

Druckluft

Die Zylinder sind für den Betrieb mit ungeölter Luft konstruiert, so dass keine Wartung notwendig ist. Wenn aber geölte Luft verwendet wird, so muss die Ölzufuhr ständig erfolgen, weil die zusätzliche Schmierung die werkseitige Initialschmierung beseitigt. Unter Beachtung von ISO/DIN8573-1 ist Druckluft der Klasse 3-4-3 zu verwenden. Dies heißt:

- Einzelpartikelklasse 3: 10.000 Partikel/m³ mit $d \leq 1 \mu\text{m}$ und 500 Partikel/m³ mit $d \leq 5 \mu\text{m}$
- Feuchteklasse 4: Drucktaupunkt $\leq +3^\circ\text{C}$
- Ölklasse 3: Totale Ölkonzentration $\leq 1 \text{ mg/m}^3$.

Dichtungsmaterial

Siehe Seite 6.1/08 der technischen Dokumentation für Kompatibilitätsangaben.

Einige Reihen der Metal Work-Zylinder sind mit unterschiedlichem Dichtungsmaterial erhältlich.

Polyurethan: das Beste im Bereich hoher Lebensdauer, widerstandsfähig gegen Verschleiß und geringe Reibung.

Chemisch beständig gegen:

- Reine aliphatische Hydrocarbonate (Butan, Propan, Benzin). Einige Verunreinigungen (Feuchte, Alkohol, Säure oder Basenverbindungen) können Polyurethan chemisch angreifen.
- Mineralöle und Fette (einige Zusätze können das Material angreifen)
- Silikonöl und Fett
- Wasser bis $+50^\circ\text{C}$
- Beständig gegen Ozon und Alterung

Nicht beständig gegen:

- Ketone, Ester und Äther
- Alkohol, Glykol
- Heißes Wasser, Dampf, alkalische Stoffe, Amine, Säuren
- Gute Elastizität bis -35°C (für Tieftemperatur nur die PU Version)

NBR: Diese Dichtungen haben eine kürzere Lebensdauer als Polyurethan-Dichtungen. Jedoch werden sie für die Anwendung in Umgebungen empfohlen, die die Bildung von Wasserkondensat ermöglichen, wie in tropischem Klima, wo Polyurethan-Dichtungen in Folge von Hydrolyse schnell altern.

Chemisch beständig gegen:

- Methan, Butan, Propan, Fettsäuren
- Aliphatische Hydrocarbonate
- Schmieröle
- Benzin

Nicht chemisch beständig gegen:

- Ozon und Sonnenlichteinstrahlung
- Gute Elastizität bis -35°C (bei niedrigeren Temperaturen nur NBR anwenden)

FKM/FPM: ist beständig bis zu Temperaturen von 150°C . Dies ist ideal für Hochgeschwindigkeits-Anwendungen bei kolbenstangenlosen Zylindern, wo hohe Temperaturen an den Dichtlippen des Kolbens auftreten.

Chemisch beständig gegen:

- Mineralöle und Fette; leicht aufquellend bei Ölen der Gruppe ASTM n. 1 und 3.
- Silikonöle und -fette
- Tierische und pflanzliche Öle und Fette
- Aliphatische Hydrocarbonate (Benzin, Butan, Propan, Erdgas)
- Aromatische Hydrocarbonate (Benzol, Toluol)
- Chlorine Hydrocarbonate (Tetrachloräthylen)
- Flüssige Brennstoffe
- Ozon, atmosphärische Einwirkungen, Alterung

Nicht chemisch beständig gegen:

- Kühlflüssigkeiten (Aceton, Methyläthylcheton, Diäthyläther, Dioxan)
- Bremsflüssigkeiten auf Glykol-Basis
- Ammoniakgas, Amine, Alkaloide
- Extrem heißer Wasserdampf
- Niedrig-molekulare organische Säuren (Ameisen- und Essigsäure)

Zylinder ohne STICK-SLIP-Effekt

Standardzylinder sind für einen störungsfreien Betrieb entsprechend allen Anforderungen, insbesondere denen der hohen Geschwindigkeit konstruiert. Bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten tendiert die Arbeitsweise bei Vorhandensein von Seitenbelastungen zu Unregelmäßigkeiten und zu Rucken. In solchen Fällen sind no-stick-slip-Zylinder, die eine weiche Arbeitsweise ermöglichen, zu empfehlen. Diese haben spezielle Schmierungsmerkmale und Polyurethan-Dichtungen.

Seitliches Spiel der Kolbenstange

Die Zylinder wurden entwickelt, um Kräfte in axialer Richtung aufzunehmen, jedoch nicht, um Seitenbelastungen aufzunehmen. Wenn man den Zylinder mit Seitenlasten beaufschlagt, muss das Spiel zwischen der Kolbenstange und der Führungsbuchse berücksichtigt werden. Allgemein gilt, dass je 100 mm Hub 1 mm seitliches Spiel gemessen am Ende der Kolbenstange, auftritt.

Lebensdauer des Zylinders

Die Lebensdauer eines Zylinders ist von vielen Faktoren, wie z.B. der axialen und seitlichen Last, der Geschwindigkeit, der Arbeitsfrequenz, der Temperatur, Stoßbelastung, Leckage (im zulässigen Rahmen) abhängig. Im Folgenden sind einige Fakten angegeben, die als unbedingte Referenz angesehen werden. Sie sind nicht bindend oder garantiert in Folge der Unterschiedlichkeit der Einflussfaktoren.

Ohne Seitenbelastung:

- ISO 15552-Zylinder und Rundzylinder mit Polyurethan-Dichtungen: 15.000 km
- ISO 15552-Zylinder und Rundzylinder mit NBR-Dichtungen: 8.000 km
- ISO6432-Zylinder, Kurzhubzylinder und Kompaktzylinder mit NBR-Dichtungen: 15 Millionen Zyklen
- Kolbenstangenlose Zylinder: 5.000 km

Toleranzen der Hublänge

Ein gefertigter Zylinder hat in Bezug auf den Nenn-Hub eine Maßtoleranz, die in Übereinstimmung mit einigen Vorschriften in folgenden Grenzen gilt:

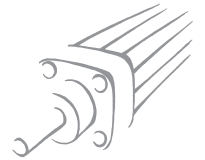
• Zylinder nach ISO 15552	32-50	-0	+2	mm
	63-200	-0	+2.5	mm
• Zylinder nach ISO 15552	8-25	-1	+1	mm
• Rundzylinder	32-50	-0,5	+1.5	mm
• Kurzhubzylinder	12-50	-1	+1	mm
	63-100	-1	+1.5	mm
• Kompaktzylinder	12-100	-0,5	+1.5	mm
• Kompaktzylinder ISO 21287	20-100	-0,5	+1.5	mm
• Kolbenstangenlose Zylinder	16-40	-1	+2	mm

Hublängen über den im Katalog angegebenen Maximalwerten

Metal Work kann auch Zylinder mit größeren Hübten, als im Katalog angegeben, mit Rücksicht auf die technologischen Möglichkeiten liefern. Die Metal Work Verkaufsabteilung kann Ihnen dazu umfassende Informationen geben. Jedoch ist vom Endkunden dafür Sorge zu tragen, dass die Kolbenstange zusätzlich geführt, Spitzenbelastungen vermieden werden etc.

Magnetfeld-Sensoren

Das Magnetfeld, das von einem Dauermagneten innerhalb der Kolbenkonstruktion erzeugt wird, ändert sich in Form und Stärke in Abhängigkeit von der Anwesenheit ferro-magnetischer Körper in der Nähe. Diese Körper können ein einwandfreies Schalten des Sensors verhindern. Dann sollten nicht-ferro-magnetische Materialien verwendet werden. Die Befestigungsschrauben von Kurzhub- und Kompakt-Zylindern sollten vorzugsweise aus rostfreiem Stahl (wenig ferro-magnetisch) sein.



BERECHNUNG DER KNICKBELASTUNG AN DER KOLBENSTANGE

Während des Betriebes verhält sich die Kolbenstange des Zylinders wie ein Stab, der auf Knickung (Biegung + Pressung) beansprucht wird. Bei langen Hüb ist es erforderlich, den richtigen Kolbenstangendurchmesser für die verwendete Last, den Typ des Zylinders und die Kolbenstangenbefestigung zu ermitteln. Die folgende Formel kann dazu verwendet werden.

A. Berechnung der Maximalkraft bei einem vorhandenen Hub und Kolbenstangendurchmesser:

$$F \leq \frac{20.350 \cdot \varnothing^4}{C^2 \cdot K^2}$$

B. Berechnung des minimalen Kolbenstangendurchmessers bei gegebenem Hub und der Kraft:

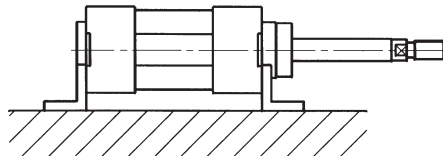
$$S \geq \sqrt[4]{\frac{F \cdot C^2 \cdot K^2}{20.350}}$$

Wobei:

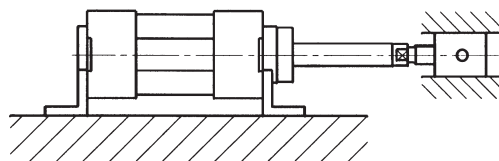
- F Kraft der Anwendung [N]
- ∅ Kolbenstangendurchmesser [mm]
- C Hub [mm]
- K Koeffizient der freien Länge in Abhängigkeit von der Art der Befestigung - siehe Diagramm rechts

EINSPANNUNG

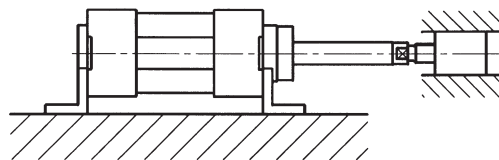
K



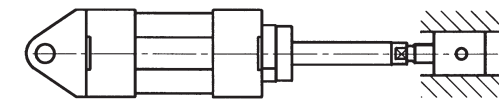
2



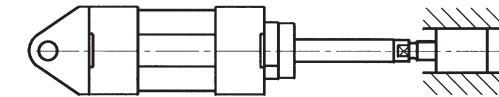
0.7



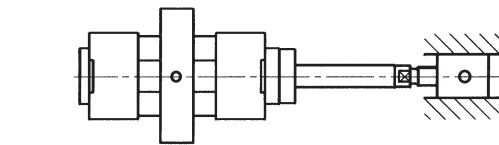
0.5



2



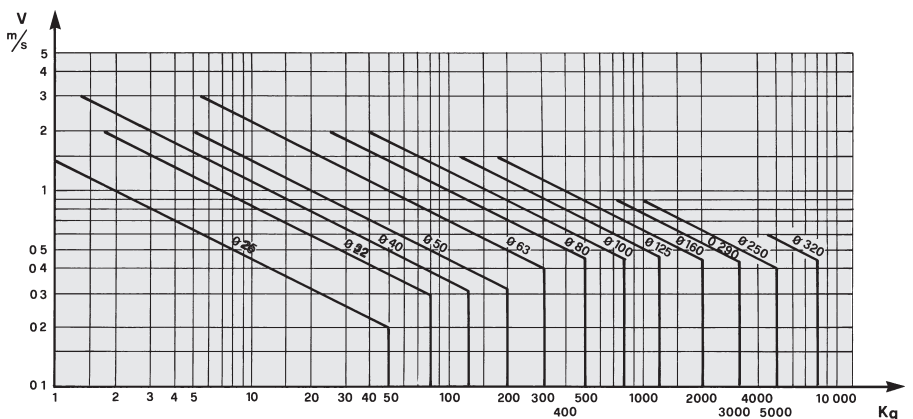
1



1.5

DIAGRAMM ZUR GESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT VON DER MAXIMAL ZULÄSSIGEN KRAFT

Damit der Zylinder seine ausgeführte Endposition ohne Schaden in Folge der Krafteinwirkung erreichen kann, ist es notwendig die kinetische Energie der bewegten Masse und erzeugten Arbeit abzubauen. Die maximal aufnehmbare Kraft hängt von der Bewegungsgeschwindigkeit und der standardmäßig vorhandenen pneumatischen Dämpfung in den verschiedenen Zylinder ab. Das Diagramm zeigt die Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der absorbierbaren Masse bei verschiedenen Durchmessern bei einem Druck von 6 bar.



LUFTVERBRAUCH VON ZYLINDERN

Kolbendurchmesser D mm	Kolbenstangendurchmesser d mm	Richtung	Wirksame Fläche cm ²	Luftverbrauch während Aus- und Einfahren in NI / cm Hub in Abhängigkeit vom Arbeitsdruck P in bar bei 20°C									
				1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar
12	4	ausfahrend	1,13	0,0023	0,0034	0,0045	0,0057	0,0068	0,0079	0,0090	0,0102	0,0113	0,0124
		einfahrend	1,00	0,0020	0,0030	0,0040	0,0050	0,0060	0,0070	0,0080	0,0090	0,0100	0,0110
16	6	ausfahrend	2,01	0,0040	0,0060	0,0080	0,0100	0,0121	0,0141	0,0161	0,0181	0,0202	0,0221
		einfahrend	1,73	0,0035	0,0052	0,0069	0,0086	0,0104	0,0121	0,0138	0,0156	0,0173	0,0190
20	8	ausfahrend	3,14	0,0063	0,0094	0,0126	0,0157	0,0188	0,0220	0,0251	0,0283	0,0314	0,0346
		einfahrend	2,64	0,0053	0,0079	0,0106	0,0132	0,0158	0,0185	0,0211	0,0238	0,0264	0,0290
25	12	ausfahrend	4,91	0,0098	0,0147	0,0196	0,0245	0,0295	0,0344	0,0393	0,0442	0,0491	0,0540
		einfahrend	3,78	0,0076	0,0113	0,0151	0,0189	0,0227	0,0264	0,0302	0,0340	0,0378	0,0415
32	12	ausfahrend	8,04	0,016	0,024	0,032	0,040	0,048	0,056	0,064	0,072	0,080	0,088
		einfahrend	6,91	0,014	0,021	0,028	0,035	0,042	0,049	0,058	0,063	0,070	0,076
40	16	ausfahrend	12,56	0,025	0,038	0,050	0,063	0,076	0,088	0,100	0,113	0,126	0,138
		einfahrend	10,55	0,021	0,032	0,042	0,053	0,063	0,074	0,088	0,095	0,106	0,116
50	20	ausfahrend	19,63	0,039	0,059	0,079	0,098	0,118	0,137	0,157	0,177	0,196	0,216
		einfahrend	16,49	0,033	0,050	0,066	0,082	0,099	0,115	0,132	0,149	0,165	0,181
63	20	ausfahrend	31,16	0,062	0,093	0,125	0,156	0,187	0,218	0,249	0,280	0,312	0,343
		einfahrend	28,02	0,056	0,084	0,112	0,140	0,168	0,196	0,224	0,252	0,280	0,308
80	25	ausfahrend	50,24	0,100	0,150	0,200	0,250	0,301	0,351	0,402	0,452	0,502	0,552
		einfahrend	45,36	0,091	0,138	0,181	0,227	0,272	0,318	0,363	0,408	0,454	0,500
100	32	ausfahrend	78,54	0,157	0,238	0,314	0,382	0,471	0,549	0,628	0,706	0,785	0,862
		einfahrend	70,50	0,141	0,211	0,282	0,352	0,423	0,493	0,564	0,635	0,705	0,775
125	32	ausfahrend	122,66	0,245	0,368	0,490	0,613	0,736	0,859	0,981	1,104	1,226	1,349
		einfahrend	114,67	0,229	0,344	0,459	0,573	0,688	0,803	0,917	1,032	1,147	1,262
160	40	ausfahrend	201,06	0,402	0,603	0,804	1,005	1,206	1,407	1,608	1,809	2,010	2,211
		einfahrend	188,49	0,377	0,565	0,754	0,942	1,130	1,319	1,508	1,696	1,884	2,073
200	40	ausfahrend	314,15	0,628	0,942	1,257	1,571	1,885	2,199	2,513	2,827	3,145	3,456
		einfahrend	301,59	0,603	0,905	1,206	1,508	1,810	2,111	2,413	2,714	3,016	3,318

KRÄFTE VON FEDERN IN EINFACHWIRKENDEN ZYLINDERN (THEORETISCH)

EINFACHWIRKENDE ZYLINDER NACH ISO15552				EINFACHWIRKENDE KURZHUBZYLINDER			
Durchmesser mm	Blockkraft der Feder N	max. Hub mm	Kraft bei entspannter Feder N	Durchmesser mm	Blockkraft der Feder N	max. Hub mm	Kraft bei entspannter Feder N
32	63	250	35	12	6	25	1,5
40	88	250	51	16	7	25	3
50	102	250	64	20	12	25	4
63	102	250	64	25	14	25	5
				32	33	50	6
				40	45	50	15
				50	70	50	20
				63	81	50	25
EINFACHWIRKENDE ZYLINDER NACH ISO6432				EINFACHWIRKENDE RUNDZYLINDER			
Durchmesser mm	Blockkraft der Feder N	max. Hub mm	Kraft bei entspannter Feder N	Durchmesser mm	Blockkraft der Feder N	max. Hub mm	Kraft bei entspannter Feder N
8	3	50	1	32	86	250	34
10	5	50	1	40	95	250	50
12	7	50	3	50	108	250	62
16	20	50	5				
20	22	50	12				
25	28	50	17				
				EINFACHWIRKENDE EINBAUZYLINDER			
Durchmesser mm	Blockkraft der Feder N	max. Hub mm	Kraft bei entspannter Feder N	Durchmesser mm	Blockkraft der Feder N	max. Hub mm	Kraft bei entspannter Feder N
6	3.7	5	-	6	3.9	10	-
10	7.8	5	-	10	9.6	10	-
16	7.2	5	-	16	13.3	10	-
6	3.9	10	-	6	3.9	15	-
10	9.6	10	-	10	9.1	15	-
16	13.3	10	-	16	13.3	15	-
6	3.9	15	-				
10	9.1	15	-				
16	13.3	15	-				

$$P = P_1 + \frac{(P_2 - P_1)}{C_{\max}} \cdot C_x$$

P_1 = Kraft bei entspannter Feder

P_2 = Blockkraft der Feder

C_x = Erforderlicher Hub

C_{\max} = Maximaler Hub

GEWICHTE DER ZYLINDER

Micro-Zylinder der Reihe ISO6432					Rundzylinder der Reihe RNDC				
Ø	1 Kolbenstange		durchgehende Kolbenstange		Ø	1 Kolbenstange		durchgehende Kolbenstange	
	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm		Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm
8	40	0.234	55	0.334	32	404	1.44	455	2.04
10	41	0.257	59	0.371	40	660	1.58	808	3.14
12	77	0.419	111	0.635	50	1235	3.59	1507	6.03
16	93	0.491	133	0.708					
20	181	0.732	233	1.121					
25	241	1.100	334	1.722					

Kurzhubzylinder der REIHE SSC								
Ø	1 Kolbenstange		durchgehende Kolbenstange		verdrehgesichert		Oszillierzylinder	
	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm
12	45	1.24	52	1.47	64	1.35		
16	63	1.65	72	2.05	88	1.6		
20	91	2.14	104	2.75	126	2.37		
25	144	3.04	167	3.65	189	3.25		
32	185	4.14	200	4.72	260	4.56	272	4.14
40	275	5.05	295	5.94	373	5.49	386	5.05
50	412	7.09	437	8.9	592	7.89	620	7.09
63	587	9.32	621	10.91	854	10.57	889	9.32
80	393	14.41	1485	16.9	1740	25.87		
100	673	21.94	2841	25.9	2692	30.77		

Kompaktzylinder								
Ø	1 Kolbenstange		durchgehende Kolbenstange		verdrehgesichert		durchgehende Kolbenstange, verdrehgesichert	
	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm
12	96	1.59	104	1.82	105	1.90	114	2.12
16	105	1.51	124	1.90	109	1.81	129	2.20
20	171	2.35	204	2.95	181	2.78	214	3.39
25	201	2.73	233	3.32	220	3.15	252	3.76
32	246	3.17	282	4.05	306	3.96	343	4.84
40	370	4.41	408	5.29	457	5.20	495	6.08
50	552	6.42	605	7.98	709	7.64	768	9.21
63	779	7.34	656	8.90	977	8.56	1054	10.13
80	1468	12.57	1624	15.02	1851	14.33	2027	16.78
100	2988	16.11	3100	19.93	3710	17.87	3850	21.70

Zylinder der Reihe ISO15552				
Ø	1 Kolbenstange		durchgehende Kolbenstange	
	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm
32	433	2.2	494	3.09
40	660	3.15	783	4.73
50	1087	4.57	1348	7.04
63	1443	5.03	1718	7.44
80	2815	7.49	3260	10.16
100	3897	8.79	4425	12.33
125	6988	13.42	8040	18
160	12979	22.92	13800	30
200	17000	28	18000	39

Zylinder der Reihe ISO15552 Typ A				
Ø	1 Kolbenstange		durchgehende Kolbenstange	
	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm
32	542	3.09	662	3.98
40	777	4.08	990	5.66
50	1239	5.86	1594	8.33
63	1608	5.92	2025	8.33
80	2995	9.07	3639	11.74
100	4139	9.48	4955	13.02
125	6917	14.11	8499	18.69

Parallelkolbenstangen-Zylinder der Reihe TWNC								
Ø	Standard		durchgehende Kolbenstange					
	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm	Gewicht [g] Hub=0	Gewicht [g] pro mm				
32	725	2.57	790	3.79				
40	945	2.81	1065	4.03				
50	1499	3.96	1737	5.72				
63	2360	5.72	2628	8.85				
80	4300	9.59	4730	15.52				
100	6270	10.89	6775	16.8				

