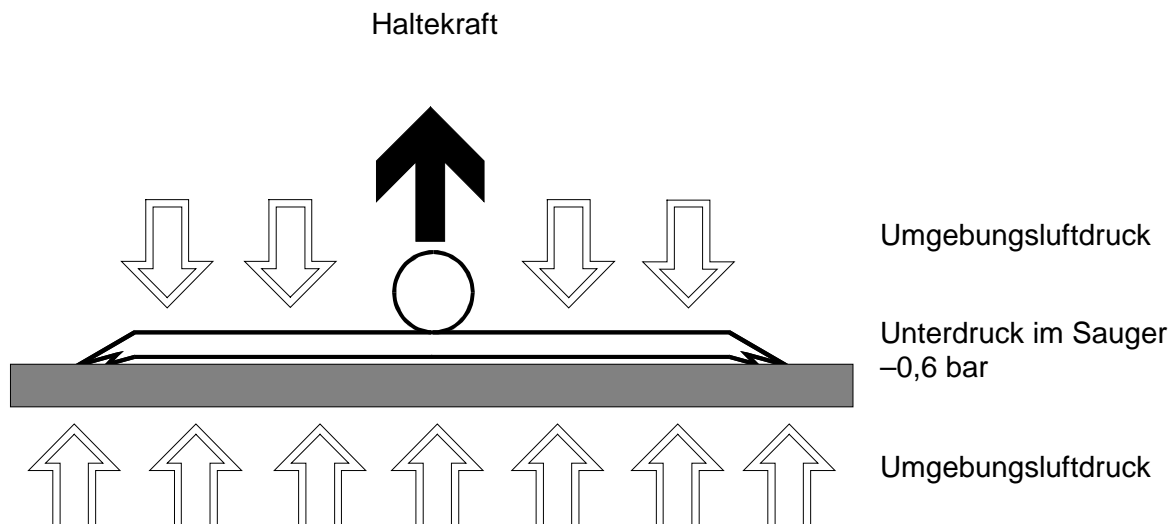


Grundwissen

Warum trägt ein Vakuumhebegerät überhaupt etwas?

Der Umgebungsluftdruck drückt auf alles in der unserer Umgebung.



Wie hoch ist der „normale“ Luftdruck?

Auf der Höhe des Meeresspiegels etwa 1013 mbar.

Je höher wir uns vom Meeresspiegel entfernen, umso geringer wird der Umgebungsluftdruck.

Legen wir jetzt einen Sauger auf eine Fläche, zum Beispiel eine Platte, drückt der Luftdruck von außen auf den Sauger und auf die Platte. Ist der Innenraum des Saugers mit der Umgebung durch eine Öffnung (Anschluss) verbunden, herrscht im Inneren der gleiche Luftdruck wie außen. Der Sauger kann verschoben werden und haftet so lange nicht, wie außen und innen der gleiche Luftdruck herrscht.

Grundwissen zu Vakuumhebergeräten

Versuch-Ausrüstung:

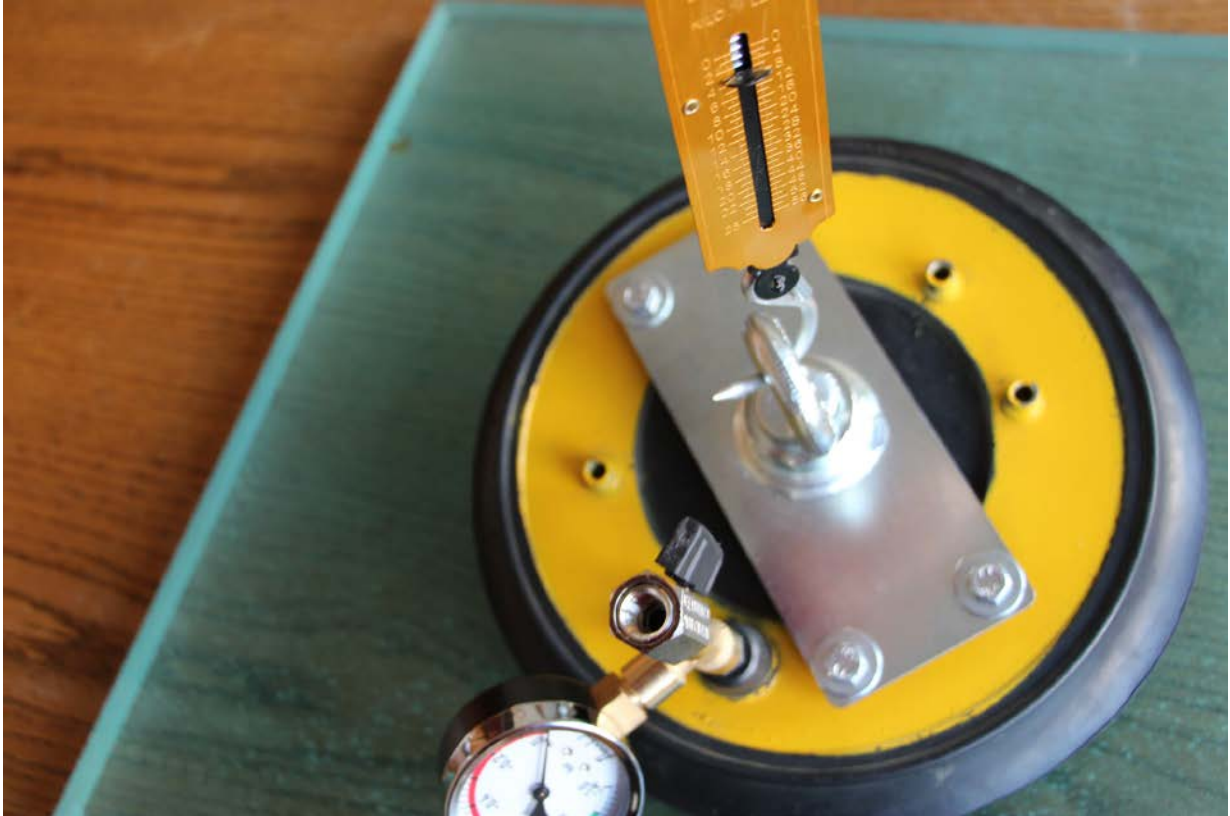
Ein Sauger mit Vakuummeter, Belüftungsventil und Schlauchnippel ausgerüstet.

Eine saubere, glatte Glasplatte



Versuch:

Sauger mit geöffnetem Belüftungsventil auf eine Glasfläche legen und bewegen.



Sauger mit geschlossenem Belüftungsventil (nicht angedrückt) auf eine Glasfläche legen und bewegen.

Grundwissen zu Vakuumhebegeräten

Sauger mit geschlossenem Belüftungsventil (angedrückt) auf eine Glasfläche legen und bewegen (versuchen).



Grundwissen zu Vakuumhebergeräten

Der Umgebungsluftdruck drückt den Sauger auf die Fläche und die Fläche auf den Sauger. Je höher der Druckunterschied zwischen dem Innenraum und dem Umgebungsluftdruck, desto höher ist dieser Anpressdruck, der auf diese Fläche wirkt.

Dadurch entsteht eine Art Verbindung zwischen den beiden Teilen und es kann angehoben, bewegt oder gehalten werden.

Ist der Druckunterschied nicht mehr vorhanden, sind beide Teile wieder getrennt.

Welchen Einfluss hat die Höhe über dem Meeresspiegel für die Tragfähigkeit?

Je höher Sie mit dem Gerät über dem Meeresspiegel arbeiten, umso geringer wird der Umgebungsluftdruck. Damit nimmt der Druckunterschied zwischen dem Umgebungsluftdruck und dem Unterdruck im Inneren des Saugers ab.

Hier eine kleine Tabelle, die Ihnen einen Anhaltspunkt dafür liefert.

Abhängigkeit des Luftdrucks von der Höhe (Normatmosphäre)	
Höhe in Metern	Luftdruck in mbar
0	1013,25
100	1001,3
200	989,5
400	966,1
600	943,2
800	920,8
1000	898,8
1200	877,2
1400	856,0
1600	835,3
1800	814,9
2000	795,0

Dies wirkt sich wiederum negativ auf die Tragfähigkeit des Vakuumhebergerätes aus.

In der Regel arbeiten Vakuumhebergerät mit einem Druckunterschied von -0,6 bar. Insbesondere batteriebetriebene Geräte haben eine Vakuumpumpe mit einer geringeren Unterdruckleistung. Bei solchen Geräten wird irgendwann die Abschaltung ausfallen, wenn die entsprechende Höhe erreicht ist.

Durch Versuche haben wir ermittelt, dass Standardgeräte, bis zu einer Höhe von 1000 m über dem Meeresspiegel, kein Problem mit dem niedrigeren Umgebungsluftdruck haben. Danach kann es schwierig werden.

Für einen besonderen Einsatzfall, haben wir für die Firma Ruch aus der Schweiz ein Vakuumhebergerät angefertigt, dass auch noch auf 3000 m über dem Meeresspiegel bis zu 2000 kg sicher bewegen kann und dies, wie von der EU-Norm EN 13155 gefordert, bei Ausfall eines Vakuumkreises.

Welchen Einfluss hat die Größe des Saugers für die Tragfähigkeit?

Die Haltekraft eines Saugers ist nicht nur von dem Druckunterschied zwischen Umgebungsluftdruck und dem im Inneren des Saugers herrschenden Unterdruck abhängig, sondern auch von der Fläche des Saugers.

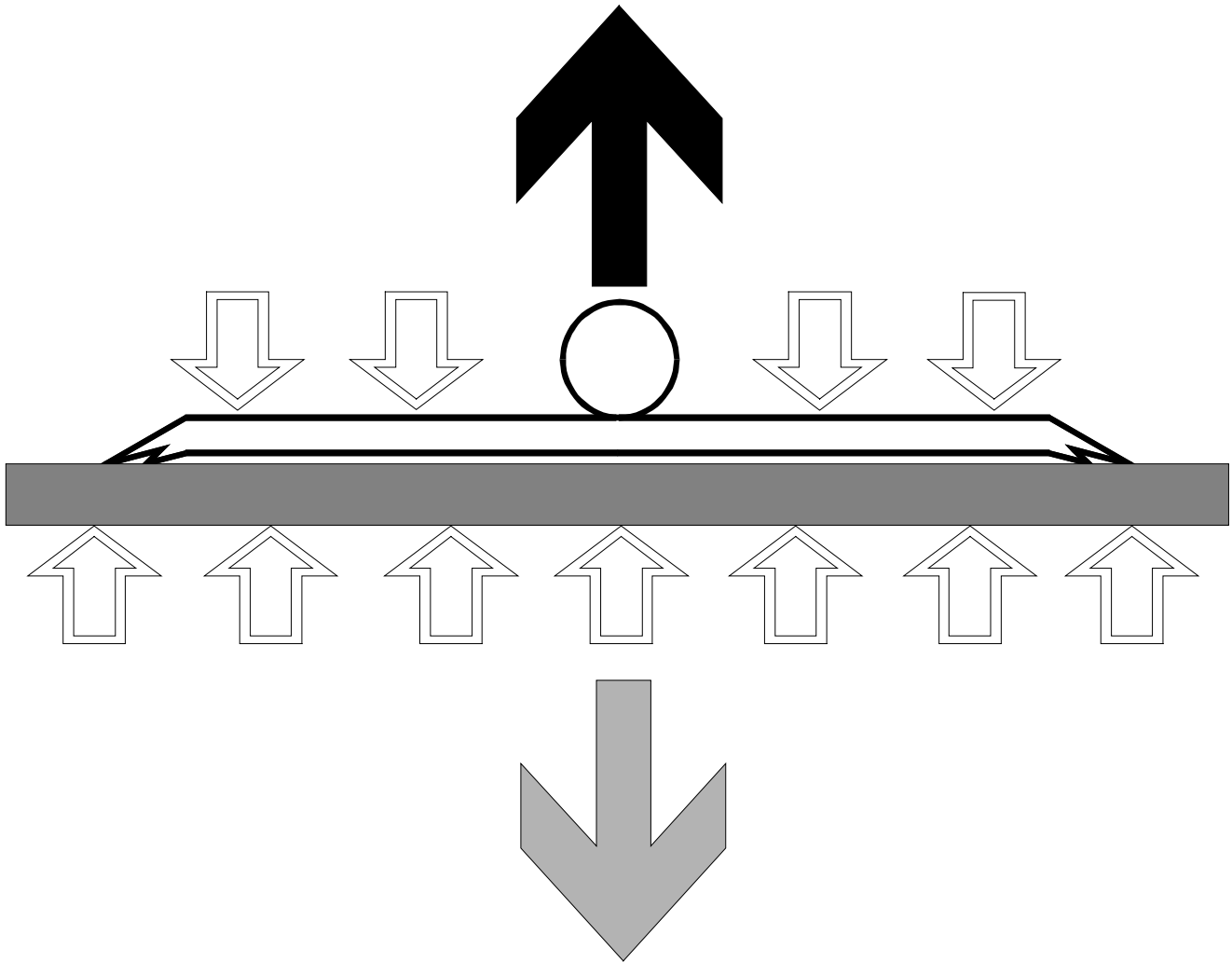
Die Anpresskraft des Umgebungsluftdruckes wirkt auf die Fläche. Daraus folgt:

Je größer die wirksame Fläche ist, desto größer wird die auch die Haltekraft.

Zwar spielt da auch die Ausbildung des Saugers, das verwendete Material und andere Dinge mehr eine Rolle, doch im Grundsatz kann ein größerer Sauger mehr tragen, als ein kleinerer Sauger.

Was ist der Unterschied zwischen horizontalem und vertikalem Einsatz bei einem Vakuumhebegerät?

Im horizontalen Belastungsfall wird der Sauger mit einer Kraft belastet, die im rechten Winkel zur Saugerfläche wirkt. Bei Überlastung wird der Sauger von der Fläche abgerissen.



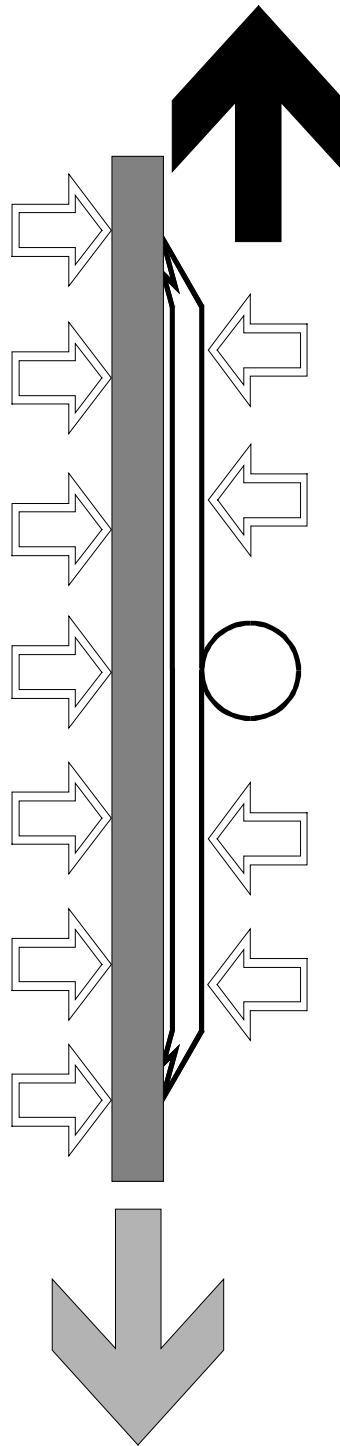
Berechnet wird die Haltekraft aus: $\text{Produkt} = \text{Fläche} \times \text{Druck-Unterschied}$. Wird dieser Wert überschritten, reißt der Sauger ab und wir sprechen hier von der Abreißkraft.

Ist die Saugerform stabil, kann in diesem Fall die Tragfähigkeit einfach berechnet werden und weicht auch bei Zugversuchen nicht erheblich von dem rechnerischen Wert ab.

Eine Untersuchung der Fachhochschule Kiel hat uns aufgezeigt, dass jedoch schon bei einem Neigungswinkel von mehr als 10° aus der horizontalen Lage ein Reibbeiwert für das Abgleiten mit berücksichtigt werden muss.

Grundwissen zu Vakuumhebeegeräten

Im vertikalen Belastungsfall wird der Sauger mit einer Kraft die parallel zur Saugerfläche wirkt belastet. Bei Überlastung wird der Sauger von der Fläche abgleiten. Hier ist die Reibung zwischen Saugerfläche und Transportgut das Ausschlaggebende für die Tragfähigkeit des Saugers.



Im Allgemeinen wird die Haltekraft in vertikaler Richtung wesentlich geringer sein, als die in horizontaler Richtung. Wird diese Haltekraft überschritten, gleitet der Sauger langsam ab und wir sprechen hier von der Abgleitkraft.

Welche Faktoren haben Einfluss auf die Tragfähigkeit eines Saugers?

- ◆ Fläche des Saugers
- ◆ Differenz-Druck
- ◆ Feuchtigkeit
- ◆ Verschmutzung der Sauger
- ◆ Verschmutzung des Materials
- ◆ Trennmittel
- ◆ Einsatz-Höhe
- ◆ Oberflächenbeschaffenheit des Materials
- ◆ Luftdurchlässigkeit des Materials
- ◆ Umgebungstemperatur
- ◆ Temperatur des Materials
- ◆ Biegesteifigkeit des Materials

Merke:

Jede Beschädigung der Ansauglippe oder Dichtlippe reduziert die Tragfähigkeit.

Jede Verschmutzung der Oberfläche reduziert die Tragfähigkeit.

Welchen Einfluss hat die Fläche des Saugers auf die Tragfähigkeit?

Je größer die Fläche ist, desto mehr Tragfähigkeit (theoretisch) wird erreicht. Da der Durchmesser quadratisch in die Berechnung der Fläche eingeht, wirkt sich eine Änderung des Durchmessers extrem auf die Tragfähigkeit aus.

Versuch:

Test mit Saugern mit gleichen Aufbau, nur unterschiedlichen Durchmessern.

Welchen Einfluss hat der Unterdruck auf die Tragfähigkeit des Saugers?

Je höher der Differenzdruck zwischen Umgebungsluftdruck und Druck im abgedichteten Sauger ist, desto höher ist die Tragfähigkeit.

Versuch:

Test Sauger 540 / 388 mit unterschiedlichem Vakuum

Welchen Einfluss hat die Feuchtigkeit auf die Tragfähigkeit des Saugers?

Feuchtigkeit zwischen Gummi und Glasscheibe verringert im allgemeinen den Reibfaktor. Damit wird die Tragfähigkeit, je nach Saugerausführung, erheblich herabgesetzt. Eine einfache Prüfung lässt sich leider dabei nicht durchführen, da eine genaue Bestimmung der Feuchtigkeit und deren Verteilung auf der Glasfläche schwierig wiederholt werden kann. Für Vergleichsmessung muss eine Reproduzierbarkeit sichergestellt werden und dann muss die Voraussetzung auch noch einfach dem Bediener vermittelt werden können, damit dieser mit der Information etwas anfangen kann.

Trocken ist kein zweideutiger Begriff und einfach zu prüfen.

Aus Sicherheitsgründen sollten Sie bei feuchten / nassen Glasscheiben von einer 50 % Reduzierung der Tragfähigkeit ausgehen.

Der Reibbeiwert ändert sich bei Feuchtigkeit.

Versuch:

Test Sauger 540 / 388 trockene und befeuchtete Ansaugfläche / Platte

Vermeiden Sie das Ansaugen von Wasser in das Vakuumsystem, dies führt unter Umständen zu Fehlfunktionen. Selbst Wasserabscheider bieten keinen vollständigen Schutz für das Vakuumsystem.

Sicherheitsfaktoren

Der Sicherheitsfaktor 2 wird von der neuen europäischen Norm EN 13155 für die Abgleitkraft wie für die Abreißkraft gefordert. Bei der Abgleitkraft ist der Reibungskoeffizient μ zu berücksichtigen.

Wie wird die Tragfähigkeit berechnet?

$$\text{horizontale Tragfähigkeit} = \frac{\text{wirksame Fläche x wirksamer Unterdruck}}{\text{Sicherheitsfaktor}}$$

$$\text{vertikale Tragfähigkeit} = \frac{\text{wirksame Fläche x wirksamer Unterdruck x Reibungskoeffizient}}{\text{Sicherheitsfaktor}}$$

Merke:

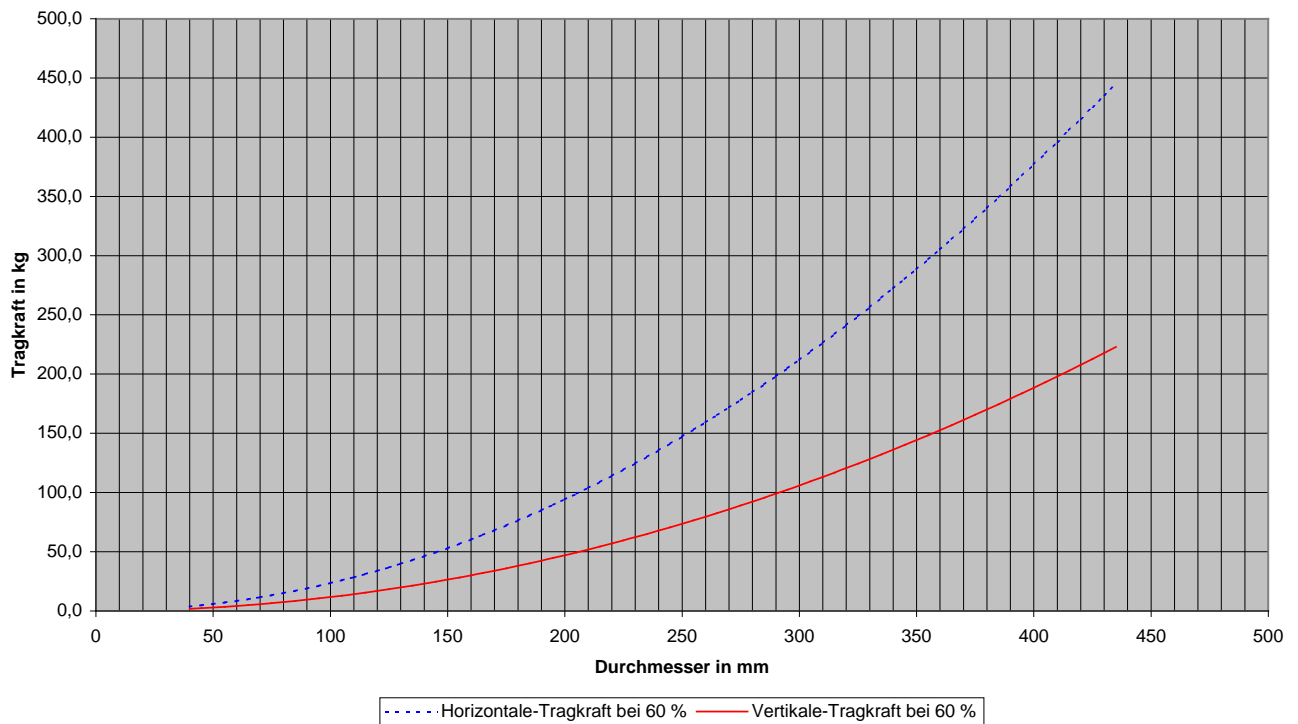
Ohne Reibung kann vertikal nichts gehoben werden.

Wie hoch ist die Tragfähigkeit des Saugers?

Im nachfolgenden Diagramm können Sie die Tragkraft anhand des Durchmessers ablesen, unter Berücksichtigung nachfolgender Punkte.

- ◆ Die Tragfähigkeit, laut Berechnungen mit einem Sicherheitsfaktor 2 für die horizontale Abreißkraft, wie auch für die vertikale Abgleitkraft.
- ◆ Der Reibungskoeffizient μ wurde mit 0,5 angenommen. Dies ist ein gängiger Wert für glatte Flächen, wie sie bei Glas und Metallen vorkommen. Bei anderen Materialien ist, unter Umständen, ein anderer Wert anzusetzen.
- ◆ Einsatz in einer Höhe von 100 Metern.
- ◆ Erreichtes Vakuum im Sauger von $-0,6$ bar.

Abhängigkeit der Tragkraft



Grundwissen zu Vakuumhebergeräten

Die Werte für die rechnerische Tragfähigkeit können Sie auch der nachfolgenden Tabelle entnehmen.

Abhängig vom Durchmesser, bzw. der vorhandenen Fläche des Saugers ist die rechnerische Tragfähigkeit bei unterschiedlichen Vakuumwerten aufgeführt. Andere Einflussfaktoren werden bei der Berechnung der Tragfähigkeit nicht berücksichtigt.

Durchmesser in mm	Fläche in cm ²	Tragfähigkeit in kg					
		horizontal			vertikal		
		0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8
40	13	3,8	4,4	5,0	1,9	2,2	2,5
60	28	8,5	9,9	11,3	4,2	4,9	5,7
80	50	15,1	17,6	20,1	7,5	8,8	10,1
100	79	23,6	27,5	31,4	11,8	13,7	15,7
120	113	33,9	39,6	45,2	17,0	19,8	22,6
140	154	46,2	53,9	61,6	23,1	26,9	30,8
160	201	60,3	70,4	80,4	30,2	35,2	40,2
180	254	76,3	89,1	101,8	38,2	44,5	50,9
200	314	94,2	110,0	125,7	47,1	55,0	62,8
220	380	114,0	133,0	152,1	57,0	66,5	76,0
240	452	135,7	158,3	181,0	67,9	79,2	90,5
260	531	159,3	185,8	212,4	79,6	92,9	106,2
280	616	184,7	215,5	246,3	92,4	107,8	123,2
300	707	212,1	247,4	282,7	106,0	123,7	141,4
320	804	241,3	281,5	321,7	120,6	140,7	160,8
340	908	272,4	317,8	363,2	136,2	158,9	181,6
360	1018	305,4	356,3	407,2	152,7	178,1	203,6
380	1134	340,2	396,9	453,6	170,1	198,5	226,8
400	1257	377,0	439,8	502,7	188,5	219,9	251,3
420	1385	415,6	484,9	554,2	207,8	242,5	277,1

Welche Ansprüche stellt die EU-Norm EN 13155 an Vakuumheber?

5.2.2.1

Am Ende des Arbeitsbereiches / am Anfang des Gefahrenbereiches muss der Vakuumheber noch mindestens die 2-fache Tragfähigkeit besitzen. Dabei muss der maximale Arbeitswinkel höher angesetzt werden, als dies vorgesehen ist.

5.2.2.2

Vakuumheber ohne Selbstansaugung müssen eine Druckmesseinrichtung mit Kennzeichnung des Arbeits- und Gefahrenbereiches haben.

5.2.2.4

Die Druckmesseinrichtung muss von der normalen Arbeitsposition vom Bediener oder Kranführer vollständig einsehbar sein.

5.2.2.5

Es müssen Einrichtungen zur Vermeidung von Vakuumverlusten vorhanden sein:

a) bei Vakuumheber mit Vakuumpumpe: ein Vakuumtank mit Rückschlagventil, zwischen Tank und Pumpe

5.2.2.6

Es muss eine optische oder akustische Warneinrichtung vorhanden sein, die beim Erreichen des Gefahrenbereiches vor dem Vakuumverlust warnt. Diese Warneinrichtung muss auch bei Energieausfall funktionieren.

Die Warneinrichtung ist nicht gleichzusetzen mit der Druckmesseinrichtung.

5.2.2.7

Bei Ausfall der Energieversorgung muss der Vakuumheber in der Lage sein, die Last 5 Minuten zu halten, außer der Vakuumheber wird in einem abgesperrten Bereich ohne Personenzugang verwendet.

5.2.2.8

Vakuumheber, die in besonderen Gefahrenbereichen (wie auf Baustellen oder in engen Räumen) eingesetzt werden, müssen einer zweiten formschlüssigen Haltevorrichtung oder einem zweiten Vakuumsystem ausgerüstet sein. Jeder Satz Saugteller muss die Anforderungen aus 5.2.2.1 erfüllen.

5.2.2.9

Das LÖSEN der Last muss über eine Steuerung mit Zweifachbetätigung erfolgen.

5.2.2.10

Steuerungen für Kipp- oder Drehbewegungen dürfen nicht mit rastendem Taster, oder ähnliches ausgeführt werden. (kein Selbsthaltung)

Welche Norm gibt es noch für die Handhabung von Glas?

Die EU-Norm EN 13035 Teil 1 befasst sich mit Einrichtung zum Lagern, Handhaben und Transportieren von Glas innerhalb des Werkes.

Die EU-Norm EN 13035 Teil 2 befasst sich mit Einrichtung zum Lagern, Handhaben und Transportieren von Glas außerhalb des Werkes.

Durch diese EU-Norm wird der Geltungsbereich der EN 13155 auf alle Vakuumhebeeinrichtungen ausgeweitet, so dass nicht nur lose Lastaufmittel diese Anforderungen entsprechen müssen, sondern auch alle andern Geräte.

Was ist der Unterschied zwischen 1-Kreis / 2-Kreis und 4-Kreis Vakuumhebegeräten?

Bei einem 1-Kreis-Vakuumheber ist, wie das Wort schon sagt, ist nur ein Vakuumkreis vorhanden. Ist dieser Vakuumkreis undicht, fällt die Last herunter.

Bei einem 2-Kreis-Vakuumheber sind zwei Vakuumkreise vorhanden. Ist ein Vakuumkreis undicht, kann der zweite Vakuumkreis eine Last noch halten.

Ist das Gerät entsprechend der EU-Norm EN 13155 für den Baustellenbetrieb ausgerüstet, muss jeder Vakuumkreis bei einem 2-Kreis-Gerät auch die doppelte Last halten können.

Beim Ausfall eines Vakuumkreises fällt die Hälfte der Sauger aus. Ein 2-Kreis-Vakuumheber benötigt immer die doppelte Anzahl von Sauger, wie ein 1-Kreis-Vakuumheber.

Bei einem 4-Kreis-Vakuumheber sind vier Vakuumkreise vorhanden. Ist ein Vakuumkreis undicht, sind noch drei Vakuumkreise vorhanden, die eine Last noch halten.

Ist das Gerät entsprechend der EU-Norm EN 13155 für den Baustellenbetrieb ausgerüstet, müssen die drei verbleibenden Vakuumkreise in der Lage sein, die doppelte Last zu halten.

Beim Ausfall eines Vakuumkreises fällt 1/4 der Sauger aus. Ein 4-Kreis-Vakuumheber benötigt in der Regel weniger Sauger, als ein 2-Kreis-Vakuumheber.

Wo finden Sie weitere Informationen?

Unser Wissen geben wir Ihnen gern auf unserer Facebook-Seite „Pannkoke Vakuumheber“ weiter. Wenn Sie ein Facebook-Konto haben, klicken Sie einfach auf „gefällt mir“ von der Seite und Sie bleiben auf dem Laufenden. Sonst bleibt Ihnen nur ein „immer mal wieder reingucken“ übrig. Hier der Link zur der Facebook-Seite:

www.facebook.com/Pannkoke.Vakuumheber

Eine andere Möglichkeit sich zu informieren, ist unser YouTube-Kanal „Pannkoke Vakuumheber“. Wenn Sie diesen Kanal abonnieren, erhalten Sie immer eine Benachrichtigung, wenn es etwas Neues gibt. Hier der Link dazu:

<https://www.youtube.com/channel/UC0sHy1FirnE9VcixKaGPO1Q>