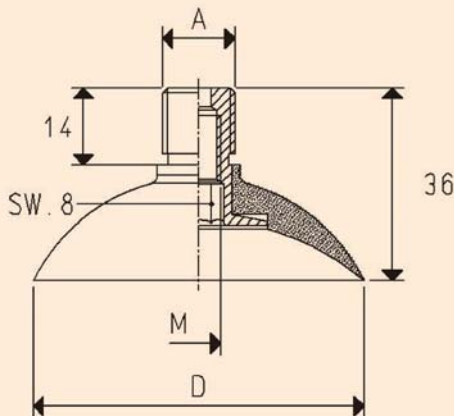
$P = 0,75 \text{ Kg/cm}^2$: Wert, der sich bei einem Vakuumgrad von circa 250 mbar abs. (-75 KPa) entwickelt.

$\eta = 3$: Sicherheitskoeffizient. Gültig, wenn die Greiffläche der Sauggreifer horizontal, die Oberfläche glatt und undurchlässig und die Beschleunigung oder Verzögerung der zu bewegenden Last kleiner als 10 m/s^2 ist.

Wenn wir zum Beispiel von einem Sauggreifer $\varnothing 60 \text{ mm}$ (Art. 08 60 10) ausgehen, beträgt die Greiffläche S $28,26 \text{ cm}^2$. Durch Einsetzen der Werte in unsere Formel erhalten wir:

$$F = \frac{28,26 \times 0,75}{3} = \text{Kg } 7,06$$

Es handelt sich dabei um den Wert, der in der Tabelle neben der Artikelnummer des Sauggreifers angegeben ist.



SAUGGREIFER MIT HALTERUNG

Art.	Kraft Kg	A Ø	D Ø	M Ø	Art. Sauggreifer	Art. Halterung	Gewicht g
08 60 10 *	7.06	G1/4"	60	M8	01 60 10	00 08 22	20.8
08 60 11 *	7.06	G1/8"	60	--	01 60 10	00 08 44	20.0

* Mit dem Code für die Mischung vervollständigen: A= ölfester Gummi; N= Paragummi; S= Silikon

AUSWAHL DES DURCHMESSERS UND DER ANZAHL DER EINZUSETZENDEN SAUGGREIFER BEI EINEM VAKUUMGRAD GRÖßER ALS -75 KPa

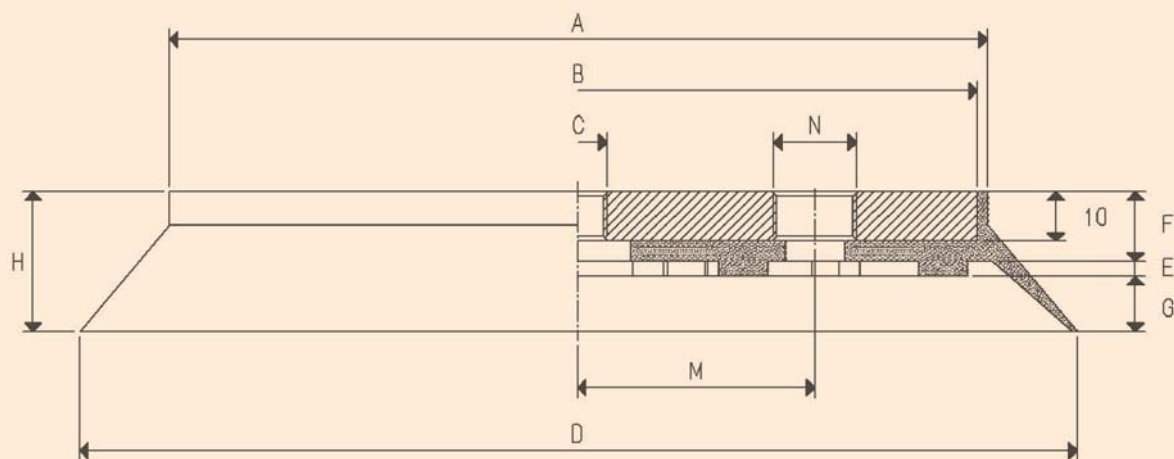
Wenn das Gewicht des zu bewegenden Gegenstandes bekannt ist, lassen sich die Anzahl und der Durchmesser der einzusetzenden Sauggreifer mit Hilfe der Tabellen bezüglich der Sauggreifer und nach Ermessen des Planers in Abhängigkeit der Anwendungsfunktion bestimmen.

Beispiel:

Nehmen wir an, wir müssen ein Ölfass mit einem Gewicht von Kg 140 mit nur einem Sauggreifer und einem verfügbaren Vakuumgrad von mehr als -75 KPa anheben.

Aus den Tabellen für die Sauggreifer geht hervor, dass jene mit $\varnothing 300 \text{ mm}$ (Art. 08 300 10) für unseren Fall geeignet sind, da ihre Hubkraft Kg176,6 beträgt und somit über dem geforderten Wert von Kg 140 liegt.

Handelt es sich bei der anzuhebenden Last hingegen um ein Stahlblech, dessen Gewicht ebenfalls Kg 140 beträgt, reicht es nicht aus, nur einen Sauggreifer einzusetzen, da sich das Blech sonst biegen würde. Es müssen also mindestens 4 Sauggreifer benutzt werden, besser noch 6, möchte man das Blech perfekt gespannt halten.



SAUGGREIFER MIT VULKANISIERTER HALTERUNG

Art.	Kraft Kg	A Ø	B Ø	C Ø	D Ø	E	F	G	H	M	N Ø	Material Halterung	Gewicht Kg
08 110 15 M8 *	23.7	74	70	M8	110	2	14	10	26	26.0	G1/4"	Stahl	0.35
08 110 15 *	23.7	74	70	M12	110	2	14	10	26	26.0	G1/4"	Stahl	0.33
08 150 15 *	45.0	115	110	M12	150	2	14	10	26	40.0	G3/8"	Stahl	0.83
08 200 10 *	78.5	164	160	M12	200	3	14	11	28	47.5	G3/8"	Stahl	1.75
08 250 10 *	122.6	214	210	M12	250	3	14	11	28	72.5	G3/8"	Stahl	3.00
08 300 10 *	176.6	266	260	M16	300	5	15	11	31	89.0	G1/2"	Stahl	4.70
08 350 10 *	240.4	316	310	M16	350	5	15	11	31	89.0	G1/2"	Stahl	6.60

* Mit dem Code für die Mischung vervollständigen: A= ölfester Gummi; N= Paragummi; S= Silikon

Für den Fall, dass wir 4 Sauggreifer einsetzen möchten, müssen diese die Größe Ø 150 mm (Art. 08 150 10, 08 150 36, 08 150 74, 08 150 15, etc.) haben; da jede einzelne von ihnen über eine Hubkraft von Kg 45 verfügt, können sie zusammen eine maximale Last von Kg 180 anheben.

Beim Einsatz von 6 Sauggreifern kann man deren Durchmesser hingegen auf 110 mm (Art. 08 110 10, 08 110 24, 08 110 58, 08 110 15, etc.) reduzieren; mit einer Hubkraft von je Kg 23,7 können sie zusammen eine maximale Last von Kg 142,2 anheben.

AUSWAHL DES DURCHMESSERS DER EINZUSETZENDEN SAUGGREIFER BEI DEN VERSCHIEDENEN VAKUUMGRADEN

Wenn sich die Vakuumwerte von dem für die Berechnung der Kräfte herangezogen unterscheiden, ist es möglich, den Durchmesser der Sauggreifer (und somit ihre Greifoberfläche) durch Lösen der folgenden Gleichung zu bestimmen:

$$D = 113 \times \sqrt{\frac{m \times \eta}{P \times n}}$$

Wobei:

D = Durchmesser des Sauggreifers in mm

m = Masse der anzuhebenden Last in Kg

P = Vakuumgrad in -KPa

η = Sicherheitskoeffizient, niemals kleiner als 2

n = Anzahl der einzusetzenden Sauggreifer

Nehmen wir das bereits beschriebene Beispiel des Stahlblechs von Kg 140 und gehen wir von dem Einsatz von 6 Sauggreifern mit einem Vakuumgrad von -60 KPa und einem Sicherheitskoeffizient von 3 aus, erhalten wir:

$$D = 113 \times \sqrt{\frac{140 \times 3}{60 \times 6}} = 122 \text{ mm}$$

Für die Lösung des Problems werden daher 6 Sauggreifer mit einem Durchmesser größer oder gleich 122 mm benötigt.

ANHEBEN MIT SAUGGREIFERN ÜBER DEM MEERESSPIEGEL

Mit zunehmender Höhe nimmt der Luftdruck gemäß den in der untenstehenden Tabelle genannten Werten ab. Das Vakuummeter ist für die Messung des Vakuumgrades normalerweise für den Luftdruck tarieren, der auf Meereshöhe herrscht, d.h. für 1013,25 mbar.

BAROMETRISCHER DRUCK			WERTE DES VAKUUMMETERS BEI 1013,25 mbar				
mmHg	mbar	Höhe m	-60 KPa	-75 KPa	-85 KPa	-90 KPa	-99 KPa
760	1013.25	0	60.0	75.0	85.0	90.0	99.0
750	999.9	111	58.7	73.7	83.7	88.7	97.7
740	986.6	200	57.3	72.3	82.3	87.3	96.3
730	973.3	275	56.0	71.0	81.0	86.0	95.0
720	959.9	467	54.7	69.7	79.7	84.7	93.7
710	946.6	545	53.3	68.3	78.3	83.3	92.3
700	933.3	655	52.0	67.0	77.0	82.0	91.0
690	919.9	778	50.7	65.7	75.7	80.7	89.7
671	894.6	1000	48.1	63.1	73.1	78.1	87.1
593	790.6	2000	37.7	52.7	62.7	67.7	76.7

Nimmt man die zuvor beschriebene Formel her:

$$\Delta P = P_{atm} - P_1$$

und setzt man für den Vakuumgrad, der im Inneren des Sauggreifers herrscht, 250 mbar abs. (-75 KPa) ein, ergibt sich für die vom Luftdruck auf den Sauggreifer ausgeübte Kraft bei einer Höhe von 1000 Metern über dem Meeresspiegel:

$$\Delta P = 894,6 - 250 = 644,6 \text{ mbar}$$

gleich:

$$644,6 \text{ mbar} \times 1,02 \times 10^{-3} = 0,657 \text{ Kg/cm}^2$$

Wir stellen fest: hatten wir auf Meereshöhe unter ansonsten gleichen Bedingungen eine Kraft von 0,778 Kg/cm² zur Verfügung, sind es bei 1000 Metern Höhe nur noch 0,657 Kg/cm²; dies bestätigt, dass mit abnehmendem Luftdruck auch die verfügbare Kraft zurückgeht.

Daher muss bei der Planung auch stets die Höhe des Ortes berücksichtigt werden, an dem das Hubsystem mit Sauggreifern installiert werden soll.

SONDERFÄLLE BEIM ANHEBEN

In allen Fällen, in denen:

- Die Greiffläche der Sauggreifer vertikal ist;
- Die Beschleunigung und Verzögerung der zu bewegenden Last größer als 10 m/s^2 ist;
- Die Greiffläche sehr rau oder unregelmäßig ist;
- Die zu haltende Last durchlässig ist;

muss der Wert des Sicherheitskoeffizienten in Abhängigkeit all dieser Fälle erhöht werden.

Unsere Techniker stehen Ihnen für die Bestimmung des Koeffizienten gern zur Verfügung.

ENERGIEBEDARF BEI VERSCHIEDENEN VAKUUMGRADEN

In den vorangegangenen Kapiteln haben wir die Beziehung zwischen dem Vakuumgrad und der Kraft des Luftdrucks erkannt: je höher der erreichte Vakuumgrad im Inneren eines Sauggreifers ist, der auf einer Oberfläche aufliegt, desto stärker wirkt der umliegende Luftdruck auf diesen.

Die Hubkraft ist direkt proportional zur Greifoberfläche und zum Vakuumgrad.

Erhöht sich der Vakuumgrad beispielsweise von 60% auf 90%, haben wir 1,5 Mal soviel Hubkraft zur Verfügung und benötigen, gemäß dem Boyle'schen Gesetz, sogar 10 Mal soviel Energie. Für einen niedrigeren Energieverbrauch sollte also der Vakuumgrad verringert und, wenn möglich, die Greifoberfläche der Sauggreifer erhöht werden.

AUSWAHL DER FORM DER SAUGGREIFER

Die Sauggreifer sind in verschiedenen Formen erhältlich, die die unterschiedlichsten Anforderungen erfüllen können, auf die man während der Planung von Systemen für die Bewegung und Handhabung von Gegenständen und Lasten aller erdenklichen Formen trifft.

Die Auswahl der Sauggreifer muss auf Grundlage ihrer Charakteristika getroffen werden, die hier im Folgenden aufgelistet:

Flachsauggreifer (ohne Abstützrippen)



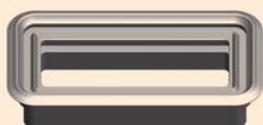
Die am weitesten verbreiteten Sauggreifer. Sie werden in allen Industriebereichen für die Handhabung von Kunststoffgegenständen, Kartons, Holzplatten, dünnen Metall- oder Glasplatten etc. von sehr beschränktem Gewicht eingesetzt. Die Oberfläche kann auch rau und unregelmäßig sein. Sie sind mit verschiedenen Durchmessern ab 4 mm und bis zu 100 mm erhältlich. Nicht empfehlenswert für die vertikale Bewegung schwerer Gegenstände.

Faltenbalgsauggreifer



Die besondere Form der Faltenbalgsauggreifer bewirkt, dass sich dieser bei Kontakt mit der Oberfläche der zu greifenden Last, bei Vorhandensein eines Vakuums, schnell zusammenrollt und die Last um einige Zentimeter anhebt, unabhängig von den Bewegungen der Automatik. Diese schnelle Bewegung verhindert, dass die darunter stehende Last an der angehobenen hängen bleibt. Auf Grund ihrer Charakteristika sind die Faltenbalgsauggreifer immer dann empfehlenswert, wenn Blätter aus Papier oder Pappe, dünne Bleche, Holzpaneele, Glasplatten etc. angehoben oder bewegt werden müssen. Wegen ihrer hohen Flexibilität können sie auch eingesetzt werden, um Unebenheiten auszugleichen oder für geneigte Oberflächen. Nicht geeignet für die vertikale Bewegung großer Lasten.

Ebene, runde und rechteckige Sauggreifer



Diese Sauggreifer sind für die vertikale oder horizontale Bewegung großer Lasten geeignet, wie Bleche von großer Dicke, Marmor- oder Granitplatten, Glas, etc.

Sauggreifer aus Schaumgummi



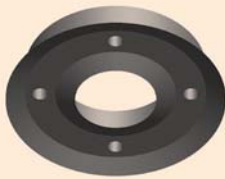
Diese Sauggreifer gestatten die Bewegung und Aufnahme von Lasten mit unbearbeiteten oder sehr rauen Oberflächen, wie gesägter oder geflammter Marmor, rutschfeste Tränen- und Trapezbleche, gewellte Plexiglasplatten, Erzeugnisse aus Rohzement, Gartenfliesen oder Waschbetonplatten etc.

Sauggreifer MaxiGrip



Sauggreifer mit erhöhtem Reibungskoeffizient, einsetzbar für die Bewegung von geölten Blechen, Marmor oder nassem Glas sowie Platten und Lasten allgemein, die während der Bewegung erhöhten Beschleunigungen und Abbremsmomenten unterliegen. Besonders empfehlenswert für den AUTOMOTIVE-Sektor. Erhältlich in verschiedenen Größen und als Flach- oder Faltenbalgsauggreifer jeweils in den Formen rund und oval.

Kreisringförmige Sauggreifer



Die kreisringförmigen Sauggreifer entstanden aus der Anforderung, Gegenstände mit zentraler Öffnung anheben zu müssen. Dank ihres besonders dünnen Randes können sie auch Gegenstände mit sehr rauer Oberfläche anheben, wie Schleifscheiben für Flexmaschinen. Sie sind natürlich auch für CDs, Lochplatten, Zahnräder, Riemenscheiben und ähnliche Gegenstände geeignet.

Flache ovale Sauggreifer



Integriert in die Arbeitsflächen z. B. von Kartonformatiermaschinen haben sie die Aufgabe, eine Seite des Kartons festzuhalten, während dieser mit Hilfe von traditionellen Flachsauggreifern geformt wird. Mit Halterung können sie hingegen für die Handhabung von Kartons, Kunststoffobjekten und vielen anderen Gegenständen mit begrenzten Greifflächen benutzt werden.

Spezialsauggreifer



Diese Sauggreifer wurden entwickelt und realisiert, um die unzähligen Greif- und Handhabungsproblematiken zu lösen, auf die wir in mehr als dreißig Jahren Aktivität gestoßen sind; sie unterscheiden sich von allen anderen Sauggreifern durch ihre Formenvielfalt. Sie sind geeignet für das Greifen von CDs, Etiketten, Tüten, Pralinen, Keksen, Papierblättern, kleinen Figuren, Kartons, Fliesen, Metallzeigern, Kunststoffobjekten etc.

Weitere Informationen finden Sie auf den jeweiligen Katalogseiten.

AUSWAHL DER MATERIALMISCHUNGEN DER SAUGGREIFER

Die Auswahl der Mischungen der Sauggreifer lässt sich, je nach Anwendung, mit Hilfe der technischen Tabellen und nach sorgfältiger Schätzung der folgenden Aspekte treffen:

- das Gewicht und die Maße der Last;
- die Intensität und Schwere der Arbeitszyklen;
- die Rauheit und Temperatur der Oberflächen der anzuhebenden Last;
- das Vorhandensein von Ölen, Lösungsmitteln, chemischen Stoffen oder anderen ätzenden Elementen auf der Greifoberfläche;
- ob sich der Arbeitsbereich in einem überdachten Raum oder im Freien befindet und Witterungsbedingungen, hohen oder niedrigen Temperaturen ausgesetzt ist;
- ob es sich bei dem zu bewegenden Produkt um ein Lebensmittel handelt, weswegen die Sauggreifer bestimmte Normen einhalten müssen;
- ob die Sauggreifer auf der Greifoberfläche auf keinen Fall Flecken oder Abdrücke zurücklassen dürfen;
- ob es notwendig ist, elektrostatische Ladungen von der Greifoberfläche zu entfernen.

HAUPTEIGENSCHAFTEN DER MATERIALMISCHUNGEN

HANDELS- BEZEICHNUNG	INTERN. ABK.	ABK. VT	POSITIVE EIGENSCHAFTEN	NEGATIVE EIGENSCHAFTEN	FARBE	BETRIEBS- TEMPERATUR	HÄRTE	CHEMISCHE WIDERSTANDS- FÄHIGKEIT	LEBENSMITTEL- VORSCHRIFTEN	EINSATZ
ÖLFESTER ODER NITRIL- KAUTSCHUK	NBR	A	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen Öl, Hitze und Alterung. Niedrige permanente Verformung und Gasdurchlässigkeit.	Begrenzte Wider- standsfähigkeit gegen Ozon (unbehandelt). Schwache dielekt. Eigenschaft. Geringe Kerbschlagfestigkeit.	Schwarz	-40 bis + 130°C	60 ÷ 70° Sh.A	Widerstands- fähigkeit gegen Mineralöle, Kohlen- wasserstoffe, Wasser, Dampf, Gas und Pflanzenöle.	Auf Anfrage können atoxische Sauggreifer hergestellt werden.	Die ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften dieser Mischung gestatten den Sauggreifern auch schwere Arbeiten wie Zerrungen, Queisungen, Stöße etc. auszuhalten. Sie sind für das Aufnehmen von Metallplatten, Glas und anderen Lasten mit glatter Oberfläche geeignet.
GUMMI BENZ	XXXX	B	Ausgezeichnete Wider- standsfähigkeit gegen Verschleiß, Alterung, chlorhaltige Öle, Fette und Benzin. Niedrige permanente Verformung. Hinterlässt keine Abdrücke auf den Greifoberflächen der Sauggreifer.	Schwache dielektrische Eigenschaft. Geringe Kerbschlagfestigkeit.	Schwarz Rot	-40 bis + 170°C	60 ÷ 75° Sh.A	Widerstands- fähigkeit gegen chlorhaltige Mineralöle, Kohlen- wasserstoffe, Wasser, Dampf, Gas und Pflanzenöle	Nicht geeignet für die Herstellung von atoxischen Sauggreifern.	Die mit dieser Mischung produzierten Sauggreifer sind in der Lage schwere Arbeiten wie Zerrungen, Queisungen, Stöße etc. auszuhalten; sie sind für das Aufnehmen von Metallplatten, Glas und anderen Lasten mit glatter Oberfläche geeignet. Besonders empfehlenswert für den AUTOMOTIVE-Sektor.
GUMMI SCHMUTZ- ABWEISEND BIOND	XXXX	BA	Biond-Mischung mit guter elastischer Leistung und Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiß, Schnitte und Risse. Hinterlässt keine Abdrücke auf den Greifoberflächen.	Schwache Widerstands- fähigkeit gegen Öle und Hitze.	Grau	-30 bis + 80°C	45 ÷ 60° Sh.A	Mäßige Widerstands- fähigkeit gegen Meerwasser, Säuren und Alkali mittlerer Konzentration.	Auf Anfrage können atoxische Sauggreifer hergestellt werden.	Die mit dieser Mischung hergestellten Sauggreifer sind für das Aufnehmen von Marmor, Holz, Glas, Blechen, etc. geeignet, ohne dabei Flecken oder Abdrücke auf der Greifoberfläche zu hinterlassen.
ANTI- STATISCHER NITRIL- KAUTSCHUK	NBR-AS	AS	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen Öle, Hitze und Alterung. Niedrige permanente Verformung. Sehr leitfähige und antistatische Mischung.	Begrenzte Widerstands- fähigkeit gegen Ozon (unbehandelt). Niedrige Kerbschlagfestigkeit.	Schwarz	-40 bis + 130°C	60 ÷ 70° Sh.A	Ausgezeichnete Widerstands- fähigkeit gegen Mineralöle, Kohlen- wasserstoffe, Wasser, Dampf, Gas und Pflanzenöle.	Nicht geeignet für die Herstellung von atoxischen Sauggreifern.	Neben dem normalen Einsatz der Mischung NBR, können die mit dieser Mischung hergestellten Sauggreifer überall dort eingesetzt werden, wo es notwendig ist, elektrostatische Ladung zu entfernen, die sich auf der Greifoberfläche angesammelt haben.
PARAGUMMI	NR	N	Ausgezeichnete elastische Leistung und Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiß, Schnitte und Risse. Außergewöhnliche Bruchdehnung.	Schwache Widerstands- fähigkeit gegen Öle und Hitze.	Schwarz	-70 bis + 80°C	45 ÷ 50° Sh.A	Mäßige Widerstands- fähigkeit gegen Meerwasser, Säuren mittlerer Konzentration.	Auf Anfrage können atoxische Sauggreifer hergestellt werden.	Die Flexibilität der Mischung gestattet es den Sauggreifer, auch auf rauen und unregelmäßigen Flächen zu greifen. Sie eignen sich für Holz, Karton, Marmor, Ziegel, Glas und Kunststoff.

HANDELS- BEZEICHNUNG	INTERN. ABK.	ABK. VT	POSITIVE EIGENSCHAFTEN	NEGATIVE EIGENSCHAFTEN	FARBE	BETRIEBS- TEMPERATUR	HÄRTE	CHEMISCHE WIDERSTANDS- FÄHIGKEIT	LEBENSMITTEL- VORSCHRIFTEN	EINSATZ
NATUR- GUMMI	NR	NG	Dieselbe Mischung wie oben beschrieben, unbehandelt	Schwache Widerstandsfähigkeit gegen Alterung, Öle und Hitze.	Beige	-50 bis + 70°C	40 ÷ 45° Sh.A	Wie die oben beschriebene Mischung NR.	Auf Anfrage können atoxische Sauggreifer hergestellt werden.	Die hohe Elastizität der Mischung gestattet es den Sauggreifern, auch sehr raue und unregelmäßige Oberflächen zu greifen. Die mit dieser Mischung hergestellten Sauggreifer sind für das Aufnehmen von Karton, Plastik, Verpackungsfolien etc. geeignet.
SCHAUM- GUMMI GERANIO	NR	OF	Ausgezeichnete elastische Leistung und Rissfestigkeit. Außergewöhnliche Reißdehnung.	Schwache Widerstandsfähigkeit gegen Alterung, Öle und Hitze.	Orange	-40 bis + 80°C	25 ÷ 30° Sh.A	Mäßige Widerstandsfähigkeit gegen Meerwasser, Säuren und Alkali mittlerer Konzentration.	Nicht geeignet für die Herstellung von atoxischen Sauggreifern.	Die Weichheit des Schaumgummis gestattet die Herstellung von Sauggreifern für das Aufnehmen von Ladungen mit un bearbeiteten oder sehr rauhen Oberflächen.
SILIKON	VMQ	S	Ausgezeichnetes Verhalten bei hohen und niedrigen Temperaturen. Leitfähige Mischung.	Bescheidene mechanische Eigenschaften. Kann Abdrücke auf den Greifflächen hinterlassen.	Neutral Weiß Rot	-50 bis +300°C	40 ÷ 45° Sh.A	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen chlorierte Substanzen, Lösungsmittel, Ozon, Sauerstoff und UV-Strahlen.	Es ist möglich Sauggreifer gemäß den Lebensmittelvorschriften FDA, BGA, TSCA etc. herzustellen.	Die Sauggreifer aus Silikon werden in der Lebensmittel- und Elektronikindustrie, für Verpackungen und fast überall dort eingesetzt, wo die Kontaktfläche sehr hohe oder sehr niedrige Temperaturen aufweist.
SILIKON ANTISTATISCH	VMQ-AS	SAS	Ausgezeichnetes Verhalten bei hohen und niedrigen Temperaturen. Sehr leitfähige und antistatische Mischung.	Bescheidene mechanische Eigenschaften. Kann Abdrücke auf den Greifflächen hinterlassen.	Neutral Weiß	-50 bis + 200°C	40 ÷ 45° Sh.A	Wie die Silikonmischung VMQ.	Nicht geeignet für die Herstellung von atoxischen Sauggreifern.	Die Sauggreifer aus Silikon werden in der Elektronik- und Tonaufzeichnungsindustrie eingesetzt, sowie überall dort, wo es notwendig ist, elektrostatische Ladungen von der Greifoberfläche zu entfernen.
SILIKON STABILISIERT	VMQ-SS	SS	Ausgezeichnetes Verhalten bei hohen und niedrigen Temperaturen. Leitfähige Mischung und schmutzabweisend. Hinterlässt keine Abdrücke auf den Greifoberflächen.	Bescheidene mechanische Eigenschaften.	Neutral Weiß	-50 bis + 300°C	40 ÷ 45° Sh.A	Wie die Silikonmischung VMQ.	Es ist möglich Sauggreifer für den Lebensmittelbereich herzustellen.	Die Sauggreifer aus stabilisiertem Silikon finden breite Anwendung in der Keramikindustrie und überall dort, wo sie nicht nur hohen Temperaturen widerstehen müssen, sondern auch keine Flecken oder Abdrücke auf den Greifoberflächen hinterlassen dürfen.
SILIKON MAGNETISCH	XXXX	SMG	Ausgezeichnetes Verhalten bei hohen und niedrigen Temperaturen. Leitfähige Mischung, enthält Ferritpulver, daher magnetisch erkennbar.	Bescheidene mechanische Eigenschaften. Wenn nicht stabilisiert, kann es Abdrücke auf den Greifoberflächen hinterlassen.	Rötlich	-50 bis + 275°C	45 ÷ 50° Sh.A	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen chlorierte Substanzen, Lösungsmittel, Ozon, Sauerstoff und UV-Strahlen	Die Präsenz von Ferrit in der Silikonmischung lässt nicht die Zertifizierung gem. den Lebensmittelnormen FDA, BGA, TSCA, etc. zu.	Die Sauggreifer aus magnetischem Silikon werden in der Lebensmittelindustrie eingesetzt und können, im Fall von Beschädigungen oder bei verschieblichen Lösen, leicht durch die Metalldetektoren für die Lebensmittelsicherheit gefunden werden.

HANDELS- BEZEICHNUNG	INTERN. ABK.	ABK. VT	POSITIVE EIGENSCHAFTEN	NEGATIVE EIGENSCHAFTEN	FARBE	BETRIEBS- TEMPERATUR	HÄRTE	CHEMISCHE WIDERSTANDS- FÄHIGKEIT	LEBENSMITTEL- VORSCHRIFTEN	EINSATZ
VITON®	FKM	V	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen chemische Angriffe, Schmiermittel und Hitze. Gutes Verhalten bei Kompression und gute elastischen Leistung. Hinterlässt keine Abdrücke.	Schwache Widerstands- fähigkeit gegen Alkali und Ketone.	Grün Braun	-20 bis + 300°C	50 ÷ 60° Sh.A	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen Sonnenlicht, Flammen und hohe Temperaturen; gegen aromatische und aliphatische Kohlenwasserstoffe; gegen aggressive Chemikalien und chlorierte Lösungsmittel.	Nicht geeignet für die Herstellung von atoxischen Sauggreifern.	Mit dieser Mischung lassen sich Sauggreifer herstellen, die hoch qualifiziert für die mechanische, chemische, pharmazeutische, die Erdöl-, Luftfahrt- und Nuklearindustrie sind.
POLY- URETHAN VULKOLLAN®	AU-EU	PU	Extrem hohe Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb, Biegung und Öl. Hinterlässt keine Abdrücke.	Schwache Widerstands- fähigkeit gegen Wasser, Alkali und Säuren.	Elfenbein Blau	-30 bis + 100°C	60 ÷ 70° Sh.A	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen Erdölprodukte.	Nicht geeignet für die Herstellung von atoxischen Sauggreifern.	Geeignet für die Herstellung von Sauggreifern, die schweren, intensiven und andauernden Einsätzen unterliegen.
DUTRAL®	EPDM	EPDM	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen Hitze, Witterungsbedingungen, Alterung und niedrige Temperaturen.	Schwache Elastizität.	Schwarz	-60 bis + 150°C	50 ÷ 70° Sh.A	Gute Widerstands- fähigkeit gegen aggressive Chemikalien und Sauerstoff.	Nicht geeignet für die Herstellung von atoxischen Sauggreifern.	Die Sauggreifer aus EPDM werden für Maschinen empfohlen, die im Freien arbeiten und somit etwa Witterungsbedingungen oder Meerwasser ausgesetzt sind. Ausgezeichnetes Verhalten bei Kontakt mit Druckerfarben und Lösungsmitteln.
NEOPREN®	CR	NE	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen Ozon, Meerwasser und Alterung. Gute Resistenz gegen Schnitte, Abrieb und Verbrennung. Mäßige Widerstands- fähigkeit gegen Öle.	Schwache elastische Leistung. Gefahr der permanenten Verformung im Laufe der Zeit.	Schwarz	-20 bis + 120°C	50 ÷ 70° Sh.A	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen Erdölprodukte, Sonnenlicht, Witterungs- bedingungen, Ozon und Flammen.	Nicht geeignet für die Herstellung von atoxischen Sauggreifern.	Die mit dieser Mischung hergestellten Sauggreifer werden in der Elektroindustrie und an Bewegungsanlagen eingesetzt, die sich im Freien befinden und somit Witterungsbedingungen ausgesetzt sind.
SCHAUM- GUMMI NEOPREN®	CR	NF	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen Ozon, Meerwasser und Alterung. Gute Resistenz gegen Schnitte, Abrieb und Verbrennung. Mäßige Widerstands- fähigkeit gegen Öle.	Schwache Elastizität. Tendenz zum Verformen im Laufe der Zeit.	Schwarz	-20 bis + 80°C	30 ÷ 35 Sh.A	Ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen Erdölprodukte, Sonnenlicht, Witterungs- bedingungen und Ozon.	Nicht empfehlenswert für den Gebrauch im Lebensmittel- bereich.	Die Weichheit, die diesen Schaum- gummi charakterisiert, gestattet es, Sauggreifer für das Aufnehmen von Lasten mit unbarbearbeiteten oder sehr rauen Oberflächen herzustellen, die im Freien arbeiten und somit Witterungsbedingungen ausgesetzt sind.

ZUM BESTELLEN DER SAUGGREIFER-MATERIALIEN

Bei der Bestellung haben Sie die Möglichkeit, zur Artikelnummer des gewählten Sauggreifers die Abkürzung *Vuototecnica* der gewünschten Mischung hinzuzufügen. Diese finden Sie in den beigegeführten Tabellen in der Spalte **“ABK. VT”**.

Möchten Sie beispielsweise einen klassischen Flachsauggreifer Ø 85 mm aus ölfestem Gummi bestellen, ergänzen Sie einfach die Artikelnummer 01 85 10, die die Form des Sauggreifers bestimmt, um den Buchstaben “A”, der für den ölfesten Gummi steht und den Sie in der technischen Tabelle der Mischungen finden. Der so erhaltene Code 01 85 10 A gibt sowohl die Form des Sauggreifers als auch die Mischung an, mit der er produziert wird; dieser Code bedarf dann keiner weiteren Beschreibung.

Um den gleichen Sauggreifer aus Silikon zu bestellen, ersetzen Sie einfach den Buchstaben “A” mit dem Buchstaben “S”, der für Silikon steht, und erhalten so den Code 01 85 10 S.

Alle Sauggreifer können auf diese Weise bestellt werden.

AB LAGER VERFÜGBARE SAUGGREIFER

Die Sauggreifer, die wir in der Regel ab Lager verfügbar haben, bestehen aus:

- Ölfestem Gummi “A”
- Ölfestem Gummi Benz “B”
- Paragummi “N”
- Silikon “S”

Sauggreifer aus anderen Mischungen werden auf Bestellung produziert und unterliegen Mindestmengen, die je nach der gewünschten Größe variieren.

AUSWAHL DER SAUGGREIFERTRÄGER

Unsere Sauggreiferträger sind in drei große Gruppen unterteilt:

- **Mini-Sauggreiferträger**
- **Einfache Sauggreiferträger**
- **Spezial-Sauggreiferträger**

Diese unterscheiden sich weiter durch ihre Charakteristika (mit Taster, verdrehsicher, mit Magnetsensor, mit integriertem selbstschließendem Ventil, gelenkig, mit doppelter Federung etc.).

Die Auswahl bleibt dem Planer überlassen und hängt von der Ladung und dem Automatisierungsgrad des Manipulators ab, den er entwickeln muss.

Weitere Informationen finden Sie auf den einzelnen Katalogseiten der Sauggreiferträger.

AUSWAHL DER VAKUUMPUMPE ODER DES VAKUUMERZEUGERS

Die Berechnung der Durchflussmenge der Pumpe oder des Vakuumerzeugers ist recht komplex und umfasst eine Reihe von Teilschritten: die Berechnung aller negativen Volumina (Luft, die aus den Sauggreifern, Kollektoren, Leitungen, bis hin zum Vakuumerzeuger oder dem Absperrventil des Vakuums abgelassen werden muss), eine sorgfältige Analyse der zu bewegenden Last (Durchlässigkeit, Rauheit, Unregelmäßigkeit der Greifoberflächen etc.), die Schätzung der geforderten Aufnahmezeiten und der Vakuumwerte, mit denen man arbeiten möchte. Um die Berechnung zu beschleunigen, haben wir eine Tabelle entwickelt, in der die von den Sauggreifern geforderten Durchflussmengen in Abhängigkeit von ihrem Durchmesser angegeben sind. Diese gestattet es, die Vakuumpumpe oder den Vakuumerzeuger je nach Anzahl mit einer guten Näherung und unter sicheren Bedingungen zu dimensionieren. Als Parameter wurden zwei Materialkategorien hergenommen: eine undurchlässige (Blech und Glas) und eine andere, leicht poröse und durchlässige (Holz und Karton). Für die Bestimmung der Durchflussmenge der Sauggreifer ist die Kategorie zu wählen, die der Art des zu bewegenden Materials am ähnlichsten ist.

Die in der Tabelle angegebenen Werte gelten, wenn:

- Der verfügbare Vakuumgrad nicht kleiner als -75 Kpa ist;
- Die Anzahl der Zyklen pro Minute kleiner als 10 ist;
- Die Greifoberfläche nicht besonders rau ist;
- Die Durchlässigkeit innerhalb akzeptabler Werte bleibt, wie die im Beispiel angegebenen Materialien.

DURCHMESSER SAUGGREIFER		AUFZUNEHMENDES MATERIAL	
mm		Blech und Glas	Holz und Karton
		m ³ /h	m ³ /h
4 ÷ 10		0,15	0,30
11 ÷ 20		0,30	0,60
21 ÷ 35		0,50	1,00
36 ÷ 50		1,00	2,00
51 ÷ 85		1,50	3,00
86 ÷ 110		2,00	4,00
111 ÷ 200		2,50	5,00
201 ÷ 300		3,00	6,00
301 ÷ 360		4,00	8,00

Beispiel:

Marmorplatte mit den Maßen mm 2500 x 1200 x 50 Masse Kg 420

Für die Bewegung der Platte werden 6 Sauggreifer Ø 200 mm benötigt.

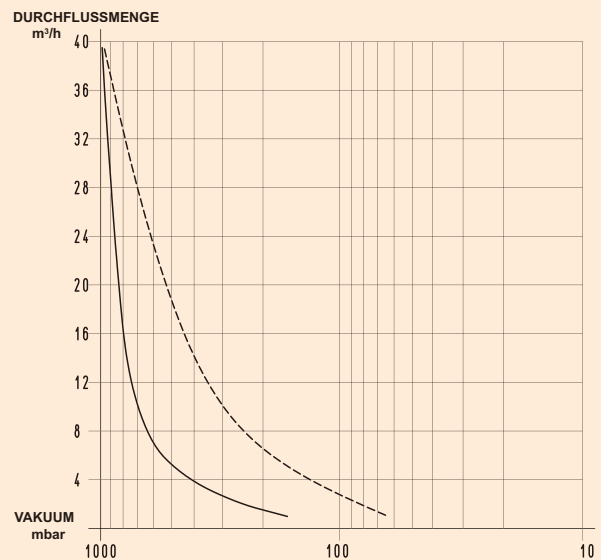
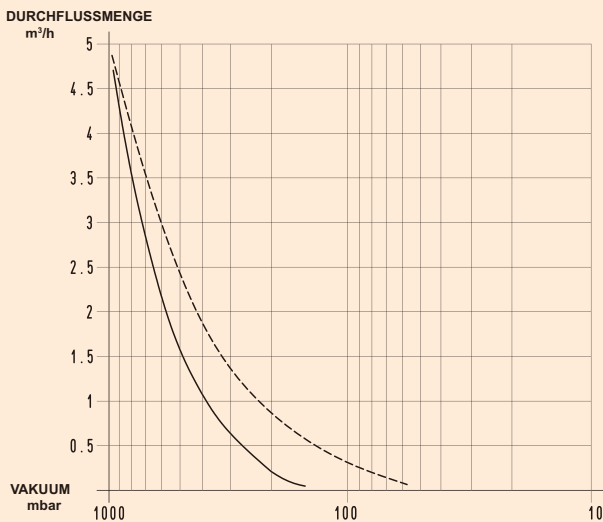
Aus der Tabelle entnehmen wir, dass für das Anheben von undurchlässigen Materialien wie Marmor mit einem Sauggreifer Ø 200 mm eine Durchflussmenge von 2,5 ³/h erforderlich ist; die benötigte Durchflussmenge der Vakuumpumpe für 6 Sauggreifer beträgt daher:

$$6 \times 2,5 = 15 \text{ m}^3/\text{h}$$

Beachte: Die in der Tabelle genannten Werte beziehen sich auf die Durchflussmenge von Drehschiebervakuumpumpen; wenn Vakuumerzeuger genutzt werden, die auf dem Venturi-Prinzip basieren, verdoppelt sich der Wert der Durchflussmenge auf Grund der geringeren Ansaugleistung.

VERGLEICH VAKUUMPUMPE Art. VTL5 UND -ERZEUGER Art. 15 03 10
 VTL 5 - - - - - Kurve der Durchflussmenge (bezogen auf den Ansaugdruck)
 15 03 10 - - - - - Kurve der Durchflussmenge (bezogen auf den Ansaugdruck)

VERGLEICH VAKUUMPUMPE Art. MV 40 UND -ERZEUGER Art. PVP 40 M
 MV 40 - - - - - Kurve der Durchflussmenge (bezogen auf den Ansaugdruck)
 PVP 40 M - - - - - Kurve der Durchflussmenge (bezogen auf den Ansaugdruck)



Daher muss die Durchflussmenge des Vakuumerzeugers für dieselbe Marmorplatte wie folgt berechnet werden:

$$6 \times 5 = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

AUSWAHL DER RÜCKSCHLAGVENTILE, DER FILTER, DER LEITUNGEN, DER MAGNETVENTILE UND DER VERTEILER

Alle in der Überschrift genannten Zubehörteile, die für die Realisierung einer Anlage benötigt werden, werden in Abhängigkeit des Vakuumschlusses der Vakuumpumpe oder des Vakuumerzeugers gewählt.

Ist der Vakuumschluss der Vakuumpumpe oder des Vakuumerzeugers zum Beispiel 1/2", müssen das Rückschlagventil, der Absaugfilter, die Leitung, das elektrische Absperrventil des Vakuums und der Verteiler ebenfalls alle Anschlüsse von 1/2" haben.

Die Leitungen der Sauggreifer sind hingegen bereits durch den an den Sauggreiferträger installierten Anschluss vorgegeben oder an ihre Halterung angepasst.

SAUGGREIFER NACH DEM BERNOULLI-PRINZIP

Die Anwendungen des Bernoulli-Prinzips sind vielfältig: es erklärt, wie die Ansaugung der Luft in den bekannten Gasbrennern funktioniert; auf ihm basiert die Funktion von Instrumenten wie die des Venturi-Rohrs oder die des Pitot-Rohrs, die zum Messen der Geschwindigkeit von Flüssigkeiten genutzt werden. Auf Grundlage des Gesetzes von Bernoulli können dann Phänomene wie der Auftrieb eines Flugzeuges oder einer leichten Scheibe, die man vor einem Rohrende positioniert, aus dem schnell Luft strömt.

Dieses letzte, scheinbar paradoxe, Phänomen erklärt sich wie folgt: die Luft, die zwischen der Scheibe, mit der die Leitung endet, und der in der Luft gehaltenen Scheibe bewegt sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit v und der Druck, der in diesem Zwischenraum herrscht, hat einen bestimmten Wert P_1 ; desto weiter sich die ausströmende Luft von der Mitte des Zwischenraumes entfernt, desto mehr nimmt ihre Geschwindigkeit ab, um schließlich, nach einem mehr oder weniger großen Abstand, den Ruhezustand zu erreichen, in einem Bereich, in dem der Luftdruck P_0 herrscht; die Luft unter der gehaltenen Scheibe unterliegt demselben Druck P_0 .

Unter diesen Bedingungen, unter Vernachlässigung der Höhe h und unter Angabe der Dichte der Flüssigkeit ρ und der Fallbeschleunigung g , lautet der zugehörige Ausdruck zum Bernoulli-Prinzip:

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v^2}{2g} = \frac{P_0}{\rho}$$

woraus ersichtlich wird, dass $P_1 < P_0$.

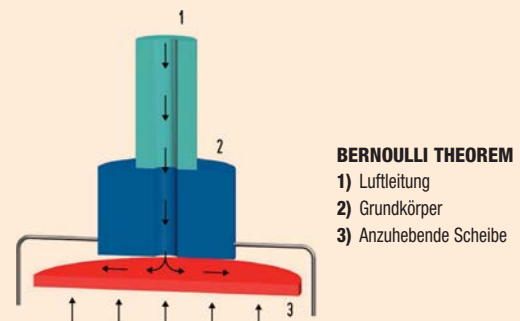
Das erklärt, warum die Scheibe in der Luft gehalten wird: sie wird vom Zwischenraum mit einer Kraft angesaugt, die nicht nur über das Gewicht der Scheibe siegt, sondern auch über den Druck, den die Luft, die aus dem Rohr ausströmt, auf sie ausübt.

Dieses Phänomen wird bei der Herstellung von Unterdruckgreifsystemen (Sauggreifer) für die kontaktlose Bewegung und Handhabung extrem zerbrechlicher Gegenstände wie Halbleiterblättchen, Siliziumscheiben, Solarzellen, Blättchen aus wertvollen Metallen, Folien und vieles mehr, das mit höchster Vorsicht behandelt werden muss.

Unsere Sauggreifer, die auf dem Bernoulli-Prinzip basieren, sind aus eloxiertem Aluminium, mit zentraler Kontrastscheibe aus rostfreiem Stahl.

Die Puffer aus Silikongummi auf der Greiffläche der Sauggreifer haben die Aufgabe, die Querbewegungen des zu greifenden Objektes zu verhindern.

Für weitere Informationen zu den Vakuumbehörteilen konsultieren Sie die entsprechenden Seiten des Katalogs.



TECHNISCHES MEMORANDUM

Einheit der Masse – Grundeinheit SI = Kilogramm = Kg

(Das Wort "Gewicht" vermeiden, da dies die Kraft bezeichnet, die sich aus dem Produkt von Masse mal lokale Fallbeschleunigung ergibt).

Einheit der Beschleunigung (Länge / Zeit ²)

Abgeleitete SI-Einheit = Meter je Quadratsekunde = m/s²

Einheit der Kraft = (Masse x Beschleunigung)

(Das Gewicht eines Körpers ist die spezielle Kraft, die sich aus dem Produkt seiner Masse mal seiner lokalen Fallbeschleunigung ergibt)

Abgeleitete SI-Einheit = Newton = N = Kg · m/s²

Weitere Einheiten:

Kilopond oder Kilogramm-Kraft = 1 Kp = 1 Kgf = 9,81 N

Einheit des Drucks und der Spannung (Kraft / Fläche)

Abgeleitete SI-Einheit = Pascal = 1 Pa = 1 N/m²

(Pascal ist eine sehr kleine Maßeinheit. In der Praxis verwendet man daher bevorzugt Megapascal oder Kilopascal)

Megapascal: 1 Mpa = 10⁶ Pa = 1 MN/m² = 1 N/mm²

Kilopascal: 1 Kpa = 10³ Pa = 1 KN/m²

DIE IP-SCHUTZKLASSEN DER UMMANTELUNGEN UND GEHÄUSE

Die Schutzgrade werden durch zwei Ziffern ausgedrückt, denen die Abkürzung IP vorangeht (International Protection); die erste Ziffer drückt den Schutz gegen Feststoffe, die zweite gegen Flüssigkeiten aus.

Schutz gegen Feststoffe		Schutz gegen Flüssigkeiten	
1	Schutz gegen Fremdkörper größer als Ø 52,5 mm. Schutz gegen versehentliche Berührungen.	1	Schutz gegen senkrecht fallendes Tropfwasser.
2	Schutz gegen Fremdkörper größer als Ø 12,5 mm. Schutz gegen Berührungen mit den Fingern.	2	Schutz gegen Tropfwasser, das mit einer maximalen Neigung von 15° fällt.
3	Schutz gegen Fremdkörper größer als Ø 2,5 mm. Schutz gegen Berührung mit Werkzeugen.	3	Schutz gegen Regenwasser, Tropfwasser, das mit einer maximalen Neigung von 60° fällt.
4	Schutz gegen Fremdkörper größer als Ø 1 mm. Drahtschutz.	4	Schutz gegen allseitiges Spritzwasser.
5	Schutz gegen Eindringen von Staub; toleriert eine Menge, die für die Apparate unschädlich ist.	5	Schutz gegen allseitiges Strahlwasser.
6	Kompletter Schutz gegen Eindringen von Staub.	6	Schutz gegen Sturzwellen oder starkes Strahlwasser.
		7	Schutz gegen zeitweises Untertauchen.
		8	Schutz gegen andauerndes Untertauchen.

Entnommen aus den Normen CEI 70-1 / IEC 144 / IEC 529 / UTE C 20-010 / DIN 40050

UMRECHNUNGSFAKTOREN DER MASSEINHEITEN DES DRUCKS UND DER DURCHFLUSSMENGE

UMRECHNUNGSEINHEITEN DER MASSEINHEITEN DES DRUCKS (ABSOLUTWERTE)

		= mbar	= bar	= torr	= inch. Hg	= psi (lbf/in ²)	= atm	= Kg/cm ² (at)	= mm H ₂ O	= m H ₂ O	= Pa (N/m ²)
mbar	x	1	10 ⁻³	0,75	2,95 x 10 ⁻²	14,5 x 10 ⁻³	9,87 x 10 ⁻⁴	1,02 x 10 ⁻³	10,2	1,02 x 10 ⁻²	100,0
bar	x	1000,0	1	750,0	29,53	14,6	0,987	1,02	10197,0	10,19	100000
torr	x	1,33	1,33 x 10 ⁻³	1	3,94 x 10 ⁻²	1,93 x 10 ⁻²	1,316 x 10 ⁻³	1,359 x 10 ⁻³	13,59	1,359 x 10 ⁻³	133,32
inch. Hg	x	33,9	33,9 x 10 ⁻³	25,4	1	0,491	3,34 x 10 ⁻²	3,45 x 10 ⁻²	345,0	0,345	3386,0
psi (lbf/in²)	x	68,9	6,89 x 10 ⁻²	51,7	2,04	1	6,8 x 10 ⁻²	7,03 x 10 ⁻²	703	0,703	6897
atm	x	1013,25	1,013	760,0	30,0	14,696	1	1,033	10332	10,332	101325,0
Kg/cm² (at)	x	981	0,981	735,6	28,96	14,2	0,968	1	10000	10	98067,0
mm H₂O	x	9,81 x 10 ⁻²	9,81 x 10 ⁻⁵	7,35 x 10 ⁻²	2,89 x 10 ⁻³	1,42 x 10 ⁻³	9,67 x 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	1	10 ⁻³	9,8067
m H₂O	x	98,067	9,81 x 10 ⁻²	73,5	2,89	1,42	9,67 x 10 ⁻²	10	10000	1	9806,7
Pa (N/m²)	x	0,01	10 ⁻⁵	7,5 x 10 ⁻³	2,95 x 10 ⁻⁴	1,45 x 10 ⁻⁴	9,87 x 10 ⁻⁶	1,02 x 10 ⁻⁵	0,102	1,02 x 10 ⁻⁴	1

Beispiel: Um 10 mbar in Torr umzuwandeln = 10 x 0,75 = 7,5 Torr

UMRECHNUNGSFAKTOREN DER MASSEINHEITEN DER DURCHFLUSSMENGE

		= m ³ /h	= m ³ /min	= l/h	= l/min	= cfm
m³/h	x	1	0,016	10 ³	16,6	0,588
m³/min.	x	60	1	6 x 10 ⁴	10 ³	3,53 x 10
l/h	x	10 ⁻³	1,66 x 10 ⁻⁵	1	0,016	5,88 x 10 ⁻⁴
l/min	x	60 x 10 ⁻³	10 ⁻³	60	1	3,53 x 10 ⁻²
c f m	x	1,699	2,83 x 10 ⁻²	1699,0	28,314	1

UMRECHNUNGSTABELLE

UMRECHNUNGSTABELLE DER MASSEINHEITEN DES VAKUUMS

