

Der **FDI®**- O-Ring Typ 51 ist ein gewebeverstärkter O-Ring für hohe Drücke und / oder große Spaltmaße.

*mit Antihafbeschichtung (Reibungs - Reduziert)

Wie in nebenstehender Graphik dargestellt, ist die Spaltextrusionsgefahr gegenüber Standard O-Ringen erheblich geringer.

Druckbelastung : max. 100 MPa / 1000 Bar

Werkstoff:	Temperatur-Bereich °C min. max.	chemische Beständigkeit
FDI® 1000	-40 +100	wie NBR
FDI® 1004 *	-40 +120	wie NBR
FDI® 2000	-40 +170	wie HNBR
FDI® 2004 *	-40 +170	wie HNBR
FDI® 3000	-30 +200	wie FKM (FPM)
FDI® 3004 *	-30 +200	wie FKM (FPM)

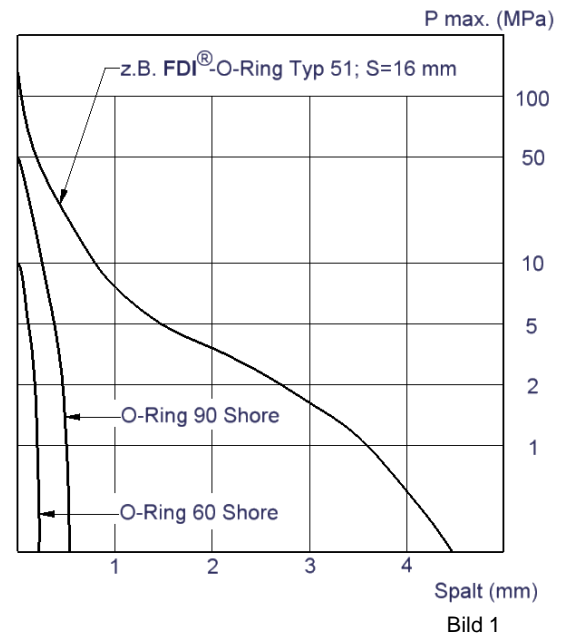


Bild 1

Einbauempfehlung:

- Nicht über scharfe Kanten (Gewinde, Nuten) montieren!
- Verdrehen vermeiden
- Dehnung ist bis ca. 2 % möglich, deshalb bei Einsatz in Welle beachten: $d \geq A \times 100$ oder Welle entsprechend gestalten

Empfohlene Querschnitte in Abhängigkeit des Durchmessers und die Abmessungen der entsprechenden Aufnahmeräume, wie sie für eine statische oder dynamische Anwendung erforderlich sind, werden in nachfolgender Tabelle angegeben.

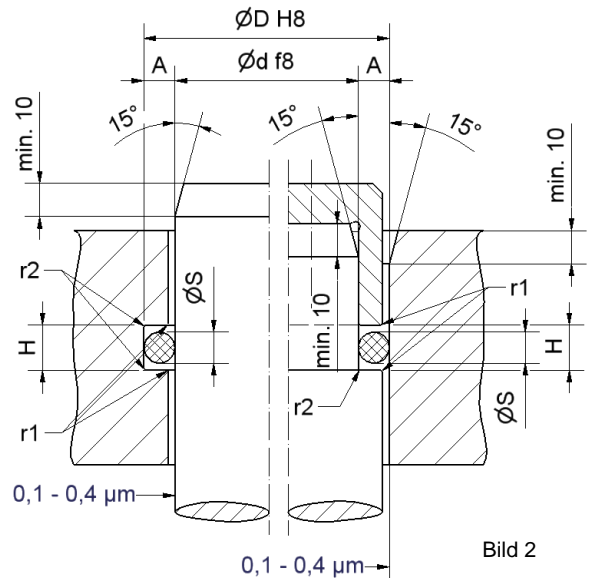


Bild 2

d (mm)	S (mm)	r1 max.	r2 max.	statisch		dynamisch	
				A (mm)	H (mm)	A (mm)	H (mm)
< 100	6	0,2	0,5	4,8	7 ± 0,1	5,1	7,5 ± 0,1
100 - 200	8	0,2	0,5	6,4	9,4 ± 0,1	6,8	10 ± 0,1
200 - 300	10	0,4	0,8	8	11,7 ± 0,1	8,5	12,5 ± 0,1
300 - 450	12	0,4	0,8	9,6	14 ± 0,2	10,2	15 ± 0,2
450 - 600	14	0,4	0,8	11,2	16,4 ± 0,2	11,9	17,5 ± 0,2
600 - 900	16	0,5	1	12,8	18,7 ± 0,2	13,6	20 ± 0,2
> 900	18	0,5	1	14,4	21,1 ± 0,3	15,3	22,5 ± 0,3

Weitere Abmessungen / Schnurstärken auf Anfrage möglich!

Die vorgenannten Angaben beruhen auf jahrzehntelangen Erfahrungen in der Herstellung und Anwendung von Dichtelementen und Kunststoffen. Trotzdem können unbekannte Parameter und Bedingungen beim praktischen Einsatz allgemeingültige Aussagen erheblich einschränken, so dass es praktischer Versuche beim Anwender selbst bedarf. Wegen der Vielzahl der Verwendungsmöglichkeiten unserer Produkte können wir deshalb keine Gewährleistung und Haftung für die Richtigkeit unserer Empfehlungen im Einzelfall übernehmen.
© Alle Rechte vorbehalten.

FDI® und **FDI-DICHTUNGEN®** sind eingetragene Marken der Friedrich GmbH.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
O-Ringe	1
Auswahl einer Dichtung / Produktionsgang	2
Produktionsgang / Wissenswertes	3
Toleranzen nach DIN 3770	4
Werkstoffe / Die Härtegrade / Spezielle Eigenschaften	5
Amerikanische Maßreihe	6
Nutmaße für dynamische Abdichtung	7
Nutmaße für statische Abdichtung	7
Millimeter Maßreihe	8
Nutmaße für dynamische Abdichtung	9
Nutmaße für statische Abdichtung	10

O-Ringe

Eine Serie universeller Dichtungsringe entsprechend ARP 568 Spezifikation. Der größte industrielle Anwendungsbereich liegt auf dem Gebiet von statischen und dynamischen Dichtungsringen. Die Dichtungsringe sind in einer breiten Palette von Elastomeren, einschließlich Polyurethanen und speziellen elastomerischen Materialien lieferbar, die besonders für den Einsatz bei aggressiven Flüssigkeiten und bei kritischen Temperatur- und Druckbedingungen geeignet sind.

Die vorgenannten Angaben beruhen auf jahrzehntelangen Erfahrungen in der Herstellung und Anwendung von Dichtelementen und Kunststoffen. Trotzdem können unbekannte Parameter und Bedingungen beim praktischen Einsatz allgemeingültige Aussagen erheblich einschränken, so daß es praktischer Versuche beim Anwender selbst bedarf. Wegen der Vielzahl der Verwendungsmöglichkeiten unserer Produkte können wir deshalb keine Gewährleistung und Haftung für die Richtigkeit unserer Empfehlungen im Einzelfall übernehmen. © Alle Rechte vorbehalten.

FDI[®] und **FDI-DICHTUNGEN[®]** sind eingetragene Marken der Friedrich GmbH.

Auswahl einer Dichtung

Die überaus schnelle Entwicklung der Technik, speziell auf den Sektoren Hydraulik und Pneumatik, wäre ohne eine schritthaltende Entwicklung zweckmäßiger Dichtelemente kaum denkbar.

Der Konstrukteur muß sich darauf verlassen können, daß die ihm zur Verfügung stehenden Dichtungen seinen oft sehr hoch gestellten Anforderungen gerecht werden.

Von der Dichtungsindustrie ist im Laufe der Zeit eine Vielzahl von nach Form und Werkstoff variierenden Dichtungen auf den Markt gebracht worden. Einige Typen stellten sich nach und nach als besonders geeignet heraus und werden mit Erfolg verwendet.

Bei der Konstruktion von Aggregaten oder Maschinenteilen, bei denen eine Abdichtung gegen flüssige oder gasförmige Medien vorgesehen werden muß, tauchen zwangsläufig die Fragen auf

- welcher Werkstoff und
- welche Dichtungsform

einzusetzen sind, um die erstrebte zuverlässige, dauerhafte Dichtwirkung zu erhalten.

Selbstverständlich ist es, daß für die Entscheidung nach der einen oder anderen Seite die Betriebsverhältnisse von ausschlaggebender Bedeutung sind. Vor der Bestimmung der zu verwendenden Dichtung muß Klarheit darüber bestehen, mit welchen chemischen und thermischen Beanspruchungen zu rechnen ist, welche Drücke und Bewegungen an der Dichtstelle auftreten werden und welche Oberflächengüte der Metallteile vorgesehen werden kann.

Wir haben uns zur Aufgabe gemacht, die zur Verfügung stehenden Dichtungsformen und die zur Anfertigung der Dichtungen geeigneten Werkstoffe so vorzustellen, daß mit möglicher Sicherheit die für den einzelnen Fall zweckmäßigste Art gewählt werden kann.

Halten wir zusammengefaßt fest, welche Forderungen an eine gute Dichtung zu stellen sind:

- 1) Zuverlässigkeit
- 2) geringer Reibungsverschleiß
- 3) wenig Platzbedarf
- 4) lange Lebensdauer

Bei der Wahl der Dichtung in Bezug auf Form (Profil) und Material (Werkstoff) müssen die Betriebsverhältnisse sorgfältig geprüft werden auf:

- 1) Art des Druckmittels
- 2) Temperatur an der Dichtstelle
- 3) Höhe des Druckes, mit dem die Dichtung beaufschlagt wird
- 4) Bewegungsverhältnisse an der Dichtung

Produktionsgang der Dichtungen und Formteile**Aufbau der Werkstoffe**

Die Funktionsfähigkeit der Präzisionsteile hängt wesentlich von der sinnvollen und ausgewogenen Zusammensetzung der Werkstoffe ab:

Die Elastomere

- hochmolekulare kohlenstoff- oder siliciumhaltige Verbindungen - bilden die Grundbestandteile der Werkstoffe und bestimmen deren chemische Grundeigenschaften.

Vernetzungs- oder Vulkanisationsmittel

reagieren mit den Elastomeren unter Bildung der für gummiartige Werkstoffe typischen Molekülgerüste, die das hochelastische Verhalten bedingen. Durch die Auswahl der Vernetzungssysteme kann besonders das Verformungsverhalten der Werkstoffe beeinflußt werden.

Füllstoffe und Weichmacher

werden in das Molekülgerüst eingebaut und bestimmen weitgehend die mechanischen Eigenschaften wie Härte, Zugfestigkeit, Dehnbarkeit und Abriebeigenschaften.

Durch Alterungsschutzmittel und andere spezielle Zusatzstoffe können Verbesserungen bestimmter Werkstoffeigenschaften erreicht werden.

Die Rezepturen der Werkstoffe werden aufgrund praktischer Erfahrungen und theoretischer Erkenntnisse entwickelt und in umfangreichen Testreihen geprüft, bevor sie für die Produktion freigegeben werden. Der enge Kontakt zu bedeutenden Rohstoffherstellern des In- und Auslandes sichert die Verwertung der neuesten Ergebnisse der chemisch-technischen Forschung zur ständigen Verbesserung der Werkstoffeigenschaften.

Herstellung der Rohmischungen

Die Komponenten der Mischungen werden auf schweren Mischwalzwerken zusammengeknetet. Dabei sind sowohl die Mischreihenfolge als auch die Einhaltung bestimmter Zeit- und Temperaturprogramme von großer Bedeutung, sie werden daher genau gesteuert und überwacht. Am Schluß des Mischvorganges liegt ein plastisches, völlig homogenes Gemisch vor, das alle Bestandteile in feinsten Verteilung enthält.

Werkstoffprüfung

Von jeder Mischung wird eine Probe entnommen, in einer Versuchspresse zu Prüfplatten und -ringen verarbeitet und auf ihre mechanischen Grundeigenschaften untersucht:

Zugfestigkeit nach	DIN 53 504
Bruchdehnung nach	DIN 53 504
Shorehärte nach	DIN 53 505
Stoßelastizität nach	DIN 53 512
Dichte	

Liegen die gemessenen Werte innerhalb der festgelegten Toleranzen, so erfolgt die Freigabe für die Weiterverarbeitung. Über die routinemäßigen Freigabeprüfungen hinaus werden im Laboratorium je nach den geforderten Werkstoffeigenschaften Untersuchungen mit Hilfe der verschiedensten chemischen, physikalischen und technischen Methoden durchgeführt.

Formgebung

Der zunächst noch plastische Werkstoff wird in stählernen Formwerkzeugen eigener Konstruktion unter Einwirkung von Druck und Hitze in seine endgültige Form gebracht. Dabei verflüssigt sich der Werkstoff zunächst, füllt alle Vertiefungen der Form vollständig aus und "erstarrt" anschließend unter chemischer Reaktion zum elastischen Zustand. Es werden entweder vorgeformte Rohlinge in die offenen Formhälften eingelegt und diese in hydraulischen Spezialpressen geschlossen oder der granuliert Werkstoff wird unter hohem Druck verflüssigt und durch Kanäle in die bereits geschlossenen Formwerkzeuge eingepreßt.

Zur Erzielung optimaler technischer Eigenschaften ist bei einigen Werkstoffen anschließend eine längere Temperung erforderlich, die in thermostatisierten Heizschränken vorgenommen wird.

Nachbearbeitung

Die nach der Entformung den Werkstücken anhaftenden Austriebs- oder Anspritzgrate werden mechanisch entfernt. Die dabei angewandten Verfahren sind dem Charakter der Werkstoffe und den Formen der Teile angepaßt.

Endkontrolle

Vor der Anlieferung werden alle Teile einer genauen Prüfung auf einwandfreie Ausführung und auf Einhaltung der vorgeschriebenen Toleranzen unterzogen.

Durch das enge Zusammenwirken von Entwicklungslabor, Konstruktionsbüro und Produktion sind wir in der Lage, auch sehr spezielle und hohe Anforderungen unserer Kunden an die technischen Eigenschaften unserer Werkstoffe und an die Ausführung der Teile erfüllen zu können.

Wissenswertes**Wirkungsweise**

Die Dichtwirkung von O-Ringen entsteht dadurch, daß sich der kreisförmige Ringquerschnitt elastisch plastisch verformt. Zur Abdichtung in drucklosem Zustand oder bei geringeren Drücken muß die notwendige Verformung konstruktiv gewährleistet sein, das heißt beispielsweise, daß die Tiefe der Einbaunut etwas geringer sein soll als die Ringdicke. Sobald ein Druck auftritt, wird der Ring stärker verformt und preßt sich an die abzudichtende Stelle an und zwar um so intensiver, je höher der Druck ist. Wird jedoch der Druck im Verhältnis zur Verformbarkeit des Dichtungsmaterials zu hoch, so besteht die Gefahr, daß der Ring in den abzudichtenden Spalt hineingedrückt und dadurch zerstört wird. Zur Abdichtung höherer Drücke sind daher Dichtungen aus härteren, schwerer verformbaren Werkstoffen vorzusehen.

Statische und dynamische Abdichtung

Während die Abdichtung von ruhenden Maschinenteilen (Flansche, Stopfen usw.) auf die vorher beschriebene Weise bis zu sehr hohen Drücken möglich ist, sind der Anwendung von O-Ringen an bewegten Bauteilen (dynamische Abdichtung) dadurch Grenzen gesetzt, daß mit zunehmendem Druck die für die Gleitbewegung der Dichtung notwendige Schmierung erschwert wird und der Reibungsverschleiß sich rapide erhöht. Die Art des Schmiermittels beeinflusst natürlich diese Verhältnisse; beispielsweise ist in der Hydraulik die Schmierwirkung von Mineralölen wesentlich besser als die von wäßrigen oder synthetischen Druckflüssigkeiten. Ausreichende Schmierwirkung kann im Bereich geringer Drücke bei einer Gleitgeschwindigkeit bis 0,2 m/s angenommen werden; bei höheren Drücken sind nur wesentlich geringere Gleitgeschwindigkeiten zulässig. Der maximale Druck für dynamische Abdichtungen mit O-Ringen liegt bei etwa 5 MPa. Zum Abdichten rotierender Elemente haben sich O-Ringe im allgemeinen nicht bewährt, da an der Dichtfläche keine Schmiermittelzufuhr möglich ist und deshalb erhöhte Reibung, lokale Erhitzung und schneller Verschleiß auftreten.

Oberflächengüte der Metallflächen

Die Nuten für die Aufnahme der O-Ringe und die Gleitflächen sollen eine möglichst hohe Oberflächengüte haben.

Rauhtiefe Ra in µm		Metallfläche
2 - 3	(N8 -N7)	Flanken der Ringnut
1,5 - 2,5	(N7)	Dichtfläche und Nutgrund bei statischer Abdichtung
1,5 - 2	(N6 - N7)	Nutgrund für dynamische Abdichtungen
0,5	(N6)	Gleitflächen für dynamische Abdichtungen

Die Gleitflächen sollen möglichst nach einem Verfahren fein bearbeitet sein, das keine regelmäßig angeordneten Rillen hinterläßt (gehont oder feingeschliffen).

Bestimmung der richtigen O-Ringgrößen

Die Schnurstärke s wird den konstruktiven Verhältnissen (Platzbedarf, Toleranzen, Druck etc.) entsprechend gewählt.

Der ID der O-Ringe läßt sich innerhalb von 5% stauchen oder strecken und kann deshalb der Konstruktion angepaßt werden.

Für außendichtende O-Ringe $ID \leq \text{Nutgrund } \varnothing$
(nächst kleineren O-Ring wählen)

Für innendichtende O-Ringe $ID \geq \text{Stangen } \varnothing$
(nächst größeren O-Ring wählen)

Die Nutgrund \varnothing ergeben sich aus Nenn \varnothing
+ 2 x Nuttiefe t für innendichtende O-Ringe
- 2 x Nuttiefe t für außendichtende O-Ringe

Die Nutmaße für statische und dynamische Abdichtungen sind aus den Tabellen neben den Maßreihen ersichtlich.

Toleranzen nach DIN 3770

Toleranzen

O-Ringe werden in genau bemaßten Pressformen hergestellt, so daß die Gewähr dafür gegeben ist, daß sie ganz gleichmäßig in dem verlangten Toleranzbereich liegen. Die zum Einsatz kommenden, nach dem neuesten Stand der Technik entwickelten Spezialpressformen und Pressdüsen garantieren einen einwandfreien Verfluß der zur Verwendung kommenden Werkstoffe. Dadurch wird ein völlig homogenes Gefüge erreicht.

ID = Innendurchmesser in mm
s = Ringdicke in mm

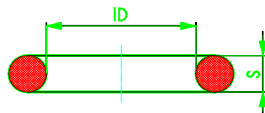
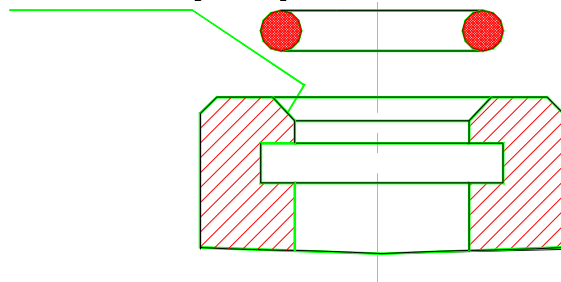


Bild 1

Toleranzen für ID			Toleranzen für s			
ID		Toleranz	s		Toleranz	
2	-	3	± 0,1	0,8	- 1,6	± 0,07
3,1	-	6	± 0,16	1,7	- 2,4	± 0,08
6,1	-	10	± 0,2	2,5	- 3,24	± 0,09
10,1	-	18	± 0,25	3,3	- 3,9	± 0,1
18,1	-	50	± 0,4	4,0	- 4,9	± 0,11
51	-	80	± 0,63	5,0	- 5,9	± 0,12
81	-	100	± 0,8	6,0	- 7,4	± 0,14
101	-	120	± 1,0	7,5	- 8,9	± 0,16
121	-	180	± 1,25	9,0	- 10,4	± 0,18
181	-	250	± 1,6			
251	-	320	± 2,0			

Kante 15 - 21° angeschrägt



321	-	400	± 2,5	
401	-	500	± 3,15	
501	-	650	± 4,0	

Montage

Beim Einbau von O-Ringen sollten Beschädigungen unbedingt vermieden werden. Scharfe Kanten, über die die Ringe gezogen werden müssen, sollten abgeschragt oder gerundet werden. Ist dies nicht möglich, so sollten Einbauhülsen mit konischer Öffnung die Montage erleichtern. Ebenso sorgfältig muß darauf geachtet werden, daß die Ringe nicht in verdrehtem Zustand in die Nut gelangen, da die ungleichmäßigen Materialspannungen eine gleichbleibende Dichtwirkung über den Ringumfang beeinträchtigen und den Verschleiß begünstigen.

Spaltmaße

Durch die Verformung unter Druck hat der elastische Dichtungswerkstoff das Bestreben, in den Spalt, zum Beispiel zwischen Kolben und Zylinderwand, auszuweichen. Ist der Spalt im Verhältnis zur Ringdicke zu groß, so kann schneller Verschleiß durch Abscheren des Ringes eintreten.

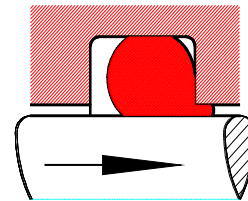


Bild 2

Richtwerte für die Spaltmaße sind aus den Tabellen für die Nutmaße ersichtlich.

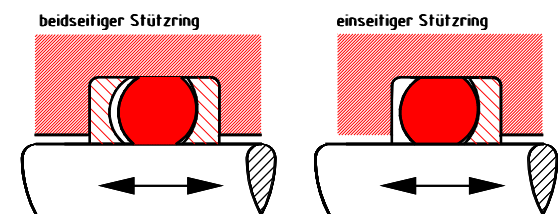


Bild 3

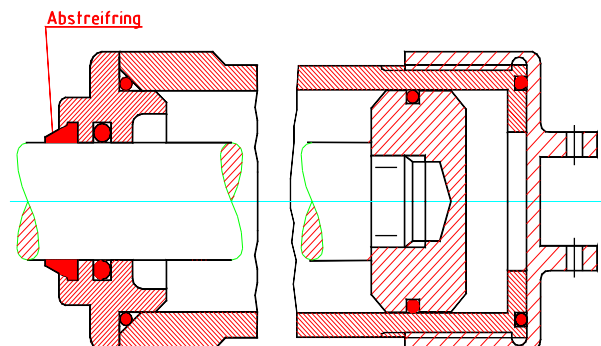
Bild 4

Bei starken Druckstößen über 10 MPa wird der Einsatz von Stützringen aus Leder, PTFE etc. empfohlen.

Bild 5

O-Ringe

Bild 6



dynamischer und statischer Einbau in einem Arbeitszylinder

Werkstoffe

Werkstoff	Empfehlung	Temp.- Bereich °C
Nitril- Kautschuk	Normqualität für Wasser, Heißwasser, Mineralische Öle u. Fette, wässrige Säuren und Laugen, Diesel- und Heizöl, Kraftstoffe (sehr abriebfest)	- 40 bis + 120 kurz- zeitig + 145
Neoprene	Ozon- und witterungsbeständig, bedingt ölbeständig (flammwidrig), Einsatz für Kältemittel (Freon)	- 45 bis + 110
Natur-Kautschuk	Hohe Elastizität, mechanisch hoch beanspruchbar	- 50 bis + 80
Butyl-Kautschuk	Gasundurchlässig (Hochvakuum) div. Säuren, Laugen, ozon- und witterungsbeständig für synthetische Hydraulikflüssigkeiten, Ester, Alkohol	- 60 bis +150
Aethylen-Propylen	Speziell für Heißwasser, Heißdampf, statisch bis 200°C (darf nicht mit Fetten und Ölen in Berührung kommen)	- 70 bis + 150
Viton	Ausgezeichnete chemische Beständigkeit auch bei hohen Temperaturen, Heißluft statisch bis 320°C, ozon- und witterungsbeständig	- 60 bis + 250
Silikon	Heißluft, Sauerstoff, trockene Gase (Einsatz für Lebensmittelabdichtung)	- 70 bis + 220
Hypalon	Ausgezeichnete Wetter- und Ozonbeständigkeit, abriebfest und flammwidrig, gute chemische Beständigkeit	- 30 bis + 150
PTFE	Vorzügliche chemische Beständigkeit, sehr gute Gleiteigenschaft (gefüllt für statische Abdichtung bis 220°C)	- 70 bis + 180

Werden Werkstoffe für besondere Anwendungsbedingungen oder spezielle Medien gewünscht, so bitten wir um Ihre Anfrage. Wir sind gerne bereit, Beständigkeitsangaben zu machen und Ihnen nötigenfalls besonders entwickelte Spezialwerkstoffe vorzuschlagen.

Die Härtegrade der Werkstoffe

Jeder Werkstoff (ausgenommen PTFE), der aus einem der eben genannten Rohstoffe als Basis hergestellt ist, kann in verschiedenen Härtegraden geliefert werden. Die richtige Härte ist von wesentlicher Bedeutung dafür, ob eine Dichtung die ihr gestellte Aufgabe mit dem besten Wirkungsgrad erfüllen kann.

Für die Wahl der Shore-Härten kann folgender Hinweis gelten:

Günstigste Härte des Werkstoffes bei Einsatz unter verschiedenen Drücken			
Druck (MPa)	bis 5	10	über 10
Härte in Shore	75	80	88 - 92

Nach unseren Erfahrungen werden überwiegend Werkstoffe mit einer Härte um 75° Shore verwendet. Sie haben für viele Einsatzzwecke die besten Eigenschaften (unsere Standard-Härte).

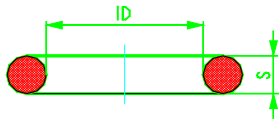
Spezielle Eigenschaften

Als Wetterbeständigkeit wird das Verhalten der Werkstoffe unter dem kombinierten Einfluß von Licht, UV-Strahlung, Ozon, Sauerstoff und Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet. Ausgezeichnete Eigenschaften in dieser Hinsicht haben die Werkstoffe der Gruppen W, M, N, L, T und E. Die vom Grundmaterial her ungünstigen Werte der übrigen Werkstoffe wurden durch spezielle Zusätze erheblich verbessert, so daß auch für sie eine gewisse Wetterbeständigkeit erwartet werden kann.

Die Beständigkeit gegen ionisierende Strahlung ist bei den Werkstoffen G und J sehr gut, für die Werkstoffgruppen W, E und F gut. Welche Werkstoffe für die praktische Anwendung, beispielsweise im Reaktorbau, zu bevorzugen sind, hängt von den sonstigen Betriebsverhältnissen (Temperatur, Ozoneinwirkung) ab.

Die elektrischen Eigenschaften der Werkstoffe überspannen einen weiten Bereich und sind besonders durch die Wahl der Füllstoffe zu beeinflussen. Es können Werkstoffe mit Halbleitereigenschaften ebenso wie solche mit hohem Isolationsvermögen hergestellt werden.

Entflammbarkeit: Werkstoffe der Gruppen E, M und W brennen zwar in Gegenwart einer Flamme, verlöschen aber sofort von selbst, wenn diese entfernt wird. Bei Bedarf ist noch eine flammhemmende Ausrüstung anderer Werkstoffe möglich.



• O - Ringe Amerikanische Maßreihe

Bild 1

• s = 1,78 mm		● s = 2,62 mm		● s = 3,53 mm		● s = 5,33 mm		● s = 7 mm	
O - Ring Nr.	ID mm	O - Ring Nr.	ID mm	O - Ring Nr.	ID mm	O - Ring Nr.	ID mm	O - Ring Nr.	ID mm
-004	1,78	-110	9,20	-210	18,64	-325	37,50	-425	113,67
-005	2,57	-111	10,77	-211	20,22	-326	40,64	-426	116,84
-006	2,90	-112	12,37	-212	21,82	-327	43,82	-427	120,02
-007	3,68	-113	13,94	-213	23,39	-328	46,99	-428	123,19
-008	4,47	-114	15,54	-214	24,99	-329	50,17	-429	126,37
-009	5,28	-115	17,12	-215	26,57	-330	53,34	-430	129,54
-010	6,07	-116	18,72	-216	28,17	-331	56,62	-431	132,72
-011	7,65	-117	20,29	-217	29,74	-332	59,69	-432	135,89
-012	9,25	-118	21,89	-218	31,34	-333	62,87	-433	139,07
-013	10,82	-119	23,47	-219	32,92	-334	66,04	-434	142,24
-014	12,42	-120	25,07	-220	34,52	-335	69,22	-435	145,42
-015	14,00	-121	26,64	-221	36,09	-336	72,39	-436	148,59
-016	15,60	-122	28,22	-222	37,69	-337	75,57	-437	151,77
-017	17,17	-123	29,82	-223	40,87	-338	78,74	-438	158,12
-018	18,77	-124	31,42	-224	44,04	-339	81,92	-439	164,47
-019	20,35	-125	32,99	-225	47,22	-340	85,09	-440	170,82
-020	21,95	-126	34,59	-226	50,39	-341	88,27	-441	177,17
-021	23,52	-127	36,17	-227	53,57	-342	91,44	-442	183,52
-022	25,12	-128	37,77	-228	56,74	-343	94,62	-443	189,87
-023	26,70	-129	39,34	-229	59,92	-344	97,79	-444	196,22
-024	28,30	-130	40,94	-230	63,09	-345	100,97	-445	202,57
-025	29,87	-131	42,52	-231	66,27	-346	104,14	-446	215,27
-026	31,47	-132	44,12	-232	69,44	-347	107,32	-447	227,97
-027	33,05	-133	45,69	-233	72,62	-348	110,49	-448	240,67
-028	34,65	-134	47,29	-234	75,79	-349	113,67	-449	253,37
-029	37,82	-135	48,90	-235	78,97	-350	116,84	-450	266,07
-030	41,00	-136	50,47	-236	82,14	-351	120,02	-451	278,77
-031	44,17	-137	52,07	-237	85,32	-352	123,19	-452	291,47
-032	47,35	-138	53,64	-238	88,49	-353	126,37	-453	304,17
-033	50,52	-139	55,25	-239	91,67	-354	129,54	-454	316,87
-034	53,70	-140	56,82	-240	94,84	-355	132,72	-455	329,57
-035	56,87	-141	58,42	-241	98,02	-356	135,89	-456	342,27
-036	60,05	-142	59,99	-242	101,19	-357	139,07	-457	354,97
-037	63,22	-143	61,60	-243	104,37	-358	142,24	-458	367,67
-038	66,40	-144	63,17	-244	107,54	-359	145,42	-459	380,37
-039	69,57	-145	64,77	-245	110,72	-360	148,59	-460	393,07
-040	72,75	-146	66,34	-246	113,89	-361	151,77	-461	405,26
-041	75,92	-147	67,95	-247	117,07	-362	158,12	-462	417,96
-042	82,27	-148	69,52	-248	120,24	-363	164,47	-463	430,66
-043	88,62	-149	71,12	-249	123,42	-364	170,82	-464	443,36
-044	94,97	-150	72,69	-250	126,59	-365	177,17	-465	456,06
-045	101,32	-151	75,87	-251	129,77	-366	183,52	-466	468,76
-046	107,67	-152	82,22	-252	132,94	-367	189,87	-467	481,46
-047	114,02	-153	88,57	-253	136,12	-368	196,22	-468	494,16
-048	120,37	-154	94,92	-254	139,29	-369	202,57	-469	506,86
-049	126,72	-155	101,27	-255	142,47	-370	208,92	-470	532,26
-050	133,07	-156	107,62	-256	145,64	-371	215,27	-471	557,66
		-157	113,97	-257	148,82	-372	221,62	-472	582,68
		-158	120,32	-258	151,99	-373	227,97	-473	608,08
		-159	126,67	-259	158,34	-374	234,32	-474	633,48
		-160	133,02	-260	164,69	-375	240,67	-475	658,88
		-161	139,37	-261	171,04	-376	247,02		
		-162	145,72	-262	177,39	-377	253,37		
		-163	152,07	-263	183,74	-378	266,07		
		-164	158,42	-264	190,09	-379	278,77		
		-165	164,77	-265	196,44	-380	291,47		
		-166	171,12	-266	202,79	-381	304,17		
		-167	177,47	-267	209,14	-382	329,57		
		-168	183,82	-268	215,49	-383	354,97		
		-169	190,17	-269	221,84	-384	380,37		
		-170	196,52	-270	228,19	-385	405,26		
		-171	202,87	-271	234,54	-386	430,66		
		-172	209,22	-272	240,89	-387	456,06		
		-173	215,57	-273	247,24	-388	481,41		
		-174	221,92	-274	253,59	-389	506,81		
		-175	228,27	-275	266,29	-390	532,21		
		-176	234,62	-276	278,99	-391	557,61		
		-177	240,97	-277	291,69	-392	582,68		
		-178	247,32	-278	304,39	-393	608,08		
				-279	329,79	-394	633,48		
				-280	355,19	-395	658,88		
				-281	380,59				
				-282	405,26				
				-283	430,66				
				-284	456,06				

Nutmaße für dynamische Abdichtung

s	Nutbreite		Nuttiefe		r1	r2	Richtwerte für Spalt
	b	Tol.	t	Tol.			
1,78	2,5	+0,2 0	1,45	± 0,03	0,1	0,25	0,06
2,62	3,5	+0,2 0	2,25	± 0,05			0,06
3,53	4,5	+0,3 0	3,1	± 0,1	0,2	0,5	0,08
5,33	7	+0,3 0	4,7	± 0,1			0,1
7	9,5	+0,3 0	6,1	± 0,1			0,12

Bemerkung

Die Nutwand darf eine Schräge nach außen bis zu 5° haben.
Spalt möglichst klein halten.

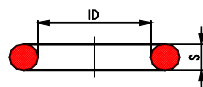


Bild 1

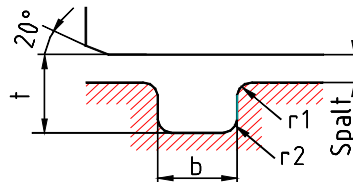


Bild 7

Nutmaße für statische Abdichtung

s	Nutbreite		Nuttiefe		r1	r2	K	Richtwerte für Spalt
	b	Tol.	t	Tol.				
1,78	2,5	+0,2 0	1,3	± 0,05	0,1	0,25	2,3	0,1
2,62	3,5	+0,2 0	2,1	± 0,1				0,1
3,53	4,5	+0,3 0	2,9	± 0,1	0,2	0,5	5,0	0,12
5,33	7	+0,3 0	4,4	± 0,1				0,12
7	9,5	+0,3 0	5,8	± 0,1				0,15

Bemerkung

Die Nutwand darf eine Schräge nach außen bis zu 5° haben.
Spalt möglichst klein halten.

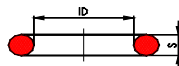


Bild 1

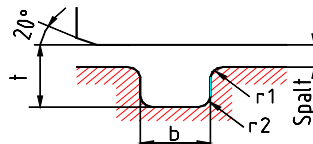


Bild 7

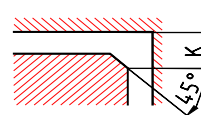
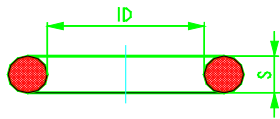


Bild 8



O - Ringe Millimeter - Maßreihe

Bild 1

s = 1mm	s = 1,5mm	s = 1,6mm	S = 2mm	s = 2,4mm	s = 2,5mm	s = 3mm	s = 4mm	s = 5mm	s = 5,7mm	s = 7mm	s = 10mm
ID mm	ID mm	ID mm	ID mm	ID mm	ID mm	ID mm	ID mm	ID mm	ID mm	ID mm	ID mm
3	3	3,1	3	3,6	6	6	20	15	44,3	96	20
4	4	4,1	4	4,6	7	7	21	20	47,3	101	30
5	5	5,1	5	5,6	8	8	22	25	49,3	105	40
6	6	6,1	6	6,6	9	9	23	30	52,3	110	50
7	7	7,1	7	7,6	10	10	24	35	54,3	114,7	60
8	8	8,1	8	8,6	11	11	25	40	55,3	120	65
9	9	9,1	9	9,6	12	12	26	45	59,3	124,6	70
10	10	10,1	10	10,6	13	13	27	50	62,3	125	75
11	11	11,1	11	11,6	14	14	28	55	64,3	126	83
12	12	12,1	12	12,6	15	15	29	60	69,3	130	90
13	13	13,1	13	13,6	16	16	30	65	74,3	134,5	100
14	14	14,1	14	14,6	17	17	31	70	79,3	135	125
15	15	15,1	15	15,6	18	18	32	75	84,3	140	140
16	16	16,1	16	16,6	19	19	33	80	89,3	145	160
17	17	17,1	17	17,6	20	19,5	34	85	94,3	152	178
18	18	18,1	18	18,6	21	20	35	90	99,3	155	185
19	19	19,1	19	19,6	22	21	36	95	104,3	155,6	220
20	20	22,1	20	21,6	23	21,5	37	100	109,3	159,5	280
21	21	25,1	21	24,6	24	22	38	105	114,3	160	300
22	22	27,1	22	27,6	25	22,5	40	110	119,3	161,9	310
23	23	29,1	23	29,6	26	23	41	115	124,3	165	330
24	24	32,1	24	31,6	27	24	42	120	129,3	166,7	340
25	25	35,1	25	34,6	28	24,5	43	125	134,3	168,3	350
	26	37,1	26	37,6	29	25	44	130	139,3	170	400
	27		27	39,6	30	25,5	45	135	144,3	174,6	448
	28		28	41,6	31	26	46	140	149,3	175	
	29		29	44,6	32	26,5	47	145	154,3	181	
	30		30	47,6	33	27	48	150	159,3	183	
	31		31	49,6	34	27,5	49	155	164,3	186	
	32		32	51,6	35	28	50	160	169,3	187,3	
	33		33	54,6	36	29	52	165	174,3	190	
	34		34	57,6	37	29,5	57	170	179,3	193,7	
	35		35	59,6	38	30	60	175	184,3	195	
	37		36	61,6	39	31	62	180	189,3	200	
	39		37	64,6	40	31,5	64	185	194,3	209	
	40		38	67,6	42	32	67	190	199,3	215	
	41		39	69,6	45	33	70	195	209,3	222	
	42		40		47	34	72	200	219,3	228	
	45		41		50	34,5	77	205	229,3	240	
	46		42		52	35	80	210	239,3	250	
	47		43		55	35,5	82	215	249,3	266	
	49		44		57	36	87	220	259,3	279	
	50		45		60	36,5	90	225	269,3	285	
			46		65	37	92	230	279,3	291	
			47		70	37,5	97	235	289,3	304	
			48		75	38	100	240	299,3	317	
			49		80	39	102	245	319,3	330	
			50		85	39,5	107	250	339,3	342	
			51		90	40	110	260	359,3	355	
			52		95	41	112	265	379,3	368	
			53		100	41,5	117	270	399,3	380	
			54		105	42	120	275	419,3	393	
			55		110	42,5	122	280	439,3	451	
			56		115	44,5	127	300	459,3	471	
			57		120	45	130	305	479,3		
			58		130	47	132	315	499,3		
			59		140	49,5	137	325			
			60		150	50	140	345			
			62			52	142	350			
			65			54	147	355			
			68			54,5	150	400			
			70			57	152	415			
			72			59,5	160	425			
			75			60	162				
			78			64	170				
			80			64,5	172				
			85			67	180				
			90			69,5	182				
			96			70	188				
						74	192				
						74,5	200				
						77					
						79,5					
						80					
						84					

Nutmaße für dynamische Abdichtung

s	Nutbreite		Nuttiefe		r1	r2	Richtwerte für Spalt
	b	Tol.	t	Tol.			
1	1,5	+0,1 0	0,8	±0,05	0,1	0,25	0,04
1,5	2	+0,1 0	1,2	±0,05			0,05
1,6	2,3	+0,1 0	1,2	±0,05			0,06
2	2,5	+0,15 0	1,7	±0,05			0,06
2,4	3,2	+0,15 0	2,0	±0,05			0,06
2,5	3,5	+0,2 0	2,1	±0,05			0,06
3	4	+0,2 0	2,6	±0,1	0,2	0,5	0,08
4	5	+0,3 0	3,5	±0,1			0,1
5	6,5	+0,3 0	4,5	±0,1			0,1
5,7	7,5	+0,3 0	4,8	±0,1			0,1
7	9,5	+0,4 0	6,1	±0,1			0,12
10	12	+0,5 0	9	±0,15			0,2

Bemerkung

Die Nutwand darf eine Schräge nach außen bis zu 5° haben.
Spalt möglichst klein halten.

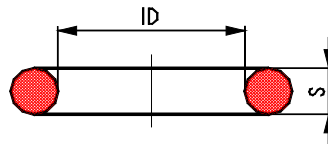


Bild 1

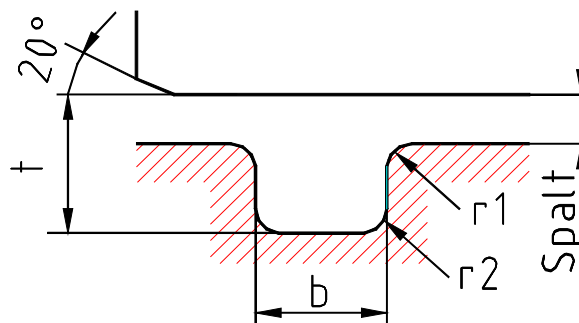


Bild 7

Nutmaße für statische Abdichtung

s	Nutbreite		Nuttiefe		r1	r2	K	Richtwerte für Spalt
	b	Tol.	t	Tol.				
1	1,5	+0,1 0	0,7	±0,05	0,1	0,25	1,4	0,06
1,5	2	+0,1 0	1,1	±0,05			2,0	0,08
1,6	2,3	+0,1 0	1,2	±0,05			2,1	0,08
2	2,5	+0,15 0	1,5	±0,1			2,6	0,1
2,4	3,2	+0,15 0	1,9	±0,1			3,3	0,1
2,5	3,5	+0,2 0	2	±0,1			3,5	0,1
3	4	+0,2 0	2,4	±0,1			0,2	0,5
4	5	+0,3 0	3,3	±0,1	5,5	0,12		
5	6,5	+0,3 0	4,2	±0,1	7	0,12		
5,7	7,5	+0,3 0	4,6	±0,1	8	0,15		
7	9,5	+0,4 0	5,8	±0,1	10	0,15		
10	12	+0,5 0	8,5	±0,15	15	0,25		

Bemerkung

Die Nutwand darf eine Schräge nach außen bis zu 5° haben.
Spalt möglichst klein halten.

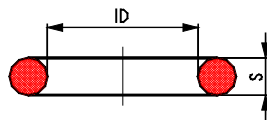


Bild 1

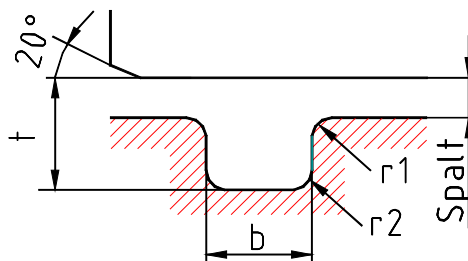


Bild 7

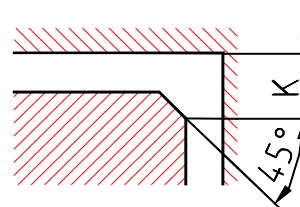


Bild 8