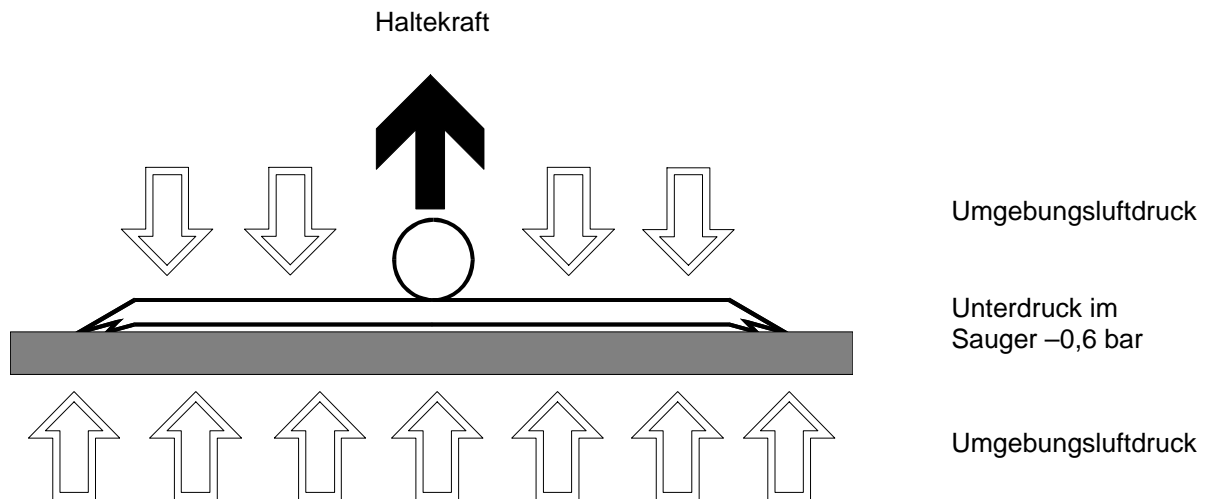


Wieso kann der Sauger etwas halten?

Die Tragfähigkeit der Sauger wird allein durch den Druckunterschied zwischen dem Umgebungsluftdruck und dem Unterdruck im Sauger erzeugt. Ist kein Druckunterschied vorhanden, hat der Sauger auch keine Haltekraft.



Je größer dieser Unterschied ist, um so höher ist die Tragfähigkeit des Saugers.

Abhängigkeit vom Umgebungsluftdruck

Gleichzeitig bedeutet dies, dass bei geringerem Umgebungsluftdruck die Tragfähigkeit des Saugers geringer wird. Dies ist wichtig, wenn das Gerät in höhergelegenen Orten eingesetzt wird, sinkt die Haltekraft. Der Grund hierfür ist, dass der Umgebungsluftdruck mit der Geländehöhe abnimmt und somit auch die Kraft, die auf eine Fläche drückt.

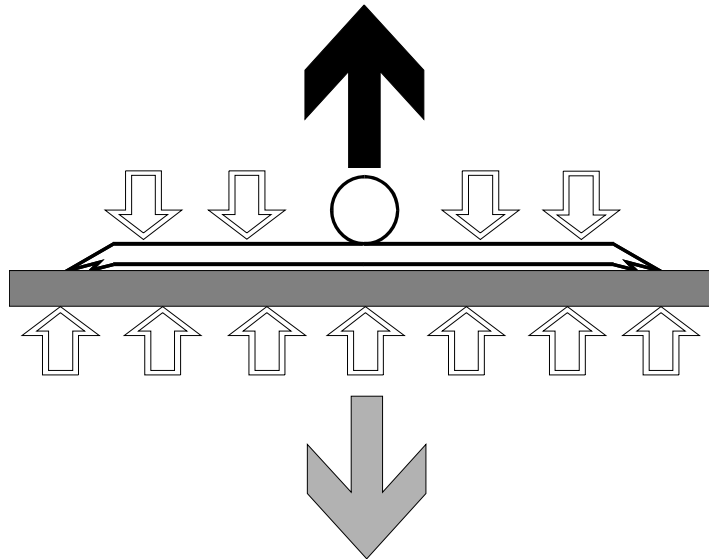
Auf Meereshöhe herrscht ein Luftdruck von 1013 mbar. Jede 100 m Höhenunterschied bewirken eine Reduzierung von ca. 12,5 mbar. Einfach ausgedrückt, wenn ein Sauger auf Meereshöhe 100 kg trägt, würde dieser Sauger in einer Höhe von 1000 m nur noch 90 kg tragen.

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

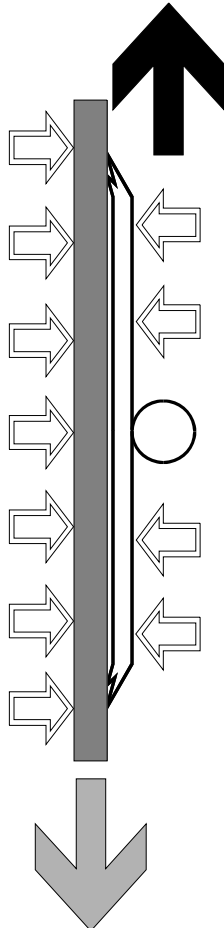
Abhängigkeit von der Fläche des Saugers

Die Haltekraft des Saugers ist nicht nur vom Druckunterschied zwischen Umgebungsluftdruck und Unterdruck im Sauger 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 ist auch die Gesamtanpresskraft.

Abhängigkeit von der Belastungsrichtung



In horizontaler Richtung kann der Sauger bei Überlastung nur abreißen und nicht abgleiten (abrutschen). In dieser Belastungsrichtung kann der Sauger am stärksten belastet werden, da ein Abgleiten, Abrutschen nicht möglich ist. Rein theoretisch ergibt sich die Haltekraft aus dem Produkt Fläche x Unterdruck. Wird dieser Wert überschritten reißt der Sauger ab, wir sprechen hier von der Abreißkraft.



In vertikaler Richtung kann der Sauger bei Überlastung an der Fläche entlang rutschen bevor der Sauger sich von der Fläche ablöst. In diese Betrachtung geht der Reibwert zwischen Sauger und Transportgut ein. 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, wir sprechen hier von der Abgleitkraft.

Weitere Einflussfaktoren

- Oberflächenbeschaffenheit des Materials
- Verschmutzung des Materials und des Sauger
- Luftdurchlässigkeit des Materials
- Umgebungstemperatur
- Temperatur des Materials
- Biegesteifigkeit des Materials

Sicherheitsfaktoren

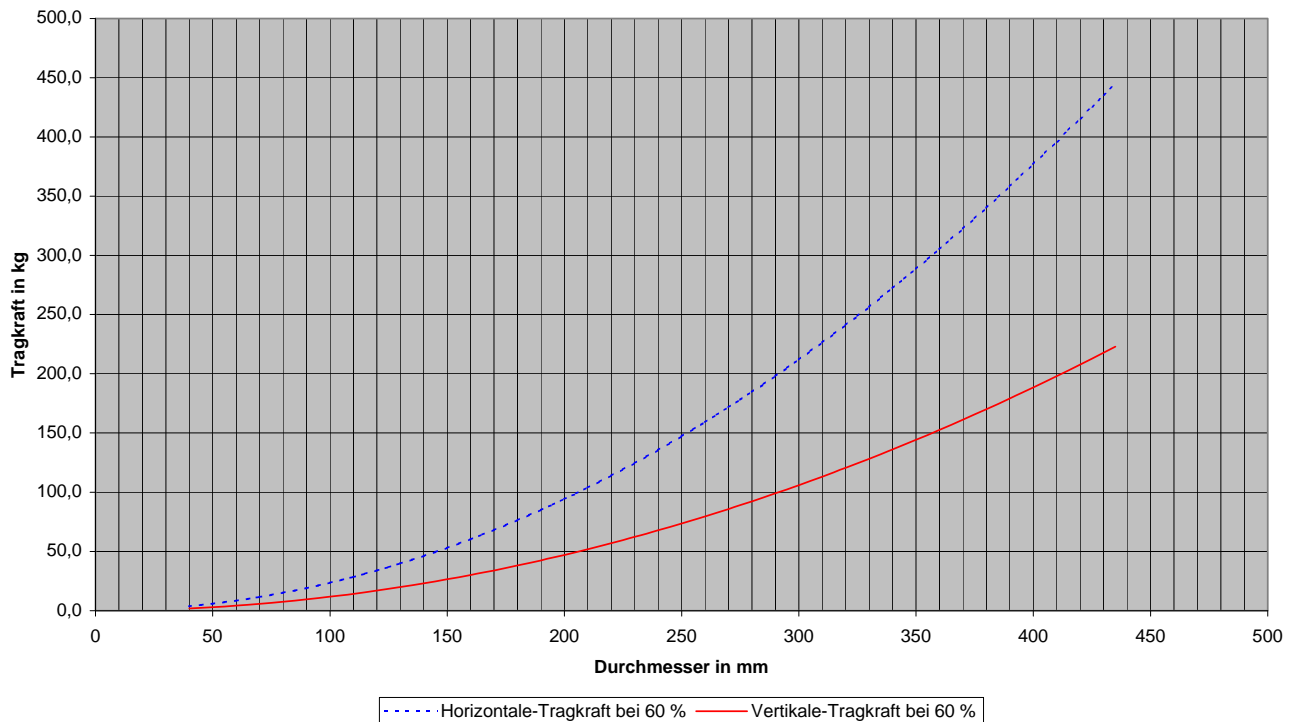
Der Sicherheitsfaktor 2 wird von der neuen europäischen Norm DIN EN 13155 für die Abgleitkraft wie für die Abreißkraft gefordert. Bei der Abgleitkraft ist der Reibungskoeffizient μ zu berücksichtigen.

Wie hoch ist die Tragfähigkeit des Saugers?

Im nachfolgenden Diagramm können Sie die Tragkraft an Hand 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



Berechnung wie folgt:

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

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

Tragfähigkeit von Saugern

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
45	16	4,8	5,6	6,4	2,4	2,8	3,2
50	20	5,9	6,9	7,9	2,9	3,4	3,9
55	24	7,1	8,3	9,5	3,6	4,2	4,8
60	28	8,5	9,9	11,3	4,2	4,9	5,7
65	33	10,0	11,6	13,3	5,0	5,8	6,6
70	38	11,5	13,5	15,4	5,8	6,7	7,7
75	44	13,3	15,5	17,7	6,6	7,7	8,8
80	50	15,1	17,6	20,1	7,5	8,8	10,1
85	57	17,0	19,9	22,7	8,5	9,9	11,3
90	64	19,1	22,3	25,4	9,5	11,1	12,7
95	71	21,3	24,8	28,4	10,6	12,4	14,2
100	79	23,6	27,5	31,4	11,8	13,7	15,7
105	87	26,0	30,3	34,6	13,0	15,2	17,3
110	95	28,5	33,3	38,0	14,3	16,6	19,0
115	104	31,2	36,4	41,5	15,6	18,2	20,8
120	113	33,9	39,6	45,2	17,0	19,8	22,6
125	123	36,8	43,0	49,1	18,4	21,5	24,5
130	133	39,8	46,5	53,1	19,9	23,2	26,5
135	143	42,9	50,1	57,3	21,5	25,0	28,6
140	154	46,2	53,9	61,6	23,1	26,9	30,8
145	165	49,5	57,8	66,1	24,8	28,9	33,0
150	177	53,0	61,9	70,7	26,5	30,9	35,3
155	189	56,6	66,0	75,5	28,3	33,0	37,7
160	201	60,3	70,4	80,4	30,2	35,2	40,2
165	214	64,1	74,8	85,5	32,1	37,4	42,8
170	227	68,1	79,4	90,8	34,0	39,7	45,4
175	241	72,2	84,2	96,2	36,1	42,1	48,1
180	254	76,3	89,1	101,8	38,2	44,5	50,9
185	269	80,6	94,1	107,5	40,3	47,0	53,8
190	284	85,1	99,2	113,4	42,5	49,6	56,7

Durchmesser in mm	Fläche in cm ²	Tragfähigkeit in kg					
		horizontal			vertikal		
		0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8
195	299	89,6	104,5	119,5	44,8	52,3	59,7
200	314	94,2	110,0	125,7	47,1	55,0	62,8
205	330	99,0	115,5	132,0	49,5	57,8	66,0
210	346	103,9	121,2	138,5	52,0	60,6	69,3
215	363	108,9	127,1	145,2	54,5	63,5	72,6
220	380	114,0	133,0	152,1	57,0	66,5	76,0
225	398	119,3	139,2	159,0	59,6	69,6	79,5
230	415	124,6	145,4	166,2	62,3	72,7	83,1
235	434	130,1	151,8	173,5	65,1	75,9	86,7
240	452	135,7	158,3	181,0	67,9	79,2	90,5
245	471	141,4	165,0	188,6	70,7	82,5	94,3
250	491	147,3	171,8	196,3	73,6	85,9	98,2
255	511	153,2	178,7	204,3	76,6	89,4	102,1
260	531	159,3	185,8	212,4	79,6	92,9	106,2
265	552	165,5	193,0	220,6	82,7	96,5	110,3
270	573	171,8	200,4	229,0	85,9	100,2	114,5
275	594	178,2	207,9	237,6	89,1	103,9	118,8
280	616	184,7	215,5	246,3	92,4	107,8	123,2
285	638	191,4	223,3	255,2	95,7	111,6	127,6
290	661	198,2	231,2	264,2	99,1	115,6	132,1
295	683	205,0	239,2	273,4	102,5	119,6	136,7
300	707	212,1	247,4	282,7	106,0	123,7	141,4
305	731	219,2	255,7	292,2	109,6	127,9	146,1
310	755	226,4	264,2	301,9	113,2	132,1	151,0
315	779	233,8	272,8	311,7	116,9	136,4	155,9
320	804	241,3	281,5	321,7	120,6	140,7	160,8
325	830	248,9	290,4	331,8	124,4	145,2	165,9
330	855	256,6	299,4	342,1	128,3	149,7	171,1
335	881	264,4	308,5	352,6	132,2	154,2	176,3
340	908	272,4	317,8	363,2	136,2	158,9	181,6
345	935	280,4	327,2	373,9	140,2	163,6	187,0
350	962	288,6	336,7	384,8	144,3	168,4	192,4
355	990	296,9	346,4	395,9	148,5	173,2	198,0
360	1018	305,4	356,3	407,2	152,7	178,1	203,6
365	1046	313,9	366,2	418,5	157,0	183,1	209,3
370	1075	322,6	376,3	430,1	161,3	188,2	215,0

Tragfähigkeit von Saugern

Durchmesser in mm	Fläche in cm ²	Tragfähigkeit in kg					
		horizontal			vertikal		
		0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8
375	1104	331,3	386,6	441,8	165,7	193,3	220,9
380	1134	340,2	396,9	453,6	170,1	198,5	226,8
385	1164	349,2	407,5	465,7	174,6	203,7	232,8
390	1195	358,4	418,1	477,8	179,2	209,1	238,9
395	1225	367,6	428,9	490,2	183,8	214,4	245,1
400	1257	377,0	439,8	502,7	188,5	219,9	251,3
405	1288	386,5	450,9	515,3	193,2	225,4	257,6
410	1320	396,1	462,1	528,1	198,0	231,0	264,1
415	1353	405,8	473,4	541,1	202,9	236,7	270,5
420	1385	415,6	484,9	554,2	207,8	242,5	277,1
425	1419	425,6	496,5	567,5	212,8	248,3	283,7
430	1452	435,7	508,3	580,9	217,8	254,1	290,4
435	1486	445,9	520,2	594,5	222,9	260,1	297,2

Die nachfolgende Tabelle führt die Tragfähigkeiten für die Sauger der Firma Pannkoke Flachglastechnik GmbH auf.

In verschiedenen Versuchen unter unterschiedlichen Bedingungen der Krafteinwirkung wurden die Abgleitkräfte und die Abreißkräfte für verschiedene Sauger und unterschiedliche Materialien und unterschiedlichen Neigungswinkel ermittelt. Leider konnten wir dies bisher noch nicht abschließend für alle Saugertypen durchführen.

Diese Werte der Tragfähigkeit, sind abweichend von den rechnerisch ermittelten maximalen Tragfähigkeiten. Die angegebenen Tragfähigkeiten gelten nur

- bei unbeschädigter Ansauglippe
- saubere Oberfläche
- 200 m über dem Meeresspiegel
- 20° C Umgebungstemperatur
- 2-fache Sicherheit (Berücksichtigung von DIN EN 13155)

**Jede Beschädigung der Ansauglippe oder Dichtlippe reduziert die Tragfähigkeit.
Jede Verschmutzung der Oberfläche reduziert die Tragfähigkeit.**

Sauger- typ	vertikal (Vakuum: -0,6 bar)				
	Floatglas	Alu	PVC	beschichtete Spanplatte	Stahl
388	100,00 kg	67,50 kg	60,00 kg	100,00 kg	100,00 kg
529	12,00 kg				
534					
535					
540	40,00 kg				
542-08					
542-13	15,00 kg	10,00 kg	15,00 kg	16,00 kg	11,00 kg
542-25	26,50 kg	17,00 kg	17,00 kg	10,00 kg	25,00 kg
542-37	115,00 kg	100,00 kg	215,00 kg	115,00 kg	175,00 kg
547					
543					
544-80	27,50 kg	18,00 kg	27,50 kg	29,00 kg	23,50 kg

Sauger- typ	horizontal (Vakuum: -0,6 bar)				
Material	Floatglas	Alu	PVC	beschichtete Spanplatte	Stahl
388	135,00 kg	125,00 kg	125,00 kg	130,00 kg	125,00 kg
529					
534					
535	45,00 kg				
540	60,00 kg	60,00 kg	55,00 kg	55,00 kg	55,00 kg
542-08					
542-13	39,00 kg	36,50 kg	35,00 kg	35,00 kg	35,00 kg
542-25	115,00 kg	110,00 kg	110,00 kg	110,00 kg	100,00 kg
542-37	270,00 kg	260,00 kg	255,00 kg	260,00 kg	255,00 kg
547					
543					
544-80	70,00 kg	69,00 kg	64,00 kg	70,00 kg	70,00 kg

Um Ihnen den Einfluss des Vakuums einmal zu veranschaulichen, haben wir die Tragfähigkeiten umgerechnet auf ein Vakuum von $-0,7$ bar.

Sauger- typ Material	vertikal (Vakuum: $-0,7$ bar)				
	Floatglas	Alu	PVC	beschichtete Spanplatte	Stahl
388	110,00 kg	74,25 kg	66,00 kg	110,00 kg	110,00 kg
529	13,20 kg				
534					
535					
540	44,00 kg				
542-08					
542-13	16,50 kg	11,00 kg	16,50 kg	17,60 kg	12,10 kg
542-25	29,15 kg	18,70 kg	18,70 kg	11,00 kg	27,50 kg
542-37	126,50 kg	110,00 kg	236,50 kg	126,50 kg	192,50 kg
547					
543					
544-80	30,25 kg	19,80 kg	30,25 kg	31,90 kg	25,85 kg

Sauger- typ Material	horizontal (Vakuum: $-0,7$ bar)				
	Floatglas	Alu	PVC	beschichtete Spanplatte	Stahl
388	148,50 kg	137,50 kg	137,50 kg	143,00 kg	137,50 kg
529					
534					
535	49,50 kg				
540	66,00 kg	66,00 kg	60,50 kg	60,50 kg	60,50 kg
542-08					
542-13	42,90 kg	40,15 kg	38,50 kg	38,50 kg	38,50 kg
542-25	126,50 kg	121,00 kg	121,00 kg	121,00 kg	110,00 kg
542-37	297,00 kg	286,00 kg	280,50 kg	286,00 kg	280,50 kg
547					
543					
544-80	77,00 kg	75,90 kg	70,40 kg	77,00 kg	77,00 kg