

# Technische Hilfstabellen

## Theoretische Zylinderkräfte

Kolben Ø [mm]	Kosta Ø [mm]	Bewegung	Druck [MPa]									
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
8	4	ausfahrend	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
		einziehend	4	8	11	15	19	23	26	30	34	38
10	4	ausfahrend	8	16	24	31	39	47	55	63	71	79
		einziehend	7	13	20	26	33	40	46	53	59	66
12	6	ausfahrend	11	23	34	45	57	68	79	90	102	113
		einziehend	8	17	25	34	42	51	59	68	76	85
16	6	ausfahrend	20	40	60	80	101	121	141	161	181	201
		einziehend	17	35	52	69	86	104	121	138	156	173
20	8	ausfahrend	31	63	94	126	157	188	220	251	283	314
		einziehend	26	53	79	106	132	158	185	211	238	264
25	10	ausfahrend	49	98	147	196	245	295	344	393	442	491
		einziehend	41	82	124	165	206	247	289	330	371	412
32	12	ausfahrend	80	161	241	322	402	483	563	643	724	804
		einziehend	69	138	207	276	346	415	484	553	622	691
40	16	ausfahrend	126	251	377	503	628	754	880	1.005	1.131	1.257
		einziehend	106	211	317	422	528	633	739	844	950	1.056
50	20	ausfahrend	196	393	589	785	982	1.178	1.374	1.571	1.767	1.963
		einziehend	165	330	495	660	825	990	1.155	1.319	1.484	1.649
63	20	ausfahrend	312	623	935	1.247	1.559	1.870	2.182	2.494	2.806	3.117
		einziehend	280	561	841	1.121	1.402	1.682	1.962	2.242	2.523	2.803
80	25	ausfahrend	503	1.005	1.508	2.011	2.513	3.016	3.519	4.021	4.524	5.027
		einziehend	454	907	1.361	1.814	2.268	2.721	3.175	3.629	4.082	4.536
100	30	ausfahrend	785	1.571	2.356	3.142	3.927	4.712	5.498	6.283	7.069	7.854
		einziehend	715	1.429	2.144	2.859	3.574	4.288	5.003	5.718	6.432	7.147
125	32	ausfahrend	1.227	2.454	3.682	4.909	6.136	7.363	8.590	9.817	11.045	12.272
		einziehend	1.147	2.294	3.440	4.587	5.734	6.881	8.027	9.174	10.321	11.468
160	40	ausfahrend	2.011	4.021	6.032	8.042	10.053	12.064	14.074	16.085	18.096	20.106
		einziehend	1.885	3.770	5.655	7.540	9.425	11.310	13.195	15.080	16.965	18.850
200	40	ausfahrend	3.142	6.283	9.425	12.566	15.708	18.850	21.991	25.133	28.274	31.416
		einziehend	3.016	6.032	9.048	12.064	15.080	18.096	21.112	24.127	27.143	30.159
250	50	ausfahrend	4.909	9.817	14.726	19.635	24.544	29.452	34.361	39.270	44.179	49.087
		einziehend	4.712	9.425	14.137	18.850	23.562	28.274	32.987	37.699	42.412	47.124

$$F [N] = p \cdot A$$

$p$  = Druck [MPa], 1 bar  $\hat{=}$  0.1 MPa  
 $A$  = Nutzkolbenfläche [mm<sup>2</sup>]

## Luftverbrauch von Zylindern für die Ventilauslegung max. Zylindergeschwindigkeit (mm/sec)

Zyl.Ø [mm]	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
8	3	5	8	10	13	15	18	20	23	25	28	30	33	36	38
12	6	11	17	23	29	34	40	46	51	57	63	69	74	80	86
16	10	20	30	41	51	61	71	81	91	102	112	122	132	142	152
20	16	32	48	63	79	95	111	127	143	159	175	190	206	222	238
25	25	50	74	99	124	149	174	198	223	248	273	298	322	347	372
32	41	81	122	162	203	244	284	325	366	406	447	487	528	569	609
40	63	127	190	254	317	381	444	508	571	635	698	762	825	889	952
50	99	198	298	397	496	595	694	793	893	992	1.091	1.190	1.289	1.388	1.488
63	157	315	472	630	787	945	1.102	1.260	1.417	1.575	1.732	1.889	2.047	2.204	2.362
80	254	508	762	1.016	1.269	1.523	1.777	2.031	2.285	2.539	2.793	3.047	3.301	3.555	3.808
100	397	793	1.190	1.587	1.984	2.380	2.777	3.174	3.570	3.967	4.364	4.761	5.157	5.554	5.951
125	620	1.240	1.860	2.479	3.099	3.719	4.339	4.959	5.579	6.199	6.818	7.438	8.058	8.678	9.298
140	778	1.555	2.333	3.110	3.888	4.665	5.443	6.220	6.998	7.776	8.553	9.331	10.108	10.886	11.663
160	1.016	2.031	3.047	4.062	5.078	6.093	7.109	8.125	9.140	10.156	11.171	12.187	13.203	14.218	15.234
200	1.587	3.174	4.761	6.347	7.934	9.521	11.108	12.695	14.282	15.868	17.455	19.042	20.629	22.216	23.803
250	2.479	4.959	7.438	9.918	12.397	14.877	17.356	19.836	22.315	24.794	27.274	29.753	32.233	34.712	37.192

$$Q_{max} [Nl/min] = 1.4 \cdot v \cdot A \cdot (p_2 + 1.0132) \cdot 6 \cdot 10^{-5}$$

$1.4$  = Kompensationsfaktor  
 $v$  = max. Zylindergeschwindigkeit [mm/s]  
 $A$  = Kolbenfläche [mm<sup>2</sup>]  
 $p_2$  = Ausgangsdruck Ventil [bar]

## Durchfluss von Schläuchen bei unterschiedlichen Längen, mit und ohne Fittinge

- Verwendeter Schlauchtyp: Polyurethan (TU) Standardschlauch
- Hinweis: Polyamid (T\*) Schläuche haben größere Innendurchmesser
- Rundung der Werte: unter 0,5 abgerundet und über 0,5 aufgerundet
- TU = Polyurethan
- T\* = Polyamid

Druckabfall von 0.6 MPa auf 0.5 MPa

NI/min (ANR)

Fittinge (Serie KQ2H und KQ2L)	Zoll	Serie	Schläuche (Außen- / Innen-Ø)	0.5 m	1 m	1.5 m	2 m	2.5 m	3 m	3.5 m	4 m
ohne		TU	4 mm / 2,5 mm	137	97	76	66	59	53	49	46
1x KQ2H - 1x KQ2L	1/4	TU	4 mm / 2,5 mm	112	86	72	63	57	51	48	45
ohne		TU	6 mm / 4 mm	447	327	267	232	206	188	174	162
1x KQ2H - 1x KQ2L	1/4	TU	6 mm / 4 mm	305	257	225	203	185	171	161	151
ohne		TU	8 mm / 5 mm	786	584	482	418	375	341	316	294
1x KQ2H - 1x KQ2L	1/4	TU	8 mm / 5 mm	523	450	397	359	331	308	289	272
ohne		<b>TS</b>	<b>8 mm / 6 mm</b>	1235	933	781	680	609	554	512	480
1x KQ2H - 1x KQ2L	3/8	<b>TS</b>	<b>8 mm / 6 mm</b>	661	600	552	514	481	452	429	410
ohne		TU	10 mm / 6,5 mm	1499	1150	959	837	752	688	637	593
1x KQ2H - 1x KQ2L	3/8	TU	10 mm / 6,5 mm	923	822	740	683	632	593	559	529
ohne		TU	12 mm / 8 mm	2496	1952	1643	1444	1302	1188	1102	1029
1x KQ2H - 1x KQ2L	1/2	TU	12 mm / 8 mm	1480	1344	1231	1138	1066	1003	949	902
ohne		TU	16 mm / 10 mm	4234	3409	2903	2572	2330	2135	1986	1860
1x KQ2H - 1x KQ2L	1/2	TU	16 mm / 10 mm	2403	2218	2056	1931	1823	1726	1643	1568

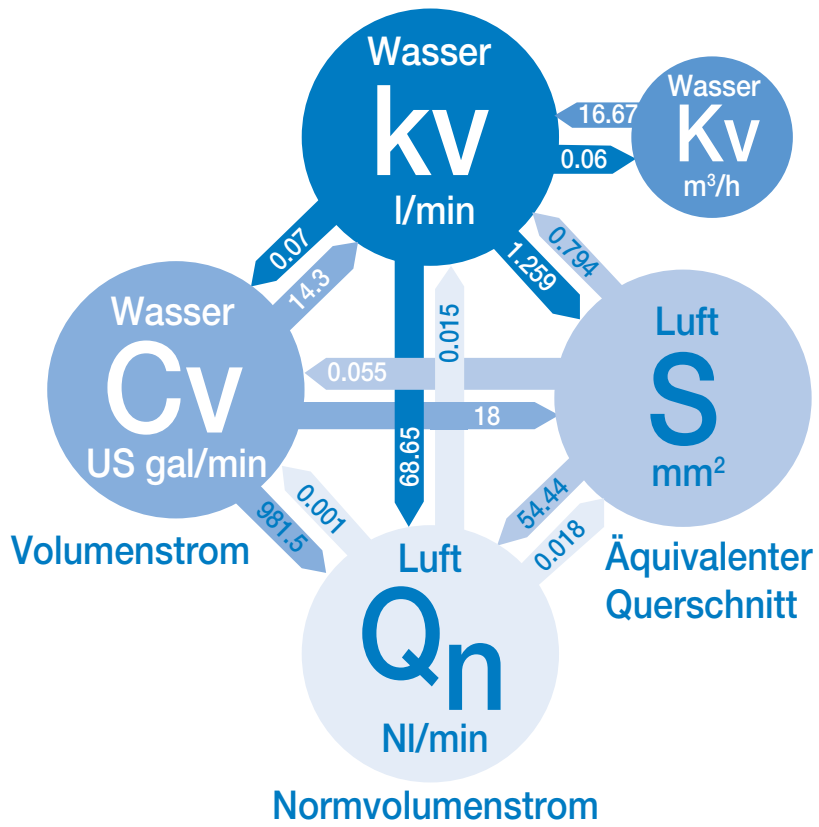
Druckabfall von 0.6 MPa auf 0.5 MPa

NI/min (ANR)

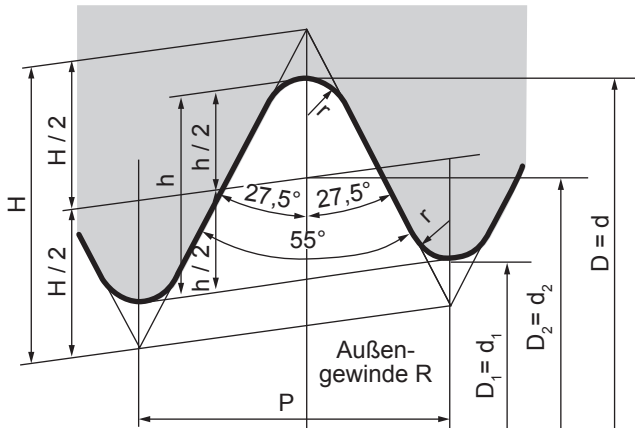
Fittinge (Serie KQ2H und KQ2L)	Zoll	Serie	Schläuche (Außen- / Innen-Ø)	5 m	6 m	8 m	10 m	12 m	15 m	18 m	20 m
ohne		TU	4 mm / 2,5 mm	41	37	32	29	26	23	21	20
1x KQ2H - 1x KQ2L	1/4	TU	4 mm / 2,5 mm	40	37	32	28	26	23	21	20
ohne		TU	6 mm / 4 mm	144	132	113	101	92	82	74	70
1x KQ2H - 1x KQ2L	1/4	TU	6 mm / 4 mm	137	126	110	98	90	81	73	69
ohne		TU	8 mm / 5 mm	263	239	206	183	167	148	135	128
1x KQ2H - 1x KQ2L	1/4	TU	8 mm / 5 mm	247	227	198	178	162	146	133	126
ohne		<b>TS</b>	<b>8 mm / 6 mm</b>	427	388	336	299	273	242	221	209
1x KQ2H - 1x KQ2L	3/8	<b>TS</b>	<b>8 mm / 6 mm</b>	375	349	310	280	258	232	213	202
ohne		TU	10 mm / 6,5 mm	528	484	417	371	336	301	273	259
1x KQ2H - 1x KQ2L	3/8	TU	10 mm / 6,5 mm	483	448	392	354	323	292	265	253
ohne		TU	12 mm / 8 mm	924	838	723	645	589	525	476	452
1x KQ2H - 1x KQ2L	1/2	TU	12 mm / 8 mm	829	763	673	609	563	504	461	440
ohne		TU	16 mm / 10 mm	1666	1523	1320	1173	1067	951	868	821
1x KQ2H - 1x KQ2L	1/2	TU	16 mm / 10 mm	1449	1352	1207	1090	1005	903	833	790

### Standard-Referenzatmosphäre und Normliter nach ISO 8778:2003 und JIS B 8393:

- Abkürzung ANR (Atmosphère normalisée de référence)
- Drucklufttemperatur 20 °C
- absoluter Druck 0,1 MPa = 100 kPa = 1 bar
- relative Luftfeuchtigkeit 65 %



**Rohraußengewinde konisch R  
Rohrrinnengewinde konisch Rc**



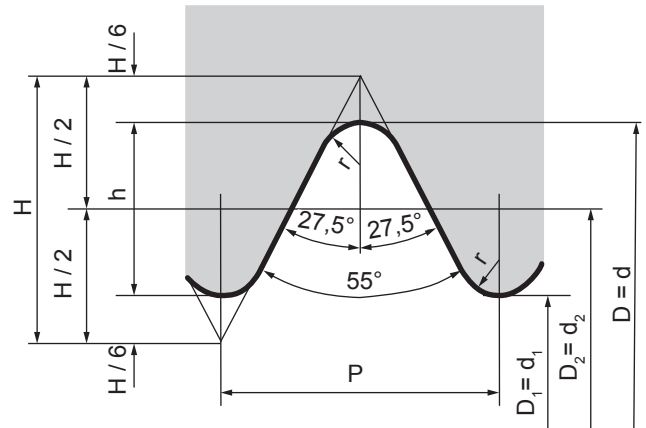
konisches Gewinde: 1:16

$$P = 25,4 / n \quad H = 0,960491P$$

$$h = 0,640327P$$

$$r = 0,137329P$$

**Rohrgewinde zylindrisch G**



$$P = 25,4 / n \quad H = 0,960491P$$

$$h = 0,640327P$$

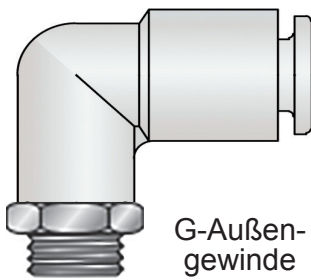
$$r = 0,137329P$$

Gewinde	Gewinde-Ø D = d	Flanken-Ø D <sub>2</sub> = d <sub>2</sub>	Kern-Ø D <sub>1</sub> = d <sub>1</sub>	Gangzahl auf 25,4 mm n	Steigung P
R,Rc 1/8	9,728	9,147	8,566	28	0,907
R,Rc 1/4	13,157	12,301	11,445	19	1,337
R,Rc 3/8	16,662	15,806	14,950	19	1,337
R,Rc 1/2	20,955	19,793	18,631	14	1,814
R,Rc 5/8	22,911	21,749	20,587	14	1,814
R,Rc 3/4	26,441	25,279	24,117	14	1,814
R,Rc 1	33,249	31,770	30,291	11	2,309
R,Rc 1 1/8	37,897	36,418	34,939	11	2,309
R,Rc 1 1/4	41,910	40,431	38,952	11	2,309
R,Rc 1 3/8	44,323	42,844	41,365	11	2,309
R,Rc 1 1/2	47,803	46,324	44,845	11	2,309
R,Rc 1 3/4	53,746	52,267	50,788	11	2,309
R,Rc 2	59,614	58,135	56,656	11	2,309
R,Rc 2 1/4	65,710	64,231	62,752	11	2,309
R,Rc 2 1/2	75,184	73,705	72,226	11	2,309
R,Rc 2 3/4	81,534	80,055	78,576	11	2,309
R,Rc 3	87,884	86,405	84,926	11	2,309
R,Rc 4	113,030	111,551	110,072	11	2,309
R,Rc 5	138,430	136,951	135,472	11	2,309
R,Rc 6	163,830	162,351	160,872	11	2,309

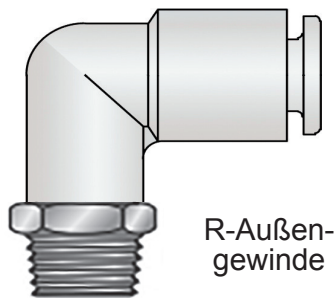
Gewinde	Gewinde-Ø D = d	Flanken-Ø D <sub>2</sub> = d <sub>2</sub>	Kern-Ø D <sub>1</sub> = d <sub>1</sub>	Gangzahl auf 25,4 mm n	Steigung P
G 1/8	9,728	9,147	8,566	28	0,907
G 1/4	13,157	12,301	11,445	19	1,337
G 3/8	16,662	15,806	14,950	19	1,337
G 1/2	20,955	19,793	18,631	14	1,814
G 5/8	22,911	21,749	20,587	14	1,814
G 3/4	26,441	25,279	24,117	14	1,814
G 1	33,249	31,770	30,291	11	2,309
G 1 1/8	37,897	36,418	34,939	11	2,309
G 1 1/4	41,910	40,431	38,952	11	2,309
G 1 3/8	44,323	42,844	41,365	11	2,309
G 1 1/2	47,803	46,324	44,845	11	2,309
G 1 3/4	53,746	52,267	50,788	11	2,309
G 2	59,614	58,135	56,656	11	2,309
G 2 1/4	65,710	64,231	62,752	11	2,309
G 2 1/2	75,184	73,705	72,226	11	2,309
G 2 3/4	81,534	80,055	78,576	11	2,309
G 3	87,884	86,405	84,926	11	2,309
G 4	113,030	111,551	110,072	11	2,309
G 5	138,430	136,951	135,472	11	2,309
G 6	163,830	162,351	160,872	11	2,309

Alle Maße sind in Millimetern angegeben.

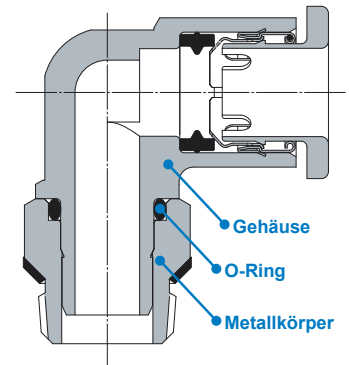
G-Gewinde



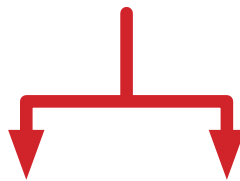
R-Gewinde



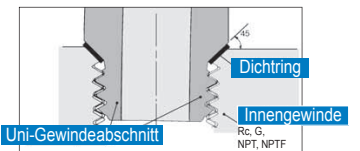
Uni-Gewinde



Innengewinde  
G-Innengewinde



Innengewinde  
R-Innengewinde



Für die einheitliche Verwendung von Rc, G, NPT und NPTF wurde eine spezielle Gewindekonstruktion als Uni-Gewinde entwickelt. Die Dichtmethode reduziert die Einschraubzeit erheblich.



# Vakuumsauger Modellauswahl

## Ermitteln der Hebekraft

Die theoretische Hebekraft (ohne Sicherheitsfaktor) lässt sich anhand des Saugerdurchmessers und des Vakuums berechnen. Die erforderliche Hebekraft ergibt sich dann durch Dividieren der theoretischen Hebekraft durch den Sicherheitsfaktor  $t$ .

$$\text{Hebekraft} = \frac{\text{theoretische Hebekraft}}{\text{Sicherheitsfaktor } t}$$

Sicherheitsfaktor für horizontales Heben: 4  
Sicherheitsfaktor für vertikales Heben: 8

## Theoretische Hebekraft = $P \times S \times 0.1$

### Sauger- $\phi$ ( $\phi$ 2 bis $\phi$ 50)

(N)

Saugerdurchmesser (mm)	$\phi$ 2	$\phi$ 4	$\phi$ 6	$\phi$ 8	$\phi$ 10	$\phi$ 13	$\phi$ 16	$\phi$ 20	$\phi$ 25	$\phi$ 32	$\phi$ 40	$\phi$ 50
Saugerfläche S (cm <sup>2</sup> )	0.03	0.13	0.28	0.50	0.79	1.33	2.01	3.14	4.91	8.04	12.6	19.6
Vakuum (kPa)	-85	0.27	1.07	2.40	4.27	6.67	11.3	17.1	26.7	41.7	68.3	107
	-80	0.25	1.00	2.26	4.02	6.28	10.6	16.1	25.1	39.3	64.3	101
	-75	0.24	0.94	2.12	3.77	5.89	10.0	15.1	23.6	36.8	60.3	95
	-70	0.22	0.88	1.98	3.52	5.50	9.3	14.1	22.0	34.3	56.3	88
	-65	0.20	0.82	1.84	3.27	5.10	8.6	13.1	20.4	31.9	52.2	82
	-60	0.19	0.75	1.70	3.01	4.71	8.0	12.1	18.8	29.4	48.2	76
	-55	0.17	0.69	1.55	2.76	4.32	7.3	11.1	17.3	27.0	44.2	69
	-50	0.16	0.63	1.41	2.51	3.93	6.7	10.0	15.7	24.5	40.2	63
	-45	0.14	0.57	1.27	2.26	3.53	6.0	9.0	14.1	22.1	36.2	57
-40	0.13	0.50	1.13	2.01	3.14	5.3	8.0	12.6	19.6	32.2	50	

### Sauger- $\phi$ ( $\phi$ 63 bis $\phi$ 340)

(N)

Saugerdurchmesser (mm)	$\phi$ 63	$\phi$ 80	$\phi$ 100	$\phi$ 125	$\phi$ 150	$\phi$ 250	$\phi$ 300	$\phi$ 340
Saugerfläche S (cm <sup>2</sup> )	31.2	50.2	78.5	122.7	176.6	490.6	706.5	907.5
Vakuum (kPa)	-85	265	427	667	1043	1501	4170	6005
	-80	250	402	628	982	1413	3925	5652
	-75	234	377	589	920	1325	3680	5299
	-70	218	351	550	859	1236	3434	4946
	-65	203	326	510	798	1148	3189	4592
	-60	187	301	471	736	1060	2944	4239
	-55	172	276	432	675	971	2698	3886
	-50	156	251	393	614	883	2453	3533
	-45	140	226	353	552	795	2208	3179
-40	125	201	314	491	706	1962	2826	

### Ovaler Sauger (2 x 4 bis 8 x 30)

(N)

Sauger-Größe (mm)	2 x 4	3.5 x 7	4 x 10	5 x 10	6 x 10	4 x 20	5 x 20	6 x 20	8 x 20	4 x 30	5 x 30	6 x 30	8 x 30
Saugerfläche S (cm <sup>2</sup> )	0.07	0.21	0.36	0.44	0.52	0.76	0.94	1.12	1.46	1.16	1.44	1.72	2.26
Vakuum (kPa)	-85	0.60	1.79	3.06	3.74	4.42	6.46	7.99	9.52	12.41	9.86	12.24	14.62
	-80	0.56	1.68	2.88	3.52	4.16	6.08	7.52	8.96	11.68	9.28	11.52	13.76
	-75	0.53	1.58	2.70	3.30	3.90	5.70	7.05	8.40	10.95	8.70	10.80	12.90
	-70	0.49	1.47	2.52	3.08	3.64	5.32	6.58	7.84	10.22	8.12	10.08	12.04
	-65	0.46	1.37	2.34	2.86	3.38	4.94	6.11	7.28	9.49	7.54	9.36	11.18
	-60	0.42	1.26	2.16	2.64	3.12	4.56	5.64	6.72	8.76	6.96	8.64	10.32
	-55	0.39	1.16	1.98	2.42	2.86	4.18	5.17	6.16	8.03	6.38	7.92	9.46
	-50	0.35	1.05	1.80	2.20	2.60	3.80	4.70	5.60	7.30	5.80	7.20	8.60
	-45	0.32	0.95	1.62	1.98	2.34	3.42	4.23	5.04	6.57	5.22	6.48	7.74
-40	0.28	0.84	1.44	1.76	2.08	3.04	3.76	4.48	5.84	4.64	5.76	6.88	