

O-Ring Handbuch

aerospace
climate control
electromechanical
filtration
fluid & gas handling
hydraulics
pneumatics
process control
sealing & shielding

Dichtungstechnik von Parker-Prädifa

Die Engineered Materials Group der Parker Hannifin Corporation ist weltweit führend in der Konzeption, Entwicklung und Herstellung von Dichtsystemen, Schwingungsdämpfern, EMI-Abschirmsystemen und Wärmeleitmaterialien.

Mit hauseigener Werkstoff- und Design-Kompetenz, Prüf- und Verfahrenstechnik sowie modernsten Fertigungsstätten bietet die Parker Engineered Materials Group Europe eine breite Palette vom Standardprodukt bis hin zu maßgeschneiderten Neu- und Systementwicklungen. Letztere entstehen vielfach in enger Entwicklungspartnerschaft mit dem Kunden, getreu dem Parker-Motto: „Engineering Your Success“.

Produktlinien der Parker O-Ring Division Europa

Die Parker O-Ring-Division Europa fertigt O-Ringe und Spezialformteile für den Automobilbau, die Chemie und die Biochemie, die Fluidtechnik, die Kälte- und Klimatechnik, die Erdölindustrie, die Medizintechnik, die Luft- und Raumfahrt, die Halbleiterindustrie und viele andere Industriezweige.

Zur Produktpalette gehören außerdem:

- Parbak®-Stützringe
- Extrudierte Präzisionsformteile
- Medizinprodukte
- O-Ring-Kits
- Montagefette und Schmiermittel
- ParCoat®-Beschichtungen

Werkstoffe

Maßgeschneiderte Werkstoffe verlangen maßgeschneiderte Compoundierprozesse – daher stellt Parker seine Gummimischungen in den eigenen Werken her und polymerisiert seine Thermoplaste selbst. Das von Parker entwickelte und selbst produzierte Werkstoffportfolio reicht dabei über Compounds für extrem niedrige Temperaturen bis -60 °C (Silikone) und sehr hohe Temperaturen bis $+320\text{ °C}$ (Parofluor® / FKM).

Für alle Erfordernisse bietet Parker den jeweils passenden Werkstoff, zum Beispiel auch mit exzellenter Medienbeständigkeit gegen aggressivste Chemikalien.

Das Parker O-Ring-Handbuch

Seit Jahrzehnten gehört das Parker O-Ring-Handbuch zu den von Dichtungskonstrukteuren genutzten Standard-Referenz-Werken. Es enthält umfassende Informationen über die Eigenschaften der wichtigsten Dichtungs-Elastomere, typische O-Ring-Anwendungsbeispiele, Beispiele statisch wirkender Dichtungskonstruktionen sowie die Darstellung von Bedingungen, die zum Ausfall von O-Ringen führen können. Außerdem enthalten sind eine Übersicht internationaler Abmessungen und Normen sowie Medienverträglichkeitsdaten für Flüssigkeiten, Gase und Feststoffe.



Parker-Sicherheitsrichtlinien

Warnhinweise – Pflichten des Anwenders

Dieses Dokument und sonstige seitens der Parker Hannifin Corporation, ihrer Tochterfirmen/Niederlassungen und autorisierten Vertragshändler bereitgestellten Unterlagen liefern Anhaltspunkte für den möglichen Einsatz von Produkten und Systemen. Diese Einsatzmöglichkeiten sind von entsprechend technisch versierten Anwendern einer weiteren Prüfung zu unterziehen.

Der Anwender ist durch von ihm selbst durchgeführte Analysen und Prüfungen allein verantwortlich für die endgültige Auswahl des Systems und die Sicherstellung, dass alle Anforderungen der Anwendung hinsichtlich Leistung, Lebensdauer, Wartung, Sicherheit und Warnhinweisen erfüllt werden. Der Anwender hat hierzu alle Aspekte der Anwendung zu analysieren, relevante Industrienormen zu befolgen und sich an die produktbezogenen Angaben im aktuellen Produktkatalog und allen sonstigen von Parker, dessen Tochterfirmen/Niederlassungen oder autorisierten Vertragshändlern bereitgestellten Unterlagen zu halten.

Insoweit als Parker bzw. dessen Tochterfirmen/Niederlassungen oder autorisierte Vertragshändler Einsatzmöglichkeiten für Komponenten oder Systeme auf Grund von Spezifikationen des Anwenders nennen, obliegt dem Anwender die Feststellung, dass solche Daten und Spezifikationen im Hinblick auf alle Anwendungen und in verantwortlicher Weise vorhersehbaren Einsätze der Komponenten oder Systeme geeignet und ausreichend sind.

Anwendungsbereich

Unsere Dichtungen dürfen nur in den in unseren Unterlagen angegebenen Anwendungsgrenzen bezüglich Verträglichkeit mit Kontaktmedien, Drücken, Temperaturen, Lagerdauer verwendet werden. Der Einsatz außerhalb der vorgegebenen Anwendungsgrenzen oder die Verwechslung mit anderen Materialien kann zu Schäden an Leben, Umwelt und Anlagen führen.

Die Prospektangaben beruhen auf den Erkenntnissen jahrzehntelanger Erfahrungen in der Herstellung und Anwendung von Dichtelementen. Trotz aller Erfahrung können unbekannte Faktoren beim praktischen Einsatz von Dichtungen allgemeingültige Aussagen erheblich einschränken, so dass die hier gegebenen Vorschläge nicht allgemein verbindlich sind.

Die angegebenen Daten Betriebsdruck, Betriebstemperatur und Gleitgeschwindigkeit stellen Höchstgrenzen dar und stehen in wechselseitiger Beziehung zueinander. Bei erschwerten Betriebsbedingungen ist es zu empfehlen, nicht alle Werte gleichzeitig bis zu ihrer Höchstgrenze auszunützen.

Bei besonderen Bedingungen (Druck, Temperatur, Geschwindigkeit, usw.) wenden Sie sich bitte an unsere Anwendungstechniker, die Werkstoff und Konstruktion auf Ihren speziellen Anwendungsfall abstimmen.

Verträglichkeit von Dichtungen und Betriebs- bzw. Reinigungsmedien

Die Vielfalt der im Serieneinsatz von fluidischen Geräten wirksamen Betriebsparameter und deren Einwirkung auf Dichtungen macht eine Funktionsfreigabe unter Feldbedingungen durch den Gerätehersteller unverzichtbar.

Die ständige Ausweitung des Angebots an neuen Medien für den Einsatz als Hydrauliköle, Schmierstoffe und Reinigungsflüssigkeiten gibt zudem Anlass, auf deren Verträglichkeit mit den zur Zeit in Anwendung befindlichen Dichtungselastomeren besonders hinzuweisen.

Die in den Basismedien enthaltenen Additive, welche zur Verbesserung bestimmter Gebrauchseigenschaften beigemischt werden, können die Verträglichkeitseigenschaften von Dichtungsmaterialien verändern.

Es ist deswegen unerlässlich, dass vor dem Serieneinsatz eines mit unseren Dichtungen ausgerüsteten Produkts werksseitig und/oder durch Feldversuche die Dichtungsverträglichkeit der von Ihnen zugelassenen oder spezifizierten Betriebs- und Reinigungsmedien überprüft wird.

Wir bitten um Beachtung dieses Hinweises, da wir als Dichtungshersteller grundsätzlich nicht in der Lage sind, alle Bedingungen der Endanwendung zu simulieren und die Zusammensetzung der eingesetzten Betriebs- und Reinigungsmittel zu kennen.

Konstruktionsänderungen

Wir behalten uns das Recht vor, Konstruktionsänderungen ohne vorherige Ankündigung vorzunehmen.

Prototypen und Muster

Prototypen und Muster werden aus Versuchsformen oder -vorrichtungen hergestellt. Die folgende Serienfertigung kann, wenn nicht ausdrücklich Gegenteiliges vereinbart, verfahrenstechnisch von der Prototypenfertigung abweichen.

Lieferungen und Leistungen

Die Liefergarantie (Werkzeug-Verfügbarkeit) auf einzelne Abmessungen unseres Produktionsprogrammes ist auf einen Zeitraum von 7 Jahren beschränkt.

Werkzeuge – auch für Standardprodukte – werden nach einem Schaden nur ersetzt, wenn ausreichend Bedarf vorhanden ist. Die im Katalog aufgeführten Abmessungen werden überwiegend, jedoch nicht grundsätzlich lagermäßig geführt.

Für die Fertigung von kleineren Mengen, Sonderwerkstoffen und bei besonderen Herstellverfahren, behalten wir uns die Berechnung von Rüst-kostenanteilen vor.

Alle Lieferungen und Leistungen erfolgen ausschließlich aufgrund unserer Geschäftsbedingungen.

Qualitäts-Systeme

Unsere Werke sind zertifiziert nach ISO 9001 bzw. ISO/TS 16949.

Copyright

Alle Rechte bei Parker Hannifin Corporation. Auszüge nur mit Genehmigung. Änderungen vorbehalten.

Gültigkeit

Alle früheren Unterlagen sind mit dem Erscheinen dieses Dokumentes ungültig.

1 Einleitung	7	5.2 Montagefette und Schmiermittel	63
2 Einbauarten	9	5.3 O-Ring-Kits	64
2.1 Definition der Einbauart	9	5.3.1 O-Ring-Kit Nr. 2	64
2.2 Ruhende Abdichtungen	9	5.3.2 O-Ring-Kit Nr. 4	65
2.2.1 Ruhende Abdichtungen – radial	10	5.3.3 O-Ring-Kit Nr. 6	66
2.2.2 Ruhende Abdichtungen – axial	10	5.3.4 O-Ring-Kit Nr. 7	67
2.2.3 Ruhende Abdichtung – Trapeznut	11	5.4 O-Ring-Messkegel und Maßband für O-Ringe	67
2.3 Bewegte Abdichtungen	12	5.5 O-Ring-Montagewerkzeug	68
2.3.1 Bewegte Abdichtung – Hydraulik	12	5.6 ParCoat® – O-Ringe reibungslos montieren	68
2.3.2 Bewegte Abdichtungen – Pneumatik	14	6 Elastomere Dichtungswerkstoffe	71
2.4 Antriebsriemen	15	6.1 Allgemeine Zusammenhänge	71
2.5 Einbauhinweise	18	6.2 Übersicht über Dichtungsmaterialien	71
2.5.1 Einbauschrägen	18	6.2.1 Thermoplaste (Plastomere)	71
2.5.2 Überfahren von Bohrungen	18	6.2.2 Elastomere	71
2.5.3 Verunreinigungen und Reinigungsmittel	18	6.2.3 Thermoplastische Elastomere (TPE)	73
2.5.4 Aufdehnen	19	6.2.4 Duroplaste (Duromere)	73
2.5.5 Rollen	19	6.3 Basiselastomere	74
2.5.6 Scharfe Kanten	19	6.3.1 Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR)	74
2.5.7 Montagevorrichtung	19	6.3.2 Butadien-Kautschuk (BR)	74
3 Konstruktionsempfehlungen	21	6.3.3 Butyl-Kautschuk (IIR)	74
3.1 Ruhende Abdichtung	21	6.3.4 Chlorbutyl-Kautschuk (CIIR)	75
3.1.1 Verpressung und Einbaumaße	21	6.3.5 Chloropren-Kautschuk (CR)	75
3.1.2 Kolbendichtung statisch	22	6.3.6 Chlorsulfonyl-Polyethylen-Kautschuk (CSM)	75
3.1.3 Stangendichtung statisch	26	6.3.7 Epichlorhydrin-Kautschuk (CO, ECO)	75
3.1.4 Flanschdichtung statisch	30	6.3.8 Ethylen-Acrylat-Kautschuk (AEM)	76
3.2 Bewegte Abdichtung	34	6.3.9 Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPM, EPDM)	76
3.2.1 Hydraulik – Verpressung und Einbaumaße	34	6.3.10 Fluor-Karbon-Kautschuk (FKM)	76
3.2.2 Hydraulik – Kolbendichtung dynamisch	35	6.3.11 Fluor-Silikon-Kautschuk (FVMQ)	77
3.2.3 Hydraulik – Stangendichtung dynamisch	37	6.3.12 Hydrierter Nitril-Butadien-Kautschuk (HNBR)	77
3.2.4 Pneumatik – Verpressung und Einbaumaße	39	6.3.13 Perfluor-Kautschuk (FFKM)	77
3.2.5 Pneumatik – Kolbendichtung dynamisch	40	6.3.14 Polyacrylat-Kautschuk (ACM)	77
3.2.6 Pneumatik – Stangendichtung dynamisch	42	6.3.15 Thermoplastische Polyurethane (TPU)	78
3.2.7 Pneumatik – schwimmender Einbau dynamisch	44	6.3.16 Silikon-Kautschuk (LSR, Q, MQ, VMQ)	78
4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe	47	6.3.17 Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR)	78
4.1 O-Ring-Abmessungen	47	6.4 Werkstoffauswahl	79
4.2 O-Ringe für Verschraubungen	52	6.5 Werkstoffauswahl nach SAE- und ASTM-Spezifikation ..	81
4.2.1 Einschraublöcher für Rohrverschraubungen	52	6.6 Werkstoffe	82
4.2.2 Dichtkegel 24° mit O-Ring nach DIN 3865	52	6.7 Freigaben	87
4.2.3 Einschraublöcher nach SAE J 514 APR 80, Gewinde nach SAE J 475 (ISO R 725)	53	6.7.1 Werkstoffe für Gasversorgungs- und Verbrauchs- einrichtungen	87
4.2.4 Einschraublöcher nach MS 33649, Gewinde nach MIL-S-8879	54	6.7.2 Sauerstoffarmaturen	87
4.2.5 O-Ring-Abdichtung für MS 33656 – Durchgangsverschraubungen	54	6.7.3 Werkstoffe für die Aufbereitung, Speicherung und Verteilung von Trinkwasser	87
4.3 Parbak®-Stützringe	55	6.7.4 Werkstoffe für die Lebensmittel- und pharmazeutische Industrie	88
4.3.1 Einführung	55	7 Anwendungen	89
5 Weitere Produkte und Zubehör	63	7.1 Automobilindustrie	89
5.1 Gummi-Formteile	63	7.1.1 Motor	89
		7.1.2 Bremssystem	89
		7.1.3 Kraftstoffsystem	89

Inhalt

7.1.4 Getriebe.....	90	8.21 Stoßelastizität.....	113
7.1.5 Klimaanlage.....	90	8.22 Strahlung.....	113
7.1.6 Emissionsreduzierung durch Abgasbehandlung.....	90	8.23 Verformungskraft.....	113
7.2 Biomedizin.....	90	8.24 Verpressung des O-Ring-Querschnittes.....	114
7.3 Chemie / Verfahrenstechnik.....	90	8.25 Volumenänderung.....	116
7.4 Umweltfreundliche Druckflüssigkeiten.....	90	8.26 Weiterreißwiderstand.....	117
7.5 Solaranlagen.....	91	8.27 Zugverformungsrest.....	117
7.6 Geothermie.....	91	9 Qualitätskriterien.....	119
7.7 Extreme Temperaturen.....	91	9.1 Qualität.....	119
7.7.1 Hohe Temperaturen.....	91	9.2 Beurteilungskriterien für O-Ringe.....	119
7.7.2 Tiefe Temperaturen.....	92	10 Schadensanalyse.....	121
7.8 Gasanwendungen.....	94	10.1 Anforderungen an O-Ringe.....	121
7.9 Halbleiter-Produktion.....	94	10.2 Extrusion oder Spalteinwanderung – der Druckaufbau und seine Folgen.....	121
7.10 Kälte- und Klimatechnik, Treibmittel.....	94	10.3 Ausfall durch hohe bleibende Verformung.....	122
7.11 Lebensmittel und Pharmazie.....	96	10.4 Verdrehte O-Ringe, Spiralfehler.....	123
7.12 Luft- und Raumfahrt.....	96	10.5 Explosive Dekompression.....	123
7.13 Nukleartechnik.....	96	10.6 Abrieb.....	124
7.14 Öl- und Gasindustrie.....	97	10.7 Einbaufehler.....	124
7.15 Sanitär / Heizung.....	97	11 Anhang.....	125
7.16 Vakuumabdichtung.....	97	11.1 Normen.....	125
7.17 Pilzresistente Werkstoffe.....	98	11.1.1 O-Ring-Normen.....	125
8 Begriffe in der Dichtungstechnik.....	99	11.1.2 Weitere Normen.....	126
8.1 Allgemeine Auswahlkriterien.....	99	11.2 Maßvergleichsliste.....	127
8.2 Abrieb.....	99	11.3 Medienbeständigkeitstabelle.....	131
8.3 Alterung.....	99	11.4 Sachwortverzeichnis.....	156
8.4 Alterungstests.....	99		
8.5 Ausdehnungskoeffizient.....	99		
8.6 Druckverformungsrest.....	100		
8.7 Dichtheit, technische Dichtheit.....	101		
8.8 Elastomer-Verträglichkeits-Index (EVI).....	101		
8.9 Elektrische Eigenschaften von Elastomeren.....	103		
8.10 Korrosion.....	103		
8.10.1 Korrosion durch freien Schwefel.....	103		
8.10.2 Korrosion durch Salzsäurebildung.....	103		
8.10.3 Elektrochemische Korrosion.....	103		
8.11 Leckrate von Gasen.....	104		
8.12 Härte.....	105		
8.13 Gough-Joule-Effekt.....	106		
8.14 Lagerung, Lagerzeit und Reinigung von Elastomeren.....	106		
8.15 Querschnittsverringern durch Dehnung.....	106		
8.16 Rauheit von Dichtflächen.....	107		
8.17 Reibung und Verschleiß.....	108		
8.17.1 Reibung.....	108		
8.17.2 Verschleiß.....	112		
8.17.3 Wechselwirkung zwischen Reibung, Verschleiß und Dichtvorgang.....	112		
8.18 Reißdehnung.....	112		
8.19 Reißfestigkeit.....	112		
8.20 Spannungsrelaxation.....	113		

O-Ring-Abdichtung

Eine O-Ring-Abdichtung verhindert das unerwünschte Austreten einer Flüssigkeit oder eines Gases. Der O-Ring ist kreisförmig und hat einen runden Querschnitt. Die Nut dient zur Aufnahme des O-Ringes. Die Verbindung dieser Elemente – O-Ring und Nut – bildet die O-Ring-Abdichtung. O-Ringe werden überwiegend aus Synthesekautschuk hergestellt. Seine Dichtwirkung erhält der O-Ring durch axiale oder radiale Verpressung. Weil sich Gummiwerkstoffe wie inkompressible, hochviskose Flüssigkeiten mit einer hohen Oberflächenspannung verhalten, verformt sich ein O-Ring unter Einwirkung des Systemdruckes (siehe Abbildung). Die Pressung auf die Dichtflächen wird auf diese Weise noch weiter erhöht.

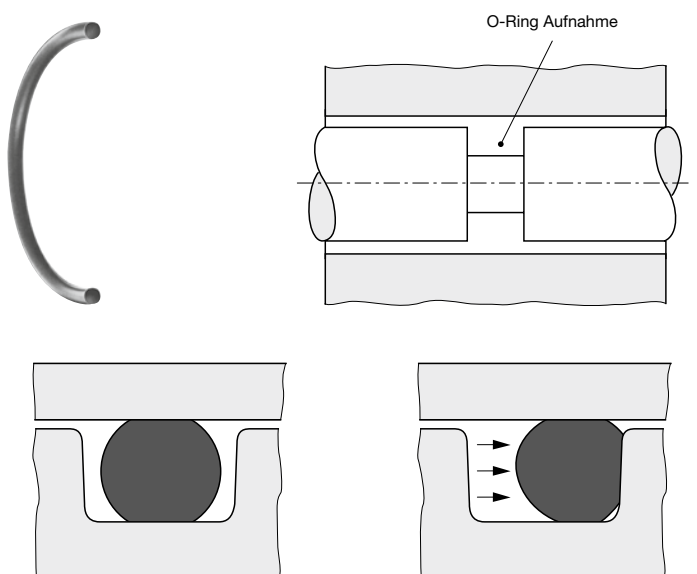


Bild 1.1 Verformung des O-Rings unter Einwirkung des Systemdrucks

Vorteile von O-Ringen

1. Breiter Anwendungsbereich (Drücke, Toleranzen, Temperaturen, Medien)
2. Selbst- und druckunterstützt dichtend
3. Kein Nachspannen oder Nachziehen
4. Kein kritisches Drehmoment
5. Geringer Platzbedarf
6. Keine Nutteilung erforderlich
7. Einfache Berechnung der Nut
8. Einfache Handhabung und Montage
9. O-Ring-Konstruktionen sind wirtschaftlich

Ruhende Abdichtung

Von ruhender oder statischer Abdichtung spricht man, wenn sich die abzudichtenden Teile relativ zueinander nicht bewegen (abgesehen von der geringen Ausdehnung oder Trennung durch den Mediendruck).

Beispiele für ruhende Abdichtungen sind: Dichtungen unter Schraubenköpfen, Dichtungen von Rohrverbindungen und Dichtungen unter Deckeln oder Stopfen.

Der Hauptgrund für die These, dass O-Ringe „die besten statischen Dichtungen sind, die jemals entwickelt wurden“, ist wahrscheinlich ihre „Narrensicherheit“. O-Ringe sind in statischen An-

wendungen weit verbreitet, weil sie sich als Fehler verzeihendes Dichtelement bewährt haben. Ein Nachstellen ist nicht erforderlich und Einbaufehler sind bei korrekter Konstruktion der Dichtstellen unwahrscheinlich. O-Ringe erfordern kein hohes Schraubendrehmoment, um eine einwandfreie Dichtfunktion zu gewährleisten. Weitere Informationen über ruhende Abdichtungen finden Sie in Kapitel 3.1.

Bewegte Abdichtung

Bei bewegten Abdichtungen führen die abzudichtenden Teile Relativbewegungen zueinander aus. Hierbei unterscheidet man zwischen hin- und hergehenden, oszillierenden oder rotierenden Bewegungen. O-Ringe im dynamischen Einsatz, beispielsweise als Kolben- oder Stangendichtung in Hydraulikzylindern, erreichen ihre beste Wirkung bei kurzen Hüben und kleinen Durchmessern. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 3.2.

Werkstoffe für O-Ringe

Der Einfluss des Mediums, gegen das abgedichtet werden soll, ist neben dem Druck- und Temperaturbereich einer der Hauptfaktoren, die bei der Wahl des O-Ring-Werkstoffs zu berücksichtigen sind. Ein Werkstoff, der von Benzin nicht angegriffen wird, kann für einen Getränkeabfüllautomaten ungeeignet sein, weil unter Umständen das Material Geschmack und Geruch beeinträchtigt. Ein Material, das sich bestens für Dampf eignet, kann durch Alkohol oder ein Frostschutzmittel im Kühlsystem eines Fahrzeugs negativ beeinflusst werden. Die Auswahl des richtigen Werkstoffs ist eine Herausforderung, weil man aufgrund der Vielzahl der Anforderungen einen Kompromiss finden muss. Das Thema Werkstoffe wird ausführlich in Kapitel 6 behandelt.

1 Einleitung

2.1 Definition der Einbauart

O-Ringe werden ruhend als Flanschdichtung, z.B. in Deckeln oder Zapfen eingebaut. Erfolgt die Abdichtung zwischen Maschinenteilen, die sich zueinander bewegen, handelt es sich um eine bewegte Abdichtung.

Für den Einbau definiert sich die Dichtart wie folgt:

- Wird die **Nut im Außenteil** eingestochen, spricht man von einer „Stangendichtung“.
- Wird die **Nut im Innenteil** eingestochen, bezeichnet man dies als „Kolbendichtung“.
- Liegt eine **axiale Verpressung** vor, handelt es sich um eine „Flanschdichtung“.

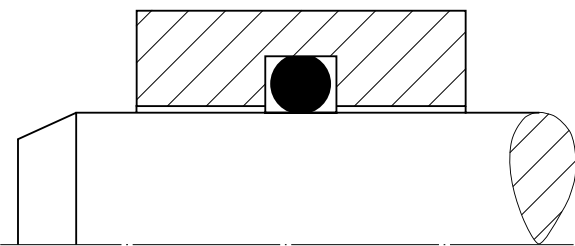


Bild 2.1 Nut im Außenteil („Stangendichtung“): O-Ring radial verpresst

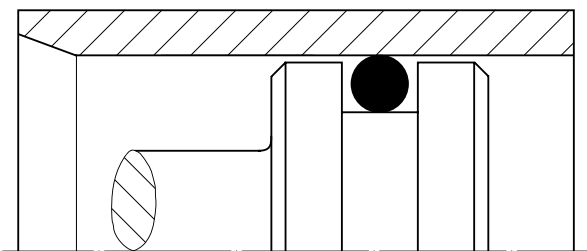


Bild 2.2 Nut im Innenteil („Kolbendichtung“): O-Ring radial verpresst

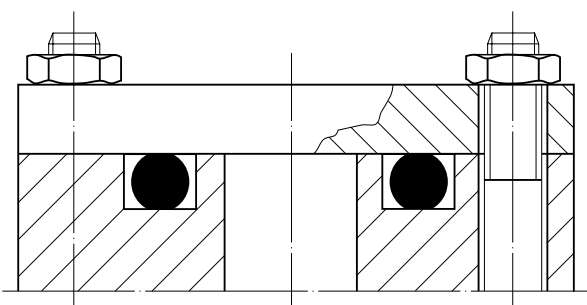


Bild 2.3 Flanschdichtung: O-Ring axial verpresst

2.2 Ruhende Abdichtungen

O-Ringe eignen sich als Dichtelemente von ruhenden Flächen besonders gut, weil sie durch die Vorspannung den Dichtvorgang einleiten und sich bei Druckerhöhung die Anpressung an die Dichtflächen erhöht. Nicht nur der sachgemäße Einbau, sondern auch die Werkstoffauswahl beeinflussen die Dichtwirkung.

Bei allen Anwendungsfällen ist es richtig, O-Ringe mit dem **größten Querschnitt** zu verwenden, der konstruktiv möglich ist. Allgemein gilt, dass O-Ringe im eingebauten Zustand nicht mehr als 6 % gedehnt und nicht mehr als 1 bis 3 % gestaucht werden sollen (je nach Innendurchmesser des O-Rings).

Die zu wählende Härte des O-Ring-Werkstoffs ist unter anderem abhängig von den herrschenden Drücken, Toleranzen (und damit verbundenen Spaltweiten) und der Oberflächengüte der abzudichtenden Teile.

Das elastische Aufweiten von Deckeln, Flanschen, der Zylinderwand und das Dehnen von Verschraubungen etc. muss berücksichtigt werden. Daraus kann ein größeres Spaltmaß als konstruktiv angenommen resultieren, das vom O-Ring überbrückt werden muss.

Die Ausführung der Dichtstelle hängt auch von der mechanischen Bearbeitung ab. Oft zwingen wirtschaftliche Bearbeitungsverfahren zu größeren Toleranzen und zwangsweise größeren Dichtspalten. Gegen zu erwartende Spalteinwanderung (Extrusion) wird der radial verformte O-Ring durch einen Stützring geschützt.

Für die Parker-O-Ringe der Bestell-Nr. 2-004 bis 2-475 enthält die Parbak®-Stützring-Maßliste entsprechende, endlos gefertigte Elastomer-Stützringe (weitere Informationen dazu in Kapitel „Parbak®-Stützringe“). Bei Silikon-Werkstoffen verringert sich gegenüber anderen Elastomeren das zulässige ermittelte Spaltmaß um 50 %. Die physikalischen Eigenschaften von Silikon und Fluorsilikon sind in Bezug auf Extrusionsbeständigkeit und Weiterreißfestigkeit vermindert.

Hohe, pulsierende Drücke begünstigen durch die erzeugte Relativbewegung am O-Ring einen Abrieb. Zusätzlich kann eine elastische Dehnung der einzelnen Bauteile einen vergrößerten Dichtspalt verursachen. Zeigen sich bei ruhender Abdichtung Schadensmerkmale durch Abrieb, empfiehlt sich die Verbesserung der Oberflächengüte oder der Einsatz von Parker Ultrathan® (Polyurethan) O-Ringen (siehe Katalog „Hydraulik-Dichtungen“ oder „Pneumatik-Dichtungen“).

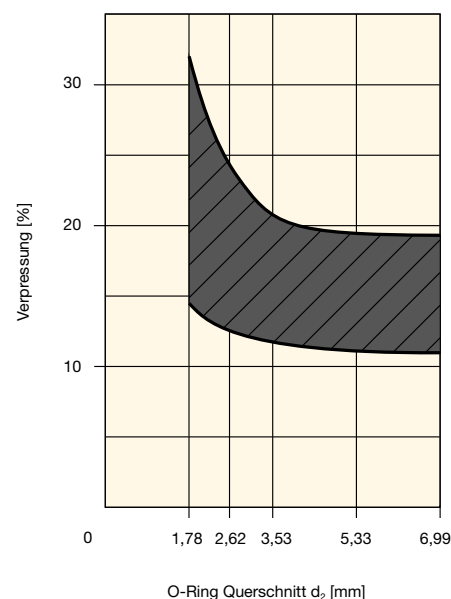


Bild 2.4 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2 – ruhende Abdichtung

2 Einbauarten

2.2.1 Ruhende Abdichtungen – radial

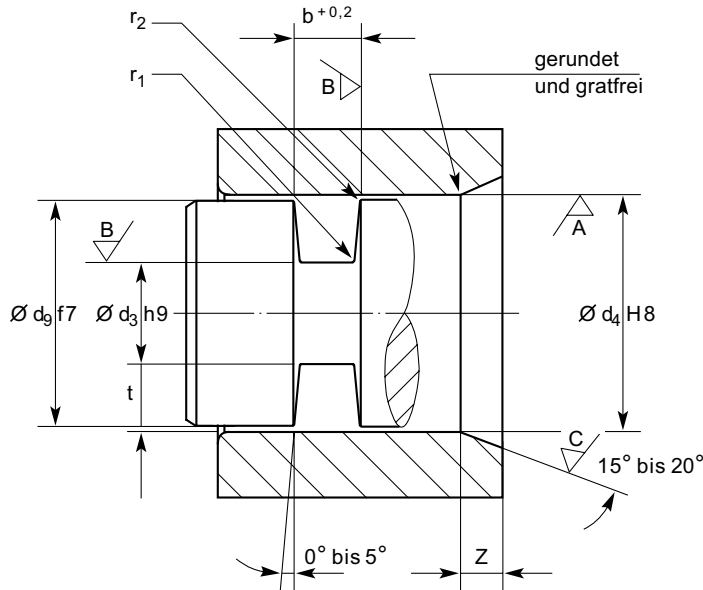


Bild 2.5 Nut im Innenteil

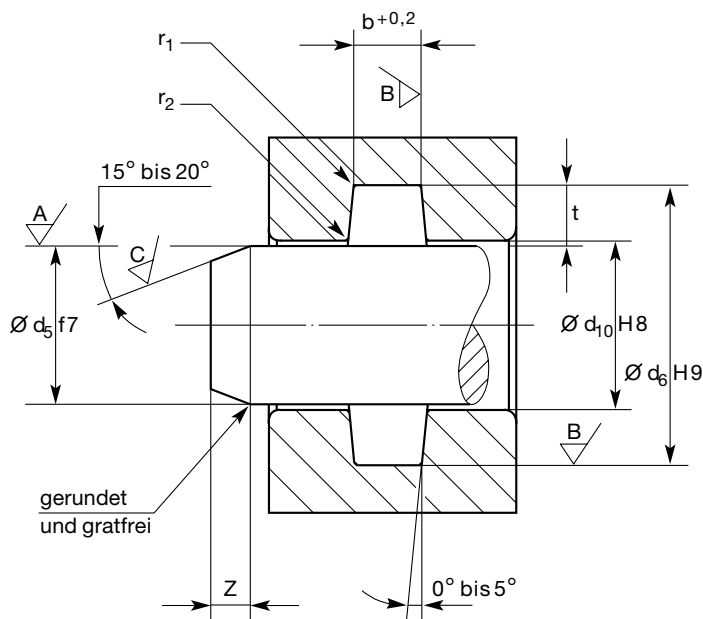


Bild 2.6 Nut im Außenteil

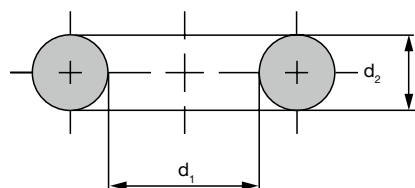


Bild 2.7 Innendurchmesser d_1 , Schnurstärke d_2

d_2	$t^{1)}$	$b^{+0,20}$	z	r_1	r_2
1,50	1,10	1,90	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
1,78	1,40	2,40	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
2,00	1,50	2,60	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
2,50	2,00	3,20	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
2,62	2,10	3,60	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
3,00	2,30	3,90	2,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
3,53	2,90	4,80	2,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
4,00	3,25	5,20	2,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
5,00	4,10	6,50	3,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
5,33	4,50	7,20	3,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
6,00	5,00	7,80	3,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
6,99	5,90	9,60	3,6	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
8,00	6,80	10,40	4,0	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
9,00	7,70	11,70	4,5	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
10,00	8,70	13,00	4,5	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
12,00	10,60	15,60	4,5	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3

¹⁾ Die Toleranz ergibt sich aus $d_3 h_9 + d_4 H_8$ oder $d_5 f_7 + d_6 H_9$.

Die DIN ISO 3601-Maße sind bevorzugt anzuwenden, sie sind fett gedruckt.

Tab. 2.1 Nutabmessungen – radiale Verpressung

Oberfläche	Druck	Oberflächenrauheit, Traganteil $t_p > 50\%$	
		R_a	R_{max}
		[µm]	
A Kontaktfläche	nicht pulsierend	1,60	6,30
A Kontaktfläche	pulsierend	0,80	3,20
B Nutgrund und -seiten	nicht pulsierend	3,20	12,50
B Nutgrund und -seiten	pulsierend	1,60	6,30
C Oberfläche der Einführschräge	-	3,20	12,50

Tab. 2.2 Oberflächenrauheit – ruhende Abdichtung

Konstruktionsempfehlungen finden Sie in Kapitel 3.

2.2.2 Ruhende Abdichtungen – axial

Der O-Ring-Querschnitt wird in Achsrichtung verformt. Weil der O-Ring bei Druckbelastung eine Relativbewegung ausführt, ist es wichtig, die Druckrichtung zu beachten:

- Wirkt der Druck von innen, soll der O-Ring am Außendurchmesser der Nut leicht anliegen (bis 1–3 % gestaucht sein).
- Wirkt der Druck von außen, soll sich der O-Ring mit seinem Innendurchmesser am Nutinnendurchmesser anlegen (bis 6 % gedehnt).

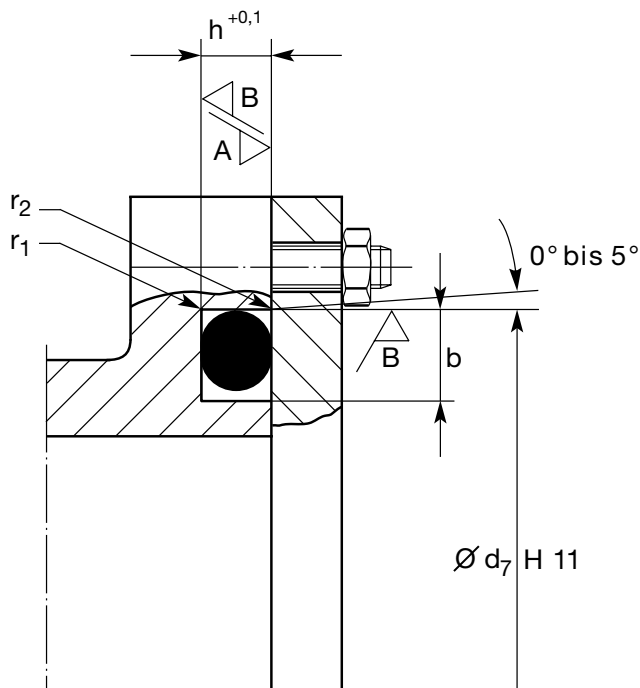


Bild 2.8 Druck von innen

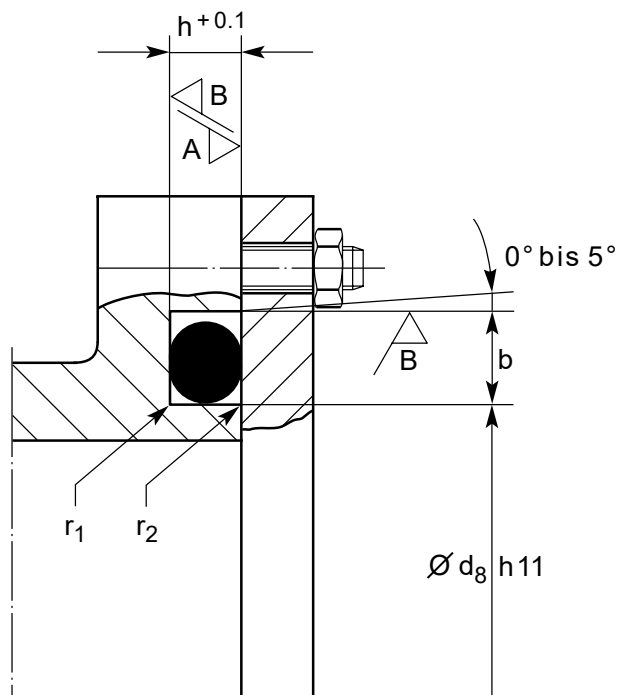


Bild 2.9 Druck von außen

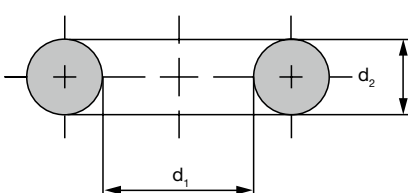


Bild 2.10

d_2	$h^{+0,10}$	$b^{+0,20}$	r_1	r_2
1,50	1,10	1,90	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
1,78	1,30	2,40	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
2,00	1,50	2,60	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
2,50	2,00	3,20	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
2,62	2,10	3,60	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
3,00	2,30	3,90	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
3,53	2,80	4,80	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
4,00	3,25	5,20	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
5,00	4,00	6,50	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
5,33	4,35	7,20	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
6,00	5,00	7,80	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
6,99	5,75	9,60	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
8,00	6,80	10,40	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
9,00	7,70	11,70	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
10,00	8,70	13,00	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
12,00	10,60	15,60	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40

Die DIN ISO 3601-Maße sind bevorzugt anzuwenden, sie sind fett gedruckt.

Tab. 2.3 Rechteck-Nutmaße – axiale Verpressung

Oberfläche	Druck	Oberflächenrauheit, Traganteil $t_p > 50\%$	
		R_a	R_{max}
[μm]			
A Kontaktfläche	nicht pulsierend	1,60	6,30
A Kontaktfläche	pulsierend	0,80	3,20
B Nutgrund und -seiten	nicht pulsierend	3,20	12,50
B Nutgrund und -seiten	pulsierend	1,60	6,30

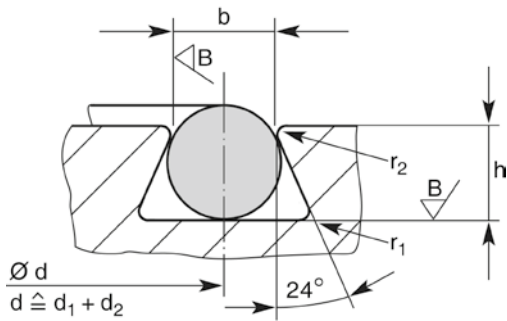
Tab. 2.4 Oberflächenrauheit – ruhende Abdichtung

Konstruktionsempfehlungen finden Sie in Kapitel 3.

2.2.3 Ruhende Abdichtung – Trapeznut

Diese Nutform wird dann angestrebt, wenn der O-Ring z.B. während der Montage, bei Servicearbeiten, beim Auf- und Zufahren von Werkzeugen oder Maschinen gehalten werden muss. Die Bearbeitung der Nut ist aufwändig und teuer.

2 Einbauarten



d = Nut-Mittendurchmesser

Die Nutbreite b wird vor dem Entgraten an den Kanten gemessen.

Der Radius r_2 ist so zu wählen, dass der O-Ring beim Einlegen nicht beschädigt wird und bei hohen Drücken keine Spalteinwanderung auftritt.

Bild 2.11 Trapeznut

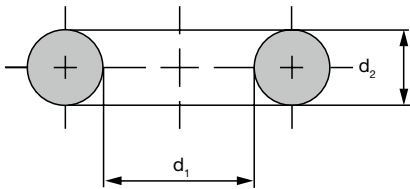


Bild 2.12 Innendurchmesser d_1 , Schnurstärke d_2

d_2	h	$b^{+0,10}$	r_2	r_1
1,78	1,25 ^{+0,05}	1,40	0,10 - 0,30	0,4 - 0,6
2,62	2,05 ^{+0,05}	2,10	0,10 - 0,30	0,6 - 0,8
3,53	2,80 ^{+0,05}	2,85	0,10 - 0,30	0,8 - 1,0
5,33	4,55 ^{+0,08}	4,35	0,10 - 0,30	1,0 - 1,3
6,99	5,85 ^{+0,08}	5,85	0,10 - 0,30	1,3 - 1,6

Tab. 2.5 Trapeznut-Abmessungen

Oberfläche	Druck	Oberflächenrauheit, Traganteil $t_p > 50\%$	
		R_a [µm]	$R_{max.}$
A Kontaktfläche	nicht pulsierend	1,60	6,30
A Kontaktfläche	pulsierend	0,80	3,20
B Nutgrund und -seiten	nicht pulsierend	3,20	12,50
B Nutgrund und -seiten	pulsierend	1,60	6,30

Tab. 2.6 Oberflächenrauheit – ruhende Abdichtung

2.3 Bewegte Abdichtungen

Bei der wechselseitig bewegten Abdichtung wirken mehr Parameter auf die Dichteigenschaften und auf die Lebensdauer des O-Rings ein als bei der ruhenden Abdichtung. Zu dieser Kategorie

gehören sowohl oszillierende und rotierende als auch wechselseitig bewegte Abdichtungen in der Hydraulik und Pneumatik.

Die Verformung des O-Ring-Querschnittes wird wegen des Reibungswiderstandes kleiner gehalten als bei der ruhenden Abdichtung.

O-Ringe in der Hydraulik und Pneumatik ermöglichen kleine Einbauräume. Sie sind dort am besten eingesetzt, wo kurze Hübe und relativ kleine Durchmesser bevorzugt werden.

O-Ringe in Anwendungen mit langem Hub und relativ großem Durchmesser sind bei richtigem Einsatz ebenso möglich, jedoch müssen alle Einflussfaktoren konstruktiv berücksichtigt sein. Die Auswahl der geeigneten Werkstoff-Härte ist sowohl vom Druck als auch von den weiteren mechanischen Anforderungen abhängig. Am häufigsten werden O-Ringe mit einer Härte von 70 bis 80 Shore A eingesetzt.

Falls bei wechselseitig bewegten Abdichtungen auf Grund hoher Drücke die Gefahr der Spalteinwanderung besteht, sind zwei Stützringe vorzusehen.

Bei Neukonstruktionen sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Die chemische Einwirkung von Kontaktmedien auf das Elastomer
- Die Einwirkungen auf die Dichtung über den gesamten Betriebsbereich müssen berücksichtigt werden, wie z.B. der mögliche hohe Temperaturbereich oder der Wechsel von Hoch- und Tieftemperatur.
- Die Wirkungsrichtung des Druckes: ob sich der Kolben gegen den Druck bewegt und dadurch die Spalteinwanderung fördert, wenn kein Stützring dem entgegenwirkt oder die Dichtung zur druckabgewandten Seite bewegt wird
- Die mögliche Exzentrizität der Maschinenelemente ergibt eine einseitige Vergrößerung des Dichtspaltes. Dadurch wird die Gefahr der Spalteinwanderung vergrößert.
- Erhöhte Reibungswärme und die daraus resultierende mögliche Spalteinwanderung durch den damit verbundenen verminderten Extrusionswiderstand des O-Ring-Materials
- Verschmutzung von innen durch metallischen Abrieb und daraus resultierend Undichtheit durch Riefenbildung
- Verschmutzung von außen durch die einfahrende Stange mit anhaftenden Fremdkörpern
- Druckspitzen, die wesentlich höher auftreten als der Systemdruck (Stützringe vorsehen)
- Ein dünner Schmierfilm kann an der Dichtfläche haften bleiben, obwohl die technische Dichtheit erreicht ist.

Bei der wechselseitig bewegten Abdichtung wird zwischen Einbaufällen in der Hydraulik und der Pneumatik unterschieden.

2.3.1 Bewegte Abdichtung – Hydraulik

O-Ringe werden in der Hydraulik als Kolben- und Stangendichtungen eingesetzt. Sie sorgen über weite Druckbereiche und in Verbindung mit Stützringen für eine zuverlässige Abdichtung.

Die mittlere Verpressung richtet sich nach dem Querschnitt und beträgt 10 bis 15 %. Die Mindestverpressung soll 8 % nicht unterschreiten, sie ergibt sich unter Berücksichtigung aller Toleranzen:

$$\frac{(d_{2min} - t_{max}) \times 100}{d_{2min}} \geq 8 (\%)$$

d_{2min} = min. Querschnitt
 t_{max} = max. Nuttiefe

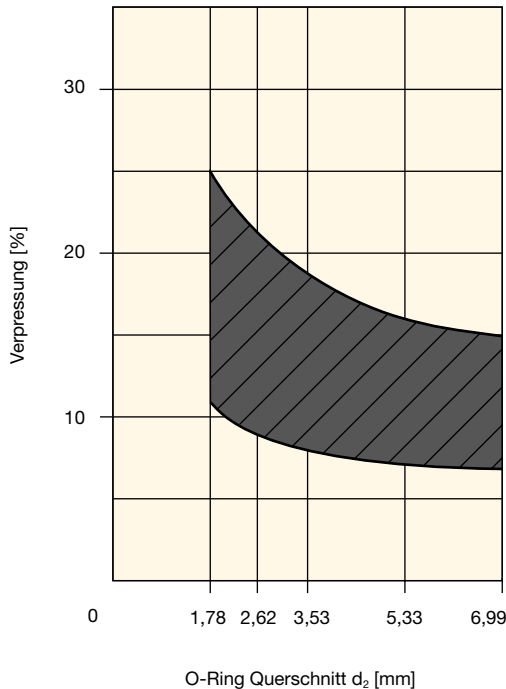


Bild 2.13 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit der Schnurstärke d_2 – bewegte Abdichtung Hydraulik

Der O-Ring kann als Stangendichtung am Außendurchmesser 1 bis 3 % gestaucht eingebaut werden. Die Stauchung ist abhängig vom Innendurchmesser und nimmt mit steigendem Innendurchmesser ab.

Der Einbau in eine Kolbennut erlaubt eine Dehnung des Innendurchmessers bis zu 6 %.

Bei der Materialauswahl sind abriebbeständige Werkstoffe vorzusehen. Der Werkstoff darf im Medium nicht schrumpfen, eine zu hohe Quellung erhöht den Abrieb und verringert die Extrusionsbeständigkeit.

Als Werkstoffhärte empfehlen wir zwischen 70 und 80 Shore A. In diesem Bereich wird ein Optimum zwischen auftretender Reibung und minimalem Verschleiß erreicht. Weichere O-Ringe haben einen höheren Verschleiß, härtere bei Drücken bis 150 bar eine höhere Reibung.

Besteht bei höheren Drücken in Abhängigkeit von Spaltmaß und Temperatur die Gefahr der Extrusion (Spalteinwanderung) des O-Rings, sind Stützringe zu verwenden.

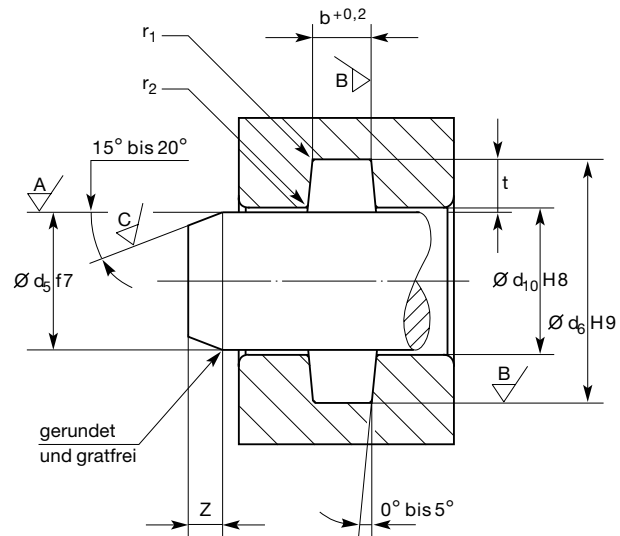


Bild 2.14 Stangendichtung – Hydraulik und Pneumatik

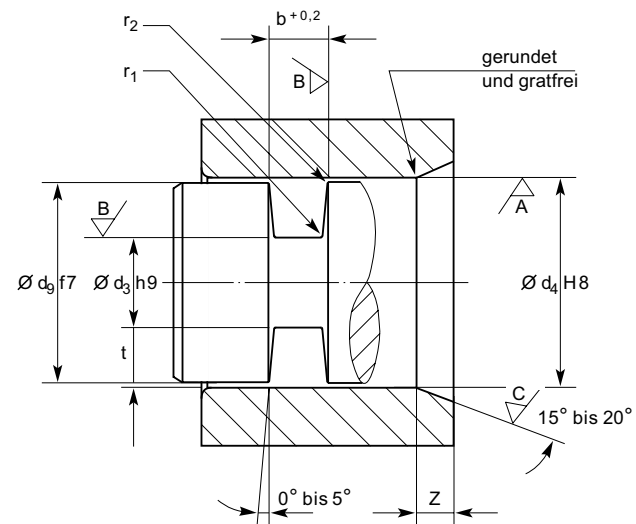


Bild 2.15 Kolbendichtung – Hydraulik und Pneumatik

d_2	$t^{1)}$	$b^{+0,20}$	z	r_1	r_2
1,50	1,30	1,90	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
1,78	1,45	2,40	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,00	1,70	2,60	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,50	2,10	3,30	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,62	2,20	3,60	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
3,00	2,60	3,90	1,80	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
3,53	3,05	4,80	1,80	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
4,00	3,50	5,30	1,80	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
5,00	4,45	6,70	2,70	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
5,33	4,65	7,10	2,70	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
6,00	5,40	8,00	3,60	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
6,99	6,20	9,50	3,60	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30

¹⁾ Die Toleranz ergibt sich aus $d_3 h_9 + d_4 H_8$ oder $d_5 f_7 + d_6 H_9$.
 Die DIN ISO 3601-Empfehlungen sind bevorzugt anzuwenden, sie sind fett gedruckt.
 Tab. 2.7 Nutabmessungen – bewegte Abdichtung Hydraulik

2 Einbauarten

Oberfläche	Oberflächenrauheit, Traganteil $t_p > 50\%$	
	R_a [μm]	R_{max}
A Kontaktfläche	0,40	1,60
B Nutgrund und -seiten	1,60	6,30
C Oberfläche der Einführschräge	3,20	12,50

Tab. 2.8 Oberflächenrauheit – bewegte Abdichtung Hydraulik

2.3.2 Bewegte Abdichtungen – Pneumatik

Pneumatische Systeme finden sich heute in sehr vielen Anwendungen. Der zunehmende Einsatz neuer Systeme wie auch der Ersatz bestehender Hydraulikeinrichtungen durch Pneumatiksysteme beruht auf folgenden Vorteilen:

- Unbrennbares Druckmedium
- Geringeres Gewicht
- Leckage ist weniger kritisch, dadurch verminderte Umweltbelastung
- Das Druckmedium Luft zersetzt sich bei höheren Temperaturen nicht.
- Kostengünstig

Gegenüber der Hydraulik ist die mittlere Verpressung des O-Ring-Querschnitts in der Pneumatik etwas verringert, um die Reibung so gering wie möglich zu halten.

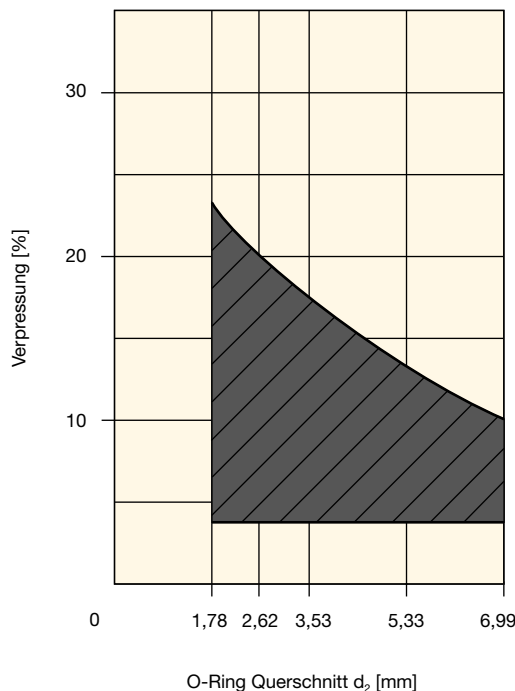


Bild 2.16 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2 – bewegte Abdichtung Pneumatik

Die minimale Verpressung des O-Ring-Querschnitts beträgt normalerweise 4 bis 7 %, sie ergibt sich unter Berücksichtigung aller Toleranzen.

$$\frac{(d_{2\text{min}} - t_{\text{max}}) \times 100}{d_{2\text{min}}} \geq 4 (\%)$$

$d_{2\text{min}}$ = min. Querschnitt

t_{max} = max. Nuttiefe

Der O-Ring kann als Stangendichtung am Außendurchmesser 1 bis 3 % gestaucht eingebaut werden.

Der Einbau in eine Kolbennut erlaubt eine Dehnung des Innendurchmessers bis 6 %. Neben den Standardwerkstoffen gibt es auch Spezialwerkstoffe mit einem verbesserten Reibverhalten.

Weitere Informationen erhalten Sie von unserer Anwendungstechnik.

Als Werkstoffhärte empfiehlt Parker Werte zwischen 70 und 80 Shore A.

d_2	$t^{1)}$	$b^{+0.20}$	z	r_1	r_2
1,78	1,55	2,30	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,62	2,35	3,10	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
3,53	3,15	4,20	1,80	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
5,33	4,85	6,40	2,70	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
6,99	6,40	8,40	3,60	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30

¹⁾ Die Toleranz ergibt sich aus $d_3H9 + d_4H8$ oder $d_5f7 + d_6H9$.

Tab. 2.9 Nutabmessungen – Pneumatik

Oberfläche	Oberflächenrauheit, Traganteil $t_p > 50\%$	
	R_a [μm]	R_{max}
A Kontaktfläche	0,40	1,60
B Nutgrund und -seiten	1,60	6,30
C Oberfläche der Einführschräge	3,20	12,50

Tab. 2.10 Pneumatik-Kolben – schwimmender Einbau

Pneumatik-Kolben – schwimmender Einbau

Der Pneumatik-Kolben wird, um die Reibung so gering wie möglich zu halten, meist mit einem schwimmend eingebauten O-Ring, dessen Querschnitt nicht verpresst wird, ausgelegt. Dadurch ist der Kolben leichtgängig abgedichtet und der O-Ring wird verschleißarm beansprucht.

Der Außendurchmesser des O-Ringes muss geringfügig größer sein als der Zylinderinnendurchmesser, um die Dichtfunktion sicherzustellen.

Der O-Ring-Innendurchmesser d_1 darf nicht am Nutgrund anliegen. Die Nuttiefe muss größer sein als der O-Ring-Querschnitt. Beim Druckaufbau kann eine gewisse Undichtheit auftreten, bis der O-Ring an den Dichtflächen anliegt.

Wir empfehlen Dichtungswerkstoffe mit einer Härte von 70 bis 80 Shore A. Standardwerkstoffe können bei Drücken bis 16 bar und Temperaturen bis 80 °C eingesetzt werden.

Informationen über Spezialwerkstoffe und Hilfestellung bei der Materialauswahl erhalten Sie von unserer Abteilung Anwendungstechnik.

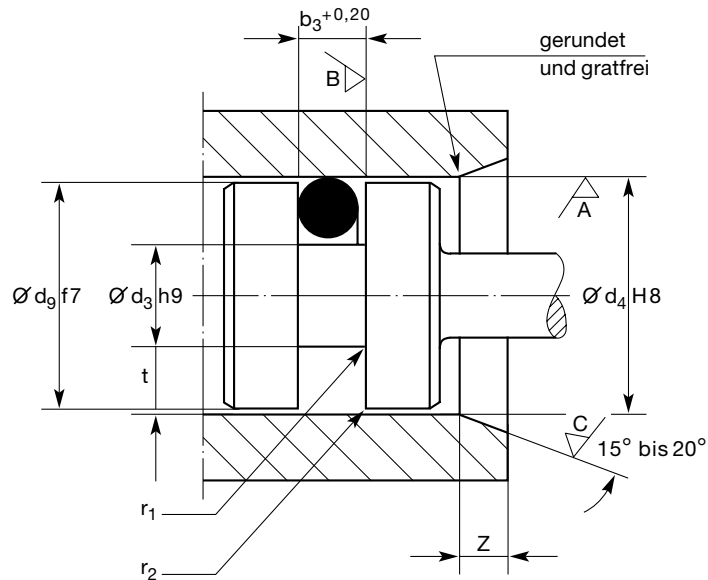


Bild 2.17

d_2	$t^1)$	$b_3^{+0,20}$	z	r_1	r_2
1,78	2,00	2,00	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,62	2,90	3,00	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
3,53	3,80	4,00	1,80	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
5,33	5,60	6,00	2,70	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
6,99	7,30	8,00	3,60	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30

¹⁾ Die Toleranz ergibt sich aus $d_3 h9 + d_4 H8$

Tab. 2.11 Nutabmessungen für schwimmenden O-Ring – Pneumatik-Kolben

Oberfläche	Oberflächenrauheit, Traganteil $t_p > 50\%$	
	R_a	R_{max}
	[µm]	
A Kontaktfläche	0,40	1,60
B Nutgrund und -seiten	1,60	6,30
C Oberfläche der Einführschräge	3,20	12,50

Tab. 2.12 Oberflächenrauheit – schwimmender O-Ring

2.4 Antriebsriemen

In der Antriebstechnik wird der O-Ring als Antriebsriemen bei der Übertragung von geringen Kräften eingesetzt. Der O-Ring stellt nicht nur eine kostengünstige Lösung dar, sondern bietet für diese Anwendung weitere Vorteile:

- Einfache Installation
- Gleichbleibende Zugkräfte
- Flexible Einsatzmöglichkeiten
- Durch die elastischen Eigenschaften der O-Ring-Werkstoffe

können Riemenspanner entfallen.

- Schnelle Verfügbarkeit in Standardwerkstoffen und -größen
- Größere Lagetoleranzen der Riemenscheiben lassen sich überbrücken.

O-Ring-Werkstoffe müssen ein Minimum an Spannungsrelaxation (Nachlassen der Spannung im gedehnten Zustand) und ein Maximum an dynamischem Verhalten aufweisen.

Die Werkstoffauswahl ist abhängig von den Umgebungseinflüssen:

- Kontakt mit Medien, z.B. Ozon, Öle und Fette
- Temperaturen

Allgemeine Anforderungen an die Werkstoffe:

- Gute Alterungsbeständigkeit
- Abriebbeständigkeit
- Geringe Neigung zum Zusammenziehen unter Spannung und Temperatur (siehe Kapitel 8.13, „Gough-Joule-Effekt“)
- Gute Biegeflexibilität

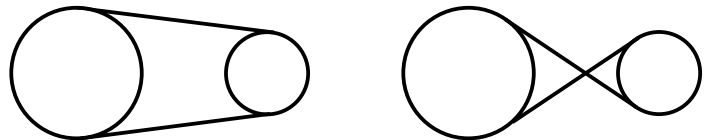


Bild 2.18 Offene Ausführung (links), gekreuzte Ausführung (rechts)

Werkstoffe für Antriebsriemen

Nach den aufgezeigten Anforderungen haben sich folgende Werkstoffe bewährt:

E0540-80

- Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM)
- Temperaturbeständigkeit bis etwa +80 °C (max. bis +100 °C)
- EPDM ist nicht mit Mineralölen und -fetten verträglich.
- Lässt sich der Kontakt mit Schmiermitteln aus Lagern und Maschinenteilen nicht vermeiden, empfehlen wir Silikonöle und -fette.

C0557-70

- Chloropren Kautschuk (CR)
- Temperaturbeständigkeit bis etwa +80 °C
- Beständig gegenüber Mineralölen und -fetten
- Schlechteres dynamisches Verhalten als bei EPDM- und TPU-Werkstoffen, Spannungsrelaxation vergleichbar mit EPDM

S0604-70

- Silikon Kautschuk (VMQ)
- Temperaturbeständigkeit bis etwa +100 °C (max. +150 °C)
- VMQ wird überwiegend bei höheren Temperaturen eingesetzt.
- Geringere Zugfestigkeit und Abrieb als bei den anderen genannten Werkstoffen

2 Einbauarten

P5008

- Thermoplastisches Polyurethan (TPU)
- Temperaturbeständigkeit bis etwa +55 °C (abhängig von der Luftfeuchtigkeit)
- TPU zeichnet sich durch hohe Festigkeit, Abriebbeständigkeit und Haltbarkeit aus. Dadurch ist der Einsatz unter harten Bedingungen oder die Übertragung von größeren Kräften möglich.

Die folgende Tabelle vergleicht die Eigenschaften von Elastomer-Werkstoffen für Antriebsriemen (Werte ermittelt an O-Ring 2-153, 88,6 × 2,6 mm).

Dynamische Spannungsrelaxation

Testzeit: 72 h
 Testtemperatur: Raumtemperatur
 Antrieb: 15,5 mm Ø Riemenscheibe
 Drehzahl: 1740 min⁻¹
 Vorspannung: 0,83 N/mm²
 Belastung: Massenträgheit der angetriebenen Scheibe aus Gusseisen 66,5 mm Ø im Zyklus von 3 Minuten und 15 Sekunden Stillstand

Statische Spannungsrelaxation

Testzeit: 48 h
 Vorspannung: 0,83 N/mm² zwischen zwei Riemenscheiben mit 12,7 mm Ø
 Temperatur: siehe Tabelle

Konstruktionshinweise

- Das direkte Einwirken von Flüssigkeiten sollte vermieden werden, weil sich dadurch der Schlupf erhöht. Kontaktmedien sind anhand der Medienbeständigkeitstabelle (siehe Anhang) auf die Verträglichkeit mit dem Elastomer zu prüfen.
- Der kleinste Riemenscheiben-Durchmesser beträgt $D_{2min} = 6 \times d_2$ (Schnurstärke).
- Die Dehnung des O-Ring-Innendurchmessers d_1 kann maximal 15 % betragen (die durchschnittliche Dehnung liegt zwischen 8 und 12 %).
- Die Spannung im eingebauten Zustand beträgt etwa 0,6 bis 1,0 N/mm².
- Die Schnurstärke d_2 sollte mindestens 2,62 mm betragen.

Bestellhinweis

Der O-Ring als Antriebsriemen unterliegt einer zusätzlichen Qualitätskontrolle und wird unter Dehnung geprüft. Die Anwendung sollte wie z.B. „2-250, E0540-80, Antriebsriemen“ gekennzeichnet werden.

Berechnung des Antriebsriemens bei offener Ausführung

Bezeichnungen:

C: Mittenabstand der Riemenscheiben [mm]
 D₁: Durchmesser der Riemenscheibe [mm]
 D₂: Durchmesser der Antriebsscheibe [mm]
 S: Dehnung als Dezimale (z.B. 10 % = 0,1)
 d₁: Innendurchmesser des O-Rings [mm]
 d₂: O-Ring-Schnurstärke [mm]
 L: Länge des Treibriemens [mm]
 B: Berechnungsfaktor

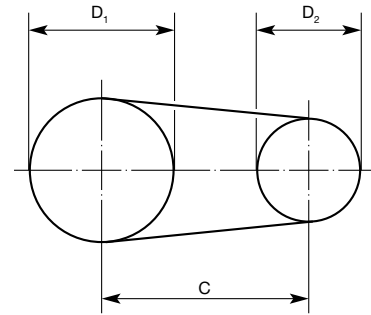


Bild 2.19 Offene Ausführung

1) Berechnung der O-Ring-Größe d_1 mit folgenden bekannten Werten:

D₁ / D₂: Durchmesser der Riemenscheiben
 C: Mittenabstand der Riemenscheiben
 S: Dehnung als Dezimale (z.B. 10 % = 0,1)

a) Berechnung der Antriebsriemenlänge L:

$$L = 2 C + 1,57 \times (D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4C}$$

b) Berechnung des O-Ring-Innendurchmessers d_1 :

$$d_1 = \frac{L}{3,14 \times (1,0 + S)}$$

c) danach erfolgt die Auswahl des O-Rings mit Hilfe der O-Ring-Maßliste. Ergibt sich eine Größe, die zwischen zwei Abmessungen in der Tabelle liegt, wählt man die nächstkleinere.

Basis-elastomer	Parker-Werkstoff	Härte [Shore A]	Dynamische Spannungsrelaxation ¹⁾	Statische Spannungsrelaxation ¹⁾ Temperatur			Dynamisches Verhalten ²⁾	Betriebs-temperatur	Beständigkeit gegenüber ²⁾				
				24 °C	65 °C	80 °C			Mineralöl und -fett	Silikonöl und -fett	Wasser	Ozon	Abrieb
EPDM	E0540-80	80 ^{±5}	13 %	14 %	18 %	20 %	+	80 (100)	-	++	++	++	+
CR	C0557-70	70 ^{±5}	14 %	14 %	19 %	22 %	0	80	+	++	+	+	+
VMQ	S0604-70	70 ^{±5}	21 %	2 %	5 %	2 %	+	100 (150)	0	0	+	++	0
TPU	P5008	94 ^{±5}	19 %	21 %	29 %	36 %	++	55	++	++	0/-	++	++

¹⁾ (Ausgangsspannung 0,83 N/mm²)

²⁾ sehr gut: ++, gut: +, mittel: 0, bedingt: 0/-, ungeeignet: -

Tab. 2.13 Vergleich der Eigenschaften von Elastomeren für Antriebsriemen

2) Berechnung der Dehnung S mit folgenden bekannten Werten:
 d_1 : Innendurchmesser des O-Rings
 C: Mittenabstand der Riemenscheiben
 D_1 / D_2 : Durchmesser der Riemenscheiben

- a) Berechnung der Antriebsriemenlänge L: (siehe 1a)
- b) Berechnung der Dehnung S als Dezimale:

$$S = \frac{L}{3,14 \times d_1} - 1$$

3) Berechnung des Mittenabstandes C der Riemenscheiben mit folgenden bekannten Werten:

d_1 : Innendurchmesser des O-Rings
 S: Dehnung als Dezimale (z.B. 10 % = 0,1)
 D_1 / D_2 : Durchmesser der Riemenscheiben

- a) Berechnung des Faktors B:
 $B = 3,14 \times d_1 \times (S + 1) - 1,57 \times (D_1 + D_2)$

b) danach Berechnung des Mittenabstands C:

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - (D_1 + D_2)^2}}{4}$$

Gekreuzte Ausführung

Bezeichnungen:

- C: Mittenabstand der Riemenscheiben [mm]
- D_1 : Durchmesser der Riemenscheibe [mm]
- D_2 : Durchmesser der Antriebsscheibe [mm]
- S: Dehnung als Dezimale (z.B. 10 % = 0,1)
- d_1 : Innendurchmesser des O-Rings [mm]
- d_2 : O-Ring-Schnurstärke [mm]
- L: Länge des Treibriemens [mm]
- B: Berechnungsfaktor

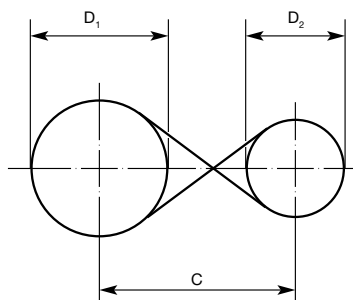


Bild 2.20 Gekreuzte Ausführung

- 1) Berechnung der O-Ring-Größe d_1 mit folgenden bekannten Werten:
 D_1 / D_2 : Durchmesser der Riemenscheiben
 C: Mittenabstand der Riemenscheiben
 S: Dehnung als Dezimale (z.B. 10 % = 0,1)
- a) Berechnung der Antriebsriemenlänge L:

$$L = 2 C + 1,57 \times (D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4C}$$

b) Berechnung des O-Ring-Innendurchmessers d_1 :

$$d_1 = \frac{L}{3,14 \times (1,0 + S)}$$

c) danach erfolgt die Auswahl des O-Rings mit Hilfe der O-Ring-Maßliste. Ergibt sich eine Größe, die zwischen zwei Abmessungen in der Tabelle liegt, wählt man die nächstkleinere.

2) Berechnung der Dehnung S mit folgenden bekannten Werten:
 d_1 : Innendurchmesser des O-Rings
 C: Mittenabstand der Riemenscheiben
 D_1 / D_2 : Durchmesser der Riemenscheiben

- a) Berechnung der Antriebsriemenlänge L: (siehe 1a)
- b) Berechnung der Dehnung S als Dezimale:

$$S = \frac{L}{3,14 \times d_1} - 1$$

3) Berechnung des Mittenabstandes C der Riemenscheiben mit folgenden bekannten Werten:

d_1 : Innendurchmesser des O-Rings
 S: Dehnung als Dezimale (z.B. 10 % = 0,1)
 D_1 / D_2 : Durchmesser der Riemenscheiben

- a) Berechnung des Faktors B:
 $B = 3,14 \times d_1 \times (S + 1) - 1,57 \times (D_1 + D_2)$

b) danach Berechnung des Mittenabstands C:

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - (D_1 - D_2)^2}}{4}$$

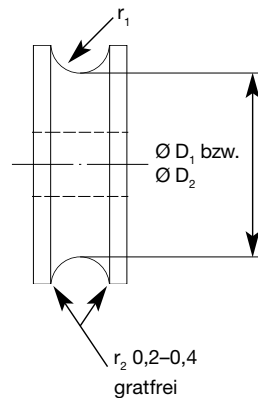


Bild 2.21 Nutradius der Riemenscheibe

d_2	r_1
2,62	1,25 ^{+0,10}
3,53	1,70 ^{+0,10}
5,33	2,60 ^{+0,10}
6,99	3,50 ^{+0,15}

Tab. 2.14

Für andere Querschnitte d_2 gilt:
 $r_1 = 0,49 \times d_2$

Oberflächenrauheit:
 $R_{max} < 6,3 \mu m$
 $R_a < 1,6 \mu m$

2 Einbauarten

2.5 Einbauhinweise

Mit der Auswahl des richtigen Werkstoffs, der richtigen Abmessung, der ausreichenden Verpressung des O-Ring-Querschnitts und mit der Einhaltung der vorgegebenen Toleranzen und Oberflächengüte an den Maschinenteilen ist die Dichtheit konstruktiv erreicht. In der Praxis müssen allerdings auch Einflüsse, die sich aus der Montage ergeben, berücksichtigt werden. Nachlässiger Einbau kann zu Ausfällen durch Nacharbeit, erhöhtem Servicebedarf, kürzeren Wartungsintervalle usw. führen und verursacht zusätzliche Kosten.

2.5.1 Einbauschrägen

Um die Montage der Maschinenteile zu vereinfachen und die Dichtung nicht zu beschädigen, sind Einbauschrägen vorzusehen. Der Übergang sollte gratfrei und die Kanten gebrochen sein.

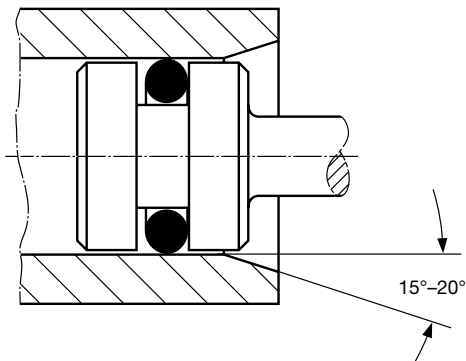


Bild 2.22 Einbaubeispiel Kolbendichtung

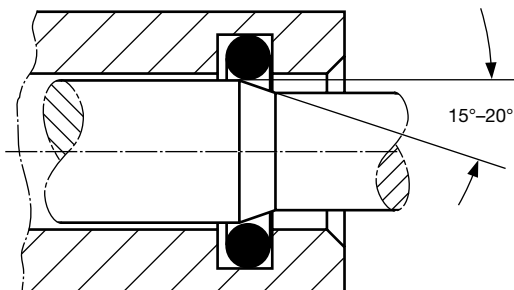


Bild 2.23 Einbaubeispiel Stangendichtung

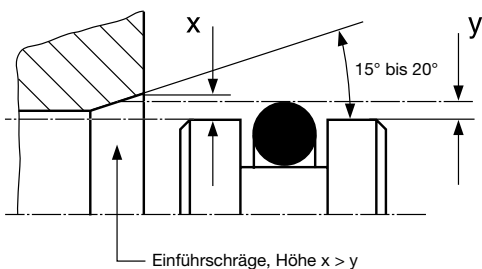


Bild 2.24 Die Detaildarstellung der Einführschräge zeigt den entspannten O-Ring und das Maß x , das größer als das Maß y sein soll, um eine sichere Montage zu gewährleisten.

2.5.2 Überfahren von Bohrungen

Einbaubeispiel: Zylinderbohrung oder Schieber, bei dem Anschlussbohrungen bei der Montage vom O-Ring zu überfahren sind. Der anfangs verformte O-Ring entspannt sich in der Bohrung und kann abscheren. Um die Dichtung vor Beschädigungen zu schützen, sollten die Anschlussbohrungen verlegt werden.

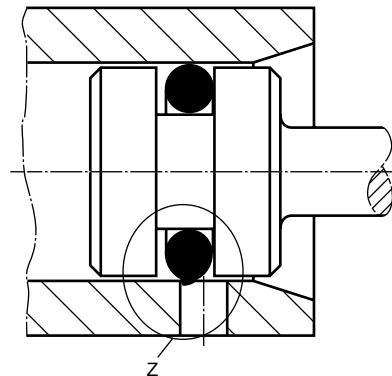


Bild 2.25

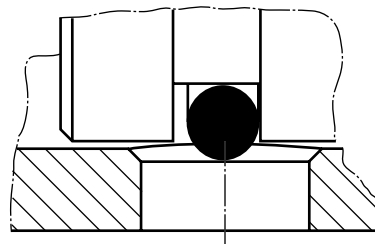


Bild 2.26 Lässt sich diese Änderung nicht durchführen, ist die Bohrung von innen zu entgraten.

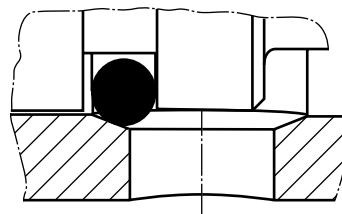


Bild 2.27 Die beste Lösung ist eine umlaufende Entlastungsnut im Bereich der Bohrung. Der O-Ring kann sich entspannen und ist durch die Ein- und Auslaufschräge geführt.

2.5.3 Verunreinigungen und Reinigungsmittel

Verunreinigungen am O-Ring und in der Nut führen zur Undichtheit. Damit die Dichtstelle auch im Betrieb vor Verunreinigungen geschützt ist, sind z.B. System-Filter oder Wartungsintervalle vorzusehen.

Die Beständigkeit der eingesetzten Dichtungswerkstoffe gegenüber den Reinigungsmitteln und Montagefetten muss geprüft werden.

2.5.4 Aufdehnen

Die Dehnung während der Montage sollte nicht mehr als ca. 50 % des O-Ring- oder Stützring-Innendurchmessers betragen. An kleinen Innendurchmessern könnte dieser Wert wesentlich überschritten werden, weil mit kleiner werdendem Innendurchmesser die prozentuale Dehnung kritische Werte erreicht.

Es ist darauf zu achten, dass die Dehnung unterhalb der Reißdehnung liegt, die in den Werkstoffdaten angegeben ist. Erfolgt die Dehnung bis an die obere Grenze des elastischen Verhaltens, muss dem O-Ring Zeit gegeben werden, sich auf sein Ausgangsmaß zusammenzuziehen.

2.5.5 Rollen

O-Ringe mit großem Innendurchmesser und kleiner Schnurstärke neigen bei der Montage zum Rollen. Ein verdreht in der Nut liegender O-Ring kann z.B. zum Spiralfehler (siehe Kapitel „Schadensanalyse“) oder zur Undichtheit führen.

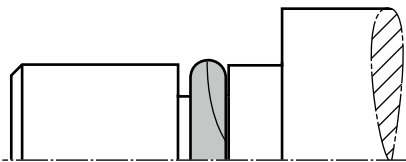


Bild 2.28 Bei der Montage verdrehter O-Ring

2.5.6 Scharfe Kanten

O-Ringe dürfen nicht über scharfe Kanten in die Nut geschoben werden. Gewinde, Schlitz, Bohrungen, Führungsnuten, Verzahnungen usw. sind abzudecken. Montagehülsen erleichtern den Zusammenbau und schützen vor Beschädigungen.

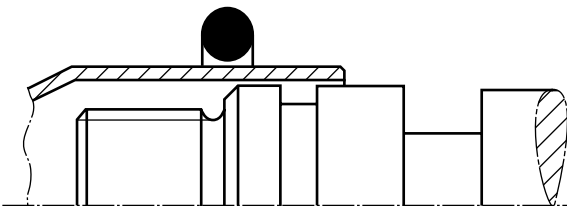


Bild 2.29 Verwendung einer Montagehülse

2.5.7 Montagevorrichtung

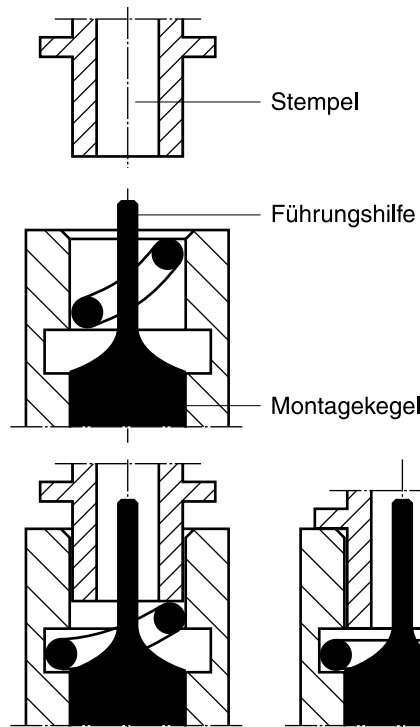


Bild 2.30 Verwendung eines Stempels und einer Führungshülse

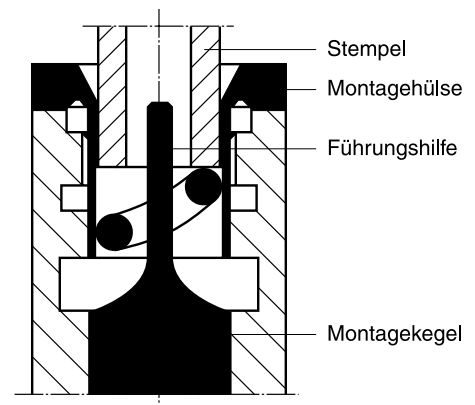


Bild 2.31 Diese Montagehilfe wird um eine Hülse erweitert, wenn scharfe Kanten die Dichtung gefährden.

2 Einbauarten

3.1 Ruhende Abdichtung

3.1.1 Verpressung und Einbaumaße

Kolbendichtung – radiale Verpressung

O-Ring im Innenteil eingebaut

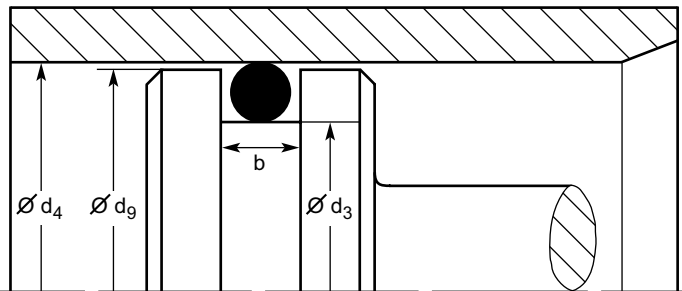


Bild 3.1 Kolbendichtung – radiale Verpressung

Stangendichtung – radiale Verpressung

O-Ring im Außenteil eingebaut

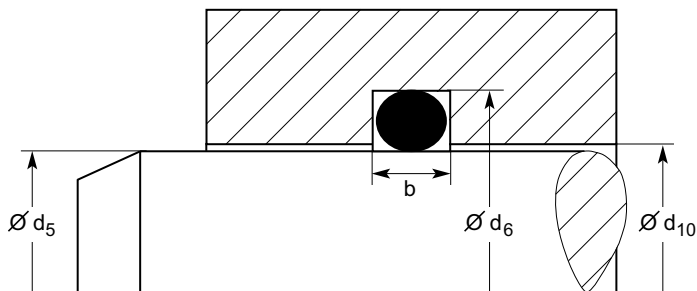


Bild 3.2 Stangendichtung – radiale Verpressung

Flanschdichtung – axiale Verpressung

Bei Innendruck: O-Ring-Außendurchmesser muss gestaucht werden

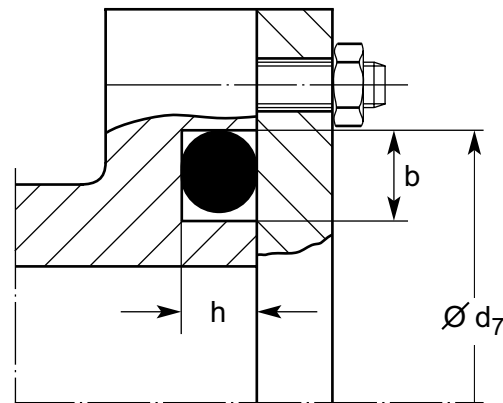


Bild 3.3 Flanschdichtung – axiale Verpressung

Bei Außendruck: O-Ring-Innendurchmesser muss gedehnt werden

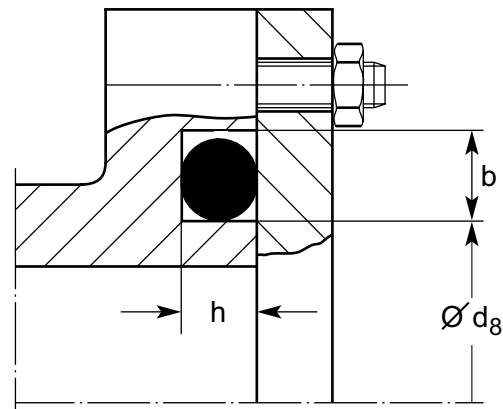
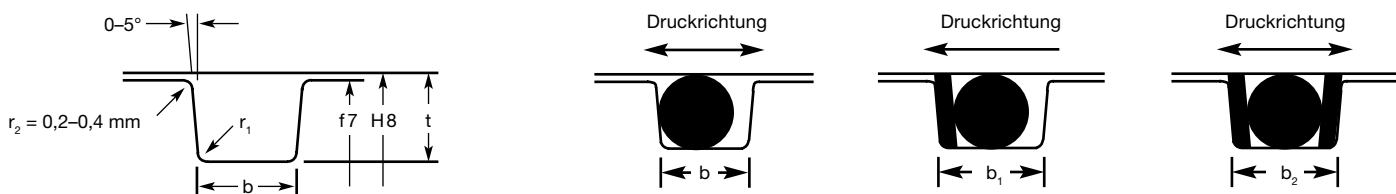


Bild 3.4 Flanschdichtung – axiale Verpressung



Schnurstärke d_2 [mm]	Mittlere Nuttiefe t [mm]	Verformung [mm]	Verformung [%]	Nutbreite b ohne Stützring [mm]	Nutbreite b_1 ein Stützring [mm]	Nutbreite b_2 zwei Stützringe [mm]	Radius r_1 [mm]
1,78 ±0,08	1,40	0,26 - 0,58	15 - 31	2,40 - 2,60	3,50 - 3,70	4,60 - 4,80	0,20 - 0,40
2,62 ±0,09	2,20	0,26 - 0,64	10 - 23	3,60 - 3,80	4,70 - 4,90	5,80 - 6,00	0,20 - 0,40
3,53 ±0,10	2,90	0,40 - 0,85	11 - 23	4,80 - 5,00	5,80 - 6,00	6,80 - 7,00	0,40 - 0,80
5,33 ±0,13	4,50	0,57 - 1,08	11 - 20	7,20 - 7,40	8,70 - 8,90	10,20 - 10,40	0,40 - 0,80
6,99 ±0,15	5,90	0,80 - 1,35	11 - 19	9,60 - 9,80	12,00 - 12,20	14,40 - 10,60	0,40 - 0,80

Tab. 3.1 Einbaumaße für O-Ringe – ruhende Abdichtung

3 Konstruktionsempfehlungen

3.1.2 Kolbendichtung statisch

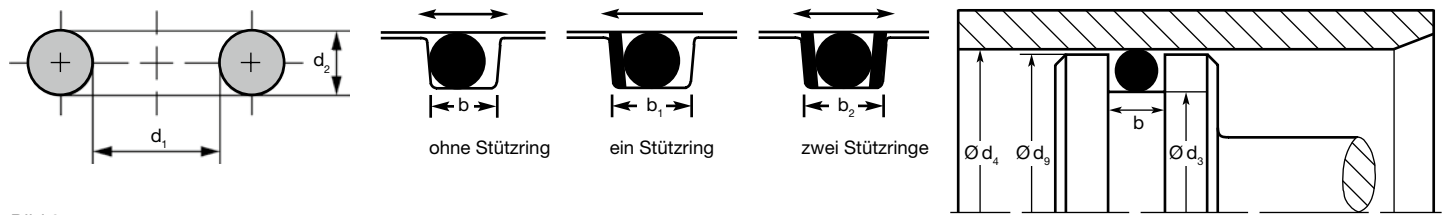


Bild 3.5

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	2,9	5,5	5,5
5-190	3,35	1,78	2,4	3,5	4,6	3,4	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	3,9	6,6	6,5
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,4	7	7
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	7,8	7,8
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,4	8	8
5-582	5,7	1,9	2,4	3,5	4,6	5,7	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6,4	9	9
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7,4	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	8,4	11	11
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	8,9	11,5	11,5
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,4	12	12
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10,4	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	10,9	13,5	13,5
5-613	11,1	1,78	2,4	3,5	4,6	11,4	14	14
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	12,4	15	15
6-129	13,29	1,78	2,4	3,5	4,6	13,4	16	16
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	15,4	18	18
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	17,4	20	20
2-018	18,77	1,78	2,4	3,5	4,6	18,4	21	21
2-019	20,35	1,78	2,4	3,5	4,6	20,4	23	23
2-020	21,95	1,78	2,4	3,5	4,6	22,4	25	25
2-021	23,52	1,78	2,4	3,5	4,6	23,4	26	26
2-022	25,12	1,78	2,4	3,5	4,6	25,4	28	28
2-023	26,7	1,78	2,4	3,5	4,6	27,4	30	30
2-024	28,3	1,78	2,4	3,5	4,6	29,4	32	32
2-025	29,87	1,78	2,4	3,5	4,6	30,4	33	33
2-026	31,47	1,78	2,4	3,5	4,6	32,4	35	35
2-027	33,05	1,78	2,4	3,5	4,6	33,4	36	36
2-028	34,65	1,78	2,4	3,5	4,6	35,4	38	38
6-154	36,3	1,78	2,4	3,5	4,6	37,4	40	40
2-030	41	1,78	2,4	3,5	4,6	42,4	45	45
2-031	44,17	1,78	2,4	3,5	4,6	45,4	48	48
2-032	47,35	1,78	2,4	3,5	4,6	47,4	50	50
2-033	50,52	1,78	2,4	3,5	4,6	52,4	55	55
2-034	53,7	1,78	2,4	3,5	4,6	55,4	58	58
2-035	56,87	1,78	2,4	3,5	4,6	57,4	60	60
2-036	60,08	1,78	2,4	3,5	4,6	60,4	63	63

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-037	63,22	1,78	2,4	3,5	4,6	65,4	68	68
2-038	66,4	1,78	2,4	3,5	4,6	67,4	70	70
2-039	69,57	1,78	2,4	3,5	4,6	69,4	72	72
2-040	72,75	1,78	2,4	3,5	4,6	75,4	78	78
2-041	75,92	1,78	2,4	3,5	4,6	77,4	80	80
2-042	82,27	1,78	2,4	3,5	4,6	82,4	85	85
2-043	88,62	1,78	2,4	3,5	4,6	89,4	92	92
2-044	94,97	1,78	2,4	3,5	4,6	97,4	100	100
2-045	101,32	1,78	2,4	3,5	4,6	102,4	105	105
2-046	107,67	1,78	2,4	3,5	4,6	107,4	110	110
2-047	114,02	1,78	2,4	3,5	4,6	117,4	120	120
2-048	120,37	1,78	2,4	3,5	4,6	122,4	125	125
2-049	126,72	1,78	2,4	3,5	4,6	127,4	130	130
2-050	133,07	1,78	2,4	3,5	4,6	135,4	138	138
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,3	13,5	13,5
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	9,8	14	14
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	10,8	15	15
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	11,8	16	16
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,8	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13,3	17,5	17,5
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14	18	18
5-239	14,48	2,69	3,6	4,7	5,8	14,6	19	19
5-243	15,34	2,62	3,6	4,7	5,8	15,8	20	20
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	16,8	21	21
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17,8	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18,8	23	23
2-116	18,72	2,62	3,6	4,7	5,8	19,8	24	24
2-117	203,29	2,62	3,6	4,7	5,8	20,8	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	21,8	26	26
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	23,8	28	28
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25,8	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	27,8	32	32
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	28,8	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30,8	35	35
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	31,8	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33,8	38	38
2-126	34,59	2,62	3,6	4,7	5,8	35,8	40	40
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36,8	41	41

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
				h9	H8	f7		
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	37,8	42	42
2-129	39,34	2,62	3,6	4,7	5,8	39,8	44	44
2-130	40,94	2,62	3,6	4,7	5,8	41,4	45	45
2-131	42,52	2,62	3,6	4,7	5,8	43,8	48	48
2-132	44,12	2,62	3,6	4,7	5,8	44,8	49	49
2-133	45,69	2,62	3,6	4,7	5,8	45,8	50	50
2-134	47,29	2,62	3,6	4,7	5,8	47,8	52	52
2-135	48,9	2,62	3,6	4,7	5,8	49,8	54	54
2-136	50,47	2,62	3,6	4,7	5,8	50,8	55	55
2-137	52,07	2,62	3,6	4,7	5,8	51,8	56	56
2-138	53,64	2,62	3,6	4,7	5,8	53,8	58	58
2-139	55,25	2,62	3,6	4,7	5,8	55,8	60	60
2-140	56,82	2,62	3,6	4,7	5,8	57,8	62	62
2-141	58,42	2,62	3,6	4,7	5,8	58,8	63	63
2-142	59,99	2,62	3,6	4,7	5,8	60,8	65	65
2-143	61,6	2,62	3,6	4,7	5,8	61,8	66	66
2-144	63,17	2,62	3,6	4,7	5,8	63,8	68	68
2-145	64,77	2,62	3,6	4,7	5,8	65,8	70	70
2-146	66,34	2,62	3,6	4,7	5,8	66,8	71	71
2-147	67,95	2,62	3,6	4,7	5,8	67,8	72	72
2-148	69,52	2,62	3,6	4,7	5,8	70,8	75	75
2-149	71,12	2,62	3,6	4,7	5,8	71,8	76	76
2-150	72,69	2,62	3,6	4,7	5,8	73,8	78	78
2-151	75,87	2,62	3,6	4,7	5,8	75,8	80	80
2-152	82,22	2,62	3,6	4,7	5,8	85,8	90	90
2-153	88,57	2,62	3,6	4,7	5,8	90,8	95	95
2-154	94,92	2,62	3,6	4,7	5,8	95,8	100	100
2-155	101,27	2,62	3,6	4,7	5,8	105,8	110	110
2-156	107,62	2,62	3,6	4,7	5,8	110,8	115	115
2-157	113,97	2,62	3,6	4,7	5,8	115,8	120	120
2-158	120,32	2,62	3,6	4,7	5,8	120,8	125	125
2-159	126,67	2,62	3,6	4,7	5,8	130,8	135	135
2-160	133,02	2,62	3,6	4,7	5,8	135,8	140	140
2-161	139,37	2,62	3,6	4,7	5,8	140,8	145	145
2-162	145,72	2,62	3,6	4,7	5,8	145,8	150	150
2-163	152,07	2,62	3,6	4,7	5,8	155,8	160	160
2-164	158,42	2,62	3,6	4,7	5,8	160,8	165	165
2-165	164,77	2,62	3,6	4,7	5,8	165,8	170	170
2-166	171,12	2,62	3,6	4,7	5,8	175,8	180	180
2-167	177,47	2,62	3,6	4,7	5,8	180,8	185	185
2-168	183,82	2,62	3,6	4,7	5,8	185,8	190	190
2-169	190,17	2,62	3,6	4,7	5,8	195,8	200	200
2-170	196,52	2,62	3,6	4,7	5,8	200,8	205	205
2-171	202,87	2,62	3,6	4,7	5,8	205,8	210	210
2-172	209,22	2,62	3,6	4,7	5,8	210,8	215	215
2-173	215,57	2,62	3,6	4,7	5,8	215,8	220	220
2-174	221,92	2,62	3,6	4,7	5,8	225,8	230	230
2-175	228,27	2,62	3,6	4,7	5,8	230,8	235	235

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
				h9	H8	f7		
2-176	234,62	2,62	3,6	4,7	5,8	235,8	240	240
2-177	240,97	2,62	3,6	4,7	5,8	245,8	250	250
2-178	247,32	2,62	3,6	4,7	5,8	250,8	255	255
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19,4	25	25
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20,4	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21,4	27	27
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22,4	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24,4	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25,4	31	31
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26,4	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27,4	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	29,4	35	35
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30,4	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32,4	38	38
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	34,4	40	40
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	35,4	41	41
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	36,4	42	42
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	39,4	45	45
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	42,4	48	48
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	44,4	50	50
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	49,4	55	55
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	50,4	56	56
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	54,4	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	57,4	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	59,4	65	65
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	64,4	70	70
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	66,4	72	72
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	69,4	75	75
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	74,4	80	80
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	76,4	82	82
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	79,4	85	85
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	84,4	90	90
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	86,4	92	92
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	89,4	95	95
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	94,4	100	100
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	96,4	102	102
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	99,4	105	105
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	102,4	108	108
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	104,4	110	110
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	109,4	115	115
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	112,4	118	118
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	114,4	120	120
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	119,4	125	125
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	122,4	128	128
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	124,4	130	130
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	127,7	132	132
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	130,9	135	135
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	134,4	140	140

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	136,4	142	142
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	139,4	145	145
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	144,4	150	150
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	146,4	152	152
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	149,4	155	155
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	154,4	160	160
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	159,4	165	165
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	164,4	170	170
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	174,4	180	180
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	179,4	185	185
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	184,4	190	190
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	194,4	200	200
2-265	196,44	3,53	4,8	5,8	6,8	199,4	205	205
2-266	202,79	3,53	4,8	5,8	6,8	204,4	210	210
2-267	209,14	3,53	4,8	5,8	6,8	214,4	220	220
2-268	215,49	3,53	4,8	5,8	6,8	219,4	225	225
2-269	221,84	3,53	4,8	5,8	6,8	224,4	230	230
2-270	228,19	3,53	4,8	5,8	6,8	229,4	235	235
2-271	234,54	3,53	4,8	5,8	6,8	234,4	240	240
2-272	240,89	3,53	4,8	5,8	6,8	244,4	250	250
2-273	247,24	3,53	4,8	5,8	6,8	249,4	255	255
2-274	253,59	3,53	4,8	5,8	6,8	254,4	260	260
2-275	266,29	3,53	4,8	5,8	6,8	274,4	280	280
2-276	278,99	3,53	4,8	5,8	6,8	284,4	290	290
2-277	291,69	3,53	4,8	5,8	6,8	294,4	300	300
2-278	304,39	3,53	4,8	5,8	6,8	314,4	320	320
2-279	329,79	3,53	4,8	5,8	6,8	344,4	350	350
2-280	355,19	3,53	4,8	5,8	6,8	364,4	370	370
2-281	380,59	3,53	4,8	5,8	6,8	394,4	400	400
2-282	405,26	3,53	4,8	5,8	6,8	414,4	420	420
2-283	430,66	3,53	4,8	5,8	6,8	444,4	450	450
2-284	456,06	3,53	4,8	5,8	6,8	474,4	480	480
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	37,3	46	46
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	41,3	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	43,3	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	46,3	55	55
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	47,3	56	56
5-338	48,9	5,33	7,2	8,7	10,2	49,3	58	58
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	51,3	60	60
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	53,3	62	62
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	56,3	65	65
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	61,3	70	70
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	63,3	72	72
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	66,3	75	75
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	71,3	80	80
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	73,3	82	82
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	76,3	85	85
2-338	78,7	5,33	7,2	8,7	10,2	81,3	90	90

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	83,3	92	92
2-340	85	5,33	7,2	8,7	10,2	86,3	95	95
2-341	88,2	5,33	7,2	8,7	10,2	89,3	98	98
2-342	91,4	5,33	7,2	8,7	10,2	91,3	100	100
2-343	94,6	5,33	7,2	8,7	10,2	96,3	105	105
2-344	97,7	5,33	7,2	8,7	10,2	99,3	108	108
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	101,3	110	110
2-346	104,1	5,33	7,2	8,7	10,2	106,3	115	115
2-347	107,3	5,33	7,2	8,7	10,2	109,3	118	118
2-348	110,4	5,33	7,2	8,7	10,2	111,3	120	120
2-349	113,6	5,33	7,2	8,7	10,2	116,3	125	125
2-350	116,8	5,33	7,2	8,7	10,2	119,3	128	128
2-351	120	5,33	7,2	8,7	10,2	121,3	130	130
2-352	123,1	5,33	7,2	8,7	10,2	123,3	132	132
2-353	126,3	5,33	7,2	8,7	10,2	126,3	135	135
2-354	129,5	5,33	7,2	8,7	10,2	131,3	140	140
2-355	132,7	5,33	7,2	8,7	10,2	133,3	142	142
2-356	135,8	5,33	7,2	8,7	10,2	136,3	145	145
2-357	139	5,33	7,2	8,7	10,2	141,3	150	150
2-358	142,2	5,33	7,2	8,7	10,2	143,3	152	152
2-359	145,4	5,33	7,2	8,7	10,2	146,3	155	155
2-360	148,5	5,33	7,2	8,7	10,2	151,3	160	160
2-361	151,7	5,33	7,2	8,7	10,2	156,3	165	165
2-362	158,1	5,33	7,2	8,7	10,2	161,3	170	170
2-363	164,4	5,33	7,2	8,7	10,2	166,3	175	175
2-364	170,8	5,33	7,2	8,7	10,2	171,3	180	180
2-365	177,1	5,33	7,2	8,7	10,2	181,3	190	190
2-366	183,5	5,33	7,2	8,7	10,2	186,3	195	195
2-367	189,8	5,33	7,2	8,7	10,2	191,3	200	200
2-368	196,2	5,33	7,2	8,7	10,2	201,3	210	210
2-369	202,5	5,33	7,2	8,7	10,2	206,3	215	215
2-370	208,9	5,33	7,2	8,7	10,2	211,3	220	220
2-371	215,2	5,33	7,2	8,7	10,2	216,3	225	225
2-372	221,6	5,33	7,2	8,7	10,2	221,3	230	230
2-373	227,9	5,33	7,2	8,7	10,2	231,3	240	240
2-374	234,3	5,33	7,2	8,7	10,2	236,3	245	245
2-375	240,6	5,33	7,2	8,7	10,2	241,3	250	250
2-376	247	5,33	7,2	8,7	10,2	251,3	260	260
2-377	253,3	5,33	7,2	8,7	10,2	261,3	270	270
2-378	266	5,33	7,2	8,7	10,2	271,3	280	280
2-379	278,77	5,33	7,2	8,7	10,2	281,3	290	290
2-380	291,47	5,33	7,2	8,7	10,2	291,3	300	300
2-381	304,17	5,33	7,2	8,7	10,2	311,3	320	320
2-382	329,57	5,33	7,2	8,7	10,2	341,3	350	350
2-383	354,97	5,33	7,2	8,7	10,2	361,3	370	370
2-384	380,37	5,33	7,2	8,7	10,2	391,3	400	400
2-385	405,26	5,33	7,2	8,7	10,2	411,3	420	420
2-386	430,66	5,33	7,2	8,7	10,2	441,3	450	450

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
				h9	H8	f7		
2-387	456,06	5,33	7,2	8,7	10,2	471,3	480	480
2-388	481,41	5,33	7,2	8,7	10,2	491,3	500	500
2-389	506,81	5,33	7,2	8,7	10,2	511,3	520	520
2-390	532,21	5,33	7,2	8,7	10,2	541,3	550	550
2-391	557,61	5,33	7,2	8,7	10,2	571,3	580	580
2-392	582,68	5,33	7,2	8,7	10,2	591,3	600	600
2-393	608,08	5,33	7,2	8,7	10,2	611,3	620	620
2-394	633,48	5,33	7,2	8,7	10,2	641,3	650	650
2-395	658,88	5,33	7,2	8,7	10,2	671,3	680	680
2-425	113,67	6,99	9,6	12	14,4	113,4	125	125
2-426	116,84	6,99	9,6	12	14,4	118,4	130	130
2-427	120,02	6,99	9,6	12	14,4	120,4	132	132
2-428	123,19	6,99	9,6	12	14,4	123,4	135	135
2-429	126,37	6,99	9,6	12	14,4	128,4	140	140
2-430	129,54	6,99	9,6	12	14,4	130,4	142	142
2-431	132,72	6,99	9,6	12	14,4	133,4	145	145
2-432	135,89	6,99	9,6	12	14,4	138,4	150	150
2-433	139,07	6,99	9,6	12	14,4	140,4	152	152
2-434	142,24	6,99	9,6	12	14,4	143,4	155	155
2-435	145,42	6,99	9,6	12	14,4	146,4	158	158
2-436	148,59	6,99	9,6	12	14,4	148,4	160	160
2-437	151,77	6,99	9,6	12	14,4	153,4	165	165
2-438	158,12	6,99	9,6	12	14,4	158,4	170	170
2-439	164,47	6,99	9,6	12	14,4	168,4	180	180
2-440	170,82	6,99	9,6	12	14,4	173,4	185	185
2-441	177,17	6,99	9,6	12	14,4	178,4	190	190
2-442	183,52	6,99	9,6	12	14,4	188,4	200	200
2-443	189,87	6,99	9,6	12	14,4	193,4	205	205
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	198,4	210	210
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	208,4	220	220
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	218,4	230	230
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	228,4	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	238,4	250	250
2-449	253,37	6,99	9,6	12	14,4	248,4	260	260
2-450	266,07	6,99	9,6	12	14,4	268,4	280	280
2-451	278,77	6,99	9,6	12	14,4	288,4	300	300
2-452	291,47	6,99	9,6	12	14,4	298,4	310	310
2-453	304,17	6,99	9,6	12	14,4	308,4	320	320
2-454	316,87	6,99	9,6	12	14,4	318,4	330	330
2-455	329,57	6,99	9,6	12	14,4	338,4	350	350
2-456	342,27	6,99	9,6	12	14,4	348,4	360	360
2-457	354,97	6,99	9,6	12	14,4	358,4	370	370
2-458	367,67	6,99	9,6	12	14,4	368,4	380	380
2-459	380,37	6,99	9,6	12	14,4	388,4	400	400
2-460	393,07	6,99	9,6	12	14,4	398,4	410	410
2-461	405,26	6,99	9,6	12	14,4	408,4	420	420
2-462	417,96	6,99	9,6	12	14,4	418,4	430	430
2-463	430,66	6,99	9,6	12	14,4	438,4	450	450

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
				h9	H8	f7		
2-464	443,36	6,99	9,6	12	14,4	448,4	460	460
2-465	456,06	6,99	9,6	12	14,4	458,4	470	470
2-466	468,76	6,99	9,6	12	14,4	468,4	480	480
2-467	481,46	6,99	9,6	12	14,4	488,4	500	500
2-468	494,16	6,99	9,6	12	14,4	498,4	510	510
2-469	506,86	6,99	9,6	12	14,4	508,4	520	520
2-470	532,26	6,99	9,6	12	14,4	538,4	550	550
2-471	557,66	6,99	9,6	12	14,4	558,4	570	570
2-472	582,68	6,99	9,6	12	14,4	588,4	600	600
2-473	608,08	6,99	9,6	12	14,4	608,4	620	620
2-474	633,48	6,99	9,6	12	14,4	638,4	650	650
2-475	658,88	6,99	9,6	12	14,4	668,4	680	680

Tab. 3.2

3

3 Konstruktionsempfehlungen

3.1.3 Stangendichtung statisch

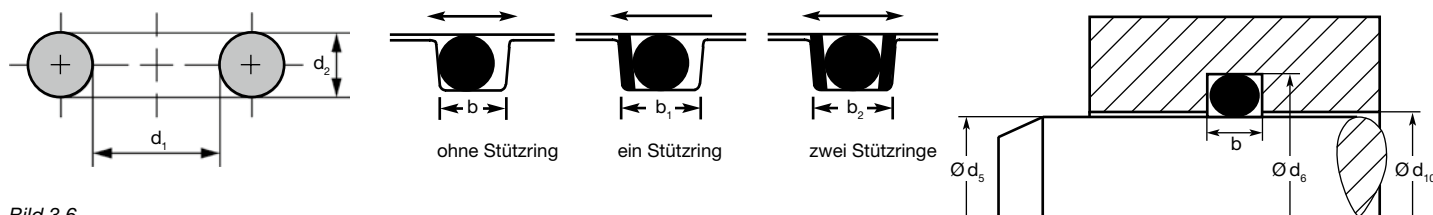


Bild 3.6

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	3	5,6	3
5-190	3,35	1,78	2,4	3,5	4,6	3,5	6,1	3,5
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	4	6,6	4
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,5	7,1	4,5
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	7,8	5
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,5	8,1	5,5
5-582	5,7	1,9	2,4	3,5	4,6	6	8,8	6
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6,2	8,8	6,2
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7	9,6	7
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	8	10,6	8
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	9	11,6	9
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,5	12,1	9,5
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10	12,6	10
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	11	13,6	11
5-613	11,1	1,78	2,4	3,5	4,6	12	14,6	12
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	13	15,6	13
6-129	13,29	1,78	2,4	3,5	4,6	14	16,6	14
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	16	18,6	16
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	18	20,6	18
2-018	18,77	1,78	2,4	3,5	4,6	19	21,6	19
2-019	20,35	1,78	2,4	3,5	4,6	21	23,6	21
2-020	21,95	1,78	2,4	3,5	4,6	22	24,6	22
2-021	23,52	1,78	2,4	3,5	4,6	24	26,6	24
2-022	25,12	1,78	2,4	3,5	4,6	25	27,6	25
2-023	26,7	1,78	2,4	3,5	4,6	28	30,6	28
2-024	28,3	1,78	2,4	3,5	4,6	29	31,6	29
2-025	29,87	1,78	2,4	3,5	4,6	30	32,6	30
2-026	31,47	1,78	2,4	3,5	4,6	32	34,6	32
2-027	33,05	1,78	2,4	3,5	4,6	34	36,6	34
2-028	34,65	1,78	2,4	3,5	4,6	35	37,6	35
6-154	36,3	1,78	2,4	3,5	4,6	38	40,6	38
2-030	41	1,78	2,4	3,5	4,6	42	44,6	42
2-031	44,17	1,78	2,4	3,5	4,6	45	47,6	45
2-032	47,35	1,78	2,4	3,5	4,6	48	50,6	48
2-033	50,52	1,78	2,4	3,5	4,6	52	54,6	52
2-034	53,7	1,78	2,4	3,5	4,6	55	57,6	55
2-035	56,87	1,78	2,4	3,5	4,6	58	60,6	58
2-036	60,08	1,78	2,4	3,5	4,6	60	62,6	60

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
2-037	63,22	1,78	2,4	3,5	4,6	65	67,6	65
2-038	66,4	1,78	2,4	3,5	4,6	68	70,6	68
2-039	69,57	1,78	2,4	3,5	4,6	70	72,6	70
2-040	72,75	1,78	2,4	3,5	4,6	75	77,6	75
2-041	75,92	1,78	2,4	3,5	4,6	78	80,6	78
2-042	82,27	1,78	2,4	3,5	4,6	85	87,6	85
2-043	88,62	1,78	2,4	3,5	4,6	90	92,6	90
2-044	94,97	1,78	2,4	3,5	4,6	95	97,6	95
2-045	101,32	1,78	2,4	3,5	4,6	100	102,6	100
2-046	107,67	1,78	2,4	3,5	4,6	110	112,6	110
2-047	114,02	1,78	2,4	3,5	4,6	115	117,6	115
2-048	120,37	1,78	2,4	3,5	4,6	120	122,6	120
2-049	126,72	1,78	2,4	3,5	4,6	125	127,6	125
2-050	133,07	1,78	2,4	3,5	4,6	135	137,6	135
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,5	13,7	9,5
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	10	14,2	10
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	11	15,2	11
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	12	16,2	12
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,5	16,7	12,5
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13	17,2	13
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14	18,2	14
5-239	14,48	2,69	3,6	4,7	5,8	15	19,4	15
5-243	15,34	2,62	3,6	4,7	5,8	16	20,2	16
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	16,6	20,7	16,5
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17	21,2	17
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18	22,2	18
2-116	18,72	2,62	3,6	4,7	5,8	19	23,2	19
2-117	203,29	2,62	3,6	4,7	5,8	21	25,2	21
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	22	26,2	22
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	24	28,2	24
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25	29,2	25
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	28	32,2	28
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	29	33,2	29
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30	34,2	30
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	32	36,2	32
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33	37,2	33
2-126	34,59	2,62	3,6	4,7	5,8	35	39,2	35
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36	40,2	36

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
			f7	H9	H8			
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	38	42,2	38
2-129	39,34	2,62	3,6	4,7	5,8	40	44,2	40
2-130	40,94	2,62	3,6	4,7	5,8	42	46,2	42
2-131	42,52	2,62	3,6	4,7	5,8	43	47,2	43
2-132	44,12	2,62	3,6	4,7	5,8	45	49,2	45
2-133	45,69	2,62	3,6	4,7	5,8	46	50,2	46
2-134	47,29	2,62	3,6	4,7	5,8	48	52,2	48
2-135	48,9	2,62	3,6	4,7	5,8	49	53,2	49
2-136	50,47	2,62	3,6	4,7	5,8	50	54,2	50
2-137	52,07	2,62	3,6	4,7	5,8	52	56,2	52
2-138	53,64	2,62	3,6	4,7	5,8	55	59,2	55
2-139	55,25	2,62	3,6	4,7	5,8	56	60,2	56
2-140	56,82	2,62	3,6	4,7	5,8	58	62,2	58
2-141	58,42	2,62	3,6	4,7	5,8	60	64,2	60
2-142	59,99	2,62	3,6	4,7	5,8	61	65,2	61
2-143	61,6	2,62	3,6	4,7	5,8	62	66,2	62
2-144	63,17	2,62	3,6	4,7	5,8	63	67,2	63
2-145	64,77	2,62	3,6	4,7	5,8	65	69,2	65
2-146	66,34	2,62	3,6	4,7	5,8	67	71,2	67
2-147	67,95	2,62	3,6	4,7	5,8	68	72,2	68
2-148	69,52	2,62	3,6	4,7	5,8	70	74,2	70
2-149	71,12	2,62	3,6	4,7	5,8	72	76,2	72
2-150	72,69	2,62	3,6	4,7	5,8	75	79,2	75
2-151	75,87	2,62	3,6	4,7	5,8	76	80,2	76
2-152	82,22	2,62	3,6	4,7	5,8	85	89,2	85
2-153	88,57	2,62	3,6	4,7	5,8	90	94,2	90
2-154	94,92	2,62	3,6	4,7	5,8	95	99,2	95
2-155	101,27	2,62	3,6	4,7	5,8	100	104,2	100
2-156	107,62	2,62	3,6	4,7	5,8	110	114,2	110
2-157	113,97	2,62	3,6	4,7	5,8	115	119,2	115
2-158	120,32	2,62	3,6	4,7	5,8	120	124,2	120
2-159	126,67	2,62	3,6	4,7	5,8	130	134,2	130
2-160	133,02	2,62	3,6	4,7	5,8	135	139,2	135
2-161	139,37	2,62	3,6	4,7	5,8	140	144,2	140
2-162	145,72	2,62	3,6	4,7	5,8	150	154,2	150
2-163	152,07	2,62	3,6	4,7	5,8	155	159,2	155
2-164	158,42	2,62	3,6	4,7	5,8	160	164,2	160
2-165	164,77	2,62	3,6	4,7	5,8	170	174,2	170
2-166	171,12	2,62	3,6	4,7	5,8	175	179,2	175
2-167	177,47	2,62	3,6	4,7	5,8	180	184,2	180
2-168	183,82	2,62	3,6	4,7	5,8	185	189,2	185
2-169	190,17	2,62	3,6	4,7	5,8	190	194,2	190
2-170	196,52	2,62	3,6	4,7	5,8	200	204,2	200
2-171	202,87	2,62	3,6	4,7	5,8	205	209,2	205
2-172	209,22	2,62	3,6	4,7	5,8	210	214,2	210
2-173	215,57	2,62	3,6	4,7	5,8	220	224,2	220
2-174	221,92	2,62	3,6	4,7	5,8	225	229,2	225
2-175	228,27	2,62	3,6	4,7	5,8	230	234,2	230

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
			f7	H9	H8			
2-176	234,62	2,62	3,6	4,7	5,8	240	244,2	240
2-177	240,97	2,62	3,6	4,7	5,8	245	249,2	245
2-178	247,32	2,62	3,6	4,7	5,8	250	254,2	250
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19	24,6	19
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20	25,6	20
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21	26,6	21
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22	27,6	22
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24	29,6	24
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25	30,6	25
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26	31,6	26
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27	32,6	27
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	28	33,6	28
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30	35,6	30
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32	37,6	32
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	33	38,6	33
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	35	40,6	35
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	36	41,6	36
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	38	43,6	38
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	42	47,6	42
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	45	50,6	45
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	48	53,6	48
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	50	55,6	50
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	55	60,6	55
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	58	63,6	58
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	60	65,6	60
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	65	70,6	65
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	68	73,6	68
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	70	75,6	70
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	75	80,6	75
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	78	83,6	78
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	80	85,6	80
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	82	87,6	82
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	85	90,6	85
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	90	95,6	90
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	92	97,6	92
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	95	100,6	95
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	100	105,6	100
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	102	107,6	102
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	105	110,6	105
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	110	115,6	110
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	112	117,6	112
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	115	120,6	115
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	120	125,6	120
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	122	127,6	122
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	125	130,6	125
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	128	133,6	128
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	130	135,6	130
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	135	140,6	135

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	138	143,6	138
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	140	145,6	140
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	145	150,6	145
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	148	153,6	148
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	150	155,6	150
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	155	160,6	155
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	160	165,6	160
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	170	175,6	170
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	175	180,6	175
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	180	185,6	180
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	185	190,6	185
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	190	195,6	190
2-265	196,44	3,53	4,8	5,8	6,8	200	205,6	200
2-266	202,79	3,53	4,8	5,8	6,8	205	210,6	205
2-267	209,14	3,53	4,8	5,8	6,8	210	215,6	210
2-268	215,49	3,53	4,8	5,8	6,8	220	225,6	220
2-269	221,84	3,53	4,8	5,8	6,8	225	230,6	225
2-270	228,19	3,53	4,8	5,8	6,8	230	235,6	230
2-271	234,54	3,53	4,8	5,8	6,8	235	240,6	235
2-272	240,89	3,53	4,8	5,8	6,8	240	245,6	240
2-273	247,24	3,53	4,8	5,8	6,8	250	255,6	250
2-274	253,59	3,53	4,8	5,8	6,8	260	265,6	260
2-275	266,29	3,53	4,8	5,8	6,8	270	275,6	270
2-276	278,99	3,53	4,8	5,8	6,8	280	285,6	280
2-277	291,69	3,53	4,8	5,8	6,8	300	305,6	300
2-278	304,39	3,53	4,8	5,8	6,8	310	315,6	310
2-279	329,79	3,53	4,8	5,8	6,8	330	335,6	330
2-280	355,19	3,53	4,8	5,8	6,8	350	355,6	350
2-281	380,59	3,53	4,8	5,8	6,8	380	385,6	380
2-282	405,26	3,53	4,8	5,8	6,8	400	405,6	400
2-283	430,66	3,53	4,8	5,8	6,8	430	435,6	430
2-284	456,06	3,53	4,8	5,8	6,8	460	465,6	460
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	38	46,7	38
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	40	48,7	40
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	42	50,7	42
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	45	53,7	45
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	48	56,7	48
5-338	48,9	5,33	7,2	8,7	10,2	50	58,7	50
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	52	60,7	52
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	55	63,7	55
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	58	66,7	58
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	60	68,7	60
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	63	71,7	63
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	68	76,7	68
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	70	78,7	70
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	75	83,7	75
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	76	84,7	76
2-338	78,7	5,33	7,2	8,7	10,2	80	88,7	80

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	82	90,7	82
2-340	85	5,33	7,2	8,7	10,2	85	93,7	85
2-341	88,2	5,33	7,2	8,7	10,2	90	98,7	90
2-342	91,4	5,33	7,2	8,7	10,2	92	100,7	92
2-343	94,6	5,33	7,2	8,7	10,2	95	103,7	95
2-344	97,7	5,33	7,2	8,7	10,2	100	108,7	100
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	102	110,7	102
2-346	104,1	5,33	7,2	8,7	10,2	105	113,7	105
2-347	107,3	5,33	7,2	8,7	10,2	110	118,7	110
2-348	110,4	5,33	7,2	8,7	10,2	112	120,7	112
2-349	113,6	5,33	7,2	8,7	10,2	115	123,7	115
2-350	116,8	5,33	7,2	8,7	10,2	120	128,7	120
2-351	120	5,33	7,2	8,7	10,2	122	130,7	122
2-352	123,1	5,33	7,2	8,7	10,2	125	133,7	125
2-353	126,3	5,33	7,2	8,7	10,2	128	136,7	128
2-354	129,5	5,33	7,2	8,7	10,2	130	138,7	130
2-355	132,7	5,33	7,2	8,7	10,2	135	143,7	135
2-356	135,8	5,33	7,2	8,7	10,2	138	146,7	138
2-357	139	5,33	7,2	8,7	10,2	140	148,7	140
2-358	142,2	5,33	7,2	8,7	10,2	145	153,7	145
2-359	145,4	5,33	7,2	8,7	10,2	148	156,7	148
2-360	148,5	5,33	7,2	8,7	10,2	150	158,7	150
2-361	151,7	5,33	7,2	8,7	10,2	155	163,7	155
2-362	158,1	5,33	7,2	8,7	10,2	160	168,7	160
2-363	164,4	5,33	7,2	8,7	10,2	170	178,7	170
2-364	170,8	5,33	7,2	8,7	10,2	175	183,7	175
2-365	177,1	5,33	7,2	8,7	10,2	180	188,6	180
2-366	183,5	5,33	7,2	8,7	10,2	185	193,7	185
2-367	189,8	5,33	7,2	8,7	10,2	190	198,7	190
2-368	196,2	5,33	7,2	8,7	10,2	200	208,7	200
2-369	202,5	5,33	7,2	8,7	10,2	205	213,7	205
2-370	208,9	5,33	7,2	8,7	10,2	210	218,7	210
2-371	215,2	5,33	7,2	8,7	10,2	220	228,7	220
2-372	221,6	5,33	7,2	8,7	10,2	225	233,7	225
2-373	227,9	5,33	7,2	8,7	10,2	230	238,7	230
2-374	234,3	5,33	7,2	8,7	10,2	235	243,7	235
2-375	240,6	5,33	7,2	8,7	10,2	240	248,7	240
2-376	247	5,33	7,2	8,7	10,2	250	258,7	250
2-377	253,3	5,33	7,2	8,7	10,2	260	268,7	260
2-378	266	5,33	7,2	8,7	10,2	270	278,7	270
2-379	278,77	5,33	7,2	8,7	10,2	280	288,7	280
2-380	291,47	5,33	7,2	8,7	10,2	300	308,7	300
2-381	304,17	5,33	7,2	8,7	10,2	310	318,7	310
2-382	329,57	5,33	7,2	8,7	10,2	330	338,7	330
2-383	354,97	5,33	7,2	8,7	10,2	360	368,7	360
2-384	380,37	5,33	7,2	8,7	10,2	380	388,7	380
2-385	405,26	5,33	7,2	8,7	10,2	420	428,7	420
2-386	430,66	5,33	7,2	8,7	10,2	450	458,7	450

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
2-387	456,06	5,33	7,2	8,7	10,2	460	468,7	460
2-388	481,41	5,33	7,2	8,7	10,2	500	508,7	500
2-389	506,81	5,33	7,2	8,7	10,2	520	528,7	520
2-390	532,21	5,33	7,2	8,7	10,2	550	558,7	550
2-391	557,61	5,33	7,2	8,7	10,2	560	568,7	560
2-392	582,68	5,33	7,2	8,7	10,2	600	608,7	600
2-393	608,08	5,33	7,2	8,7	10,2	620	628,7	620
2-394	633,48	5,33	7,2	8,7	10,2	650	658,7	650
2-395	658,88	5,33	7,2	8,7	10,2	680	688,7	680
2-425	113,67	6,99	9,6	12	14,4	115	126,6	115
2-426	116,84	6,99	9,6	12	14,4	118	129,6	118
2-427	120,02	6,99	9,6	12	14,4	120	131,6	120
2-428	123,91	6,99	9,6	12	14,4	125	136,6	125
2-429	126,37	6,99	9,6	12	14,4	128	139,6	128
2-430	129,54	6,99	9,6	12	14,4	130	141,6	130
2-431	132,72	6,99	9,6	12	14,4	135	146,6	135
2-432	135,89	6,99	9,6	12	14,4	138	149,6	138
2-433	139,07	6,99	9,6	12	14,4	140	151,6	140
2-434	142,24	6,99	9,6	12	14,4	145	156,6	145
2-435	145,42	6,99	9,6	12	14,4	148	159,6	148
2-436	148,59	6,99	9,6	12	14,4	150	161,6	150
2-437	151,77	6,99	9,6	12	14,4	155	166,6	155
2-438	158,12	6,99	9,6	12	14,4	160	171,6	160
2-439	164,47	6,99	9,6	12	14,4	165	176,6	165
2-440	170,82	6,99	9,6	12	14,4	170	181,6	170
2-441	177,17	6,99	9,6	12	14,4	180	191,6	180
2-442	183,52	6,99	9,6	12	14,4	185	196,6	185
2-443	189,87	6,99	9,6	12	14,4	190	201,6	190
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	200	211,6	200
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	210	221,6	210
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	220	231,6	220
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	230	241,6	230
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	240	251,6	240
2-449	253,37	6,99	9,6	12	14,4	250	261,6	250
2-450	266,07	6,99	9,6	12	14,4	270	281,6	270
2-451	278,77	6,99	9,6	12	14,4	280	291,6	280
2-452	291,47	6,99	9,6	12	14,4	300	311,6	300
2-453	304,17	6,99	9,6	12	14,4	310	321,6	310
2-454	316,87	6,99	9,6	12	14,4	320	331,6	320
2-455	329,57	6,99	9,6	12	14,4	340	351,6	340
2-456	342,27	6,99	9,6	12	14,4	350	361,6	350
2-457	354,97	6,99	9,6	12	14,4	360	371,6	360
2-458	367,67	6,99	9,6	12	14,4	370	381,6	370
2-459	380,37	6,99	9,6	12	14,4	380	391,6	380
2-460	393,07	6,99	9,6	12	14,4	400	411,6	400
2-461	405,26	6,99	9,6	12	14,4	410	421,6	410
2-462	417,96	6,99	9,6	12	14,4	420	431,6	420
2-463	430,66	6,99	9,6	12	14,4	440	451,6	440

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
2-464	443,36	6,99	9,6	12	14,4	450	461,6	450
2-465	456,06	6,99	9,6	12	14,4	460	471,6	460
2-466	468,76	6,99	9,6	12	14,4	480	491,6	480
2-467	481,46	6,99	9,6	12	14,4	490	501,6	490
2-468	494,16	6,99	9,6	12	14,4	500	511,6	500
2-469	506,86	6,99	9,6	12	14,4	520	531,6	520
2-470	532,26	6,99	9,6	12	14,4	550	561,6	550
2-471	557,66	6,99	9,6	12	14,4	560	571,6	560
2-472	582,68	6,99	9,6	12	14,4	600	611,6	600
2-473	608,08	6,99	9,6	12	14,4	610	621,6	610
2-474	633,48	6,99	9,6	12	14,4	650	661,6	650
2-475	658,88	6,99	9,6	12	14,4	660	671,6	660

Tab. 3.3

3 Konstruktionsempfehlungen

3.1.4 Flanschdichtung statisch

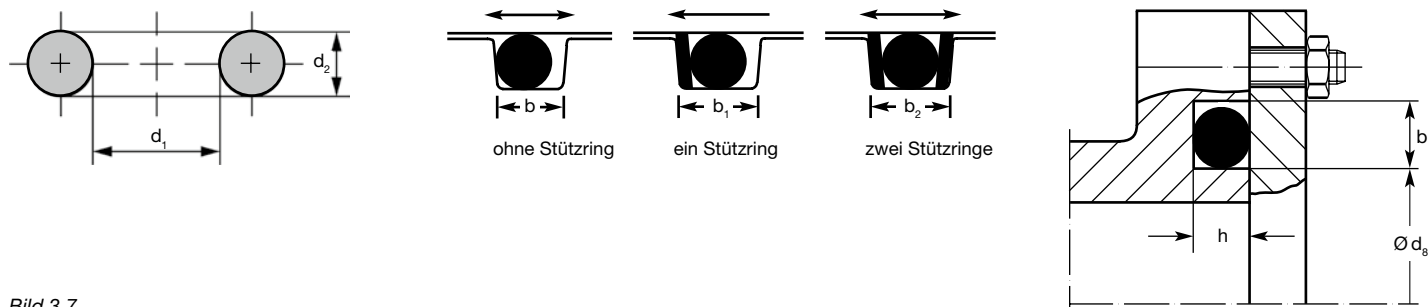


Bild 3.7

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	6,3	3	1,3
5-190	3,35	1,78	2,4	3,5	4,6	6,7	3,4	1,3
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	7,1	3,8	1,3
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	7,8	4,5	1,3
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	8,3	5	1,4
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	8,7	5,4	1,3
5-582	5,7	1,9	2,4	3,5	4,6	9,1	5,8	1,4
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	9,4	6,2	1,3
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	10,2	7	1,3
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	11	7,8	1,3
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	12,1	8,9	1,3
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	12,6	9,4	1,3
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	13,1	9,8	1,3
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	14,1	11	1,3
5-613	11,1	1,78	2,4	3,5	4,6	14,4	11,2	1,3
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	15,7	12,5	1,3
6-129	13,29	1,78	2,4	3,5	4,6	16,5	14	1,3
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	19	15,6	1,3
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	20	17,5	1,3
2-018	18,77	1,78	2,4	3,5	4,6	21,5	19	1,3
2-019	20,35	1,78	2,4	3,5	4,6	23	21	1,3
2-020	21,95	1,78	2,4	3,5	4,6	25	22	1,3
2-021	23,52	1,78	2,4	3,5	4,6	27	24	1,3
2-022	25,12	1,78	2,4	3,5	4,6	28	26	1,3
2-023	26,7	1,78	2,4	3,5	4,6	30	27	1,3
2-024	28,3	1,78	2,4	3,5	4,6	31	29	1,3
2-025	29,87	1,78	2,4	3,5	4,6	33	30	1,3
2-026	31,47	1,78	2,4	3,5	4,6	35	32	1,3
2-027	33,05	1,78	2,4	3,5	4,6	36	34	1,3
2-028	34,65	1,78	2,4	3,5	4,6	38	35	1,3
6-154	36,3	1,78	2,4	3,5	4,6	39	38	1,3
2-030	41	1,78	2,4	3,5	4,6	44	41	1,3
2-031	44,17	1,78	2,4	3,5	4,6	47	45	1,3
2-032	47,35	1,78	2,4	3,5	4,6	50	48	1,3
2-033	50,52	1,78	2,4	3,5	4,6	54	51	1,3
2-034	53,7	1,78	2,4	3,5	4,6	57	54	1,3

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-035	56,87	1,78	2,4	3,5	4,6	60	57	1,3
2-036	60,08	1,78	2,4	3,5	4,6	63	61	1,3
2-037	63,22	1,78	2,4	3,5	4,6	66	64	1,3
2-038	66,4	1,78	2,4	3,5	4,6	69	67	1,3
2-039	69,57	1,78	2,4	3,5	4,6	73	70	1,3
2-040	72,75	1,78	2,4	3,5	4,6	76	73	1,3
2-041	75,92	1,78	2,4	3,5	4,6	79	76	1,3
2-042	82,27	1,78	2,4	3,5	4,6	85	83	1,3
2-043	88,62	1,78	2,4	3,5	4,6	92	89	1,3
2-044	94,97	1,78	2,4	3,5	4,6	98	95	1,3
2-045	101,32	1,78	2,4	3,5	4,6	104	102	1,3
2-046	107,67	1,78	2,4	3,5	4,6	111	108	1,3
2-047	114,02	1,78	2,4	3,5	4,6	117	115	1,3
2-048	120,37	1,78	2,4	3,5	4,6	123	121	1,3
2-049	126,72	1,78	2,4	3,5	4,6	130	127	1,3
2-050	133,07	1,78	2,4	3,5	4,6	136	134	1,3
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	14,4	9,2	2,1
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	15,1	10	2,1
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	16	11	2,1
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	17,1	12	2,1
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	17,6	12,5	2,1
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	18,3	13,2	2,1
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	19,1	14	2,1
5-239	14,48	2,69	3,6	4,7	5,8	19,8	14,5	2,1
5-243	15,34	2,62	3,6	4,7	5,8	20	15,5	2,1
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	21	16,5	2,1
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	22	17,2	2,1
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	23	18	2,1
2-116	18,72	2,62	3,6	4,7	5,8	24	19	2,1
2-117	203,29	2,62	3,6	4,7	5,8	25	21	2,1
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	27	22	2,1
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	28	24	2,1
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	30	26	2,1
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	31	27	2,1
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	33	29	2,1
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	35	30	2,1

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₇	d ₈	h
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
					H11	h11	+0,1	
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	36	32	2,1
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	38	33	2,1
2-126	34,59	2,62	3,6	4,7	5,8	39	35	2,1
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	41	37	2,1
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	43	38	2,1
2-129	39,34	2,62	3,6	4,7	5,8	44	40	2,1
2-130	40,94	2,62	3,6	4,7	5,8	46	41	2,1
2-131	42,52	2,62	3,6	4,7	5,8	47	43	2,1
2-132	44,12	2,62	3,6	4,7	5,8	49	45	2,1
2-133	45,69	2,62	3,6	4,7	5,8	50	46	2,1
2-134	47,29	2,62	3,6	4,7	5,8	52	48	2,1
2-135	48,9	2,62	3,6	4,7	5,8	54	49	2,1
2-136	50,47	2,62	3,6	4,7	5,8	55	51	2,1
2-137	52,07	2,62	3,6	4,7	5,8	57	53	2,1
2-138	53,64	2,62	3,6	4,7	5,8	58	54	2,1
2-139	55,25	2,62	3,6	4,7	5,8	60	56	2,1
2-140	56,82	2,62	3,6	4,7	5,8	62	57	2,1
2-141	58,42	2,62	3,6	4,7	5,8	63	59	2,1
2-142	59,99	2,62	3,6	4,7	5,8	65	60	2,1
2-143	61,6	2,62	3,6	4,7	5,8	66	62	2,1
2-144	63,17	2,62	3,6	4,7	5,8	68	64	2,1
2-145	64,77	2,62	3,6	4,7	5,8	70	65	2,1
2-146	66,34	2,62	3,6	4,7	5,8	71	67	2,1
2-147	67,95	2,62	3,6	4,7	5,8	73	68	2,1
2-148	69,52	2,62	3,6	4,7	5,8	74	70	2,1
2-149	71,12	2,62	3,6	4,7	5,8	76	72	2,1
2-150	72,69	2,62	3,6	4,7	5,8	77	73	2,1
2-151	75,87	2,62	3,6	4,7	5,8	81	76	2,1
2-152	82,22	2,62	3,6	4,7	5,8	87	86	2,1
2-153	88,57	2,62	3,6	4,7	5,8	93	89	2,1
2-154	94,92	2,62	3,6	4,7	5,8	100	95	2,1
2-155	101,27	2,62	3,6	4,7	5,8	106	102	2,1
2-156	107,62	2,62	3,6	4,7	5,8	112	108	2,1
2-157	113,97	2,62	3,6	4,7	5,8	119	114	2,1
2-158	120,32	2,62	3,6	4,7	5,8	125	121	2,1
2-159	126,67	2,62	3,6	4,7	5,8	131	127	2,1
2-160	133,02	2,62	3,6	4,7	5,8	138	134	2,1
2-161	139,37	2,62	3,6	4,7	5,8	144	140	2,1
2-162	145,72	2,62	3,6	4,7	5,8	150	146	2,1
2-163	152,07	2,62	3,6	4,7	5,8	157	153	2,1
2-164	158,42	2,62	3,6	4,7	5,8	163	159	2,1
2-165	164,77	2,62	3,6	4,7	5,8	170	165	2,1
2-166	171,12	2,62	3,6	4,7	5,8	176	172	2,1
2-167	177,47	2,62	3,6	4,7	5,8	182	178	2,1
2-168	183,82	2,62	3,6	4,7	5,8	189	184	2,1
2-169	190,17	2,62	3,6	4,7	5,8	195	191	2,1
2-170	196,52	2,62	3,6	4,7	5,8	201	197	2,1
2-171	202,87	2,62	3,6	4,7	5,8	208	203	2,1

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₇	d ₈	h
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
					H11	h11	+0,1	
2-172	209,22	2,62	3,6	4,7	5,8	214	210	2,1
2-173	215,57	2,62	3,6	4,7	5,8	220	216	2,1
2-174	221,92	2,62	3,6	4,7	5,8	227	222	2,1
2-175	228,27	2,62	3,6	4,7	5,8	233	229	2,1
2-176	234,62	2,62	3,6	4,7	5,8	239	235	2,1
2-177	240,97	2,62	3,6	4,7	5,8	246	241	2,1
2-178	247,32	2,62	3,6	4,7	5,8	252	248	2,1
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	25	19	2,8
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	26,8	20	2,8
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	27	21	2,8
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	28	22	2,8
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	30	24	2,8
2-214	2499	3,53	4,8	5,8	6,8	32	25	2,8
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	32,6	26	2,8
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	33	27	2,8
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	35	29	2,8
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	36	30	2,8
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	38	32	2,8
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	39	33	2,8
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	41	35	2,8
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	43	37	2,8
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	44	38	2,8
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	47	41	2,8
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	51	45	2,8
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	54	48	2,8
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	57	51	2,8
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	60	54	2,8
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	63	57	2,8
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	66	60	2,8
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	70	64	2,8
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	73	67	2,8
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	76	70	2,8
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	79	73	2,8
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	82	76	2,8
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	86	79	2,8
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	89	83	2,8
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	92	86	2,8
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	95	89	2,8
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	98	92	2,8
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	101	95	2,8
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	105	99	2,8
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	108	102	2,8
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	111	105	2,8
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	114	108	2,8
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	117	111	2,8
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	120	114	2,8
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	124	118	2,8
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	127	121	2,8

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11 h11	d ₈ H11 h11	h +0,1 0
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	130	124	2,8
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	133	127	2,8
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	136	130	2,8
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	140	133	2,8
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	143	137	2,8
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	146	140	2,8
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	149	143	2,8
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	152	146	2,8
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	155	149	2,8
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	159	152	2,8
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	165	159	2,8
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	171	165	2,8
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	178	172	2,8
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	184	178	2,8
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	190	184	2,8
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	197	191	2,8
2-265	196,44	3,53	4,8	5,8	6,8	203	197	2,8
2-266	202,79	3,53	4,8	5,8	6,8	209	203	2,8
2-267	209,14	3,53	4,8	5,8	6,8	216	210	2,8
2-268	215,49	3,53	4,8	5,8	6,8	222	216	2,8
2-269	221,84	3,53	4,8	5,8	6,8	228	222	2,8
2-270	228,19	3,53	4,8	5,8	6,8	235	229	2,8
2-271	234,54	3,53	4,8	5,8	6,8	241	235	2,8
2-272	240,89	3,53	4,8	5,8	6,8	247	241	2,8
2-273	247,24	3,53	4,8	5,8	6,8	254	248	2,8
2-274	253,59	3,53	4,8	5,8	6,8	260	254	2,8
2-275	266,29	3,53	4,8	5,8	6,8	273	267	2,8
2-276	278,99	3,53	4,8	5,8	6,8	285	279	2,8
2-277	291,69	3,53	4,8	5,8	6,8	298	292	2,8
2-278	304,39	3,53	4,8	5,8	6,8	311	305	2,8
2-279	329,79	3,53	4,8	5,8	6,8	336	330	2,8
2-280	355,19	3,53	4,8	5,8	6,8	362	356	2,8
2-281	380,59	3,53	4,8	5,8	6,8	387	381	2,8
2-282	405,26	3,53	4,8	5,8	6,8	412	406	2,8
2-283	430,66	3,53	4,8	5,8	6,8	437	431	2,8
2-284	456,06	3,53	4,8	5,8	6,8	463	457	2,8
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	48	38	4,35
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	51	41	4,35
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	53	43	4,35
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	54	44	4,35
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	57	47	4,35
5-338	48,9	5,33	7,2	8,7	10,2	59	49	4,35
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	60	51	4,35
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	64	54	4,35
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	67	57	4,35
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	70	60	4,35
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	73	63	4,35
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	76	67	4,35

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11 h11	d ₈ H11 h11	h +0,1 0
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	79	70	4,35
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	83	73	4,35
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	86	76	4,35
2-338	78,7	5,33	7,2	8,7	10,2	89	79	4,35
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	92	82	4,35
2-340	85	5,33	7,2	8,7	10,2	95	86	4,35
2-341	88,2	5,33	7,2	8,7	10,2	98	89	4,35
2-342	91,4	5,33	7,2	8,7	10,2	102	92	4,35
2-343	94,6	5,33	7,2	8,7	10,2	105	95	4,35
2-344	97,7	5,33	7,2	8,7	10,2	108	98	4,35
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	111	101	4,35
2-346	104,1	5,33	7,2	8,7	10,2	114	105	4,35
2-347	107,3	5,33	7,2	8,7	10,2	117	108	4,35
2-348	110,4	5,33	7,2	8,7	10,2	121	111	4,35
2-349	113,6	5,33	7,2	8,7	10,2	124	114	4,35
2-350	116,8	5,33	7,2	8,7	10,2	127	117	4,35
2-351	120	5,33	7,2	8,7	10,2	130	121	4,35
2-352	123,1	5,33	7,2	8,7	10,2	133	124	4,35
2-353	126,3	5,33	7,2	8,7	10,2	137	127	4,35
2-354	129,5	5,33	7,2	8,7	10,2	140	130	4,35
2-355	132,7	5,33	7,2	8,7	10,2	143	133	4,35
2-356	135,8	5,33	7,2	8,7	10,2	146	136	4,35
2-357	139	5,33	7,2	8,7	10,2	149	140	4,35
2-358	142,2	5,33	7,2	8,7	10,2	152	143	4,35
2-359	145,4	5,33	7,2	8,7	10,2	156	146	4,35
2-360	148,5	5,33	7,2	8,7	10,2	159	149	4,35
2-361	151,7	5,33	7,2	8,7	10,2	162	152	4,35
2-362	158,1	5,33	7,2	8,7	10,2	168	159	4,35
2-363	164,4	5,33	7,2	8,7	10,2	175	165	4,35
2-364	170,8	5,33	7,2	8,7	10,2	181	171	4,35
2-365	177,1	5,33	7,2	8,7	10,2	187	178	4,35
2-366	183,5	5,33	7,2	8,7	10,2	194	184	4,35
2-367	189,8	5,33	7,2	8,7	10,2	200	190	4,35
2-368	196,2	5,33	7,2	8,7	10,2	206	197	4,35
2-369	202,5	5,33	7,2	8,7	10,2	213	203	4,35
2-370	208,9	5,33	7,2	8,7	10,2	219	209	4,35
2-371	215,2	5,33	7,2	8,7	10,2	225	216	4,35
2-372	221,6	5,33	7,2	8,7	10,2	232	222	4,35
2-373	227,9	5,33	7,2	8,7	10,2	238	228	4,35
2-374	234,3	5,33	7,2	8,7	10,2	244	235	4,35
2-375	240,6	5,33	7,2	8,7	10,2	251	241	4,35
2-376	247	5,33	7,2	8,7	10,2	257	248	4,35
2-377	253,3	5,33	7,2	8,7	10,2	264	254	4,35
2-378	266	5,33	7,2	8,7	10,2	276	267	4,35
2-379	278,77	5,33	7,2	8,7	10,2	289	279	4,35
2-380	291,47	5,33	7,2	8,7	10,2	302	292	4,35
2-381	304,17	5,33	7,2	8,7	10,2	314	305	4,35
2-382	329,57	5,33	7,2	8,7	10,2	340	330	4,35

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₇	d ₈	h
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			H11	h11			+0,1	0
2-383	354,97	5,33	7,2	8,7	10,2	365	355	4,35
2-384	380,37	5,33	7,2	8,7	10,2	391	381	4,35
2-385	405,26	5,33	7,2	8,7	10,2	415	406	4,35
2-386	430,66	5,33	7,2	8,7	10,2	441	431	4,35
2-387	456,06	5,33	7,2	8,7	10,2	466	457	4,35
2-388	481,41	5,33	7,2	8,7	10,2	492	482	4,35
2-389	506,81	5,33	7,2	8,7	10,2	517	507	4,35
2-390	532,21	5,33	7,2	8,7	10,2	542	533	4,35
2-391	557,61	5,33	7,2	8,7	10,2	568	558	4,35
2-392	582,68	5,33	7,2	8,7	10,2	593	583	4,35
2-393	608,08	5,33	7,2	8,7	10,2	618	609	4,35
2-394	633,48	5,33	7,2	8,7	10,2	644	634	4,35
2-395	658,88	5,33	7,2	8,7	10,2	669	659	4,35
2-425	113,67	6,99	9,6	12	14,4	127	114	5,75
2-426	116,84	6,99	9,6	12	14,4	130	117	5,75
2-427	120,02	6,99	9,6	12	14,4	134	121	5,75
2-428	123,19	6,99	9,6	12	14,4	137	124	5,75
2-429	126,37	6,99	9,6	12	14,4	140	127	5,75
2-430	129,54	6,99	9,6	12	14,4	143	130	5,75
2-431	132,72	6,99	9,6	12	14,4	146	133	5,75
2-432	135,89	6,99	9,6	12	14,4	149	136	5,75
2-433	139,07	6,99	9,6	12	14,4	153	140	5,75
2-434	142,24	6,99	9,6	12	14,4	156	143	5,75
2-435	145,42	6,99	9,6	12	14,4	159	146	6,75
2-436	148,59	6,99	9,6	12	14,4	162	149	5,75
2-437	151,77	6,99	9,6	12	14,4	165	152	5,75
2-438	158,12	6,99	9,6	12	14,4	172	159	5,75
2-439	164,47	6,99	9,6	12	14,4	178	165	5,75
2-440	170,82	6,99	9,6	12	14,4	184	171	5,75
2-441	177,17	6,99	9,6	12	14,4	191	178	5,75
2-442	183,52	6,99	9,6	12	14,4	197	184	5,75
2-443	189,87	6,99	9,6	12	14,4	203	190	5,75
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	210	197	5,75
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	216	203	5,75
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	229	216	5,75
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	241	228	5,75
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	254	241	5,75
2-449	253,37	6,99	9,6	12	14,4	267	254	5,75
2-450	266,07	6,99	9,6	12	14,4	280	267	5,75
2-451	278,77	6,99	9,6	12	14,4	292	279	5,75
2-452	291,47	6,99	9,6	12	14,4	305	292	5,75
2-453	304,17	6,99	9,6	12	14,4	318	305	5,75
2-454	316,87	6,99	9,6	12	14,4	330	317	5,75
2-455	329,57	6,99	9,6	12	14,4	343	330	5,75
2-456	342,27	6,99	9,6	12	14,4	356	343	5,75
2-457	354,97	6,99	9,6	12	14,4	368	355	5,75
2-458	367,67	6,99	9,6	12	14,4	381	368	5,75
2-459	380,37	6,99	9,6	12	14,4	394	381	5,75

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₇	d ₈	h
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			H11	h11			+0,1	0
2-460	393,07	6,99	9,6	12	14,4	407	394	5,75
2-461	405,26	6,99	9,6	12	14,4	419	406	5,75
2-462	417,96	6,99	9,6	12	14,4	431	418	5,75
2-463	430,66	6,99	9,6	12	14,4	444	431	5,75
2-464	443,36	6,99	9,6	12	14,4	457	444	5,75
2-465	456,06	6,99	9,6	12	14,4	470	457	5,75
2-466	468,76	6,99	9,6	12	14,4	482	469	5,75
2-467	481,46	6,99	9,6	12	14,4	495	482	5,75
2-468	494,16	6,99	9,6	12	14,4	508	495	5,75
2-469	506,86	6,99	9,6	12	14,4	520	507	5,75
2-470	532,26	6,99	9,6	12	14,4	546	533	5,75
2-471	557,66	6,99	9,6	12	14,4	571	558	5,75
2-472	582,68	6,99	9,6	12	14,4	596	583	5,75
2-473	608,08	6,99	9,6	12	14,4	622	609	5,75
2-474	633,48	6,99	9,6	12	14,4	647	634	5,75
2-475	658,88	6,99	9,6	12	14,4	672	659	5,75

Tab. 3.4



3 Konstruktionsempfehlungen

3.2 Bewegte Abdichtung

Bei bewegten Abdichtungen beziehen sich unsere Einbauempfehlungen auf die dargestellten Durchmesserbereiche in Abhängigkeit von der Schnurstärke. Der Einsatz von O-Ringen ist bei bewegten Abmessungen für Durchmesser über 250 mm nicht zu empfehlen.

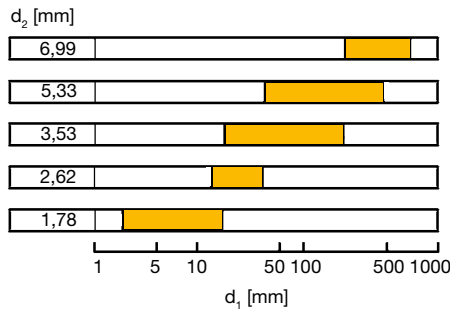


Bild 3.8 Empfohlene Innendurchmesserbereiche d_1 für O-Ringe, gestaffelt in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2

Stangendichtung – radiale Verpressung O-Ring im Außenteil eingebaut

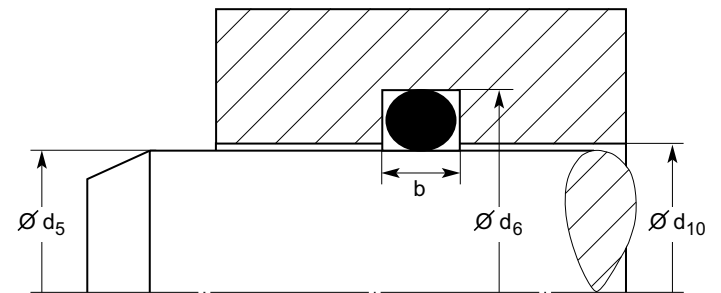


Bild 3.10 Stangendichtung – radiale Verpressung

3.2.1 Hydraulik – Verpressung und Einbaumaße

Kolbendichtung – radiale Verpressung

O-Ring im Innenteil eingebaut

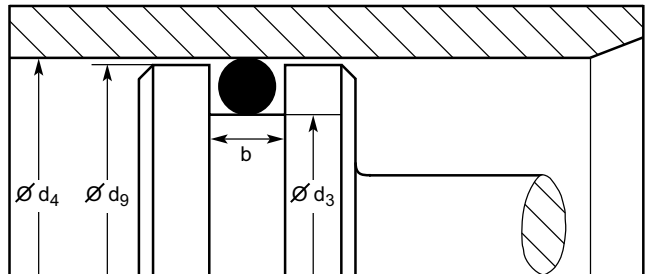
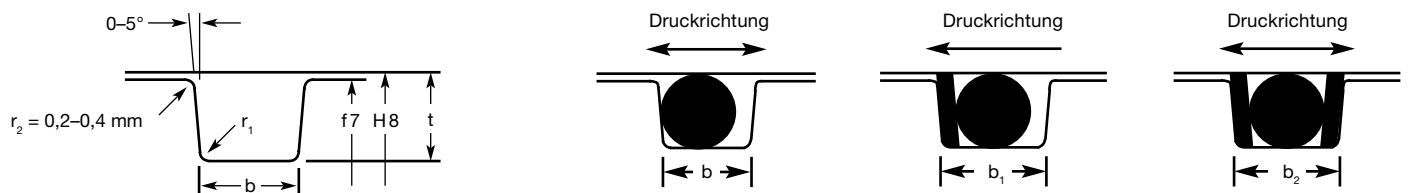


Bild 3.9 Kolbendichtung – radiale Verpressung



Schnurstärke d_2 [mm]	Mittlere Nuttiefe t [mm]	Verformung [mm]	Verformung [%]	Nutbreite b ohne Stützring [mm]	Nutbreite b_1 ein Stützring [mm]	Nutbreite b_2 zwei Stützringe [mm]	Radius r_1 [mm]
1,78 ±0,08	1,45	0,16 - 0,45	9 - 25	2,40 - 2,60	3,50 - 3,70	4,60 - 4,80	0,20 - 0,40
2,62 ±0,09	2,20	0,26 - 0,64	10 - 23	3,60 - 3,80	4,70 - 4,90	5,80 - 6,00	0,20 - 0,40
3,53 ±0,10	3,05	0,27 - 0,70	8 - 19	4,80 - 5,00	5,80 - 6,00	6,80 - 7,00	0,40 - 0,80
5,33 ±0,13	4,65	0,37 - 0,93	7 - 17	7,20 - 7,40	8,70 - 8,90	10,20 - 10,40	0,40 - 0,80
6,99 ±0,15	6,20	0,50 - 1,05	7 - 15	9,60 - 9,80	12,00 - 12,20	14,40 - 14,60	0,40 - 0,80

Tab. 3.5

3.2.2 Hydraulik – Kolbendichtung dynamisch

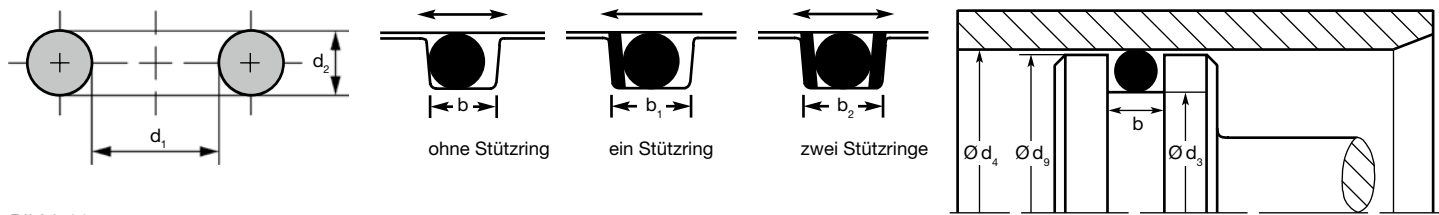


Bild 3.11

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
			h9	H8	f7			
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	3,2	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	3,7	6,5	6,5
6-166	3,9	1,8	2,4	3,5	4,6	4,2	7	7
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,7	7,5	7,5
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	8	8
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,7	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6,2	9	9
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7,2	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	7,7	10,5	10,5
5-585	8	1,88	2,4	3,5	4,6	8	11	11
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	9,2	12	12
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,7	12,5	12,5
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10,2	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	11,2	14	14
6-366	11,89	1,78	2,4	3,5	4,6	12,2	15	15
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	13,2	16	16
2-015	14	1,78	2,4	3,5	4,6	14,2	17	17
6-085	15	1,8	2,4	3,5	4,6	15,2	18	18
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	16,2	19	19
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	17,2	20	20
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,8	14	14
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	10,8	15	15
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	16	15,5	15,5
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	11,8	16	16
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,8	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13,8	18	18
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14,8	19	19
5-239	14,48	2,62	3,6	4,7	5,8	15,3	19,5	19,5
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	15,8	20	20
5-617	15,88	2,62	3,6	4,7	5,8	16,8	21	21
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17,8	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18,8	23	23
2-116	18,76	2,62	3,6	4,7	5,8	19,8	24	24
2-117	20,29	2,62	3,6	4,7	5,8	20,8	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	22,8	27	27
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	23,8	28	28
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25,8	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	27,8	32	32

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
			h9	H8	f7			
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	28,8	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30,8	35	35
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	31,8	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33,8	38	38
2-126	34,55	2,62	3,6	4,7	5,8	35,8	40	40
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36,8	41	41
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	38,8	43	43
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19,1	25	25
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21,1	27	27
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22,1	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24,1	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25,1	31	31
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26,1	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27,1	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	29,1	35	35
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30,1	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32,1	38	38
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	34,1	40	40
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	36,1	42	42
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	37,1	43	43
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	39,1	45	45
5-321	39,6	3,53	4,8	5,8	6,8	40,1	46	46
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	42,1	48	48
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	44,1	50	50
5-035	45,36	3,53	4,8	5,8	6,8	46,1	52	52
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	48,1	54	54
5-701	49,2	3,53	4,8	5,8	6,8	50,1	56	56
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	51,1	57	57
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	54,1	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	57,1	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	60,1	66	66
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	64,1	70	70
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	67,1	73	73
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	70,1	76	76
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	74,1	80	80
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	77,1	83	83
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	80,1	86	86

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			h9	H8	f7			
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	84,1	90	90
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	86,1	92	92
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	90,1	96	96
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	94,1	100	100
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	96,1	102	102
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	99,1	105	105
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	104,1	110	110
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	106,1	112	112
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	109,1	115	115
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	114,1	120	120
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	116,1	122	122
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	119,1	125	125
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	122,1	128	128
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	124,1	130	130
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	129,1	135	135
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	132,1	138	138
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	134,1	140	140
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	139,1	145	145
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	142,1	148	148
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	144,1	150	150
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	149,1	155	155
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	151,1	157	157
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	154,1	160	160
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	159,1	165	165
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	169,1	175	175
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	174,1	180	180
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	179,1	185	185
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	184,1	190	190
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	194,1	200	200
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	39	48	48
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	41	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	43	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	46	55	55
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	49	58	58
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	51	60	60
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	54	63	63
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	59	68	68
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	61	70	70
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	64	73	73
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	67	76	76
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	71	80	80
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	74	83	83
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	77	86	86
2-338	78,74	5,33	7,2	8,7	10,2	81	90	90
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	83	92	92
2-340	85,09	5,33	7,2	8,7	10,2	86	95	95
2-341	88,27	5,33	7,2	8,7	10,2	91	100	100
2-342	91,44	5,33	7,2	8,7	10,2	93	102	102

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			h9	H8	f7			
2-343	94,62	5,33	7,2	8,7	10,2	96	105	105
2-344	97,79	5,33	7,2	8,7	10,2	101	110	110
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	103	112	112
2-346	104,14	5,33	7,2	8,7	10,2	106	115	115
2-347	107,32	5,33	7,2	8,7	10,2	109	118	118
2-348	110,49	5,33	7,2	8,7	10,2	111	120	120
2-349	113,67	5,33	7,2	8,7	10,2	116	125	125
2-350	116,84	5,33	7,2	8,7	10,2	119	128	128
2-351	120,02	5,33	7,2	8,7	10,2	121	130	130
2-352	123,19	5,33	7,2	8,7	10,2	126	135	135
2-353	126,37	5,33	7,2	8,7	10,2	129	138	138
2-354	129,54	5,33	7,2	8,7	10,2	131	140	140
2-355	132,72	5,33	7,2	8,7	10,2	136	145	145
2-356	135,89	5,33	7,2	8,7	10,2	139	148	148
2-357	139,07	5,33	7,2	8,7	10,2	141	150	150
2-358	142,24	5,33	7,2	8,7	10,2	146	155	155
2-359	145,42	5,33	7,2	8,7	10,2	149	158	158
2-360	148,59	5,33	7,2	8,7	10,2	151	160	160
2-361	151,77	5,33	7,2	8,7	10,2	156	165	165
2-362	158,12	5,33	7,2	8,7	10,2	159	168	168
2-363	164,47	5,33	7,2	8,7	10,2	166	175	175
2-364	170,82	5,33	7,2	8,7	10,2	171	180	180
2-365	177,17	5,33	7,2	8,7	10,2	179	188	188
2-366	183,52	5,33	7,2	8,7	10,2	186	195	195
2-367	189,87	5,33	7,2	8,7	10,2	191	200	200
2-368	196,22	5,33	7,2	8,7	10,2	201	210	210
2-369	202,57	5,33	7,2	8,7	10,2	206	215	215
2-370	208,92	5,33	7,2	8,7	10,2	211	220	220
2-371	215,27	5,33	7,2	8,7	10,2	216	225	225
2-372	221,62	5,33	7,2	8,7	10,2	226	235	235
2-373	227,97	5,33	7,2	8,7	10,2	231	240	240
2-374	234,32	5,33	7,2	8,7	10,2	236	245	245
2-375	240,67	5,33	7,2	8,7	10,2	241	250	250
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	197,8	210	210
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	207,8	220	220
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	217,8	230	230
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	227,8	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	247,8	260	260

Tab. 3.6

3.2.3 Hydraulik – Stangendichtung dynamisch

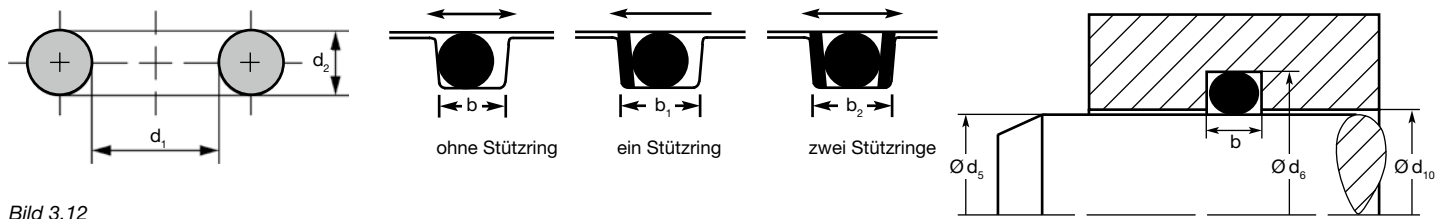


Bild 3.12

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	3	5,8	3
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	3,5	6,3	3,5
6-166	3,9	1,8	2,4	3,5	4,6	4	6,8	4
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,5	7,3	4,5
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	8	5
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,5	8,3	5,5
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6	8,8	6
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7	9,8	7
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	7,5	10,3	7,5
5-585	8	1,88	2,4	3,5	4,6	8	11	8
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	9	11,8	9
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,5	12,3	9,5
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10	12,8	10
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	11	13,8	11
6-366	11,89	1,78	2,4	3,5	4,6	12	14,8	12
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	12,5	15,3	12,5
2-015	14	1,78	2,4	3,5	4,6	14	16,8	14
6-085	15	1,8	2,4	3,5	4,6	15	17,8	15
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	16	18,8	16
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	17	19,8	17
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,5	13,7	9,5
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	10	14,2	10
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	11	15,2	11
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	12	16,2	12
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,5	16,7	12,5
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13,5	17,7	13,5
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14	18,2	14
5-239	14,48	2,62	3,6	4,7	5,8	15	19,2	15
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	16	20,2	16
5-617	15,88	2,62	3,6	4,7	5,8	16,5	20,7	16,5
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17	21,2	17
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18	22,2	18
2-116	18,76	2,62	3,6	4,7	5,8	19	23,2	19
2-117	20,29	2,62	3,6	4,7	5,8	19,5	23,7	19,5
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	22	26,2	22
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	24	28,2	24
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25	29,2	25
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	27	31,2	27

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	28	32,2	28
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30	34,2	30
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	32	36,2	32
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33	37,2	33
2-126	34,55	2,62	3,6	4,7	5,8	35	39,2	35
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36	40,2	36
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	38	42,2	38
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19	24,9	19
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20	26	20
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21	26,9	21
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22	27,9	22
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24	29,9	24
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25	30,9	25
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26	31,9	26
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27	32,9	27
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	28	33,9	28
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30	35,9	30
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32	37,9	32
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	33	38,9	33
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	35	40,9	35
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	36	41,9	36
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	38	43,9	38
5-321	39,6	3,53	4,8	5,8	6,8	40	45,9	40
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	41	46,9	41
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	44	49,9	44
5-035	45,36	3,53	4,8	5,8	6,8	45	50,9	45
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	47	52,9	47
5-701	49,2	3,53	4,8	5,8	6,8	49	54,9	49
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	50	55,9	50
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	54	59,9	54
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	56	61,9	56
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	60	65,9	60
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	63	68,9	63
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	66	71,9	66
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	70	75,9	70
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	73	78,9	73
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	76	81,9	76
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	80	85,9	80

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	82	87,9	82
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	85	90,9	85
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	88	93,9	88
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	92	97,9	92
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	95	100,9	95
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	98	103,9	98
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	100	105,9	100
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	105	110,9	105
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	108	113,9	108
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	110	115,9	110
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	114	119,9	114
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	117	122,9	117
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	120	125,9	120
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	125	130,9	125
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	127	132,9	127
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	130	135,9	130
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	133	138,9	133
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	136	141,9	136
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	140	145,9	140
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	142	147,9	142
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	145	150,9	145
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	150	155,9	150
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	152	157,9	152
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	160	165,9	160
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	165	170,9	165
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	170	175,9	170
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	178	183,9	178
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	184	189,9	184
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	190	195,9	190
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	38	47	38
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	42	51	42
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	43	52	43
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	45	54	45
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	48	57	48
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	50	59	50
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	54	63	54
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	56	65	56
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	60	69	60
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	63	72	63
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	66	75	66
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	70	79	70
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	73	82	73
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	76	85	76
2-338	78,74	5,33	7,2	8,7	10,2	80	89	80
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	82	91	82
2-340	85,09	5,33	7,2	8,7	10,2	85	94	85
2-341	88,27	5,33	7,2	8,7	10,2	90	99	90
2-342	91,44	5,33	7,2	8,7	10,2	92	101	92

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
2-343	94,62	5,33	7,2	8,7	10,2	95	104	95
2-344	97,79	5,33	7,2	8,7	10,2	98	107	98
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	100	109	100
2-346	104,14	5,33	7,2	8,7	10,2	105	114	105
2-347	107,32	5,33	7,2	8,7	10,2	108	117	108
2-348	110,49	5,33	7,2	8,7	10,2	110	119	110
2-349	113,67	5,33	7,2	8,7	10,2	115	124	115
2-350	116,84	5,33	7,2	8,7	10,2	118	127	118
2-351	120,02	5,33	7,2	8,7	10,2	120	129	120
2-352	123,19	5,33	7,2	8,7	10,2	125	134	125
2-353	126,37	5,33	7,2	8,7	10,2	128	137	128
2-354	129,54	5,33	7,2	8,7	10,2	130	139	130
2-355	132,72	5,33	7,2	8,7	10,2	133	142	133
2-356	135,89	5,33	7,2	8,7	10,2	135	144	135
2-357	139,07	5,33	7,2	8,7	10,2	140	149	140
2-358	142,24	5,33	7,2	8,7	10,2	143	152	143
2-359	145,42	5,33	7,2	8,7	10,2	145	154	145
2-360	148,59	5,33	7,2	8,7	10,2	150	159	150
2-361	151,77	5,33	7,2	8,7	10,2	152	161	152
2-362	158,12	5,33	7,2	8,7	10,2	158	167	158
2-363	164,47	5,33	7,2	8,7	10,2	165	174	165
2-364	170,82	5,33	7,2	8,7	10,2	170	179	170
2-365	177,17	5,33	7,2	8,7	10,2	178	187	178
2-366	183,52	5,33	7,2	8,7	10,2	185	194	185
2-367	189,87	5,33	7,2	8,7	10,2	190	199	190
2-368	196,22	5,33	7,2	8,7	10,2	195	204	195
2-369	202,57	5,33	7,2	8,7	10,2	200	209	200
2-370	208,92	5,33	7,2	8,7	10,2	210	219	210
2-371	215,27	5,33	7,2	8,7	10,2	215	224	215
2-372	221,62	5,33	7,2	8,7	10,2	220	229	220
2-373	227,97	5,33	7,2	8,7	10,2	228	237	228
2-374	234,32	5,33	7,2	8,7	10,2	235	244	235
2-375	240,67	5,33	7,2	8,7	10,2	240	249	240
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	195	207,2	195
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	200	212,2	200
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	215	227,2	215
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	230	242,2	230
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	240	252,2	240

Tab. 3.7

3.2.4 Pneumatik – Verpressung und Einbaumaße

Kolbendichtung – radiale Verpressung

O-Ring im Innenteil eingebaut

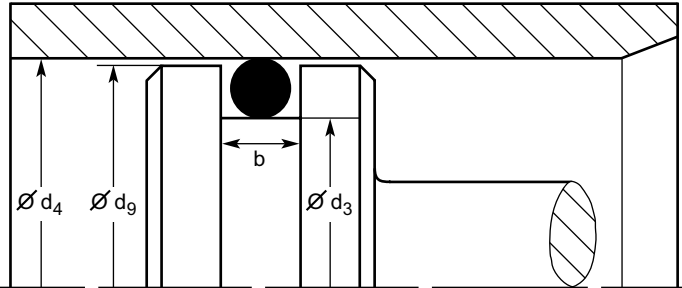


Bild 3.13 Kolbendichtung – radiale Verpressung

Schwimmender Einbau – keine Verpressung

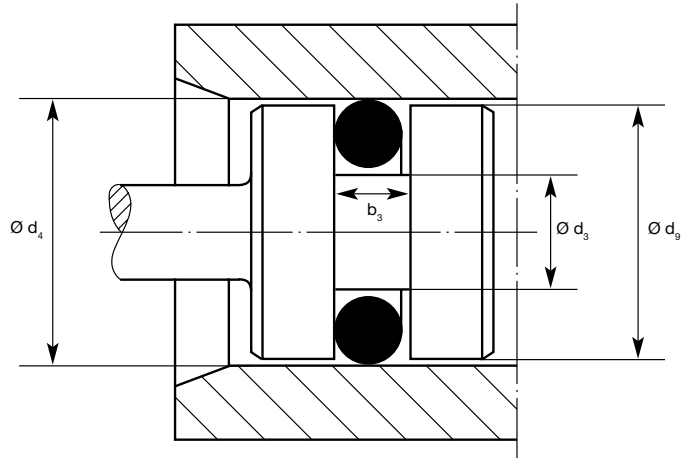


Bild 3.15 Schwimmender Einbau – keine Verpressung

Stangendichtung – radiale Verpressung

O-Ring im Außenteil eingebaut

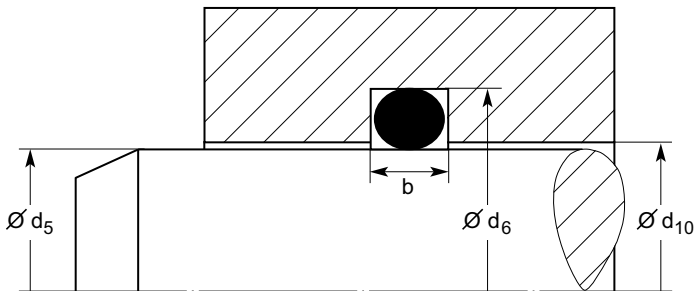
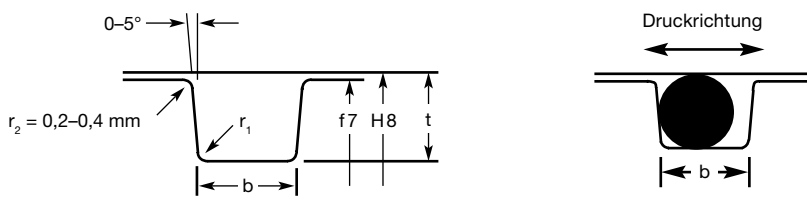


Bild 3.14 Stangendichtung – radiale Verpressung



Schnurstärke d_2	Mittlere Nuttiefe t	Verformung	Verformung	Nutbreite b ohne Stützring	Radius r_1
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
1,78 $\pm 0,08$	1,55	0,07 - 0,43	4 - 23	2,40 - 2,60	0,20 - 0,40
2,62 $\pm 0,09$	2,35	0,11 - 0,49	4 - 18	3,60 - 3,80	0,20 - 0,40
3,53 $\pm 0,10$	3,15	0,15 - 0,60	4 - 16	4,80 - 5,00	0,40 - 0,80
5,33 $\pm 0,13$	4,85	0,22 - 0,73	4 - 13	7,20 - 7,40	0,40 - 0,80
6,99 $\pm 0,15$	6,40	0,30 - 0,75	4 - 10	9,60 - 9,80	0,40 - 0,80

Tab. 3.8

3 Konstruktionsempfehlungen

3.2.5 Pneumatik – Kolbendichtung dynamisch

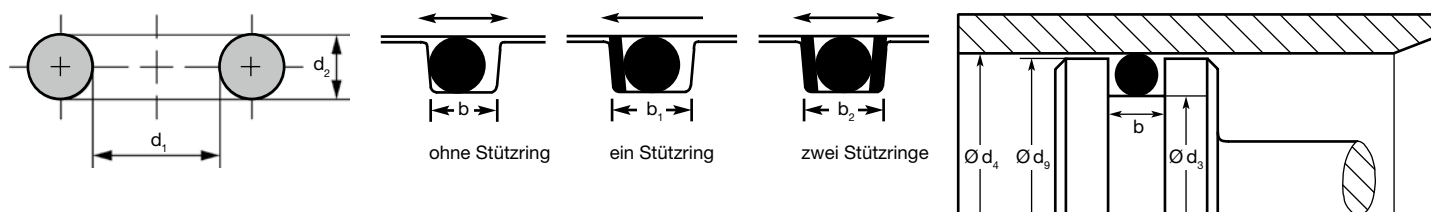


Bild 3.16

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2 0	+0,2 0			
2-006	2,9	1,78	2,4	2	3,1	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	2	3,6	6,5	6,5
6-166	3,9	1,8	2,4	2	4,1	7	7
2-008	4,47	1,78	2,4	2	4,6	7,5	7,5
5-581	4,9	1,9	2,4	2	4,9	8	8
2-009	5,28	1,78	2,4	2	5,6	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	2	6,1	9	9
5-052	6,86	1,78	2,4	2	7,1	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	2	7,6	10,5	10,5
5-585	8	1,88	2,4	2	8,1	11	11
5-612	8,74	1,78	2,4	2	9,1	12	12
2-012	9,25	1,78	2,4	2	9,6	12,5	12,5
5-212	9,75	1,78	2,4	2	10,1	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	2	11,1	14	14
6-366	11,89	1,78	2,4	2	12,1	15	15
2-014	12,42	1,78	2,4	2	13,1	16	16
2-015	14	1,78	2,4	2	14,1	17	17
6-085	15	1,8	2,4	2	15,1	18	18
2-016	15,6	1,78	2,4	2	16,1	19	19
2-017	17,17	1,78	2,4	2	17,1	20	20
2-110	9,19	2,62	3,6	3	9,5	14	14
5-614	9,93	2,62	3,6	3	10,5	15	15
2-111	10,77	2,62	3,6	3	11,5	16	16
5-615	11,91	2,62	3,6	3	12	16,5	16,5
2-112	12,37	2,62	3,6	3	12,5	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	3	13,5	18	18
2-113	13,94	2,62	3,6	3	14,5	19	19
5-239	14,48	2,69	3,6	3	15	19,5	19,5
2-114	15,54	2,62	3,6	3	15,5	20	20
5-617	15,88	2,62	3,6	3	16,5	21	21
2-115	17,12	2,62	3,6	3	17,5	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	3	18,5	23	23
2-116	18,76	2,62	3,6	3	19,5	24	24
2-117	20,29	2,62	3,6	3	20,5	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	3	22,5	27	27
2-119	23,47	2,62	3,6	3	23,5	28	28
2-120	25,07	2,62	3,6	3	25,5	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	3	27,5	32	32

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2 0	+0,2 0			
2-122	28,24	2,62	3,6	3	28,5	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	3	30,5	35	35
2-124	31,42	2,62	3,6	3	31,5	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	3	33,5	38	38
2-126	34,55	2,62	3,6	3	35,5	40	40
2-127	36,17	2,62	3,6	3	36,5	41	41
2-128	37,77	2,62	3,6	3	38,5	43	43
2-210	18,64	3,53	4,8	4	18,5	25	25
5-595	19,8	3,6	4,8	4	20	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	4	20,9	27	27
2-212	21,82	3,53	4,8	4	21,9	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	4	23,9	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	4	24,9	31	31
5-618	25,81	3,53	4,8	4	25,9	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	4	26,9	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	4	28,9	35	35
2-217	29,74	3,53	4,8	4	29,9	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	4	31,9	38	38
2-219	32,92	3,53	4,8	4	33,9	40	40
2-220	34,52	3,53	4,8	4	35,9	42	42
2-221	36,09	3,53	4,8	4	36,9	43	43
2-222	37,69	3,53	4,8	4	38,9	45	45
5-321	39,6	3,53	4,8	4	39,9	46	46
2-223	40,87	3,53	4,8	4	41,9	48	48
2-224	44,04	3,53	4,8	4	43,9	50	50
5-035	45,36	3,53	4,8	4	45,9	52	52
2-225	47,22	3,53	4,8	4	47,9	54	54
5-701	49,2	3,53	4,8	4	49,9	56	56
2-226	50,39	3,53	4,8	4	50,9	57	57
2-227	53,57	3,53	4,8	4	53,9	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	4	56,9	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	4	59,9	66	66
2-230	63,09	3,53	4,8	4	63,9	70	70
2-231	66,27	3,53	4,8	4	66,9	73	73
2-232	69,44	3,53	4,8	4	69,9	76	76
2-233	72,62	3,53	4,8	4	73,9	80	80
2-234	75,79	3,53	4,8	4	76,9	83	83
2-235	78,97	3,53	4,8	4	79,9	86	86

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2			
			0	0			
2-236	82,14	3,53	4,8	4	83,9	90	90
2-237	85,32	3,53	4,8	4	85,9	92	92
2-238	88,49	3,53	4,8	4	89,9	96	96
2-239	91,67	3,53	4,8	4	93,9	100	100
2-240	94,84	3,53	4,8	4	95,9	102	102
2-241	98,02	3,53	4,8	4	98,9	105	105
2-242	101,19	3,53	4,8	4	103,9	110	110
2-243	104,37	3,53	4,8	4	105,9	112	112
2-244	107,54	3,53	4,8	4	108,9	115	115
2-245	110,72	3,53	4,8	4	113,9	120	120
2-246	113,89	3,53	4,8	4	115,9	122	122
2-247	117,07	3,53	4,8	4	118,9	125	125
2-248	120,24	3,53	4,8	4	121,9	128	128
2-249	123,42	3,53	4,8	4	123,9	130	130
2-250	126,59	3,53	4,8	4	128,9	135	135
2-251	129,77	3,53	4,8	4	131,9	138	138
2-252	132,94	3,53	4,8	4	133,9	140	140
2-253	136,12	3,53	4,8	4	138,9	145	145
2-254	139,29	3,53	4,8	4	141,9	148	148
2-255	142,47	3,53	4,8	4	143,9	150	150
2-256	145,64	3,53	4,8	4	148,9	155	155
2-257	148,82	3,53	4,8	4	150,9	157	157
2-258	151,99	3,53	4,8	4	153,9	160	160
2-259	158,34	3,53	4,8	4	158,9	165	165
2-260	164,69	3,53	4,8	4	168,9	175	175
2-261	171,04	3,53	4,8	4	173,9	180	180
2-262	177,39	3,53	4,8	4	178,9	185	185
2-263	183,84	3,53	4,8	4	183,9	190	190
2-264	190,09	3,53	4,8	4	193,9	200	200
2-325	37,47	5,33	7,2	6	38,6	48	48
2-326	40,64	5,33	7,2	6	40,6	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	6	42,6	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	6	45,6	55	55
2-328	46,99	5,33	7,2	6	48,6	58	58
2-329	50,17	5,33	7,2	6	50,6	60	60
2-330	53,34	5,33	7,2	6	53,6	63	63
2-331	56,52	5,33	7,2	6	58,6	68	68
2-332	59,69	5,33	7,2	6	60,6	70	70
2-333	62,87	5,33	7,2	6	63,6	73	73
2-334	66,04	5,33	7,2	6	66,6	76	76
2-335	69,22	5,33	7,2	6	70,6	80	80
2-336	72,39	5,33	7,2	6	73,6	83	83
2-337	75,57	5,33	7,2	6	76,6	86	86
2-338	78,74	5,33	7,2	6	80,6	90	90
2-339	81,92	5,33	7,2	6	82,6	92	92
2-340	85,09	5,33	7,2	6	85,6	95	95
2-341	88,27	5,33	7,2	6	91,6	100	100
2-342	91,44	5,33	7,2	6	92,6	102	102

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2			
			0	0			
2-343	94,62	5,33	7,2	6	95,6	105	105
2-344	97,79	5,33	7,2	6	100,6	110	110
2-345	100,97	5,33	7,2	6	102,6	112	112
2-346	104,14	5,33	7,2	6	105,6	115	115
2-347	107,32	5,33	7,2	6	108,6	118	118
2-348	110,49	5,33	7,2	6	110,6	120	120
2-349	113,67	5,33	7,2	6	115,4	125	125
2-350	116,84	5,33	7,2	6	118,4	128	128
2-351	120,02	5,33	7,2	6	120,4	130	130
2-352	123,19	5,33	7,2	6	125,4	135	135
2-353	126,37	5,33	7,2	6	128,4	138	138
2-354	129,54	5,33	7,2	6	130,4	140	140
2-355	132,72	5,33	7,2	6	134,4	145	145
2-356	135,89	5,33	7,2	6	138,4	148	148
2-357	139,07	5,33	7,2	6	140,4	150	150
2-358	142,24	5,33	7,2	6	145,4	155	155
2-359	145,42	5,33	7,2	6	148,4	158	158
2-360	148,59	5,33	7,2	6	150,4	160	160
2-361	151,77	5,33	7,2	6	155,4	165	165
2-362	158,12	5,33	7,2	6	158,4	168	168
2-363	164,47	5,33	7,2	6	165,4	175	175
2-364	170,82	5,33	7,2	6	170,4	180	180
2-365	177,17	5,33	7,2	6	178,4	188	188
2-366	183,52	5,33	7,2	6	185,4	195	195
2-367	189,87	5,33	7,2	6	190,4	200	200
2-368	196,22	5,33	7,2	6	200,4	210	210
2-369	202,57	5,33	7,2	6	205,4	215	215
2-370	208,92	5,33	7,2	6	210,4	220	220
2-371	215,27	5,33	7,2	6	215,4	225	225
2-372	221,62	5,33	7,2	6	225,4	235	235
2-373	227,97	5,33	7,2	6	230,4	240	240
2-374	234,32	5,33	7,2	6	235,4	245	245
2-375	240,67	5,33	7,2	6	240,4	250	250
2-444	196,22	6,99	9,6	8	197,4	210	210
2-445	202,57	6,99	9,6	8	207,4	220	220
2-446	215,27	6,99	9,6	8	217,4	230	230
2-447	227,97	6,99	9,6	8	227,4	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	8	247,4	260	260

Tab. 3.9

3 Konstruktionsempfehlungen

3.2.6 Pneumatik – Stangendichtung dynamisch

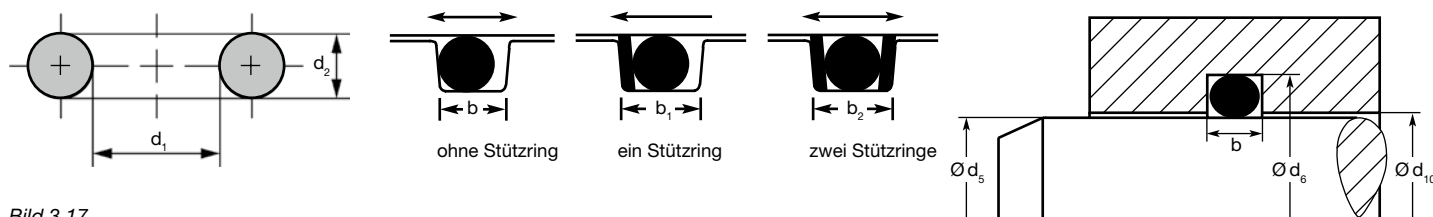


Bild 3.17

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-006	2,9	1,78	2,4	2	3	5,9	3
2-007	3,68	1,78	2,4	2	3,5	6,4	3,5
6-166	3,9	1,8	2,4	2	4	6,9	4
2-008	4,47	1,78	2,4	2	4,5	7,4	4,5
5-581	4,9	1,9	2,4	2	5	8,1	5
2-009	5,28	1,78	2,4	2	5,5	8,4	5,5
2-010	6,07	1,78	2,4	2	6	8,9	6
5-052	6,86	1,78	2,4	2	7	9,9	7
2-011	7,65	1,78	2,4	2	7,5	10,4	7,5
5-585	8	1,88	2,4	2	8	11,1	8
5-612	8,74	1,78	2,4	2	9	11,9	9
2-012	9,25	1,78	2,4	2	9,5	12,4	9,5
5-212	9,75	1,78	2,4	2	10	12,9	10
2-013	10,82	1,78	2,4	2	11	13,9	11
6-366	11,89	1,78	2,4	2	12	14,9	12
2-014	12,42	1,78	2,4	2	12,5	15,4	12,5
2-015	14	1,78	2,4	2	14	16,9	14
6-085	15	1,8	2,4	2	15	17,9	15
2-016	15,6	1,78	2,4	2	16	18,9	16
2-017	17,17	1,78	2,4	2	17	19,9	17
2-110	9,19	2,62	3,6	3	9,5	14	9,5
5-614	9,93	2,62	3,6	3	10	14,5	10
2-111	10,77	2,62	3,6	3	11	15,5	11
5-615	11,91	2,62	3,6	3	12	16,5	12
2-112	12,37	2,62	3,6	3	12,5	17	12,5
5-616	13,11	2,62	3,6	3	13	17,5	13
2-113	13,94	2,62	3,6	3	14	18,5	14
5-239	14,48	2,69	3,6	3	14,5	19	14,5
2-114	15,54	2,62	3,6	3	15,5	20	15,5
5-617	15,88	2,62	3,6	3	16	20,5	16
2-115	17,12	2,62	3,6	3	17	21,5	17
5-256	17,96	2,62	3,6	3	18	22,5	18
2-116	18,76	2,62	3,6	3	19	23,5	19
2-117	20,29	2,62	3,6	3	20	24,5	20
2-118	21,89	2,62	3,6	3	22	26,5	22
2-119	23,47	2,62	3,6	3	24	28,5	24
2-120	25,07	2,62	3,6	3	25	29,5	25
2-121	26,64	2,62	3,6	3	27	31,5	27

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-122	28,24	2,62	3,6	3	28	32,5	28
2-123	29,82	2,62	3,6	3	30	34,5	30
2-124	31,42	2,62	3,6	3	32	36,5	32
2-125	32,99	2,62	3,6	3	33	37,5	33
2-126	34,55	2,62	3,6	3	35	39,5	35
2-127	36,17	2,62	3,6	3	36	40,5	36
2-128	37,77	2,62	3,6	3	38	42,5	38
2-210	18,64	3,53	4,8	4	19	25,1	19
5-595	19,8	3,6	4,8	4	20	26,2	20
2-211	20,22	3,53	4,8	4	20	26,1	20
2-212	21,82	3,53	4,8	4	22	28,1	22
2-213	23,39	3,53	4,8	4	24	30,1	24
2-214	24,99	3,53	4,8	4	25	31,1	25
5-618	25,81	3,53	4,8	4	26	32,1	26
2-215	26,57	3,53	4,8	4	27	33,1	27
2-216	28,17	3,53	4,8	4	28	34,1	28
2-217	29,74	3,53	4,8	4	30	36,1	30
2-218	31,34	3,53	4,8	4	32	38,1	32
2-219	32,92	3,53	4,8	4	33	39,1	33
2-220	34,52	3,53	4,8	4	35	41,1	35
2-221	36,09	3,53	4,8	4	36	42,1	36
2-222	37,69	3,53	4,8	4	38	44,1	38
5-321	39,6	3,53	4,8	4	40	46,1	40
2-223	40,87	3,53	4,8	4	41	47,1	41
2-224	44,04	3,53	4,8	4	44	50,1	44
5-035	45,36	3,53	4,8	4	45	51,1	45
2-225	47,22	3,53	4,8	4	47	53,1	47
5-701	49,2	3,53	4,8	4	49	55,1	49
2-226	50,39	3,53	4,8	4	50	56,1	50
2-227	53,57	3,53	4,8	4	54	60,1	54
2-228	56,74	3,53	4,8	4	56	62,1	56
2-229	59,92	3,53	4,8	4	60	66,1	60
2-230	63,09	3,53	4,8	4	63	69,1	63
2-231	66,27	3,53	4,8	4	66	72,1	66
2-232	69,44	3,53	4,8	4	70	76,1	70
2-233	72,62	3,53	4,8	4	73	79,1	73
2-234	75,79	3,53	4,8	4	76	82,1	76
2-235	78,97	3,53	4,8	4	80	86,1	80

3 Konstruktionsempfehlungen

3

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b		d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2			
			0	0			
2-236	82,14	3,53	4,8	4	82	88,1	82
2-237	85,32	3,53	4,8	4	85	91,1	85
2-238	88,49	3,53	4,8	4	88	94,1	88
2-239	91,67	3,53	4,8	4	92	98,1	92
2-240	94,84	3,53	4,8	4	95	101,1	95
2-241	98,02	3,53	4,8	4	98	104,1	98
2-242	101,19	3,53	4,8	4	100	106,1	100
2-243	104,37	3,53	4,8	4	105	111,1	105
2-244	107,54	3,53	4,8	4	108	113,9	108
2-245	110,72	3,53	4,8	4	110	116,1	110
2-246	113,89	3,53	4,8	4	114	120,1	114
2-247	117,07	3,53	4,8	4	117	123,1	117
2-248	120,24	3,53	4,8	4	120	126,1	120
2-249	123,42	3,53	4,8	4	125	131,1	125
2-250	126,59	3,53	4,8	4	127	133,1	127
2-251	129,77	3,53	4,8	4	130	136,1	130
2-252	132,94	3,53	4,8	4	133	139,1	133
2-253	136,12	3,53	4,8	4	136	142,1	136
2-254	139,29	3,53	4,8	4	140	146,1	140
2-255	142,47	3,53	4,8	4	142	148,1	142
2-256	145,64	3,53	4,8	4	145	151,1	145
2-257	148,82	3,53	4,8	4	150	156,1	150
2-258	151,99	3,53	4,8	4	152	158,1	152
2-259	158,34	3,53	4,8	4	160	166,1	160
2-260	164,69	3,53	4,8	4	165	171,1	165
2-261	171,04	3,53	4,8	4	170	176,1	170
2-262	177,39	3,53	4,8	4	178	184,1	178
2-263	183,84	3,53	4,8	4	184	190,1	184
2-264	190,09	3,53	4,8	4	190	196,1	190
2-325	37,47	5,33	7,2	6	38	47,4	38
2-326	40,64	5,33	7,2	6	42	51,4	42
5-330	42,52	5,33	7,2	6	43	52,4	43
2-327	43,82	5,33	7,2	6	45	54,4	45
2-328	46,99	5,33	7,2	6	48	57,4	48
2-329	50,17	5,33	7,2	6	50	59,4	50
2-330	53,34	5,33	7,2	6	54	63,4	54
2-331	56,52	5,33	7,2	6	56	65,4	56
2-332	59,69	5,33	7,2	6	60	69,4	60
2-333	62,87	5,33	7,2	6	63	72,4	63
2-334	66,04	5,33	7,2	6	66	75,4	66
2-335	69,22	5,33	7,2	6	70	79,4	70
2-336	72,39	5,33	7,2	6	73	82,4	73
2-337	75,57	5,33	7,2	6	76	85,4	76
2-338	78,74	5,33	7,2	6	80	89,4	80
2-339	81,92	5,33	7,2	6	82	91,4	82
2-340	85,09	5,33	7,2	6	85	94,4	85
2-341	88,27	5,33	7,2	6	90	99,4	90
2-342	91,44	5,33	7,2	6	92	101,4	92

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b		d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2			
			0	0			
2-343	94,62	5,33	7,2	6	95	104,4	95
2-344	97,79	5,33	7,2	6	98	107,4	98
2-345	100,97	5,33	7,2	6	100	109,4	100
2-346	104,14	5,33	7,2	6	105	114,4	105
2-347	107,32	5,33	7,2	6	108	117,4	108
2-348	110,49	5,33	7,2	6	110	119,4	110
2-349	113,67	5,33	7,2	6	115	124,4	115
2-350	116,84	5,33	7,2	6	118	127,4	118
2-351	120,02	5,33	7,2	6	120	129,4	120
2-352	123,19	5,33	7,2	6	125	134,4	125
2-353	126,37	5,33	7,2	6	128	137,4	128
2-354	129,54	5,33	7,2	6	130	139,4	130
2-355	132,72	5,33	7,2	6	133	142,4	133
2-356	135,89	5,33	7,2	6	135	144,4	135
2-357	139,07	5,33	7,2	6	140	149,4	140
2-358	142,24	5,33	7,2	6	143	152,4	143
2-359	145,42	5,33	7,2	6	145	154,4	145
2-360	148,59	5,33	7,2	6	150	159,4	150
2-361	151,77	5,33	7,2	6	152	161,4	152
2-362	158,12	5,33	7,2	6	158	167,4	158
2-363	164,47	5,33	7,2	6	165	174,4	165
2-364	170,82	5,33	7,2	6	170	179,4	170
2-365	177,17	5,33	7,2	6	178	187,4	178
2-366	183,52	5,33	7,2	6	185	194,4	185
2-367	189,87	5,33	7,2	6	190	199,4	190
2-368	196,22	5,33	7,2	6	195	204,4	195
2-369	202,57	5,33	7,2	6	200	209,4	200
2-370	208,92	5,33	7,2	6	210	219,4	210
2-371	215,27	5,33	7,2	6	215	224,4	215
2-372	221,62	5,33	7,2	6	220	229,4	220
2-373	227,97	5,33	7,2	6	228	237,4	228
2-374	234,32	5,33	7,2	6	235	244,4	235
2-375	240,67	5,33	7,2	6	240	249,4	240
2-444	196,22	6,99	9,6	8	195	207,6	195
2-445	202,57	6,99	9,6	8	200	212,6	200
2-446	215,27	6,99	9,6	8	215	227,6	215
2-447	227,97	6,99	9,6	8	230	242,6	230
2-448	240,67	6,99	9,6	8	240	252,6	240

Tab. 3.10

3 Konstruktionsempfehlungen

3.2.7 Pneumatik – schwimmender Einbau dynamisch

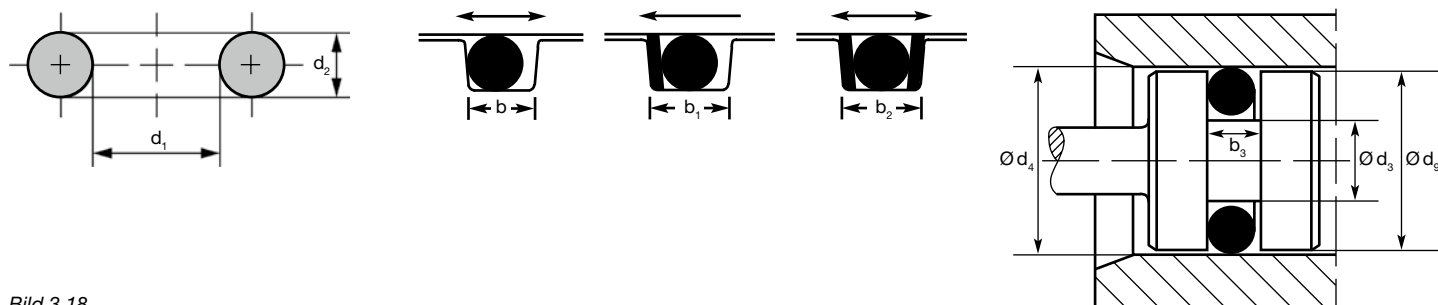


Bild 3.18

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2 0	+0,2 0			
2-006	2,9	1,78	2,4	2	2	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	2	3	7	7
6-166	3,9	1,8	2,4	2	3,2	7,2	7,2
2-008	4,47	1,78	2,4	2	3,5	7,5	7,5
5-581	4,9	1,9	2,4	2	4	8	8
2-009	5,28	1,78	2,4	2	4,5	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	2	5,5	9,5	9,5
5-052	6,86	1,78	2,4	2	6	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	2	7	11	11
5-585	8	1,88	2,4	2	7,5	11,5	11,5
5-612	8,74	1,78	2,4	2	8	12	12
2-012	9,25	1,78	2,4	2	8,5	12,5	12,5
5-212	9,75	1,78	2,4	2	9	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	2	10	14	14
6-366	11,89	1,78	2,4	2	11	15	15
2-014	12,42	1,78	2,4	2	11,5	15,5	15,5
2-015	14	1,78	2,4	2	13	17	17
6-085	15	1,8	2,4	2	14	18	18
2-016	15,6	1,78	2,4	2	15	19	19
2-017	17,17	1,78	2,4	2	16	20	20
2-110	9,19	2,62	3,6	3	8,2	14	14
5-614	9,93	2,62	3,6	3	8,7	14,5	14,5
2-111	10,77	2,62	3,6	3	9,7	15,5	15,5
5-615	11,91	2,62	3,6	3	10,7	16,5	16,5
2-112	12,37	2,62	3,6	3	11,2	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	3	12,2	18	18
2-113	13,94	2,62	3,6	3	12,7	18,5	18,5
5-239	14,48	2,69	3,6	3	13,7	19,5	19,5
2-114	15,54	2,62	3,6	3	14,2	20	20
5-617	15,88	2,62	3,6	3	14,7	20,5	20,5
2-115	17,12	2,62	3,6	3	16,2	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	3	16,7	22,5	22,5
2-116	18,76	2,62	3,6	3	17,7	23,5	23,5
2-117	20,29	2,62	3,6	3	19,2	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	3	20,7	26,5	26,5
2-119	23,47	2,62	3,6	3	22,2	28	28

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2 0	+0,2 0			
2-120	25,07	2,62	3,6	3	24,2	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	3	25,7	31,5	31,5
2-122	28,24	2,62	3,6	3	27,2	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	3	28,7	34,5	34,5
2-124	31,42	2,62	3,6	3	30,2	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	3	31,7	37,5	37,5
2-126	34,55	2,62	3,6	3	33,2	39	39
2-127	36,17	2,62	3,6	3	34,2	40	40
2-128	37,77	2,62	3,6	3	36,2	42	42
2-210	18,64	3,53	4,8	4	17,4	25	25
5-595	19,8	3,6	4,8	4	18,4	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	4	18,9	26,5	26,5
2-212	21,82	3,53	4,8	4	20,4	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	4	22,4	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	4	23,9	31,5	31,5
5-618	25,81	3,53	4,8	4	24,4	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	4	25,4	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	4	26,9	34,5	34,5
2-217	29,74	3,53	4,8	4	28,4	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	4	29,9	37,5	37,5
2-219	32,92	3,53	4,8	4	31,9	39,5	39,5
2-220	34,52	3,53	4,8	4	33,4	41	41
2-221	36,09	3,53	4,8	4	34,9	42,5	42,5
2-222	37,69	3,53	4,8	4	36,4	44	44
5-321	39,6	3,53	4,8	4	38,4	46	46
2-223	40,87	3,53	4,8	4	39,4	47	47
2-224	44,04	3,53	4,8	4	42,4	50	50
5-035	45,36	3,53	4,8	4	43,9	51,5	51,5
2-225	47,22	3,53	4,8	4	45,9	53,5	53,5
5-701	49,2	3,53	4,8	4	47,4	55	55
2-226	50,39	3,53	4,8	4	48,9	56,5	56,5
2-227	53,57	3,53	4,8	4	52,4	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	4	55,4	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	4	58,4	66	66
2-230	63,09	3,53	4,8	4	61,4	69	69
2-231	66,27	3,53	4,8	4	64,4	72	72

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2			
			0	0			
2-232	69,44	3,53	4,8	4	68,4	76	76
2-233	72,62	3,53	4,8	4	71,4	79	79
2-234	75,79	3,53	4,8	4	74,4	82	82
2-235	78,97	3,53	4,8	4	77,4	85	85
2-236	82,14	3,53	4,8	4	80,4	88	88
2-237	85,32	3,53	4,8	4	83,4	91	91
2-238	88,49	3,53	4,8	4	86,4	94	94
2-239	91,67	3,53	4,8	4	89,4	97	97
2-240	94,84	3,53	4,8	4	92,4	100	100
2-241	98,02	3,53	4,8	4	96,4	104	104
2-242	101,19	3,53	4,8	4	99,4	107	107
2-243	104,37	3,53	4,8	4	102,4	110	110
2-244	107,54	3,53	4,8	4	105,4	113	113
2-245	110,72	3,53	4,8	4	108,4	116	116
2-246	113,89	3,53	4,8	4	112,4	120	120
2-247	117,07	3,53	4,8	4	115,4	123	123
2-248	120,24	3,53	4,8	4	118,4	126	126
2-249	123,42	3,53	4,8	4	121,4	129	129
2-250	126,59	3,53	4,8	4	124,4	132	132
2-251	129,77	3,53	4,8	4	128,4	136	136
2-252	132,94	3,53	4,8	4	131,4	139	139
2-253	136,12	3,53	4,8	4	134,4	142	142
2-254	139,29	3,53	4,8	4	137,4	145	145
2-255	142,47	3,53	4,8	4	140,4	148	148
2-256	145,64	3,53	4,8	4	142,4	150	150
2-257	148,82	3,53	4,8	4	146,4	154	154
2-258	151,99	3,53	4,8	4	149,4	157	157
2-259	158,34	3,53	4,8	4	156,4	164	164
2-260	164,69	3,53	4,8	4	162,4	170	170
2-261	171,04	3,53	4,8	4	168,4	176	176
2-262	177,39	3,53	4,8	4	174,4	182	182
2-263	183,84	3,53	4,8	4	184,4	189	189
2-264	190,09	3,53	4,8	4	190,4	195	195
2-325	37,47	5,33	7,2	6	35,8	47	47
2-326	40,64	5,33	7,2	6	38,8	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	6	40,8	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	6	41,8	53	53
2-328	46,99	5,33	7,2	6	44,8	56	56
2-329	50,17	5,33	7,2	6	47,8	59	59
2-330	53,34	5,33	7,2	6	51,8	63	63
2-331	56,52	5,33	7,2	6	54,8	66	66
2-332	59,69	5,33	7,2	6	57,8	69	69
2-333	62,87	5,33	7,2	6	60,8	72	72
2-334	66,04	5,33	7,2	6	63,8	75	75
2-335	69,22	5,33	7,2	6	66,8	78	78
2-336	72,39	5,33	7,2	6	70,8	82	82
2-337	75,57	5,33	7,2	6	73,8	85	85
2-338	78,74	5,33	7,2	6	76,8	88	88

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2			
			0	0			
2-339	81,92	5,33	7,2	6	79,8	91	91
2-340	85,09	5,33	7,2	6	82,8	94	94
2-341	88,27	5,33	7,2	6	85,8	97	97
2-342	91,44	5,33	7,2	6	88,8	100	100
2-343	94,62	5,33	7,2	6	92,8	104	104
2-344	97,79	5,33	7,2	6	96,8	108	108
2-345	100,97	5,33	7,2	6	98,8	110	110
2-346	104,14	5,33	7,2	6	101,8	113	113
2-347	107,32	5,33	7,2	6	104,8	116	116
2-348	110,49	5,33	7,2	6	108,8	120	120
2-349	113,67	5,33	7,2	6	110,8	122	122
2-350	116,84	5,33	7,2	6	114,8	126	126
2-351	120,02	5,33	7,2	6	117,8	129	129
2-352	123,19	5,33	7,2	6	120,8	132	132
2-353	126,37	5,33	7,2	6	123,8	135	135
2-354	129,54	5,33	7,2	6	126,8	138	138
2-355	132,72	5,33	7,2	6	130,8	142	142
2-356	135,89	5,33	7,2	6	133,8	145	145
2-357	139,07	5,33	7,2	6	136,8	148	148
2-358	142,24	5,33	7,2	6	139,8	151	151
2-359	145,42	5,33	7,2	6	142,8	154	154
2-360	148,59	5,33	7,2	6	145,8	157	157
2-361	151,77	5,33	7,2	6	149,8	161	161
2-362	158,12	5,33	7,2	6	155,8	167	167
2-363	164,47	5,33	7,2	6	161,8	173	173
2-364	170,82	5,33	7,2	6	168,8	180	180
2-365	177,17	5,33	7,2	6	176,8	186	186
2-366	183,52	5,33	7,2	6	180,8	192	192
2-367	189,87	5,33	7,2	6	186,8	198	198
2-368	196,22	5,33	7,2	6	193,8	205	205
2-369	202,57	5,33	7,2	6	198,8	210	210
2-370	208,92	5,33	7,2	6	205,8	217	217
2-371	215,27	5,33	7,2	6	212,8	224	224
2-372	221,62	5,33	7,2	6	218,8	230	230
2-373	227,97	5,33	7,2	6	224,8	236	236
2-374	234,32	5,33	7,2	6	231,8	243	243
2-375	240,67	5,33	7,2	6	236,8	248	248
2-444	196,22	6,99	9,6	8	193,4	208	208
2-445	202,57	6,99	9,6	8	200,4	215	215
2-446	215,27	6,99	9,6	8	210,4	225	225
2-447	227,97	6,99	9,6	8	225,4	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	8	235,4	250	250

Tab. 3.11

3 Konstruktionsempfehlungen

4.1 O-Ring-Abmessungen

Als Hersteller von O-Ringen ist Parker in der Lage, jede beliebige O-Ring-Abmessung zu liefern. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es jedoch sinnvoll, soweit wie möglich auf bestehende Größen zurückzugreifen. Wir empfehlen dafür die Größen unserer 2-xxx-Serie, die nachstehend aufgelistet sind.

Die 2-xxx-Serie entspricht den Größen der amerikanischen Norm AS568B, die weltweit Anwendung findet. Auch in der DIN ISO 3601-1 wurden die dort enthaltenen Abstufungen der Schnurdurchmesser übernommen.

Besonderheiten der Serie 2-xxx

Die 2-xxx-Serie von Parker bietet folgende Vorteile:

1. Die Größen werden in folgenden Werkstoffen lagermäßig geführt:
N0674-70 (NBR 70, Shore A)
N0552-90 (NBR, 90 Shore A)
E0540-80 (EPDM, 80 Shore A)
V0747-75 (FKM, 75 Shore A)
2. Für jede Größe aus der 2-xxx-Serie ist der passende Parbak®-Stützring verfügbar. Der Einsatz von Stützringen ist bei hohen Drücken zu empfehlen (siehe Kapitel Parbak®-Stützringe).
3. O-Ringe der 2-xxx-Serie entsprechen der Norm ISO 3601.

2-0xx-Größen: Schnurstärke $d_2 = 1,78$ mm

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d_2
2-001*	0,74	1,02
2-002*	1,07	1,27
2-003*	1,42	1,52
2-004	1,78	1,78
2-005	2,57	1,78
2-006	2,9	1,78
2-007	3,68	1,78
2-008	4,47	1,78
2-009	5,28	1,78
2-010	6,07	1,78
2-011	7,65	1,78
2-012	9,25	1,78
2-013	10,82	1,78
2-014	12,42	1,78
2-015	14	1,78
2-016	15,6	1,78
2-017	17,17	1,78
2-018	18,17	1,78
2-019	20,35	1,78
2-020	21,95	1,78
2-021	23,52	1,78
2-022	25,12	1,78
2-023	26,7	1,78
2-024	28,3	1,78

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d_2
2-025	29,87	1,78
2-026	31,47	1,78
2-027	33,05	1,78
2-028	34,65	1,78
2-029	37,82	1,78
2-030	41	1,78
2-031	44,17	1,78
2-032	47,35	1,78
2-033	50,52	1,78
2-034	53,7	1,78
2-035	56,87	1,78
2-036	60,05	1,78
2-037	63,22	1,78
2-038	66,4	1,78
2-039	69,57	1,78
2-040	72,75	1,78
2-041	75,92	1,78
2-042	82,27	1,78
2-043	88,62	1,78
2-044	94,97	1,78
2-045	101,32	1,78
2-046	107,67	1,78
2-047	114,02	1,78
2-048	120,37	1,78
2-049	126,72	1,78
2-050	133,07	1,78

* Bitte beachten Sie für diese Größen die abweichenden Schnurstärken.
Tab. 4.1 2-0xx-Größen

2-1xx-Größen: Schnurstärke $d_2 = 2,62$ mm

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d_2
2-102	1,24	2,62
2-103	2,06	2,62
2-104	2,84	2,62
2-105	3,63	2,62
2-106	4,42	2,62
2-107	5,23	2,62
2-108	6,02	2,62
2-109	7,59	2,62
2-110	9,19	2,62
2-111	10,77	2,62
2-112	12,37	2,62
2-113	13,94	2,62
2-114	15,54	2,62
2-115	17,12	2,62
2-116	18,72	2,62
2-117	20,29	2,62

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d ₂
2-118	21,89	2,62
2-119	23,47	2,62
2-120	25,07	2,62
2-121	26,64	2,62
2-122	28,24	2,62
2-123	29,82	2,62
2-124	31,42	2,62
2-125	32,99	2,62
2-126	34,59	2,62
2-127	36,17	2,62
2-128	37,77	2,62
2-129	39,34	2,62
2-130	40,94	2,62
2-131	42,52	2,62
2-132	44,12	2,62
2-133	45,69	2,62
2-134	47,29	2,62
2-135	48,9	2,62
2-136	50,47	2,62
2-137	52,07	2,62
2-138	53,64	2,62
2-139	55,25	2,62
2-140	56,82	2,62
2-141	58,42	2,62
2-142	59,99	2,62
2-143	61,6	2,62
2-144	63,17	2,62
2-145	64,77	2,62
2-146	66,34	2,62
2-147	67,95	2,62
2-148	69,52	2,62
2-149	71,12	2,62
2-150	72,69	2,62
2-151	75,87	2,62
2-152	82,22	2,62
2-153	88,57	2,62
2-154	94,92	2,62
2-155	101,27	2,62
2-156	107,62	2,62
2-157	113,97	2,62
2-158	120,32	2,62
2-159	126,67	2,62
2-160	133,02	2,62
2-161	139,37	2,62
2-162	145,72	2,62
2-163	152,07	2,62
2-164	158,42	2,62
2-165	164,77	2,62

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d ₂
2-166	171,12	2,62
2-167	177,47	2,62
2-168	183,82	2,62
2-169	190,17	2,62
2-170	196,52	2,62
2-171	202,87	2,62
2-172	209,22	2,62
2-173	215,57	2,62
2-174	221,92	2,62
2-175	228,27	2,62
2-176	234,62	2,62
2-177	240,97	2,62
2-178	247,32	2,62

Tab. 4.2 2-1xx-Größen

2-2xx-Größen: Schnurstärke d₂ = 3,53 mm

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d ₂
2-201	4,34	3,53
2-202	5,94	3,53
2-203	7,52	3,53
2-204	9,12	3,53
2-205	10,12	3,53
2-206	12,29	3,53
2-207	13,87	3,53
2-208	15,47	3,53
2-209	17,04	3,53
2-210	18,64	3,53
2-211	20,22	3,53
2-212	21,82	3,53
2-213	23,39	3,53
2-214	24,99	3,53
2-215	26,57	3,53
2-216	28,17	3,53
2-217	29,74	3,53
2-218	31,34	3,53
2-219	32,92	3,53
2-220	34,52	3,53
2-221	36,09	3,53
2-222	37,69	3,53
2-223	40,87	3,53
2-224	44,04	3,53
2-225	47,22	3,53
2-226	50,39	3,53
2-227	53,57	3,53
2-228	56,74	3,53

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d ₂
2-229	59,92	3,53
2-230	63,09	3,53
2-231	66,27	3,53
2-232	69,44	3,53
2-233	72,62	3,53
2-234	75,79	3,53
2-235	78,97	3,53
2-236	82,14	3,53
2-237	85,32	3,53
2-238	88,49	3,53
2-239	91,67	3,53
2-240	94,84	3,53
2-241	98,02	3,53
2-242	101,19	3,53
2-243	104,37	3,53
2-244	107,54	3,53
2-245	110,72	3,53
2-246	113,89	3,53
2-247	117,07	3,53
2-248	120,24	3,53
2-249	123,42	3,53
2-250	126,59	3,53
2-251	129,77	3,53
2-252	132,94	3,53
2-253	136,12	3,53
2-254	139,29	3,53
2-255	142,47	3,53
2-256	145,64	3,53
2-257	148,82	3,53
2-258	151,99	3,53
2-259	158,34	3,53
2-260	164,69	3,53
2-261	171,04	3,53
2-262	177,39	3,53
2-263	183,74	3,53
2-264	190,09	3,53
2-265	196,44	3,53
2-266	202,79	3,53
2-267	209,14	3,53
2-268	215,49	3,53
2-269	221,84	3,53
2-270	228,19	3,53
2-271	234,54	3,53
2-272	240,89	3,53
2-273	247,24	3,53
2-274	253,59	3,53
2-275	266,29	3,53
2-276	278,99	3,53

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d ₂
2-277	291,69	3,53
2-278	304,39	3,53
2-279	329,79	3,53
2-280	355,19	3,53
2-281	380,59	3,53
2-282	405,26	3,53
2-283	430,66	3,53
2-284	456,06	3,53

Tab. 4.3 2-2xx-Größen

2-3xx-Größen: Schnurstärke d₂ = 5,33 mm

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d ₂
2-309	10,46	5,33
2-310	12,07	5,33
2-311	13,64	5,33
2-312	15,24	5,33
2-313	16,81	5,33
2-314	18,42	5,33
2-315	19,99	5,33
2-316	21,59	5,33
2-317	23,16	5,33
2-318	24,77	5,33
2-319	26,34	5,33
2-320	27,94	5,33
2-321	29,51	5,33
2-322	31,12	5,33
2-323	32,69	5,33
2-324	34,29	5,33
2-325	37,47	5,33
2-326	40,64	5,33
2-327	43,82	5,33
2-328	46,99	5,33
2-329	50,17	5,33
2-330	53,34	5,33
2-331	56,52	5,33
2-332	59,69	5,33
2-333	62,87	5,33
2-334	66,04	5,33
2-335	69,22	5,33
2-336	72,39	5,33
2-337	75,57	5,33
2-338	78,74	5,33
2-339	81,92	5,33
2-340	85,09	5,33
2-341	88,27	5,33
2-342	91,44	5,33

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d ₂
2-343	94,62	5,33
2-344	97,79	5,33
2-345	100,97	5,33
2-346	104,14	5,33
2-347	107,32	5,33
2-348	110,49	5,33
2-349	113,67	5,33
2-350	116,84	5,33
2-351	120,02	5,33
2-352	123,19	5,33
2-353	126,37	5,33
2-354	129,54	5,33
2-355	132,72	5,33
2-356	135,89	5,33
2-357	139,07	5,33
2-358	142,24	5,33
2-359	145,42	5,33
2-360	148,59	5,33
2-361	151,77	5,33
2-362	158,12	5,33
2-363	164,47	5,33
2-364	170,82	5,33
2-365	177,17	5,33
2-366	183,52	5,33
2-367	189,87	5,33
2-368	196,22	5,33
2-369	202,57	5,33
2-370	208,92	5,33
2-371	215,27	5,33
2-372	221,62	5,33
2-373	227,97	5,33
2-374	234,32	5,33
2-375	240,67	5,33
2-376	247,02	5,33
2-377	253,37	5,33
2-378	266,07	5,33
2-379	278,77	5,33
2-380	291,47	5,33
2-381	304,17	5,33
2-382	329,57	5,33
2-383	354,97	5,33
2-384	380,37	5,33
2-385	405,26	5,33
2-386	430,66	5,33
2-387	456,06	5,33
2-388	481,41	5,33
2-389	506,81	5,33
2-390	532,21	5,33

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d ₂
2-391	557,61	5,33
2-392	582,68	5,33
2-393	608,08	5,33
2-394	633,48	5,33
2-395	658,88	5,33

Tab. 4.4 2-3xx-Größen

2-4xx-Größen: Schnurstärke d₂ = 6,99 mm

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d ₂
2-425	113,67	6,99
2-426	116,84	6,99
2-427	120,02	6,99
2-428	123,19	6,99
2-429	126,37	6,99
2-430	129,54	6,99
2-431	132,72	6,99
2-432	135,89	6,99
2-433	139,07	6,99
2-434	142,24	6,99
2-435	145,42	6,99
2-436	148,59	6,99
2-437	151,77	6,99
2-438	158,12	6,99
2-439	164,47	6,99
2-440	170,82	6,99
2-441	177,17	6,99
2-442	183,52	6,99
2-443	189,87	6,99
2-444	196,22	6,99
2-445	202,57	6,99
2-446	215,27	6,99
2-447	227,97	6,99
2-448	240,67	6,99
2-449	253,37	6,99
2-450	266,07	6,99
2-451	278,77	6,99
2-452	291,47	6,99
2-453	304,17	6,99
2-454	316,87	6,99
2-455	329,57	6,99
2-456	342,27	6,99
2-457	354,97	6,99
2-458	367,67	6,99
2-459	380,37	6,99
2-460	393,07	6,99

Parker Nr.	Innendurchmesser d	Schnurstärke d ₂
2-461	405,26	6,99
2-462	417,96	6,99
2-463	430,66	6,99
2-464	443,36	6,99
2-465	456,06	6,99
2-466	468,76	6,99
2-467	481,46	6,99
2-468	494,16	6,99
2-469	506,86	6,99
2-470	532,26	6,99
2-471	557,66	6,99
2-472	582,68	6,99
2-473	608,08	6,99
2-474	633,48	6,99
2-475	658,88	6,99

Tab. 4.5 2-4xx-Größen

Die zwei wichtigsten Parameter bei der Auslegung einer O-Ring-Dichtung, die von der O-Ring-Größe bestimmt werden, sind die Dehnung bzw. Stauchung und die Verpressung, d. h. die diametrale Verformung des Schnurdurchmessers im eingebauten Zustand. Hierfür gibt es Einbauempfehlungen (siehe Kapitel „Konstruktionsempfehlungen“), die letztlich von der Art des O-Ring-Einsatzes bestimmt werden. Geringfügige Über- oder Unterschreitungen der Einbauempfehlungen sind dabei oft möglich, ohne dass dadurch Funktion oder Lebensdauer der Dichtung beeinträchtigt werden. Im Zweifelsfall erhalten Sie weitere Informationen von unserer Anwendungstechnik.

Toleranzen

Präzisions-O-Ringe von Parker werden in sehr engen Toleranzbereichen gefertigt. Die zulässigen Toleranzen sind genormt in der DIN ISO 3601-1. Die entsprechenden Toleranzen entnehmen Sie bitte den folgenden Tabellen. Die in den Tabellen enthaltenen zulässigen Toleranzen sind ausgelegt für O-Ringe aus Nitril-Butadien-Kautschuk (NBR) mit einer Härte von 70 IRHD. Für andere Werkstoffe können sich wegen unterschiedlichen Materialschwundes abweichende Toleranzgrößen und -lagen ergeben. Um die Toleranzen bei anderen Werkstoffen einhalten zu können, kann es notwendig sein, ein auf den entsprechenden Werkstoff abgestimmtes Werkzeug anzufertigen.

Bestellbeispiel

Innendurchmesser: 14,00 mm
 Schnurstärke: 1,78 mm
 Parker-Nr.: 2-015
 Werkstoff: N0674-70 (NBR, 70 Shore A)
 O-Ring, 14 × 1,78, 2-015, N0674-70

Schnurstärke d ₂ [mm]	Toleranz [mm]
0,80 < d ₂ ≤ 2,25 ¹⁾	± 0,08
2,25 < d ₂ ≤ 3,15 ¹⁾	± 0,09
3,15 < d ₂ ≤ 4,50	± 0,10
4,50 < d ₂ ≤ 6,30	± 0,13
6,30 < d ₂ ≤ 8,40	± 0,15

¹⁾ Gilt nur für Klasse B

Tab. 4.6 Schnurstärke-Toleranzen für O-Ringe

Berechnung der Innendurchmessertoleranz

$$\Delta d_1 = \pm [(d_1^{0,95} \times 0,009) + 0,11]$$

Die Gleichung kann auch zur Berechnung der Innendurchmessertoleranz (Klasse B) für O-Ringe angewandt werden.

Beispiel: Die Toleranz Δd_1 für den Innendurchmesser eines O-Rings mit $d_1 = 400$ mm

$$\Delta d_1 = \pm [(400^{0,95} \times 0,009) + 0,11]$$

$$\Delta d_1 = \pm [(296,45 \times 0,009) + 0,11]$$

$$\Delta d_1 = \pm 2,78 \text{ mm}$$

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

4.2 O-Ringe für Verschraubungen

Verschraubungen werden zum schnellen und sicheren Verbinden von Schlauch- oder Rohrleitungen mit einem Gewinde eingesetzt. Im Vergleich zu Flanschverbindungen fallen bei Verschraubungen keine Schweißarbeiten an, so dass diese in kleinen Nennweiten einfacher hergestellt werden können. Ihre Einsatzbereiche erstrecken sich bis zu einer Nennweite von DN 30 (1¼ Zoll) und Nenndrücken von bis zu mehreren 100 bar.

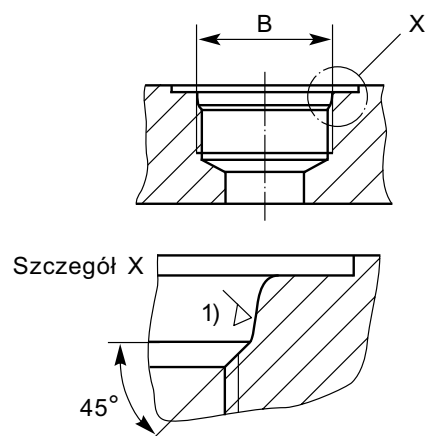
Man unterscheidet metallisch und weich dichtende Verbindungselemente. Weich dichtende Verschraubungen werden in praktisch allen Bereichen der Industrie eingesetzt. Dazu gehören neben Baumaschinen, Werkzeugmaschinen, hydraulischen Pressen und Kunststoffspritzgießmaschinen beispielsweise auch der Schiffsbau, die Schienentechnik und Offshore-Anwendungen.

Dichtungen für weichdichtende Verschraubungen werden vor allem aus NBR-, EPDM- und FKM-Werkstoffen gefertigt. Die Parker Engineered Materials Group bietet für Verschraubungen ED-Ringe, O-Ringe und Formteile in einer großen Vielfalt von Werkstoffen an. In Kombination mit hochwertigen Verbindungselementen sorgen sie für eine optimale Funktion, auch in extremen Einsatzfällen.

Die Vorteile einer weichen Dichtung sind unter anderem:

- Geringe Leckage, auch bei niedrigviskosen Medien
- Kompensation von Fertigungstoleranzen
- Leichte Handhabbarkeit
- Wiedermontierbarkeit

4.2.1 Einschraublöcher für Rohrverschraubungen für metrische Ausführungen nach DIN ISO 6149-1 und für UNF nach ISO 11926-1



¹⁾ Die Dichtfläche ist so herzustellen, dass weder Spiral- noch Längsriefen entstehen.

$R_{max.} = 6,3 \mu\text{m}$, $R_a = 1,6 \mu\text{m}$

Für die Ausführung der Ansenkung ist die Norm heranzuziehen.

Bild 4.1 Einschraubloch mit konischer Ansenkung

Ab Gewinde M 22 × 1,5 besteht bei hohen pulsierenden Drücken die Gefahr der Auspressung der in der Tabelle angegebenen NBR-O-Ringe. Für diese Betriebsbedingungen ist es empfehlenswert, die extrem extrusionsbeständigen Polyurethan-O-Ringe von Parker aus P5008 zu verwenden.

Metrisches Gewinde Abmessung B	O-Ring-Abmessung		Parker Bestell-Nr.
	d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	
M 8 × 1,0	6,1 ±0,2	1,6 ±0,08	6-1751
M 10 × 1,0	8,1 ±0,2	1,6 ±0,08	6-192
M 12 × 1,5	9,3 ±0,2	2,2 ±0,08	6-1730
M 14 × 1,5	11,3 ±0,2	2,2 ±0,08	6-1536
M 16 × 1,5	13,3 ±0,2	2,2 ±0,08	6-1936
M 18 × 1,5	15,3 ±0,2	2,2 ±0,08	6-940
M 20 × 1,5	17,3 ±0,22	2,2 ±0,08	6-1961
M 22 × 1,5	19,3 ±0,22	2,2 ±0,08	6-1975
M 27 × 2,0	23,6 ±0,24	2,9 ±0,09	6-942
M 30 × 2,0	26,6 ±0,26	2,9 ±0,09	auf Anfrage
M 33 × 2,0	29,6 ±0,29	2,9 ±0,09	auf Anfrage
M 42 × 2,0	38,6 ±0,37	2,9 ±0,09	auf Anfrage
M 48 × 2,0	46,6 ±0,43	2,9 ±0,09	auf Anfrage
M 60 × 2,0	56,6 ±0,51	2,9 ±0,09	auf Anfrage

Tab. 4.7 O-Ring-Abmessungen für ISO 6149

Werkstoff: NBR (Acryl-Nitril-Butadien-Kautschuk) extrusionsbeständig, N0552-90.

Bestellbeispiel: O-Ringe für Einschraubloch mit konischer Ansenkung nach ISO 6149, M 22 × 1,5: O-Ring 6-1975, N0552-90.

4.2.2 Dichtkegel 24° mit O-Ring nach DIN 3865 für Bohrungsform W nach DIN 3861

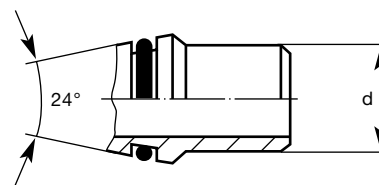


Bild 4.2 Dichtkegel 24° mit O-Ring: Form A für Schweißanschluss

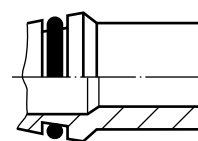


Bild 4.3 Dichtkegel 24° mit O-Ring: Form B für Schlauchanschluss

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

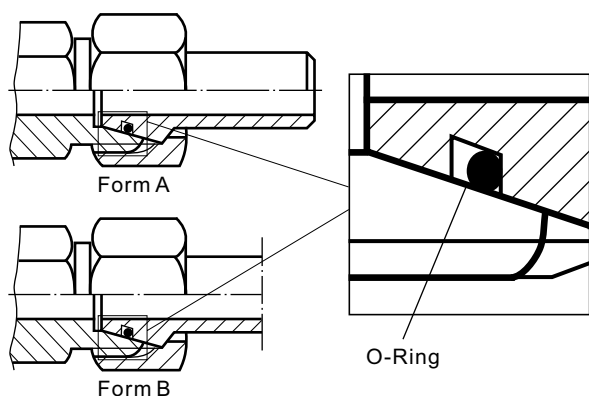


Bild 4.4 Zusammenbau

4.2.3 Einschraublöcher nach SAE J 514 APR 80, Gewinde nach SAE J 475 (ISO R 725)

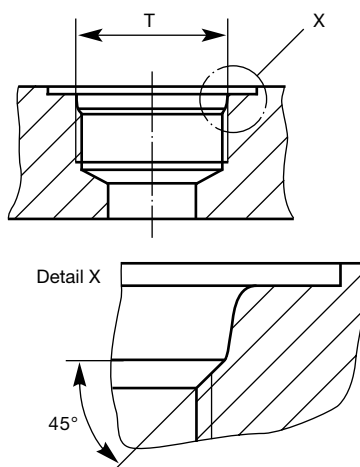


Bild 4.5

Reihe	Rohr-Außen- durchmesser	O-Ring-Abmessung		Parker Bestell-Nr.
	d [mm]	d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	
leicht	8	6,00	1,50	6-038
leicht	10	7,50	1,50	6-091
leicht	12	9,00	1,50	6-010
leicht	15	12,00	2,00	6-065
leicht	18	15,00	2,00	6-005
leicht	22	20,00	2,00	9-205
leicht	28	26,00	2,00	9-262
leicht	35	32,00	2,50	9-300
leicht	42	38,00	2,50	9-341
schwer	8	6,00	1,50	6-038
schwer	10	7,50	1,50	6-091
schwer	12	9,00	1,50	6-010
schwer	14	10,00	2,00	6-003
schwer	16	12,00	2,00	6-065
schwer	20	16,30	2,40	9-168
schwer	25	20,30	2,40	6-275
schwer	30	25,30	2,40	9-259
schwer	38	33,30	2,40	6-472

Tab. 4.8 O-Ring-Abmessungen für DIN 3865

Zollgewinde Abmessung T	Rohr- Außen- durch- messer	O-Ring-Abmessung		Parker Bestell-Nr.
		d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	
$\frac{5}{16}$ - 24	$\frac{1}{8}$	6,07	1,63	3-902
$\frac{3}{8}$ - 24	$\frac{3}{16}$	7,65	1,63	3-903
$\frac{7}{16}$ - 20	$\frac{1}{4}$	8,92	1,83	3-904
$\frac{1}{2}$ - 20	$\frac{5}{16}$	10,52	1,83	3-905
$\frac{9}{16}$ - 18	$\frac{3}{8}$	11,89	1,98	3-906
$\frac{3}{4}$ - 16	$\frac{1}{2}$	16,36	2,21	3-908
$\frac{7}{8}$ - 14	$\frac{5}{8}$	19,18	2,46	3-910
$1 \frac{1}{16}$ - 12	$\frac{3}{4}$	23,47	2,95	3-912
$1 \frac{3}{16}$ - 12	$\frac{7}{8}$	26,59	2,95	3-914
$1 \frac{5}{16}$ - 12	1	29,74	2,95	3-916
$1 \frac{5}{16}$ - 12	$1 \frac{1}{4}$	37,47	3,00	3-920
$1 \frac{7}{8}$ - 12	$1 \frac{1}{2}$	43,69	3,00	3-924
$2 \frac{1}{2}$ - 12	2	59,36	3,00	3-932

Tab. 4.9 O-Ring-Abmessungen für SAE J 514 SAE J 475

Werkstoff: NBR (Acryl-Nitril-Butadien-Kautschuk), extrusionsbeständig, N0552-90.

Bestellbeispiel: O-Ring nach DIN 3865 für Bohrungsform W nach DIN 3861, leichte Reihe, Rohraußendurchmesser 22 mm: O-Ring, 9-205, N0552-90.

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

4.2.4 Einschraublöcher nach MS 33649, Gewinde nach MIL-S-8879

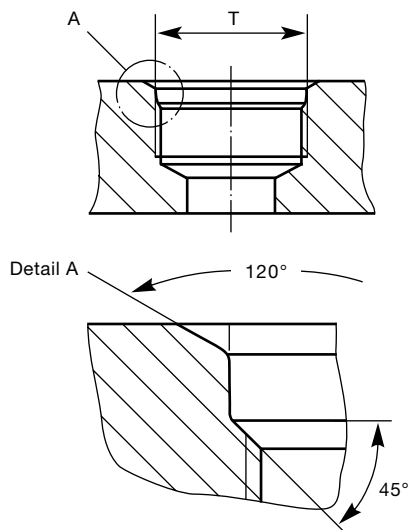


Bild 4.6

Gewinde Mil-S8879 Abmessung T	UNJF- 3B	Rohr- Außen- durch- messer	Rohr- Kenn- Nr.	O-Ring-Ab- messung		Parker Bestell- Nr.
				d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	
0,3125 - 24		0,125	2	6,07	1,63	3-902
0,3750 - 24		0,188	3	7,65	1,63	3-903
0,4375 - 20	●	0,250	4	8,92	1,83	3-904
0,5000 - 20		0,320	5	10,52	1,83	3-905
0,5625 - 18		0,375	6	11,89	1,98	3-906
0,6250 - 18		0,438	7	13,46	2,08	3-907
0,7500 - 16	●	0,500	8	16,36	2,21	3-908
0,8125 - 16	●	0,562	9	17,93	2,46	3-909
0,8750 - 14	●	0,625	10	19,18	2,46	3-910
1,0000 - 12	●	0,688	11	21,92	2,95	3-911
1,0625 - 12		0,750	12	23,47	2,95	3-912
1,1875 - 12		0,875	14	26,59	2,95	3-914
1,3125 - 12	●	1,000	16	29,74	2,95	3-916
1,5000 - 12	●	1,125	18	34,42	2,95	3-918
1,6250 - 12		1,250	20	37,47	3,00	3-920
1,8750 - 12		1,500	24	43,69	3,00	3-924
2,2500 - 12		1,750	28	53,09	3,00	3-928

Tab. 4.10 O-Ring-Abmessungen für MS 33649

4.2.5 O-Ring-Abdichtung für MS 33656 – Durchgangsverschraubungen

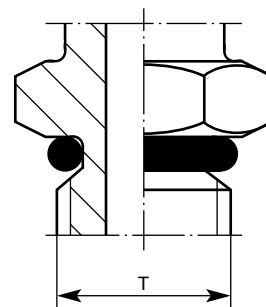


Bild 4.7

Zollgewinde Abmessung T	Rohr-Außen- durchmesser	O-Ring-Abmes- sung		Parker Bestell- Nr.
		d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	
5/16 - 24	1/8	6,07	1,63	3-902
3/8 - 24	3/16	7,65	1,63	3-903
7/16 - 20	1/4	8,92	1,83	3-904
1/2 - 20	5/16	10,52	1,83	3-905
9/16 - 18	3/8	11,89	1,98	3-906
3/4 - 16	1/2	16,36	2,21	3-908
7/8 - 14	5/8	19,18	2,46	3-910
1 1/16 - 12	3/4	23,47	2,95	3-912
1 3/16 - 12	7/8	26,59	2,95	3-914
1 5/16 - 12	1	29,74	2,95	3-916
1 5/16 - 12	1 1/4	37,47	3,00	3-920
1 7/8 - 12	1 1/2	43,69	3,00	3-924
2 1/2 - 12	2	59,36	3,00	3-932

Tab. 4.11 O-Ring-Abmessungen für MS 33656

4.3 Parbak®-Stützringe

4.3.1 Einführung

Stützringe werden in Verbindung mit O-Ringen verwendet, sind selbst jedoch keine Dichtungen. Der Querschnitt der O-Ringe ist im eingebauten Zustand diametral verformt, so dass durch die Rückfederungskraft die Dichtfunktion erzielt wird (Bild 4.8 links oben). Wird der O-Ring nun über das Medium mit Druck beaufschlagt, so wird er in Richtung des Spaltes zwischen den beiden Teilen verformt, wodurch die Dichtwirkung verbessert wird (Bild 4.8 rechts oben). Werden Grenzbedingungen erreicht (zu hoher Druck, zu großer Spalt), so wird der O-Ring in den Spalt gepresst (Bild 4.8 links unten). Bei noch weiter ansteigendem Druck (Bild 4.8 rechts unten) wird der O-Ring durch die Auspressung schließlich so beschädigt, dass er sich bei einer Druckentlastung nur noch zum Teil zurückverformen kann.

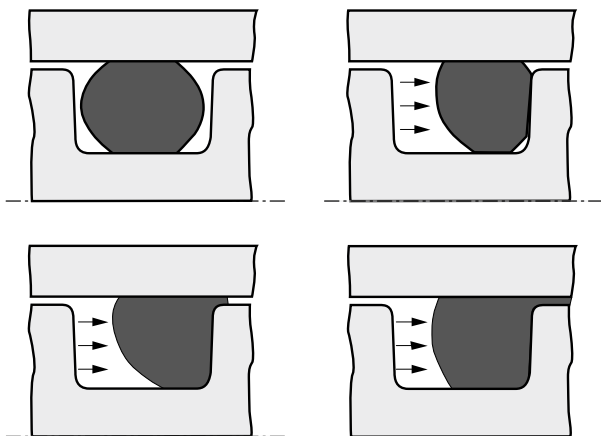


Bild 4.8

Wiederholt hohe Druckbeaufschlagungen führen schließlich zur völligen Zerstörung des O-Rings (siehe Kapitel 10.2 „Extrusion“). Dadurch wird das Versagen der Dichtung eingeleitet. Stützringe werden eingesetzt, um dies zu verhindern. Sie reduzieren den Spalt auf der druckabgewandten Seite der O-Ring-Abdichtung.

Parbak®-Stützringe von Parker sind profiliert, nahtlos und werden in engen Toleranzen gefertigt.

Die Kombination eines O-Rings mit einem Parbak®-Stützring hält viel höheren Drücken stand als ein O-Ring alleine (siehe Bild).

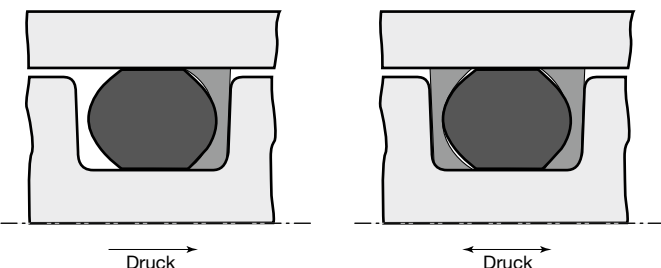


Bild 4.9 Wirkungsweise einer O-Ring-Parbak®-Kombination

Vorteile von Parbak®-Stützringen

Parbak®-Stützringe werden aus harten Elastomerwerkstoffen hergestellt. Dies führt in Verbindung mit ihrer Profilierung und der end- und nahtlosen Ausführung zu einem großen Widerstand gegen das Auspressen des O-Rings in den Spalt. Damit werden die Wirksamkeit und Lebensdauer der Dichtung erhöht und die Anwendungsmöglichkeiten erweitert.

- Die große Härte und das stützende Profil der Parbak®-Antiextrusionringe bewirken, dass der O-Ring selbst bei hohen Drücken annähernd rund bleibt (Bild 4.9). Dadurch wird die Dichtwirkung verbessert und vor allem bei höheren Drücken die Lebensdauer erhöht.
- Hinsichtlich des Auspressens stehen Druck und Spalt in Relation zueinander. Durch die Verwendung von Parbak®-Stützringen kann man deshalb entweder höhere Drücke beherrschen oder bei gleichem Druck größere Toleranzen – also größere Spalte – zulassen, wodurch die Herstellungskosten gesenkt werden können.
- Parbak®-Stützringe sind elastisch, da sie aus ähnlichen Elastomeren hergestellt sind wie O-Ringe. Sie können – obwohl sie endlos sind – gedehnt und daher leicht eingebaut werden.
- Parbak®-Stützringe sind endlos. Dadurch kann der O-Ring bei hohen und höchsten Drücken nicht durch scharfe Kanten wie bei geteilten Stützringen beschädigt werden. So ergibt sich bei der Verwendung von Parbak®-Stützringen gegenüber anderen Stützring-Ausführungen eine längere Lebensdauer.
- Parbak®-Stützringe sind im Vergleich zu anderen Stützringen preiswert.
- Parbak®-Stützringe sind aus weitgehend abriebfesten Werkstoffen gefertigt. Dies ist für die Schmierung und damit für die Lebensdauer der Dichtung von Bedeutung, da kleinste Oberflächenporen und Unebenheiten der Gegenauflflächen als „Schmirtaschen“ frei bleiben. Parbak®-Stützringe unterstützen sogar die Schmierung. Der Parbak®-Werkstoff absorbiert eine kleine Menge des Mediums, die dann zwischen dem O-Ring und dem Stützring festgehalten wird und so die bewegten Oberflächen mit einem Schmierfilm versieht. Im Gegensatz dazu füllen einige andere Arten von Stützringen (z.B. PTFE-Typen) die mikrofeinen Metallporen und hinterlassen eine glatte, wachsgleiche Oberfläche, die ein Haften des Schmiermittels verhindert und zu einem schnellen Verschleiß des O-Rings führt. Diese Gefahr besteht bei der Verwendung von Parbak®-Stützringen nicht.

Konstruktionshinweise

1. Ein Kriterium für den Verschleiß von O-Ringen im dynamischen Einsatz ist die Härte. Am besten eignen sich Werkstoffe mit einer Härte von 70 bis 80 Shore A. Härtere O-Ringe passen sich weniger den Unregelmäßigkeiten der Oberfläche an, wodurch vor allem bei niedrigen Drücken und im drucklosen Zustand Neigung zu Leckage besteht. Außerdem haben härtere O-Ringe eine größere Anfahrreibung und sind dadurch einem stärkeren Verschleiß unterworfen. O-Ringe mit einer geringeren Härte als 70 bis 80 Shore A haben zwar eine geringere Anfahrreibung, sind jedoch weniger abriebbeständig.

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

- Weichere O-Ringe im Härtebereich von 70 bis 80 Shore A bieten günstigere Dichteigenschaften als sehr harte O-Ringe, können jedoch bei hohen Drücken durch Auspressung beschädigt werden. In Kombination mit Parbak®-Stützringen können auch weichere O-Ringe bei hohen Drücken sicher eingesetzt werden.
- Die Bestellnummern der Parbak®-Stützringe entsprechen der Größenbezeichnung von Parker-O-Ringen der Serie 2-xxx, mit denen sie eingebaut werden. Der zu einem O-Ring passende Stützring lässt sich also sehr leicht ermitteln. Die Bezeichnung eines Stützrings aus dem Standard-Werkstoff N0300-90 für einen O-Ring der Größe 2-211 ist z.B. 8-211 N0300-90.
- Entnehmen Sie bitte die Nutbreite b_1 beziehungsweise b_2 der Tab. 4.12.
- Die Oberflächengüte der Kontaktfläche bei wechselseitig bewegten Dichtungen empfehlen wir entsprechend den Angaben in Tabelle 4.13. Allgemein ist die Lebensdauer des O-Rings und der Stützringe um so höher, je besser die Oberflächengüte ist. Oberflächen sollten jedoch keine kleinere Rauhtiefe als $R_{max} = 0,5 \mu\text{m}$ haben, da sie sonst zu glatt sind, um das Haften des Schmiermittels zu ermöglichen. Eine nicht ausreichende Schmierung kann zu einem schnellen Verschleiß des O-Rings führen.
- Wenn möglich, sollten immer zwei Stützringe verwendet

werden, um Montagefehler zu vermeiden.

- Bei einseitiger Druckbeaufschlagung und wenn nur ein Stützring verwendet wird, ist der O-Ring in Druckrichtung gesehen vor dem Stützring einzubauen. Also: Druck – O-Ring – Stützring (mit profilierter Seite zum O-Ring).
- Die O-Ring-Nut sollte einen möglichst kleinen Eckenradius R am Nutgrund aufweisen. Den Festigkeitsbedingungen und der Bearbeitbarkeit der Teile muss dabei natürlich Rechnung getragen werden.
- Der O-Ring muss entsprechend seiner beabsichtigten Verwendung ausgewählt werden, wobei alle Faktoren wie Druck, Temperatur, abzudichtendes Medium, Geschwindigkeit, Größe usw. zu berücksichtigen sind.

Stützring Abmessung	W [mm]	Nutbreite b_1 ein Stützring [mm]	Nutbreite b_2 zwei Stützringe [mm]
8-006 - 8-050	1,35	3,5 - 3,7	4,6 - 4,8
8-102 - 8-178	2,18	4,7 - 4,9	5,8 - 6,0
8-201 - 8-284	3,00	5,8 - 6,0	6,8 - 7,0
8-309 - 8-395	4,65	8,7 - 8,9	10,2 - 10,4
8-425 - 8-475	5,99	12,0 - 12,2	14,4 - 14,6

Tab. 4.12 Veränderte Nutbreiten bei der Verwendung von Parbak®-Stützringen

Oberfläche	Druck	Ruhende Abdichtung		Bewegte Abdichtung	
		Oberflächenrauheit, Traganteil $t_p > 50\%$		Oberflächenrauheit, Traganteil $t_p > 50\%$	
		R_a	R_{max}	R_a	R_{max}
A Kontaktfläche	nicht pulsierend	1,6	6,3	0,4	1,6
A Kontaktfläche	pulsierend	0,8	3,2	0,4	1,6
B Nutgrund und -seiten	nicht pulsierend	3,2	12,5	1,6	6,3
B Nutgrund und -seiten	pulsierend	1,6	6,3	1,6	6,3

Tab. 4.13 Oberflächengüten für O-Ring Abdichtungen

Zulässige Druckbereiche

Das Diagramm in Bild 4.10 zeigt die Auspresskurven für O-Ringe aus Elastomeren unterschiedlicher Härte in Abhängigkeit vom jeweiligen Betriebsdruck und vom max. möglichen Durchmesser-spiel. Muss mit dem sog. „Atmen“ gerechnet werden, was z.B. bei einem Zylinder unter sehr hohem Druck der Fall sein kann, so muss dies zusätzlich berücksichtigt werden.

Beispiel: O-Ring-Werkstoff N0674-70 (70 Shore A)

Betriebsdruck: 100 bar

Durchmesserspiel: 0,36 mm max. nach den Zeichnungstoleranzen, 0,40 mm beim „Atmen“

Beim Schnittpunkt der senkrechten Linie für 0,4 mm Durchmesser-spiel mit der Kurve für eine Härte von 70 Shore A ergibt sich ein Betriebsdruck von etwa 38 bar. Ohne Stützringe wird dieser O-Ring also bei einem Druck über 38 bar in den Spalt gepresst, was zur Zerstörung des O-Rings führt. Werden dagegen Parbak®-Stützringe verwendet (Normalhärte 90 Shore A), so findet man in dem Diagramm einen zulässigen Druck von etwa 140 bar.

Gegenüber den im Diagramm angegebenen Werten für den zulässigen Druck bzw. das max. mögliche Durchmesser-spiel ist je nach Einsatzbedingungen ein Sicherheitsfaktor empfehlenswert, um Einflüsse zu berücksichtigen, die sich zusätzlich negativ auf die Auspressung auswirken können.

Werkstoffe

Parbak®-Stützringe von Parker werden standardmäßig aus dem Elastomer-Werkstoff N0300-90 gefertigt, einem Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR) mit einer Härte von 90 Shore A. Er verfügt über vorteilhafte Eigenschaften für eine Vielzahl von Anwendungen:

- Großer Temperaturbereich
- Richtige Härte
- Lange Lebensdauer
- Beständigkeit gegen eine Vielzahl von Flüssigkeiten

N0300-90 ist beständig gegen nahezu alle Hydraulikflüssigkeiten, ausgenommen schwer entflammable Medien wie z.B. Skydrol, Pydraul, Houghto-Safe® und Hydrodrive. Der Werkstoff eignet sich für Einsatztemperaturen von -55 bis +105 °C.

Weitere Werkstoffe

Für besondere Anforderungen, die durch den Standardwerkstoff nicht abgedeckt werden können, stehen Spezialwerkstoffe zur Verfügung. Dies sind beispielsweise E3804-90 (Ethylen-Propylen) oder V0709-90 (Fluorkarbon).

Nachfolgend aufgelistet finden Sie die Standardgrößen der Parbak®-Stützringe (Serie 8-xxx) mit den Maßen A, M, R, T und W (Bild 4.11).

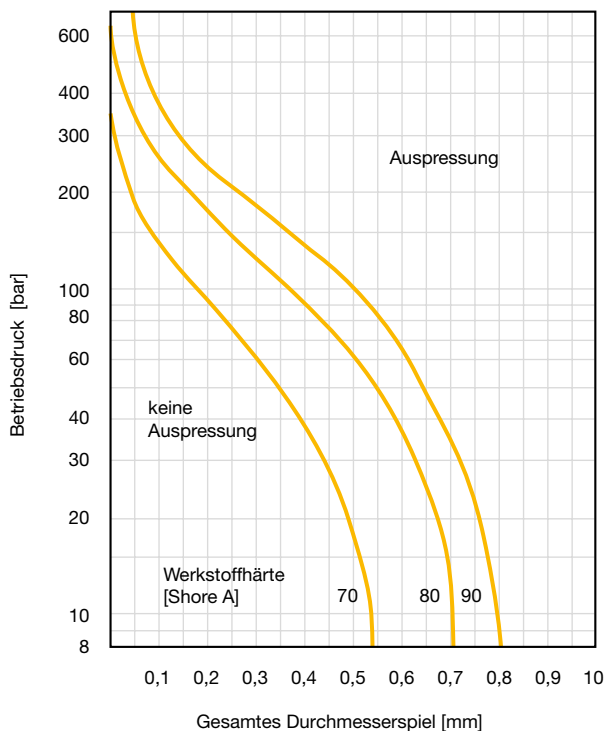


Bild 4.10 Diagramm zur Auslegung von ruhenden O-Ring Abdichtungen

Bitte beachten Sie:

1. Das Diagramm basiert auf 100.000 Druckzyklen bei 60 Zyklen / min.
2. Bei Fluorsilikon- und Silikonwerkstoffen muss die angegebene zulässige Spaltweite halbiert werden.
3. Das Diagramm gilt für Temperaturen bis zu 70 °C.
4. Zylinderausdehnungen unter Druck sind nicht berücksichtigt.

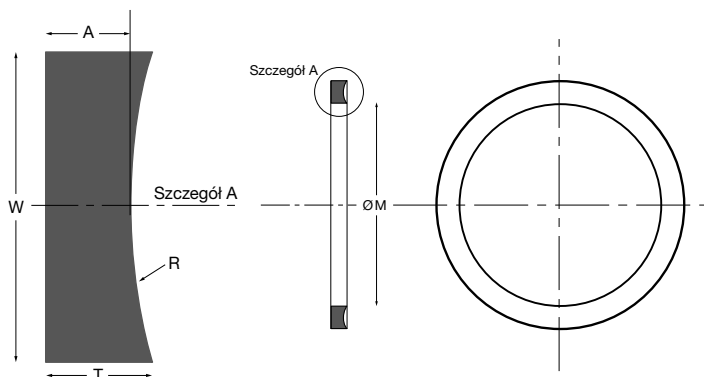


Bild 4.11 Parbak®-Stützring

Parbak®-Stützringe 8-xxx-Größen

Parker Nr.	M [mm]	W ^{=0,08} [mm]
8-004	2,44	1,35
8-005	3,23	1,35
8-006	3,56	1,35
8-007	4,34	1,35
8-008	5,13	1,35
8-009	5,94	1,35
8-010	6,73	1,35
8-011	8,31	1,35
8-012	9,91	1,35
8-013	11,56	1,35
8-014	13,16	1,35
8-015	14,73	1,35
8-016	16,33	1,35
8-017	17,91	1,35
8-018	19,51	1,35
8-019	21,08	1,35
8-020	22,68	1,35
8-021	24,26	1,35
8-022	25,86	1,35
8-023	27,43	1,35
8-024	29,03	1,35
8-025	30,61	1,35
8-026	32,21	1,35
8-027	33,78	1,35
8-028	35,38	1,35
8-029	38,56	1,35
8-030	41,73	1,35
8-031	44,91	1,35
8-032	48,08	1,35
8-033	51,26	1,35
8-034	54,43	1,35
8-035	57,61	1,35
8-036	60,78	1,35
8-037	63,96	1,35
8-038	67,13	1,35
8-039	70,31	1,35
8-040	73,48	1,35
8-041	76,66	1,35
8-042	83,01	1,35
8-043	89,36	1,35
8-044	95,71	1,35
8-045	102,06	1,35
8-046	108,41	1,35
8-047	114,76	1,35
8-048	121,11	1,35
8-049	127,46	1,35
8-050	133,81	1,35

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	M [mm]	W ^{±0,08} [mm]
8-102	1,96	2,18
8-103	2,77	2,18
8-104	3,56	2,18
8-105	4,34	2,18
8-106	5,13	2,18
8-107	5,94	2,18
8-108	6,73	2,18
8-109	8,31	2,18
8-110	9,91	2,18
8-111	11,48	2,18
8-112	13,08	2,18
8-113	14,66	2,18
8-114	16,26	2,18
8-115	17,83	2,18
8-116	19,43	2,18
8-117	21,11	2,18
8-118	22,68	2,18
8-119	24,28	2,18
8-120	25,86	2,18
8-121	27,46	2,18
8-122	29,03	2,18
8-123	30,63	2,18
8-124	32,21	2,18
8-125	33,81	2,18
8-126	35,38	2,18
8-127	36,98	2,18
8-128	38,56	2,18
8-129	40,16	2,18
8-130	41,73	2,18
8-131	43,33	2,18
8-132	44,91	2,18
8-133	46,51	2,18
8-134	48,08	2,18
8-135	49,68	2,18
8-136	51,26	2,18
8-137	52,86	2,18
8-138	54,43	2,18
8-139	56,03	2,18
8-140	57,61	2,18
8-141	59,21	2,18
8-142	60,78	2,18
8-143	62,38	2,18
8-144	63,96	2,18
8-145	65,56	2,18
8-146	67,13	2,18
8-147	68,73	2,18
8-148	70,31	2,18
8-149	71,91	2,18

Parker Nr.	M [mm]	W ^{±0,08} [mm]
8-150	73,48	2,18
8-151	76,66	2,18
8-152	83,01	2,18
8-153	89,36	2,18
8-154	95,71	2,18
8-155	102,06	2,18
8-156	108,41	2,18
8-157	114,76	2,18
8-158	121,11	2,18
8-159	127,46	2,18
8-160	133,81	2,18
8-161	140,16	2,18
8-162	146,51	2,18
8-163	152,86	2,18
8-164	159,21	2,18
8-165	165,56	2,18
8-166	171,91	2,18
8-167	178,26	2,18
8-168	184,61	2,18
8-169	190,96	2,18
8-170	197,31	2,18
8-171	203,66	2,18
8-172	210,01	2,18
8-173	216,36	2,18
8-174	222,71	2,18
8-175	229,06	2,18
8-176	235,41	2,18
8-177	241,76	2,18
8-178	248,11	2,18

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	M [mm]	W ^{±0,1} [mm]
8-201	5,13	3
8-202	6,73	3
8-203	8,3	3
8-204	9,9	3
8-205	11,56	3
8-206	13,16	3
8-207	14,73	3
8-208	16,33	3
8-209	17,9	3
8-210	19,46	3
8-211	21,03	3
8-212	22,63	3
8-213	24,21	3
8-214	25,81	3
8-215	27,38	3
8-216	28,98	3
8-217	30,56	3
8-218	32,16	3
8-219	33,88	3
8-220	35,48	3
8-221	37,06	3
8-222	38,66	3
8-223	41,83	3
8-224	45,01	3
8-225	48,18	3
8-226	51,36	3
8-227	54,53	3
8-228	57,71	3
8-229	60,88	3
8-230	64,06	3
8-231	66,83	3
8-232	70	3
8-233	73,18	3
8-234	76,35	3
8-235	79,53	3
8-236	82,7	3
8-237	85,88	3
8-238	89,05	3
8-239	92,23	3
8-240	95,4	3
8-241	98,58	3
8-242	101,75	3
8-243	104,93	3
8-244	108,1	3
8-245	111,28	3
8-246	114,45	3
8-247	117,63	3
8-248	121,11	3

Parker Nr.	M [mm]	W ^{±0,1} [mm]
8-249	124,28	3
8-250	127,46	3
8-251	130,63	3
8-252	133,81	3
8-253	136,98	3
8-254	140,16	3
8-255	143,33	3
8-256	146,51	3
8-257	149,68	3
8-258	152,86	3
8-259	159,21	3
8-260	165,56	3
8-261	171,91	3
8-262	178,26	3
8-263	184,61	3
8-264	190,96	3
8-265	197,31	3
8-266	203,66	3
8-267	210,01	3
8-268	216,36	3
8-269	222,71	3
8-270	229,06	3
8-271	235,41	3
8-272	241,76	3
8-273	248,11	3
8-274	254,46	3
8-275	267,16	3
8-276	279,86	3
8-277	292,56	3
8-278	305,26	3
8-279	330,66	3
8-280	356,05	3
8-281	381,46	3
8-282	406,12	3
8-283	431,52	3
8-284	456,92	3

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	M [mm]	W ^{±0,13} [mm]
8-309	11,43	4,65
8-310	13,03	4,65
8-311	14,6	4,65
8-312	16,2	4,65
8-313	17,78	4,65
8-314	19,38	4,65
8-315	20,96	4,65
8-316	22,56	4,65
8-317	24,13	4,65
8-318	25,73	4,65
8-319	27,31	4,65
8-320	28,91	4,65
8-321	30,42	4,65
8-322	32,08	4,65
8-323	33,43	4,65
8-324	35,26	4,65
8-325	38,43	4,65
8-326	41,61	4,65
8-327	44,78	4,65
8-328	47,96	4,65
8-329	51,13	4,65
8-330	54,31	4,65
8-331	57,61	4,65
8-332	60,78	4,65
8-333	63,96	4,65
8-334	67,13	4,65
8-335	70,31	4,65
8-336	73,48	4,65
8-337	76,66	4,65
8-338	79,83	4,65
8-339	83,13	4,65
8-340	86,31	4,65
8-341	89,48	4,65
8-342	92,66	4,65
8-343	95,83	4,65
8-344	99,01	4,65
8-345	102,31	4,65
8-346	105,49	4,65
8-347	108,66	4,65
8-348	111,84	4,65
8-349	115,01	4,65
8-350	118,19	4,65
8-351	121,36	4,65
8-352	124,54	4,65
8-353	127,71	4,65
8-354	130,89	4,65
8-355	134,09	4,65
8-356	137,24	4,65

Parker Nr.	M [mm]	W ^{±0,13} [mm]
8-357	140,41	4,65
8-358	143,59	4,65
8-359	146,76	4,65
8-360	149,94	4,65
8-361	153,11	4,65
8-362	159,46	4,65
8-363	165,81	4,65
8-364	172,16	4,65
8-365	178,51	4,65
8-366	184,86	4,65
8-367	191,21	4,65
8-368	197,56	4,65
8-369	203,91	4,65
8-370	210,26	4,65
8-371	216,61	4,65
8-372	222,96	4,65
8-373	229,31	4,65
8-374	235,66	4,65
8-375	242,01	4,65
8-376	248,36	4,65
8-377	254,71	4,65
8-378	267,41	4,65
8-379	280,11	4,65
8-380	292,81	4,65
8-381	305,51	4,65
8-382	330,91	4,65
8-383	356,31	4,65
8-384	381,71	4,65
8-385	406,6	4,65
8-386	432	4,65
8-387	457,4	4,65
8-388	482,75	4,65
8-389	508,15	4,65
8-390	533,55	4,65
8-391	558,95	4,65
8-392	584,02	4,65
8-393	609,42	4,65
8-394	634,82	4,65
8-395	660,22	4,65

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	M [mm]	W ^{±0,15} [mm]
8-425	115,6	5,99
8-426	118,77	5,99
8-427	121,95	5,99
8-428	125,2	5,99
8-429	128,3	5,99
8-430	131,47	5,99
8-431	134,65	5,99
8-432	137,82	5,99
8-433	141	5,99
8-434	144,17	5,99
8-435	147,35	5,99
8-436	150,52	5,99
8-437	153,7	5,99
8-438	159,36	5,99
8-439	165,71	5,99
8-440	172,06	5,99
8-441	178,41	5,99
8-442	184,76	5,99
8-443	191,11	5,99
8-444	197,46	5,99
8-445	203,81	5,99
8-446	216,51	5,99
8-447	229,21	5,99
8-448	241,91	5,99
8-449	254,61	5,99
8-450	267,31	5,99
8-451	280,01	5,99
8-452	292,71	5,99
8-453	305,41	5,99
8-454	318,11	5,99
8-455	330,81	5,99
8-456	343,51	5,99
8-457	356,21	5,99
8-458	368,91	5,99
8-459	381,61	5,99
8-460	394,31	5,99
8-461	406,5	5,99
8-462	419,2	5,99
8-463	431,9	5,99
8-464	444,6	5,99
8-465	457,3	5,99
8-466	470	5,99
8-467	482,7	5,99
8-468	495,4	5,99
8-469	508,1	5,99
8-470	533,5	5,99
8-471	558,9	5,99
8-472	584,3	5,99

Parker Nr.	M [mm]	W ^{±0,15} [mm]
8-473	609,7	5,99
8-474	635,1	5,99
8-475	660,5	5,99

Tab. 4.14

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Sonstige Abmessungen			
Parker Nr.	R	T	A
	[mm]	[mm]	[mm]
004-050	2,21	1,24	1,14
102-178	3,28	1,35	1,14
201-284	4,42	1,27	1,02
309-395	6,65	1,93	1,52
425-475	8,74	2,97	2,44

Tab. 4.15

Maßtoleranzen	
Parker Nr.	M ±
004-009	0,15 mm
009-012	0,18 mm
012-019	0,23 mm
020-029	1,00 %
030-041	0,86 %
042-050	0,78 %
102-107	0,15 mm
108-110	0,18 mm
111-117	0,25 mm
118-128	1,10 %
129-151	0,95 %
152-164	0,78 %
165-178	0,74 %
201-204	0,18 mm
204-211	0,25 mm
212-227	1,10 %
228-235	0,90 %
236-259	0,78 %
260-277	0,74 %
278-284	0,67 %
309-315	0,25 mm
316-325	1,10 %
326-338	0,95 %
339-362	0,78 %
363-380	0,74 %
381-395	0,67 %
425-438	0,78 %
439-452	0,74 %
453-475	0,67 %

Tab. 4.16

Maßtoleranzen	
Parker Nr.	A ± mm
004-284	0,08
309-325	0,10
425-475	0,13

Tab. 4.17

Bestellhinweise

1. Bei Bestellung ist immer Größe und Werkstoff anzugeben, z. B. 8-130, N0300-90.
2. Die Bestellnummern für Parbak®-Stützringe entsprechen der Größenbezeichnung der Parker-O-Ringe der Serie 2-xxx, mit denen sie zusammen eingebaut werden, z.B. 8-211, N0300-90.

5.1 Gummi-Formteile

Als Hersteller von Präzisions-Dichtungen verfügt Parker über umfassende Erfahrung in der Entwicklung und Verarbeitung von Elastomer-Werkstoffen in hoher Präzision.

Damit ist es möglich, auch Sonderformteile nach Kundenplänen zu fertigen. Parker liefert Elastomer-Formteile in unterschiedlichsten Branchen, wie die Automobil-, Elektronik-, Mess- und Regeltechnik-, Medizin-, Luftfahrt-, Lebensmittel-, Hydraulik-, Pneumatik- und Haushaltsgeräte-Industrie.

Um den Aufwand von der Planung bis zur Serienreife eines Formteils möglichst gering zu halten, bietet Parker Kunden bereits in der Konstruktionsphase entsprechende Unterstützung an. So können Kosten bereits durch die konstruktive Gestaltung des Formteils gesenkt und eventuelle Fertigungsschwierigkeiten rechtzeitig erkannt werden.

Breites Angebot an Werkstoffen

Ist die Funktionalität der Formgebung gesichert, entscheidet die richtige Werkstoffauswahl über die Lebensdauer des Bauteils. Besonders bei Gummiteilen erfordert die Werkstoffauswahl die genauen Kenntnisse der Einsatzbedingungen, da sich Elastomer-Werkstoffe untereinander stark in ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften unterscheiden. Parker verfügt über eine breite Palette an Werkstoffen, die sich in den unterschiedlichsten Anwendungen bewährt haben. Somit erhält der Kunde den für seinen Einsatzfall optimalen Werkstoff.

Verarbeitung in engen Toleranzen

Der eigene Werkzeugbau ermöglicht die Formenherstellung in engen Toleranzen nach Erkenntnissen, die aus der jahrelangen Verarbeitung von Gummi-Werkstoffen gewonnen wurden. Dadurch ist die Wahl des Fertigungsverfahrens flexibel und kann auf die technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen ausgerichtet werden.

Qualität

Qualitätssicherung fängt bei der Produktentwicklung an und hört bei der Verpackungs- und Versandkontrolle auf. Sieben wesentliche Kontrollpunkte dienen zur Sicherung einwandfreier Qualität:

1. Wareneingangskontrolle der Rohmaterialien
2. Mischungskontrolle (Batch-Nummern-System)
3. Kontrolle der Produktionsanlage
4. Überwachung der Fertigung anhand prozessrelevanter Merkmale
5. 100%ige Sichtkontrolle
6. Statistische Endkontrolle
7. Kontrolle der Verpackung sowie des Versands

Nur wenn all diese Kontrollen einwandfrei passiert werden, entspricht das Produkt der geforderten Parker-Qualität.

5.2 Montagefette und Schmiermittel

Schmierfette bzw. Schmieröle werden in allen Arten von O-Ring-Abdichtungen eingesetzt, um den Einbau des O-Rings zu erleichtern, die Reibung zu verringern und die Lebensdauer zu erhöhen.

Den größten Nutzen bieten zweifellos Schmiermittel für O-Ring-Abdichtungen bei der Montage. Die Kräfte beim Einbau können dadurch wesentlich reduziert werden, gleichzeitig wird das Risiko verringert, dass der O-Ring verdreht oder beschädigt wird. Fehlerhaft montierte O-Ringe können der Grund für den vorzeitigen Ausfall einer O-Ring-Abdichtung sein (siehe Kapitel „Einbauhinweise“).

Besonders bei dynamischen Anwendungen in der Pneumatik sollte auf Schmiermittel nicht verzichtet werden. Bei der Auswahl von Schmierstoffen sollten folgende Anforderungen erfüllt werden:

1. Das Schmiermittel bzw. dessen Additive dürfen keine Quellung oder Schrumpfung des Elastomers verursachen.
2. Die Schmierfähigkeit muss über den gesamten Temperaturbereich erhalten bleiben, d. h. das Schmiermittel darf bei hohen Temperaturen nicht zu dünnflüssig und bei tiefen Temperaturen nicht zu fest werden.
3. Es dürfen sich keine Bestandteile abspalten, die Ablagerungen auf den Gleitflächen bilden.
4. Das Schmiermittel soll einen gut haftenden Gleitfilm bilden, den der O-Ring nicht wegwischen kann.
5. Die Verträglichkeit mit dem Arbeitsmedium im System muss vorausgesetzt werden.
6. Das Schmiermittel darf die im System vorhandenen Filter nicht blockieren.

Parker bietet zwei Schmierstoffe an, die einen weiten Bereich der Anwendungsbreite von Fetten und Ölen in der Dichtungstechnik abdecken: Parker O-Lube und Parker Super-O-Lube.

Parker O-Lube

Parker O-Lube ist ein bariumverseiftes Schmiermittel auf Mineralölbasis, das die Montage erleichtert und die Lebensdauer einer Gummi-Dichtung verlängert.

Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn sowohl die Dichtung als auch die Oberflächen, über die sie gleitet, damit eingefettet werden.

Parker O-Lube besitzt eine gute Oberflächenhaftung und Schmierfähigkeit bei gleichzeitig guter Widerstandsfähigkeit gegen Wasser.

Besonders empfohlen wird das Schmiermittel in Niederdrucksystemen für wechselwirkende und mit geringer Geschwindigkeit oszillierende oder rotierende Dichtungen.

Parker O-Lube wird nicht empfohlen in Systemen mit Mikrofiltern oder bei nicht mineralölbeständigen Dichtungen (Butyl, Ethylen-Propylen).

Parker O-Lube ist in 110-g-Tuben oder in 16-kg-Eimern erhältlich:

Parker-Bestell-Nr. 110-g-Tube: 30001000001

Parker-Bestell-Nr. 16-kg-Eimer: 30001000002

5 Weitere Produkte und Zubehör



Bild 5.1 Parker O-Lube

Technische Daten

- Basisbestandteile: 80 % mineralölbasierendes Fett, ca. 20 % Bariumstearat, max. 0,2 % Wasser
- Stockpunkt: -4 °C
- Flammpunkt: 224 °C
- empfohlener Temperaturbereich: -30 bis 120 °C

Parker Super-O-Lube

Parker Super-O-Lube ist ein Schmierstoff auf Silikonbasis als Ergänzung zu Parker O-Lube und ist mit allen Elastomeren verträglich. (Bei Elastomeren auf Silikonbasis darf es nur als dünner Film aufgetragen werden.) Dieser Schmierstoff besitzt eine besonders gute Haftwirkung auf Gummi- und Metalloberflächen und zeichnet sich durch einen breiten Temperaturbereich aus. Parker Super-O-Lube bietet zusätzlich ungesättigten Polymeren, z.B. Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR), einen verbesserten Schutz vor Alterung, d.h. vor der Einwirkung durch Witterung oder Ozon.

Als dünner Film aufgetragen führt Super-O-Lube zu besseren Ergebnissen. Es ist für eine Vielzahl von Medien geeignet, da es sehr reaktionsträge ist. Super-O-Lube kann bei hohen Drücken ebenso verwendet werden wie in Vakuum-Systemen.

Super-O-Lube ist nicht toxisch und kann in Systemen mit Mikrofiltern (bis zu 30 µm) eingesetzt werden. Parker Super-O-Lube ist wahlweise in 55-g-Tuben und in 3,6-kg oder 18-kg-Eimern erhältlich:

Parker-Bestell-Nr. 55-g-Tube: 31001100001

Parker-Bestell-Nr. 3,6-kg-Dose: 31001100002

Parker-Bestell-Nr. 18-kg-Dose: 31001100003



Bild 5.2 Parker Super-O-Lube

Technische Daten

- Basisbestandteil: Silikonfett
- Stockpunkt: -33 °C
- Flammpunkt: 321 °C
- empfohlener Temperaturbereich: -55 °C bis 200 °C

5.3 O-Ring-Kits

Hier ist der richtige O-Ring stets griffbereit: Der handliche Koffer mit O-Ringen ist ideal für Reparatur, Montage und Werkstatt. Parker führt ihn in verschiedenen Versionen: mit O-Ringen in ausgewählten zölligen und metrischen Standard-Abmessungen in den entsprechenden Werkstoffen oder mit dem Inhalt, der dem Wunsch bzw. Bedarf des Kunden entspricht. Kompakt, übersichtlich und immer bereit – die erprobte Ausrüstung für den schnellen Einsatz.

5.3.1 O-Ring-Kit Nr. 2

Das O-Ring-Kit Nr. 2 enthält 492 O-Ringe in 37 verschiedenen Zoll-Abmessungen. Alle O-Ringe sind aus bewährten Parker-Werkstoffen gefertigt. Das Kit ist in drei verschiedenen Werkstoffvarianten verfügbar:

Basiselastomer: NBR
 Parker-Werkstoff: N0552-90
 Härte: Shore A 90
 Parker-Bestell-Nr.: 360402N0552

Basiselastomer: NBR
 Parker-Werkstoff: N0674-70
 Härte: Shore A 70
 Parker-Bestell-Nr.: 360402N0674

Basiselastomer: FKM (Viton)
 Parker-Werkstoff: V0747-75
 Härte: Shore A 75
 Parker-Bestell-Nr.: 360402V0747



Bild 5.3 O-Ring-Kit Nr. 2

O-Ring-Kit Nr. 2 – Inhalt				
Nr.	Parker Nr.	Abmessung		Menge
		d ₁	d ₂	
1	2-006	2,90	× 1,78	32
2	2-007	3,68	× 1,78	32
3	2-008	4,47	× 1,78	32
4	2-009	5,28	× 1,78	32
5	2-010	6,07	× 1,78	32
6	2-011	7,65	× 1,78	32
7	2-012	9,25	× 1,78	32
8	2-110	9,19	× 2,62	13

5 Weitere Produkte und Zubehör

O-Ring-Kit Nr. 2 – Inhalt				
Nr.	Parker Nr.	Abmessung		Menge
		d ₁	d ₂	
9	2-111	10,77	× 2,62	13
10	2-112	12,37	× 2,62	13
11	2-113	13,94	× 2,62	13
12	2-114	15,54	× 2,62	13
13	2-115	17,12	× 2,62	13
14	2-116	18,72	× 2,62	13
15	2-210	18,64	× 3,53	9
16	2-211	20,22	× 3,53	9
17	2-212	21,82	× 3,53	9
18	2-213	23,39	× 3,53	9
19	2-214	24,99	× 3,53	9
20	2-215	26,57	× 3,53	9
21	2-216	28,17	× 3,53	9
22	2-217	29,74	× 3,53	9
23	2-218	31,34	× 3,53	9
24	2-219	32,92	× 3,53	9

O-Ring-Kit Nr. 2 – Inhalt				
Nr.	Parker Nr.	Abmessung		Menge
		d ₁	d ₂	
25	2-220	34,52	× 3,53	9
26	2-221	36,09	× 3,53	9
27	2-222	37,69	× 3,53	9
28	2-325	37,47	× 5,33	6
29	2-326	40,64	× 5,33	6
30	2-327	43,82	× 5,33	6
31	2-328	46,99	× 5,33	6
32	2-329	50,17	× 5,33	6
33	2-330	53,34	× 5,33	6
34	2-331	56,52	× 5,33	6
35	2-332	59,69	× 5,33	6
36	2-333	62,87	× 5,33	6
37	2-334	66,04	× 5,33	6

Tab. 5.1 Inhalt des O-Ring-Kits Nr. 2

Basis-elastomer	Parker-Werkstoff	Härte	Farbe	Allgemeine Einsatzempfehlung ¹⁾
		[Shore A]		
NBR	N0674-70	70	schwarz	<ul style="list-style-type: none"> • Standard-Werkstoff • allgemein in der Hydraulik und Pneumatik einsetzbar für Hydrauliköle, Wasserglykole (HFC-Flüssigkeiten), Öl-in-Wasser-Emulsionen (HFA-Flüssigkeiten) • Wasserglykole, (HFC- und Öl in Wasser-Emulsionen (HFA-beständig gegen Mineralöle und Mineralölprodukte, • beständig gegenüber Mineralölen und Mineralölprodukten, tierischen und pflanzlichen Fetten
NBR	N0552-90	90	schwarz	<ul style="list-style-type: none"> • Standard-Werkstoff • für hohe Temperaturen • heiße Öle • aromatische Lösungsmittel • breite Chemikalienbeständigkeit • schwer entflammare Flüssigkeiten auf Phosphat-Ester-Basis und chlorierten Kohlenwasserstoffen • Copolymer
FKM	V0747-75	75	schwarz	

¹⁾ Nähere Angaben siehe Medienbeständigkeitstabelle im Anhang

Tab. 5.2 Detail-Information zu den Werkstoffen der Parker-O-Ringe für Kit Nr. 2

5.3.2 O-Ring-Kit Nr. 4

Das O-Ring-Kit Nr. 4 enthält 382 O-Ringe in 30 verschiedenen Zoll-Abmessungen. Alle O-Ringe sind aus dem bewährten Parker-Werkstoff N0674-70 gefertigt.

Basiselastomer: NBR
 Parker-Werkstoff: N0674-70
 Härte: Shore A 70
 Parker-Bestell-Nr.: 370404N0674



Bild 5.4 O-Ring-Kit Nr. 4

5 Weitere Produkte und Zubehör

O-Ring-Kit Nr. 4 – Inhalt				
Nr.	Parker Nr.	Abmessung		Menge
		d ₁	d ₂	
6	2-006	2,90	× 1,78	20
7	2-007	3,68	× 1,78	20
8	2-008	4,47	× 1,78	20
9	2-009	5,28	× 1,78	20
10	2-010	6,07	× 1,78	20
11	2-011	7,65	× 1,78	20
12	2-012	9,25	× 1,78	20
110	2-110	9,19	× 2,62	13
111	2-111	10,77	× 2,62	13
112	2-112	12,37	× 2,62	13
113	2-113	13,94	× 2,62	13
114	2-114	15,54	× 2,62	13
115	2-115	17,12	× 2,62	13
116	2-116	18,76	× 2,62	13
210	2-210	18,64	× 3,53	10
211	2-211	20,22	× 3,53	10
212	2-212	21,82	× 3,53	10
213	2-213	23,39	× 3,53	10
214	2-214	24,99	× 3,53	10
215	2-215	26,57	× 3,53	10
216	2-216	28,17	× 3,53	10
217	2-217	29,74	× 3,53	10
218	2-218	31,34	× 3,53	10
219	2-219	32,92	× 3,53	10
220	2-220	34,52	× 3,53	10
221	2-221	36,09	× 3,53	10
222	2-222	37,69	× 3,53	10
325	2-325	37,47	× 5,33	7
326	2-326	40,64	× 5,33	7
327	2-327	43,82	× 5,33	7

Tab. 5.3 Inhalt des O-Ring-Kits Nr. 4

5.3.3 O-Ring-Kit Nr. 6

Das O-Ring-Kit Nr. 6 enthält 407 O-Ringe in 32 verschiedenen Zoll-Abmessungen. Alle O-Ringe sind aus dem bewährten Parker-Werkstoff N0674-70 gefertigt.

Basiselastomer: NBR
 Parker-Werkstoff: N0674-70
 Härte: Shore A 70
 Parker-Bestell-Nr.: 370406N0674



Bild 5.5 O-Ring-Kit Nr. 6

O-Ring-Kit Nr. 6 – Inhalt				
Nr.	Parker Nr.	Abmessung		Menge
		d ₁	d ₂	
6	2-006	2,90	× 1,78	20
8	2-008	4,47	× 1,78	20
10	2-010	6,07	× 1,78	20
11	2-011	7,65	× 1,78	20
12	2-012	9,25	× 1,78	20
14	2-014	12,42	× 1,78	20
110	2-110	9,19	× 1,78	13
111	2-111	10,77	× 2,62	13
112	2-112	12,37	× 2,62	13
113	2-113	13,94	× 2,62	13
114	2-114	15,54	× 2,62	13
115	2-115	17,12	× 2,62	13
116	2-116	18,76	× 2,62	13
117	2-117	20,29	× 2,62	13
118	2-118	21,89	× 2,62	13
210	2-210	18,64	× 3,53	10
211	2-211	20,22	× 3,53	10
212	2-212	21,82	× 3,53	10
213	2-213	23,39	× 3,53	10
214	2-214	24,99	× 3,53	10
215	2-215	26,57	× 3,53	10
216	2-216	28,17	× 3,53	10
217	2-217	29,74	× 3,53	10
218	2-218	31,34	× 3,53	10
219	2-219	32,92	× 3,53	10
220	2-220	34,52	× 3,53	10
221	2-221	36,09	× 3,53	10
222	2-222	37,69	× 3,53	10
223	2-223	40,87	× 3,53	10
224	2-224	44,04	× 3,53	10
225	2-225	47,22	× 3,53	10
226	2-226	50,39	× 3,53	10

Tab. 5.4 Inhalt des O-Ring-Kits Nr. 6

5.3.4 O-Ring-Kit Nr. 7

Das O-Ring-Kit Nr. 7 enthält 408 O-Ringe in 32 verschiedenen Zoll-Abmessungen. Alle O-Ringe sind aus dem bewährten Parker-Werkstoff N0674-70 gefertigt.

Basiselastomer: NBR
 Parker-Werkstoff: N0674-70
 Härte: Shore A 70
 Parker-Bestell-Nr.: 370407N0674



Bild 5.6 O-Ring-Kit Nr. 7

Nr.	O-Ring-Kit Nr. 7 – Inhalt		Menge
	Abmessung		
	d ₁	d ₂	
6	3,00	× 2,00	20
8	5,00	× 2,00	20
10	6,00	× 2,00	18
11	8,00	× 2,00	18
12	10,00	× 2,00	18
14	13,00	× 2,00	18
110	10,00	× 2,50	14
111	12,00	× 2,50	14
112	14,00	× 2,50	14
113	15,00	× 2,50	14
114	16,00	× 2,50	14
115	18,00	× 2,50	14
116	20,00	× 2,50	14
117	21,00	× 2,50	14
118	22,00	× 2,50	14
210	18,00	× 3,50	10
211	20,00	× 3,50	10
212	22,00	× 3,50	10
213	23,00	× 3,50	10
214	25,00	× 3,50	10
215	27,00	× 3,50	10
216	28,00	× 3,50	10
217	30,00	× 3,50	10
218	31,00	× 3,50	10

Nr.	O-Ring-Kit Nr. 7 – Inhalt		Menge
	Abmessung		
	d ₁	d ₂	
219	32,00	× 3,50	10
220	34,00	× 3,50	10
221	36,00	× 3,50	10
222	38,00	× 3,50	10
223	41,00	× 3,50	10
224	44,00	× 3,50	10
225	46,00	× 3,50	10
226	50,00	× 3,50	10

Tab. 5.5 Inhalt des O-Ring-Kits Nr. 7

Weitere O-Ring-Kits

Weitere Kits für MS33656-Durchgangsverschraubungen (Tube Fitting Boss Seals) sind sowohl mit dem Werkstoff N0552-90 (Kit Nr. 8) als auch nach metrischem japanischem Standard JIS B 2401 mit dem Werkstoff N0674-70 (Kit Nr. 5) verfügbar.

5.4 O-Ring-Messkegel und Maßband für O-Ringe

Der Messkegel ermöglicht ein sicheres und rasches Ablesen der Parker 2-xxx-Größen bis zu einem Innendurchmesser von 75 mm. Das Nennmaß der Schnurstärke lässt sich mit Hilfe der kalibrierten Spalte im Sockel des Kegels bestimmen.

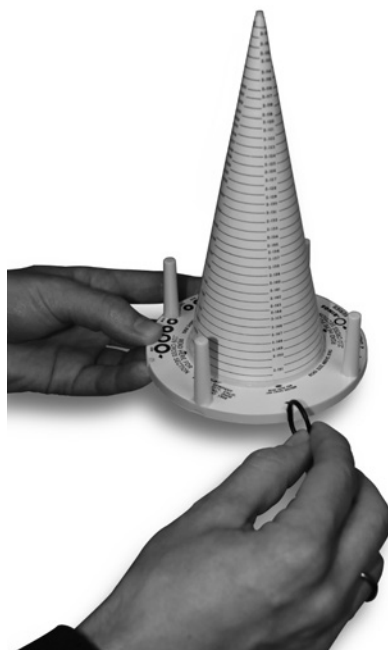


Bild 5.7 Ermittlung der Schnurstärke

5 Weitere Produkte und Zubehör

Jeder Schnurstärke entspricht eine Maßreihe auf dem Messkegel, z.B. gehört ein O-Ring der Schnurstärke 2,62 mm zur Maßreihe 2-1xx. An der Linie, die deckungsgleich mit dem waagrecht liegenden O-Ring ist, kann die entsprechende Parker-Größe abgelesen werden. Der zugehörige Innendurchmesser ist aus unseren Maßlisten ersichtlich.



Bild 5.8 Bestimmung der Größe mit dem Messkegel

Das Maßband wird für O-Ringe mit Innendurchmessern bis zu 200 mm nach einem ähnlichen Prinzip verwendet. Für verschiedene Schnurstärken sind entsprechende Skalen auf dem Maßband angebracht.

Parker-Bestell-Nr. O-Ring-Maßband/Messkegel: 55000100000



Bild 5.9 Bestimmung der Größe mit dem Maßband

5.5 O-Ring-Montagewerkzeug

Dieser von Parker entwickelte Werkzeugsatz dient dazu, die Montage und Ausbau zu erleichtern und Beschädigungen zu vermeiden. Er besteht aus zwei Teilen und wird in einem Kunststoffetui geliefert.

Eine Kunststoffversion des Montagewerkzeugs ist ebenfalls lieferbar und kann bei empfindlichen Oberflächen eingesetzt werden. (Anmerkung: die geläufige Version ist aus Metall.)

Parker-Bestell-Nr. Montagewerkzeug (Metall): 55000200000

Parker-Bestell-Nr. Montagewerkzeug (Plastik): 55000200001



Bild 5.10 O-Ring-Montagewerkzeugsatz

5.6 ParCoat® – O-Ringe reibungslos montieren

O-Ringe mit ParCoat®-Beschichtungen können mit automatischen Geräten reibungsarm und mit geringem Kraftaufwand montiert werden. Bei der Zuführung kleben die Ringe nicht aneinander und vor dem Einbau können sie je nach Ausführung bis über 150 % gedehnt werden, ohne dass die Gleitschicht aufplatzt oder reißt.

Dagegen benötigen unbeschichtete O-Ringe oft doppelt so hohe Einpresskräfte, was zur Beschädigung der Dichtungen und zum Verkanten der Bauteile führen kann. Herkömmliche Oberflächenbehandlungs- und Beschichtungsverfahren, wie z.B. Einölen, erhöhen die Gleitfähigkeit nur unzureichend, verschmutzen aber die Bauteile. Bei der Montage verursachte Fehler führen zu Kontroll- und Nacharbeitskosten, die in keinem Verhältnis zum relativ geringen Aufpreis für ParCoat®-behandelte O-Ringe stehen.

Bei der von Parker entwickelten Beschichtung ParCoat® EH (Standard) handelt es sich um einen nur wenige Mikrometer dicken, hochgleitfähigen Polymerfilm, der auf die Dichtung aufgebracht wird, ohne die Elastizität des Grundwerkstoffs zu beeinträchtigen.

Je nach Kontaktmedium kann sich die Beschichtung einige Zeit nach dem Einbau in Form von winzigen Partikeln auflösen, allerdings ohne das Medium zu verunreinigen und ohne Funktionsstörungen zu verursachen. Einlagerungsversuche in drei unterschiedlichen Prüfmedien mit anschließender Partikelzählung haben bestätigt, dass kein Unterschied zum Originalmedium festzustellen ist.

Vorteile

- Deutliche reduzierte Reibkräfte
- Keine Beschädigung der Dichtung bei der Montage
- Schnellere, kostengünstigere Montage
- Verbessert die Grenzflächendichtigkeit, speziell bei Abdichtung von Gasen
- Kein Verkleben bei der automatischen Zuführung
- Keine Verschmutzung
- Bei transparenten ParCoat®-Beschichtungen keine Verwechslungsgefahr, da Grundfarbe der Elastomere erkennbar bleibt
- Je nach Typ bis über 150 % dehnbar
- Geeignet für nahezu alle üblichen Elastomertypen
- In verschiedenen Farben verfügbar

5 Weitere Produkte und Zubehör

Die Beschichtung ist außerdem transparent, so dass die Elastomere an ihren Farben erkennbar sind und nicht verwechselt werden können. Typische Anwendungsbereiche sind Erst-, automatische und Mehrfachmontagen. Durch die geringe Schichtdicke ist z.B. ParCoat® EH nicht für eine dauerhafte Verbesserung der Gleitfähigkeit in dynamischen Abdichtungen geeignet.

Die Oberflächenbehandlung mit den gängigsten ParCoat®-Beschichtungen ist in den normalen Fertigungsablauf integriert, d.h. volle Prozesskontrolle sowie Flexibilität und kurze Lieferzeiten sind gewährleistet. Parker fertigt beschichtete Ringe in nahezu allen marktgängigen Werkstoffen.

Anwendungsbeispiele

Automobiltechnik:

- Klimaleitungen
- Kraftstoff-Schnellkupplungen
- Sensoren
- Elektrische Verbindungen

Industrieanwendungen:

- Armaturen
- Steckverbinder
- Messgeräte
- Fittings

ParCoat®-Typ ¹⁾	Prozess	Schichtdicke [mm]	Erscheinungsbild	Anwendung ²⁾			Bevorzugte Werkstoffe	Verschmutzung Zuführanlagen	Farbe
				Zuführung	Montage	Mehrfach-Montage			
ParCoat® EH	Elastomer-Harz	< 5	fest, trocken	++	++	+	alle	nein	transparent
ParCoat® SIH	Mehrkomponentenlack	5 - 3	fest, trocken	++	++	++	EPDM, NBR, FKM, VMQ	nein	schwarz, transparent
ParCoat® LST	Standard-Lack	5 - 30	fest, trocken	++	++	+	EPDM, NBR, FKM, VMQ	nein	transparent, seidenmatt
ParCoat® SFR	silikonfreier Lack	5 - 10	fest, trocken	++	++	+	EPDM, NBR, FKM, VMQ	nein	milchig transparent
ParCoat® PLU	Plasmapolymerisation ^{USP}	-	fest, trocken	++	++	+	EPDM, NBR, VMQ	nein	wie Grundmaterial
ParCoat® PLS	Standard-Plasmapolymerisation	-	fest, trocken	+	+	+	EPDM, NBR, VMQ	nein	wie Grundmaterial
ParCoat® HA	Halogenisieren	-	fest, trocken	+	+	+	ungesättigte (z.B. NBR)	nein	wie Grundmaterial
ParCoat® TFE	PTFE-Beschichtung	25 - 40	fest, trocken	++	++	++	alle	nein	grau und andere Farben
ParCoat® SIE	Si-Emulsion	-	ölig	+	0	+	alle außer VMQ	stark	transparent
ParCoat® FDA	silikonfreier Lack	20 - 30	fest, trocken	++	+	+	alle	nein	transparent
ParCoat® KTW	Elastomer-Harz	< 5	fest, trocken	++	+	+	EPDM, HNBR, NBR, FKM, FVMQ	nein	transparent

¹⁾ Weitere ParCoat®-Beschichtungen und Oberflächenbehandlungen auf Anfrage

²⁾ -: nicht empfehlenswert, 0: mäßig geeignet, +: geeignet, ++: sehr gut geeignet

Tab. 5.6 ParCoat®-Beschichtungen und Oberflächenbehandlungen

Bestellbeispiel:

O-Ring-Größe: 2-214
 Werkstoff: N0674-70
 ParCoat®-Typ: EH

5 Weitere Produkte und Zubehör

6.1 Allgemeine Zusammenhänge

Um die richtige Werkstoffauswahl zu treffen ist es wichtig, die mechanischen Anforderungen und die Medien (Hydraulikflüssigkeit, Fette, Lösungsmittel, Wasser, etc.), mit denen der Werkstoff in Berührung kommt, zu kennen.

Der weitaus größte Teil der Dichtungen besteht aus Polymerwerkstoffen. Unter Polymeren versteht man Makromoleküle, die durch Aneinanderreihung (Polymerisation, Polyaddition, Polykondensation) von kleinen Moleküleinheiten (Monomeren) aufgebaut werden.

Wird ein Monomer (z.B. Ethylen-Gas) polymerisiert, nennt man das entstehende Produkt Homopolymer (z.B. der Kunststoff Polyethylen). Sind zwei oder mehr Monomere am Aufbau des Polymers beteiligt (z.B. Ethylen- und Propylen-Gas) führt die Polymerisation zu Copolymeren (z.B. Ethylen-Propylen-Kautschuk).

Je nach Anordnung der verschiedenen Monomere (z.B. A und B) im Makromolekül des Copolymeren unterscheidet man im Wesentlichen drei Typen von Copolymeren:

- Statistische Copolymeren (zufällige Anordnung der Monomere)
- Block-Copolymeren (blockweise bzw. segmentweise Anordnung der Monomere)
- Pfropf-Copolymeren (nachträgliches Polymerisieren von Monomeren als Seiten-Ketten auf eine bereits bestehende Polymer-Hauptkette)

-A-A-B-A-B-B-A-A-A-B-B-A-B-

statistische Copolymeren

-A-A-A-A-B-B-B-B-B-A-A-A-

Block-Copolymeren

**-A-A-A-A-A-A-A-A-
B-B-B B-B-B**

Pfropf-Copolymeren

Bild 6.1 Monomeranordnung in Copolymeren

Polymerwerkstoffe lassen sich nach ihren deformationsmechanischen Eigenschaften bei Raumtemperatur in vier Gruppen einteilen:

- Thermoplaste
- Elastomere (= Gummi bzw. vernetzter Kautschuk)
- Thermoplastische Elastomere (TPE)
- Duroplaste

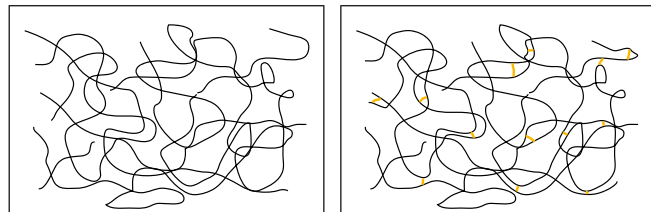
Die für Dichtungen verwendeten Werkstoffe sind zum größten Teil Elastomere und thermoplastische Elastomere basierend auf Blockcopolymeren.

6.2 Übersicht über Dichtungsmaterialien

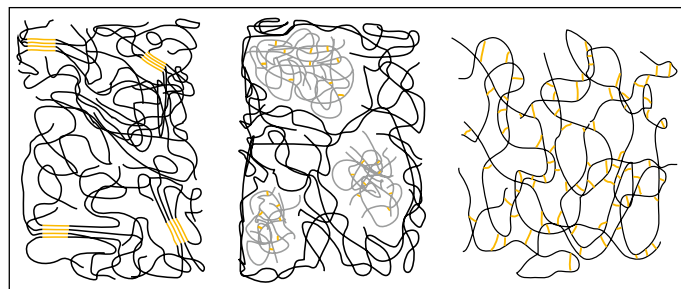
Die Dichtungsmaterialien werden den vielseitigen Dichtungsanforderungen entsprechend angepasst. Die eingesetzten Materialien können, wie in den folgenden Abbildungen gezeigt, je nach Art der Vernetzung den Thermoplasten, Elastomeren, thermoplastischen Elastomeren oder Duroplasten zugeordnet werden.

6.2.1 Thermoplaste (Plastomere)

Thermoplaste sind unvernetzte Makromoleküle, die sich plastisch deformieren lassen. Zur Verarbeitung werden die Materialien aufgeschmolzen und in einer gekühlten Form wieder verfestigt. Sie sind vergleichsweise einfach zu verarbeiten und auch recyclingfähig. Thermoplaste werden unterhalb der Glasübergangstemperatur eingesetzt und sind dementsprechend hart. Sie finden für O-Ringe in Dichtungsanwendungen daher keine Verwendung.



links: unvernetzte Thermoplaste, rechts: weitmaschige Vernetzung von Elastomeren



Blockpolymer (links), Polymer-Blend (mittig), Thermoplastische Elastomere (links und mittig), Duroplaste – engmaschige Vernetzung (rechts)

Bild 6.2 Schematische Darstellung der Makromoleküle von Polymerwerkstoffen

6.2.2 Elastomere

Der Ausgangsrohstoff für Gummi-Werkstoffe bzw. Elastomere ist der Kautschuk, der als Naturkautschuk auf Plantagen oder als synthetischer Kautschuk in chemischen Fabriken gewonnen wird. Die wichtigsten Synthesekautschukarten sind in Tab. 6.1 aufgelistet. Weitere Angaben siehe Kapitel Werkstoffe.

Die als „Gummi“ bezeichneten Elastomer-Werkstoffe bestehen bezogen auf ihr Gewicht zu 50 bis 60 % aus Kautschuk. Die restlichen Bestandteile sind Füllstoffe, Vulkanisationsmittel, Beschleuniger, Alterungsschutzmittel und weitere Zusatzstoffe, die es ermöglichen, die Eigenschaften der Rohkautschuke so zu unterstützen und zu modifizieren, dass die gewünschten Anforderungen möglichst optimal erfüllt werden.



6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Parker Werkstoffe ¹⁾	Chemischer Name	Kurzbezeichnung	
		DIN ISO 1629 / ASTM D-1418-79	DIN ISO 18064
	M-Gruppe (gesättigte Kohlenstoff-Hauptkette):		
A8845-70	• Polyacrylat-Kautschuk	ACM	
-	• Chlorpolyethylen-Kautschuk	CM	
-	• Chlorsulfonyl-Polyethylen-Kautschuk	CSM	
E0540-80	• Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	EPDM	
-	• Ethylen-Propylen-Kautschuk	EPM	
V0747-75	• Fluor-Kautschuk	FKM	
V3896-70	• Tetrafluorethylen-Propylen-Copolymer-Kautschuk	FEPM ²⁾	
V3819-75	• Fluor-Kautschuk • HiFluor [®]	FKM	
V8545-75	Perfluor Elastomer	FFKM	
	R-Gruppe (ungesättigte Kohlenwasserstoffkette):		
-	• Butadien-Kautschuk	BR	
C0557-70	• Chloropren-Kautschuk	CR	
-	• Isobuten-Isopren-Kautschuk (Butyl-Kautschuk)	IIR	
-	• Brombutyl-Kautschuk	BIIR	
-	• Chlorbutyl-Kautschuk	CIIR	
-	• Isopren-Kautschuk	IR	
N0674-70	• Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	NBR	
N3554-75	• Hydrierter Acryl-Nitril-Butadien-Kautschuk	HNBR	
-	• Natur-Kautschuk	NR	
-	• Styrol-Butadien-Kautschuk	SBR	
	Q-Gruppe (mit Silikon in der Hauptkette):		
L0677-70	• Fluor-Silikon-Kautschuk	FVMQ	
-	• Methyl-Phenyl-Silikon-Kautschuk	PMQ	
-	• Methyl-Phenyl-Vinyl-Silikon-Kautschuk	PMVQ	
-	• Methyl-Silikon-Kautschuk	MQ	
S0604-70	• Methyl-Vinyl-Silikon-Kautschuk	VMQ	
	Thermoplastische Elastomere		
P5008	• Polyester-Urethane (thermoplastisch)		TPU
P5001	• Polyeter/-ester-Urethane (thermoplastisch)		TPU

¹⁾ Weitere Werkstoffe in Kapitel „Werkstoffe“

²⁾ Kurzbezeichnung gilt nur für ASTM D-1418-79

Tab. 6.1 Die wichtigsten Kautschukarten, ihre Gruppen und Kurzbezeichnungen

Elastomere als Dichtungswerkstoffe, insbesondere für O-Ringe, garantieren auch über längere Zeiten eine sichere Dichtfunktion, wenn neben den Einbauempfehlungen die nachfolgenden Kriterien erfüllt werden:

Richtige Wahl des Basiselastomers

Für die chemische und thermische Beständigkeit gegen Kontaktmedien ist die richtige Wahl der Kautschukart die Grundvoraussetzung, um über längere Zeiträume sicher abzudichten. In Bild 6.4 und 6.5 sind diese Beständigkeiten aufgeführt. Detailliertere Beständigkeitsangaben finden Sie in der Parker Medienbeständigkeitstabelle, siehe Anhang.

Optimierte Werkstoffmischungen mit konstanten Eigenschaften

Da die physikalischen Eigenschaften des Kautschuks erst durch die Zusatzstoffe soweit verbessert werden, dass sie die hohen technischen Anforderungen erfüllen, können schon geringe Abweichungen von der Rezeptur zur Verschlechterung von Werkstoffeigenschaften, wie z.B. Zugfestigkeit, Härte, Reißdehnung oder Abriebbeständigkeit führen. Um dies zu verhindern, hat Parker das Kontrollsystem CBI (Controlled Batch Identification) eingeführt. Jede Werkstoffmischung erhält nach dem Verlassen der Mischwalze eine Seriennummer (Batch-Nr.) und wird anschließend im Labor überprüft. Bei positivem Ergebnis wird die Mischung für die Produktion freigegeben, und die ermittelten Werkstoffkennwerte (Dichte, Härte, Reißfestigkeit, Reißdehnung) werden archiviert. So kann anhand der Batch-Nr. (auf jeder O-Ring-Verpackung) noch nach Jahren Auskunft über die Mischung gegeben werden, aus der ein Parker O-Ring gefertigt wurde.

Optimaler Temperaturverlauf bei der Vulkanisation

Der Werkstoff geht dabei vom plastischen in den elastischen Zustand über (siehe Bild 6.2). Das Elastomer erhält die für das Abdichten entscheidende Eigenschaft: das Rückfederungsvermögen (vgl. Kapitel „Druckverformungsrest“). Die Temperatur bei der Vulkanisation entscheidet über deren Reaktionsgeschwindigkeit. Nur wenn die notwendige Temperatur während der gesamten Vulkanisationsdauer eingehalten wird, kann der optimale Vernetzungsgrad erreicht werden.)

6.2.3 Thermoplastische Elastomere (TPE)

Bei den thermoplastischen Elastomeren wird versucht, die Eigenschaften von Elastomeren und Thermoplasten miteinander zu kombinieren. Die Werkstoffe verhalten sich bei Gebrauchstemperatur gummielastisch, lassen sich jedoch bei höherer Temperatur thermoplastisch verarbeiten.

Thermoplastische Elastomere lassen sich in zwei Hauptgruppen unterteilen

1. Elastomer-Legierungen, Polymermischungen (Blends)
2. Block-Copolymere

Elastomer-Legierungen, Polymermischungen (Blends)

TPE-Materialien können u.a. durch das Mischen von nicht oder schwach vernetztem Kautschuk oder durch einen dynamischen Vulkanisationsprozess während des Verschneide- und Mischvorgangs von vernetzten Elastomeren mit einem Thermoplasten hergestellt werden. Man erhält so ein thermoplastisch verarbeitbares Material mit Elastomereigenschaften. Vertreter dieser Gruppe sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Diese kostengünstige Verarbeitung hat jedoch den Nachteil eines für Dichtungsanwendungen in der Regel zu hohen Druckverformungsrests und einer verschlechterten dynamischen Rückstellung.

Block-Copolymere

Weitere Verfahren zielen darauf ab, Kautschuk- und Thermoplastrohstoffe zu copolymerisieren oder Polyamid, Polyester, Polyether oder Polyurethan in Segmenten aufzubauen, um das gewünschte Eigenschaftsbild zu erreichen. Gemeinsame Eigenschaft dieser Copolymere ist die physikalische Vernetzung über zwischenmolekulare Kräfte. Eine chemische Vernetzung findet nicht statt.

Die thermoplastischen Polyurethane (TPU) werden in der Dichtungsindustrie in letzter Zeit immer häufiger eingesetzt. Grund dafür ist die hervorragende Verschleißfestigkeit dieser Materialien. Auch bei der Weiterreißfestigkeit, der Zugfestigkeit, dem 100 %-Modul und der Zugdehnung sind TPU-Materialien gegenüber Standardelastomeren im Vorteil.

Für TPU werden Hart- und Weichsegmente über eine Urethanreaktion miteinander verknüpft. Die Hartsegmente können sich zu kristallinen Bereichen zusammenlagern und die Makromoleküle dadurch physikalisch vernetzen. Bei höheren Temperaturen lassen sich diese Bereiche aufbrechen. Dadurch kann das TPU thermoplastisch verarbeitet werden. Im Anschluss an die Formgebung muss das gefertigte Teil erneut bei erhöhter Temperatur gelagert werden, damit sich die Überstrukturen aus separierten Hart- und Weichsegmenten wieder ausbilden können.

Durch Variation der Hart- und Weichsegmente lässt sich eine große Zahl speziell optimierter thermoplastischer Polyurethane realisieren.

Durch die Möglichkeit des Aufschmelzens lassen sich thermoplastische Elastomere, im Vergleich zu vulkanisierten Elastomeren, wesentlich einfacher verarbeiten und auch wieder recyceln. Allerdings sind dadurch dem Einsatz bei höherer Temperatur Grenzen gesetzt. Einige Eigenschaften der gebräuchlichsten TPE-Typen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Gerade TPU-Dichtungsmaterialien zeichnen sich durch sehr hohe Abriebfestigkeit aus. Sie besitzen ein vorzügliches dynamisches Verhalten und gute Witterungs- und Medienbeständigkeit. Außerdem bieten sie Vorteile bezüglich Gasdichtheit und explosiver Dekompression.

Wichtige Eigenschaften sind ferner die sehr gute Ozon-, Sauerstoff- und UV-Beständigkeit.

6.2.4 Duroplaste (Duromere)

Als Duroplaste werden dreidimensional vernetzte Makromoleküle bezeichnet. Diese sind hart und spröde und lassen selbst bei hohen Kräften bis zur Zersetzungstemperatur nur eine sehr geringe elastische Deformation zu.

Elastomer-Legierungen bzw. -Verschnitte, Blends mit thermoplastischen Polyolefinen		Block-Copolymere	
TPO	gering oder unvernetzt	TPU	Thermoplastische Polyurethane (Ether, Ester oder Carbonat basierend)
TPV	Kautschukphase vernetzt	TPC	Polyetherester (Copolyesterelastomer)
TPZ	sonstige, nicht klassifiziert, z.B. ACM/PA, EPDM/PP, EVA/PVDC, FKM/PVDF, NBR/PP, NR/PP	TPA	Polyetheramide, Polyesteramide
		TPS	Styrol-Triblock-Copolymere z.B. <ul style="list-style-type: none"> • SBS (Styrol-Butadien-Styrol) • SIS (Styrol-Isopren-Styrol) • SEBS (Styrol-Ethylen/Butylen-Styrol)

Tab. 6.2 Die gebräuchlichsten TPE-Typen und deren Bezeichnung nach ISO 18064



6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Zur Herstellung von Formteilen werden die duroplastischen Formmassen irreversibel chemisch vernetzt und bleiben formstabil bis zur Zersetzungstemperatur. Im Vergleich zu den Elastomeren ist der Vernetzungsgrad der Duroplaste wesentlich größer.

Die wichtigsten Vertreter der Duroplaste sind die Phenoplaste, die Aminoplaste und vernetzte Epoxid- oder ungesättigte Polyesterharze.

Sie finden als O-Ringe keine Verwendung.

6.3 Basiselastomere

6.3.1 Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR)

Handelsnamen:

Perbunan®	Lanxess
Nipol®	Zeon
Europrene®	Eni Versalis

Nitril-Kautschuk (NBR) ist die allgemeine Bezeichnung für das Acrylnitril-Butadien-Mischpolymer. Der Acrylnitril-Anteil variiert bei technischen Erzeugnissen (18 bis 50 %) und beeinflusst die Elastomereigenschaften. Mit hohem Acrylnitril-Gehalt verbessert sich die Öl- und Kraftstoffbeständigkeit bei gleichzeitiger Verringerung der Kälteflexibilität, der Elastizität und der Verschlechterung des Druckverformungsrestes (siehe Bild).

Als Kompromiss wird häufig ein mittlerer Acrylnitril-Gehalt angestrebt.

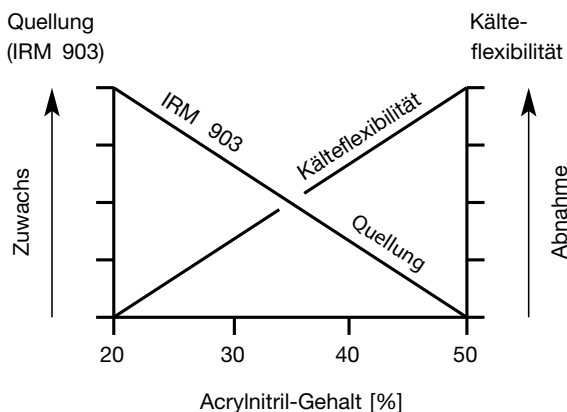


Bild 6.3 Einfluss des Acrylnitril-Gehalts

NBR besitzt gute mechanische Eigenschaften und im Vergleich zu anderen Elastomeren eine höhere Abriebbeständigkeit. Gegenüber Witterungs- und Ozonwirkung ist NBR nicht beständig.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 100 °C, kurzfristig 120 °C (bei erhöhten Temperaturen wird die Alterung beschleunigt, die in heißen Ölen langsamer als in Heißluft stattfindet).

Kältebeständigkeit: je nach Zusammensetzung zwischen -20 °C und -55 °C

Chemische Beständigkeit:

- Aliphatische Kohlenwasserstoffe (Propan, Butan, Benzin, Mineralöle und -fette, Dieselkraftstoff, Heizöl)
- Pflanzliche und tierische Fette und Öle
- HFA-, HFB- und HFC-Flüssigkeiten
- Viele verdünnte Säuren, Basen und Salzlösungen bei niedriger Temperatur
- Wasser (Sonderqualitäten bis 100 °C)

Nicht beständig gegen:

- Kraftstoffe mit hohem Aromatengehalt (bei Superkraftstoff Sonderqualitäten einsetzen)
- Aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol)
- Chlorierte Kohlenwasserstoffe (Trichlorethylen)
- Polare Lösungsmittel (Ketone, Azeton, Essigsäure-Ethylenester)
- Starke Säuren
- Bremsflüssigkeit auf Glykolbasis
- Ozon, Wetter und Alterung

6.3.2 Butadien-Kautschuk (BR)

Handelsnamen:

Buna® CB	Lanxess
Europrene® Neocis	Eni Versalis

Polybutadien-Kautschuk (BR) wird meistens im Verschnitt mit anderen Kautschuken verarbeitet, um die Kälteflexibilität und den Abriebwiderstand zu verbessern. BR wird primär in der Reifenindustrie, für Keilriemen und Transportbänder eingesetzt und ist als Dichtungswerkstoff nicht geeignet.

6.3.3 Butyl-Kautschuk (IIR)

Handelsnamen:

Lanxess Butyl	Lanxess
Exxon™ Butyl	Exxon

Butyl-Kautschuk (Isobutylen, Isopren Rubber, IIR) wird von mehreren Firmen in verschiedenen Typen hergestellt, die sich durch den Isoprengehalt unterscheiden. Isopren wird für die Vulkanisation zugesetzt. Butyl besitzt eine geringe Gasdurchlässigkeit und gutes elektrisches Isoliervermögen.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 130 °C

Kältebeständigkeit: bis etwa -40 °C

Chemische Beständigkeit:

- Heißwasser und Dampf bis 130 °C
- Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis
- Viele Säuren und Basen (siehe Medienbeständigkeitstabelle im Anhang)
- Salzlösungen

- Polare Lösungen wie Alkohol, Ketone und Ester
- Hydraulische Druckflüssigkeiten auf Polyglykolbasis (HFC-Flüssigkeiten) und Phosphorsäureester Basis (HFD-R-Flüssigkeiten)
- Silikonöle und -fette
- Skydrol 500 und 7000
- Ozon-, alterungs- und witterungsbeständig

Nicht beständig gegen:

- Mineralöle und -fette
- Kraftstoffe
- Chlorierte Kohlenwasserstoffe

6.3.4 Chlorbutyl-Kautschuk (CIIR)

Handelsnamen:

Lanxess Chlorbutyl	Lanxess
Exxon™ Chlorbutyl	Exxon

Chlorbutyl-Kautschuk (CIIR) entsteht durch die Chlorierung von Butyl-Kautschuk, der Chlorgehalt beträgt etwa 1,1 bis 1,3 %. Dieser Kautschuk (CIIR) weist außer den Eigenschaften des Butyls (IIR) den Vorteil auf, dass seine Vulkanisate eine geringe bleibende Verformung besitzen. Zudem sind Verschnitte mit anderen Kautschukarten möglich.

6.3.5 Chloropren-Kautschuk (CR)

Handelsnamen:

Neoprene	Du Pont™
Baypren®	Lanxess

Chloropren war einer der ersten synthetischen Kautschuke und zeigt im allgemeinen gute Ozon-, Wetter-, Chemikalien- und Alterungsbeständigkeit, mittlere Ölbeständigkeit, gute mechanische Eigenschaften und einen erweiterten Temperaturbereich.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 100 °C (120 °C)

Kältebeständigkeit: bis etwa -40 °C

Chemische Beständigkeit:

- Paraffinische Mineralöle mit niedrigem Elastomer-Verträglichkeits-Index (vgl. Kap. „Elastomer-Verträglichkeits-Index“, z. B. IRM 901)
- Silikonöle und -fette
- Wasser und wässrige Lösungen (bei mäßigen Temperaturen)
- Kältemittel (Ammoniak, Kohlendioxid, Freon; (siehe Medienbeständigkeitstabelle im Anhang)
- Bessere Ozon-, Witterungs- und Alterungsbeständigkeit gegenüber NBR

Bedingt beständig gegen:

- Naphtenische Mineralöle (IRM 902 bis 903)
- Niedermolekulare aliphatische Kohlenwasserstoffe (Propan, Butan, Benzin)
- Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis

Nicht beständig gegen:

- Aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol)
- Chlorierte Kohlenwasserstoffe (Trichlorethylen)
- Polare Lösungsmittel (Ketone, Ester, Ether, Azeton)

6.3.6 Chlorsulfonyl-Polyethylen-Kautschuk (CSM)

Handelsname:

Toso-CSM® TOSOH

Das Ethylenmonomer erhält zusätzlich Chlor- und Schwefelgruppen. Chlor verleiht dem Vulkanisat Flammwidrigkeit und Mineralölbeständigkeit, beeinflusst aber auch die Kälteflexibilität.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 120 °C

Kältebeständigkeit: bis etwa -30 °C

Chemische Beständigkeit:

- Viele Säuren und Basen
- Viele oxydierend wirkende Medien
- Silikonöle und -fette
- Wasser und wässrige Lösungen
- Ozon-, alterungs- und witterungsbeständig

Bedingt beständig gegen:

- Niedermolekulare aliphatische Kohlenwasserstoffe (Propan, Butan, Benzin)
- Mineralöle und -fette, mäßige Quellung in aliphatischen Ölen (IRM 901), hohe Quellung in naphtenischen und aromatischen Ölen (IRM 902 und IRM 903)

Nicht beständig gegen:

- Aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol)
- Chlorierte Kohlenwasserstoffe (Trichlorethylen „Tri“)

6.3.7 Epichlorhydrin-Kautschuk (CO, ECO)

Handelsname:

Hydrin® Zeon

Epichlorhydrin wird in zwei Arten unterteilt: das Homopolymer (CO) und Copolymer (ECO). CO und ECO besitzen eine gute Beständigkeit gegen Mineralöle, Kraftstoffe und Ozon. Die Hochtemperaturbeständigkeit ist gut, bei 150 °C verschlechtert sich der Druckverformungsrest und die Korrosionsneigung an den Dichtflächen nimmt zu. ECO besitzt eine gute Kälteflexibilität, CO weist dagegen eine geringere Gasdurchlässigkeit auf.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 135 °C

Kältebeständigkeit: bis etwa -40 °C

Chemische Beständigkeit:

- Mineralöle und -fette
- Aliphatische Kohlenwasserstoffe (Propan, Butan, Benzin)

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

- Silikonöle und -fette
- Wasser bei Raumtemperatur
- Ozon-, alterungs- und witterungsbeständig

Nicht beständig gegen:

- Aromatische und chlorierte Kohlenwasserstoffe
- Ketone und Ester
- Schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeiten der Gruppen HFD-R und HFD-S
- Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis

6.3.8 Ethylen-Acrylat-Kautschuk (AEM)

Handelsname:

Vamac® Du Pont™

Ethylen-Acrylat-Kautschuk ist ein Mischpolymer aus Ethylen und Methylacrylat mit geringem Zusatz eines carboxylhaltigen Vernetzungsmonomers. Ethylen-Acrylat-Kautschuk ist nicht zu verwechseln mit Polyacrylat-Kautschuk (ACM).

Hitzebeständigkeit: bis 150 °C (kurzfristig bis 175 °C)

Kältebeständigkeit: je nach Anwendung zwischen etwa -30 °C bis -40 °C

AEM besitzt eine sehr hohe Beständigkeit gegen Ozon und Sauerstoff. Die Mineralölbeständigkeit ist geringer als die der meisten ACM-Qualitäten. So liegt beispielsweise die Volumenänderung in IRM 901 bei max. 5 bis 10 % und in IRM 903 bei etwa 45 bis 55 %. AEM ist nicht beständig gegenüber Ketonen, Kraftstoffen und Bremsflüssigkeit.

6.3.9 Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPM, EPDM)

(Frühere Bezeichnungen: APK, APTK, EPR)

Handelsnamen:

Keltan®	Lanxess
Vistalon®	Exxon
Dutral®	Eni Versalis
Nordel®	Dow Chemicals

EPM ist ein Kautschuk, der durch Copolymerisation von Ethylen und Propylen hergestellt wird. Durch die Verwendung eines dritten Monomers entsteht Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM), das für Dichtungen in Phosphatester-Hydraulikflüssigkeiten besonders gute Eigenschaften zeigt und eine breite Anwendung in Bremssystemen auf Glykolbasis findet.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 150 °C (max. 180 °C in Wasser und Wasserdampf)

Kältebeständigkeit: bis etwa -50 °C

Chemische Beständigkeit:

- Heißwasser und Heißdampf bis etwa 150 °C, Sonderqualitäten bis 180 °C

- Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis bis 150 °C
- Viele organische und anorganische Säuren
- Waschmittel, Natron und Kalilaugen
- Hydraulikflüssigkeiten auf Phosphorsäureester-Basis (HFD-R)
- Silikonöle und -fette
- Viele polare Lösungsmittel (Alkohole, Ketone, Ester)
- Skydrol 500 und 7000
- Ozon-, alterungs- und witterungsbeständig

Nicht beständig gegen:

- Mineralölprodukte (Öle, Fette, Kraftstoffe)

6.3.10 Fluor-Karbon-Kautschuk (FKM)

Handelsnamen:

DAI-EL™	Daikin
Fuorel®	Dyneon™
Tecnoflon®	Solvay Solexis
Viton®	Du Pont™

Fluor-Kautschuk zeichnet sich durch ein weites Anwendungsspektrum aus. FKM besitzt eine hervorragende Beständigkeit gegen hohe Temperaturen, Ozon, Sauerstoff, Mineralöle, synthetische Hydraulikflüssigkeiten, Kraftstoffe, Aromate, viele organische Lösungsmittel und andere Chemikalien. Die Tieftemperaturgrenze liegt für statische Anwendungen bei ca. -25 °C (einige Einsätze bzw. Werkstoffe erzielen bis -50 °C Dichtheit). Die Gasdurchlässigkeit ist gering und ähnlich der von Butyl-Kautschuk. Spezielle FKM-Mischungen besitzen höhere Beständigkeit gegen Säuren, Kraftstoffe, Wasser und Dampf.

Als Hochleistungs-Fluorelastomer bietet HiFluor® in nahezu allen Medien eine mit Perfluorelastomeren (FFKM) vergleichbare chemische Stabilität. Vor allem in polaren Lösungsmitteln besitzt HiFluor® sehr große Vorteile gegenüber herkömmlichen FKM-Polymeren. HiFluor® bietet vielseitige Anwendungslösungen in allen Industriebereichen. Vom klassischen O-Ring in Standardabmessungen (zöllig wie metrisch) bis hin zu Membranen und technische Formteilen nach Kundenzeichnung, lässt er sich zudem auch in Gummi-Metallverbindungen verarbeiten.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 200 °C, kurzzeitig höher

Kältebeständigkeit: bis etwa -25 °C (Sonderwerkstoffe bis ca. -50 °C)

Chemische Beständigkeit:

- Mineralöle und -fette, geringe Quellung bei IRM 901 bis 903
- Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten der Gruppe HFD
- Silikonöle und -fette
- Pflanzliche und tierische Öle und Fette
- Aliphatische Kohlenwasserstoffe (Benzin, Butan, Propan und Erdgas)
- Aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol)
- Chlorierte Kohlenwasserstoffe (Trichlorethylen, Tetrachlorkohlenstoff)
- Kraftstoffe und methanolhaltige Kraftstoffe
- Hochvakuum
- Sehr gute Ozon-, Witterungs- und Alterungsbeständigkeit

Nicht beständig gegen:

- Polare Lösungsmittel (Aceton, Methylethylketon, Ethylacetat, Diethylether, Dioxan)
- Skydrol 500 und 7000
- Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis
- Ammoniakgas, Amine, Alkalien
- Überhitzter Wasserdampf
- Niedermolekulare organische Säuren (Ameisen- und Essigsäure)

6.3.11 Fluor-Silikon-Kautschuk (FVMQ)

Handelsnamen:

Silastic®	Dow Corning
Silopren®	Momentive

FVMQ besitzt im Molekül neben den Methyl- noch Trifluorpropyl-Gruppen. Die mechanischen und physikalischen Eigenschaften sind mit denen des VMQ vergleichbar.

Dagegen zeigt Fluorsilikon im Vergleich mit Silikon (VMQ) bei etwas schlechterer Heißluftbeständigkeit gegenüber Kraftstoffen und Mineralölen eine wesentlich bessere Beständigkeit.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 175 °C (200 °C max.)

Kältebeständigkeit: bis etwa -55 °C

Chemische Beständigkeit: siehe VMQ und zusätzliche Verträglichkeit mit

- Aromatischen Mineralölen (z.B. IRM 903 Öl)
- Kraftstoffen
- Niedermolekularen aromatischen Kohlenwasserstoffen (z.B. Benzol, Toluol)

6.3.12 Hydrierter Nitril-Butadien-Kautschuk (HNBR)

Handelsnamen:

Therban®	Lanxess
Zetpol®	Zeon

HNBR wird durch Voll- oder Teilhydrierung von NBR gewonnen. Entscheidende Unterschiede zu NBR sind die höhere Temperaturbeständigkeit (bis 150 °C), sowie die gute Beständigkeit gegen oxidative Angriffe (z.B. Ozon). HNBR besitzt außerdem sehr gute mechanische Eigenschaften.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 150 °C

Kältebeständigkeit: je nach Zusammensetzung bis -40 °C

Chemische Beständigkeit:

- Aliphatische Kohlenwasserstoffe
- Pflanzliche und tierische Fette/Öle
- HFA-, HFB- und HFC-Flüssigkeiten
- Viele verdünnte Säuren, Basen, Salzlösungen bei niedriger Temperatur
- Wasser und Wasserdampf bis 150 °C
- Ozon- und witterungsbeständig

6.3.13 Perfluor-Kautschuk (FFKM)

Handelsnamen:

Parofluor®	Parker
Kalrez®	Du Pont™

FFKM besitzt die chemischen Eigenschaften von PTFE (Teflon®) und die elastischen Eigenschaften von FKM-Kautschuk. Die Verarbeitung von FFKM ist schwierig. Da Perfluor-Kautschuk um ein Vielfaches teurer ist als FKM, wird FFKM nur dort angewendet, wo andere Werkstofftypen nicht ausreichen. Solche Anwendungen (aggressive Medien und/oder sehr hohe Temperaturen) gibt es z.B. in der Halbleiterindustrie, der Messtechnik oder der chemischen Industrie.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 310 °C

Kältebeständigkeit: bis etwa -15 °C, Sonderwerkstoffe bis -35 °C

Chemische Beständigkeit:

- Nahezu alle Chemikalien
- Sauerstoff, Ozon, Witterungs- und Alterungsbeständigkeit
- Sehr geringer Gewichtsverlust im Hochvakuum bei hohen Temperaturen

Nicht beständig gegen:

- Fluorhaltige Verbindungen (z.B. Freon 11, 12, 13, 113, 114)

6.3.14 Polyacrylat-Kautschuk (ACM)

Handelsnamen:

HyTemp®	Zeon
Noxtite®	UNIMATIC

ACM oder einfach Acrylat-Kautschuk besteht aus Grund- und Vernetzungsmonomeren. Die Grundmonomere (Kautschukbasis) enthalten verschiedene Acrylsäureester, die auch die Eigenschaften der Vulkanisate beeinflussen. Ethylacrylat-Kautschuk besitzt gute Hitze- und Mineralölbeständigkeit, Butylacrylat dagegen bessere Kälteflexibilität. Acrylat-Kautschuk besitzt eine gute Beständigkeit gegenüber Mineralölen, Sauerstoff und Ozon, auch bei hohen Temperaturen. Gegenüber NBR ist die Wasserbeständigkeit und Kälteflexibilität geringer.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 150 °C (kurzzeitig bis 175 °C)

Kältebeständigkeit: bis etwa -20 °C

Chemische Beständigkeit:

- Mineralöle (Motoren-, Getriebe- und ATF-Öle)
- Ozon-, witterungs- und alterungsbeständig

Nicht beständig gegen:

- Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis
- Aromatische und chlorierte Kohlenwasserstoffe
- Heißwasser und Dampf
- Säuren, Laugen und Amine

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

6.3.15 Thermoplastische Polyurethane (TPU)

Handelsnamen:

Ultrathan® Parker

Entsprechend der Zusammensetzung der verwendeten Polyole und Isocyanate unterscheidet man zwischen vielen unterschiedlichen Typen von Thermoplastischen Polyurethanen (TPU).

Besonders esterbasierte TPU-Werkstoffe zeichnen sich durch sehr gute Mineralölbeständigkeit, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, hohe Reißfestigkeit und hohe Elastizität aus.

Durch Modifikationen mit anderen Rohstoffen, z.B. Polyether, können Tieftemperatur- und Hydrolysebeständigkeit verbessert werden. Auch lassen sich durch andere Modifikationen die Beständigkeit gegenüber biologisch abbaubaren Ölen, wie synthetische Ester, deutlich erhöhen.

Die Gasdurchlässigkeit ist mit IIR vergleichbar.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 80 °C (Sonderqualitäten bis 100 °C, kurzzeitig bis 120 °C)

Kältebeständigkeit: bis etwa -45 °C

Ultrathan®-Werkstoffe zeigen keine Kälteversprödung, d.h. selbst deutlich unterhalb der Glasübergangstemperatur werden Ultrathan®-O-Ringe bei mechanischer Belastung nicht zerstört (Kältebiegetest).

Chemische Beständigkeit:

- Reine aliphatische Kohlenwasserstoffe (Propan, Butan, Benzin); Verunreinigungen (Feuchtigkeit, Alkohole, saure oder alkalische Verbindungen) können Polyurethane chemisch angreifen
- Mineralöle und -fette (bestimmte Additive können Standardwerkstoffe chemisch angreifen!)
- Silikonöle und -fette
- Wasser bis 50 °C
- Ozon- und alterungsbeständig

Nicht beständig gegen:

- Ketone, Ester, Ether, Alkohole und Glykole
- Heißes Wasser, Dampf, Alkali, Amine und Säuren

6.3.16 Silikon-Kautschuk (LSR, Q, MQ, VMQ)

Handelsnamen:

Elastosil® Wacker
Silopren® Momentive
Silastic® Dow Corning

Silikon-Kautschuke umfassen eine Gruppe von Werkstoffen, in der Methyl-Vinyl-Silikon (VMQ) am häufigsten eingesetzt wird. Auch Flüssigsilikon (LSR), welches sich nahezu beliebig einfärben und als 2-Komponenten-Mischung verarbeiten lässt, ist hier anzutreffen. Die Gruppe der Silikonelastomere besitzt eine relativ schlechte Zugfestigkeit, Weiterreißfestigkeit und Abriebbeständigkeit, verfügt aber über hervorragende Spezialeigenschaften:

Heißluftbeständigkeit bis 230 °C und Kälteflexibilität bis -60°C, Witterungsbeständigkeit, gute Isoliereigenschaften, gute physiologische Eigenschaften, gute bis mittlere Medienbeständigkeit.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 210 °C (Sonderqualitäten bis 230 °C)

Kältebeständigkeit: bis etwa -55 / -60 °C (Sonderqualitäten bis etwa -100 °C)

Chemische Beständigkeit:

- Motoren- und Getriebeöle aliphatischer Art (z.B. IRM 901)
- Tierische und pflanzliche Öle und Fette
- Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis
- Schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeiten HFD-R und HFD-S
- Chlorierte aromatische Kohlenwasserstoffe (z.B. Clophen Chlordiphenyl (u. a. flammwidriges Isolieren, Kühlmittel für Transformatoren)
- Wasser bis 100 °C
- Verdünnte Salzlösungen
- Ozon-, alterungs- und witterungsbeständig

Nicht beständig gegen:

- Wasserdampf über 120 °C
- Säuren und Alkalien
- Silikonöle und -fette
- Niedermolekulare chlorierte Kohlenwasserstoffe (z.B. Trichlorethylen)
- Aromatische Mineralöle
- Kraftstoffe
- Aromatische Kohlenwasserstoffe (z.B. Benzol, Toluol)

6.3.17 Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR)

Handelsnamen:

Buna SE, SL, V Lanxess
Intol® Eni Versalis

SBR ist vermutlich besser bekannt unter den alten Bezeichnungen Buna S oder GRS (Government Rubber Styrene), die auf die Zeit von 1930 bis 1950 zurückgehen, in denen in staatlichen Fabriken ein Ersatz für Naturkautschuk hergestellt wurde. Ausgangsmomere für die Herstellung sind Butadien und Styrol (meist 23,5 %). Etwa zwei Drittel der Weltproduktion wird zu Reifen verarbeitet. Dichtungen aus SBR bleiben meist auf die Anwendung in Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis beschränkt.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 100 °C

Kältebeständigkeit: bis etwa -50 °C

Chemische Beständigkeit:

- Wasser, Alkohole, Glykole und bestimmte Ketone (z.B. Aceton)
- Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis
- Silikonöle und -fette
- Verdünnte wässrige Lösungen schwach wirkender Säuren, Basen und Salze

Nicht beständig gegen:

- Mineralöle und -fette, Kraftstoffe
- Aliphatische Kohlenwasserstoffe (z.B. Propan, Butan, Pentan, Hexan, Heptan)
- Aromatische Kohlenwasserstoffe (z.B. Benzol, Toluol, Xylol)
- Chlorierte Kohlenwasserstoffe (z.B. Chloroform, Trichlorethylen, Kohlenstofftetrachlorid)
- Oxidierend wirkende Medien wie Salpetersäure, Chromsäure, Wasserstoffperoxid, Chlor, Brom

6.4 Werkstoffauswahl

Basiskautschuk und Härte eines Elastomer-Werkstoffs entscheiden über dessen Resistenz gegen thermische, chemische und mechanische Belastung.

Die Parker-Bezeichnung eines Werkstoffs, z.B. N0674-70, enthält diese zwei wichtigen Angaben:

1. Die Kautschukart, die der Werkstoffmischung zugrundeliegt, wird durch den vorangestellten Buchstaben angezeigt:

A	= Polyacrylat
B	= Butyl bzw. Chlorbutyl
C	= Chloropren
E	= Ethylen-Propylen bzw. Ethylen-Propylen-Dien
G	= Styrol Butadien
L	= Fluorsilikon
N	= Acrylnitril-Butadien, hydriertes Acrylnitril-Butadien
P	= Thermoplastischer Polyurethan
S	= Silikon
V	= Fluorkarbon
Y	= Epichlorhydrin

2. Die Endzahl steht für den Härtebereich des Werkstoffs. Die Zahl „70“ bedeutet z.B., dass der Härtebereich dieses betreffenden Werkstoffs im Bereich 70^{±5} Shore A (an der Prüfplatte) liegt.

Die Zahl zwischen diesen beiden Angaben steht für eine ganz bestimmte Mischungsrezeptur, die garantiert, dass diese Werkstoffmischung stets mit derselben Zusammensetzung hergestellt wird, und dass diese Mischung vor der Parker-Freigabe umfangreich getestet wurde.

Wahl des Basiskautschuks

Medienverträglichkeit und Temperaturbeständigkeit sind entscheidende Kenngrößen für die Wahl des Basiskautschuks. D. h. für einen konkreten Anwendungsfall müssen die Temperaturen und die Medien (einschließlich Schmier- und Reinigungsmittel), denen eine Dichtung ausgesetzt ist, genau bekannt sein. Dann erst kann ein geeigneter Basiskautschuk ausgewählt werden.

Die im Bild 6.4 angegebenen Temperaturbereiche für verschiedene Elastomerwerkstoffe beziehen sich auf Dauertemperaturen in der Umgebung von Medien, die bei den angeführten Temperaturen keine aggressive Wirkung auf das Basiselastomer haben. Die Überhitzung eines Elastomers über längere Zeiträume führt

bei den meisten Kautschukarten zunächst zur Weitervernetzung der Polymerketten, d. h. zu einer Verhärtung und einer hohen bleibenden Verformung. Auf diese Weise werden durch Verformung bzw. Verpressung induzierte Rückstellkräfte mehr und mehr neutralisiert. Wenn die verbleibenden Rückstellkräfte nicht mehr ausreichen, kann es zur Leckage kommen.

Kurzzeitiges Überschreiten der zulässigen Dauertemperaturen ist bis zu einem bestimmten Maß gemäß Bild 6.5 noch möglich, Medienverträglichkeit vorausgesetzt, doch geht dies zu Lasten der Lebensdauer.

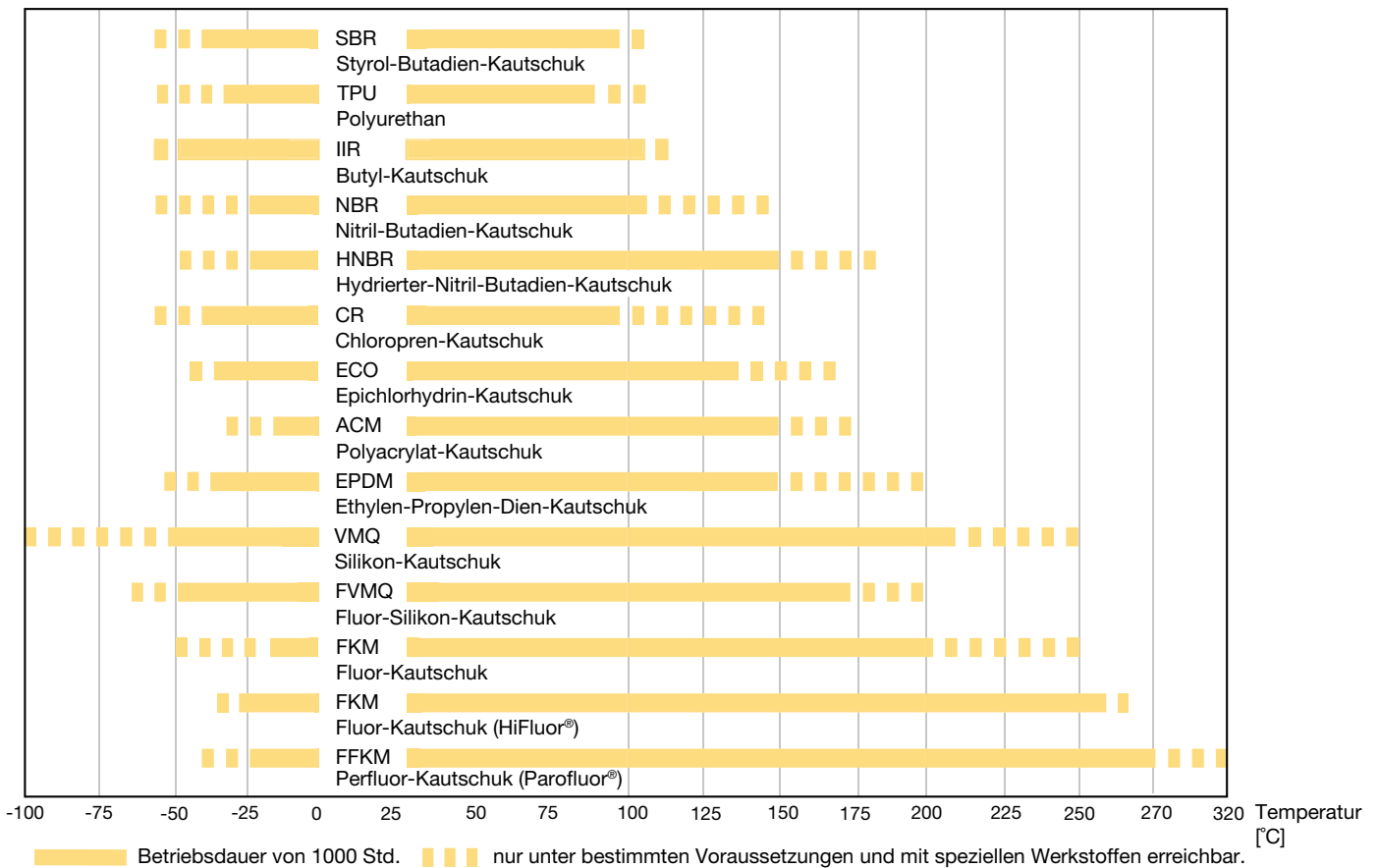
Praktisch alle Elastomere erfahren durch physikalische oder chemische Einwirkungen von Medien geringere oder größere Eigenschaftsänderungen, die von der chemischen Zusammensetzung des Elastomers und des Mediums sowie von den Einwirkungsbedingungen abhängen. Einer der wichtigsten Faktoren ist die Temperatur. Mit steigender Temperatur nimmt auch die Aggressivität des Mediums zu.

Bei einer physikalischen Einwirkung laufen zwei Vorgänge gleichzeitig ab:

1. Die Absorption des Mediums durch das Elastomer
2. Die Extraktion der löslichen Mischungsbestandteile (insbesondere Weichmacher) aus dem Elastomer

Das Ergebnis ist eine Volumenänderung, d. h. Quellung oder Schrumpfung. Die Höhe der Volumenänderung hängt in erster Linie von der Art des einwirkenden Mediums, vom Aufbau der Gummimischung, von der Temperatur, von der geometrischen Form (Materialdicke) und dem Spannungszustand des Gummiteils ab. In eingespanntem Zustand quillt der Gummi bedeutend weniger (u. U. bis zu 50 %) als in freiem Zustand, wie es bei Quellprüfungen der Fall ist.

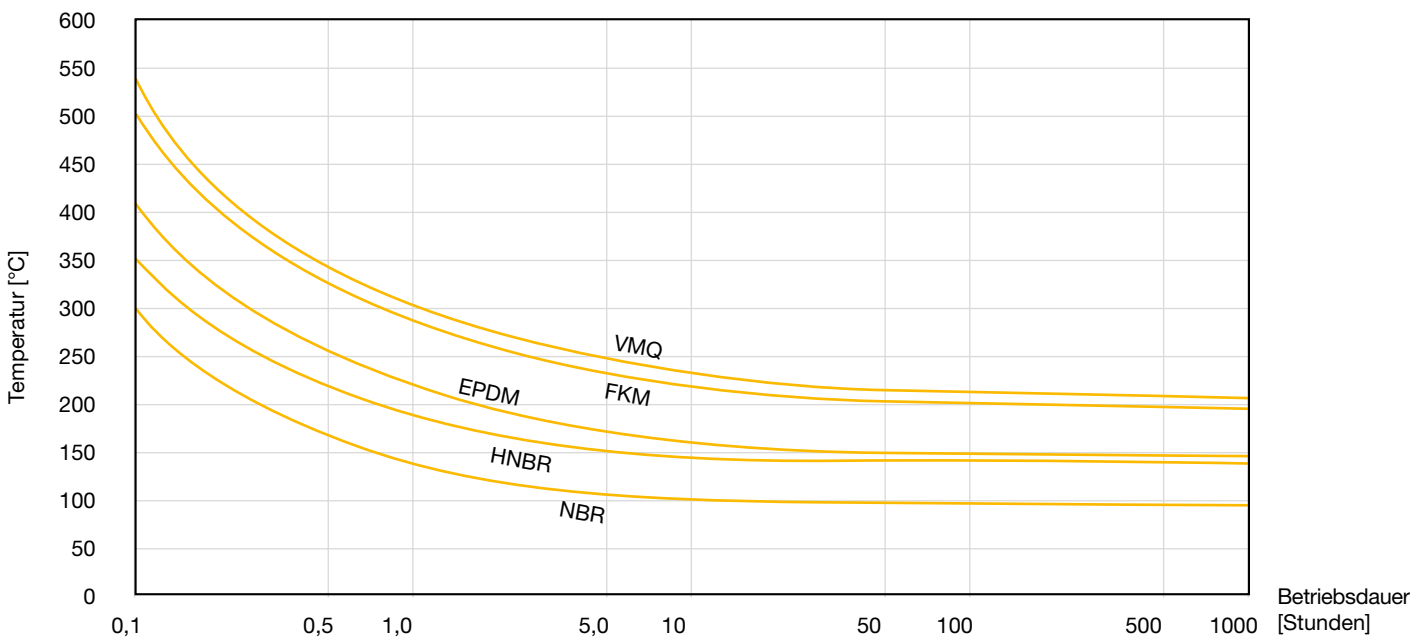
6 Elastomere Dichtungswerkstoffe



Diese Temperaturbereiche gelten für Anwendungen, bei denen ein Kontakt mit Medien, die gegenüber dem jeweiligen Werkstoff aggressiv wirken, ausgeschlossen ist.

Beispiel: VMQ: in Luft bis +210 °C, in Wasser bis +100 °C

Bild 6.4 Temperaturbereich verschiedener Elastomer-Werkstoffe



Die Grafik kann nur als Richtlinie verwendet werden. Die tatsächliche Lebensdauer einer Dichtung bei überhöhter Temperatur ist unter anderem abhängig vom Einsatz der Dichtung und dem abzudichtenden Medium.

Bild 6.5 Hochtemperaturgrenzen verschiedener Elastomer-Werkstoffe

Die zulässige Volumenänderung hängt vom Anwendungsfall ab. Für statische Dichtungen können Volumenquellungen von 25 bis 30 % noch toleriert werden, dabei ist allerdings die mit der Aufweichung des Werkstoffs verbundene Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften, vor allem bezüglich Extrusion, zu berücksichtigen.

Bei dynamischen Anwendungsfällen führt eine Quellung zu größeren Reibungskräften und größerem Verschleiß, die zulässigen Grenzen liegen bei maximal 10 % Quellung. Schrumpfung ist zu vermeiden, weil dadurch die Verpressung kleiner und damit die Gefahr der Leckage größer wird.

Bei Verwendung von Werkstoffen mit Weichmacheranteilen ist zu prüfen, ob ein eventuelles Herauslösen dieser Mischungsanteile nicht durch eine Absorption des Kontaktmediums durch das Elastomer kompensiert wurde. Ist dies der Fall, kann trotz Volumenzunahme die Einwirkung von trockener Wärme eine unzulässig hohe Schrumpfung und daraus resultierende Leckage verursachen.

Bei einer chemischen Einwirkung wird das Elastomer durch das Medium in seiner Polymerstruktur verändert (z.B. Weitervernetzung oder Abbau). Selbst geringfügige chemische Veränderungen des Elastomers können zu deutlichen Veränderungen der physikalischen Eigenschaften (z.B. Brüchigkeit) führen. Daher ist vor jedem Einsatzfall eine Abstimmung zwischen Medium und Werkstoff erforderlich. Die Kenntnis der Eigenschaftsänderung ermöglicht es, die Eignung oder Nichteignung eines Elastomers für ein bestimmtes Medium qualitativ abzuschätzen. Ist ein Werkstoff für ein Medium geeignet, bezeichnet man ihn als „beständig“ gegenüber diesem Medium.

Bild 6.5 vergleicht die verschiedenen Elastomertypen bezüglich ihrer Beständigkeiten gegenüber häufig anzutreffenden Medien. Detailliertere Beständigkeitsangaben sind in der Parker Medienbeständigkeitstabelle (siehe Anhang) zu finden. Dort sind Werkstoffempfehlungen für über tausend verschiedene Flüssigkeiten und Gase aufgelistet.

6.5 Werkstoffauswahl nach SAE- und ASTM-Spezifikation

Das amerikanische Standardklassifizierungs-System für Gummi-Produkte in Automobilanwendungen, ASTM D 2000, ist komplex und sowohl für den Anwender als auch den Gummihersteller nicht ganz einfach zu handhaben. Die Bezeichnungen aus Zahlen und Buchstaben sind nicht leicht zu merken bzw. zu deuten. Der Anwender muss seine Anforderungen kodifizieren, d.h. in die Sprache der ASTM D 2000 übersetzen. Der Hersteller muss sie sodann wieder entschlüsseln bzw. den Normtabellen entnehmen. Dabei kann die ASTM-Bezeichnung eines einzigen Gummiwerkstoffs sich über mehrere Zeilen erstrecken. Dies mag auch der Grund sein, warum dieses System außerhalb der USA – abgesehen von einigen USA-orientierten Automobilherstellern – kaum Fuß fassen konnte. Vorwiegend gibt es hier Hausnormen, die auf die speziellen Anforderungen der betreffenden Firmen abgestimmt und nicht für ein übergeordnetes Klassifizierungssystem geeignet sind.

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Elastomerbasis	Parker-Werkstoff	Härte [Shore A]	Farbe	ASTM D 2000 / SAE J 200 Spezifikation
EPDM	E0540-80	80 ^{±5}	schwarz	2 AA 815 A13 F17 EA14
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	schwarz	2 BF 720 B34 EO14 EO34
NBR	N0525-60	60 ^{±5}	schwarz	2 BG 620 B34 EO14 EO34 EF11 EF21 EA14
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	schwarz	2 BG 720 B14 B34 EO14 EO34 EF11 EF21 EA14
NBR	N0741-75	75 ^{±5}	schwarz	7 BG 815 EO14 EO34 EF11 EF21 EA14 Z1 (75 ^{±5} Härte) Z2 ¹⁾
NBR	N0552-90	90 ^{±5}	schwarz	7 BG 915 B14 EO14 EO34 EF11 EF21 F17
EPDM	E0529-60	65 ^{±5}	schwarz	2 CA 620 A25 B44 Z1 (65 ^{±5} Härte)
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	schwarz	3 CH 720 A25 B34 EO16 EO36
NBR	N0741-75	75 ^{±5}	schwarz	3 CH 815 A25 B34 EO16 EO36 Z1 (75 ^{±5} Härte) Z2 ¹⁾
NBR	N0552-90	90 ^{±5}	schwarz	3 CH 915 B34 EO16 EO36
ACM	A0607-70	70 ^{±5}	schwarz	3 DH 715 A26 B16 EO16 EO36 F13
FVMQ	L0677-70	70 ^{±5}	blau	2 FK 708 A16 EA36 F19
VMQ	S0595-50	50 ^{±5}	rot	3 GE 505 A19 B37 EO16 EO36 F16 G11 EA14
VMQ	S0613-60	60 ^{±5}	rot	3 GE 605 A19 B37 EO16 EO36 F19 G11 EA14
VMQ	S0604-70	70 ^{±5}	rot	7 GE 707 A19 B37 EO16 EO36 F19 G11 EA14
FKM	V0747-75	75 ^{±5}	schwarz	2 HK 715 A1-10 B37 B38 EF31 EO78 F15 Z1 (75 ^{±5} Härte)
FKM	V0884-75	75 ^{±5}	braun	2 HK 715 A1-10 B37 B38 EF31 EO72 F15 Z1 (75 ^{±5} Härte) Z2 (braun)
FKM	V0747-75	75 ^{±5}	schwarz	4 HK 715 A1-11 B38 EF31 EO78 Z1 (75 ^{±5} Härte)
FKM	V0884-75	75 ^{±5}	braun	4 HK 715 A1-11 B38 EF31 EO78 Z1 (75 ^{±5} Härte) Z2 (braun)
FKM	V0709-90	90 ^{±5}	schwarz	3 HK 915 A1-10 B37 B38 EF31 EO78
FKM	V0894-90	90 ^{±5}	braun	3 HK 915 A1-10 B37 B38 EF31 EO78 Z1(braun)
FKM	V0709-90	90 ^{±5}	schwarz	5 HK 915 A1-11 B38 EF31 EO78 F15
FKM	V0894-90	90 ^{±5}	braun	5 HK 915 A1-11 B38 EF31 EO78 F15 Z1 (braun)
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	schwarz	SAE 120 R1 Class 1
NBR	N0552-90	90 ^{±5}	schwarz	SAE J515 Type 1

¹⁾ Druckverformungsrest 20 % max. nach 70 h/125 °C, geprüft an geschichteten Teilen nach ASTM D395

Tab. 6.3 Werkstoffauswahl nach SAE- und ASTM-Spezifikation

6.6 Werkstoffe

Werkstoff- bezeich- nung	Elastomer- basis	Härte [Shore A]	Farbe	Temperatur- bereich statisch [°C]	Eigenschaften / Anwendungen
--------------------------------	---------------------	--------------------	-------	--	-----------------------------

Polyacrylat-Kautschuk (ACM)

A8845-70	ACM	70 ^{±5}	schwarz	-20 +150	
----------	-----	------------------	---------	----------	--

Polychloropren-Kautschuk (CR)

C0557-70	CR	70 ^{±5}	schwarz	-40 +100	<ul style="list-style-type: none"> • häufiger Einsatz in Kältemittel (z.B. R134a oder R22) • gute Witterungs- und Salzwasserbeständigkeit
C0944-70	CR	70 ^{±5}	rot	-40 +100	

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Werkstoff- bezeich- nung	Elastomer- basis	Härte [Shore A]	Farbe	Temperatur- bereich statisch [°C]	Eigenschaften / Anwendungen
--------------------------------	---------------------	--------------------	-------	--	-----------------------------

Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPDM)

E0529-60	EPDM	60 ^{±5}	schwarz	-50	+150	
E0540-80¹⁾	EPDM	80 ^{±5}	schwarz	-50	+150	<ul style="list-style-type: none"> • Standard-Werkstoff • guter Druckverformungsrest • Heißwasser • Luft bis 150 °C • Dampf bis 200 °C • verdünnte Säuren • schwer entflammare Hydraulikflüssigkeiten auf Phosphat-Ester-Basis • Bremsflüssigkeiten auf nicht mineralöhlhaltiger Basis
E3609-70	EPDM	70 ^{±5}	schwarz	-50	+150	<ul style="list-style-type: none"> • Standard-Werkstoff • FDA-konform • (EG) Nr. 1935/2004 • USP Klasse VI • Nicht geeignet für den Einsatz mit Speiseölen und Milchprodukten
E3678-80	EPDM	80 ^{±5}	violett	-50	+150	
E3804-90	EPDM	90 ^{±5}	schwarz	-50	+150	<ul style="list-style-type: none"> • Parbak®-Werkstoff
E8556-70	EPDM	70 ^{±5}	schwarz	-50	+150	<ul style="list-style-type: none"> • für Industrie- / Kühlwasseranwendung • verbesserte Alterungsbeständigkeit
E8743-70	EPDM	70 ^{±5}	schwarz	-50	+150	<ul style="list-style-type: none"> • FDA-konform • (EG) Nr. 1935/2004 • für Lebensmittelanwendungen • ADI-frei
E8780-80	EPDM	80 ^{±5}	schwarz	-50	+150	<ul style="list-style-type: none"> • Standard für Trinkwasseranwendungen • Freigaben: KTW, W 270, EN 681-1, W 534 • FDA-konform (ungeeignet für den Einsatz mit Speiseölen und Milchprodukten) • (EG) Nr. 1935/2004
E8790-70	EPDM	70 ^{±5}	schwarz	-50	+150	<ul style="list-style-type: none"> • Standard für Trinkwasseranwendungen • Freigaben: KTW, WRAS, W 270, EN 681-1, W 534, KIWA • FDA-konform (ungeeignet für den Einsatz mit Speiseölen und Milchprodukten) • (EG) Nr. 1935/2004

Nitril-Butadien (NBR)

N0525-60	NBR	60 ^{±5}	schwarz	-35	100	
N0552-90¹⁾	NBR	90 ^{±5}	schwarz	-30	100	
N0674-70¹⁾	NBR	70 ^{±5}	schwarz	-35	100	<ul style="list-style-type: none"> • Standard-Werkstoff • allgemein in der Hydraulik und Pneumatik einsetzbar für Hydrauliköle, Wasserglykole (HFC-Flüssigkeiten), Öl-in-Wasser-Emulsionen (HFA-Flüssigkeiten) • beständig gegenüber Mineralölen und Mineralölprodukten, tierischen und pflanzlichen Fetten
N3505-50	NBR	50 ^{±5}	schwarz	-35	100	<ul style="list-style-type: none"> • verbesserte Ozon- u. Witterungsbeständigkeit
N3575-75	NBR	75 ^{±5}	schwarz	-50	100	<ul style="list-style-type: none"> • für tiefe Temperaturen mit verbesserter Ölbeständigkeit
N3578-80	NBR	80 ^{±5}	schwarz	-40	100	

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Werkstoff- bezeich- nung	Elastomer- basis	Härte [Shore A]	Farbe	Temperatur- bereich statisch [°C]	Eigenschaften / Anwendungen
--------------------------------	---------------------	--------------------	-------	--	-----------------------------

Hydrierter Nitril-Butadien-Kautschuk (HNBR)

N3510-85	HNBR	85 ^{±5}	schwarz	-35 +150	
N3512-90	HNBR	90 ^{±5}	schwarz	-35 +150	
N3554-75	HNBR	75 ^{±5}	hellgrün	-35 +150	
N3573-75	HNBR	75 ^{±5}	schwarz	-35 +150	
N3723-80	HNBR	80 ^{±5}	schwarz	-35 +150	
N3813-70	HNBR	70 ^{±5}	schwarz	-40 +150	• für tiefe Temperaturen
N3831-70	HNBR	70 ^{±5}	schwarz	-35 +150	• für Einsatz in AdBlue ^{® 2)} bis ca. 80 °C
N3837-85	HNBR	85 ^{±5}	grün	-35 +150	
N8505-70	HNBR	70 ^{±5}	grün	-35 +150	• für Einsatz in Biodiesel (RME) geeignet bis zu 80 °C
N8680-90	HNBR	90 ^{±5}	schwarz	-40 +150	• für tiefe Temperaturen
N8888-70	HNBR	70 ^{±5}	gelb	-35 +150	• für Gas- und Wasseranwendungen • Freigabe für EN 549, EN 681-1

Thermoplastische Elastomere (Ultrathan[®])

P4300	TPU	92 ^{±5}	gelb	-30 +110	• ausgezeichnetes Hochtemperaturverhalten • ausgezeichnetes dynamisches Verhalten
P5000	TPU	94 ^{±5}	dunkelgrün	-20 +100	• sehr gute Hydrolysebeständigkeit • FDA-konform
P5001	TPU	94 ^{±5}	braun	-35 +100	• gute Hydrolysebeständigkeit
P5007	TPU	82 ^{±5}	grün, transp.	-35 +80	• Standard-Werkstoff
P5008	TPU	94 ^{±5}	grün	-35 +100	• Standard-Werkstoff
P5009	TPU	94 ^{±5}	grau	-45 +95	• für tiefe Temperaturen
P5012	TPU	90 ^{±5}	rot	-38 +100	• gute Hydrolysebeständigkeit
P5029	TPU	94 ^{±5}	natur	-20 +100	• sehr gute Hydrolysebeständigkeit • FDA-konform
P5070	TPU	83 ^{±5}	grün	-35 +85	• gute Hydrolysebeständigkeit
P5075	TPU	80 ^{±5}	ocker	-45 +80	• für tiefe Temperaturen
P6000	TPU	95 ^{±5}	grau	-35 +110	• sehr hohe mechanische Festigkeit • extrusionsbeständig
P6030	TPU	93 ^{±5}	orange	-35 +105	• hohe mechanische Festigkeit • extrusionsbeständig

Silikon-Kautschuk (VMQ)

S0595-50	VMQ	50 ^{±5}	rot	-55 +200	
S0604-70	VMQ	70 ^{±5}	rot	-55 +200	• Standard-Werkstoff • Heißluft bis 210 °C • Sauerstoff / Wasser bis 100 °C • nur Einsatz als statische Dichtung
S0613-60	VMQ	60 ^{±5}	rot	-55 +200	
S0614-80	VMQ	80 ^{±5}	rot	-55 +200	

Flüssigsilikon (LSR)

S3693-50	LSR	50 ^{±5}	rotbraun	-50 +200	
S3695-60	LSR	60 ^{±5}	rotbraun	-50 +200	
S3697-40	LSR	40 ^{±5}	rotbraun	-50 +200	
S3698-70	LSR	70 ^{±5}	rotbraun	-50 +200	

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Werkstoff- bezeich- nung	Elastomer- basis	Härte [Shore A]	Farbe	Temperatur- bereich statisch [°C]	Eigenschaften / Anwendungen
--------------------------------	---------------------	--------------------	-------	--	-----------------------------

Fluor-Silikon (FVMQ)

L0677-70	FVMQ	70 ^{±5}	blau	-60 +170	<ul style="list-style-type: none"> • für hohe Temperaturen • gute Tieftemperaturbeständigkeit • wird in Kraftstoffen und in Öl eingesetzt • überwiegend für Luftfahrt
L0806-80	FVMQ	80 ^{±5}	blau	-60 +170	<ul style="list-style-type: none"> • Freigaben im Militär- und Luftfahrtbereich
L3355-70	FVMQ	70 ^{±5}	gelb	-60 +170	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz für Kraftstoffkupplungen im Automobil
L8559-70	FVMQ	70 ^{±5}	blau	-60 +170	
L8585-80	FVMQ	80 ^{±5}	blau	-60 +170	<ul style="list-style-type: none"> • Freigaben in der Luftfahrt

Fluor-Karbon (FKM)

V0709-90	FKM	90 ^{±5}	schwarz	-25 +200	
V0747-75¹⁾	FKM	75 ^{±5}	schwarz	-25 +200	<ul style="list-style-type: none"> • Standard-Werkstoff • für hohe Temperaturen • heiße Öle • aromatische Lösungsmittel • breite Chemikalienbeständigkeit • schwer entflammbare Flüssigkeiten auf Phosphat-Ester-Basis und chlorierten Kohlenwasserstoffen • Copolymer
V0763-60	FKM	60 ^{±5}	braun	-25 +200	<ul style="list-style-type: none"> • Copolymer
V0884-75	FKM	75 ^{±5}	braun	-25 +200	<ul style="list-style-type: none"> • Copolymer
V0894-90	FKM	90 ^{±5}	braun	-25 +200	<ul style="list-style-type: none"> • Copolymer
V3642-75	FKM	75 ^{±5}	schwarz	-25 +200	<ul style="list-style-type: none"> • Terpolymer
V3670-70	FKM	70 ^{±5}	grün	-25 +200	<ul style="list-style-type: none"> • Copolymer
V3681-80	FKM	80 ^{±5}	grün	-25 +200	<ul style="list-style-type: none"> • Copolymer
V3736-75	FKM	75 ^{±5}	schwarz	-28 +200	<ul style="list-style-type: none"> • Terpolymer • verbesserte Kälteflexibilität
V3738-75	FKM	75 ^{±5}	schwarz	-20 +200	<ul style="list-style-type: none"> • verbesserte Medienbeständigkeit
V8592-75	FKM	75 ^{±5}	blau	-40 +200	<ul style="list-style-type: none"> • für tiefe Temperaturen
V8703-75	FKM	75 ^{±5}	schwarz	-30 +200	<ul style="list-style-type: none"> • verbesserte Kälteflexibilität • für Einsatz in Biodiesel (RME) geeignet
V8722-75	FKM	75 ^{±5}	schwarz	-25 +200	<ul style="list-style-type: none"> • FDA-konform • (EG) Nr. 1935/2004 • ADI-frei • verbesserte Wasser-Glykol- sowie Säurenbeständigkeit
V8750-70	FKM	70 ^{±5}	schwarz	-25 +200	<ul style="list-style-type: none"> • FDA-konform • (EG) Nr. 1935/2004 • Lebensmittelanwendungen
V8802-80	FKM	80 ^{±5}	blau	-40 +200	<ul style="list-style-type: none"> • für tiefe Temperaturen
V8877-75	FKM	75 ^{±5}	blau	-50 +200	<ul style="list-style-type: none"> • extrem verbesserte Tieftemperaturflexibilität
V8989-80	FKM	83 ^{±5}	schwarz	-40 +200	<ul style="list-style-type: none"> • für tiefe Temperaturen • verbesserte Medienbeständigkeit und mechanische Eigenschaften

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Werkstoff- bezeich- nung	Elastomer- basis	Härte [Shore A]	Farbe	Temperatur- bereich statisch [°C]		Eigenschaften / Anwendungen
Hochleistungs-Fluorelastomer (HiFluor®)						
V3819-75	FKM	75 ^{±5}	schwarz	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> verbesserte Wasser-Glykol- sowie Säurenbeständigkeit sehr gute Verfügbarkeit in Parker-Standardabmessungen
V8534-90	FKM	90 ^{±5}	schwarz	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> verbesserte Beständigkeit gegen explosive Dekompression und Spaltextusion Off-Shore- und Petrochemie-Anwendungen
V8730-70	FKM	70 ^{±5}	weiß	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> Lebensmittelanwendungen FDA-konform (EG) Nr. 1935/2004 besonders geeignet für Anlagen mit hohen Verarbeitungstemp. und für solche, in denen verschiedenartige aggressive Medien verwendet werden
V3852-65	FKM	65 ^{±5}	schwarz	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> bevorzugte Verwendung für Funktions-Formteile und Membranen
V8558-75	FKM	75 ^{±5}	grün	-25	+260	<ul style="list-style-type: none"> farbige Version
V8879-75	FEPDM	75 ^{±5}	schwarz	-15	+230	<ul style="list-style-type: none"> sehr gute chemische Beständigkeit sehr gute Lackbeständigkeit FDA-konform (EG) Nr. 1935/2004
Perfluor Elastomer (Parofluor®)						
V3734-70	FFKM	70 ^{±5}	schwarz	-25	+240	<ul style="list-style-type: none"> für tiefe Temperaturen für Luft- und Raumfahrt
V8545-75	FFKM	75 ^{±5}	schwarz	-15	+300	<ul style="list-style-type: none"> sehr gut geeignet für Heißwasser und Dampf AMS 7257
V8562-75	FFKM	75 ^{±5}	weiß	-15	+300	<ul style="list-style-type: none"> für Hochtemperatur-Plasma-Anwendungen trockene Anwendungen in der Halbleiterindustrie
V8588-90	FFKM	90 ^{±5}	schwarz	-15	+260	<ul style="list-style-type: none"> ED-beständig Norsok M-710
V8920-75	FFKM	75 ^{±5}	schwarz	-15	+260	<ul style="list-style-type: none"> gute Heißwasserbeständigkeit für Nassprozesse in der Halbleiterindustrie
V8921-75	FFKM	75 ^{±5}	weiß	-15	+260	<ul style="list-style-type: none"> reiner Werkstoff für Steril- und Pharmatechnik für oxidierende Medien
V8930-75	FFKM	75 ^{±5}	schwarz	-15	+325	<ul style="list-style-type: none"> für hohe Temperaturen nicht empfohlen für heiße aliphatische Amine und Wasserdampf
V8931-75	FFKM	75 ^{±5}	schwarz	-15	+310	<ul style="list-style-type: none"> für hohe Temperaturen auch für heiße aliphatische Amine und Wasserdampf
V8950-75	FFKM	75 ^{±5}	schwarz	-15	+240	<ul style="list-style-type: none"> FDA-konform (EG) Nr. 1935/2004 ADI-frei für Lebensmittel, Pharmazie und Biotechnologie
V8951-70	FFKM	70 ^{±5}	weiß	-15	+240	<ul style="list-style-type: none"> FDA-konform (EG) Nr. 1935/2004 ADI-frei USP Klasse VI für Pharmazie, Biotechnologie und Medizintechnik
FF400-80	FFKM	80 ^{±5}	schwarz	-40	+275	<ul style="list-style-type: none"> für tiefe Temperaturen Öl und Gas Chemische Industrie ED-beständig

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Werkstoffbezeichnung	Elastomerbasis	Härte [Shore A]	Farbe	Temperaturbereich statisch [°C]	Eigenschaften / Anwendungen
----------------------	----------------	--------------------	-------	---------------------------------------	-----------------------------

Perfluor Elastomer (Parofluor Quantum®)

V8787-75	FFKM	75 ^{±5}	schwarz	-20 +230	• optimierte Farben-, Lack- und Lösemittelbeständigkeit
V8844-75	FFKM	75 ^{±5}	natur	-20 +230	• optimierte Farben-, Lack- und Lösemittelbeständigkeit
V8910-75	FFKM	80 ⁺⁸ ₋₅	schwarz	-20 +220	• verbesserte chemische Beständigkeit
V8911-75	FFKM	75 ⁺⁸ ₋₅	weiß	-20 +220	• verbesserte chemische Beständigkeit

¹⁾ Fettgedruckte Werkstoffe sind in 2-xxx-Abmessungen Standard und werden lagermäßig geführt.

²⁾ eingetragene Marke des VDA

Tab. 6.4 Parker-Werkstoffe und deren Eigenschaften

6.7 Freigaben

6.7.1 Werkstoffe für Gasversorgungs- und Verbrauchseinrichtungen

Folgende Werkstoffe sind vom DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.) für Einsatzbereiche, entsprechend der aufgeführten Normen, freigegeben.

Parker-Werkstoff	Polymer	Farbe	Zulassung
N0552-90	NBR	schwarz	DIN EN 549
N0674-70	NBR	schwarz	DIN EN 549, VP 406
N3506-70	NBR	schwarz	DIN EN 549
N3578-80	NBR	schwarz	DIN EN 549
N3829-70	NBR	schwarz	DIN EN 549
N8902-85	NBR	schwarz	-
N8888-70	HNBR	gelb	DIN EN 549, VP 406, VP 614
S3698-70	VMQ	rot	DIN EN 549
V0747-75	FKM	schwarz	DIN EN 549
V0884-75	FKM	braun	DIN EN 549

Tab. 6.5

6.7.2 Sauerstoffarmaturen

Aufgrund der Versuchsergebnisse der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken gegen eine Verwendung von O-Ringen aus folgenden Werkstoffen, sofern die nebenstehenden Einsatzgrenzen nicht überschritten werden.

Parker-Werkstoff	Polymer	Farbe	Einsatzgrenzen	
			[bar]	[°C]
V0747-75	FKM	schwarz	30	60
V8592-75	FKM	blau	40	60
Super-O-Lube	-	-	20	80
P5001	TPU	braun	20	60

Tab. 6.6

6.7.3 Werkstoffe für die Aufbereitung, Speicherung und Verteilung von Trinkwasser

Dichtungswerkstoffe für den Einsatz in Trinkwasser- und Heizungsanwendungen unterliegen einer großen Anzahl unterschiedlicher Freigabevorschriften, welche die Unbedenklichkeit von der Wasserentnahme über Aufbereitung und Transport bis zur Entnahme durch den Endverbraucher sicherstellen sollen. Weltweit besitzen fast alle Länder eigene Trinkwasservorschriften mit spezifischen Prüfungen und Listen der zugelassenen Inhaltsstoffe. Ergänzt werden diese durch physikalische und mikrobiologische Untersuchungen.

KTW

Hierbei handelt es sich um die in Deutschland bundesweit geltende Norm für alle Geräte, Komponenten und Materialien, die mit Trinkwasser in Berührung kommen. Neben Deutschland (**KTW**) haben auch Großbritannien (**WRAS**), die USA (**NSF61**), Frankreich (**ACS**) und die Niederlande (**KIWA**) eigene Richtlinien für diese Anwendungen erlassen.

Die Parker O-Ring Division hat eine ganze Reihe von Werkstoffen für den Trinkwasserbereich entwickelt.

Parker-Werkstoff	Polymer	Wasser-Kontakt-Temperatur [°C]	Farbe	Zulassung
E1549-70	EPDM	85 82	schwarz	• WRAS • NSF 61
E8780-80	EPDM	90 -	schwarz	• W270, KTW • EN 681-1, W 534
E8790-70	EPDM	90 85 90 -	schwarz	• KTW, W270 • WRAS • KIWA • EN 681-1, W 534
N8888-70	HNBR	-	gelb	• EN 681-1, EN 549

Tab. 6.7

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

6.7.4 Werkstoffe für die Lebensmittel- und pharmazeutische Industrie

Bei der Herstellung von Nahrungsmitteln, Getränken und Medikamenten müssen die produktberührten Dichtungen in „CIP“ (Cleaning in Place) und „SIP“ (Sterilisation in Place) -Prozessen beständig sein. Die Silikon-Werkstoffe eignen sich hinsichtlich ihrer physiologischen Eigenschaften für den Einsatz in diesen Lebensmittelanwendungen, denn sie sind inert sowie geruchs- und geschmacksfrei.

Neben der chemischen und thermischen Beständigkeit müssen die Dichtungswerkstoffe eine Reihe von nationalen, europäischen und internationalen Vorschriften erfüllen.

In Deutschland gibt das **Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)** Empfehlungen bezüglich Inhaltsstoffen, Zusatzstoffen, Rückständen, Kontaminationen und zulässigen Migrationswerten (Wanderung oder Auslaugung) in Lebens- und Futtermitteln. Nach dieser Empfehlung XXI des BfR werden die Bedarfsgegenstände aus Gummi entsprechend den in der Praxis vorkommenden unterschiedlichen Einsatzbedingungen in vier Kategorien (Abstufung nach Dauer des Kontaktes einer Dichtung mit dem Lebensmittel) und in eine Sonderkategorie eingeteilt.

Anhang I, Artikel 3 der **europäischen Verordnung (EG) Nr. 1935/2004** sagt aus, dass Dichtungselemente nach guter Herstellungspraxis so herzustellen sind, dass sie unter den normalen oder vorhersehbaren Verwendungsbedingungen keine Bestandteile auf Lebensmittel in Mengen abgeben, die die menschliche Gesundheit gefährden oder eine unvermeidbare Veränderung der Zusammensetzung oder eine Beeinträchtigung der organoleptischen Eigenschaften der Lebensmittel herbeiführen.

In der Verordnung **(EG) Nr. 1907/2006 (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)**, kurz **REACH**, werden chemische Stoffe registriert, bewertet, zugelassen und beschränkt, um das Gefahrenpotenzial für den Endverbraucher, wie z.B. die Verwendung von Blei, zu minimieren.

Parker hat Rezepturen entwickelt, die frei von tierischen Bestandteilen (**ADI-free = free from Animal Derived Ingredients**) sind, weil diese BSE (Bovine Spongiforme Enzephalopathie) verursachen könnten.

Die amerikanische Behörde **Food and Drug Administration (FDA)** definiert Inhaltsstoffe und Massengehalte mit maximalen Extraktionswerten in einer sogenannten „white list“. Die mit FDA gekennzeichneten Werkstoffe erfüllen die Anforderungen der FDA Nr. 177.2600, CFR 21 („Rubber Articles Intended for Repeated Use“).

Die **3-A Sanitary Standards Inc. (3-A SSI)** ist eine unabhängige Hygiene-Organisation für die amerikanische Lebensmittel- und Pharmabranche, die u.a. Normen und Vorschriften für die Entwicklung, Herstellung und Verwendung von Molkerei-Anlagen definiert. Dichtungen in diesen Anlagen müssen definierte Extraktionstests bestehen, um sich für die Verwendung zu qualifizieren.

Das Ergebnisprotokoll des **USP (United States Pharmacopoeia) Klasse VI** attestiert die biologische Verträglichkeit mit lebenden Organismen und damit die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Dichtungswerkstoffen. Nachfolgend sind die wichtigsten Testprotokolle aufgeführt:

USP Klasse VI, Teil 88 ist ein biologischer „in vivo“ Reaktivitätstest. Er dient dazu, die biologische Reaktion von Tieren auf Elastomere, Kunststoffe und sonstige polymere Materialien im direkten oder indirekten Patientenkontakt bzw. auf die Injektion spezifischer Extrakte aus dem zu prüfenden Dichtungsmaterial festzustellen.

USP Klasse VI, Teil 87 nach ISO 10993-1 ist ein Zytotoxizitäts- oder Reaktionstest, der dazu dient, die biologische Reaktivität mammalischer (= Säugetier- bzw. menschlicher) Zellkulturen nach dem direkten oder indirekten Kontakt mit Elastomeren, Kunststoffen und sonstigen polymeren Materialien in direktem oder indirektem Kontakt oder spezifischen Extrakten aus dem zu prüfenden Material festzustellen.

Es gibt spezielle Anwendungen, in denen keine **Weichmacher (Phthalate)** enthalten sein dürfen, da diese im Verdacht stehen, den Hormonhaushalt zu beeinflussen sowie Unfruchtbarkeit, Leberschäden und Diabetes zu begünstigen.

Parker-Werkstoff	Polymer	Farbe	Zulassung
E3609-70	EPDM	schwarz	FDA ¹⁾ , (EG) Nr. 1935/2004, USP Klasse VI
E8743-70	EPDM	schwarz	FDA, (EG) Nr. 1935/2004, BfR, ADI-frei
E8780-80	EPDM	schwarz	FDA ¹⁾ , (EG) Nr. 1935/2004, BfR
E8790-70	EPDM	schwarz	FDA ¹⁾ , (EG) Nr. 1935/2004, BfR
P5000	TPU	grün	FDA
P5029	TPU	natur	FDA
S3693-50	LSR	rotbraun	FDA, (EG) Nr. 1935/2004, BfR
S3695-60	LSR	rotbraun	FDA, (EG) Nr. 1935/2004, BfR
S3697-40	LSR	rotbraun	FDA, (EG) Nr. 1935/2004, BfR
S3698-70	LSR	rotbraun	FDA, (EG) Nr. 1935/2004, BfR
V0747-75	FKM	schwarz	ADI-frei
V8722-75	FKM	schwarz	FDA, (EG) Nr. 1935/2004
V8750-70	FKM	schwarz	FDA, (EG) Nr. 1935/2004
HiFluor® V8522-75	FKM	weiß	ADI-frei
HiFluor® V8730-70	FKM	weiß	FDA, (EG) Nr. 1935/2004
Parofluor® V8742-70	FFKM	weiß	ADI-frei
Parofluor® V8950-75	FFKM	schwarz	FDA, (EG) Nr. 1935/2004, ADI-frei
Parofluor® V8951-70	FFKM	weiß	FDA, (EG) Nr. 1935/2004, ADI-frei, USP Klasse VI

¹⁾ Nicht geeignet für den Einsatz mit Speiseölen und Milchprodukten
Tab. 6.8

7.1 Automobilindustrie

Die Anforderungen an Elastomerwerkstoffe in der Automobilindustrie sind sehr anwendungsspezifisch. Die Werkstoffe müssen ein Maximum an Leistungsfähigkeit bieten, insbesondere bezüglich der chemischen Beständigkeit, physikalischen Eigenschaften sowie der Kälteflexibilität. Für die Werkstoffauswahl sind die verschiedenen Einflussmedien wie Einsatztemperatur, Druck usw. oder auch das zulässige Spaltmaß zu berücksichtigen. Dabei können universell eingesetzte Medien wie z.B. Öle sowie konventionelle Kraft- und Biokraftstoffe hinsichtlich der chemischen Performance eine signifikante Rolle spielen.

Die Kälteanforderungen für die am häufigsten eingesetzten Elastomere z.B. FKM, HNBR und NBR liegen oft unterhalb der Kälteflexibilitätsgrenze. Bei ruhenden O-Ring-Abdichtungen zeigt sich in der Praxis deshalb keine Undichtheit, weil z.B. die zunehmende Viskosität des kalten Mediums, die rasche Anwärmphase oder kälteflexibilitätserhöhende Medieneinflüsse den kritischen Zustand überbrücken.

7.1.1 Motor

Allgemeine Anforderungen

Temperatur: –40 bis 180 °C (teilweise höher)
 Medium: Motoröle, Kühlwasser, Kraftstoffe, heiße Luft und Mischungen dieser Medien

Anwendung	Medium	Temperaturbereich		Werkstoffe	
		min. [°C]	max. [°C]	ISO	Parker
Motoröl Ölfiler	SAE-Öle	-35	110	NBR	N0674-70
		-35	150	HNBR	N3554-75
		-40	150	HNBR	N3813-70
		-40	150	ACM	A8845-70
		-40	170	AEM	AE607-60
		-40	170	AEM	AE608-75
		-55	150	LSR	S8762-70
		-25	200	FKM	V0747-75
Kühlwasser/ Heizkreislauf	Wasser-/Glykol-Gemische	-35	200	FKM	V8727-70
		-55	135	LSR	S8678-60
		-50	150	EPDM	E8867-60
		-50	150	EPDM	E8556-70
Nasse Zylinderlaufbuchse (Diesel)	Wasser-/Glykol-Gemische	-25	130	FKM	V8722-75
		-40	130	FKM	VG292-75

Tab. 7.1 Motor-Anwendungen

7.1.2 Bremssystem

Allgemeine Anforderungen

Temperatur: –40 °C bis 150 °C
 Medium: Synthetische Bremsflüssigkeit (z.B. DOT 4) aus Glykolen oder Glykoether nach den Richtlinien des Department of Transportation und SAE
 Werkstoffe: EPDM: E0540-80, E3804-90, E8863-70

Die Sicherheitsforderungen an das Bremssystem sind hoch. Diese Anforderungen werden von Parker durch die hohen Qualitätsstandards bei der Fertigung gewährleistet.

7.1.3 Kraftstoffsystem

Die aktuellen Bestrebungen führender Automobilhersteller bei kleinsten Motoraggregaten ein Maximum an Leistung zu erzielen, führt zu immer höheren Anforderungen an Dichtungen insbesondere bei hochkritischen Anwendungen, wie beispielsweise Einspritzsysteme und Hochdruckpumpen. Man versucht zunehmend konventionelle durch regionale Kraftstoffarten zu ersetzen, welche jedoch unter Umständen eine höhere Quellung bei Elastomeren verursachen können, insbesondere wenn es sich um methanol- oder ethanolhaltige Biokraftstoffe handelt.

Die zulässigen Kraftstoffemissionen wurden in den letzten Jahren in vielen Ländern signifikant reduziert. Dies hat dazu geführt, dass die Anforderungen an elastomeren Dichtungen enorm zugenommen haben. Besonders die Permeation, die mit der Quellung ansteigt, sollte vermieden werden. Durch die Verwendung von FKM-Werkstoffen mit einem hohen Fluorgehalt in O-Ringen konnte man diesbezüglich sehr gute Ergebnisse erzielen.

Anwendung	Medium	Temperaturbereich		Werkstoffe		
		min. [°C]	max. [°C]	ISO	Parker	
Tanksystem	Normal- und Superkraftstoff	-35	60	FKM	V0747-75	
		-40	60	FKM	V3736-75	
		-30	60	FKM	VW252-65	
		Diesel / PME	-35	60	FKM	V0747-75
			-30	60	FKM	VW252-65
			-30	60	FKM	V16327-75
Leitungen, Kupplungen	Normal- und Superkraftstoff, Diesel / PME, Sonderkraftstoffe	-35	200	FKM	V3726-75	
		-35	200	FKM	V8792-70	
		-20	200	FKM	V16327-75	
		-50	175	FVMQ	L40713-70	
		-50	175	FVMQ	L3355-70	
		Einspritzsystem, Ventile, Injektoren	Normal- und Superkraftstoff, Diesel / PME, Sonderkraftstoffe	-30	200	FKM



7 Anwendungen

Anwendung	Medium	Temperaturbereich		Werkstoffe	
		min.	max.	ISO	Parker
		-35	200	FKM	V8727-70
		-40	200	FKM	V8989-80
		-40	200	FKM	V3736-75
		-40	200	FKM	V8781-75
		-49	200	FKM	V8908-80

Tab. 7.2 Kraftstoff-Anwendungen

7.1.4 Getriebe

Allgemeine Anforderungen

Temperatur:	ca. 90 °C (kurzzeitig bis 170 °C)
Medium:	Getriebeöle (Referenzgetriebeöl SAE 90) und beim automatischen Getriebe, ATF-Öle (Automatic Transmission Fluid)
Werkstoffe:	NBR: N0674-70, N0741-75, N0552-90 ACM: A3872-70 FKM: V0747-75, V0884-75, V8826-75

7.1.5 Klimaanlage

Die Temperatur liegt zwischen -40 und 90 °C.

Kältemittel	Werkstoffe	
	ISO	Parker
HFO1234yf (POE / PAO-Öl)	HNBR	N3554-75
HFO1234yf (POE / PAO-Öl)	HNBR	N8822-75
HFO1234yf (POE / PAO-Öl)	EPDM	E8901-70
R-134a	EPDM	E8537-75
R-134a	CR	C0557-70

Tab. 7.3 Kältemittel für Klimaanlagen

7.1.6 Emissionsreduzierung durch Abgasbehandlung

Weltweit steigen die Anforderungen an die Emissionsreduzierung von Nutzfahrzeugen und Personenkraftwagen. In SCR (selektive katalytische Reduktion)-Systemen wird das chemische Syntheseprodukt Harnstoff (AdBlue®) zur Senkung der NOx-Abgase eingesetzt. Diese wässrige Harnstofflösung (32,5 %) ist eine umweltschonende Chemikalie zur Abgasreinigung.

Für Anwendungen im Bereich Abgasnachbehandlung hat Parker geeignete Werkstoffe entwickelt.

Je nach Einsatztemperatur kommen hauptsächlich EPDM- oder HNBR-Werkstoffe zum Einsatz.

Werkstoff:	EPDM: E8556-70
Temperatur:	-50 °C bis 130 °C

Werkstoff:	HNBR: N8895-75
Temperatur:	-50 °C bis 150 °C

7.2 Biomedizin

Die zentrale Anforderung an Dichtungswerkstoffe in der Biomedizin ist die Biokompatibilität gem. USP Class IV und / oder ISO 10993. Neben Silikon stehen hier auch EPDM-, IR-, FKM- und TPE-Werkstoffe zur Verfügung. Bei der Auswahl des Werkstoffs muss auch der Sterilisationsprozess berücksichtigt werden, da sich nicht alle Werkstoffe uneingeschränkt für alle Verfahren eignen.

7.3 Chemie / Verfahrenstechnik

In der Chemie und Verfahrenstechnik werden heutzutage alle elastomeren Dichtungswerkstoffe eingesetzt; angefangen von NBR über HNBR, EPDM, VMQ, FVMQ, FKM bis hin zu FFKM (Hochleistungs-Perfluorelastomere).

Durch kontinuierliche Anpassung der chemischen Prozesse hinsichtlich Ausbringungsvolumen, Produktionseffizienz und Produktweiterentwicklung verändert sich auch das Anforderungsprofil der Dichtungskomponenten.

In Anwendungen, in denen beispielsweise bislang noch ein FKM verwendet wurde, können aufgrund höherer Temperaturen oder aggressiverer Medien zukünftig nur noch HiFluor® oder ParoFluor® die gewünschte Leistungsfähigkeit aufweisen.

Der ausgewählte Dichtungswerkstoff wird somit durch das entsprechende Lastenheft definiert. Bei der Auswahl der geeigneten Dichtungswerkstoffe unterstützen Sie die Parker Anwendungsingenieure in Zusammenarbeit mit den Chemikern aus unserem Werkstoff-Labor.

7.4 Umweltfreundliche Druckflüssigkeiten

Den verstärkten Forderungen in Bezug auf den Einsatz biologisch abbaubarer Druckübertragungsmedien können sich die Anwender nicht mehr entziehen. Insbesondere in der Mobilhydraulik werden immer mehr Flüssigkeiten, die sich im Vergleich zu Mineralölen durch eine schnellere biologische Abbaubarkeit und der geringeren Biotoxizität auszeichnen, eingesetzt. Unter biologischer Abbaubarkeit wird die Oxidation der Druckflüssigkeiten durch Mikroorganismen zu Kohlendioxid, Wasser und Bakteriensubstanz als Endprodukte verstanden.

Als Testmethoden haben sich hierfür die CEC-L-103-A-12 (2012) bzw. OECD 301B etabliert.

Die oft auch als Bio-Öle bezeichneten Medien sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Mit Hilfe von Einlagerungstests kann ein möglicher chemischer Angriff der Dichtung durch die jeweilige Druckflüssigkeit im Vorfeld abgeklärt werden.

Umweltfreundliche Druckflüssigkeiten DIN ISO 15380	
Stoffart	Kennbuchstaben
Triglyceride (Rapsöle)	HETG
Polyalkylenglykol	HEPG
Synthetische Ester	HEES
Polyalphaolefine (PAO) und verwandte Kohlenwasserstoffe	HEPR

Tab. 7.4

Druckflüssigkeit	Kurzbezeichn.	Empfohlener Werkstoff	
		dynamisch	statisch
Mineralöl	H, HL, HLP, HVLP	NBR, HNBR, FKM, TPU	NBR, HNBR, FKM, CR, TPU
Polyalphaolefine	PAO	NBR, HNBR, FKM	NBR, HNBR, FKM, CR
Wasserglykol-Gemisch	HFC	NBR, HNBR, (FKM ¹), (FKM ¹), TPU ³	NBR, HNBR, (FKM ¹), EPDM ² , TPU ³
Öl-in-Wasser Emulsion	HFAE, HFAS	NBR, HNBR, FKM, TPU ³	NBR, HNBR, FKM, TPU ³
Wasser-in-Öl-Emulsion	HFB	NBR, HNBR, FKM, TPU ³	NBR, HNBR, FKM, TPU ³
Phosphorsäureester	HFD	FKM ¹ , EPDM ²	FKM ¹ , EPDM ²
Polyolester	HFDU	NBR, HNBR, FKM	NBR, HNBR, FKM
Synthetische Ester	HEES	NBR, HNBR, FKM, TPU ³	NBR, HNBR, FKM, TPU ³
Triglyceride (Rapsöle)	HETG	NBR, HNBR, FKM, TPU ³	NBR, HNBR, FKM, TPU ³
Polyalkylenglykol	HEPG	NBR ¹ , HNBR, FKM, CR, EPDM ²	NBR, HNBR, FKM, CR, EPDM ²
Synthetische Kohlenwasserstoffe	HEPR	NBR, HNBR, FKM, TPU	NBR, HNBR, FKM, TPU
Bremsflüssigkeit	DOT-3/DOT-4	EPDM	EPDM

¹) Prüfung empfohlen

²) absolut mineralölfrei

³) hydrolyse stabilisierter Werkstoff

Tab. 7.5 Werkstoffübersicht für Druckflüssigkeiten

7.5 Solaranlagen

In den Anfangstagen der Photovoltaik waren die Anforderungen, die Hersteller an PV-Steckverbinder stellten, nicht sonderlich hoch. Durch nationale und internationale Vorschriften hinsichtlich Witterungs-/UV-Beständigkeit (z.B. DH 605/A1) oder Flammwidrigkeit (z.B. IEC 60332-1-2) hat sich dies stark geändert.

Das Eindringen von Feuchtigkeit ist und bleibt ein generelles Problem, da dies die Übergangswiderstände an den Kontakten erhöht. Die richtige Auslegung der Dichtung (z.B. Verpressungskraft) und die Auswahl des passenden Werkstoffs bleiben deshalb elementar. Parker hat speziell für diese Anwendungen das Silikonmaterial S0604-70 mit UL1703 Zertifikat im Programm. Auch für die Anwendung in Abschaltvorrichtungen (Brandschutz) kann der Werkstoff S0604-70 eingesetzt werden.

7.6 Geothermie

Bei der Geothermie wird die in der Erdkruste gespeicherte Wärme genutzt. Je weiter man ins Erdinnere eindringt, desto höher steigt die Temperatur. Diese nimmt durchschnittlich um 35 bis 40 °C pro Kilometer Eindringtiefe zu.

Durch verschiedene technische Verfahren wird versucht diese „Energie“ zu nutzen. Dichtungen, die bei solchen Verfahren zum Einsatz kommen, sind oft mit extremen Bedingungen konfrontiert:

- Hoher Druck
- Hohe Temperaturen
- Chemische Beständigkeit

Für solche Anwendungen hat sich aus der Parofluor®-Serie z.B. der FFKM-Werkstoff V8920-75 sehr gut bewährt. Für Heißwasser oder Dampf kombiniert mit aggressiven Medien ist dieser Werkstoff die richtige Wahl.

7.7 Extreme Temperaturen

7.7.1 Hohe Temperaturen

Bei zu hohen Temperaturen beginnt die Zerstörung der Werkstoffe, die im ersten Stadium einen Verlust an Formbeständigkeit oder einen erhöhten Verschleiß mit sich bringt. Häufig wird die Quellneigung, aber auch die Nachvulkanisation bei hohen Temperaturen beträchtlich gesteigert.

Die Veränderungen lassen sich als „Alterung“ zusammenfassen. Die Schädigung eines Gummiteils verstärkt sich, wenn statische Verformung oder dynamische Beanspruchung vorliegt.

Sichtbare Veränderungen:

- Orientierte Rissbildung auf der Oberfläche
- Nicht orientierte Rissbildung oder runzlige Oberfläche
- Hohe bleibende Verformung

Messbare Veränderungen:

- Verhärtung oder Erweichung (je nach Werkstoff)
- Veränderung der physikalischen Eigenschaften (z.B. Reißfestigkeit, Reißdehnung, Spannungswert)

Da mit zunehmender Temperatur auch die Viskosität der Druckflüssigkeit abnimmt, erhält man einen dünneren Gleitfilm, der zu beschleunigtem Verschleiß der Dichtung führen kann.

Schließlich haben Elastomere einen wesentlich höheren Wärmeausdehnungs-Koeffizienten (im Mittel 10 mal größer) als Metalle. Das bedeutet, dass sich vor allem Dichtungen mit größerem O-Ring-Querschnitt so stark ausdehnen können, dass der Anpressdruck und damit die Reibung unzulässig hoch werden. Hier helfen dann auch keine größeren Einbauräume, da sonst die Vorspannung im kalten Zustand zu klein werden kann.

7 Anwendungen

Bild 7.2 zeigt die Temperaturbereiche der einzelnen Elastomergruppen. Bei Medien, in denen die optimale Verträglichkeit des entsprechenden Werkstoffs nicht gegeben ist, muss mit teilweise wesentlich verringerten Hochtemperaturgrenzen gerechnet werden.

Der Vergleich der Elastomere im Bild 7.2 vermittelt die Temperaturgrenzen als maximale Dauertemperatur im Einsatz mit einigen häufig verwendeten Medien, sofern die Verträglichkeit gegeben ist.

Werkstoffe DIN ISO 1629	Schmierstoffe auf Mineralölbasis	Wasser	Luft
NBR	100	70	90
HNBR	150 ¹⁾	130 ²⁾	150
FKM	200 ¹⁾	130 ²⁾	200
FKM HiFluor®	200 ⁶⁾	180 ²⁾	250
FFKM	200 ⁶⁾	230	320 ²⁾
EPDM	nicht beständig	150 (180) ⁵⁾	150
VMQ	150 ¹⁾	100	210
FVMQ	175 ¹⁾	100	175
ECO	135	50	135
ACM	150 ¹⁾	- ³⁾	150
CR	100	80 ⁴⁾	90
TPU	100	50 (80) ⁷⁾	100

¹⁾ Bei dieser Temperatur zersetzt sich der Schmierstoff nach kurzer Zeit.

²⁾ Sonderqualitäten

³⁾ Starke Quellung bei Raumtemperatur, Hydrolyse bei höheren Temperaturen

⁴⁾ Je nach Temperatur mäßige bis starke Quellung

⁵⁾ In Wasserdampf

⁶⁾ Werkstoff ist höher thermisch belastbar, jedoch zersetzt sich der Schmierstoff bei diesen Temperaturen.

⁷⁾ hydrolysestabilisiert

Tab. 7.6 Elastomere im Vergleich mit Medien und der zulässigen Temperatur in °C

Für O-Ring-Werkstoffe hat sich die Messung der Änderung der Härte, der Stoßelastizität und des Druckverformungsrestes (Compression Set) in Abhängigkeit von der Temperatur auch zur Beurteilung der Elastizität bei tiefen Temperaturen bewährt (Bild 7.3). Trotz der Vielzahl bekannter Prüfmethode der Tieftemperaturbeständigkeit ist die Vergleichbarkeit und praktische Anwendung nur in wenigen Fällen möglich. Für die Beurteilung der Funktionstemperaturgrenze hat sich die Messung des TR10-Tests nach ASTM D 1329 (oder ISO S 2921) bewährt (Bild 7.4). Danach wird ein Gummistreifen mit 100 % Dehnung eingespannt und fixiert, in einem Bad eingefroren, nach dem Temperatenausgleich an einer Seite aus der Fixierung gelöst und stufenweise erwärmt. Bei der Erwärmung ist der Gummi bestrebt, in seine Ausgangslage zurückzugehen und zieht sich mit wiederkehrender Elastizität zusammen. Werden 90 % seiner Dehnung erreicht, entspricht das dem TR10-Punkt, d. h. 10 % wiedergewonnene Elastizität, im weiteren Verlauf 50 % (TR50) usw. Die Temperatur am TR10-Punkt kann als untere Temperaturgrenze für eine Dichtung herangezogen werden – eine konstruktiv richtige Auslegung der Dichtstelle vorausgesetzt.

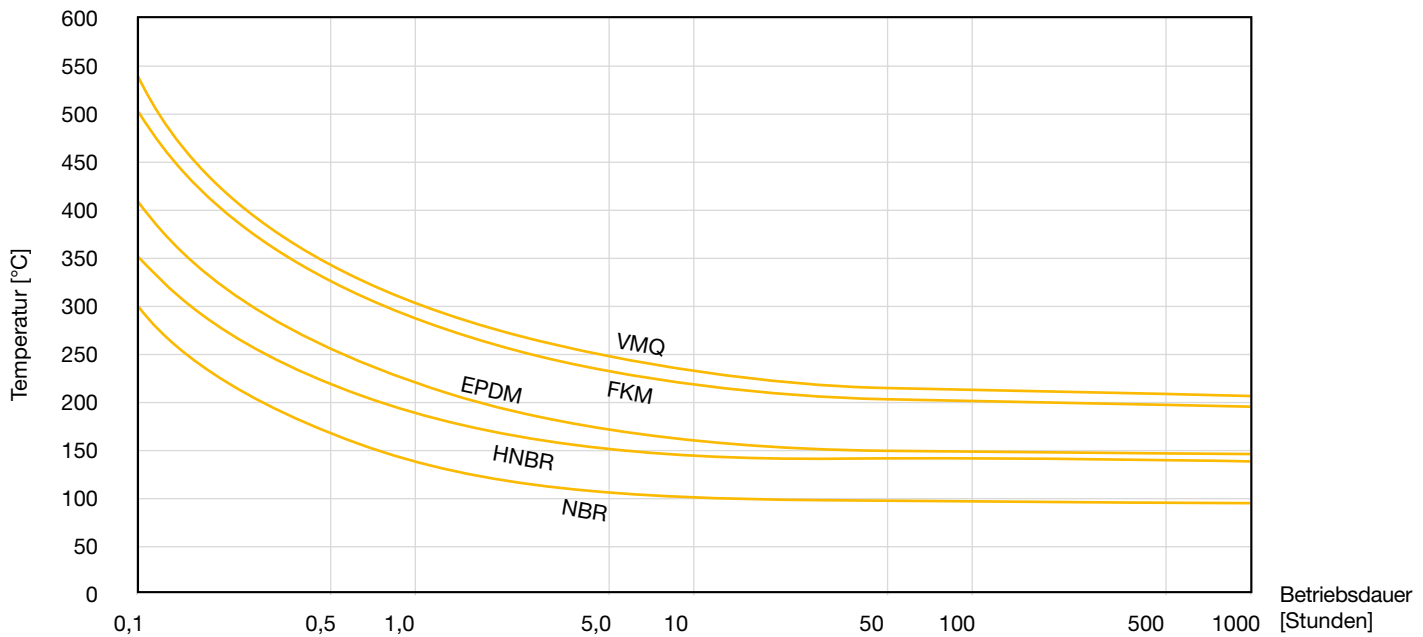
In der Praxis kann für eine statische Dichtung bei korrekter Auslegung eine minimale Funktionstemperatur von ungefähr 10 °C unterhalb des TR10-Punktes angesetzt werden.

7.7.2 Tiefe Temperaturen

Wird ein Gummiwerkstoff gekühlt, so verliert er seine elastischen Eigenschaften. Bei sehr tiefen Temperaturen nimmt die Härte und Versprödung so stark zu, dass er bei einer Stoßbeanspruchung glasartig brechen kann. Solange eine mechanische Einwirkung ausbleibt, ist der so gelagerte oder eingebaute O-Ring nicht gefährdet, weil das Einfrieren reversibel ist und mit dem Erwärmen die ursprünglichen Eigenschaften zurückkehren.

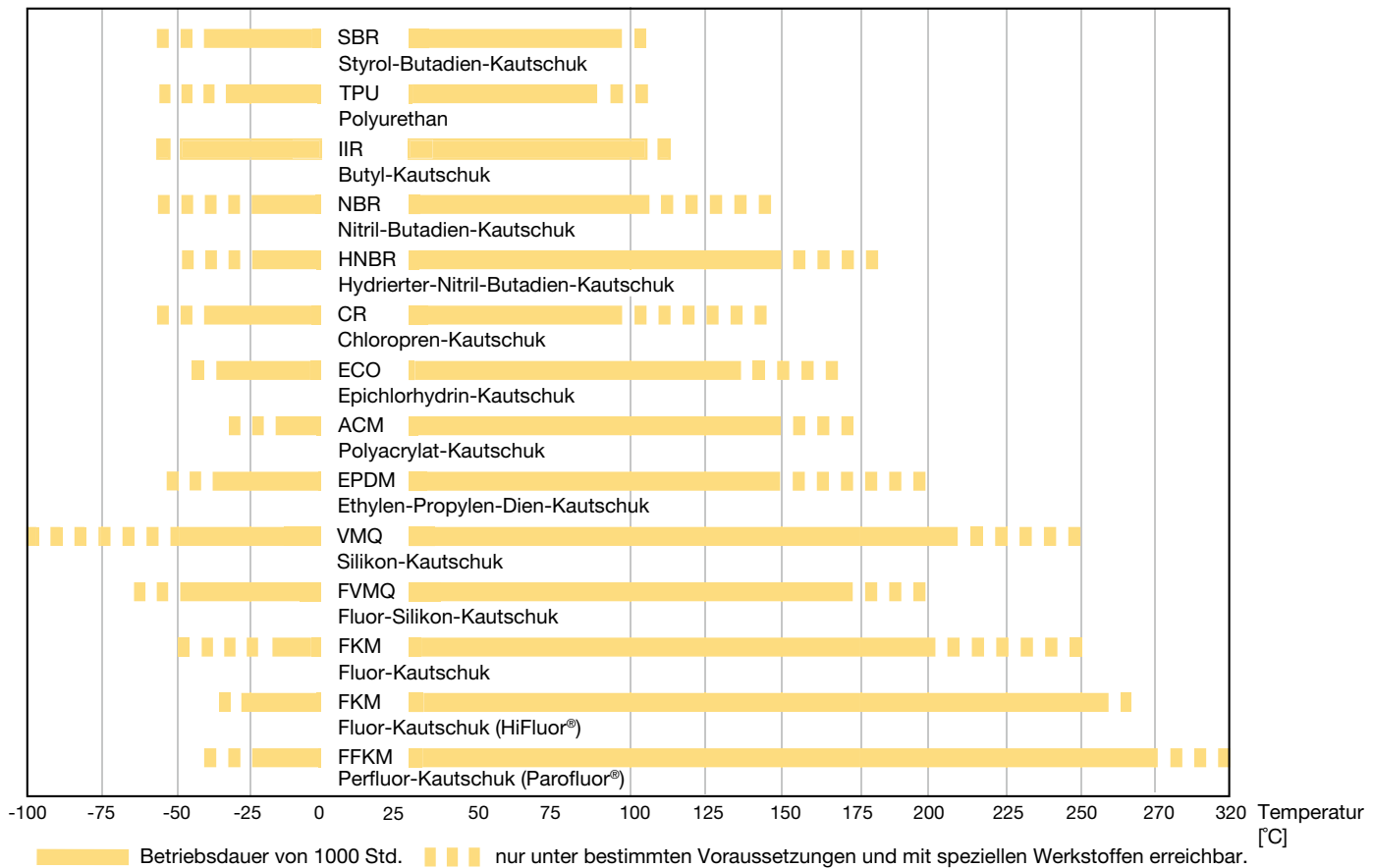
Das Einwirken von Kontaktmedien kann im Fall einer Volumenzunahme die Kälteflexibilität geringfügig verbessern und bei der Volumenabnahme (durch Herauslösen des Weichmachers) stark verringern.

Eine gute Kälteflexibilität besitzen Silikon (S0604-70) und Fluorsilikon (L0677-70), die entsprechend ihrer Medienbeständigkeit auszuwählen sind. Silikone eignen sich wegen der schlechten Abriebbeständigkeit nur für den statischen Einsatz. Weitere Elastomere mit guter Kältebeständigkeit sind CR, EPDM und NBR- sowie HNBR- und FKM-Sonderwerkstoffe.



Die Grafik kann nur als Richtlinie verwendet werden. Die tatsächliche Lebensdauer einer Dichtung bei überhöhter Temperatur ist unter anderem abhängig vom Einsatz der Dichtung und dem abzudichtenden Medium.

Bild 7.1 Hochtemperaturgrenzen verschiedener Elastomer-Werkstoffe



Diese Temperaturbereiche gelten für Anwendungen, bei denen ein Kontakt mit Medien, die gegenüber dem jeweiligen Werkstoff aggressiv wirken, ausgeschlossen ist. Beispiel: VMQ: in Luft bis +210 °C, in Wasser bis +100 °C

Bild 7.2 Temperaturbereich verschiedener Elastomer-Werkstoffe

7 Anwendungen

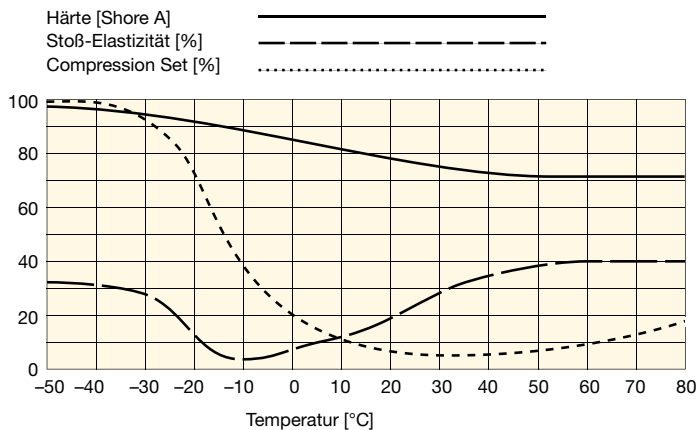


Bild 7.3 Änderung der Werkstoff-Kennwerte bei sich ändernder Temperatur am NBR 80

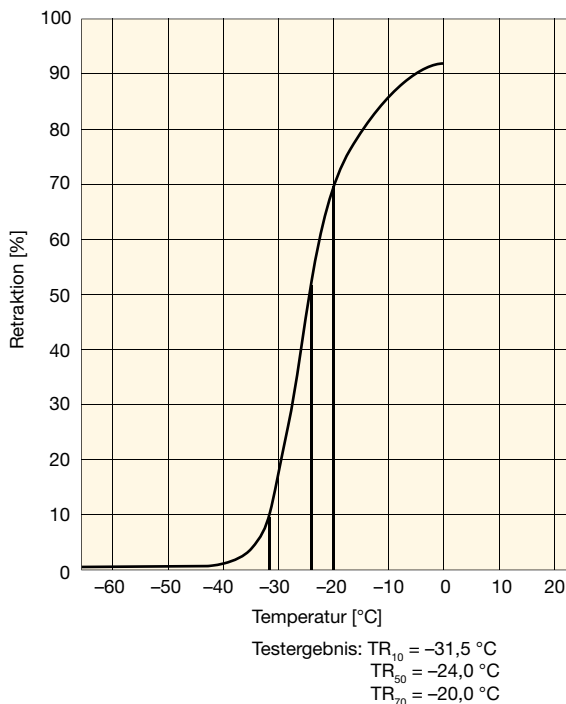


Bild 7.4 TR-Test nach ASTM-D 1329/ISO S 2921 Werkstoff NBR 70 Shore A

7.8 Gasanwendungen

Bei Gasanwendungen unterscheidet man zwischen Elastomerwerkstoffen für Dichtungen und Membranen in Gasgeräten und Gasanlagen entsprechend DIN EN 549 sowie nach Werkstoffen für Dichtungen in Versorgungsleitungen und Bauteilen für Gas und flüssige Kohlenwasserstoffe EN 682 (früher DIN 3535 Teil 3). Werkstoffe aus NBR, HNBR, FKM und Silikonwerkstoffen stehen mit den entsprechenden Freigaben zur Verfügung.

Das an sich geruchlose Erdgas wird mit Odoriermitteln versehen, um eine Leckage sofort feststellen zu können. Schwefelfreie Odo-

rierstoffe (z.B. unter dem Handelsnamen Gasodor S-free vertrieben) sind mittlerweile im Markt etabliert. Sie besitzen aggressivere Eigenschaften gegenüber Elastomerwerkstoffen als die häufig eingesetzten Odoriermittel auf Schwefelbasis. Akzeptable Quellwerte in flüssigem S-free erreichen nur HiFluor® (FKM)- oder Parofluor® (FFKM)-Werkstoffe.

7.9 Halbleiter-Produktion

In den Produktionsprozessen der Halbleiterindustrie ist kein Platz für „Standard“-Dichtungsmaterialien. Aggressivste Chemikalien und Gase, hohe Temperaturen, Hoch-Vakuum und Plasmen sind Teil der modernen Chipfertigung. In diesen Prozessen bedeuten Leckagen oder Verunreinigungen der Prozesse teure Stillstandszeiten und Produktivitätsverlust.

Mit ihren überlegenen physikalischen Eigenschaften eignen sich Parofluor®-Materialien daher ideal für den Einsatz in Plasma-, Gas- sowie in thermischen und Nass-Prozessen.

Für den Einsatz in den neuesten Halbleiter-Prozessen wurden spezielle Parofluor®-Werkstoffe entwickelt. Sie widerstehen hohen Temperaturen und zeigen höchste Beständigkeit gegenüber den Prozessmedien. Die Dichtungsproduktion erfolgt unter besonderen Auflagen einschließlich der Einbindung von Reinraumtechnologie. In der abschließenden Endkontrolle werden die Teile gesondert gereinigt und anschließend reinraumgerecht verpackt. Sie entsprechen damit dem UHP-Standard (Ultra-High-Purity).

7.10 Kälte- und Klimatechnik, Treibmittel

Im Kältekreislauf dürfen nur Dichtungen verwendet werden, die sich mit dem Kältemittel einwandfrei vertragen. Die beschriebenen Kältemittel R (Refrigerant) sind Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) und bestehen aus fluorierten und chlorierten Kohlenwasserstoffen.

Die Handelsnamen wie z.B. Frigen, Freon oder Kaltron übernehmen in der Typenbezeichnung die R-Nummern. Beispiel: R-134a entspricht Frigen 134a, Freon 134a, Kaltron 134a.

Feuerlöschmittel werden als Halone bezeichnet. Beispiel: R-13B1 entspricht Halon 1301.

Eingehende Prüfungen bilden die Grundlage für unsere Werkstoffempfehlungen.

Bei der Füllung des Kältekreislaufs ist auf die Montage-Empfehlungen der Kältemittel- und/oder Maschinenhersteller zu achten.

7 Anwendungen

Medium	Empfohlener Parker-Werkstoff	NBR	HNBR	EPDM	FKM	CR
Alkylbenzol	N3554-75, N0674-70	1	1	4	1	2
Freon, 12	C0873-70, C0557-70	2	2	3	3	1
Freon, 12 und ASTM-Öl Nr. 2 (50:50 Mischung)	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, 12 und Sunisco 4G (50:50 Mischung)	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, 13	C0873-70, C0557-70	1	1	1	1	1
Freon, 13B1	N0674-70	1	1	1	1	1
Freon, 14	C0873-70, C0557-70	1	1	1	1	1
Freon, 22	C0873-70, C0557-70	4	4	3	4	1
Freon, 22 und ASTM-Öl Nr. 2 (50:50 Mischung)	V1164-75	4	4	4	2	4
Freon, 31	E0540-80	4	4	1	4	2
Freon, 32	C0873-70, C0557-70	1	1	1	4	1
Freon, 112	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, 113	N0674-70	1	1	4	2	2
Freon, 113 + Hoch- und Niedrig-Anilin-Öl	N0674-70	1	-	-	-	-
Freon, 114	C0873-70, C0557-70	1	1	1	1	1
Freon, 114B2	N0674-70	2	2	4	2	4
Freon, 115, 116	C0873-70, C0557-70	1	1	1	2	1
Freon, 124 (Chlortetrafluorethan)	V3819-70	-	-	-	-	-
Freon, 125 (Pentafluorethan)	C0873-70, C0557-70	-	-	1	-	1
Freon, 134a (Tetrafluorethan)	N3554-75	-	1	1	-	-
Freon, 142b	V1164-75	2	2	4	2	-
Freon, 152a (Difluorethan)	V3819-75	-	-	-	-	-
Freon, 218	N0674-70	1	-	1	1	-
Freon, 502	C0873-70, C0557-70	2	2	1	2	1
Freon, BF	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, C316	N0674-70	1	-	1	1	-
Freon, C318	C0873-70, C0557-70	1	1	1	2	1
Freon, K-142b	C0873-70, C0557-70	1	1	1	4	1
Freon, K-152a	C0873-70, C0557-70	1	1	1	4	1
Mineralöl	N3554-75, N0674-70	1	1	4	1	3
PAG Kompressoröl	N1173-70, N3554-75	1	1	1	2	1
Polyolester (POE) Öl	N1173-70, N3554-75	1	1	2	2	2
R245fa+ Pentalfluor-Propan)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	4	1
R401a (53 % R22 / 13 % R152a / 34 % R124)	C0873-70, C0557-70	-	4	1	4	1
R401b (61 % R22 / 11 % R152a / 28 % R124)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R401c (33 % R22 / 15 % R152a / 52 % R124)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R403a (5 % R290 / 75 % R22 / 20 % R218)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R403b (5 % R290 / 56 % R22 / 39 % R218)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R404a (44 % R125 / 52 % R143a / 4 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	1	1	4	1
R405a (45 % R22 / 7 % R152a / 5,5 % R142b / 42,5 % RC318)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R406a (55 % R22 / 4 % R600a / 41 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R407c (23 % R32 / 25 % R125 / 52 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	2	-	4	1
R407d (15 % R32 / 15 % R125 / 70 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R407e (25 % R32 / 15 % R125 / 60 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1

7 Anwendungen

Medium	Empfohlener Parker-Werkstoff	NBR	HNBR	EPDM	FKM	CR
R408a (47 % R22 / 46 % R143a / 7 % R125)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R409a (60 % R22 / 25 % R124 / 15 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R409b (65 % R22 / 25 % R124 / 10 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R410a (50 % R32 / 50 % R125)	C0873-70, C0557-70	-	2	1	4	1
R410c	C0873-70, C0557-70	-	-	-	4	1
R411a (1,5 % R1270 / 87,5 % R22 / 11 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R411b (3 % R1270 / 94 % R22 / 3 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R411c+ (3 % R1270 / 95,5 % R22 / 1,5 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R412a (70 % R22 / 5 % R218 / 25 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R413a (9 % R218 / 88 % R134a / 3 % R600a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R414a+ (51 % R22 / 28,5 % R124 / 16,5 % R142b / 4 % R600a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R414b+ (50 % R22 / 39 % R124 / 9,5 % R142b / 1,5 % R600a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R500 (73,8 % R12 / 26,2 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R502 (48,8 % R22 / 51,2 % R115)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R507 / R507a (50 % R125 / 50 % R143a)	C0873-70, C0557-70	-	1	1	4	1
R509 / R509a (44 % R22 / 56 % R218)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R600 (n-Butan)	N0674-70	1	1	4	1	1
R600a (Isobutan)	N0674-70	1	1	4	1	1
R611 (Methylformiat)	C0873-70, C0557-70	4	4	2	-	2
R717 (Ammoniak)	C0873-70, C0557-70	4	4	2	4	2
R744 / CO ₂ (Kohlendioxid)	E3804-90	2	2	1	3	2

¹⁾ Anwendbarkeit: 1 = beständig, 2 = eingeschränkt beständig, 3 = bedingt beständig, 4 = nicht beständig, - = keine Daten verfügbar

Tab. 7.7 Werkstoffempfehlung für Kältemittel (weitere Kältemittelbeständigkeiten auf Anfrage)

7.11 Lebensmittel und Pharmazie

Bei der Herstellung von Nahrungsmitteln, Getränken und Medikamenten müssen die produktberührten Dichtungen in „CIP“ (Cleaning in Place)- und „SIP“ (Sterilisation in Place)-Prozessen beständig sein. Die Silikon-Werkstoffe eignen sich hinsichtlich ihrer physiologischen Eigenschaften für den Einsatz in Lebensmittelanwendungen, denn sie sind inert sowie geruchs- und geschmacksfrei.

Neben der chemischen und thermischen Beständigkeit müssen die Dichtungswerkstoffe eine Reihe von nationalen, europäischen und internationalen Vorschriften erfüllen. Weitere Informationen hierzu finden Sie in Kapitel „Werkstoffe für die Lebensmittel- und pharmazeutische Industrie“.

7.12 Luft- und Raumfahrt

In diesem Marktsegment werden besonders hohe Anforderungen an die Werkstoffeigenschaften gestellt, die zum Teil spezielle Werkstoffentwicklungen und Freigaben erfordern. Zusätzlich sind im Fertigungsablauf eine Vielzahl von Maßnahmen zu ergreifen,

die den verschärften sicherheitstechnischen Anforderungen nachkommen. Parker hat die entsprechenden organisatorischen und qualitätstechnischen Maßnahmen eingeführt und ist deshalb zugelassener Hersteller für den militärischen und zivilen Luftfahrtbereich.

Die Erfahrung auf diesem Gebiet hat Parker aus der jahrelangen Zusammenarbeit mit zahlreichen Kunden aus diesem Sektor sowie aus der Mitarbeit in Fach- und Normenausschüssen gewonnen.

Unser Service Center Aerospace berät Sie bei der Lösung Ihrer spezifischen Dichtungsanforderungen.

7.13 Nukleartechnik

Diese kritische Anwendung erfordert ein hohes Maß an Qualitätskontrollen und Werkstoffprüfungen. Für die Auswahl der Dichtungswerkstoffe ist die Belastung durch Strahlung und das Kontaktmedium unter den Betriebsbedingungen (Temperatur, Druck usw.) zu berücksichtigen.

In der Mehrzahl der Anwendungen wird die Strahlenbelastung unterhalb von 10⁶ rad liegen. Dieser Wert stellt auch über Jahre den Höchstwert der vom Elastomer aufgenommenen Strahlendosis dar. Praktisch alle Elastomergruppen besitzen eine Strahlenbeständigkeit bis 1 M rad ($\pm 10^6$ rad $\pm 10^4$ J/kg). Parker hat Werkstoffe

entwickelt, die bis zu einer Strahlung von 10^7 rad beständig sind (siehe Kapitel 8.22 „Strahlung“).

7.14 Öl- und Gasindustrie

Die Anwendungen auf diesem Gebiet stellen die Dichtungen vor erhöhte Anforderungen in Bezug auf

- Unterschiedlichste, teilweise sehr aggressive Kontaktmedien
- Hohe Drücke
- Breiter Temperaturbereich

Kritische Bedingungen entstehen im Zusammenhang mit

- Öl-Additiven und davon ausgehendem chemischem Angriff
- Explosiver Dekompression (siehe auch „Explosive Dekompression“ in Kapitel 10)
- Spaltextrusion durch hohe Drücke
- Hohen oder tiefen Temperaturen

Weitere Informationen erhalten Sie von unserer Anwendungstechnik.

Werkstoffe		Härte [Shore A]	Temperatur ¹⁾ [°C]		Norm
ISO	Parker				
NBR	N0552-90	90 ⁺⁵	-30	100	Norsok M-710
HNBR	KA183-85	85 ⁺⁵	-50	150	
FKM	VG109-90	90 ⁺⁵	-45	205	ISO 23936-2/Total
FFKM	F0400-80	80 ⁺⁵	-40	270	ISO 23936-2/Total

¹⁾ Bezogen auf statische Anwendungen und gerundet

Tab. 7.8 Übersicht Standardwerkstoffe für die Öl- und Gasindustrie

7.15 Sanitär / Heizung

In der Sanitär- und Haustechnik werden überwiegend EPDM-, NBR-, und Silikonwerkstoffe als Dichtungswerkstoffe eingesetzt. Kommen die Dichtungen mit Trinkwasser in Kontakt, werden Werkstoffe mit den entsprechenden länderspezifischen Trinkwasserfreigaben benötigt. Typische Anwendungen für O-Ringe und Formteile sind Sanitärarmaturen, Thermostatventile, Pumpen, Wasserzähler oder Wasserrohrfittings.

Dichtungen für Rohrfitings müssen zusätzlich zu den Trinkwasserfreigaben die Anforderungen nach EN 681-1 und W 534 erfüllen. Diese Werkstoffnormen beinhalten Prüfanforderungen, die eine Aussage über das Langzeitverhalten unter praxisorientierten Prüfbedingungen zulassen.

Nähere Informationen zu Werkstoff-Zulassungen für die Aufbereitung, Speicherung und Verteilung von Trinkwasser sowie für Sauerstoffarmaturen finden Sie in Kapitel „Elastomere Dichtungswerkstoffe, Freigaben“.

Länderspezifische Trinkwasserfreigaben	Land	Bemerkungen
KTW	Deutschland	-
W270	Deutschland	Mikrobiologisches Verhalten des Werkstoffs
ACS	Frankreich	-
KIWA	Niederlande	-
ÖNORM B 5014	Österreich	-
WRAS	Großbritannien	-
NSF 61	USA	-

Tab. 7.9 Länderspezifische Trinkwasserfreigaben

Norm	Land	Bemerkungen
EN 681-1	Deutschland	Physikalische Anforderung an die Dichtung
W534	Deutschland	Langzeitverhalten in Wasser bei 110 °C

Tab. 7.10 Normen für den Einsatz in Trinkwasseranwendungen

7.16 Vakuumabdichtung

Bei dieser Dichtung sollten die nachfolgenden Empfehlungen berücksichtigt werden:

- Verwendung des geeigneten O-Ring-Werkstoffs
- Alle Dichtflächen, auch die Nutflanken, erhalten eine deutlich bessere Oberflächengüte als bei „normalen“ Abdichtungen (siehe Tab. 7.12).
- Der O-Ring sollte die Nut bis nahezu 100 % ausfüllen, dadurch entstehen größere Kontaktflächen und die Diffusionszeit durch das Elastomer verlängert sich.
- Um die Wirksamkeit der Dichtstelle zu erhöhen, können zwei O-Ringe hintereinander in getrennten Nuten angeordnet werden.
- Die Gesamtleckrate wird durch die Verwendung eines Vakuumfetts reduziert (z.B. Super-O-Lube).

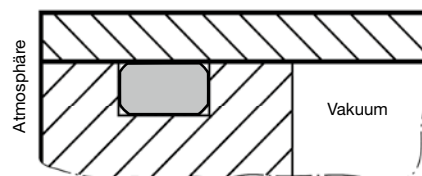
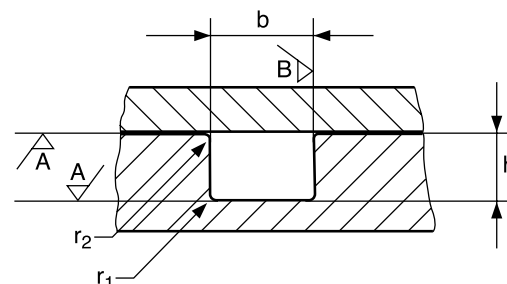


Bild 7.5 Vakuum-O-Ring-Nut



Abmessungen Vakuum-Nut, ruhende Abdichtung

7 Anwendungen

d_2	$h^{-0,05}$	$b^{\pm 0,05}$	r_1 / r_2
1,78	1,25	2,10	0,20 - 0,40
2,62	1,85	3,10	0,20 - 0,40
3,53	2,50	4,15	0,20 - 0,40
5,33	3,70	6,30	0,20 - 0,40
6,99	4,90	8,20	0,20 - 0,40

Tab. 7.11 Nutmaße Vakuum-Nut, bei ca. 30 % Verpressung der O-Ring Schnurstärke d_2

	Oberflächenrauheit, Traganteil $t_p > 50\%$			
	A Kontaktfläche		B Nutseiten	
	R_a	$R_{max.}$	R_a	$R_{max.}$
Vakuum	0,80	3,20	1,60	6,30
bis 10^{-8} Torr	0,40	1,60	1,60	6,30
bis 10^{-11} Torr	0,10	0,40	1,60	6,30

Tab. 7.12 Oberflächenrauheit der Vakuum-Nut, ruhende Abdichtung

Die Anforderungen an den O-Ring-Werkstoff sind:

- Niedrige Gasdurchlässigkeitsrate
- Guter, d. h. niedriger Druckverformungsrest (Compression Set)
- Medienverträglichkeit
- Temperaturbeständigkeit
- Geringer Gewichtsverlust im Vakuum

Werkstoff		Gasdurchlässigkeitskoeffizient ²⁾ $F \times 10^{-8}$	Gewichtsverlust ¹⁾
ISO	Parker	$\left[\frac{\text{cm}^3 \times \text{cm}}{\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{bar}} \right]$	[%]
IIR		7	0,18
CR	C0557-70	7	0,13
NBR	N0674-70	8	1,06
HNBR	N3554-75	8	1,06
FKM	V0747-75	13	0,09
ACM	A0607-70	16	-
EPM		20	0,39
MFQ	L0677-70	143	0,25
MVQ	S0604-70	238	0,31

¹⁾ Vakuum 10^{-6} Torr, Raumtemperatur, Testdauer 14 Tage
Gasdurchlässigkeitskoeffizient F bezogen auf Helium bei Raumtemperatur sowie Gewichtsverlust im Vakuum
Einheit F: $(\text{cm}^3)/\text{s} \times \text{bar}$

Tab. 7.13 Elastomereigenschaften

Weitere Informationen enthält Kapitel „Begriffe der Dichtungstechnik, Leckrate von Gasen“.

7.17 Pilzresistente Werkstoffe

Anspruchsvollere Umgebungsbedingungen und der erweiterte Einsatz von Elastomeren machen die Untersuchung der Werkstoffe auf Pilzbefall und -verteilung erforderlich. Nicht nur in tropischen Regionen, sondern beispielsweise auch in der Wasserhydraulik ist die Bildung von Mikroorganismen bekannt. Die Werkstoffbeurteilung erfolgt nach MIL-STD-810 B, Methode 508. In der folgenden Tabelle sind die Werkstoffe aufgeführt, die gemäß der Methode nicht befallen werden (weitere Werkstoffe auf Anfrage).

NBR	EPDM	VMQ	FKM	CR	FVMQ	FFKM
<ul style="list-style-type: none"> • N0674-70 • N0741-75 • N0552-90 • N0300-90¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • E0540-80 • E0652-90 	<ul style="list-style-type: none"> • S0604-70 	<ul style="list-style-type: none"> • V0747-75 • V0709-90 	<ul style="list-style-type: none"> • C0557-70 	<ul style="list-style-type: none"> • L0677-70 	<ul style="list-style-type: none"> • V3860-75 • V8545-75

¹⁾ Parbak®-Werkstoff

Tab. 7.14 Pilztest nach MIL-STD-810 B, Methode 508

8.1 Allgemeine Auswahlkriterien

Die Vielzahl der Einflussgrößen, die bei der Auswahl von Dichtelementen berücksichtigt werden müssen, wird oft unterschätzt. Die Eigenschaften des Kontaktmediums und die Betriebsbedingungen bestimmen wesentlich die Auswahl der Werkstoffe und die konstruktive Gestaltung der Dichtstelle.

Die Medienbeständigkeitstabelle (siehe Anhang) gibt Auskunft über den chemischen Einfluss eines Mediums gegenüber allen gebräuchlichen Elastomeren. Die Tabelle zeigt für verschiedene Medien den optimalen Werkstoff.

Dieses Kapitel beschreibt die Begriffe, die für die Dichtungstechnik von Bedeutung sind. Nach Kenntnis dieser allgemeinen Begriffe lassen sich Detailfragen schneller beantworten.

8.2 Abrieb

Die Abrieb-Ermittlung nach DIN 53516 (Walze mit Schmirgelbogen bespannt) gibt die Praxis nur ungenügend wieder. Der tatsächliche mechanische Verschleiß ist sehr komplex, so dass die nach DIN 53516 gewonnenen Vergleichsdaten meist wenig aussagefähig sind. Das Abriebverhalten sollte daher durch Tests in der entsprechenden Anwendung ermittelt werden.

Werkstoffe mit einer guten Abriebbeständigkeit sind HNBR, NBR, EPDM, CR und FKM. Sehr gut abriebbeständig ist TPU (Polyurethan). Eine relativ geringe Abriebbeständigkeit weisen Silikon- und Fluorsilikon-Qualitäten auf.

8.3 Alterung

Die Alterung drückt sich in der Verschlechterung der Eigenschaften über einen Zeitraum hin aus. Sie ist von der Art der Kautschukmoleküle abhängig. Die langen Kettenstrukturen bestehen aus vielen kleineren angeordneten Molekülen. Diese Verbindungen und andere Teile der Molekülketten können anfällig für chemische Reaktionen sein.

Es gibt drei Typen solcher Reaktionen, die mit der Alterung zusammenhängen:

1. **Spaltung** – die Molekülverbindungen werden abgeschnitten und die Ketten in kleine Segmente unterteilt. Ozon, UV-Licht und radioaktive Strahlung verursachen die Spaltung.
2. **Querverbindungen** – ein Oxidationsprozess, wobei zusätzliche intermolekulare Verbindungen entstehen. Dieser Prozess führt zur Neubildung von Molekülketten. Hitzeeinwirkung und Sauerstoff begünstigen diese Veränderungen.
3. **Modifikation der Molekül-Nebengruppen** – eine Veränderung in der Randzone einer Molekularstruktur durch chemische Reaktionen. Kontaktmedien greifen das Elastomer an und regen die Strukturveränderung an. Alle Mechanismen, die zur Minderung der Gummieigenschaften führen, werden durch die Umgebung verursacht. Eine

Dichtung ist immer (sowohl unter Lager- als auch unter Betriebsbedingungen) Alterungseinflüssen ausgesetzt. Verschiedene Elastomere weisen unterschiedliche Alterungsbeständigkeiten auf.

8.4 Alterungstests

Gummiprüfungen werden unter verschärften Bedingungen künstlich in Wärmeschränken gealtert, damit kurzfristig Rückschlüsse auf die natürliche Alterung gezogen werden können. Prüfungen sind in DIN 53508 beschrieben. Die Belastung richtet sich nach dem Basiselastomer und der Beanspruchung in der Praxis wie z.B.

- NBR 70 Stunden oder 7 Tage bei 70 oder 100 °C
- EPDM 70 Stunden oder 7 Tage bei 100 oder 150 °C
- FKM 70 Stunden oder 7 Tage bei 200 oder 250 °C
- VMQ 70 Stunden oder 7 Tage bei 200 oder 250 °C

Zum Vergleich vor und nach der Alterung werden gemessen: Härte, Reißfestigkeit, Reißdehnung, Spannungswert (Modul). Je weniger die nach der Alterung ermittelten Werte von den ursprünglichen Werten abweichen, desto besser ist die Alterungsbeständigkeit zu beurteilen.

8.5 Ausdehnungskoeffizient

Elastomere besitzen je nach Mischungszusammensetzung gegenüber Stahl einen um das 10fache größeren Ausdehnungskoeffizienten. In Grenzbereichen ist es deshalb wichtig, die Größenordnung zu erkennen, in der eine Dichtung zusätzlich schrumpft oder bei Wärmedehnung die Anpressung an die Dichtfläche erhöht.

In der Kälte kann sich eine geringe noch zulässige Verpressung weiter verringern und dadurch zur Undichtheit führen. Diese Änderungen lassen sich bei der Nutauslegung berücksichtigen. Beim dynamischen Einsatz und der sich einstellenden Betriebstemperatur kann sich infolge Wärmedehnung die Reibung erhöhen (auf Wärmeabfuhr achten!).

Werden Hochleistungselastomere wie FFKM bei Temperaturen über 200 °C eingesetzt, so ist die Wärmeausdehnung bei der Nutauslegung besonders zu beachten. Bei Erwärmung auf 300 °C kann die Volumenausdehnung bis zu 30 % betragen. Kann die Dichtung diese Wärmeausdehnung nicht durchführen, dann treten hohe Spannungen auf, die zur Schädigung der Dichtung und angrenzender Bauteile führen können.

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

Material	Schrumpf	Dehnung	Ausdehnungs- koeffizient
	24 bis -54 °C [mm/dm]	24 bis 190 °C [mm/dm]	$\frac{\text{mm}}{\text{dm} \times \text{°C}} \times 10^{-3}$
NBR	0,90	1,87	11,20
CR	1,10	2,28	13,70
FKM	1,30	2,70	16,20
EPDM	1,30	2,66	16,00
VMQ	1,60	3,30	20,00
FFKM	2,40	4,98	30,00
Alu 2017	0,19	0,39	2,30
SS Typ 302	0,14	0,29	1,70
Grauguss	0,10	0,20	1,20

Tab. 8.1 Linearer Ausdehnungskoeffizient von Elastomeren und Metallen

8.6 Druckverformungsrest

Der Druckverformungsrest (DVR, engl. compression set) bezeichnet die bleibende Formänderung einer unter bestimmten Bedingungen verformten Normprobe oder eines Fertigteils nach der Entlastung.

Im Allgemeinen gilt: je besser der Druckverformungsrest, d. h. je geringer die bleibende Verformung (in Prozent, bezogen auf die Verformung der Probe, des Knopfes, des Querschnittes), desto höher wird die Beurteilung der Qualität.

Der Druckverformungsrest ist abhängig vom Elastomertyp, dem Mischungsaufbau, den Verarbeitungsbedingungen, der Prüftemperatur und Prüfzeit, der Verformung in Prozent, der Probendicke und dem Prüfmedium.

Die Prüfung erfolgt nach DIN ISO 815 oder ASTM D 395 Methode B, nach einer Verpressung von 25 %, durch Lagerung im Wärmeschrank in Luft.

Eine Prüfung im Medium (Öl, Dampf usw.) zeigt Werte, die die Einwirkung (Quellung, Schrumpf) des Kontaktmediums zusätzlich beinhaltet.

Die Kälteflexibilität und das elastische Verhalten bei tiefen Temperaturen lässt sich durch diese Prüfung ebenfalls beurteilen. Zur Ermittlung einer aussagefähigen Kurve werden die Proben nach obiger Prüfungsmethode verpresst, schrittweise eingefroren und bei der jeweiligen Prüftemperatur entspannt gemessen.

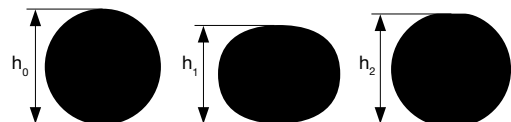


Bild 8.1

$$\text{Druckverformungsrest DVR} = \frac{h_0 - h_2}{h_0 - h_1} \times 100 \text{ [\%]}$$

h_0 = O-Ring-Querschnitt oder ursprüngliche Höhe der Probekörper
 h_1 = Höhe der Probekörper in verformtem Zustand

h_2 = Höhe der Probekörper nach Entspannung von bestimmter Dauer

Die Abhängigkeit der Prüfwerte von O-Ring-Querschnitt und prozentualer Verpressung zeigen die folgenden Bilder.

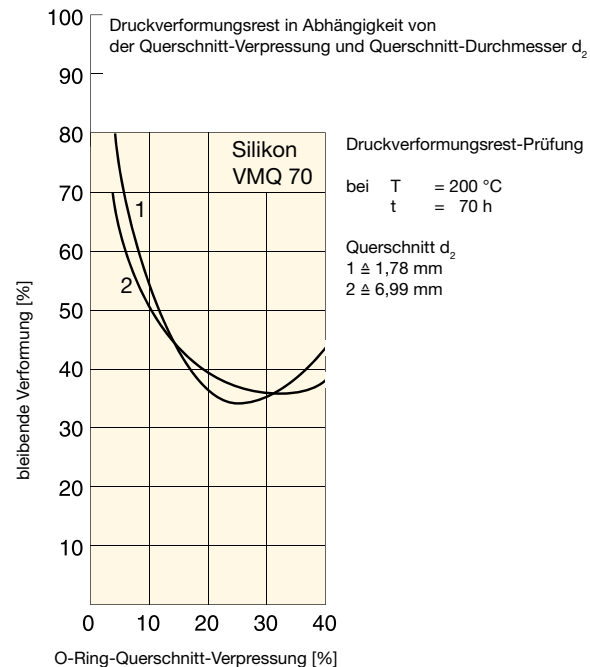


Bild 8.2

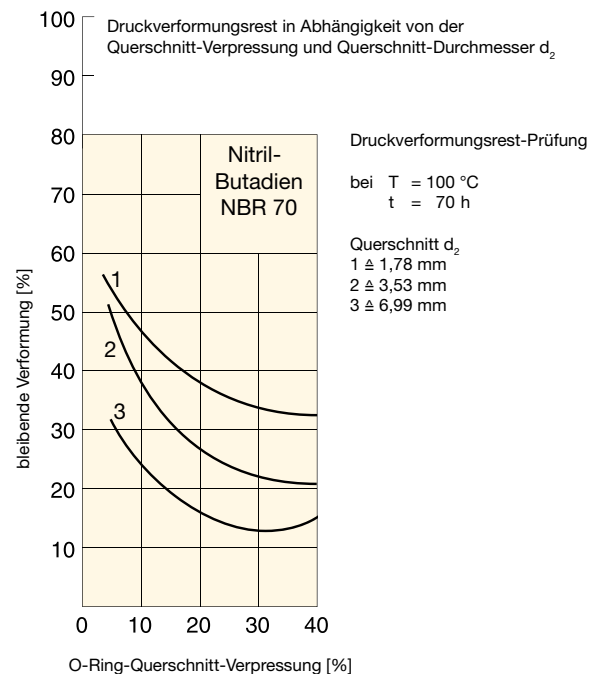


Bild 8.3

An den geprüften Elastomeren ist festzustellen, dass der Druckverformungsrest bei NBR-Werkstoffen stärker vom Querschnitt (Probendicke) abhängt als z.B. bei Silikonwerkstoffen. Gut sichtbar ist auch der Verlauf der Kurven, wobei die günstigste bleibende Verformung im Bereich von 25 bis 30 % Verpressung liegt.

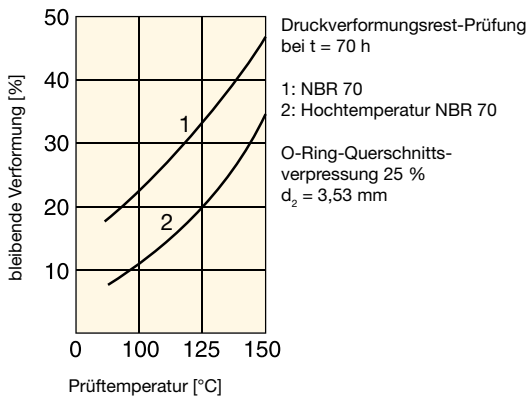


Bild 8.4

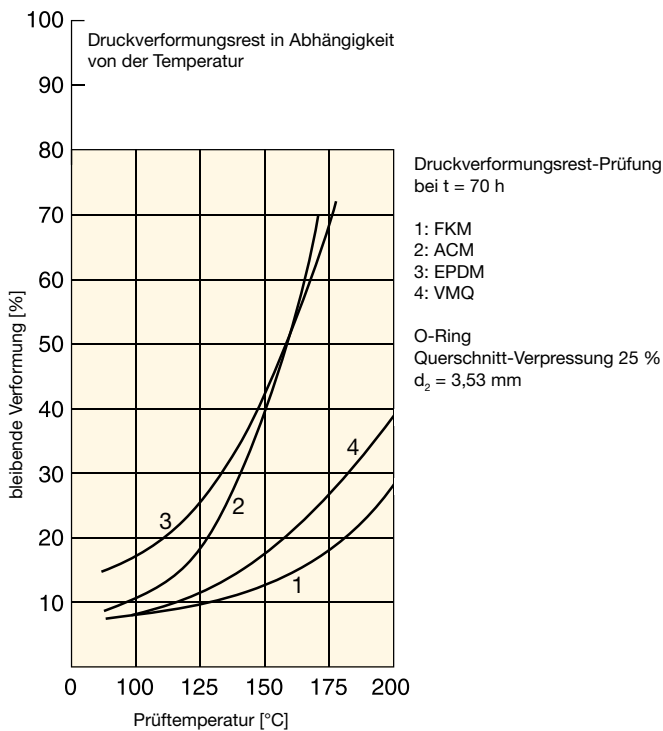


Bild 8.5

Der Temperatureinfluss auf das Prüfergebn wird weitgehend von der Elastomerbasis und der damit verbundenen Temperaturbelastbarkeit abhängen. Die Alterung und das Nachlassen der elastischen Gummieigenschaften setzt bei höherer Prüftemperatur (und längerer Prüfzeit) ein.

Am Beispiel NBR wirkt sich die Qualitätsverbesserung zu einem „Hochtemperatur NBR 70“ deutlich im niedrigen Prozentsatz der bleibenden Verformung aus (Bild 8.4). Für andere Elastomere zeigt Bild 8.5 den Temperatureinfluss. Auffallend ist die geringe bleibende Verformung bei FKM und VMQ. Dem Kurvenverlauf nach zu urteilen wird deutlich, dass beide Werkstoffe Temperaturen vertragen, die über 200 °C hinausgehen.

Erinnert man sich aber an das Kontaktmedium heiße Luft, so fällt der steile Anstieg der EPDM-Kurve auf. EPDM ist in heißer Luft bis ca. 150 °C beständig – in dem eigentlichen Anwendungs-Medium, Dampf und Heißwasser, würde der Druckverformungsrest z. B. in Dampf mit geringerer bleibender Verformung gemessen werden. Umgekehrt gilt für FKM und VMQ im Prüfmedium Dampf eine drastische Verschlechterung der Werte.

Den hier aufgeführten Diagrammen liegen Prüfungen über eine Zeitdauer von 70 Stunden zugrunde. Ist die Prüfzeit kürzer (z.B. 22 h), so ergeben sich geringere bleibende Verformungen, dagegen führen längere Prüfzeiten (z.B. 168 h) zu höheren bleibenden Verformungen. Messergebnisse von DVR-Prüfungen sind nur dann vergleichbar, wenn Prüfmethode, Probendicken, Verpressungen, Prüftemperaturen, Prüfzeiten und Kontaktmedien übereinstimmen.

Messergebnisse lassen in gewissem Umfang Rückschlüsse über das Verhalten der Dichtung in der Anwendung zu. Ohne Kenntnis der genauen Anwendungsbedingungen lässt sich keine Aussage über die Auswirkungen des Druckverformungsrests in der Anwendung machen, da z.B. Dichtungen mit 90 % bleibender Verformung noch dicht sein, während unter bestimmten Betriebsbedingungen bereits 60 % Druckverformungsrest zum Ausfall führen können.

8.7 Dichtheit, technische Dichtheit

Die Dichtheit einer O-Ring-Abdichtung kann wie folgt beschrieben werden:

- Abdichtungen an ruhenden Teilen, statisch: Bei flüssigen Medien ist mit verlustloser Dichtheit, bei gasförmigen Medien mit Diffusionsverlusten zu rechnen.
- Abdichtung an bewegten Teilen, dynamisch: Bei flüssigen Medien kann an der Gleitfläche ein Film des Mediums vorhanden sein (durch die Lässigkeit des Dichtelements) und nach längerer Zeit zu Leckverlusten führen; bei gasförmigen Medien kann an der Gleitfläche ein Verlust eintreten.

8.8 Elastomer-Verträglichkeits-Index (EVI)

Die Einwirkung des Mediums auf Elastomere kann vom Schrumpfen über leichtes Quellen bis hin zur völligen Auflösung reichen. Jede solche Volumenänderung zieht Veränderungen der mechanischen Eigenschaften wie Härte, Elastizität und Bruchdehnung nach sich, was bis zum völligen Versagen der Dichtung führen kann. Dabei ist zu beachten, dass sich diese Einwirkungen bei höheren Temperaturen beschleunigen können.

Bei den Mineralölen führt man diese Vorgänge auf zwei gegensätzliche Reaktionen zwischen dem Dichtungswerkstoff und dem Öl zurück: Einerseits diffundiert das Öl in den Gummi, wodurch dieser bis zu einem werkstoffspezifischen Grenzwert quillt, d. h. sein Volumen vergrößert sich. Werden dagegen Zusätze der Elas-

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

tomere wie Weichmacher, Alterungsschutzmittel u. ä. durch das Öl aus dem Werkstoff gelöst, dann schrumpft er. Beide Vorgänge können sich überlagern.

Diese Einwirkungen hängen nicht nur von der Zusammensetzung der Elastomere, sondern auch von der Druckflüssigkeit ab. Ein NBR-Elastomer hat einen Acryl-Nitril-Gehalt (ACN) zwischen 15 und 50 %. Je höher der ACN-Gehalt, desto besser die Ölbeständigkeit. Medienseitig bewirken aromatische Verbindungen (z.B. Benzol) eine größere Quellung am Elastomer als gesättigte aliphatische, zu denen die Paraffine (z.B. Methan) zählen. Paraffinische Grundöle verursachen auch bei niedrigem ACN-Gehalt nur geringe Quellungen. Naphtenbasierte Grundöle rufen bei vielen Elastomeren, darunter auch NBR, eine stärkere Quellung hervor. Hier ist ein höherer ACN-Gehalt erforderlich.

Um die richtige Wahl ohne großen Laboraufwand zu ermöglichen, hat Parker einen Elastomer-Verträglichkeits-Index (EVI) entwickelt. Umfangreiche Untersuchungen haben ergeben, dass zwischen der Volumenänderung von Elastomeren aus NBR, ACM, FKM und CR sowie dem EVI ein linearer Zusammenhang besteht, so dass mit Hilfe des EVI die Volumenänderung dieser Elastomere vorausgesagt werden kann. Ist der EVI eines Öles bekannt (Tab. 8.2), dann ist man in der Lage, die maximale Volumenänderung aller Werkstoffe in dem betreffenden Öl vorzusagen, von denen man EVI-Kennlinien entsprechend den Bildern 8.7 und 8.8 besitzt. Daraus ersieht man, ob der vorgesehene Werkstoff zu dem vorhandenen Öl passt. Diese Vorgehensweise wurde unter der Mitarbeit von Parker in einer internationalen Norm ISO 6072 festgeschrieben.

Ölsorte	Elastomer-Verträglichkeits-Index (EVI)
IRM Öl 901 (ASTM-Öl Nr. 1)	2,2 - 3,2
BP Energol HLP 100	3,7 - 4,7
Esso Nuto H-54 (HLP 36)	5,9 - 6,9
Houghton HD 20W/20	6,9 - 7,9
Esso Nuto H-44 (HLP 16)	7,1 - 8,1
DEA Rando Oil HDC (HLP 36)	7,7 - 8,7
Fina Hydran 31	8,5 - 9,5
Shell Tellus 923 (HLP 16)	9,2 - 10,2
IRM Öl 902 (ASTM-Öl Nr. 2)	9,4 - 10,4
Esso-Trafo Oil 37	12,5 - 13,5
Agip F.1 Rotra ATF	12,6 - 13,6
Mobil Vac HLP 16	14,0 - 15,0
Shell Tellus 15	14,7 - 15,7
Essovis J 43	15,0 - 16,0
Shell Oil 4001	16,3 - 17,3
Texaco Rando Oil AAA	16,5 - 17,5
BP Energol HP 20	19,0 - 20,0
IRM Öl 903 (ASTM-Öl Nr. 3)	23,0 - 24,0
Shell Tellus 11	32,9 - 33,9
Shell Oil JYO	34,5 - 35,5

Tab. 8.2 EVI verschiedener Mineralöle

Auf Wunsch ermitteln wir für unsere Kunden EVI-Werte anderer Öle. Man kann jedoch den EVI auch selbst bestimmen. Dazu stellt man die prozentuale Gewichtsänderung des Testwerkstoffs, z.B. NBR 1 nach ISO 6072 in dem vorgesehenen Öl fest, indem man den Testkörper 168 Stunden lang in dem Öl bei 100 °C lagert. Aus dem Gewicht vor und nach dieser Einwirkzeit erhält man die Gewichtsänderung, mit deren Hilfe man über Bild 8.6 den EVI dieses Öles ermittelt.

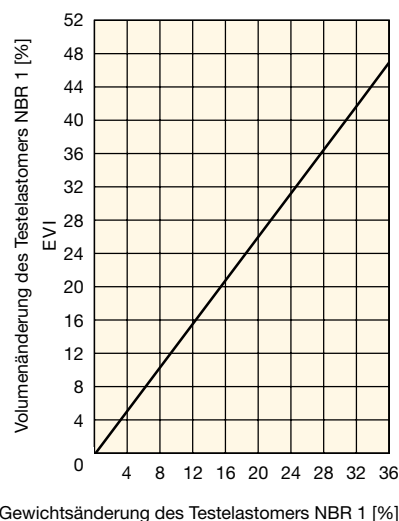


Bild 8.6

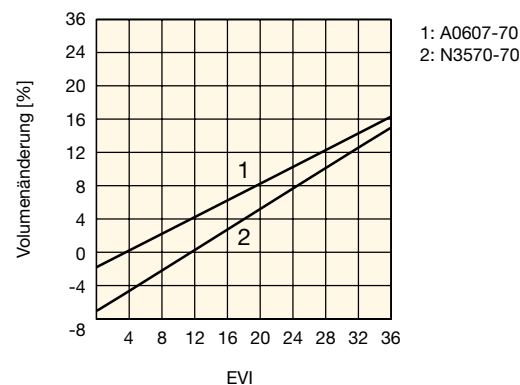


Bild 8.7 Quellverhalten von Parker-Werkstoffen

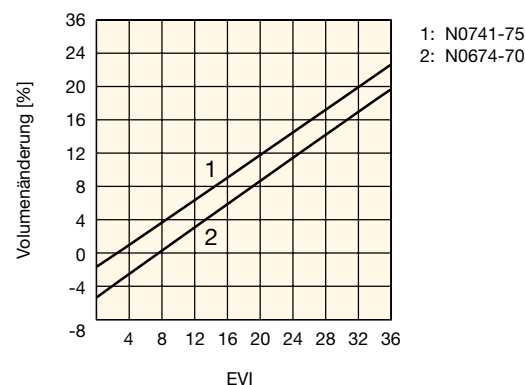


Bild 8.8 Quellverhalten von Parker-Werkstoffen

8.9 Elektrische Eigenschaften von Elastomeren

Elastomere können je nach Verwendungsart ein guter Isolator, ein Halbleiter oder elektrisch leitend sein. Die Kautschuktypen und die Werkstoffzusammensetzung (z.B. elektrisch leitender Ruß) richten sich nach den elektrischen Anforderungen.

Auswahl nach:

1. Elektrisch isolierend: $> 10^9$ Ohm cm; SBR, IIR, EPM, EPDM, VMQ, FKM
2. Antistatisch, als Halbleiter: 10^5 bis 10^9 Ohm cm; NBR, CR
3. Elektrisch leitend: $< 10^5$ Ohm cm; Sondermischungen

Eine elektrische Leitfähigkeit ist im praktischen Einsatz für Dichtungen erforderlich, die sich elektrostatisch nicht aufladen dürfen: zum Beispiel Benzintank-Dichtungen, Antriebsriemen, Anwendungen in der Medizintechnik usw.

Bei speziellen Mischungen ist darauf zu achten, dass bestimmte Mischungsbestandteile durch die Verwendung eines anderen Mediums nicht herausgelöst werden und sich dadurch die Eigenschaften ändern.

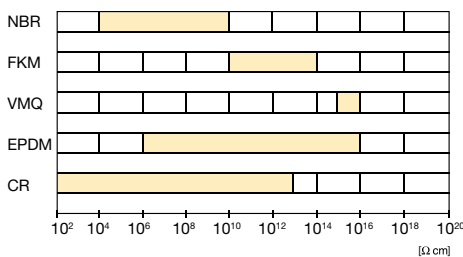


Bild 8.9 Richtwerte elektr. spezifischer Widerstand (nach DIN 53596)

8.10 Korrosion

Es kommt manchmal vor, dass Metalloberflächen im Kontaktbereich mit Elastomeren korrodieren. Unter Korrosion versteht man die Zerstörung eines Metalls durch chemische Einflüsse. Nach der Erscheinungsform unterscheidet man ebenmäßige Korrosion, Lochfraß, Spaltkorrosion, Korngrenz- oder interkristalline Korrosion.

Die Korrosionserscheinung an Metallen durch Kontakt mit Elastomerteilen kann verschiedene Ursachen haben:

- Anwesenheit von freiem Schwefel in Gummiqualitaten herkommlicher Zusammensetzung
- Entstehung von Salzsäure bei chlorhaltigen Elastomeren
- Elektrochemische Vorgänge

8.10.1 Korrosion durch freien Schwefel

Manche Gummiqualitaten werden bei ihrer Herstellung mit elementarem Schwefel in Verbindung mit Vulkanisationsbeschleunigern vulkanisiert. Dabei bildet der größte Teil des eingesetzten Schwefels stabile Vernetzungsbrucken zwischen den Kautschukmolekulen. Dieser gebundene Schwefel lässt sich nicht aus dem Gummi extrahieren. Ein geringer Teil bleibt jedoch immer als freier bzw. ungebundener Schwefel übrig.

Der freie Schwefel kann sich mit vielen in Kontakt stehenden Metallen bzw. Legierungen (z.B. Silber, Kupfer, Blei) unter Bildung von Metallsulfiden chemisch binden, wodurch Verfarungen und Korrosionsschäden entstehen. Außerdem kann die Reaktion zwischen Metall und Schwefel zu Funktionsstörungen führen, wenn beispielsweise Dichtungen für bewegte Maschinenteile nach längerem Stillstand bei Wiederaufnahme des Betriebs zum Kleben neigen. Um Korrosionsschäden oder Funktionsstörungen dieser Art zu vermeiden, empfiehlt es sich, nur schwefelfreie Gummiqualitaten einzusetzen.

8.10.2 Korrosion durch Salzsäurebildung

Chlorhaltige Elastomere wie z.B. CR, ECO, CO und teilweise ACM können beim praktischen Gebrauch durch erhöhte Temperaturen oder Umwelteinflüsse Salzsäure abspalten und somit eine Korrosion in Kontakt stehender Metalle verursachen. Richtig aufgebaute Kautschukmischungen enthalten geeignete Stabilisatoren (z.B. Metalloxide), um entstehende Salzsäure aufzufangen. Salzsäure kann ebenfalls bei anderen chlorfreien Elastomertypen wie z.B. SBR, NR usw. entstehen, wenn diese organische Chlorverbindungen wie Chlorparaffin (ein Flammenschutzmittel) enthalten.

8.10.3 Elektrochemische Korrosion

Die Bildung kleiner galvanischer Elemente (Lokalelemente) ist eine der Hauptursachen der Korrosion von Metallen. Ein galvanisches Element entsteht durch Beruhung zweier verschieden edler Metalle. Voraussetzung für die elektrochemischen Vorgänge ist eine stromleitende Flüssigkeit, eine Elektrolytlösung.

Legierungen, die aus einem Gefüge von Körnern verschiedener Zusammensetzung bestehen, können durch Korngrenz- oder interkristalline Korrosion zerstört werden, wenn die verschiedenen Körner Lokalelemente bilden.

Wenn nun eine elektrochemische Korrosion bevorzugt im Bereich von Gummiteilen (z.B. Dichtungen) in Erscheinung tritt, so besagt das nicht, dass die Gummizusammensetzung immer schuld daran ist.

Inwieweit ein Zusammenhang zwischen der elektrochemischen Korrosion und dem Kontaktpartner Gummi besteht, lässt sich schwer beantworten. Es ist anzunehmen, dass sich zwischen Gummi und Metall Kondenswasser ansammelt, das in Verbindung mit anderen Ablagerungen eine elektrochemische Korrosion

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

auslöst. Dabei spielen die Art der Metall-Legierung, Oberflächenrauigkeit, Metallgefüge, Temperatur und Luftfeuchtigkeit eine wesentliche Rolle.

8.11 Leckrate von Gasen

Alle Elastomere erlauben Gasen unter Druck in das Material einzudringen, hindurchzuwandern und auf der drucklosen Seite aus dem Material zu entweichen. Die Permeabilitätsrate ist von der Gasart, dem Basiselastomer, der Temperatur und dem Druck abhängig. Die Permeabilität ist z.B. in der Vakuum- und Gas-Technik von Bedeutung (siehe Kapitel 7.4 „Umweltfreundliche Druckflüssigkeiten“).

Berechnung der Leckrate

Die Leckrate durch eine O-Ring-Abdichtung lässt sich annähernd bestimmen, wenn für das bestimmte Elastomer die Gasdurchlässigkeit bei der entsprechenden Betriebstemperatur bekannt ist. In den folgenden Tabellen sind einige Gase mit ihren Gasdurchlässigkeitskoeffizienten aufgeführt.

Die folgende Formel ist eine hilfreiche Annäherung:

$$L \triangleq 0,4 \times F \times d_1 \times P \times Q (1 - S)^2$$

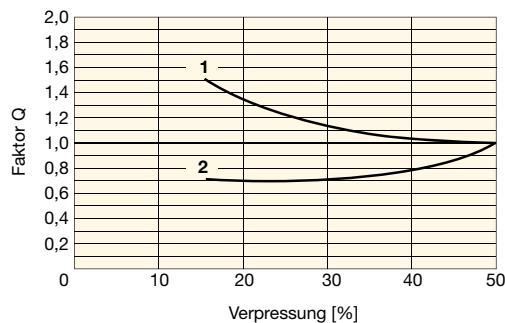
darin bedeuten:

- L \triangleq näherungsweise Leckrate (cm³/Sek.)
- F \triangleq Gasdurchlässigkeitskoeffizient (aus Tabelle)
- d₁ \triangleq O-Ring-Innendurchmesser (mm)
- P \triangleq Differenzdruck (bar)
- Q \triangleq Korrekturfaktor in Abhängigkeit von der Verpressung und Schmierung der Oberfläche (Bild 8.10)
- S \triangleq Verpressung des O-Ring-Querschnitts als Dezimalzahl (z.B. 20 % Verpressung, d. h. S = 0,20)

Das Ergebnis dieser Formel ist lediglich eine grobe Annäherung, da die Gasdurchlässigkeiten der einzelnen Elastomere mit gleichem Polymer variieren und einige Annahmen ebenfalls nur Annäherungen sind.

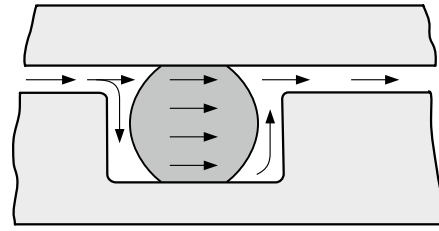
Diese Annahmen lauten wie folgt:

1. Der Querschnitt eines verpressten O-Rings ist rechteckig.
2. Die Querschnittsfläche des verpressten O-Rings ist die gleiche Fläche wie im freien Zustand.
3. Die Gasdurchlässigkeitsrate eines Gases durch den O-Ring ist proportional zum Differenzdruck.



1: trockener O-Ring
2: eingefetteter O-Ring Parker Super-O-Lube

Bild 8.10 Einfluss der O-Ring-Verpressung auf die Leckrate mit und ohne Schmierung



Leckrate als Summe von

- a) Diffusion durch den O-Ring
- b) Gaswanderung durch die vom Dichtmaterial nicht voll ausgefüllten Oberflächenrauigkeiten an den Dichtflächen

Bild 8.11

Medium: Wasserstoff			
Basiselastomer	Parker-Werkstoff	Temperatur [°C]	Gasdurchlässigkeitskoeffizient ¹⁾
SBR	-	25	32
SBR	-	50	76
IIR	-	35	16
IIR	-	125	280
EPDM	-	40	45
EPDM	-	90	350
FKM	-	90	160
CR	-	40	180
NBR	N0741-75	40	12
NBR	N0741-75	80	88
ACM	A0607-70	40	50
ACM	A0607-70	90	170
ACM	A0607-70	150	900
TPU	-	40	5
SBR	-	40	47
SBR	-	120	540
VMQ	-	40	1000
VMQ	-	90	2000
VMQ	-	150	6000

¹⁾ Gasdurchlässigkeitskoeffizient $F \times 10^{-8}$ ((cm × cm³)/cm² × s × bar)

Diese Angaben sind Mittelwerte aus verschiedenen Messungen und können werkstoffabhängig variieren.

Tab. 8.3

Medium: Stickstoff		
Basiselastomer	Temperatur [°C]	Gasdurchlässigkeitskoeffizient ¹⁾
SBR	25	4
SBR	50	14
IIR	25	0,25
IIR	50	1,25
FKM	30	0,25
FKM	50	1
TPU	23	0,17
TPU	80	3,8

Medium: Stickstoff		
Basiselastomer	Temperatur [°C]	Gasdurchlässigkeitskoeffizient ¹⁾
FVMQ	25	40
CR	30	1
CR	85	17
NBR	20	0,5
NBR	80	14
VMQ	30	150
VMQ	50	240

¹⁾ Gasdurchlässigkeitskoeffizient $F \times 10^{-8} ((\text{cm} \times \text{cm}^3)/\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{bar})$
Diese Angaben sind Mittelwerte aus verschiedenen Messungen und können werkstoffabhängig variieren.

Tab. 8.4

Medium: Helium			
Basiselastomer	Parker-Werkstoff	Temperatur [°C]	Gasdurchlässigkeitskoeffizient ¹⁾
SBR	-	25	12
IIR	-	25	7
IIR	-	150	240
EPM	-	25	20
EPM	-	80	61
EPM	-	150	320
FKM	V0747-75	25	13
FKM	V0747-75	80	131
FKM	V0747-75	150	490
FVMQ	-	25	143
FVMQ	-	80	460
FVMQ	-	150	970
CR	C0557-70	25	7
CR	C0557-70	80	60
CR	C0557-70	150	187
NBR	N0674-70	25	8
NBR	N0674-70	80	66
ACM	A0607-70	25	16
ACM	A0607-70	80	110
ACM	A0607-70	150	310
TPU	-	25	4
TPU	-	80	34
SBR	-	25	17
VMQ	S0604-70	25	238
VMQ	S0604-70	80	560
VMQ	S0604-70	150	1250

¹⁾ Gasdurchlässigkeitskoeffizient $F \times 10^{-8} ((\text{cm} \times \text{cm}^3)/\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{bar})$
Diese Angaben sind Mittelwerte aus verschiedenen Messungen und können werkstoffabhängig variieren.

Tab. 8.5

Medium: Kohlendioxid		
Basiselastomer	Temperatur [°C]	Gasdurchlässigkeitskoeffizient ¹⁾
SBR	25	70
SBR	30	90
SBR	50	200
FVMQ	25	517
CR	25	17
CR	50	50
NBR	20	6
TPU	20	10
VMQ	20	1250

¹⁾ Gasdurchlässigkeitskoeffizient $F \times 10^{-8} ((\text{cm} \times \text{cm}^3)/\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{bar})$
Diese Angaben sind Mittelwerte aus verschiedenen Messungen und können werkstoffabhängig variieren.

Tab. 8.6

8.12 Härte

Unter Härte versteht man den Widerstand eines Körpers gegen das Eindringen eines härteren Körpers bestimmter Form bei definierter Druckkraft in einer bestimmten Zeit. Sie wird nach Shore oder IRHD (International Rubber Hardness Degree bzw. deutsch: Internationale Gummihärtegrade) gemessen. Vergleichbare Werte wurden an Normproben ermittelt und sind in Grad Shore A angegeben. Für Messungen am Fertigteil verwendet man meist die IRHD-Messung. Die Härtewerte am Fertigteil weichen von denen an Normproben ab, da die Teildicke, gekrümmte Oberflächen oder am Rand gemessene Werte nicht vergleichbar und die Messverfahren unterschiedlich sind.

Die Härteprüfung erfolgt nach:

- Shore A nach DIN ISO 7619-1
- Kugeldruckhärte, IRHD, nach DIN ISO 48, Verfahren M

Das weichere O-Ring-Material passt sich leichter der Oberflächenstruktur an und fließt in die mikrofeinen Vertiefungen der Oberfläche ein. Dieses Verhalten ist besonders wichtig bei geringem Systemdruck, da die zusätzliche Anpressung durch den Druck ausbleibt. Deshalb werden O-Ringe aus weicheren Werkstoffen in Niederdrucksystemen empfohlen, da deren Dichtwirkung gegenüber härteren Materialien besser ist. Für Anwendungen, bei denen die Verformungskraft wichtig ist, sind die Bilder 8.26 bis 8.30 hilfreich. In Abhängigkeit von der Werkstoffhärte wird die Kraft angegeben, die für eine entsprechende Verformung aufgebracht werden muss. Dies gilt z.B. bei großen O-Ringen, für deren Einbau hohe Montagekräfte notwendig sein können oder bei Verwendung von Konstruktionselementen aus Kunststoffen, die eine geringere mechanische Festigkeit als Metalle haben. Die Rückfederungskräfte der O-Ringe können dabei zu Strukturverzerrungen und zur Verformung der Konstruktionselemente führen.

Bei bewegten Anwendungen ist die O-Ring-Härte noch wichtiger. Im allgemeinen gilt bei gleicher Nuttiefe, dass ein härterer Werkstoff eine höhere Losbrech- und Laufreibung aufweist. Der härtere

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

Werkstoff hat aber auch einen geringeren Reibungskoeffizienten. Härtere Werkstoffe bieten einen höheren Widerstand gegen Spaltextrusion. In Systemen mit höheren Drücken werden deshalb bei Flanschdichtungen O-Ringe aus härteren Werkstoffen, bei Kolben- oder Stangendichtungen Parbak®-Stützringe verwendet, um die Spalteinwanderung des O-Rings zu verhindern.

8.13 Gough-Joule-Effekt

Wird ein freihängender Gummistreifen mit einem Gewicht belastet und dann erwärmt, so zieht er sich wider Erwarten zusammen und zieht das Gewicht nach oben. Dagegen dehnt sich der unbelastete Gummistreifen bei Erwärmung in Übereinstimmung mit seinem Ausdehnungskoeffizienten aus. Dieses Phänomen wird als Gough-Joule-Effekt bezeichnet, der nur eintritt, wenn Gummi zuerst gedehnt und dann erwärmt wird.

Beispiel: Ein O-Ring als Wellendichtung. Verwendet man O-Ringe mit einem kleineren Innendurchmesser als der Wellendurchmesser, so steht der O-Ring unter Spannung. Er erwärmt sich durch die Reibung und zieht sich zusammen. Die Folge ist eine noch höhere Reibung und ansteigende Temperatur. Der Ausfall zeigt sich durch eine verhärtete und brüchige O-Ring-Oberfläche.

Für die Praxis bedeutet dies, dass größere O-Ringe mit einer kontrollierbaren Verpressung und einem Innendurchmesser, der 1 bis 3 % größer als der Wellendurchmesser ist, verwendet werden sollen, wobei die Nut im Außenteil den O-Ring gestaucht verpresst.

8.14 Lagerung, Lagerzeit und Reinigung von Elastomeren

Sachgemäß gelagerte Gummierzeugnisse behalten ihre Eigenschaften ohne nennenswerte Veränderungen über viele Jahre hinweg. Ungünstige Lagerbedingungen führen dagegen sehr früh zur Unbrauchbarkeit der Dichtungen.

Lagerbedingungen

Für die Lagerung, Reinigung und Wartung von Gummiartikeln gelten die Normen DIN 7716 und ISO 2230. Auszug der wichtigsten Bedingungen für zweckdienliche Lagerräume:

- Raumtemperatur bei etwa +15 °C, jedoch nicht über +25 °C
- Tieftemperaturen bis max. -10 °C; Chloroprenkautschuke (CR) sollten nicht unter +12 °C gelagert werden
- Relative Luftfeuchtigkeit unter 65 %
- Staubfreie, mäßig gelüftete Atmosphäre
- Abgeschirmte Heizkörper mit mindestens einem Meter Abstand zum Lagergut
- Keine direkte Sonnenbestrahlung
- Keine Lichtquellen mit hohem UV-Anteil; UV-Strahlen bilden Ozon und haben daher schädigende Auswirkungen auf Elastomererzeugnisse
- Wegen der Brandgefahr ist die Inbetriebnahme elektrischer Geräte, Motoren und Anlagen mit Funkenbildung sowie die

Erzeugung von Hochspannungsfeldern in den Lagerräumen unzulässig.

- Lagerung in lichtundurchlässige Polyethylenbeutel verschweißt und in Schachteln verpackt
- Elastomererzeugnisse sollten so gelagert werden, dass sie sich nicht verformen können.
- Bei der Lagerung von Geräten mit eingebauten Gummiteilen sollen nur Konservierungsmittel verwendet werden, die mit Elastomeren verträglich sind.

Lagerzeit

Ein entscheidendes Kriterium für die Dauer der Lagerung von Elastomeren ist der Zeitpunkt, zu dem das Elastomererzeugnis vulkanisiert wurde. Parker vermerkt das Herstellungsdatum auf den Verpackungsbeuteln. Beispielsweise steht „1Q03“ für im ersten Quartal 2003 gefertigte Teile.

Generell sollten Elastomer-Artikel vor dem Einbau auf ihren ordnungsgemäßen Zustand überprüft werden. Negative Veränderungen durch falsche Lagerhaltung können meist visuell überprüft werden. Hauptmerkmale bei dieser Sichtprüfung sind: Verschmutzung, Rissbildung, Verhärtung, Erweichung, Klebrigkeit und Verfärbung.

Für kritische oder sicherheitsrelevante Anwendungen schlagen wir die Anlehnung an die Luft- und Raumfahrt-Norm DIN 9088 vor. Diese empfiehlt eine maximale Lagerzeit von 40 Quartalen.

Sie kann nach Überprüfung der Teile auf o. g. Merkmale verlängert werden. Die Labore der Parker-Dichtungswerke bieten dem Anwender diese Untersuchungen als Dienstleistung an.

Die Lagerzeit endet mit dem Einbau.

Reinigung

Die Reinigung von Gummierzeugnissen sollte mit einem sauberen Tuch und handwarmem Wasser vorgenommen werden. Benzin, Benzol, Terpentin u.ä. sind nicht geeignet. Die Produkte dürfen nicht mit scharfkantigen oder spitzen Gegenständen, wie z.B. Drahtbürsten, Schleifpapier, usw., in Verbindung gebracht werden. Das Trocknen von Gummiwaren in der Nähe von Heizkörpern ist nicht zu empfehlen.

8.15 Querschnittsverringering durch Dehnung

Wird ein O-Ring gedehnt, bleibt sein Querschnitt nicht kreisrund, sondern flacht sich zu einer Ellipse ab. In kritischen Anwendungen soll die Änderung der Schnurstärke beachtet werden, weil dadurch die diametrale Verformung des O-Rings verringert wird. Konstruktiv wird die Korrektur in der Nuttiefe t oder h berücksichtigt.

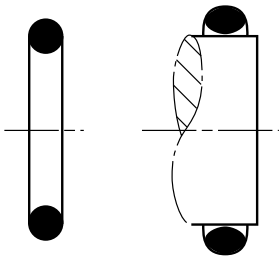


Bild 8.12 links: ungedehnter O-Ring, rechts: gedehnter O-Ring

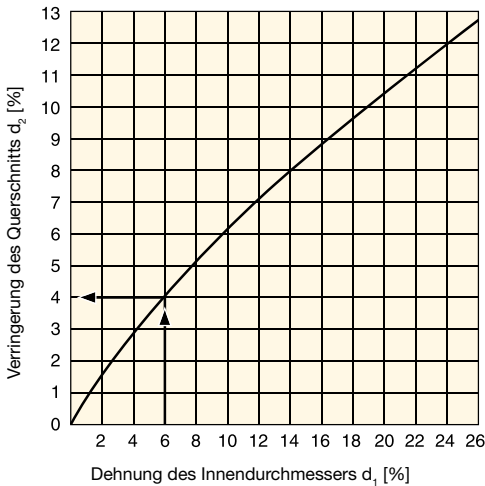
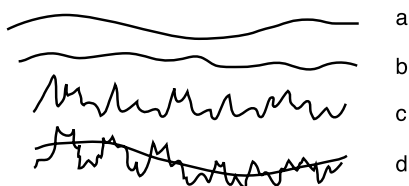


Bild 8.13 Abnahme des Querschnitts d_2 bei Dehnung des Innendurchmessers d_1

8.16 Rauheit von Dichtflächen

Die Lebensdauer eines Dichtelements wird unter anderem auch entscheidend von der Güte der Oberfläche des Gleitpartners der Dichtung bzw. des Nutgrundes beeinflusst. Man unterscheidet bei den Rauheitswerten für abzudichtende Flächen nach ruhenden und bewegten Flächen. Im Kapitel „Einbauarten“ sind zu jeder Einbauart die Oberflächen bzw. Rautiefen angegeben. Eine technische Oberfläche ist nie in ihre ideale Form zu bringen. Sie setzt sich vielmehr aus einer Reihe von Gestaltsabweichungen zusammen, die von der

- Formabweichung (1. Ordnung nach DIN 4760) über die
- Welligkeit (2. Ordnung) bis zu den
- verschiedenen Rauheiten (2. bis 5. Ordnung) reichen (Bild 8.14) und die sich gegenseitig überlagern



- a) Formabweichung
- b) Welligkeit
- c) Rauheit
- d) Überlagerung (mit a oder b)

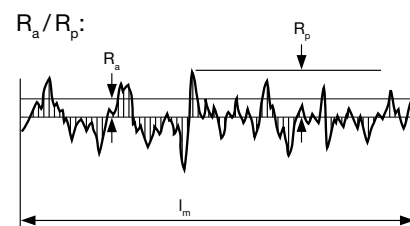
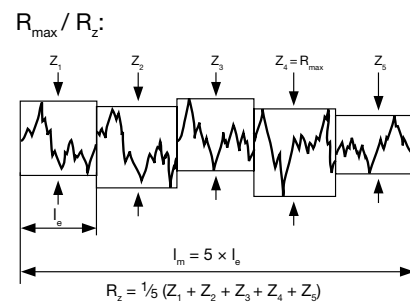
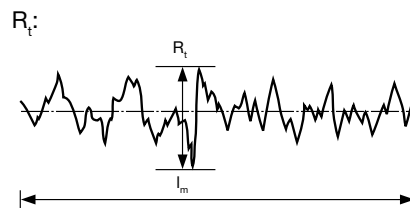
Bild 8.14 Oberflächenstruktur

Zur Erfassung der Oberflächenrauigkeit benutzt man überwiegend auch die Maße R_t und R_a (Bild 8.15). Dabei ist R_t der senkrechte Abstand zwischen dem höchsten und tiefsten Punkt des Rauheitsprofils entlang einer Messstrecke l_m . An seine Stelle tritt zunehmend die maximale Rautiefe R_{max} . Sie ist die größte Rautiefe in einer von fünf aufeinanderfolgenden Einzelmessstrecken l_e . Im Bild 8.15 ist dies die Rautiefe $Z_4 = R_{max}$. Hierbei wird durch R_{max} nicht mehr unbedingt die absolut höchste Rauheitsspitze erfasst, wie das bei R_t stets der Fall ist.

Der Mittenrauwert R_a ist das arithmetische Mittel der Absolutbeträge aller Rauheiten innerhalb einer Messstrecke l_m . Er wird häufig durch die gemittelte Rautiefe R_z ersetzt, die den Mittelwert aus den Rautiefen von fünf aufeinanderfolgenden Einzelmessstrecken l_e angibt.

Für die Ermittlung von R_z bei gegebenem R_a und umgekehrt dient das Diagramm in Bild 8.16 aus dem Beiblatt 1 zu **DIN 4768 Teil 1**. Wird hiernach der R_z -Wert nach der oberen Grenze des Streubereichs festgelegt, kann angenommen werden, dass der vorgeschriebene R_a -Wert nicht überschritten wird. Entsprechend wird für einen vorgeschriebenen R_z -Wert die untere Grenzlinie benutzt.

Schließlich wird häufig noch die Glättungstiefe R_p benutzt. Sie ist der senkrechte Abstand zwischen dem höchsten Punkt und der Mittellinie eines Rauheitsprofils.



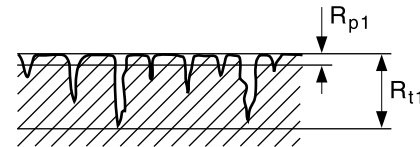
- R_t = senkrechter Abstand zwischen dem höchsten und niedrigsten Punkt
 - R_p = Glättungstiefe
 - R_a = Mittenrauwert
- Bild 8.15 Rauheitsbegriffe

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

	R_t [μm]	R_p [μm]	R_a [μm]	t_p [%]		
				0,25	0,50	0,75
	1	0,5	0,5	50	50	50
	1	0,5	0,25	25	50	75
	1	0,5	0,25	25	50	75
	1	0,75	0,28	12,5	25	37,5
	1	0,25	0,28	62,5	75	87,5
	1	0,785	0,188	3,5	14	35
	1	0,215	0,188	65	86	96,5
	1	0,5	0,39	43	50	57

Tab. 8.7 Idealierte Profilschnitte für die Oberflächenbeurteilung

achtet. Sie ist jedoch sehr wichtig, da Oberflächen mit geringem Traganteil in der Regel „offene“ Profile mit scharfen Kanten sind, auf die Elastomere besonders ungünstig reagieren (z.B. die Nr. 2 und 6 in Tab. 8.7). Diese offenen Profile entstehen bei zerspanenden Verfahren wie Schleifen oder Honen, während umformende Verfahren wie Rollieren, Ziehen oder Hämmern meist einen hohen Traganteil ergeben.



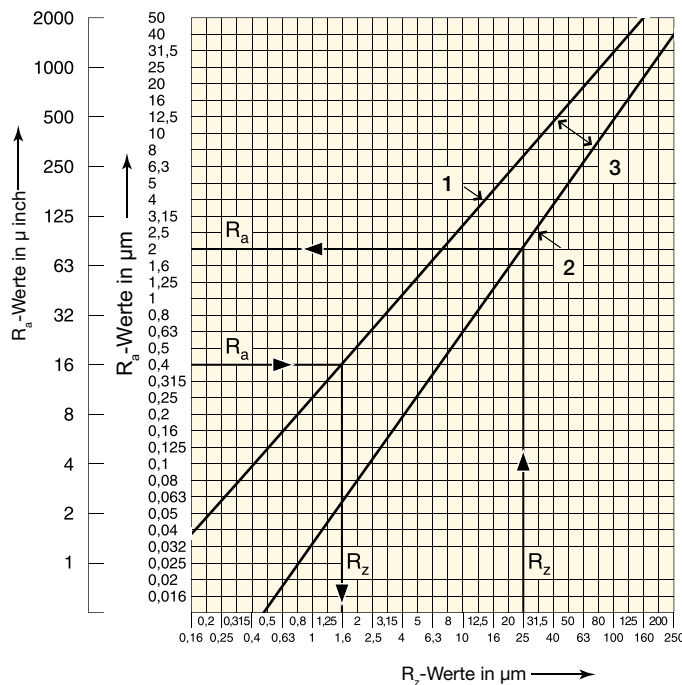
Umformend gefertigte Oberfläche (spanlos hergestellt)



Spangebend gefertigte Oberfläche
Bild 8.17

Dabei werden, wie Bild 8.17 erkennen lässt, die von der Vorbearbeitung eventuell vorhandenen Profilspitzen eingeebnet, wobei es keine für die Dichtung besonders schädlichen Ausreißer mehr nach oben gibt. Dafür bilden die zurückbleibenden Profiltiefungen Schmiertaschen, die die Schmierverhältnisse im Dichtspalt verbessern.

Bei der praktischen Anwendung all dieser Werte muss sichergestellt sein, dass die auf einer sehr kleinen Länge gemessenen Rauheitswerte auch für die gesamte Fläche gelten. Darüber hinaus müssen – zumindest für Oberflächenvergleiche – die Bezugslängen angegeben werden, da sich sonst unterschiedliche Profilhöhen ergeben.



- 1: Obere Grenze von R_z für Umstellung von R_a auf R_z
- 2: Obere Grenze von R_a für Umstellung von R_z auf R_a
- 3: Streubereich

Bild 8.16 Beziehung zwischen R_a und R_z

Für die Beurteilung der Eignung der Oberflächenrauheit einer Gegenfläche für Dichtheit und Verschleiß einer Dichtung sagt R_t wenig aus, wie Tab. 8.7 anhand von verschiedenen idealisierten Profilausschnitten zeigt, die alle den gleichen R_t -Wert aufweisen. Auch R_a allein hilft nicht weiter, wenn so gegensätzliche Profile wie Nr. 6 und 7 den gleichen R_a -Wert haben. Es muss vielmehr stets der R_p -Wert bzw. der Traganteil t_p mit herangezogen werden.

Dabei sind die Anforderungen an die jeweils ruhende Dichtfläche mit $R_t \leq 6,3 \mu\text{m}$ (alt: $\nabla\nabla\nabla$ Rauheit DIN 3141; neu: $\sqrt{R_t}$ 6,3 Rauheit DIN ISO 1302) geringer als die an bewegten Flächen. Hier wird heute von Dichtungsherstellern ein $R_t \leq 2,5 \mu\text{m}$ ($R_a = 0,25$ bis $0,5 \mu\text{m}$; alt: $\nabla\nabla\nabla$ Rauheit DIN 3141; neu: $\sqrt{R_t}$ 2,5 Rauheit DIN ISO 1302) toleriert, wenn der Traganteil über 50 % bzw. die Glättungstiefe R_p unter 50 % liegen. Diese Einschränkung wird häufig nicht be-

8.17 Reibung und Verschleiß

O-Ringe liegen durch die Rückfederung aufgrund der diametralen Verpressung – zusätzlich überlagert durch den Systemdruck – an den abzudichtenden Flächen an. Werden diese relativ zueinander bewegt, entsteht eine Reibung, die zwei Folgen hat: Zum einen verursacht sie Verschleiß und zum anderen verringert die zu ihrer Überwindung erforderliche Kraft die Nutzskraft eines Zylinders.

8.17.1 Reibung

Bei bewegten Teilen muss man zwischen der Haftreibung, die bei Beginn der Bewegung zu überwinden ist, und der Gleitreibung während der Bewegung unterscheiden. Das Problem der Haftreibung wirkt sich besonders bei oszillierender Bewegung wie z.B. in Zylindern aus.

Die Gleitreibung von Dichtungen hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, deren zahlenmäßige Erfassung im einzelnen praktisch unmöglich ist, zumal die wenigsten exakt reproduzierbar sind. Das

ist auch der Grund, weshalb es schwierig ist, für einzelne Produkte Angaben über die zu erwartende Reibung zu machen. Die wichtigsten dieser Faktoren sind:

Bezogen auf die Dichtung:

- Form der Dichtung einschließlich Fertigungstoleranz und damit die Vorspannung
- Härte und Oberflächenstruktur des Werkstoffs
- Reibwert des trockenen und des geschmierten Werkstoffs
- Quell- und Temperaturverhalten

Bezogen auf die Druckflüssigkeit:

- Schmierfilmbildung und Schmiermittelverteilung
- Höhe und Temperaturabhängigkeit der Viskosität

Bezogen auf die Arbeitsbedingungen:

- Betriebsdruck
- Gleitgeschwindigkeit, Werkstoffart und Oberflächengüte der abzudichtenden Metallflächen
- Bearbeitungstoleranzen
- Seitliche Kräfte und Führung am Kolben

Die meisten dieser Faktoren wirken nicht nur für sich allein, sondern sie kumulieren ihre Wirkung durch die Überlagerung mit anderen Einflüssen.

Bei der Bewegung einer Dichtfläche durchläuft die Dichtung zwei Reibungszustände: Zu Beginn der Bewegung aus der Ruhe besteht meist Grenzreibung (überwiegende Festkörperreibung mit nur wenig Schmierfeldern, μ ca. 0,3). Dann folgt ein breiter Bereich der Mischreibung, in dem der Reibbeiwert μ um so mehr sinkt, je geringer die Zahl der direkten Berührungsflächen der beiden Körper wird (Bild 8.18). Hier kann μ bis auf Werte von 0,06 bis 0,08 abfallen. Den Bereich der reinen hydrodynamischen Reibung kann man mit Dichtungen nur selten erreichen. Hier nehmen auch die Leckverluste aufgrund des durchgehenden Schmierfilms stark zu.

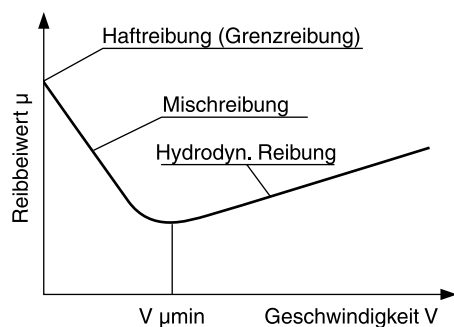


Bild 8.18 Stribeck-Kurve

Dichten gegen Flüssigkeiten

Der **Werkstoff** beeinflusst die Reibung über seine Gleiteigenschaften, die sehr unterschiedlich sein können, und über seine Härte, die sich auf die Verformung unter Druck auswirkt. Dabei kann die Reibung bei zunehmendem Druck proportional zum Quadrat der mittleren spezifischen Pressung ansteigen.

Der **Betriebsdruck** bestimmt die Größe des Spalts unter der Dichtung und damit die Schmierfilmdicke. Er wirkt sich daher je nach Dichtungsform unterschiedlich aus. So steigt die Reibung bei **O-Ringen** im Verhältnis zum zunehmendem Druck an, während sie bei **Lippendichtungen** durch den radial auf sie wirkenden Druck steiler ansteigt. Bei dieser Dichtungsform können auch Details in der Formgebung schon beträchtliche Unterschiede in der Reibung verursachen.

Da jedoch die Reibung nur zu einem Teil von der Höhe des Arbeitsdrucks abhängt, ist es vor allem bei niedrigem Druck wichtig, sie so gering wie möglich zu halten.

Dies gelingt jedoch nur in beschränktem Maß, da mit der Verringerung der Anpresskraft automatisch eine Vergrößerung der Leckage verbunden ist. Zwar lässt sich diese Abhängigkeit in gewissen Grenzen durch die Formgebung der Dichtungen beeinflussen, doch muss man sich oft zwischen geringer Reibung und hoher Dichtheit entscheiden.

Dazu kann eine unzulängliche Formbeständigkeit kommen, die vom Quellverhalten im Druckmedium abhängt.

Eine ausreichende Schmierung, die natürlich auch bei diesem Reibungsproblem wichtig ist, scheint bei Mineralöl als Druckflüssigkeit sichergestellt zu sein. Dabei spielt aber nicht nur die Zähigkeit des Mediums, sondern wiederum auch die Form der Dichtung eine Rolle, da sie unter anderem die Schmierfilmdicke beeinflusst. Im ungünstigsten Fall kann die Dichtung trotz gut geschmierendem Medium trocken laufen, weil der Schmierfilm abgestreift wurde. Sie ist dann zwar sehr dicht, wird aber auch schneller abgenutzt. Andererseits kann bei Dichtungen eine gute Schmierung, d. h. ein ausreichend dicker Schmierfilm, eine unerwünschte Leckage verursachen.

Optimale Bedingungen ergeben sich mit einem relativ dünnen Schmierfilm mit ausreichender Haftfestigkeit.

Die steigende Kolbengeschwindigkeit wirkt sich prinzipiell positiv aus, da dadurch die Reibung abnimmt. Allerdings gibt es hier sehr große Unterschiede in den Absolutwerten, je nachdem, wie stark der Schmierfilm abgestreift wird. Die Abnahme der Reibung wird darauf zurückgeführt, dass sich bei größerer Geschwindigkeit ein tragfähiger Schmierfilm ausbildet. Das trifft übrigens auch auf härtere Werkstoffe zu. Während im Bereich niedriger Geschwindigkeit die Reibwerte bei verschiedenen Drücken stark differieren, gleichen sie sich bei hoher Geschwindigkeit an.

Dass der Durchmesser der Dichtung die Reibung beeinflusst, ist ohne weiteres einzusehen, da die Reiboberfläche größer wird. Ebenso wirkt auch die Oberflächenrauigkeit der metallischen Dichtflächen. Je größer sie ist, desto mehr metallische Inseln entstehen, so dass man wieder im Mischreibungsgebiet arbeitet.

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

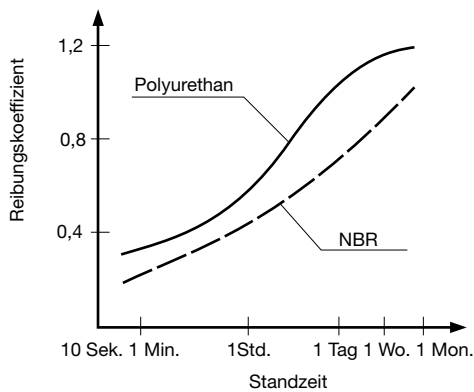


Bild 8.19 Haftreibung abhängig von Standzeit und Werkstoff

Wie in vielen anderen Bereichen ist auch bei Elastomerdichtungen die Reibung aus der Ruhe z. T. beträchtlich größer als die in der Bewegung. Hier spielt neben Werkstoff- und Formeinflüssen, Haftfähigkeit und Verpressung sowie der Oberflächenbeschaffenheit die Stillstandszeit eine Rolle. Je größer sie ist, desto mehr Öl wird durch die Vorspannung aus der Dichtfläche gequetscht. Dadurch nähern sich die Werte für die Anfahrreibung denen der trockenen Reibung, die bis zum Zehnfachen der Reibung in der Bewegung ansteigen können (Bild 8.18 und Bild 8.19). Unter gleichen Bedingungen ist die Reibung bei hoher Temperatur (= niedriger Viskosität) höher, weil der Schmierfilm öfter unterbrochen wird.

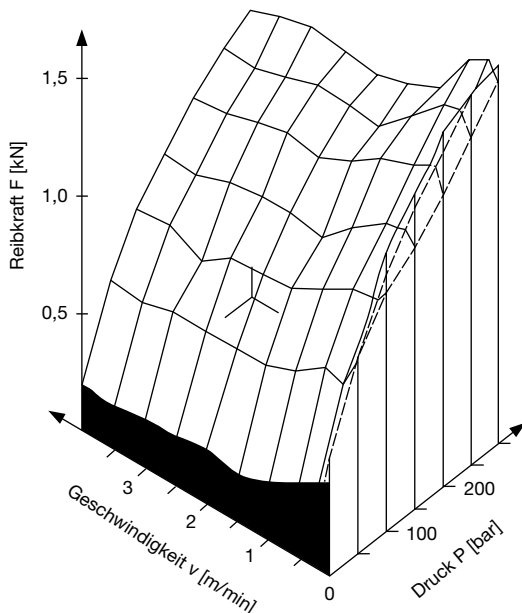


Bild 8.20 Reibkraft abhängig von Druck und Geschwindigkeit für Kompakt-Stangendichtung 90 Shore A

Einige der wichtigsten Abhängigkeiten sind aus dem Bild 8.20 zu ersehen, wo die Reibung als Funktion von Druck und Geschwindigkeit dargestellt wird. Das in Bild 8.20 gezeigte Reibkraftdiagramm gilt nur für eine spezifische Dichtung in einem Einsatzfall. Für jede andere Dichtung und Anwendung ändern sich die Abhängigkeiten.

Auch das **Ruckgleiten (Stick-Slip-Effekt)** hängt von den Reibungsverhältnissen an der Dichtfläche ab. Da hierbei die Reibung oder – besser gesagt – der Unterschied zwischen Haft- und Gleitreibung eine wichtige Rolle spielt, hängt diese Erscheinung auch mit der Verwendung bzw. der Auswahl von Dichtungen aus Elastomeren zusammen, bei denen dieser Unterschied besonders groß ist.

Für das Entstehen des Ruckgleitens müssen drei Bedingungen zusammentreffen:

- Stets ist die Haftreibungskraft größer als die Gleitreibungskraft, die – wie das Stribeck-Diagramm ausweist – bei der Gleitgeschwindigkeit $v_{\mu\text{min}}$ ein Minimum erreicht (Bild 8.18).
- Die Gleitgeschwindigkeit liegt unterhalb der Geschwindigkeit $v_{\mu\text{min}}$.
- In der Kraftübertragung ist ein elastisches Glied, im Fall des Zylinders gewöhnlich die kompressible Ölsäule.

Zur Erklärung des Ruckgleitens kann das Bild 8.21 dienen: Um eine Masse m aus der Ruhe in Bewegung zu setzen, muss durch eine Kraft F_1 die Haftreibung μ_H überwunden werden. Dabei wird die Feder entsprechend vorgespannt. Mit zunehmender Gleitgeschwindigkeit sinkt der Reibwert auf μ_G und die Kraft auf F_2 ab. Der in der Feder gespeicherte Kraftanteil beschleunigt die Masse noch weiter. Ist er aufgebraucht, tritt eine Verzögerung ein, die mit dem Ansteigen des Reibwerts in Richtung μ_H verbunden ist. Dies erfordert wiederum ein Ansteigen der Kraft auf einen Wert nahe F_1 , womit sich der Vorgang wiederholt.

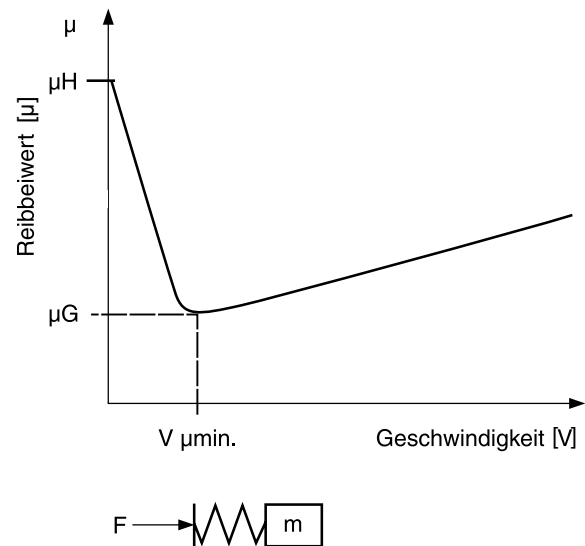


Bild 8.21 Ersatzbild für Stick-Slip-Effekt

Bei diesem Vorgang ist daher eine bestimmte Relation zwischen Dichtungsreibung und der an der Bewegung beteiligten Masse (Kolben und Last) mit ihrer Gleitgeschwindigkeit entscheidend. Von diesen drei Größen kann man in der Regel nur die Reibung beeinflussen. Das heißt, eine gute Abstimmung zwischen Dichtung, Schmierfilm und Gegenfläche mit möglichst niedriger Gleitreibung und günstiger Haftreibung ist erforderlich. Gewisse Verbesserungen kann man auch durch Erhöhung der Steifigkeit des Systems erzielen. Dies erfordert auf der Hydraulikseite ein möglichst kleines Volumen unter Druck.

Durch den abreißen Schmierfilm wird die Dichtung auch zu radialen Schwingungen angeregt. Es konnte beobachtet werden, dass bei Ölen mit gutem Benetzungsvermögen diese Erscheinungen bei den gleichen Dichtungen und den gleichen Betriebsbedingungen nicht auftraten.

Dichten gegen Luft

Im Prinzip gelten hier die gleichen Verhältnisse wie bei den Hydraulikdichtungen, nur sind manche Randbedingungen bei Pneumatikdichtungen erheblich verschärft. Das gilt vor allem für die ungünstigeren Schmierverhältnisse, die nur bei der nicht mehr erwünschten Ölnebelschmierung einigermaßen vergleichbar sind, da der Schmierfilm durch ständige Zufuhr von neuem Schmiermittel laufend ergänzt wird.

Liegt dagegen Fettschmierung vor, kann sich der Schmierfilm nicht mehr erneuern, da keine neuen Schmierstoffe eingebracht werden. Er wird im Gegenteil durch Abtrag der Dichtlippen von Hub zu Hub kleiner. Dieser Prozess des „Schmierfilmverschleißes“ hängt neben der Dicke des Ausgangsfilms von Form und Gleitgeschwindigkeit der Kolbendichtung ab (Bild 8.22).

Daraus ergibt sich einmal, dass auch hier die Restfilmdicke um so kleiner ist, je niedriger man die Gleitgeschwindigkeit wählt. Obwohl dieser Schmierfilmabtrag bei O-Ringen vergleichsweise gering ist, sollte die bei der Montage eingebrachte Schmierstoffschicht nach einigen Hüben und niedriger Geschwindigkeit so weit abgetragen sein, dass sich zu keiner Zeit des Betriebs mehr ein hydrodynamischer Schmierfilm an den Laufflächen einstellen kann.

Dieser Schmierfilmverschleiß setzt sich bei größeren Hubzahlen so lange fort, bis es zur direkten Berührung zwischen Dichtung und metallischer Gleitfläche kommt. Das bedeutet, dass sich die Dichtung nach einiger Zeit in einem relativ hohen Mischreibungszustand bewegt mit der Folge einer Erhöhung der Reibung und des Dichtungsverschleißes. Für Pneumatik-Dichtungen wurden daher abgerundete Dichtkanten entwickelt, die den Schmierfilm nicht mehr bzw. nicht mehr so stark abstreifen. Das wirkt sich zwar nur wenig auf die Haftreibung, dagegen sehr deutlich auf die Gleitreibung aus.

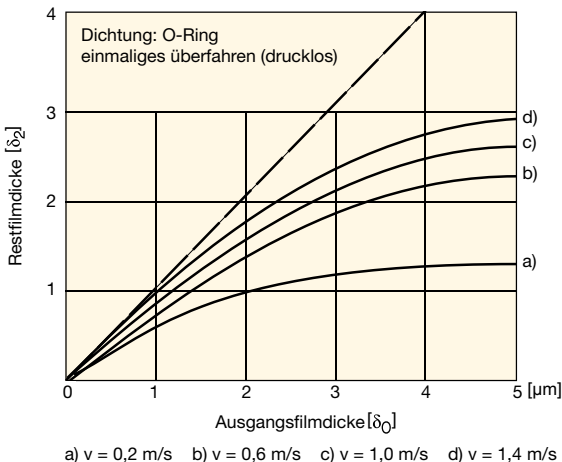


Bild 8.22 Veränderung der Ausgangsfilmdicke als Funktion der Gleitgeschwindigkeit bei einmaligem Überfahren

Wenn langsame Kolbengeschwindigkeiten von Pneumatikzylindern durch Drosselung der Zuluft erreicht werden, tritt das Ruckgleiten (Stick-Slip) besonders leicht auf. Hier wirken sich eine scharfe Dichtkante und kurze Dichtlippe ungünstig aus. Ebenso begünstigt eine rauere Oberfläche des metallischen Gleitpartners diesen Grenzzustand. Zu ebene, polierte Oberflächen begünstigen jedoch ebenfalls dieses Ruckgleiten.

Parameter für eine verminderte Reibkraft	
Verpressung O-Ring	verringern
Gleitoberfläche	R_{max}, R_t verringern
Härte [Shore A]	verringern
Gleitgeschwindigkeit (eine hohe Frequenz oder Vibration ist zu vermeiden)	erhöhen
Querschnitt	verringern
Druck	verringern
Schmierung	verwenden
Temperatur	verringern
Nutbreite (der O-Ring darf nur an einer Nutflanke anliegen)	erhöhen
Durchmesser der Bohrung oder Stange	verringern

Tab. 8.8

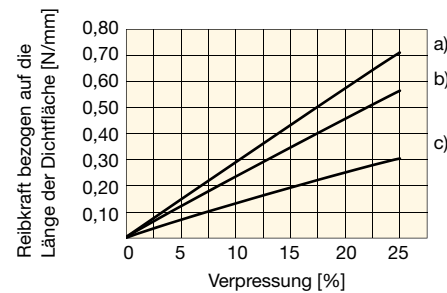


Bild 8.23 Reibkraft in Abhängigkeit von der O-Ring-Verformung
 a) Härte 90 Shore A b) Härte 80 Shore A c) Härte 70 Shore A
 Bedingungen:
 • Gleitoberfläche verchromt, $R_t \leq 2,5 \mu m$
 • O-Ring N0304-75, 100.000 Zyklen, Raumtemperatur, Medium Aeroshell Fluid 4
 • Geschwindigkeit 0,3 m/min

Bild 8.23 Reibkraft in Abhängigkeit von der O-Ring-Verformung

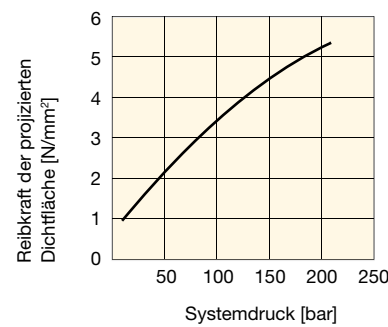


Bild 8.24 Reibkraft in Abhängigkeit vom Systemdruck
 Bedingungen:
 • Gleitoberfläche verchromt, $R_t \leq 2,5 \mu m$
 • O-Ring N0304-75, 100.000 Zyklen, Raumtemperatur, Medium Aeroshell Fluid 4
 • Geschwindigkeit 0,3 m/min

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

8.17.2 Verschleiß

Reibung verursacht Verschleiß. Die Reibung kann im Vorfeld einer Dichtungsauslegung berechnet bzw. abgeschätzt werden. Über den damit verbundenen zu erwartenden Verschleiß dieser Dichtung sind dagegen nur unvollkommene Voraussagen möglich. Der Verschleiß beeinflusst entscheidend die Betriebsdauer und damit den Wartungsaufwand einer Anlage.

Da bei den heutigen Anforderungen an die Dichtheit der hydrodynamische Bereich der Schmierung durch erhöhte Abstreifwirkung weitgehend unterdrückt wird, arbeiten die Dichtungen stets im Mischreibungsbereich. Daher wird ihr Verschleißverhalten bestimmt von

- Werkstoffeigenschaften
- Schmiereigenschaften des Druckmediums
- Oberfläche des Gleitpartners
- Betriebsbedingungen

Verschleiß in fluidischen Anlagen kann in vier Arten unterteilt werden:

1. Der **Fressverschleiß** entsteht durch metallischen Kontakt, wenn Mischreibung vorliegt und beide Metalle zu Mischkristallbildung neigen. Hier wirken HLP-Öle vorbeugend, die entsprechende Wirkstoffe enthalten. Diese Wirkstoffe sind jedoch wirkungslos bei der Paarung Gummi/Stahl bzw. Metall.
2. Der **Ermüdungverschleiß** äußert sich durch Gefügelockerungen und Ausbrüche und ist meist eine Folge von pulsierenden Lastwechseln.
3. Der **Korrosionsverschleiß** tritt meist in Form von Rost auf. Auch zu seiner Verringerung gibt es Wirkstoffzusätze. Alle drei Verschleißarten kommen zwar bei Dichtungen nicht vor, aber ihre Verschleißprodukte können den Dichtungsverschleiß fördern, wenn sie bis zur Dichtung gelangen.
4. Dagegen tritt der **Abriebverschleiß** sowohl an metallischen Teilen als auch an Dichtungen auf. Bei Metallen wird er durch harte Werkstoffe bzw. durch harte Fremdkörper im Druckmedium verursacht. Bei den Dichtungen ist meist die Oberflächenrauigkeit der Gegenfläche die Ursache dafür, dass an der vergleichsweise weichen Elastomer-Oberfläche Teilchen abgetragen werden.

8.17.3 Wechselwirkung zwischen Reibung, Verschleiß und Dichtvorgang

Um einen einwandfreien Dichtvorgang zu erreichen, müssen stabile Gleitbedingungen im Dichtspalt geschaffen werden. Dies ist jedoch mitunter schwierig, da die daran beteiligten Kenngrößen häufig gegenläufig wirken.

Ausgangsgröße ist stets der Schmierfilm im Dichtspalt. Zur Abschätzung von Reibung, Betriebsdauer und Leckverhalten ist daher die Kenntnis der Schmierfilthöhe und ihre im Betrieb auftretenden Veränderungen sehr wichtig. Um die Reibung möglichst

gering zu halten, sollte der Schmierfilm ausreichend ausgebildet sein. Dann aber leckt die Dichtstelle, weil der Film beim Rücklauf abgestreift wird. Das andere Extrem, eine Dichtstelle ohne Schmierfilm, ist wegen der hohen Reibung ebenfalls problematisch. Dichtwirkung und Reibung stehen also in umgekehrtem Verhältnis zueinander. Es ist bekannt, dass nicht nur die Höhe und Länge des Dichtspalts eine Rolle spielen, sondern auch die Härte der Dichtung. Sie ist verantwortlich dafür, dass die Dichtungen unter der Wirkung des Drucks im Schmierfilm nachgeben, wobei ohne Zweifel die augenblickliche Viskosität des Druckmediums sehr wichtig ist.

Es gibt unterschiedliche Theorien in welcher Weise und mit welchen Folgen der Schmierfilm beeinflusst wird. Einerseits begünstigt ein weicher Werkstoff einen dickeren Film. Dem steht jedoch das unterschiedliche Verhalten harter und weicher Dichtungen bei hohen Geschwindigkeiten gegenüber, bei denen der harte Werkstoff die Ausbildung des Schmierfilms fördert, während der weiche die Filmbildung durch zu starkes Anliegen an die Gegenfläche stört.

Nun ist dieser Schmierfilm nur ein – wenn auch wichtiger – Einflussfaktor auf die Reibung einer Dichtung. Weitere Faktoren wie Werkstoff, Dichtungsform, Druck, Geschwindigkeit, Bewegungsrichtung usw. kommen noch hinzu. Sie sind meist in ihrer Größe ebenfalls schwer zu erfassen und noch schwerer zu reproduzieren. Es ist daher verständlich, wenn Dichtungshersteller ihren Kunden zahlenmäßige Angaben über die Reibung bestimmter Dichtungen und den damit verbundenen Verschleiß bzw. die zu erwartende Betriebsdauer nur machen können, wenn alle Betriebsparameter reproduzierbar erfasst werden. Dies schließt eine Verallgemeinerung von Messwerten aus Prüfstandläufen aus. Die Randbedingungen der Versuche können nie vollständig mit denen der jeweiligen Anwendung übereinstimmen.

8.18 Reißdehnung

Die Reißdehnung (Bruchdehnung) ist die Dehnung im Augenblick des Zerreißen einer Normprobe, ausgedrückt in Prozent zu einer Ausgangslänge vor der Dehnung. Die Prüfung erfolgt nach DIN 53504.

Der Wert der Reißdehnung kann für die Beurteilung bestimmter Montagesituationen und das dabei notwendige Aufweiten vor allem von kleinen O-Ringen herangezogen werden. An Fertigteilen ist die Reißdehnung gegenüber den Werten an Normproben wegen des zu berücksichtigenden Formfaktors geringer.

8.19 Reißfestigkeit

Die Reißfestigkeit (oder Zerreißen-, Bruch-, Zugfestigkeit) ist die zum Zerreißen einer Normprobe aufzuwendende Kraft N bezogen auf den Probenquerschnitt in mm^2 . Die Dehngeschwindigkeiten sind in der DIN-Norm festgelegt:

- 500 mm/min für die Normringe und den S1-Normstab
- 200 mm/min für S2, S3 und S3A-Normstäbe
- Die Prüfung erfolgt nach DIN 53504

Auf die Praxis bezogen sagt diese Eigenschaft wenig aus, weil O-Ringe kaum auf Reißfestigkeit beansprucht werden. Auch hier gilt, wie bei der Reißdehnung, die Formabhängigkeit. O-Ringe und Stützringe erreichen die an Normproben ermittelten Werte möglicherweise an Teilen mit kleinem Innendurchmesser nicht.

8.20 Spannungsrelaxation

Unter Spannungsrelaxation bei Elastomeren versteht man den Abbau von Spannungen im verformten Elastomer durch physikalische und chemische Vorgänge. Die Reduzierung der Spannung äußert sich z.B. in der im Laufe der Zeit zurückgehenden Eigendichtkraft bei O-Ringen.

Wie der Druckverformungsrest hängt die Spannungsrelaxation von Elastomertyp, Mischungsaufbau, Verarbeitungsparametern, Verformung, Materialdicke, Zeit, Temperatur und Medieneinwirkung ab.

Für die Messung der Spannungsrelaxation unter Laborbedingungen existiert eine Vielzahl an Prüfnormen und -vorrichtungen. Die gebräuchlichsten Prüfnormen sind DIN 53537, ISO 3384 und ASTM D 6147. Man unterscheidet zwischen kontinuierlicher und diskontinuierlicher Messung. Bei der kontinuierlichen Messung wird die Rückstellkraft ständig online gemessen, während bei der diskontinuierlichen Messung die Probe zur Messung der Rückstellkraft aus der Verformungsvorrichtung entnommen werden muss.

Da die unterschiedlichen Prüfverfahren deutlich verschiedene Ergebnisse liefern, sind jeweils nur Ergebnisse, die unter exakt gleichen Bedingungen gemessen wurden, miteinander vergleichbar. Die Werte der Spannungsrelaxation haben hinsichtlich der Beurteilung des Leistungsvermögens einer Dichtung eine noch höhere Aussagekraft als der Druckverformungsrest, da bei der Spannungsrelaxation die verbleibende Dichtkraft gemessen wird und nicht die bleibende Verformung. Eine fundierte Aussage über die Dichtfunktion in der Praxis ist auch mit den Ergebnissen einer Spannungsrelaxationsmessung nur unter Berücksichtigung der Anwendungsbedingungen möglich.

8.21 Stoßbelastizität

Zur Beurteilung des elastischen Verhaltens von Elastomeren dient die Stoß- oder Rückprallelastizität. Die Prüfung erfolgt nach DIN 53512.

Diese Prüfung vermittelt Anhaltspunkte für das dynamische Verhalten und die Eigenschaft des Gummis, nach stoßartiger Belastung wieder elastisch in die Ausgangslage zurückzugehen. Im Kapitel „Tiefe Temperaturen“ wird in Abhängigkeit von der Temperatur und nach Kenntnis der Stoßbelastizität, der Härte und des Druckverformungsrests die Kälteflexibilität beurteilt.

8.22 Strahlung

Elastomere verlieren ab einer gewissen Strahlendosis ihr elastisches Verhalten. Aufgenommene Strahlung ist eine Form von Energiezufuhr, unter der eine Vernetzung oder ein Abbau der Po-

lymerketten eintritt. Mit steigender Strahlenmenge nimmt die Vernetzungsdichte zu. Dadurch nehmen die Zerreißfestigkeit und die Reißdehnung ab, die Härte und der Modul dagegen zu. Bei weiter anhaltender Strahlung wird das Material brüchig (im Gegensatz dazu wird Butyl-Kautschuk, IIR, weich und klebrig).

Für die Elastomere gilt allgemein eine Strahlenbeständigkeit von 1 M rad = 10^6 rad, ohne Verlust der elastischen Eigenschaften. 1 M rad entspricht der aufgenommenen Strahlung und ist für die überwiegenden Anwendungen die erst nach Jahren erreichte Menge. Bei 10 M rad = 10^7 rad verändern sich die Eigenschaften der Werkstoffe. Dabei ist zu prüfen, in welcher Weise die Dichtung beansprucht wird, um die jeweilige Änderung zu beurteilen. Bei O-Ringen ist die Änderung des Druckverformungsrestes sicherlich am wichtigsten. Am besten geeignet ist EPDM.

Für die Auswahl eines geeigneten Werkstoffes muss man neben der Beständigkeit gegen Strahlung alle weiteren Parameter wie Medium, Temperatur und Druck, etc. berücksichtigen.

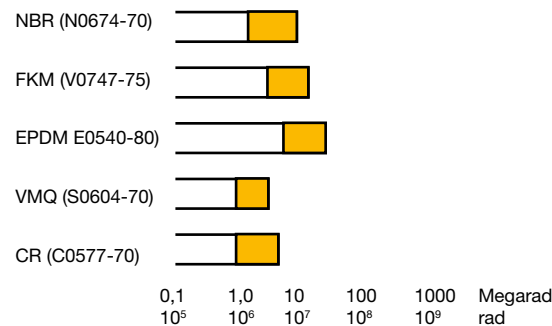


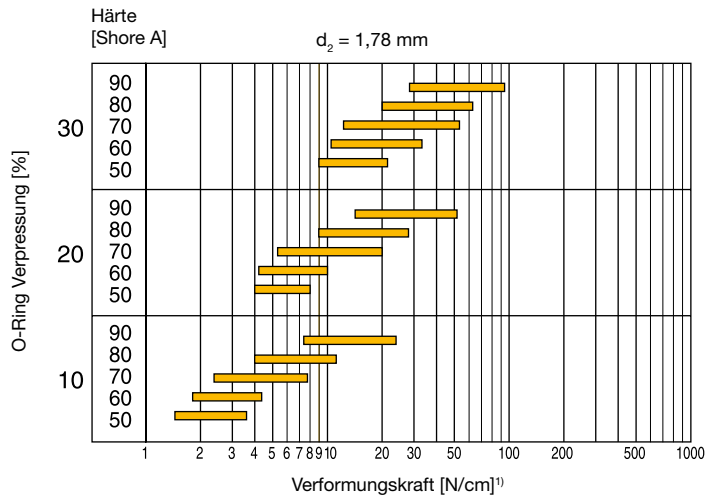
Bild 8.25
 Änderungen der physikalischen Werte, die tolerierbar sind
 keine wesentliche Änderung durch einwirkende Strahlung

8.23 Verformungskraft

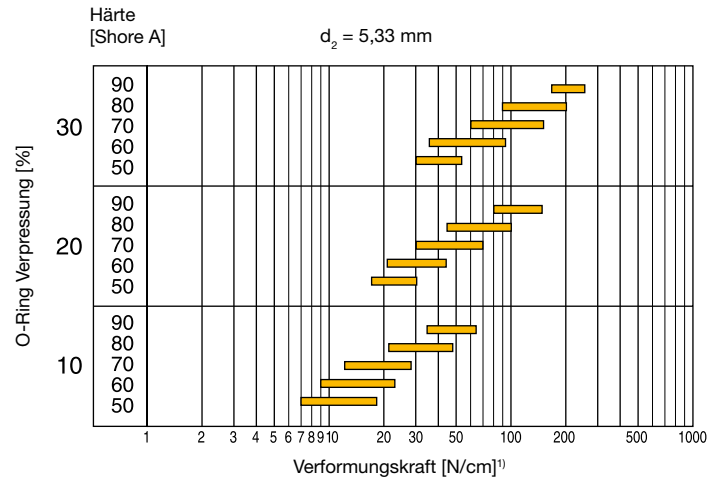
Die Verformungskraft, die aufzuwenden ist, um den Querschnitt prozentual zu verpressen, ist von den Spannungswerten der Werkstoffe abhängig. Sie ist formabhängig und deshalb für verschiedene O-Ring-Querschnitte dargestellt. Weil dem Anwender meist nur Abmessung und Härte bekannt sind, erfolgt die Darstellung in Abhängigkeit von der Härte, der Verpressung und dem Querschnitt. Die Angaben beziehen sich auf alle Elastomere. Deshalb sind für die jeweilige Härteklasse Verformungskraft-Bereiche angegeben (siehe Bild 8.26 bis 8.30).

Die Verformungskraft lässt sich für die Montage, z.B. von Flanschen oder zur Abschätzung von Kräften, die von Dichtungen auf weniger belastbare Kunststoffteile wirken, heranziehen.

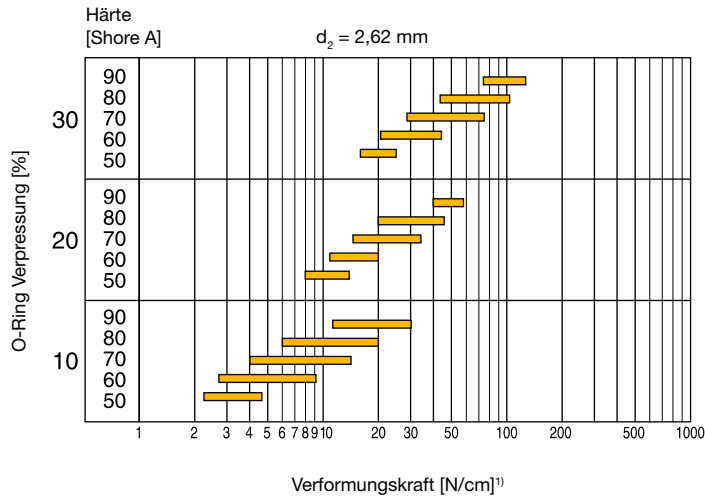
8 Begriffe in der Dichtungstechnik



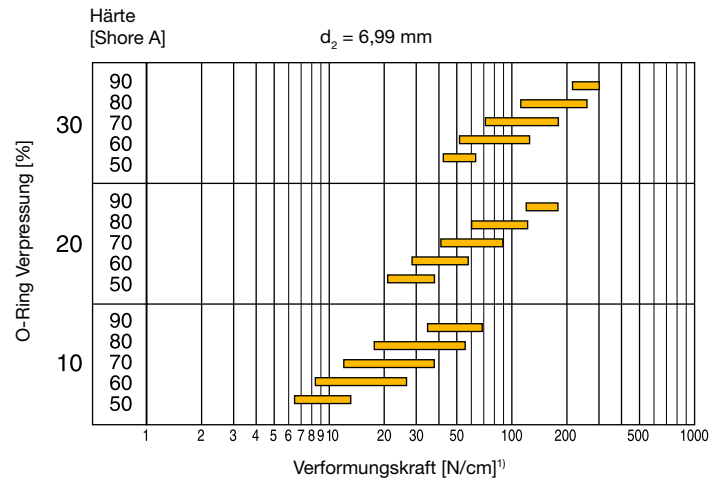
¹⁾ Länge des O-Ring-Umfangs (cm)
Bild 8.26



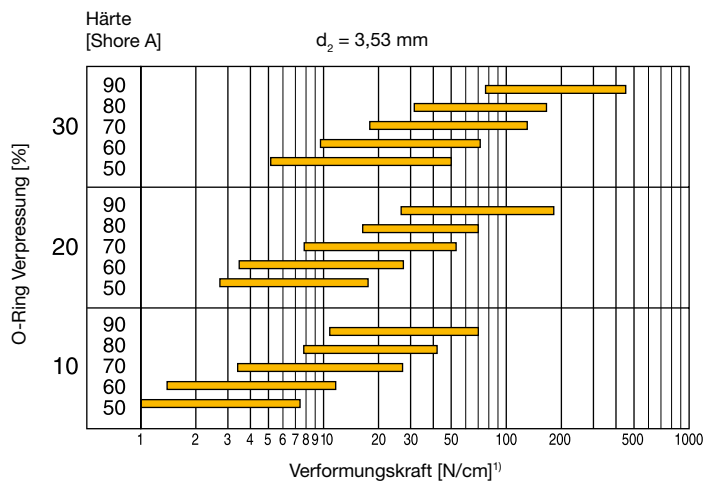
¹⁾ Länge des O-Ring-Umfangs (cm)
Bild 8.29



¹⁾ Länge des O-Ring-Umfangs (cm)
Bild 8.27



¹⁾ Länge des O-Ring-Umfangs (cm)
Bild 8.30



¹⁾ Länge des O-Ring-Umfangs (cm)
Bild 8.28

8.24 Verpressung des O-Ring-Querschnittes

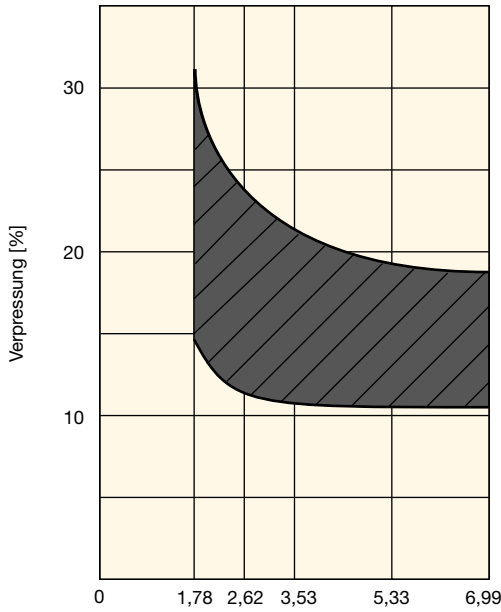
Der O-Ring-Querschnitt wird im eingebauten Zustand verformt und leitet dadurch den Dichtvorgang an den Anlageflächen ein. Die Mindestverpressung ist vom Anwendungsfall abhängig. Eine zu geringe Verformung kann in 100 % Druckverformungsrest nach kurzer Zeit resultieren. Eine zu hohe Verpressung führt zu einer zu hohen prozentualen bleibenden Verformung.

Im bewegten Einsatz kann der O-Ring bei höherer Verformung größere Reibkräfte und Erwärmung erzeugen.

Bei Anwendung der Bilder 8.31 bis 8.33 werden Dehnung, Querschnittsverringern und Metalltoleranzen berücksichtigt und die Abdichtung wird unter normalen Bedingungen erreicht.

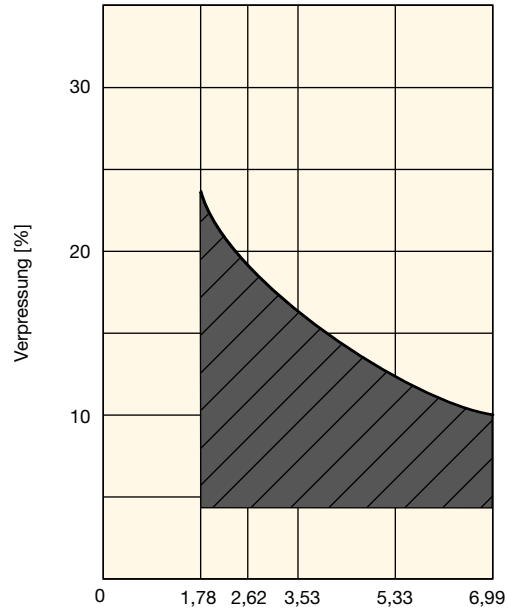
In Sonderanwendungen können die Vorgaben abweichen. Einflüsse wie erhöhte Dehnung und Querschnittsverringern, Temperatureinflüsse, „atmende“ Bauteile oder Exzentrizität sind zu berücksichtigen.

8 Begriffe in der Dichtungstechnik



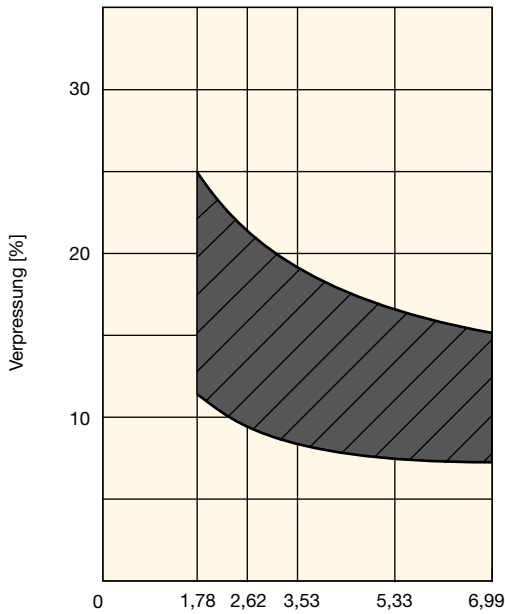
O-Ring Querschnitt d_2 [mm]

Bild 8.31 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2 – ruhende Abdichtung



O-Ring Querschnitt d_2 [mm]

Bild 8.33 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2 – bewegte Abdichtung Pneumatik



O-Ring Querschnitt d_2 [mm]

Bild 8.32 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2 – bewegte Abdichtung Hydraulik

Schnur- stärke	Nennmaß [mm]	Toleranz	Kleinmaß [mm]	Größtmaß [mm]
d_1	11,89	$\pm 0,19$	11,700	12,080
d_2	1,78	$\pm 0,08$	1,700	1,860
d_3	12,20	h9	12,157	12,200
d_4	15,00	H8	15,000	15,027
d_9	15,00	f7	14,966	14,984

Tab. 8.9

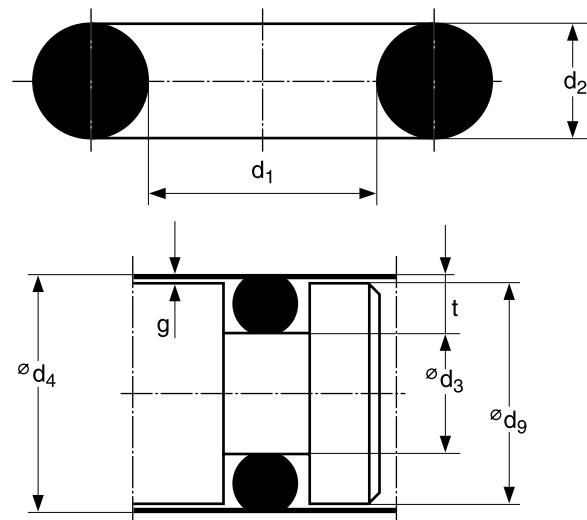


Bild 8.34 Mit perfekter Konzentricität

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

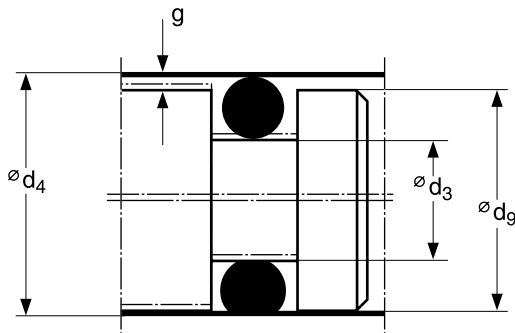


Bild 8.35 Mit maximalem radialem Spiel

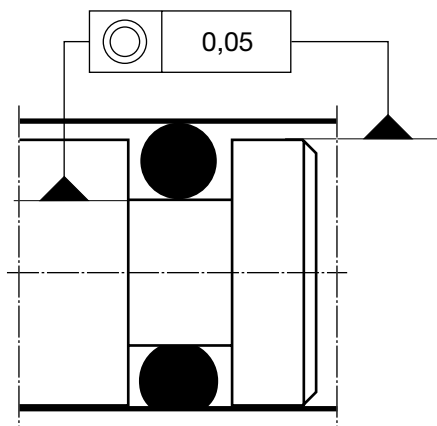


Bild 8.36 Mit maximaler Exzentrizität und Außermittigkeit zwischen Kolben und Nutgrund

Berechnungsbeispiel für eine bewegte Kolbenabdichtung – Hydraulik:

A Konzentrität (Bild 8.34)

max. Nuttiefe $t_{\max} =$
 $= 0,5 \times (d_{4\max} - d_{3\min})$
 $= 0,5 \times (15,027 - 12,157) = 1,435 \text{ mm}$
 min. O-Ring Querschnitt $d_{2\min} = 1,70 \text{ mm}$
 Querschnittsveringerung bei 4 % Dehnung (gem. Bild 8.13): 3 %
 reduzierter Querschnitt $d_{2'} = 0,97 \times 1,70 = 1,65 \text{ mm}$
 minimale Verpressung: $d_{2'} - t_{\max} = 1,65 - 1,435 = 0,215 \text{ mm}$
 in %:

$$\frac{d_{2'} - t_{\max}}{d_{2'}} = \frac{1,65 - 1,435}{1,65} = 13 \%$$

B mit maximalem Radialspiel (Bild 8.35)

max. Nuttiefe $t_{\max} = 0,5 \times (d_{9\max} - d_{3\min}) + d_{4\max} - d_{9\max}$
 $= 0,5 \times (14,984 - 12,157) + 15,027 - 14,984 =$
 $1,457 \text{ mm}$
 minimale Verpressung: $d_{2'} - t_{\max} = 1,65 - 1,457 = 0,193 \text{ mm}$
 in %:

$$\frac{d_{2'} - t_{\max}}{d_{2'}} = \frac{1,65 - 1,457}{1,65} = 11,7 \%$$

C mit maximalem Radialspiel und mit maximaler Exzentrizität des Nutgrundes mit dem Kolbendurchmesser (Bild 8.36)

max. Nuttiefe $t_{\max} =$

$= 0,5 \times (d_{9\max} - d_{3\min}) + d_{4\max} - d_{9\max} + \text{Exzentrizität}$
 $= 0,5 \times (14,984 - 12,157) + 15,027 - 14,984 + 0,05 = 1,507 \text{ mm}$
 minimale Verpressung: $d_{2'} - t_{\max} = 1,65 - 1,07 = 0,143 \text{ mm}$
 in %:

$$\frac{d_{2'} - t_{\max}}{d_{2'}} = \frac{1,65 - 1,507}{1,65} = 8,7 \%$$

Das Berechnungsbeispiel zeigt den Einfluss der Dehnung des O-Rings sowie der möglichen Exzentrizität der Maschinenteile auf die diametrale Verformung und damit auf die Dichtfunktion des O-Rings.

8.25 Volumenänderung

O-Ringe kommen mit den verschiedensten Medien in Berührung. Kontaktmedien, ob Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten, können in den Gummi eindringen und auf ihn einwirken. Dabei unterscheidet man zwischen zwei Arten von Einwirkungen:

- physikalische Einwirkung
- chemische Einwirkung

Bei einer **physikalischen Einwirkung** laufen zwei Vorgänge gleichzeitig ab:

1. Absorption des Mediums durch das Elastomer
2. Extraktion der löslichen Mischungsbestandteile (insbesondere Weichmacher) aus dem Elastomer

Das Ergebnis ist eine Volumenänderung, d. h. eine **Quellung**, wenn Punkt 1 größer als 2 ist oder eine **Schrumpfung**, wenn Punkt 2 größer als 1 ist.

Die Höhe der Volumenänderung hängt in erster Linie von der Art des einwirkenden Mediums, vom Aufbau der Gummimischung, von der Temperatur, von der geometrischen Form (Materialdicke) und dem Spannungszustand des Gummiteils ab. In eingespanntem Zustand quillt der Gummi bedeutend weniger (u. U. bis zu 50 %) als in freiem Zustand, wie es bei den Quellprüfungen der Fall ist.

Da die Elastomere eine vernetzte Struktur aufweisen, ist die Quellung begrenzt. Sie erreicht einen Grenzwert und ändert sich dann nicht mehr.

Jede Volumenänderung, ob Quellung oder Schrumpfung, ist mit Änderungen der mechanischen Eigenschaften des Elastomers wie Härte, Elastizität, Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Tieftemperaturverhalten verbunden. Diese Veränderungen können je nach ihrer Größenordnung die Funktion des verwendeten Elastomerteils erheblich beeinträchtigen oder sogar bis zur völligen Zerstörung des Gummiwerkstoffs führen. Weitere Informationen zu Mineralölen finden Sie in Kapitel „Elastomer-Verträglichkeits-Index“.

Bei einer **chemischen Einwirkung** reagiert das Medium chemisch mit dem Elastomer, das dadurch Strukturveränderungen (z. B. Weitervernetzung oder Abbau) erfährt. Selbst geringfügige chemische Veränderungen können zu entscheidenden Änderungen seiner physikalischen Eigenschaften (z.B. Brüchigkeit) führen. Aus diesem Grund ist vor jedem Einsatzfall eine Abstimmung zwi-

schen Medium und Werkstoff unbedingt erforderlich. Die Kenntnis der Eigenschaftsänderungen ermöglicht es, die Eignung oder Nicht-Eignung eines gegebenen Elastomers für ein bestimmtes Medium qualitativ abzuschätzen. Zusätzliche Informationen enthält die Medienbeständigkeitstabelle im Anhang.

8.26 Weiterreißwiderstand

Der Weiterreißwiderstand (N/mm) ist die maximale Kraft, die ein definiert eingeschnittener Normkörper dem Weiterreißen entgegensetzt. Die Prüfung erfolgt mit der Streifenprobe oder mit der Winkelprobe nach DIN ISO 34-1.

Der Weiterreißwiderstand ist ein Maß für die Empfindlichkeit gegen Kerben, die beispielsweise durch Schmutzpartikel oder durch Montagefehler entstehen können.

8.27 Zugverformungsrest

Der Zugverformungsrest bezeichnet die bleibende Formänderung einer unter bestimmten Bedingungen gedehnten Probe nach ihrer Entlastung. Die Prüfung erfolgt nach DIN ISO 2285. Das Prüfergebnis ist im Wesentlichen abhängig von:

- Dauer und Temperatur der Prüfung
- Querschnitt und Abmessung des Probekörpers
- Der Dehnung
- Abkühlung im gedehnten oder entlasteten Zustand

Der Zugverformungsrest und der Druckverformungsrest beschreiben das elastische Verhalten des Gummiwerkstoffs.

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

9.1 Qualität

Entsprechend der Definition für Qualität der „Deutschen Gesellschaft für Qualität“ (DGQ) lautet Parkers Grundsatz, durch Auswahl der besten Ausgangsmaterialien, fortschrittliche Verarbeitungsmethoden, strenge Fertigungsüberwachung und ständige Mitarbeiterschulung Qualitätsprodukte herzustellen:

„Qualität ist diejenige Beschaffenheit, die eine Ware oder eine Dienstleistung zur Erfüllung vorgegebener Forderungen geeignet macht.“ (DGQ 22, 1974).

Parker hat ein System zur Verhinderung von qualitätsmindernden Einflüssen aufgebaut. Das Integrierte Management System (IMS), bestehend aus Qualitätsmanagement, Umweltmanagement und Arbeitssicherheit, welches alle Maßnahmen in diesen Bereichen beschreibt und ständig der aktuellen Technik der Produktionsverfahren und den technischen Anforderungen Rechnung trägt, ist ein Beispiel des permanenten Bestrebens nach kontinuierlicher Verbesserung.

Seit 1993 sind wir nach DIN EN ISO 9001 und seit 2002 nach ISO/TS 16949 zertifiziert.

9.2 Beurteilungskriterien für O-Ringe

Die Kriterien zur Beurteilung der Herstellungsqualität von O-Ringen sind in der DIN ISO 3601-3 definiert (siehe Tab. 9.1). Die zulässigen Grenzwerte sind in der Tab. 9.2 aufgeführt, in der nach

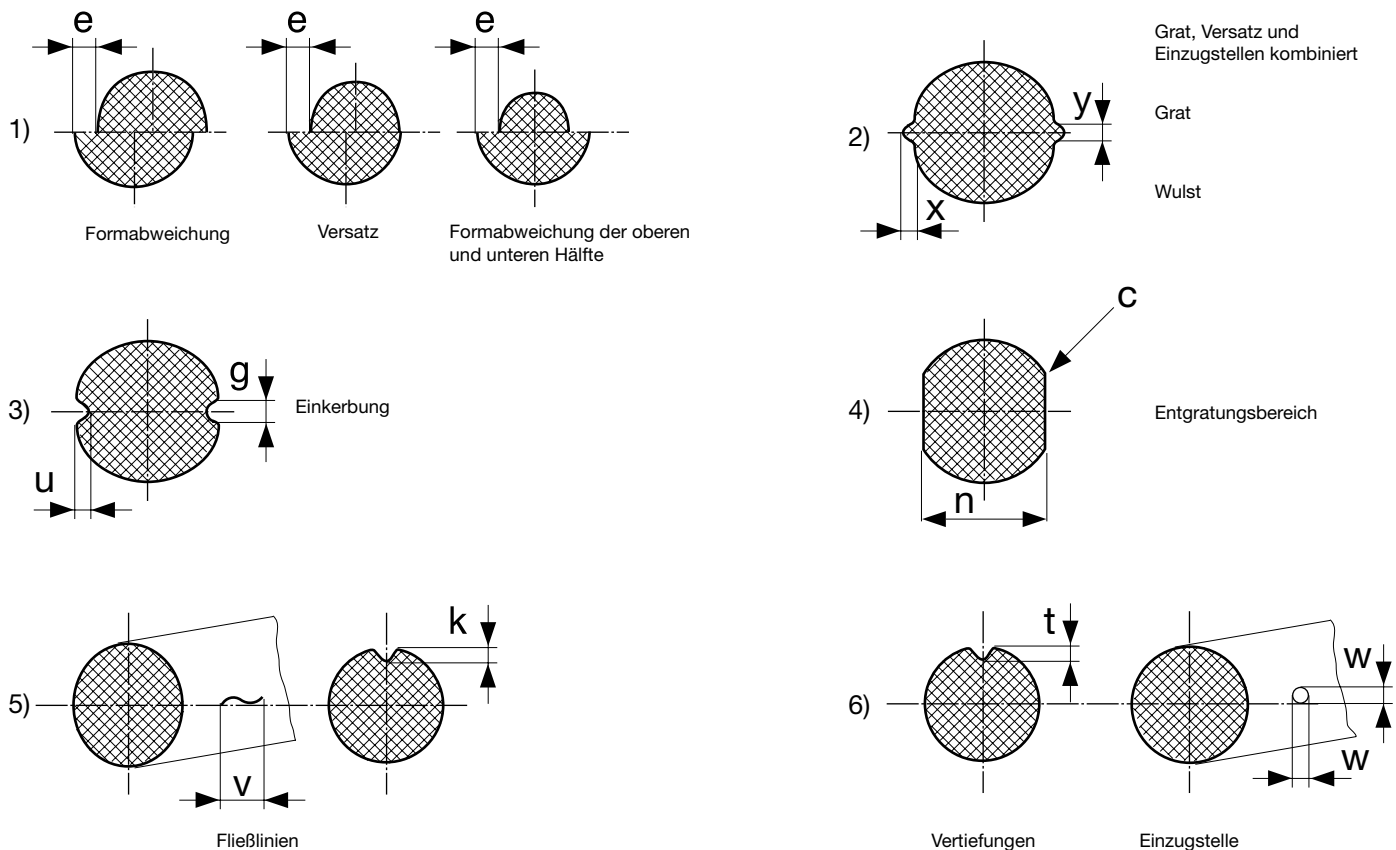


Bild 9.1 Form- und Oberflächenabweichungen

Sortenmerkmal „N“, Sortenmerkmal „S“ und Sortenmerkmal „CS“ unterschieden wird.

Sortenmerkmal N

Die Grenzwerte für die zulässigen Oberflächenabweichungen entsprechen den hohen Anforderungen von Industrieanwendungen. Sie gelten für statische und dynamische O-Ring-Abdichtungen. Die zulässigen Fehler beeinträchtigen die Funktion des O-Rings nicht. Parker prüft sämtliche O-Ringe standardmäßig nach Sortenmerkmal N.

Sortenmerkmal S

In speziellen Anwendungsfällen, wie z.B. in Luftfahrt, werden noch engere Grenzen für zulässige Fehlergrößen gesetzt. Dies erfordert einen erheblich höheren Aufwand in Fertigung und Kontrolle, wodurch diese O-Ringe wesentlich teurer werden.

Bei der Bestellung ist die zusätzliche Forderung „nach Sortenmerkmal S“ mit dem Verwendungszweck anzugeben. Parker Standard-O-Ringe sind alle nach Sortenmerkmal „N“ geprüft (siehe oben).

Sortenmerkmal CS

Höchste Anforderungen an die Oberflächenqualität verlangt das Sortenmerkmal CS, das für kritische Sonderanwendungen vorbehalten sein sollte, da diese Toleranzen nur mit sehr speziellen Produktions- und Kontrollprozessen erreichbar sind. Entsprechend hoch sind auch die Kosten der O-Ringe, die das Sortenmerkmal CS erfüllen.

9 Qualitätskriterien

Bild Nr.	Abweichung	Definition
1)	Formabweichung	O-Ring-Hälften, die seitlich versetzt oder ungleich sind
1)	Versatz	Versetzte O-Ring-Hälften durch seitliche Verschiebung eines Werkzeugteils zum anderen
1)	Formabweichung der oberen und unteren Hälfte	Querschnittsradius in einer Ringhälfte ungleich zum anderen, verursacht durch Abmessungsunterschiede in den Werkzeughälften
2)	Grat, Versatz und Einzugstellen kombiniert	Kombination aus Grat, Versatz und Einzugstellen
2)	Grat	Filmähnliches Material, im Bereich der Trennfuge am Innen- und/oder Außendurchmesser, verursacht durch Werkzeugtrennung oder unzureichendes Entgraten
2)	Wulst	Umlaufende Materialanhäufung im Bereich der Trennfuge, verursacht durch abgenutzte oder zu stark gerundete Werkzeugkanten
3)	Einkerbung	Umlaufende Einzugstelle mit einem weiten „U“- oder „W“-förmigen Querschnitt
4)	Entgratungsbereich	Abgeflachter und oft rauher Bereich entlang des Innen- und/oder Außendurchmessers des O-Rings, bedingt durch die Entgratung
5)	Fließlinien	Fadenähnliche Vertiefung, üblicherweise gebogen, von sehr geringer Tiefe und mit abgerundeten Kanten, verursacht durch Fließvorgänge des Elastomers im Werkzeug
6)	Einzugstelle	Flache, tellerförmige Vertiefung, manchmal dreieckig im Schnitt an der Trennfuge an Innen- und/oder Außendurchmesser, verursacht durch Beschädigung der Werkzeugkante an der Trennfuge
6)	Vertiefungen	Oberflächenvertiefungen, meist unregelmäßig in der Form, verursacht durch von der Oberfläche entfernte Einschlüsse, Abdrücke von Ablagerungen im Werkzeug, Luftabschluss oder nicht vollständig gefülltes Werkzeug
-	Fremdkörper	Jeder Einschluss von Fremdmaterial auf der O-Ring-Oberfläche wie Verunreinigung, Schmutz usw.

Tab. 9.1 Art und Beschreibung der Form- und Oberflächenabweichungen

Abweichung ¹⁾	Abmessung ²⁾	Sortenmerkmal N d ₂ nach DIN ISO 3601-3					Sortenmerkmal S d ₂ nach DIN ISO 3601-3					Sortenmerkmal CS d ₂ nach DIN ISO 3601-3				
		> 0,8	> 2,25	> 3,15	> 4,50	> 6,30	> 0,8	> 2,25	> 3,15	> 4,50	> 6,30	> 0,8	> 2,25	> 3,15	> 4,50	> 6,30
		≤ 2,25	≤ 3,15	≤ 4,50	≤ 6,30	≤ 8,40	≤ 2,25	≤ 3,15	≤ 4,50	≤ 6,30	≤ 8,40	≤ 2,25	≤ 3,15	≤ 4,50	≤ 6,30	≤ 8,40
1)	e	0,08	0,10	0,13	0,15	0,15	0,08	0,08	0,10	0,12	0,13	0,04	0,04	0,06	0,06	0,08
2)	x	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,10	0,10	0,13	0,15	0,15	0,07	0,07	0,10	0,13	0,13
2)	y	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,10	0,10	0,13	0,15	0,15	0,10	0,10	0,13	0,13	0,13
3)	g	0,18	0,27	0,36	0,53	0,70	0,10	0,15	0,20	0,20	0,30	nicht zulässig				
3)	u	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	nicht zulässig				
4)	n	³⁾					³⁾					³⁾				
5)	v	1,50 ⁴⁾	1,50 ⁴⁾	6,50 ⁴⁾	6,50 ⁴⁾	6,50 ⁴⁾	1,50 ⁴⁾	1,50 ⁴⁾	1,00 ⁴⁾	5,00 ⁴⁾	5,00 ⁴⁾	1,50 ⁵⁾	1,50 ⁵⁾	1,50 ⁵⁾	4,56 ⁵⁾	4,56 ⁵⁾
5)	k	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
6)	w	0,60	0,80	1,00	1,30	1,70	0,15	0,25	0,40	0,63	1,00	0,08	0,13	0,18	0,25	0,38
6)	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13 ³⁾	0,25 ³⁾	0,38 ³⁾	0,51 ³⁾	0,76 ³⁾
6)	t	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13
Fremdkörper nicht zulässig							nicht zulässig					nicht zulässig				

¹⁾ siehe Tab. 9.1

²⁾ siehe Bild 9.1

³⁾ Abweichungen vom runden Querschnitt sind zulässig, wenn die Abflachung übergangslos in die Rundung eingeht und d₂ eingehalten wird.

⁴⁾ 0,05 × d₁ oder Wert v, je nachdem, welcher Betrag größer ist

⁵⁾ 0,03 × d₁ oder Wert v, je nachdem, welcher Betrag größer ist

Tab. 9.2 Grenzwerte für zulässige Form- und Oberflächenabweichungen

10.1 Anforderungen an O-Ringe

Es ist oft schwierig, ein Urteil darüber abzugeben, ob konstruktive Parameter, Montagefehler oder sich ändernde Betriebsbedingungen für den Ausfall von O-Ringen verantwortlich sind. In der Regel führen verschiedene, gleichzeitig auftretende Ursachen zu Fehlern.

Deshalb ist es wichtig durch gute Konstruktionspraxis, richtige Werkstoffauswahl, praktische Tests und geschultes Montagepersonal die Wahrscheinlichkeit eines Dichtungsausfalls zu reduzieren und somit ein Maximum an Betriebsdauer und Zuverlässigkeit zu erreichen.

Die am häufigsten auftretenden Ausfallursachen und entsprechende Abhilfen werden nachfolgend beschrieben.

Der Einsatz einer Dichtung in unterschiedlichen Anwendungsbereichen kann zu jeweils anderen Anforderungen führen. Gefordert werden in der Regel:

- Medienbeständigkeit
- Temperaturbeständigkeit
- Druckbeständigkeit
- Abriebbeständigkeit
- Geringer Platzbedarf
- Austauschbarkeit

Weil die Einsatzmöglichkeiten vielfältig sind und die relativ einfache Geometrie vorgegeben ist, haben die chemischen und physikalischen Eigenschaften besondere Bedeutung. Hier setzt Parkers Anwendungsberatung an, um aus der Vielzahl von synthetischen Kautschukqualitäten diejenige zu bestimmen, die den Anforderungen am besten gerecht wird oder einen guten Kompromiss zwischen den unterschiedlichen Anforderungen bildet.

Fehler lassen sich in der Regel am O-Ring selbst erkennen. Dadurch ist eine Korrektur, zum Beispiel in Form einer Werkstoffänderung, möglich.

10.2 Extrusion oder Spalteinwanderung – der Druckaufbau und seine Folgen

Der O-Ring dichtet aufgrund seiner Elastizität im verpressten, drucklosen Zustand zwischen zwei Dichtflächen (Bild 10.1). Bei Druckaufbau verhält sich der O-Ring wie eine inkompressible Flüssigkeit und erhöht proportional zum Druck seine Anpresskraft auf die Dichtflächen (Bild 10.2). Mit steigendem Druck wird ein immer größeres O-Ring-Volumen in den Dichtspalt gedrückt, schert ab – wird „abgeschält“ – oder wird durch das Atmen der Maschinenteile „angeknabbert“ (Bild 10.3).

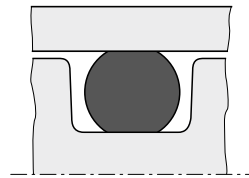


Bild 10.1 Der O-Ring dichtet aufgrund seines elastischen Verhaltens im verpressten drucklosen Zustand zwischen zwei Dichtflächen

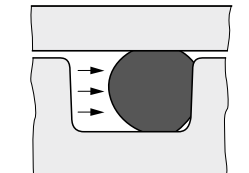


Bild 10.2 Bei Druckaufbau verhält sich der O-Ring wie eine inkompressible Flüssigkeit und erhöht proportional zum Druck seine Anpresskraft

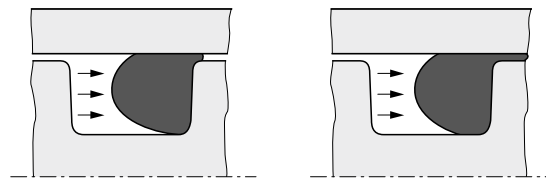


Bild 10.3 Bei höherem Druck wird ein größeres O-Ring-Volumen in den Dichtspalt gedrückt. Für Abhilfe sorgt hier ein Stützring, der die Spalteinwanderung verhindert.

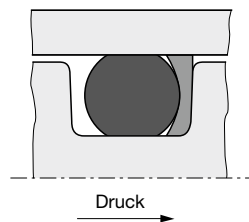


Bild 10.4 Der Stützring auf der druckabgewandten Seite verhindert die Spalteinwanderung.

„Abgeschälte“ oder „angeknabberte“ Oberflächen stellen den häufigsten Fehler an O-Ringen dar. Dabei wird das ausgepresste O-Ring-Volumen in den Dichtspalt eingeklemmt und abgeschert (Bild 10.5 bis 10.7).



Bild 10.5 Extrudierter O-Ring

10 Schadensanalyse



Bild 10.6 Extrudierter O-Ring



Bild 10.7 Geschälter O-Ring

Extrusion (Spalteinwanderung) kann auftreten bei:

- Dynamischen Abdichtungen
- Statischen Abdichtungen mit pulsierendem Druck
- Statischen Abdichtungen mit hohem Druck
- Atmenden Maschinenteilen
- Zu großen Dichtspalten

Die Ursachen sind bekannt: Der Zwang zur wirtschaftlichen Bearbeitung hat häufig zu große Toleranzen und damit zu breite Dichtspalte zur Folge. In anderen Fällen bleibt unberücksichtigt, dass sich Deckel, Flansche oder Zylinderwände unter Druckbeaufschlagung elastisch aufweiten oder Verschraubungen dehnen.

Dann reicht die innere Festigkeit des Elastomer-Werkstoffs nicht mehr aus, um sich schneller zurückzuziehen als das Maschinenteil, das den Spalt öffnet. Oder die Festigkeit des Elastomers wird überschritten, Teile des O-Rings scheren ab und werden in den Spalt gedrückt.

Zur Beurteilung der Extrusionsbeständigkeit kann der Spannungswert (Modul bei 100 % Dehnung gemessen in N/mm²) dienen. Liegen diese Werte nicht vor, kann man die Härte als Kriterium für den Widerstand gegen Auspressung heranziehen.

Die physikalischen Eigenschaften (Spannungswerte) können sich durch erhöhte Temperatur und durch Quellung verschlechtern. Weitere Einflüsse, die Extrusion bewirken, sind:

- Zu weiches O-Ring-Material
- Physikalische und/oder chemische Einwirkungen (Quellung, Härteänderung usw.)
- Unregelmäßiger Spalt durch Exzentrizität
- Scharfkantige O-Ring-Nut
- Überfüllte Nut
- Bei höheren Temperaturen weicher werdender O-Ring-Werkstoff

Wenn aufgrund der aufgeführten Ursachen Spalteinwanderung auftritt, kann der Ausfall des O-Rings durch folgende Maßnahmen verhindert werden:

- Engere Toleranzen, die das Spaltmaß verringern
- Stützring einsetzen
- Härte des O-Ring-Werkstoffs erhöhen
- Medienbeständigkeit überprüfen
- Toleranzen einengen, die zur Exzentrizität führen, oder Änderung der Maschinenteile, die zum Atmen führen
- Nutradius brechen (mindestens 0,10 bis 0,40 mm)

Die Bereiche, in denen infolge von hohen Drücken bzw. großem Durchmesser Spiel Stützringe eingesetzt werden müssen, sind aus Bild 10.5 und 10.6 ersichtlich. Bei wechselseitig bewegter Abdichtung sind zwei Stützringe zu verwenden.

10.3 Ausfall durch hohe bleibende Verformung

Ein weiterer häufiger Dichtungsfehler entsteht durch die bleibende Formänderung eines O-Rings im eingebauten Zustand. Wenn der O-Ring nicht mehr elastisch an den Dichtflächen anliegt, dichtet er nicht mehr.

Die Ursache hierfür liegt überwiegend im Werkstoff des O-Rings und den Betriebsbedingungen.

Die elastische Eigenschaft des Materials hängt einerseits von der Gummizusammensetzung und der Betriebstemperatur, aber auch von Art und Dauer der Verformung sowie von der Alterungseigenschaft und der chemischen Beständigkeit ab. Die Dichtwirkung des O-Rings beruht maßgeblich auf einem niedrigen Druckverformungsrest. Dieser beschreibt das elastische Verhalten im Betriebszustand und über die Betriebszeit (vgl. Kapitel 8.6).

Ganz allgemein lässt sich das Nachlassen der elastischen Eigenschaft durch den Verlust von Bindungen in der Molekularstruktur oder durch die Bildung zusätzlicher Bindungen (unter Energiezufuhr – Verhärtung) erklären. Der Druckverformungsrest in der Kälte ist im Allgemeinen reversibel: Mit zunehmender Temperatur kehrt die Elastizität und damit die Anpresskraft auf die Dichtflächen zurück. Hieraus ergibt sich ein Maß für die Kälteflexibilität des Elastomers.

Die Ursachen für hohe bleibende Verformung und für den damit verbundenen Verlust der Dichtwirkung sind:

- Mangelhafte Werkstoffqualität
- Falsche Auslegung der Nut (zu geringe und ebenso zu starke Verformung erhöht den prozentualen Druckverformungsrest, siehe Kapitel 8.6)
- Betriebstemperatur ist höher als angenommen (der Gummi verhärtet)
- Kontakt mit unverträglichen Medien

Ausfälle aufgrund dieser Fehler lassen sich durch folgende Änderungen verhindern:

- Auswahl eines beständigen O-Ring-Materials, das den Betriebszuständen entspricht
- Verwendung einer qualitativ guten Werkstoffmischung mit geringer bleibender Verformung
- Reduzierung der Systemtemperatur an der Dichtung
- Reduzierung der Reibungswärme
- Materialkontrolle der O-Ringe
- Richtige Auslegung der Nut



Bild 10.8 Schadensbild durch hohe bleibende Verformung (Compression Set)

10.4 Verdrehte O-Ringe, Spiralfehler

Diese Schäden haben eine typische Erscheinungsform. Die äußeren Merkmale sind spiralförmige Markierungen oder Einschnitte in der O-Ring-Oberfläche, die meistens zur Zerstörung führen (Bild 10.9 und 10.10).

Die Schäden laufen in der Regel wie folgt ab:

- Bei bewegten Anwendungen kann dieser Fehler durch unterschiedlich große Verpressungen des O-Ring-Querschnitts in Folge von Unrundheit oder Exzentrizität der abzudichtenden Teile eintreten. Dabei gleiten Teile des O-Rings, während andere rollen. Dies führt zu spiralförmigen Markierungen oder Einschnitten durch die Verdrehung des O-Rings. Sie haben meist einen Winkel von unter 45°.
- Bei ruhenden Anwendungen ist der O-Ring in der Regel bereits verdreht in die Nut eingelegt worden. Aufgrund eines ungünstigen Schnurstärke/Innendurchmesser-Verhältnisses (Durchmesser groß und Schnurstärke klein) rollt er auf der Montagefläche in die Nut.



Bild 10.9 Verdrehter O-Ring mit spiralförmigen Markierungen



Bild 10.10 Verdrehter O-Ring mit Einschnitten in der O-Ring-Oberfläche

Die Ursachen der Schäden sind:

- Unrunde Bauteile
- Exzentrische Bauteile; hohe Oberflächenrauigkeit
- Fehlende oder mangelhafte Schmierung
- Zu weiches O-Ring-Material (fehlende Formstabilität)
- Zu geringe Hubgeschwindigkeit (der Schmierfilm lässt sich wegdrücken)
- Montagefehler (O-Ring bereits gerollt eingelegt)
- Ungünstiges Schnurstärke/Innendurchmesser-Verhältnis

Ausfälle aufgrund dieser Fehler lassen sich durch folgende Änderungen verhindern:

- Mögliche Unrundheit oder Exzentrizität der Bauteile verringern
- Geringere diametrale Verformung des O-Ring-Querschnitts
- Schmierung sicherstellen
- Verbesserung der Oberflächengüte
- Größeres Schnurstärke/Innendurchmesser-Verhältnis wählen
- Sorgfältige Montage unter Verwendung eines Schmiermittels (z.B. Parker O-Lube oder Super-O-Lube)

10.5 Explosive Dekompression

Da alle Elastomere permeabel sind, dringen Gase unter Druck in das Dichtungsmaterial ein. Je höher der Druck, desto mehr Gas wird in die Dichtung hineingepresst. Wird der Druck in der Umgebung der Dichtung schnell abgebaut, dehnt sich das eingedrungene Gas aus und entweicht, oder es bilden sich Blasen an der Oberfläche. Einige können platzen und die Oberfläche beschädigen. Diesen Vorgang nennt man explosive Dekompression. Die Schadensanfälligkeit hängt z.B. vom Druck, der Zeit der Druckentlastung, dem Gas, dem Werkstoff und dem Querschnitt des O-Rings ab. Selten treten Probleme unterhalb von 30 bar auf. Im Allgemeinen führt CO₂-Gas zu häufigerer Blasenbildung und Oberflächenzerstörung als Stickstoff, jedoch kann jedes komprimierte Gas durch eine plötzliche Entspannung diese Oberflächenzerstörung verursachen (Bild 10.11).

10 Schadensanalyse



Bild 10.11 Oberflächenzerstörung durch explosive Dekompression

Treten diese Schadensmerkmale auf, kann schon die Verwendung von O-Ringen mit geringerem Querschnitt Abhilfe schaffen, weil sich dadurch die freie Oberfläche verringert. Die Neigung zur Bläschenbildung nimmt im Allgemeinen mit zunehmender Härte ab.

Werkstoffe mit sehr hohen Gasdurchlässigkeitsraten – wie z.B. Silikon-Werkstoffe – geben bei einer schnellen Druckentlastung das eingedrungene Gas schneller wieder frei als solche mit sehr niedrigen Gasdurchlässigkeitsraten wie z.B. Butyl-Werkstoffe.

Folgende Werkstoffe zeigen eine gute Beständigkeit gegen die explosive Dekompression: N0552-90 (NBR), KB163-90 (HNBR), V1238-95 (FKM) mit NORSOK M-710 bzw. ISO 23936-2 Zertifikat.

Maßnahmen zur Verhinderung der Zerstörung eines O-Rings durch explosive Dekompression:

- Verlängerung der Entspannungszeit, so dass das in die Dichtung eindiffundierte Gas langsamer entweichen kann
- Verringerung der Schnurstärke
- Wahl eines O-Ring-Werkstoffs, der eine gute Resistenz gegen explosive Dekompression zeigt

10.6 Abrieb

Bei dynamisch eingesetzten O-Ringen tritt Reibung und damit Abrieb auf. Hierbei sind folgende Zusammenhänge zu berücksichtigen:

- Reibung ist proportional zur Flächenpressung
- Abrieb ist proportional zur Reibung
- Erwärmung der Dichtung ist proportional zur Reibung

Die einzelnen Parameter müssen erfasst und mit der Medienbeständigkeit zu einem guten Kompromiss vereint werden.

Bei der statischen Anwendung können Schäden durch Abrieb in Verbindung mit sehr hohem pulsierendem Druck auftreten. Durch den pulsierenden Druck wird der O-Ring in der Nut bewegt, was bei einer schlechten Oberflächengüte zu erhöhtem Abrieb führt. Abhilfe kann durch eine geringere Oberflächenrauheit erzielt werden.



Bild 10.12 Schäden durch Abrieb als einseitige Abflachung an der Innenseite erkennbar

10.7 Einbaufehler

Zur Gewährleistung einer einwandfreien Funktion des O-Rings über lange Zeiträume hinweg, müssen bei der Montage folgende Hinweise beachtet werden, um die Dichtungen nicht zu beschädigen. Einbaufehler können in folgenden Fällen entstehen:

- Durch Ziehen des O-Rings über scharfe Kanten und Gewinde
- Beim Überfahren von Kammern und Bohrungen in Ventilblöcken
- Durch Einsatz überdimensionierter O-Ringe in Kolben / Zylinderanwendungen
- Durch Einsatz unterdimensionierter O-Ringe in Stangendichtungen (gedehnt eingebaut, z.B. Gough-Joule-Effekt)
- Durch Verdrehen und/oder Abscheren von O-Ringen bei der Montage
- Durch Montieren ohne Montagefett
- Durch Verschmutzungen

Die Einbaufehler lassen sich durch folgende Maßnahmen am besten verhindern:

- Brechen aller scharfen Kanten, Montagehülsen verwenden oder Gewinde abkleben
- Einführschrägen von 15 bis 20° vorsehen
- Sauberkeit bei der Montage
- Montagefett verwenden
- O-Ring-Größen vor dem Einbau prüfen
- Mit Umsicht montieren

Bitte beachten Sie dazu die Einbauhinweise in Kapitel 2.

11.1 Normen

11.1.1 O-Ring-Normen

Industrie – Deutschland

DIN ISO 3601-1: Fluidtechnik, O-Ringe.

Dieser Teil der DIN ISO 3601 legt die Innendurchmesser, Schnur-
stärken, Toleranzen und die Bezeichnung von O-Ringen, die in flu-
idtechnischen Anlagen der allgemeinen Industrie und der Luftfahrt
angewendet werden, fest.

DIN 3771-1: Fluidtechnik, O-Ringe.

Diese Norm enthält Maße und zulässige Abweichungen von O-
Ringen mit besonderer Maßgenauigkeit für die allgemeine Indust-
rieanwendung in der Fluidtechnik. (ersetzt durch DIN ISO 3601-1)

DIN ISO 3601-2: Fluidtechnik, O-Ringe.

Dieser Teil der DIN ISO legt die Einbauräume (Nuten) sowohl für
O-Ringe der Klasse A als auch der Klasse B fest.

DIN 3771-2: Fluidtechnik, O-Ringe.

Prüfung, Kennzeichnung.

Diese Norm gilt für O-Ringe nach DIN 3771-1 und legt deren Prü-
fung und Kennzeichnung fest. (ersetzt durch DIN ISO 3601-2)

DIN ISO 3601-3: Fluidtechnik, O-Ringe.

Dieser Teil der DIN ISO 3601 definiert und klassifiziert auch
O-Ring-Oberflächenfehler und legt Grenzwerte der zu akzeptie-
renden Größe dieser Fehler fest.

DIN 3771-3: Fluidtechnik, O-Ringe.

Werkstoffe, Einsatzbereich.

In dieser Norm sind die Werkstoffe mit deren Härteangaben und
Einsatzbereiche für O-Ringe nach DIN 3771-1 aufgeführt. (ersetzt
durch DIN ISO 3601-3)

DIN ISO 3601-4: Fluidtechnik, O-Ringe.

Form- und Oberflächenabweichungen.

Diese Norm enthält Form- und Oberflächenabweichungen für O-
Ringe nach DIN 3771-1.

DIN 3771-4: Fluidtechnik, O-Ringe.

Form- und Oberflächenabweichungen.

Diese Norm enthält Form- und Oberflächenabweichungen für O-
Ringe nach DIN 3771-1. (ersetzt durch DIN ISO 3601-4)

Luftfahrt – Deutschland

DIN 65202: Luft- und Raumfahrt, O-Ringe.

Maße nach ISO 3601-1.

Diese Norm enthält Maße und zulässige Abweichungen von O-
Ringen vorzugsweise für Luft- und Raumfahrtgeräte.

DIN 65203: Luft- und Raumfahrt, O-Ringe aus Elastomeren, Tech-
nische Lieferbedingungen.

Diese Norm wird für O-Ringe aus Elastomeren in der Luft- und
Raumfahrt angewandt, wenn in anderen Maßnormen, einer Zeich-
nung oder in einem Auftrag hierauf Bezug genommen wird.

International

ISO 3601-1: Fluidtechnik, O-Ringe – Teil 1.

Innendurchmesser, Querschnitte, zulässige Abweichungen und
Größenkennzeichnung.

ISO 3601-3: Fluidtechnik, O-Ringe – Teil 3.

Qualitätsabnahmebedingungen.

ISO 3601-5: Fluidtechnik, O-Ringe – Teil 5.

Eignung elastomerer Werkstoffe für industrielle Anwendungen.

England

BS 1806 in Zollabmessungen enthält empfohlene Innendurch-
messer, Querschnittsdurchmesser, zulässige Abweichungen und
Einbauräume. Die Abmessungen der O-Ringe sind mit den Parker
2-xxx-Größen identisch. Nähere Einzelheiten siehe Gegenüber-
stellung der in Europa verwendeten O-Ringe in der Tab. 10.1.

BS 4518 beinhaltet Maße, Abweichungen und Einbauräume, wo-
bei die Querschnittsdurchmesser wie folgt abgestuft sind:
1,6 / 2,4 / 3,0 / 5,7 / 8,4 mm.

Frankreich

Die französische Norm hat sich weitgehend an den Entwurf der
ISO 3601, Teil 1 bis 3, angelehnt.

NF-T 47-501 ist vergleichbar mit ISO 3601 Teil 1.

NF-T 47-502 ist vergleichbar mit ISO 3601 Teil 2.

NF-T 47-503 ist vergleichbar mit ISO 3601 Teil 3.

Die französischen Handels-Nummern R 1 bis R 27 entsprechen
den Parker 5-xxx-Größen 5-578 bis 5-606. Die Größen R 28 bis
R 88 sind mit den Parker-Größen 2-325 bis 2-349 und 2-425 bis
2-460 identisch. Nähere Einzelheiten siehe Gegenüberstellung der
in Europa verwendeten O-Ringe in der Tab. 11.1.

Italien

In der UNI arbeitet ein Komitee für Dichtungen und Schläuche
an einer italienischen O-Ring-Normung. Die Industrie verwendet
weitgehend die amerikanische Norm AS 568 B und in bestimmten
Bereichen die französischen Handelsnummern R 1 bis R 88.

11 Anhang

Schweden

Die O-Ring-Norm **SMS 1586** – Schwedische MIL-Standards – empfiehlt die Schnurstärken 1,6 / 2,4 / 3,0 / 5,7 / 8,4 mm.

USA

Die **AS 568 B** (Aerospace Standard), veröffentlicht von der SAE (Society of Automotive Engineers), beinhaltet Maße und Abweichungen.

Die Querschnittsdurchmesser entsprechen bis auf einige hundertstel Millimeter der ISO 3601-1 und DIN 3771 Teil 1. Die AS 568 B ist mit einem Maß-Code gekoppelt, der den Parker Standard-O-Ring-Abmessungen 2-xxx und 3-xxx entspricht. Eine Gegenüberstellung der in Europa verwendeten O-Ring-Bezeichnungen und Abmessungen zeigt die folgende Tabelle.

11.1.2 Weitere Normen

DIN 7716: Erzeugnisse aus Kautschuk und Gummi; Anforderungen an die Lagerung, Reinigung und Wartung.

DIN 9088: Luft- und Raumfahrt; Richtlinien für die Altersüberwachung von Teilen aus Elastomeren (im Entwurf).

DIN 24320: Schwerentflammare Flüssigkeiten – Druck-Flüssigkeiten der Kategorien HFAE und HFAS – Eigenschaften und Anforderungen.

DIN 51524-1: Druckflüssigkeiten – Hydrauliköle – Teil 1: Hydrauliköle HL; Mindestanforderungen.

DIN 51524-2: Druckflüssigkeiten – Hydrauliköle – Teil 2: Hydrauliköle HLP; Mindestanforderungen.

DIN 51525: Hydraulikflüssigkeiten; Hydrauliköle HLP; Mindestanforderungen. (ersetzt durch DIN 51524-2)

DIN EN 590: Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Dieseldieselkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren.

DIN 51601: Flüssige Kraftstoffe; Dieseldieselkraftstoff; Mindestanforderungen. (ersetzt durch DIN EN 590)

DIN 51603-1: Flüssige Brennstoffe; Heizöle, Heizöl EL; Mindestanforderungen.

DIN 51603-3: Flüssige Brennstoffe – Heizöle – Teil 3: Heizöl S.

DIN 51603-4: Flüssige Brennstoffe – Heizöle – Teil 4: Heizöl R.

DIN 51603-5: Flüssige Brennstoffe – Heizöle – Teil 5: Heizöl SA.

DIN 53504: Prüfung von Elastomeren; Bestimmung von Reißfestigkeit, Zugfestigkeit, Reißdehnung und Spannungswerten im Zugversuch.

DIN 53512: Prüfung von Kautschuk und Elastomeren; Bestimmung der Rückprallelastizität.

DIN ISO 4649: Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Abriebwiderstandes mit einem Gerät mit rotierender Zylindertrommel (ISO 4649:2002).

DIN 53516: Prüfung von Kautschuk und Elastomeren; Bestimmung des Abriebs. (ersetzt durch DIN ISO 4649)

DIN ISO 132: Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung von Rissbildung und Risswachstum bei Dauer-Knickbeanspruchung (De Mattia) (ISO 132:2005).

DIN 53522: Prüfung von Kautschuk und Elastomeren; Dauerknickversuch. (ersetzt durch DIN ISO 132)

DIN ISO 13226: Elastomere – Standard-Referenz-Elastomere (SREs) zur Charakterisierung der Wirkung von Flüssigkeiten auf Vulkanisate (ISO 13226:2005).

DIN 53538: Prüfung von Elastomeren, Standard-Referenz-Elastomere; Bestimmung des Verhaltens von Mineralölprodukten gegenüber Nitrilkautschuk-Vulkanisaten. (ersetzt durch DIN ISO 13226)

DIN 53545: Prüfung von Elastomeren; Bestimmung des Verhaltens bei tiefen Temperaturen.

DIN ISO 34-1: Prüfung von Kautschuk und Elastomeren; Bestimmung des Weiterreißwiderstandes von Elastomeren; Streifenprobe.

DIN ISO 48: Elastomere und thermoplastische Elastomere – Bestimmung der Härte (Härte zwischen 10 IRHD und 100 IRHD).

DIN ISO 815-1: Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Druckverformungsrestes – Teil 1: bei Umgebungstemperaturen oder erhöhten Temperaturen (ISO 815-1:2008).

DIN ISO 815-2: Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Druckverformungsrestes – Teil 2: bei niedrigen Temperaturen (ISO 815-2:2008).

DIN EN 10204: Bescheinigungen über Materialprüfungen.

DIN ISO 1183-2: Prüfung von Kunststoffen und Elastomeren; Bestimmung der Dichte.

DIN ISO 1629: Kautschuke und Latices; Einteilung, Kurzzeichen.

DIN ISO 1817: Prüfung von Kautschuk und Elastomeren; Bestimmung des Verhaltens gegen Flüssigkeiten, Dämpfe und Gase.

DIN ISO 2285: Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Zugverformungsrestes.

DIN ISO 2859: Verfahren und Tabellen für Attribut-Stichprobenprüfungen.

DIN ISO 3302-1: Gummi – Toleranzen für Fertigteile – Teil 1: Maßtoleranzen (ISO 3302-1:1996).

VDMA 24 317: Fluidtechnik; Hydraulik; Schwer entflammare Druckflüssigkeiten, Richtlinien.

LN 9214: Luft- und Raumfahrt; Runddichtringe (O-Ringe) für lötlöse Rohrverschraubungen mit Schneidring.

ASTM D 395: Compression Set unter konstanter Verformung in Luft.
Prüfkörper: Typ 1 Ø 29 × 12,5 mm
Typ 2 Ø 13 × 6 mm

ASTM D 412a: Zugprüfung an Gummi.

ASTM D 471: Gummieigenschaften; Einfluss von Flüssigkeiten.

ASTM D 1329: Prüfung von Kautschuk; Bestimmung der viscoelastischen Eigenschaften bei niedrigen Temperaturen.

11.2 Maßvergleichsliste

Parker Nr.	MIL-P-5516, Klasse B Nr.	B.S. 1806 Nr.	Englische Handels-Nr.	Französische Handels-Nr.
2-004	-	-004	-	-
2-005	-	-005	-	-
2-006	AN6227B-1	-006	R. 101	AN-1
2-007	AN6227B-2	-007	R. 102	AN-2
2-008	AN6227B-3	-008	R. 103	AN-3
2-009	AN6227B-4	-009	R. 104	AN-4
2-010	AN6227B-5	-010	R. 105	AN-5
2-011	AN6227B-6	-011	R. 107	AN-6
2-012	AN6227B-7	-012	R. 110	AN-7
2-013	-	-013	-	-
2-014	-	-014	-	-
2-015	-	-015	-	-
2-016	-	-016	-	-
2-017	-	-017	-	-
2-018	-	-018	-	-
2-019	-	-019	-	-
2-020	-	-020	-	-
2-021	-	-021	-	-
2-022	-	-022	-	-
2-023	-	-023	-	-
2-024	-	-024	-	-
2-025	-	-025	-	-
2-026	-	-026	-	-
2-027	-	-027	-	-
2-028	-	-028	-	-
2-110	AN6227B-8	-110	R. 111	AN-8
2-111	AN6227B-9	-111	R. 113	AN-9
2-112	AN6227B-10	-112	R. 116	AN-10
2-113	AN6227B-11	-113	R. 118	4N-11
2-114	AN6227B-12	-114	R. 120	AN-12
2-115	AN6227B-13	-115	R. 122	AN-13
2-116	AN6227B-14	-116	R. 124	AN-14
2-117	-	-117	R. 127	-
2-118	-	-118	R. 130 ¹⁾	-
2-119	-	-119	R. 132 ¹⁾	-
2-120	-	-120	-	-
2-121	-	-121	-	-
2-122	-	-122	-	-
2-123	-	-123	-	-
2-124	-	-124	-	-
2-125	-	-125	-	-
2-126	-	-126	-	-
2-127	-	-127	-	-
2-128	-	-128	-	-

11 Anhang

Parker Nr.	MIL-P-5516, Klasse B Nr.	B.S. 1806 Nr.	Englische Handels-Nr.	Französische Handels-Nr.
2-129	-	-129	-	-
2-130	-	-130	-	-
2-131	-	-131	-	-
2-132	-	-132	-	-
2-133	-	-133	-	-
2-134	-	-134	-	-
2-135	-	-135	-	-
2-136	-	-136	-	-
2-137	-	-137	-	-
2-138	-	-138	-	-
2-139	-	-139	-	-
2-140	-	-140	-	-
2-141	-	-141	-	-
2-142	-	-142	-	-
2-143	-	-143	-	-
2-144	-	-144	-	-
2-145	-	-145	-	-
2-146	-	-146	-	-
2-147	-	-147	-	-
2-148	-	-148	-	-
2-149	-	-149	-	-
2-210	AN6227B-15	-210	R. 125	AN-15
2-211	AN6227B-16	-211	R. 126	AN-16
2-212	AN6227B-17	-212	R. 129	AN-17
2-213	AN6227B-18	-213	R. 131	AN-18
2-214	AN6227B-19	-214	R. 133	AN-19
2-215	AN6227B-20	-215	R. 135	AN-20
2-216	AN6227B-21	-216	R. 136	AN-21
2-217	AN6227B-22	-217	R. 137	AN-22
2-218	AN6227B-23	-218	R. 138	AN-23
2-219	AN6227B-24	-219	R. 139	AN-24
2-220	AN6227B-25	-220	R. 140	AN-25
2-221	AN6227B-26	-221	R. 141	AN-26
2-222	AN6227B-27	-222	R. 142	AN-27
2-223	AN6230B-1	-223	R. 146 ¹⁾	-
2-224	AN6230B-2	-224	R. 149 ¹⁾	-
2-225	AN6230B-3	-225	R. 152 ¹⁾	-
2-226	AN6230B-4	-226	R. 155 ¹⁾	-
2-227	AN6230B-5	-227	R. 158 ¹⁾	-
2-228	AN6230B-6	-228	R. 161 ¹⁾	-
2-229	AN6230B-7	-229	R. 164 ¹⁾	-
2-230	AN6230B-8	-230	R. 167 ¹⁾	-
2-231	AN6230B-9	-231	R. 170 ¹⁾	-
2-232	AN6230B-10	-232	R. 173 ¹⁾	-

Parker Nr.	MIL-P-5516, Klasse B Nr.	B.S. 1806 Nr.	Englische Handels-Nr.	Französische Handels-Nr.
2-233	AN6230B-11	-233	R. 176 ¹⁾	-
2-234	AN6230B-12	-234	-	-
2-235	AN6230B-13	-235	-	-
2-236	AN6230B-14	-236	-	-
2-237	AN6230B-15	-237	-	-
2-238	AN6230B-16	-238	-	-
2-239	AN6230B-17	-239	-	-
2-240	AN6230B-18	-240	-	-
2-241	AN6230B-19	-241	-	-
2-242	AN6230B-20	-242	-	-
2-243	AN6230B-21	-243	-	-
2-244	AN6230B-22	-244	-	-
2-245	AN6230B-23	-245	-	-
2-246	AN6230B-24	-246	-	-
2-247	AN6230B-25	-247	-	-
2-248	AN6230B-26	-248	-	-
2-249	AN6230B-27	-249	-	-
2-250	AN6230B-28	-250	-	-
2-251	AN6230B-29	-251	-	-
2-252	AN6230B-30	-252	-	-
2-253	AN6230B-31	-253	-	-
2-254	AN6230B-32	-254	-	-
2-255	AN6230B-33	-255	-	-
2-256	AN6230B-34	-256	-	-
2-257	AN6230B-35	-257	-	-
2-258	AN6230B-36	-258	-	-
2-259	AN6230B-37	-259	-	-
2-260	AN6230B-38	-260	-	-
2-261	AN6230B-39	-261	-	-
2-262	AN6230B-40	-262	-	-
2-263	AN6230B-41	-263	-	-
2-264	AN6230B-42	-264	-	-
2-265	AN6230B-43	-265	-	-
2-266	AN6230B-44	-266	-	-
2-267	AN6230B-45	-267	-	-
2-268	AN6230B-46	-268	-	-
2-269	AN6230B-47	-269	-	-
2-270	AN6230B-48	-270	-	-
2-271	AN6230B-49	-271	-	-
2-272	AN6230B-50	-272	-	-
2-273	AN6230B-51	-273	-	-
2-274	AN6230B-52	-274	-	-
2-325	AN6227B-28	-325	R. 143	R-28
2-326	AN6227B-29	-326	R. 145	R-29

Parker Nr.	MIL-P-5516, Klasse B Nr.	B.S. 1806 Nr.	Englische Handels-Nr.	Französische Handels-Nr.
2-327	AN6227B-30	-327	R. 148	R-30
2-328	AN6227B-31	-328	R. 151	R-31
2-329	AN8227B-32	-329	R. 154	R-32
2-330	AN6227B-33	-330	R. 157	R-33
2-331	AN6227B-34	-331	R. 160	R-34
2-332	AN6227B-35	-332	R. 163	R-35
2-333	AN6227B-36	-333	R. 166	R-36
2-334	AN6227B-37	-334	R. 169	R-37
2-335	AN6227B-38	-335	R. 172	R-38
2-336	AN6227B-39	-336	R. 175	R-39
2-337	AN6227B-40	-337	R. 179	R-40
2-338	AN6227B-41	-338	R. 180	R-41
2-339	AN6227B-42	-339	R. 182	R-42
2-340	AN6227B-43	-340	R. 183	R-43
2-341	AN6227B-44	-341	R. 184	R-44
2-342	AN8227B-45	-342	R. 186	R-45
2-343	AN6227B-46	-343	R. 187	R-46
2-344	AN6227B-47	-344	R. 188	R-47
2-345	AN6227B-48	-345	R. 190	R-48
2-346	AN6227B-49	-346	R. 191	R-49
2-347	AN6227B-50	-347	R. 192	R-50
2-348	AN6227B-51	-348	R. 194	R-51
2-349	AN6227B-52	-349	R. 195	R-52
2-425	AN6227B-88	-425	R. 196	R-53
2-426	AN6227B-53	-426	R. 198	R-54
2-427	AN6227B-54	-427	R. 200	R-55
2-428	AN6227B-55	-428	R. 202	R-56
2-429	AN6227B-56	-429	R. 205	R-57
2-430	AN6227B-57	-430	R. 207	R-58
2-431	AN6227B-58	-431	R. 209	R-59
2-432	AN6227B-59	-432	R. 212	R-60
2-433	AN6227B-60	-433	R. 214	R-61
2-434	AN6227B-61	-434	R. 216	R-62
2-435	AN6227B-62	-435	R. 218	R-63
2-436	AN6227B-63	-436	R. 220	R-64
2-437	AN6227B-64	-437	R. 222	R-65
2-438	AN6227B-65	-438	R. 224	R-66
2-439	AN6227B-66	-439	R. 227	R-67
2-440	AN6227B-67	-440	R. 230	R-68
2-441	AN6227B-68	-441	R. 232	R-69
2-442	AN6227B-69	-442	R. 234	R-70
2-443	AN6227B-70	-443	R. 236	R-71
2-444	AN6227B-71	-444	R. 238	R-72
2-445	AN6227B-72	-445	R. 240	R-73

Parker Nr.	MIL-P-5516, Klasse B Nr.	B.S. 1806 Nr.	Englische Handels-Nr.	Französische Handels-Nr.
2-446	AN6227B-73	-446	R. 242	R-74
2-447	AN6227B-74	-447	R. 244	R-75
2-248	AN6227B-75	-248	R. 246	R-76
2-249	AN6227B-76	-249	R. 248	R-77
2-450	AN6227B-77	-450	R. 250	R-78
2-451	AN6227B-78	-451	R. 252	R-79
2-452	AN6227B-79	-452	R. 254	R-80
2-453	AN6227B-80	-453	R. 256	R-81
2-454	AN6227B-81	-454	R. 257	R-82
2-455	AN6227B-82	-455	R. 258	R-83
2-456	AN6227B-83	-456	R. 259	R-84
2-457	AN6227B-84	-457	R. 260	R-85
2-458	AN6227B-85	-458	R. 261	R-86
2-459	AN6227B-86	-459	R. 262	R-87
2-460	AN6227B-87	-460	R. 263	R-88

Tab. 11.1 Gegenüberstellung der in Europa verwendeten O-Ring-Bezeichnungen und Abmessungen

11 Anhang

Parker Nr.	Englische Handels-Nr.
5-052	R. 106 ¹⁾
5-612	R. 108
2-110	R. 109 ¹⁾
5-614	R. 112
5-613	R. 114
5-615	R. 115
5-616	R. 117
5-243	R. 119 ¹⁾
5-617	R. 121
5-256	R. 123 ¹⁾
2-117	R. 128
5-618	R. 134 ¹⁾
5-321	R. 144
5-332	R. 147
5-035	R. 150 ¹⁾
5-701	R. 153
5-037	R. 156 ¹⁾
5-702	R. 162
5-039	R. 165 ¹⁾
5-703	R. 168
5-361	R. 171 ¹⁾
5-704	R. 174
5-705	R. 177
2-350	R. 199 ¹⁾
2-351	R. 201 ¹⁾
2-352	R. 203 ¹⁾
2-353	R. 206 ¹⁾
2-354	R. 208 ¹⁾
2-355	R. 210 ¹⁾
2-356	R. 213 ¹⁾
2-357	R. 215 ¹⁾
2-358	R. 217 ¹⁾
2-359	R. 219 ¹⁾
2-360	R. 221 ¹⁾
5-064	R. 226 ¹⁾
5-434	R. 233 ¹⁾
5-445	R. 241 ¹⁾
5-474	R. 253 ¹⁾

Tab. 11.2 Verwendete O-Ring-Bezeichnungen und Abmessungen Parker-Nr. und Englische Handels-Nr.

Parker Nr.	Französische Handels-Nr.
5-578	R-1
5-579	R-2
5-580	R-3
5-581	R-4
5-582	R-5
5-583	R-5a
5-584	R-6
5-585	R-6a
5-586	R-7
5-587	R-8
5-588	R-9
5-589	R-10
5-590	R-11
5-591	R-12
5-592	R-13
5-593	R-14
5-594	R-15
5-595	R-16
5-596	R-17
5-597	R-18
5-598	R-19
5-599	R-20
5-600	R-21
5-601	R-22
5-602	R-23
5-603	R-24
5-604	R-25
5-605	R-26
5-606	R-27

¹⁾ Diese O-Ringe haben eine geringe Maßabweichung, die jedoch ihre Verwendungsmöglichkeit in den weitaus meisten Fällen nicht beeinflusst.

Tab. 11.3 Verwendete O-Ring-Bezeichnungen und Abmessungen Parker Nr. und Französische Handels-Nr.

11.3 Medienbeständigkeitstabelle

Die Empfehlungen bezüglich der Medienbeständigkeit basieren auf derzeit verfügbaren Versuchs- und Felderfahrungsdaten und haben den Charakter eines technischen Lösungsvorschlages. Der Anwender muss deshalb die Eignung der technischen Auslegung unter seinen spezifischen Betriebsbedingungen prüfen und freigeben.

Parker bietet keine Pauschalgarantie bezüglich der Form, Einbausituation oder Funktion eines Produktes in jeglicher Anwendung.

¹⁾ Anwendbarkeit: 1 = beständig, 2 = eingeschränkt beständig, 3 = bedingt beständig, 4 = nicht beständig, Leerraum = keine Daten verfügbar

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
A																		
Abwasser	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	2	1	1	1	1	
Acetaldehyd	E0540-80	3	3	2	4	3	1	3	3	4	4	2	2	2	3	4	2	
Acetamid	C0557-70	1	1	1	3	1	1	1	4	4	4	2	4	4	2	1	2	
Acetessigester	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	3	4	4	2	3	3	4	4	2	
Aceton	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	1	4	4	3	4	4	
Acetophenon	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	3	
Acetylaceton	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Acetylchlorid	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	
Acetylen	E0540-80	1	1	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2		2	
Acrylnitril	V3819-75	4	4	4	4	1	1	3	4	4	4	4		4	4	4	3	
Acrylsäureethylester	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	
AdBlue [®] , wässrige Harnstofflösung	N8907-75	1	3	1	4	4	1	4	4	4								
AdBlue [®] , wässrige Harnstofflösung	E8867-60	1	3	1	4	4	1	4	4	4								
Adipinsäure, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	2	
Aero Lubriplate	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	4	4	4	1	1	2	
Aero Shell 17 Schmiermittel	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	1	2	
Aero Shell 750	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Aero Shell 7A Schmiermittel	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	1	2	
Aero Shell Fluid 4 (41)	N0756-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Aero Shell IAC	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	1	2	
Aerosafe 2300	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3	
Aerosafe 2300W	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3	
Aerozine 50 (50 % Hydrazin, 50 % UDMH)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	4	4		4	1	4	4	4	4	4	
Ätznatronlösung, Alkalilauge	E0540-80	2	2	1	2	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	2	
Alaune	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1		1	
Aldehyd, Butanal	V8920-75	4	4	3	4		1	4	4	4	4	4	4	4		4	4	
Alkalilauge, Ätznatronlösung	E0540-80	2	2	1	2	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	2	
Alkazene (R) (Dibromethylbenzol)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Aluminiumacetat, wässrig	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	3	4	4	1		1	3	4	4	
Aluminiumchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Aluminiumfluorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Aluminiumnitrat, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Aluminiumphosphat, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Aluminiumsulfat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	4	1	1	1	1		1	
Aluminiumbromid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	
Ambrex 33 (Mobil)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	3	4	
Ambrex 830 (Mobil)	N0674-70	1	1	3	1	1	1	2	4	1	1	3	4	4	2	1	2	

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch	
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Ameisensäure (Methansäure)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	3		4	1		3		4	
Ameisensäuremethylester	C0557-70	4	4	2		2	1	2	4			2	4	4	2		
Amine-Gemisch	C0557-70	4	4	2	4	2	1	2	2	4	4	2	2	2	4	4	2
Ammoniak, flüssig, wasserfrei	C0557-70	1	2	1	4	3	1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	2
Ammoniak, gasförmig, heiß	C0557-70	1	4	1	4	4	1	1	4	4	4			4	3	4	2
Ammoniak, gasförmig, kalt	C0557-70	1	1	1	4	3	1	1	1	4	4	1		1	1	4	1
Ammoniumcarbonat, wässrig	C0557-70	2	2	1	3	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2
Ammoniumchlorid	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Ammoniumchlorid, 2 molare Lösung	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1			1		1			
Ammoniumchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	3	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2
Ammoniumhydroxid, 3 molare Lösung	E0540-80	1	1	1	2	1	1	1	2	4	4	1	2	2	1	1	1
Ammoniumhydroxid, konzentriert	E0540-80	4	4	1	3	2	1	1	3	4	4	1	3	3	1	1	1
Ammoniumnitrat	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1	4		1			1		
Ammoniumnitrat, 2 molare Lösung	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1	4		1			1		
Ammoniumpersulfat	E0540-80	4	4	1		1	1	1	4	4	4	1		4			
Ammoniumpersulfat, wässrig	E0540-80	4	4	1	3	1	1	1	4	4	4	1		4	1	1	1
Ammoniumpersulfatlösung	E0540-80	4	4	1		1	1		4	4	4	1		1			
Ammoniumphosphat	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1			1		1	1		1
Ammoniumphosphat, primär	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1			1		1	1		1
Ammoniumsalze	N0674-70	1	1	1	3	1	1	1	1	3		1		1	1	3	1
Ammoniumsulfat	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	2	4		1	1	1	1		
Ammoniumsulfid	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	2	4		1	1	1	1		
Amylchlornaphthalin	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4		
Amylacetat	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		3	4	4	4
Amylalkohol	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	3
Amylborat	N0674-70	1	1	4		1	1	1	4			4	4	4			
Amylchlorid	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Amylnaphthalin	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4
AN-O-366	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
AN-W-O-366b Hydraulikflüssigkeit	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4
Anderol, L774 (Di-Ester)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Anderol, L826	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Anderol, L829	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2
Ang-25 (Di-Ester Basis) (TG 749)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2
Ang-25 (Glycerin-Ester)	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2
Anilinfarbstoffe	E0540-80	4	4	2	2	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	3
Anilinhydrochlorid	E0540-80	2	2	2	2	1	1	4	3	4	4	2	4	2	4	2	3
Anilinöl (Anilin)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	3	4	4	1		3	4	1	1
Ansul Ether 161 oder 181	V3819-75	3	3	3	4	1	1	4	4	4	2	3	4	4	4	3	4
Apfelsäure	V8892-70	1	1		1	1	1	2	2	4		4	2	1	2	1	2
Argon	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aroclor, 1248	V0747-75	3	3	2	1	1	1	4	4	4		2	4	4	4	2	2
Aroclor, 1254	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	2	3
Aroclor, 1260	V0747-75	1	1		1	1	1	1	1	4		1	1	1	1	1	1
Aromatische Treibstoffe 50 % (Fuel C)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Arsensäure (Arsentrichlorid), wässrig	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch			
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (ParoFluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ		
Ascorbinsäure	V3819-75					1	1												
Askarele (z.B. Clophen, PCB, Arochlor, Nepolin)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Asphalt	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	4	4	2	4	
ASTM-Öl Nr. 1	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	3	4		4	1	1	1		
ASTM-Öl Nr. 2	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	3		
ASTM-Öl Nr. 3	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	4		
ASTM-Öl Nr. 4	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4		
ASTM-Referenzkraftstoff A	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1	4		
ASTM-Referenzkraftstoff B	N0674-70	2	1	4	1	1	1	4	4	4	3	4		4	4	1	4		
ASTM-Referenzkraftstoff C	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4		
ATF-Öl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3		4		
ATF-Öl	AE607-60	1	2	4	1	1	1		4	1		4	4	4					
ATF-Öl	AE608-70	1	2	4	1	1	1		4	1		4	4	4					
ATF-Öl	A8845-70	1	2	4	1	1	1		4	1		4	4	4					
ATL-857	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4		
Atlantic Dominion F	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	1	4		
Aurex 903R (Mobil)	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	2	4	4	4		
B																			
Bardol B	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4		
Bariumsulfid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	1	1	1	1		
Bariumchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1		
Bariumhydroxid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1		
Bariumsalze	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Baumwollsaatöl	N0674-70	1	1	3	1	1	1	4	4	1	2	1		4	4		4		
Bayol 35	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4		
Bayol D	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	4	1	4		
Beizlösung	V3738-75	4	4	3	2	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4		
Benzaldehyd (Bittermandelöl)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	3	1		
Benzine	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4		
Benzoessäure, wässrig	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4		
Benzoessäurebenzylester (Benzylbenzoat)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	1			
Benzoessäuremethylester	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4		
Benzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4		
Benzolsulfonsäure, 10 %	V0747-75				1	1	1	1						1	3				
Benzophenon	V0747-75			3	1	1	1		4	4	4	3		4		1			
Benzoylchlorid	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4		2	4	4	4	1			
Benzylbenzoat (Benzoessäurebenzylester)	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4		2	4	4	4	1			
Benzylalkohol	V0747-75	4	4	1	1	1	1	3	2	4	4	1		2	3	1	1		
Benzylchlorid	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4		
Bernsteinsäure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2		
Bier	E8743-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1		
Bierwürze	N8551-75	1	1	3	1	1	1			4	4			4		2	1		
Bisulfitleuge	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	2	2		
Black Point 77	N0674-70	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3		
Blausäure	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	4		1		3	1	3			
Bleiacetat, wässrig (Bleizucker)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		1	4	4	4		

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch													statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Bleichlaugen	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4			1		4	1	2	2
Bleinitrat	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1			1	1	1	4	1	2
Bleisulfat	C0557-70	2	2	1	1	1	1	1	2	4		1	2	2	1	1	2
BlowBy Kondensat / Essigsäure (Ph1, Ph2, Ph3, Ph9)	V8892-70	2	2	4	1	1	1					4	4	4			
BlowBy Kondensat / Essigsäure (Ph1, Ph2, Ph3, Ph9)	V8722-75	2	2	4	1	1	1					4	4	4			
BlowBy Kondensat / Essigsäure (Ph1, Ph2, Ph3, Ph9)	V8855-60	2	2	4	1	1	1					4	4	4			
Bohröl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Borax	E0540-80	2	2	1	1	1	1	4	2	2	1	1	2	2	4	2	2
Borax, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Bordeaux Mixture (Kupferkalkmischung)	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	2	2
Boron Flüssigkeit (HEF)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Borsäure, 10 %	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	3
Branntwein, Obstwasser	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Bray GG-130	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Brayco 719-R (W-H-910)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2		4	4	2	2	2	2	2	2
Brayco 885 (MIL-L-6085A)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	4
Brayco 910	E0540-80	2	2	1	4			2	2	3	3	1	1	1	1	4	4
Bremsflüssigkeit	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2			2	4	3
Bremsflüssigkeit (Glykolbasis)	E0540-80	2	3	1	4	1	1	3	1	4	4	1		1	3	4	3
Bret 710	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2	3	3	1	1	1	1	4	4
Brom, flüssig	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Brombenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Bromchlormethan	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	4
Bromchlortrifluoethan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Bromwasser, gesättigt	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Bromwasserstoffsäure, 40 %	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4	4	4	1	4	1	1	3	4
Bromwasserstoffsäure, wässrig	E0540-80	4	4	1	1	1	1	3	4	4	4	1		3	1	4	4
Bunkeröl (für Bunkeröl C: FKM)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	3
Butadien (Monomer)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4		4	1	4
Butan, Butangas	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	3	1	4
Butan, 2,2-Dimethyl-	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	3	1	4	4	4	4	2	1	4
Butanol (N-Butylalkohol)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	1	1	4	4	2		1	1	2	4
Butanol (Methylethylketon, MEK)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Butter	N8551-75	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	1
Buttersäure	V0747-75	4	4	2	2	1	1	4	4	4		2	4		4		
Buttersäurebutylester	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	1	
Butylacetat	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	4
Butylacetylrisinoleat	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	4			1				3	
Butylacrylat	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4		4	4	4	4	4	
Butylalkohol (Butanol)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	1	1	4	4	2	1	1	1	1	2
Butylamin	V8920-75	3	3	4	4			1	4	4	4	4	4	4	4	4	2
n-Butylbenzoat	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	1	
Butylbrenzcatechin	V0747-75	4	4	2	1	1	1	2	2	4		2	2	4	2	1	
Butylcarbitol	E0540-80	4	4	1	3	1	1	3	4	4		1	4	4	4	4	4
Butylcellosolve Adipate	E0540-80	4	4	2	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2
n-Butylether	V3819-75	3	3	3	4	1	1	4	4	4	2	3	4	4	4	3	4

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Butylen (Buten)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Butylglykol	E0540-80	3	3	2	4	1	1	3	4	4	4	2	4	4	4	4		
Butylglykoladipat	E0540-80	4	4	2	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	
Butylmercaptan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4		4	
Butyloleat	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4			2	4			4	2	
Butylstearat	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	2		
Butyraldehyd	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	4	
C																		
Calgon (Natriummetaphosphat)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1			1	1	1	2	1		
Calciumsalze	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Calciumacetat, wässrig	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1		1	1	4	1	
Calciumacetat	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	4	
Calciumbisulfit	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	4	4	4	1	1	1	
Calciumcarbonat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	
Calciumchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Calciumcyanid	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1			1	1	1	1		1	
Calciumhydroxid, wässrig	N0674-70	1	1	1	3	1	1	2	1	4	4	1		1	1	1	1	
Calciumhypochlorid	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	1	1		
Calciumhypochlorit	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	2	2	
Calciumhypochlorit, 15 %	E0540-80	4	4	1	1	1	1	3		4	4	1		1	1	4	4	
Calciumnitrat (Kalksalpeter)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Calciumphosphat, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Calciumsilikat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1			
Calciumsulfid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1	
Calciumsulfit	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1	
Calciumthiosulfat	E0540-80	2	2	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1	
Caliche Lösung (Chilesalpeter)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Campheröl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Caprylaldehyd (Hexanal)	E0540-80			2	4	1	1			4	4	2	2	2		4	2	
Carbamate	V3819-75			2	2	1	1	2	4	4	4	2	4	4	2	1		
Carbitol (Diethylenglykolmonoethylether)	E0540-80	2	2	2	2	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	
Carbolsäure (Phenol)	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4			3		4	4	1	4	
Castor Öl	N0674-70	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	
Cellosolve [®] (Ethylenglykolethylether)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Cellosolve, Butyl-	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Cellosolveacetat	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Celluguard	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1	
Cellulube 90, 100, 150, 220, 300, 500	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	2	1	
Cellulube A60 (jetzt: Fyrquel)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4		
Cellutherm 2505A	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Cetan (Hexadecan)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4	
Chloraceton	E0540-80	4	4	1	4	1	1	3				3		3	3	4		
Chlorax	V0747-75	2	2	2	1	1	1	2	4	4	4	2	4	4	2	1		
Chlorbenzol (Monochlorbenzol)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Chlorbrommethan	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	4	
Chlorbutadien (Chloropren)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4		4		3		

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch													statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Chlordan	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4			4	4	4	3	2	4
Chlordecan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
Chlordioxid	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Chlordioxid, 8 % Cl als NaClO ₂ in Lösung	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	
Chlordodecan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
Chloressigsäure	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Chloressigsäureethylester	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Chlorextol	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Chlorgas, feucht	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	3	4
Chlorgas, trocken	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	2	4
Chlorhaltige Lösungsmittel, nass	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
Chlorhaltige Lösungsmittel, trocken	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
Chlorhaltiges (salziges) Meerwasser	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	2	2	2	1	4
Chlorkalium, -kali	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chlorkohlensäureethylester	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Chlornaphthalin	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4		4		3	4
Chloroform (Trichlormethan)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Chlorox	V0747-75	2	2	2	1	1	1	2	4	4	4	2	4	4	2	1	
Chlorphenol (O-Chlorphenol)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Chlorschwefel	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	1	3
Chlorsulfonsäure, 10 %	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4
Chlortoluol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Chlorwasserstoffsäure, 3 Mol	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	2		1	3	3	2	2	4
Chlorwasserstoffsäure, konzentriert	V3738-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	3	4
Chrom-Bäder (Galvanik)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4		4	4		4	3	3	3
Chromalaun	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1		1
Chromoxid 88 Gew. % wässrige Lösung	V3738-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	1	2	2
Chromsäure, 50 %	V3738-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	2	3	3
Circo Light Process Öl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
City Service Koolmotor-Aplar, Öl 140-E.P.Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
City Service Nr. 65, 120, 250	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
City Service Pacemaker Nr. 2	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
CNG (Compressed Natural Gas)	N3987-70	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4		4	3	3	4
CNG (Compressed Natural Gas)	N8888-70	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4		4	3	3	4
CNG (Compressed Natural Gas)	V8877-75	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4		4	3	3	4
CNG (Compressed Natural Gas)	V8802-80	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4		4	3	3	4
Cola-Essenz (Coca-Cola)	E8743-70	3	3	1	4	1	1								2	1	
Colamin (Ethanolamin)	E0540-80	4	4	2	4	3	1	4	2	4	4	2	2	2	4	4	2
Convelex 10	V3819-75	4	4			1	1	4	4		2	4	4	4	4		4
Coolanol 45 (Monsanto)	V0747-75	1	1	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	2	2	4
Coolanol (Monsanto), Silikonöl	V0747-75	1	1	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	2	2	4
Cumol (Isopropylbenzol)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Cyanwasserstoffsäure	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4		1	2	1	1	2	3
Cyclohexan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4		4	4	1	4
Cyclohexanol	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4			4	4	4	2	1	4
Cyclohexanon	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
p-Cymol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
D																		
Decalin (Lackbenzin)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4	
Decane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	2	4	4	4	3	1	2	
Delco Bremsflüssigkeit	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2			2	4	3	
Denaturierter Alkohol	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Dexron (ATF-Öl)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4	
Dextron	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4	
Diaceton (Diacetonalkohol)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Diazinon (Insektizid)	V0747-75	3	3	4	2	1	1	3	4			4	4	4	3	2	4	
Dibenzylsebacat	V0747-75	4	4	2	2	1	1	4	4	4	2	2	4	4	4	3	3	
Dibromdifluormethan	E0540-80	4	4	2		1	1	4	4	4	4	2	4	4	4		4	
Dibrommethylbenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Dibutylsebacat	V0747-75	4	4	3	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	
Dibutylamin	V8920-75	4	4	4	4	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Dibutylether	V3819-75	4	4	3	3	1	1	4	4	3	2	3	4	4	4	3	4	
Dibutylphthalat (Palatinol C)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	3		
Dichlorbenzol (Ortho-Dichlorbenzol)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4	
Dichlorbenzol (Para-Dichlorbenzol)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Dichlorbutan (Tetramethylenchlorid)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Dichlorisopropylether	V3819-75	4	4	3	3	1	1	4	4	3	2	4	4	4	4	3	4	
Dichlormethan (Dichlormethylenchlorid)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Dicyclohexylamin	V8920-75	3	3	4	4			4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Dieselmotorenöl	V0747-75	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	4	
Diester Synth. Schmiermittel (MIL-L-7808)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Diethylamin	E0540-80	4	4	3	4	1	1	4	3	4	4	3		3	4	4	3	
Diethylenglykol	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	2	
Diethylsebacat	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	1	1		4	4	4	4	
Difluordibrommethan	E0540-80	4	4	2				4	4	4	4	2	4	4	4		4	
Diisobutylen	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	
Diisobutylketon	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	3	4	4	1		3	4	4	4	
Diisooctylsebacat	V0747-75	3	3	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	
Diisopropylketon	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	4	
2,2-Dimethylbutan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	3	1	4	4	4	4	2	1	4	
2,3-Dimethylbutan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	3	1	4	4	4	4	2	1	4	
Dimethylether (Methylether)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	3	1	4		1	1	1	4	1	1	
Dimethylformamid (DMF)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	1	
Dimethylhydrazin asym. (UDMH)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3				1			1	4	4	
Dimethylphthalat	V0747-75	4	4	2	2	1	1	4	4	4		2	4	4	4	2		
2,4-Dimethylpentan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4	
Dinitrotoluol	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Diethylphthalat (DOP)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1		4	4	1	1	
Diethylsebacat (DOS)	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	3	1		4	4	4	4	
Dioxan	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2		4	4	4	4	
Dioxolan	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	
Dipenten (Lacklösungsmittel)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch													statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Diphenyl (Biphenyl)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Diphenylether	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
Distickstoffmonoxid (Lachgas)	E0540-80	1	1	2	1	1	1										1
DNOx, wässrige Harnstofflösung	N8907-75	1	3	1	4	4	1	4	4	4							
DNOx, wässrige Harnstofflösung	E8867-60	1	3	1	4	4	1	4	4	4							
Dodecylalkohol	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	2	2	
Dow Chemical 50-4	E0540-80			1	4	1	1	2	1			2			2	4	
Dow Chemical ET588	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2			2	4	
Dow Corning-3	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-4	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-5	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-11	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-33	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-44	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-55	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-200	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-220	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-510	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-550	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-704	E0540-80	2	2	1	1	1	1					1					
Dow Corning-705	E0540-80	2	2	1	1	1	1					1					
Dow Corning-710	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-1208	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-4050	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-6620	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-F60	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-F61	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Corning-XF60	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Dow Guard	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1
Dowtherm, 209, 50 % Lösung	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2				2					3
Dowtherm A, Wärmeträgeröl	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Dowtherm E, Wärmeträgeröl	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Druckluftversorgung	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	4	4	1	4	4
Ducor (Farbverdünner)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
E																	
Eisen (II) Sulfat, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Eisen (III) Chlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Eisenchlorid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2
Eisennitrat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Elco 28-EP Lubricant	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4	4	4	4	1	2
Electrolyt	E3750-70	3		1	4												
Electrolyt	E8556-70	3		1	4												
Entwicklerbad (Photo)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	2			2	2	1	1	1	1	
Epichlorhydrin	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4			4	4	4	4	4	
Epoxidharze	E0540-80			1	4	1	1	1				1					
Erdgas	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch													statisch			
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (ParoFluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Erdgas, sauer	V3819-75					1	1											
Erdnussöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4	4	3	1	1		
Erdöl	V0747-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4	4	3	1	3		
Esam-6 Fluid	N0674-70		1	1	4	1	1	2	1			2		2	4			
Essig	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	3	4	4	1	1	3	4	1		
Essigsäure, Eisessig (konz.)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	4	3	4	4	3	3	4	1	1		
Essigsäure, heiß (Hochdruck)	V8920-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	4	4	3	4	3		
Essigsäureanhydrid	C0557-70	4	4	1	4	1	1	1	3	4	4	1	1	1	4	4		
Essigsäures Kali	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	4	4	4		
Essigsäures Natron	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	3	3	1	4	4	4	4		
Esso Fuel 208	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	3	1	4		
Esso Getriebeöl (Type A)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	1	4		
Esso Golden Gasoline	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4		
Esso Motoröl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	4	4	4	4	1	4		
Esso Univis Nr. 40 (Hydrauliköl)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	2	1	4		
Esso WS2812 (Mil-L-7808A)	V0747-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	1	4		
Esso XP90-EP Lubricant	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	2	1	4		
Esstic 42, 43	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	1	4		
Ethan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		3	3	4		
Ethanol (Ethylalkohol)	E0540-80	1	1	1	3	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1		
Ethanolamin (Colamin)	E0540-80	2	2	2	4	3	1	2	2	4	3	2	2	3	4	2		
Ethanolhaltige Kraftstoffe (E85)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
Ethanolhaltige Kraftstoffe (E85)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
Ethanolhaltige Kraftstoffe (E85)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
Ethanolhaltige Kraftstoffe (E85)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
Ethanolhaltige Kraftstoffe (E85)	V8590-60	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
Ether (verschiedene)	V3819-75	4	4	3	3	1	1	4	4	3	2	4	4	4	3	4		
Ethylacetat	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2		
Ethylacrylsäure	E0540-80	4	4	2				2	4	4	4	2	4	4	4	4		
Ethylalkohol (Ethanol)	E0540-80	1	1	1	3	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1		
Ethylether	V3819-75	3	3	3	4	1	1	4	4	4	2	3	4	4	3	4		
Ethylbenzoat	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4		
Ethylbenzol	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4		
Ethylbromid	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4				4	4	4	1	4		
Ethylcellulose	N0674-70	2	2	2	4	1	1	2	2	4	2	2	2	2	4	2		
Ethylchlorid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	4	1	4		
Ethylcyclopentan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	2	1	4	4	4	1	4		
Ethylen (Ethen)	V0747-75	2	4	4	1	1	1	4	4	2	2	4		4	1	4		
Ethylenchlorhydrin	V0747-75	4	4	2	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	3		
Ethylenchlorid	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	4		
Ethylendiamin	E0540-80	1	1	1	4		1	1	2	4	4	1	2	2	4	1		
Ethylendibromid	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	3	4		
Ethylendichlorid	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	3	4		
Ethylenglykol (Glykol), Prestone [®]	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	1	1	1	1	1		
Ethylenoxid	V3819-75	4	4	3	4	2	1	4	4	4	4	3	4	4	4	4		
Ethylenoxid (12 %) und Freon 12 (80 %)	E0540-80	3	3	2	4			4	4	4	4	2	4	4	4	4		

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch													statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Ethylentrichlorid („Tri“)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
2-Ethyl-1-hexanol (Isooctanol)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	2
Ethylmercaptan	V0747-75	4	4		2	1	1	3	4			4	4	4	3	3	
Ethylloxalat	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	4	
Ethylpentachlorbenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Ethylsilikat	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2			1	2	2	2	1	
F																	
F-60 Fluid (Dow Corning)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
F-61 Fluid (Dow Corning)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
FAMB, FAMA; Fuel C	V8727-70	3	3	4	1	1	1					4	4	4	1	3	
FAMB, FAMA; Fuel C	V8989-80	3	3	4	1	1	1					4	4	4	1	3	
FAMB, FAMA; Fuel C	V8908-80	3	3	4	1	1	1					4	4	4	1	3	
FAMB, FAMA; Fuel C	V8703-75	3	3	4	2	1	1					4	4	4	1	3	
FAMB, FAMA; Fuel C	V8590-60	3	3	4	2	1	1					4	4	4	1	3	
FAMB, FAMA; Fuel C	V0747-75	3	3	4	2	1	1					4	4	4	1	3	
FAMB, FAMA; Fuel C	V3736-75	3	3	4	2	1	1					4	4	4	1	3	
Farbverdünner Ducor	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
FC43 Heptacosfluortri-Butylamin	N0674-70	1	1	1	1			1	4			1			1	1	
FC75	E0540-80	1	1	1	2			1	4			1			1	2	
Fettsäuren	V0747-75	2	2	3	1	1	1	2	4			3	4		4		
Fixiersalz	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	
Fluorkieselsäure	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2			1		1	1	4	
Fluorolub	E0540-80	1	1	1	2	1	1	1	4			1			1	2	
Fluorwasserstoff (Flusssäure), wasserfrei	E0540-80	4	4	1	4	2	1		4	4		1	4	4		4	
Flüssig-Petroleum-Gas (LPG)	N3813-70	1	2	4	1	1	1	2	4	3	1	4	4	4	4	3	
Flüssiggas (Propan, Butan, Propylen)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	3	1	4	4	4	4	3	
Flusssäure, 65 % oder mehr, heiß	V8920-75	4	4	4	3	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Flusssäure, 65 % oder weniger, kalt	V8920-75	4	4	3	2	1	1	4	4	4		3	4	4		4	
Flusssäure, 65 % oder weniger, heiß	V8920-75	4	4	4	3	2	1	3	4	4	4	4	4	4	3	4	
Flusssäure, 65 % oder weniger, kalt	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	2	4		1	4	2		4	
Formaldehyd	E0540-80	3	3	2	4	3	1	3	3	4	4	2	2	2	3	4	
Freon 11	N0674-70	2	2	4	2	4	4	4	4			4		4	1	4	
Freon 12	C0557-70	1	1	2	1	4	4	1	1		1	2	4	2	1	4	
Freon 12 & ASTM Öl Nr. 2 (50/50)	N0674-70	1	1	4	1	3	3	2	4			4	4	4	2	2	
Freon 12 & Suniso 4G (50/50)	N0674-70	1	1	4	1	3	3	2	4			4	4	4	2	2	
Freon 13	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1	1	4	
Freon 13B1	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1	1	2	
Freon 14	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1		1	1		1		4	
Freon 21	C0557-70	4	4	4	4	2	2	2	4			4	4	4	4	4	
Freon 22	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	1	2	4	1		1	1	2	
Freon 22 & ASTM Öl Nr. 2 (50/50)	C0557-70	4	4	4	2	2	2	2	4	2		4		4		2	
Freon 31	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	2			1		2	2		
Freon 32	C0557-70	1	1	1	4	2	2	1	1			1		1			
Freon 112	C0557-70	2	2	4	1	2	2	2	4			4		4	2	4	
Freon 113	C0557-70	1	1	4	2	4	4	1	2		1	4		4	1	4	
Freon 114	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1		4	

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch													statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Freon 114B2	C0557-70	2	2	4	2	4	4	1	4			4	4	1		4	
Freon 115	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1	1				
Freon 134a	C0557-70	1	2	1	4			1									
Freon 502	C0557-70	2	2	1	2	1	1	1	1			1	1				
Freon BF	V0747-75	2	2	4	1			2	4			4	4	2		4	
Freon C318	C0557-70	1	1	1	2			1	1			1	1	1			
Freon K-142B	C0557-70	1	1	1	4			1	1			1	2	1			
Freon K-152A	C0557-70	1	1	1	4			1	1			1	1	4			
Freon MF	N0674-70	2	2	4	2			4	4			4	4	1		4	
Freon PCA	N0674-70	1	1	4	2			1	2		1	4	4	1		4	
Freon TF	N0674-70	1	1	4	2			1	2		1	4	4	1		4	
Fruchtsäure	N0674-70	1	1	1													
Fumarsäure	N0674-70	1	1		1	1	1	2	2	4		4	2	1	2	1	2
Furfural (Furanaldehyd)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4		2	4	4	4	4	4
Furfurylalkohol	E0540-80	4	4	2		1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Furylcarbinol	E0540-80	4	4	2		1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Fyrquel 90, 100, 150, 220, 300,500	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	2	1
Fyrquel A60	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	3
G																	
Gallusgerbsäure, 10 %	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4		1	1	1	1	2	
Gallusgerbsäure, Tannin	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	2	4		1	2	1	2	2	
Gallussäure	V0747-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4	4	2		1	2	1	
Galvanik-Bäder für Chrom	V0747-75			1	1	1	1		4			1		4	4	4	
Galvanik-Bäder, sonstige Metalle	E0540-80	1	1	1	1	1	1					1		1	4		
Gelatine, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Generatorgas	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	3	1	4		4	3	3	3
Gerbsäure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Getriebeöl Typ A	N3813-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	2
Glaubersalz (Natriumsulphat)	V0747-75	4	4	2	1	1	1	2	4	4		2	4	2	2	1	
Glucose	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1		4	1	1	1	1	1	1
Glycerintriacetat	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	3	4	4	1	2	2	2	4	
Glykol (Ethylenglykol)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Glycerin	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Grubengas	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	3	4
Grüne Sulfatlösung	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4		1	2	2	2	2	
Gulf Harmony Oils	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Gulf High Temperature Grease	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Gulf Legion Oils	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Gulf Security Oils	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Gulfcrown Grease	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
H																	
Halon 1301	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1		1	1	2	4
Halothan (Narkotikum)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Halowaxöl	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4
Hannifin, Parker-O-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	4	4	4	1	1	2
Harnstoff, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch	
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
HEF-2 (High Energy Fuel)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Hefe, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Heizöl, leicht	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4	4	4	4	1	3
Heizöl, sauer	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	1
Heizöl, schwer (Steinkohle)	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	1	3	4	4	4	4	1	3
Helium	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Heptan (N-Heptan)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Hexaldehyd (N-Hexaldehyd)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	1	4	4	4	3	4	4	4	3	3
Hexan (N-Hexan)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4	4	4	4	1	4
N-Hexen-1	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	2	1	4
Hexylalkohol	N0674-70	1	1	3	1	1	1	3	1	4	4	3	1	3	1	3	3
HFO124yf, Kältemittel (PAG-Öl)	E8901-70	1	2	1	4	1	1	1									
HFO124yf, Kältemittel (POE & PAO-Öl)	N3554-75	1	2	4	4	1	1	1									
HFO124yf, Kältemittel (POE & PAO-Öl)	N8822-75	1	2	4	4	1	1	1									
Himbeer-Essenz (Aromastoff)	E8743-70	3	3	1	1	1	1								2	1	1
Hochofengas	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
Holzalkohol (Methanol)	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Holzessig	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Holzimprägnierung (Wolmansalz)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Holzöl (Tungöl)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4	4	4	4	3	4
Houghto-Safe 1055 (Phosphatester)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	2	3
Houghto-Safe 5040 (Wasser/Öl Emulsion)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	2	3
Houghto-Safe 1010 (Phosphatester)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	2	3
Houghto-Safe 1120 (Phosphatester)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	2	3
Houghto-Safe 271 (Wasser/Glykol-Basis), HFC	N0674-70	1	1	1	2	1	1	2	1	4	4	2			2	2	2
Houghto-Safe 620 (Wasser/Glykol-Basis), HFC	N0674-70	1	1	1	2	1	1	2	1	4	4	2			2	2	2
Hydrauliköle (Mineralölbasis)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4	4	4	4	1	3
Hydrazin	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	3	4	4	1	4	4	3	4	4
Hydro-Drive MIH 50 (Mineralöl-Basis)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	2
Hydrochinon	V0747-75	3	3	4	2	1	1	3					3		3		
Hydrolube (Wasser/Ethylenglykol)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	2			2	2	2
Hyjet	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4		
Hyjet III	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4		
Hyjet IV (ersetzt III, S, W)	E0540-80	4	4	1	4			4	4	4	4	2	4	4	4		
I																	
Industron FF44	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Industron FF48	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Industron FF53	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Industron FF80	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Isobutyl-n-Butyrat	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	1	
Isobutylalkohol	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	3	4	4	1	3	1	3	1	1
Isocyanat	V3819-75	4	4	2	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Isododecan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	2	1	4
Isooctan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4	4	4	3	1	4
Isophoron (Keton)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Isopropanol (Isopropylalkohol)	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	1

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Isopropylacetat	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Isopropylalkohol (Isopropanol)	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	1	
Isopropylbenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Isopropylchlorid	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	
Isopropylether	N0674-70	2	2	4	4	1	1	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	
J																		
Jod	V0747-75	2	2	2	1	1	1	4	2			2			2	1		
JP 3 (Mil-J-5624)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	1	4	
JP 4 (Mil-J-5624)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
JP 5 (Mil-J-5624)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
JP 6 (Mil-J-25656)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
JP X (Mil-F-25604)	N0602-70	1	1	4	4	1	1	2	4			4	4	4	4	4	4	
K																		
Kaffee	N3824-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		3	1	1	1	
Kalilauge, 10%	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	3	4	4	1		3	1	4	4	
Kaliumacetat (essigsäures Kali)	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	4	
Kaliumacetat, wässrig	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		1	4	4	4	
Kaliumchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Kaliumcyanid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Kaliumdichromat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	
Kaliumdichromat, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	1	1	
Kaliumhydroxid, 10 %	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2	4	4	1		2	1	3	3	
Kaliumhydroxid, Kalilauge, 50 %	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	3	3	
Kaliumhydroxid-Lösungen (verd.)	E0540-80	2	2	1	2	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	2	
Kaliumkupfercyanid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kaliumnitrat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kaliumperchlorat, wässrig	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4	4	1		4	1	4	4	
Kaliumsalze	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kaliumsulfat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	2	2	1	1	
Kaliumsulfid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	2	2	1	1	
Kaliumcyanid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kalkbleiche	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4		1	2	1	2	1	2	
Kalkmilch	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4		1	2	1	2	1	2	
Kältemittel R 11	N0674-70	2	2	4	4	4	4	3	4			4		4	1		4	
Kältemittel R 12	C0557-70	1	1	2	4	4	4	1	1		1	2	4	2	1	4	4	
Kältemittel R 12, ASTM Öl Nr. 2, 1:1	C0557-70	2	2	4	4	3	3	2	4			4	4	4	2	2	4	
Kältemittel R 12: Suniso 4G, 1:1	C0557-70	2	2	4	4	3	3	2	4			4	4	4	2	2	4	
Kältemittel R 13	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1			1		1	1	4	4	
Kältemittel R 13 B1	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1			1		1	1	2	4	
Kältemittel R 14	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1		1	1		1	1		4	
Kältemittel R 21	C0557-70	4	4	4	4	2	2	2	4			4	4	4	4		4	
Kältemittel R 22	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	1	2	4	1		1	1	2	4	
Kältemittel R 22, ASTM Öl Nr. 2, 1:1	C0557-70	4	4	4	4	2	2	2	4	2		4		4		2	4	
Kältemittel R 31	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	2			1		2	2			
Kältemittel R 32	C0557-70	1	1	1	4	2	2	1	1			1		1	1			
Kältemittel R 112	C0557-70	2	2	4	4	2	2	2	4			4		4	2		4	

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch													statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Kältemittel R 113	C0557-70	1	1	4	4	4	4	1	2		1	4	4	1		4	
Kältemittel R 114	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1			1	1			4	
Kältemittel R 114 B2	C0557-70	2	2	4	4	4	4	1	4			4	4	1		4	
Kältemittel R 115	C0557-70		1	1	4	4	4	1	1			1	1				
Kältemittel R 134a	C0557-70	1	2	1	4				1								
Kältemittel R 502	C0557-70	2	2	1	4	4	4	1	1			1	1				
Kel F Flüssigkeit	E0540-80	1	1	1	2	1	1		1			1		1	2	1	
Kerosin (ähnlich RP-1 und JP-1)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4	4	4	1	4	
Kiefernöl, Pinienöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4			4	4	4	1		
Kieselfluorwasserstoffsäure	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2			1	1	1	4	4	
Klauenöl	N0674-70	1	1	2	1	1	1	4	4	1	1	2	4	4	4	2	
Kobaltchlorid, 2n	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	
Kobaltchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	
Kochsalz, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	
Kohlendioxid, feucht	N0552-90	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	
Kohlendioxid, Kältemittel (PAG-Öl)	E8901-70	1	2	1	1	1	1										
Kohlendioxid, Kältemittel (POE & PAO-Öl)	N3554-75	1	2	4	1	1	1										
Kohlendioxid, Kältemittel (POE & PAO-Öl)	N8822-75	1	2	4	1	1	1										
Kohlendioxid, trocken	N0552-90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
Kohlenmonoxid, trocken	N0552-90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
Kohlensäure	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	
Kohlenwasserstoffe (gesättigt)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	4	
Kokereigas	V0747-75				1	1	1		4					4	3	3	
Kokosfett	N8551-75	1	1	4	1	1	1									1	
Königswasser	V3819-75	4	4	4	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Kraftstoffölgemisch	V8892-70	3	3	4	1	1	1					4	4	4	1	3	
Kreosol (Methylbrenzcatechin)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Kreosot (Holzteeextrakt)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	4	
Kupferacetat, wässrig	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		3	3	4	
Kupferchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	
Kupfercyanid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kupferkalkmischung (Bordeaux Mixture)	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	2	
Kupfersalze	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kupfersulfat, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	
L																	
Lachgas (Distickstoffmonoxid)	E0540-80	1	1	2	1	1	1									1	
Lacke	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	3	4	4	4	4	4	
Lacklösungsmittel	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Lacklösungsmittel (Phoron)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	
Lactam-Aminosäuren	E0540-80	4	4	2	4	1	1	2	4			2	4	4	2	4	
Lactame	E0540-80	4	4	2	4	1	1	2	4			2	4	4	2	4	
Lavendelöl	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	3	4	4		4	4	4	
Lebertran	N8551-75	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	1	1	
Lehigh X1169	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	4	
Lehigh X1170	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	4	
Leichtes Schmiermittel	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	4	

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (ParoFluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Leichtöl (Rohbenzol)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Leinöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	4	
Leuchtgas (aromatenfrei)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	2	3	
Ligroin (Lackbenzin, Terpentinölersatz)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Lindol, Hydraulikflüssigkeit (Phosphatester) Typ HFD-R	E0540-80	4	4	1	2	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3	
Linolsäure	S0604-70	2	2	4	2	1	1	2	4			4	4	4	4		2	
Liquimoly	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Lösungsmittel (Stoddard Solvent)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Luft (Langzeit-Bewitterung)	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	3	1	3	1		3	1	1	1	
Luft, 260 °C	S0604-70	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	
Luft, ölfrei, 100 °C	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	
Luft, ölfrei, 150 °C	S0604-70	2	2	2	1	1	1	2	4	2	3	2	4	4	2	1	1	
Luft, ölfrei, 200 °C	S0604-70	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	
M																		
Magnesiumsalze	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Magnesiumchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Magnesiumhydroxid, wässrig	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Magnesiumsulfat, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Maisöl	N8551-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	2	4		4	3	1	1	
Malathion (Insektizid)	V0747-75	2	2	4	1	1	1		4			4	4	4		2	4	
Maleinsäure, wässrig	V0747-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2	
Maleinsäureanhydrid	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4		2	4	4	4			
MCS 312	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4		1	1	
MCS 352	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3	
MCS 463	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3	
Meer(Salz-)wasser	E0540-80	1	1	1		1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Mesityl-Oxid (Keton)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Methacrylsäure	E0540-80	4	4	2	3	1	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Methan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	3	4	
Methanol (Methylalkohol)	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Methanolhaltige Kraftstoffe (M15 bis M100)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Methanolhaltige Kraftstoffe (M15 bis M100)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Methanolhaltige Kraftstoffe (M15 bis M100)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Methanolhaltige Kraftstoffe (M15 bis M100)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Methanolhaltige Kraftstoffe (M15 bis M100)	V8590-60	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Methyl Cellosolve	E0540-80	3	3	2	4	1	1	3	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Methyl-D-Bromid	V0747-75	4	4		1	1	1	4	4	4	4		4	4	4	2	4	
Methylformiat	C0557-70	4	4	2		1	1	2	4			2	4	4	2			
Methylacetat	E0540-80	4	4	2	4	3	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Methylacetoacetat	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4		4	4	2			4	4	2	
Methylacrylat	E0540-80	4	4	2	4	1	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Methylacrylsäure	E0540-80	4	4	2	3	1	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Methylalkohol (Methanol)	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Methylanilin	V0747-75	4	4		2	1	1	4	4	4	4		4	4	4			
Methylbenzoat	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Methylbromid	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4		3		4	4	4	4	1		

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Methylbutylketon	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4
Methylcarbonat	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Methylcellulose	N0674-70	2	2	2	4	1	1	2	2	4	2	2	2	2	2	4	4	2
Methylchlorid	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
Methylchloroform	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Methylcyclopentan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Methylenchlorid (Dichlormethan)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Methylenchlorid	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Methylether (Dimethylether)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	3	1	4		1	1	1	4	1	1	
Methylethylketon, Butanon, MEK	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	1		4	4	4	4	
Methylethylketonperoxid	S0604-70	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Methylglykol	E0540-80	3	3	2	4			3	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4
Methylisobutylketon, MIBK	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	4	4
Methylisopropylketon	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	4	4
Methylmethacrylat	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4
Methyloleat	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4			2	4		4	2		
2-Methylpentan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4	
3-Methylpentan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4	
Methylsalicylat	E0540-80	4	4	2		1	1	4				2			4			
Mil-L-2104	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	3	1	4	
Mil-S-3136, Type I Fuel	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-S-3136, Type II Fuel	N0602-70	2	2	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Mil-S-3136, Type III Fuel	N0602-70	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	4	
Mil-S-3136, Type IV Oil	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4	4	4	1	1	1	
Mil-L-3150	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Mil-G-3278	L0677-70	2	2	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	2	4	
Mil-O-3503	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-G-3545	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-C-4339	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1		
Mil-L-4343	N0304-75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Mil-J-5161	N0602-70	2	2	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mil-F-5566	E0515-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	1	1	
Mil-G-5572	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	1	4	
Mil-H-5606	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Mil-J-5624 JP-3, JP-4, JP-5	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Mil-L-6081	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-L-6082	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	1	
Mil-H-6083	N0304-75	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4	4	2	2	1	4	
Mil-L-6085	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	4	
Mil-A-6091	E0515-80	2	2	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Mil-L-6387	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	4	
Mil-C-7024	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	1	4	
Mil-H-7083	E0515-80	1	1	1	2	1	1	2	2	4	4	1	3	2	2	1	1	
Mil-G-7118	N0304-75	2	2	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-G-7187	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Mil-G-7421	L0677-70	2	2	4	1	1	1	2	4	4	2	4	4	4	2	2	4	

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Mil-G-7711	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	1	2	
Mil-L-7808	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Mil-L-7870	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	4	1	4	
Mil-C-8188	V0747-75	2	2	4	2	1	1	4	4	3	4	4	4	4	4	2	4	
Mil-H-8446 (MLO-8515)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4		1	4	
Mil-L-9000	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	4	
Mil-L-9236	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Mil-E-9500	E0515-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Mil-G-10924	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-H-13910	E0515-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Mil-L-15016	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	4	
Mil-L-15017	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	4	
Mil-G-15793	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	4	
Mil-F-16884	N0304-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4	4	4	3	1	4	
Mil-F-17111	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	2	4	
Mil-L-17331	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-H-19457	E0515-80	4	4	1	2	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	3	
Mil-L-21260	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-G-21568	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Mil-H-22251	E0515-80	2	2	1		1	1	2	2			1			2		4	
Mil-L-23699	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	3		4	4	4		2	4	
Mil-G-25013	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-G-25537	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-F-25558 (RJ-1)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-R-25576 (RP-1)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-F-25656	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Mil-L-25681	V0747-75	2	2	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2	2	4	
Mil-G-25760	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	2	4	
Mil-P-27402	E0515-80	2	2	1		1	1	2	2			1			2		4	
Mil-H-27601	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1		4	4	4		2	3	
Mil-S-81087	E0515-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Mil-H-83282	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Milch, 3,5 % Fett (H-Milch)	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Milchsäure, heiß	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	3	2		
Milchsäure, kalt	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1	1		
Mineralöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	1	3	
MLO-7277 Hydr.	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	
MLO-7557	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	
MLO-8200 Hydr.	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4	4	1	4	
MLO-8515	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4	3	1	4	4	4	3	1	4	
Mobil 24 DTE	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mobil Delvac 1100, 1110, 1120, 1130	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mobil HF	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mobil Nyvac 20 und 30	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Mobil Velocite C	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mobiloil SAE 20	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Mobiltherm 600	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mobilux	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	4	4	
Monobrombenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Monochlorbenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	
Monoethanolamin	E0540-80	4	4	2	4	3	1	4	2	4	4	2	2	2	4	4	2	
Monomethylanilin	V0747-75	4	4		2	1	1	4	4	4	4		4	4	4			
Monomethylhydrazin	E0540-80	2	2	1		1	1	2	2			1		2		4		
Mononitrotoluol	V3819-75	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	
Monovinylacetylen	E0540-80	1	1	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2		2	
N																		
Naphthensäuren	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4	
Naphthalin	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4		4	4	1	4	
Naptha	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Natriumacetat, wässrig	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		1	3	4	4	
Natriumbicarbonat (Natron), (Soda Ash)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Natriumbisulfat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumbisulfit, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	1	1	
Natriumborat, wässrig (Borax)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Natriumcarbonat, wässrig (Soda)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Natriumchlorid, Kochsalz	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Natriumcyanid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Natriumhydroxid, 10 %, (Natronlauge)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	1	1	4	4	1		1	4	4	4	
Natriumhydroxid, 25 %	E0540-80	3	3	1	4	1	1	1	1	4	4	1		1	4	4	4	
Natriumhypochlorit, 20 %	V0747-75	2	2	2	1	1	1	4	2	4	4	2	2	2	4	2	2	
Natriumhypochlorit, wässrig	V0747-75	4	4	3	1	1	1	3	4	4	4	3		4	3	3	3	
Natriummetaphosphat (Calgon)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1			1	1	1	2	1		
Natriummetasilikat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1			
Natriumnitrat (Natronsalpeter)	E0540-80	2	2	1		1	1	2	2			1	1	2	1		4	
Natriumperborat, wässrig	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	4	4	1		3	3	1	3	
Natriumperoxid	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	2	1	4	
Natriumphosphat, primär	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1		4	
Natriumphosphat, sekundär	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1		4	
Natriumphosphat, tertiär	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1		1	
Natriumsalze	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumsilikat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1			
Natriumsulfat, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Natriumsulfid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	1	1	
Natriumsulfit	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1	
Natriumthiosulfat, wässrig (Fixiersalz)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Neon	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
Neville-Wintersche Säure	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4		2	4	4	4	2	4	
Nickelacetat	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	4	
Nickelchlorid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	
Nickelsalze	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	
Nickelsulfat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	3	1	2	2	1	1	1	
Nitrobenzol	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Nitroethan	E0540-80	4	4	2	4	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	4	4	
Nitromethan	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2		3	4	4	4	
Nitropropan	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
O																		
Octachlortoluol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Octadekan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	2	1	4	
N-Octan	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Octylalkohol	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	
Oleum (rauchende Schwefelsäure)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4		4	
Oleumspiritus	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4			4	4	4	4	2	4	
Olivenöl	N8551-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	3		4	3	1	1	
Ölsäure	V3738-75	3	3	4	2	1	1	4	4	4		4	4	4	4		4	
Oronite 8200	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4	4	1	4	
Oronite 8515	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4	4	1	4	
Ortho-Chlorethylbenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Ortho-Dichlorobenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
OS 45 Typ III (OS45)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		4	4	4	4	2	2	4	
OS 45 Typ IV (OS45-1)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		4	4	4	4	2	2	4	
OS 70	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		4	4	4	4	2	2	4	
Oxalsäure	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2	1	2	
Ozon	E0540-80	4	4	1	1	1	1	3	4	2	1	2	4	4	1	1	1	
P																		
Palmitinsäure	N0674-70	1	1	3	1	1	1	3	3	4	4	3		3	3	1	4	
Paraffinöl, farblos	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	1	1	1	
Paraffinwachs, geschmolzen	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	3	1	1	
Parker-O-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	4	4	4	1	1	2	
Parker-Super-O-Lube	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Pentan (N-Pentan)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1	4	
Perchlorethylen	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Perchlorsäure	V0747-75	4	4	3	1	1	1	3	4	4	4	3		4	3	3	4	
Petroleum	N0674-70	2	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	2	1	
Petrolatum (Vaseline)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Petroleum, Roh-	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Petroleum, unter 120 °C	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	2	2	
Pflanzliche Öle	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1	1	
Phenol	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	3	4	
Phenylbenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Phenylethylether	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Phenylhydrazin	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	3	4	4	4		3	4	2	4	
Phoron (Lacklösungsmittel)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Phosphorsäure, 20 %	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	4	4	1		3	1	3	3	
Phosphorsäure, konzentriert	V3738-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	4	
Phosphortrichlorid	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1		4	4	2	4	
Pikrinsäure, 10 %	C0557-70	3	3	1	1	1	1	1	3	4	4	3		3	1	3	4	
Pikrinsäure, geschmolzen	V3738-75	2	2	2	1	1	1	2	2			2	2	2	2	2	4	
Pikrinsäure, wässrig	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	2			1	2	1	1	2		

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch													statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Pinen	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	4	2	4	4	4	4	1	4
Pinienöl, Kiefernöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4
Piperidin	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4			4	4	4	
Plattierlösung	E0540-80			1	1	1	1	4				1		4	4	4	
Polyesterweichmacher (Thiokol TP-90B)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4			1			2	2	
Polyvinylacetat-Emulsion	E0540-80			1		1	1	3				1			3		
Prestone [®] Frostschutzmittel	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	
Pri High Temp. Hydr. Öl	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	2
Propan, gasförmig	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	3	4
Propionitril	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4
Propylacetat	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2		4	4	4	4
N-Propylacetone	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Propylalkohol (Propanol)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Propylen (Propen)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Propylenoxid	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	4
Propylnitrat	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4		2	4	4	4	4	4
Pydraul 115E	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	4
Pydraul 230E, 312C, 540C	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Pydraul, 10E, 29ELT	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Pydraul, 30E, 50E, 65E, 9	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	1	1
Pyranol, Transformatorenöl (PCB)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	2	1	4
Pyridin-Öl	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	2		4	4	4	4
Pyrogard 42, 43, 53, 55 (Phosphatester, HFDR)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Pyrogard C, D	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	2	2
Pyrolube	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2
Pyrrol	S0604-70	4	4	4	4	1	1	4	3	4	4	4		3	4	4	2
Q																	
Quecksilber	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
Quecksilberchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2
Quecksilberdämpfe	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1		
R																	
Red Oil (Mil-H-5606)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Rizinusöl	N0674-70	1	1	2	1	1	1	4	1	4	4	2		3	3	1	1
RJ-I (Mil-F-25558)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
RME (Raps Methyl Ester)	V0747-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RME (Raps Methyl Ester)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RME (Raps Methyl Ester)	V3736-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RME mit Wasserbeimengungen (0,2–0,5 % Wasseranteil)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RME mit Wasserbeimengungen (0,2–0,5 % Wasseranteil)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RME mit Wasserbeimengungen (0,2–0,5 % Wasseranteil)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RP-I (Mil-R-25576)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Rüböl	E0540-80	2	2	1	1	1	1	3	4	1	1	3		4	3	1	1
S																	
Salicylsäure	E0540-80	2	2	1	1	1	1		2			1	2	1		1	
Salpetersäure, 10 %	V3738-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1		4	1	4	4
Salpetersäure, 65 %	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Salpetersäure, konzentriert	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	4	
Salpetersäure, rauchend	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Salpetersäure, rot, rauchend	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Salpetersäure, rot, rauchend, mit Schutzstoff	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Salzsäure, 3-molar	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	2	1	3	3	2	2	2	4	
Salzsäure, konzentriert	V3738-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	3	4	
Santo Safe 300	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	3	4	4	4	1	1		
Sauerstoff, gasförmig, ca. 100–200 °C (5)	S0604-70	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	
Sauerstoff, gasförmig, kalt (4)	C0557-70	2	2	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2	2	1	1	1	
Schmelzkäse, 60 % Fett i.Tr.	N8551-75	1	1	1	1	1	1										1	
Schmieröle auf Di-Esterbasis	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	2	4	4	4	4	2	4		
Schmieröle auf Petroleumbasis	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Schmieröle, SAE 10, 20, 30, 40, 50	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Schneidfett	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Schwarzlauge	V3738-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	
Schwefel	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4	1	4	4	4	1			
Schwefel, geschmolzen	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Schwefelchlorid	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	
Schwefeldioxid, nass	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	4	4	1	4	4	4	3	2	2	
Schwefeldioxid, trocken	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	2	4	2	2	2	2	4	2	2	
Schwefelhexafluorid (SF6)	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	
Schwefelkalk	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4	1	4	4	4	1	1	1	
Schwefelkohlenstoff	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Schwefellauge	V3738-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4	2	2	2	2	2	2	4	
Schwefelsäure, 96 %	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Schwefelsäure, 3-molar	V0747-75	4	4	2	1	1	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	
Schwefelsäure, konzentriert	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Schwefelsäure, rauchend (20 / 25 % Oleum)	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Schwefeltrioxid, trocken	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	2	4	4	3	3	
Schwefelwasserstoff	E0540-80	4	4	1	4	1	1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Schwefelwasserstoff, nass, heiss	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	4	4	1	4	4	4	3	3	3	
Schwefelwasserstoff, nass, kalt	E0540-80	4	4	1	4	1	1	1	4	4	1	4	4	4	2	3	3	
Schwefelwasserstoff, trocken, heiß	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	4	4	1	4	4	4	3	3	3	
Schwefelwasserstoff, trocken, kalt	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	3	3	
Schweflige Säure	V0747-75	3	3	1	1	1	1	3	3	4	4	1	3	1	4	4	4	
See- / (Salz-)wasser	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Seifenlösung, wässrig	E0540-80	1	1	1	1	1	1	3	3	4	4	1	3	1	1	1	1	
Shell 3XF Mine Fluid	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	2	1			
Shell Alvania Fett Nr.2	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4	4	4	1	3		
Shell Carnea 19 und 29	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	1		
Shell Diala	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Shell Iris 905	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Shell Lo Hydrax 27 und 29	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Shell Macoma 72	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Shell Tellus Nr. 27 (Petroleum-Basis)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Shell UMF (5 % aromatisch)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Silbernitrat	E0540-80	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Silbernitrat, wässrig	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1
Silicatester	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4	1	4	4	4	1	1	1	1	4
Silikonfette	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Silikonöle	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Sinclair Opaline CX-EP-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	1	4
Skelly, Solvent B, C, E,	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	1	4
Skydrol 500	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3	3
Skydrol 7000	E0540-80	4	4	1	2	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3	3
SME (Soja Methyl Ester)	V0747-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	1	4
SME (Soja Methyl Ester)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	1	4
SME (Soja Methyl Ester)	V3736-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	1	4
SME (Soja Methyl Ester)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	1	4
SME (Soja Methyl Ester)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	1	4
SME (Soja Methyl Ester)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	1	4
Socony Vacuum PD959B	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	1	4
Soda Ash (Natriumcarbonat)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sodaacetat (Natriumacetat)	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	3	3	1	4	1	4	4	4	4
Sojaöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	2	4	4	4	3	1	1	1
Sovasol Nr. 1, 2 und 3	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	1	4
Sovasol Nr. 73 und 74	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	1	4
Speck, Tierfett (s. Tieröl)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	2	4	1	1	2	4	4	4	1	1	2
Stannoethylmorpholin	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2	4
Stauffer 7700	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2	4
Stearinsäure	N0674-70	2	2	2	1	1	1	3	4	4	4	4	4	4	3	1	1	2
Stickstoff	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Stickstoff, flüssig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Stickstoff, gasförmig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Stickstofftetraoxid (N ₂ O ₄)	V3860-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Stoddard Solvent (Lösungsmittel)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	1	4
Styrol	V3819-75	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Sunoco, alle verfügbaren Fette	N0674-70	4	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	1	4
Sunoco Nr. 3661	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	1	4
Sunoco SAE 10	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	1	4
Sunsafer (feuerbeständige Hydraulikflüssigkeit)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	2	1	1	4
Super Benzin	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	4	2	1	4
Super Shell Gas	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	4	2	1	4
Swan Finch EP Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	1	4
Swan Hypoid-90	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	1	4
T																		
Tee	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Teer (bituminös)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	4	4	4	4	3	4	1	1	2
Teeröl, Carbolineum	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	1	1	4
Terpentinöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	3	4	4	4	4	4	2	1	4
Terpineol	V0747-75	2	2	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	1	1	4
Tertiär-Butyl-Alkohol	V0747-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Tertiär-Butyl-Mercaptan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	4	4	
Tetrabrommethan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Tetrabutyltitanat	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2			2	2	2	1	1		
Tetrachlorethan	V3819-75	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Tetrachlorethylen	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Tetrachlorkohlenstoff	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4	
Tetraethylblei	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Tetraethylblei-Verschnitt	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	2		
Tetrahydrofuran (THF)	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4		2	4	4	4			
Tetralin	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4	
Texaco 3450 (Getriebeöl)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Texaco Capella A und AA	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Texaco Regal B	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Texaco Uni-Temp. Schmiermittel	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	2	
Texamatic „A“ Getriebeöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4	
Texamatic 1581 Fluid	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4	
Texamatic 3401 Fluid	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4	
Texamatic 3525 Fluid	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4	
Texamatic 3528 Fluid	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4	
Texas 1500 Öl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	2	
Thiokol TP-90B (Polyesterweichmacher)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4			1			2	2		
Thiokol TP-95	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4			1			2	2		
Tidewater Multigear 140, EP-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Tidewater Oil-Beedol	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	2	
Tieröl	N0674-70	1	1	2	1	1	1	2	4	1	2	2	4	4	2	1	2	
Titantetrachlorid	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Toluol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Toluylendiisocyanat	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2		4	4	4	4	
Trafoöle (Erdölbasis)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	3	1	4		4	4	1	3	
Transformatoröl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	4	1	2	
Triacetin	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	3	4	4	1	2	2	2	4		
Triarylphosphat	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	2	3	
Tributoxyethylphosphat	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	2	4	4	1	2	2	4	2		
Tributylmercaptan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	3	4	
Tributylphosphat	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		3	4	4	4	
Trichloressigsäure	E0540-80	2	2	2	3	1	1	3	3	4	4	2		4	3	4	4	
Trichlorethan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Trichlorethylen (Tri)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Trichlormethan (Chloroform)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Tricresylphosphat (Ester) (TCP)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1		4	4	3	1	
Triethanolamin	E0540-80	3	3	2	4	2	1	2	2	4	4	2	2	2	2	4		
Trifluoethan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Trinitrotoluol	V0747-75	4	4	4	2	1	1	3	4			4		4	3	3		
Trioctylphosphat (Ester)	E0540-80	4	4	1	3	1	1	4	4	4	4	1		4	4	3	4	
Tripolyphosphat	E0540-80	4	4	1	2	1	1	3	4	4	4	1	4	4	4	1	3	
Tungöl (chinesisches Holzöl)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4		3	3	4	4	3	2	4	

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Turbinenöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	1	4
Turbinenöl Nr. 15 (Mil-L-7808)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	4	2	4
Turbo Oil Nr. 35	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	4	1	4
U																		
Ucon Fett 50-HB-55	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Fett 50-HB-100	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Fett 50-HB-260	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Fett 50-HB-5100	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Fett 50-HB-660	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Fett LB-1145	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Fett LB-135	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Fett LB-285	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Fett LB-300X	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Fett LB-625	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Fett LB-65	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2			1	2	2		2	1	1
Ucon Hydrolube J-4	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	2			2	1	
Ucon Öl 50-HB-280X	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Öl LB-385	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Ucon Öl LB-400X	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	1	1
Univis 40 (Hydraulikflüssigkeit)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4		2	1	4
Unsym. Dimethyl Hydrazin (UDMH)	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2			1	1	1		1	4	4
Unterchlorige Säure	V3819-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4		2	4	2		4		
V																		
Vaseline	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4		3	1	1
Versilube F-50	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	3
Vinylacetylen	E0540-80	1	1	1	1	1	1	2	2			1	2	2		2		2
VV-H-910	E0540-80	3	3	1	1	1	1	2		4	4	2	2	2		2	2	2
W																		
Wagner 21B Bremsflüssigkeit	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2				2	4	3
Waschmittel in Wasser gelöst	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2		2	1	1
Wasser (Nutzwasser) bis 100 °C	E0540-80	1	2	1	2	1	1	3	2	4	4	1	2	3		3	3	2
Wasser (Nutzwasser) bis 70 °C	N0674-70	1	1	1	2	1	1	2	1	4	4	1	1	1		1	1	1
Wasser, schweres	N0674-70	1	1	1		1	1	2	1	4	4	1	1	1		1	1	1
Wasserdampf bis 150 °C	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4		4	4	4
Wasserdampf über 150 °C	V8545-75	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	4	4	4		4	4	4
Wasserglykolegemisch (30 % / 70 %)	E0540-80	2	2	1	2	1	1									2		
Wasser / Ölgemisch	VG292-70	2	3	4	1	1	1					4	4	4		2		4
Wasserstoff	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1		1		1	4	4
Wasserstoff, gasförmig, heiß	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2		1	3	3
Wasserstoff, gasförmig, kalt	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2		1	3	3
Wasserstoffperoxid, 30 %	V0747-75	3	3	1	1	1	1	1	1	4	1	1		1		1	1	1
Wasserstoffperoxid, 90 %	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4		4	3	1
Wein, Weisswein, Rotwein	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1		1	1	1
Weinsäure, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1		1	1	1
Wemco C	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4		4	1	4
Whisky	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1		1	1	1

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Wolmansalz [®] (Holzimprägnierung)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
X																		
Xenon	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Xylidine (Gemisch aromatische Amine)	V8920-75	3	3	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Xylol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4
Z																		
Zeolith	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1
Zinkacetat	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4
Zinkchlorid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1	1	1	1
Zinksalze	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1
Zinksulfat	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4		1	2	2	1	1	1	1
Zinn (II) chlorid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	2
Zinn (IV) chlorid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	4	1			1	1	1	4	1	2	2
Zinn (IV) chlorid, 50 %	N0674-70	1	1	1	1	1	1	4	1			1	1	1	4	1	2	2
Zinnchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	1
Zitronensäure, wässrig	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	1
Zuckerrohrlösung	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	2	1	1	1
Zuckerrübensaft	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	1

¹⁾ Anwendbarkeit: 1 = beständig, 2 = eingeschränkt beständig,

3 = bedingt beständig, 4 = nicht beständig, Leerraum = keine Daten verfügbar

Tab. 11.4 Medienbeständigkeitstabelle

11 Anhang

11.4 Sachwortverzeichnis

A

Abrieb, 99
Abmessungen, 47
ACM, 77
Acrylnitril-Butadien-Kautschuk, 74
Alterung, 99
Alterungstests, 99
Anforderungen an O-Ringe, 121
Antriebsriemen, 15
Anwendungen, 89
Aufdehnen, 19
Ausdehnungskoeffizient, 99
ASTM D 2000, 81
Automobilindustrie, 89

B

Basiselastomere, 74
Beschichtungen, 68
Bestellbeispiel, 51, 52, 53, 69
Bewegte Abdichtungen, 12
Biomedizin, 90
bleibende Verformung, 100, 113
Bremsystem, 89
Bruchdehnung, 112, 116
Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), 87
Butadien-Kautschuk (BR), 74
Butyl-Kautschuk (IIR), 74

C

Chemie, 90
Chlorbutyl-Kautschuk (CIIR), 75
Chloropren-Kautschuk (CR), 75
Chlorsulfonyl-Polyethylen-Kautschuk (CSM), 75
Compression set, 100

D

DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.), 87
Dichtheit, technische Dichtheit, 101
Diffusion, 101, 104
Druckflüssigkeiten, 90
Druckverformungsrest, 100

E

Einbauart, 9
Einbaufehler, 124
Einbauhinweise, 18
Einbauschrägen, 18
Einzugstellen, 120
Elastomere, 71
Elastomer-Verträglichkeits-Index (EVI), 101
Elektrische Eigenschaften von Elastomeren, 103
Epichlorhydrin-Kautschuk (CO, ECO), 75
Ethylen-Acrylat-Kautschuk (AEM), 76
Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPM, EPDM), 76

Explosive Dekompression, 123
Exzentrizität, 12
Extreme Temperaturen, 91
Extrusion, 121

F

Flanschdichtung, 9, 21, 30
Fließlinien, 120
Flüssigsilikon (LSR), 78
Fluor-Karbon-Kautschuk (FKM), 76
Fluor-Silikon-Kautschuk (FVMQ), 77
Food and Drug Administration (FDA), 88
Formabweichung, 107, 120
Formteile, 63
Freigaben, 87
Führungshülse, 19

G

Gasanwendungen, 94
Gasdurchlässigkeitskoeffizient, 104
Getriebe, 90
Gewichtsverlust, 98
Gough-Joule-Effekt, 106
Glättungstiefe, 107
Grat, 120
Gummi-Formteile, 63

H

Härte, 105
Haftreibung, 108
Halbleiter-Produktion, 94
HEES, 91
Heizung, 97
HEPG, 91
HETG, 91
HFA, 74, 77
HFB, 74, 77
HFC, 74, 77
HFD, 75, 91
HiFluor®, 76, 90
Hohe Temperaturen, 91
Hydraulik – Verpressung und Einbaumaße, 34
Hydrierter Nitril-Butadien-Kautschuk (HNBR), 77

I

IIR, 74
IRHD, 105

K

Kälte- und Klimatechnik, 94
Kautschukarten, 79
Klimaanlage, 90
Kolbendichtung, 21, 35, 40
Konstruktionsempfehlungen, 21
Korrosion, 103
Kraftstoffsystem, 89
Kugeldruckhärte, 105

L

Lagerung, 106
 Lebensmittel und Pharmazie, 97
 Leckrate von Gasen, 104
 Luft- und Raumfahrt, 96

M

Maßband, 67
 Maßtoleranzen, 62
 Maßvergleichsliste, 127
 Medienbeständigkeitstabelle, 131
 Messkegel, 67
 Mittenrauwert, 107
 Montagefette, 63
 Montagevorrichtung, 19
 Montagewerkzeug, 68
 Motor, 89

N

Nitril-Kautschuk (NBR), 74
 Normen, 125
 Nutabmessungen – bewegte Abdichtung Hydraulik, 13
 Nutabmessungen für schwimmenden O-Ring, 15
 Nutabmessungen – Pneumatik, 14
 Nutabmessungen – radiale Verpressung, 10

O

Öl- und Gasindustrie, 97
 Oberflächenbehandlung, 68
 Oberflächenbeurteilung, 108
 Oberflächengüte, 56
 O-Lube, 63
 O-Ring-Abmessungen, 47
 O-Ringe für Verschraubungen, 53
 O-Ring-Kits, 64

P

Parbak®-Stützringe, 55
 ParCoat®-Beschichtungen, 68
 Parofluor®, 77
 Perbunan, 74
 Perfluor-Kautschuk (FFKM), 77
 Pilzresistente Werkstoffe, 98
 Pneumatik – Verpressung und Einbaumaße, 39
 Polyacrylat-Kautschuk (ACM), 77

Q

Qualitätskriterien, 119
 Querschnittsverringung, 106

R

Rauheitsbegriffe, 107
 Rauheit von Dichtflächen, 107
 Reibung, 108
 Reinigung, 106
 Reißdehnung, 112

Reißfestigkeit, 112

Rollen, 19
 Ruhende Abdichtung, 9, 21
 Ruhende Abdichtungen – axial, 10
 Ruhende Abdichtungen – radial, 10
 Ruhende Abdichtung – Trapeznut, 11

S

Sanitär, 97
 Schadensanalyse, 121
 Schäden durch Abrieb, 124
 Scharfe Kanten, 19
 Schmiermittel, 63
 Schwimmender Einbau, 39
 Shore A, 105
 Silikon-Kautschuk (LSR, Q, MQ, VMQ), 77
 Solaranlagen, 91
 Sortenmerkmal, 119
 Spalteinwanderung, 121
 Spannungsrelaxation, 113
 Spiralfehler, 123
 Stangendichtung, 21
 Stangendichtung statisch, 27
 Stick-Slip-Effekt, 110
 Stoßbelastizität, 113
 Strahlung, 113
 Strahlenbeständigkeit, 96
 Stribeck, 110
 Stützringe, 55
 Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), 78
 Super-O-Lube, 64
 Synthesekautschukarten, 71

T

Temperaturbereiche, 80
 Thermoplastische Polyurethane (TPU), 78
 Tiefe Temperaturen, 93
 Toleranzen, 51
 TR10, 92
 Treibriemen, 16

V

Vakuumabdichtung, 97
 Verdrehte O-Ringe, 123
 Verfahrenstechnik, 90
 Verformungskraft, 113
 Verpressung, 114
 Versatz, 120
 Verschleiß, 112
 Verschraubungen, 52
 Vertiefungen, 120
 Verunreinigungen, 18
 Volumenänderung, 116
 Vulkanisation, 73

11 Anhang

W

Weiterreißwiderstand, 117

Welligkeit, 107

Werkstoffauswahl, 79

Werkstoffbezeichnung, 82

Wulst, 120

Z

Zerreiß-, Bruch-, Zugfestigkeit, 112

Zugverformungsrest, 117

zulässiger Druck, 56

A large grid of graph paper for taking notes, consisting of 20 columns and 40 rows of small squares.



A large grid of graph paper, consisting of approximately 24 columns and 40 rows of small squares, intended for taking notes.

Notizen

A large grid of graph paper, consisting of 25 columns and 30 rows of small squares, intended for taking notes.

Parker-Prädifa weltweit

Europa, Naher Osten, Afrika

AE – Vereinigte Arabische Emirate, Dubai

Tel: +971 4 8127100
parker.me@parker.com

AT – Österreich, Wiener Neustadt

Tel: +43 (0)2622 23501-0
parker.austria@parker.com

AT – Osteuropa, Wiener Neustadt

Tel: +43 (0)2622 23501 900
parker.easteurope@parker.com

AZ – Aserbaidtschan, Baku

Tel: +994 50 2233 458
parker.azerbaijan@parker.com

BE/LU – Belgien, Nivelles

Tel: +32 (0)67 280 900
parker.belgium@parker.com

BG – Bulgarien, Sofia

Tel: +359 2 980 1344
parker.bulgaria@parker.com

BY – Weißrussland, Minsk

Tel: +375 17 209 9399
parker.belarus@parker.com

CH – Schweiz, Ettoy

Tel: +41 (0)21 821 87 00
parker.switzerland@parker.com

CZ – Tschechische Republik, Klecany

Tel: +420 284 083 111
parker.czechrepublic@parker.com

DE – Deutschland, Kaarst

Tel: +49 (0)2131 4016 0
parker.germany@parker.com

DK – Dänemark, Ballerup

Tel: +45 43 56 04 00
parker.denmark@parker.com

ES – Spanien, Madrid

Tel: +34 902 330 001
parker.spain@parker.com

FI – Finnland, Vantaa

Tel: +358 (0)20 753 2500
parker.finland@parker.com

FR – Frankreich, Contamine s/Arve

Tel: +33 (0)4 50 25 80 25
parker.france@parker.com

GR – Griechenland, Athen

Tel: +30 210 933 6450
parker.greece@parker.com

HU – Ungarn, Budaörs

Tel: +36 23 885 470
parker.hungary@parker.com

IE – Irland, Dublin

Tel: +353 (0)1 466 6370
parker.ireland@parker.com

IT – Italien, Corsico (MI)

Tel: +39 02 45 19 21
parker.italy@parker.com

KZ – Kasachstan, Almaty

Tel: +7 7273 561 000
parker.easteurope@parker.com

NL – Niederlande, Oldenzaal

Tel: +31 (0)541 585 000
parker.nl@parker.com

NO – Norwegen, Asker

Tel: +47 66 75 34 00
parker.norway@parker.com

PL – Polen, Warschau

Tel: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

PT – Portugal, Leca da Palmeira

Tel: +351 22 999 7360
parker.portugal@parker.com

RO – Rumänien, Bukarest

Tel: +40 21 252 1382
parker.romania@parker.com

RU – Russland, Moskau

Tel: +7 495 645-2156
parker.russia@parker.com

SE – Schweden, Spånga

Tel: +46 (0)8 59 79 50 00
parker.sweden@parker.com

SK – Slowakei, Banská Bystrica

Tel: +421 484 162 252
parker.slovakia@parker.com

SL – Slowenien, Novo Mesto

Tel: +386 7 337 6650
parker.slovenia@parker.com

TR – Türkei, Istanbul

Tel: +90 216 4997081
parker.turkey@parker.com

UA – Ukraine, Kiew

Tel: +380 44 494 2731
parker.ukraine@parker.com

UK – Großbritannien, Warwick

Tel: +44 (0)1926 317 878
parker.uk@parker.com

ZA – Republik Südafrika,

Kempton Park
Tel: +27 (0)11 961 0700
parker.southafrica@parker.com

Nordamerika

CA – Kanada, Milton, Ontario

Tel: +1 905 693 3000

US – USA, Cleveland

Tel: +1 216 896 3000

Asien-Pazifik

AU – Australien, Castle Hill

Tel: +61 (0)2-9634 7777

CN – China, Schanghai

Tel: +86 21 2899 5000

HK – Hong Kong

Tel: +852 2428 8008

IN – Indien, Mumbai

Tel: +91 22 6513 7081-85

JP – Japan, Tokyo

Tel: +81 (0)3 6408 3901

KR – Korea, Seoul

Tel: +82 2 559 0400

MY – Malaysia, Shah Alam

Tel: +60 3 7849 0800

NZ – Neuseeland, Mt Wellington

Tel: +64 9 574 1744

SG – Singapur

Tel: +65 6887 6300

TH – Thailand, Bangkok

Tel: +662 186 7000-99

TW – Taiwan, Taipei

Tel: +886 2 2298 8987

Südamerika

AR – Argentinien, Buenos Aires

Tel: +54 3327 44 4129

BR – Brasilien, Sao Jose dos Campos

Tel: +55 800 727 5374

CL – Chile, Santiago

Tel: +56 2 623 1216

MX – Mexico, Apodaca

Tel: +52 81 8156 6000