



O-RING HANDBUCH



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 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 Prädifa Technology Division von Parker

Die Prädifa Technology Division fertigt O-Ringe und Spezialformteile für viele Industriezweige, wie z.B.:

- Automobilbau
- Chemie
- Biochemie
- Fluidtechnik
- Kälte- und Klimatechnik
- Erdölindustrie
- Medizintechnik
- Luft- und Raumfahrt
- Halbleiterindustrie und viele andere

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 -110 °C (Silikone) und sehr hohe Temperaturen bis $+320\text{ °C}$ (Parofluor® / FFKM). 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 Dichtungskonstruktoren genutzten Standard-Referenzwerken. 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 Basismaterialien 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 werkseitig 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 Rüstkostenanteilen vor.

Alle Lieferungen und Leistungen erfolgen ausschließlich aufgrund unserer Geschäftsbedingungen.

Qualitäts-Systeme

Unsere Werke sind zertifiziert nach ISO 9001 bzw. IAT16949 bzw. EN9100.

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	4.3 Parbak®-Stützringe	51
1.1 O-Ring-Abdichtung	7	4.3.1 Einführung	51
1.2 Werkstoffe für O-Ringe	7		
2 Einbauarten	8	5 Weitere Produkte und Zubehör	58
2.1 Definition der Einbauart	8	5.1 Gummi-Formteile	58
2.2 Ruhende Abdichtungen	8	5.2 Montagefette und Schmiermittel	58
2.2.1 Ruhende Abdichtungen radial	9	5.3 O-Ring-Kits	60
2.2.2 Ruhende Abdichtungen – axial	10	5.3.1 O-Ring-Kit Nr. 2	60
2.2.3 Ruhende Abdichtung – Trapeznut	11	5.3.2 O-Ring-Kit Nr. 4	61
2.3 Bewegte Abdichtungen	11	5.3.3 O-Ring-Kit Nr. 6	62
2.3.1 Bewegte Abdichtung – Hydraulik	12	5.3.4 O-Ring-Kit Nr. 7	63
2.3.2 Bewegte Abdichtungen – Pneumatik	13	5.4 O-Ring-Messkegel und Maßband für O-Ringe	63
2.4 Antriebsriemen	14	5.5 O-Ring-Montagewerkzeug	64
2.5 Einbauhinweise	17	5.6 ParCoat® – O-Ringe reibungslos montieren	64
2.5.1 Einbauschrägen	17		
2.5.2 Überfahren von Bohrungen	18	6 Elastomere Dichtungswerkstoffe	66
2.5.3 Verunreinigungen und Reinigungsmittel	18	6.1 Allgemeine Zusammenhänge	66
2.5.4 Aufdehnen	18	6.2 Übersicht über Dichtungsmaterialien	66
2.5.5 Rollen	18	6.2.1 Thermoplaste (Plastomere)	66
2.5.6 Scharfe Kanten	19	6.2.2 Elastomere	67
2.5.7 Montagevorrichtung	19	6.2.3 Thermoplastische Elastomere (TPE)	68
		6.2.4 Duroplaste (Duromere)	69
3 Konstruktionsempfehlungen	20	6.3 Basiselastomere	69
3.1 Ruhende Abdichtung	20	6.3.1 Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR)	69
3.1.1 Verpressung und Einbaumaße	20	6.3.2 Butadien-Kautschuk (BR)	70
3.1.2 Kolbendichtung statisch	21	6.3.3 Butyl-Kautschuk (IIR)	70
3.1.3 Stangendichtung statisch	26	6.3.4 Halobutyl (XIIR)	70
3.1.4 Flanschdichtung statisch	29	6.3.5 Chloropren-Kautschuk (CR)	70
3.2 Bewegte Abdichtung	33	6.3.6 Chlorsulfonyl-Polyethylen-Kautschuk (CSM)	70
3.2.1 Hydraulik – Verpressung und Einbaumaße	33	6.3.7 Epichlorhydrin-Kautschuk (CO, ECO)	71
3.2.2 Hydraulik – Kolbendichtung dynamisch	34	6.3.8 Ethylen-Acrylat-Kautschuk (AEM)	71
3.2.3 Hydraulik – Stangendichtung dynamisch	36	6.3.9 Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPM, EPDM)	71
3.2.4 Pneumatik – Verpressung und Einbaumaße	37	6.3.10 Fluor-Karbon-Kautschuk (FKM)	72
3.2.5 Pneumatik – Kolbendichtung dynamisch	38	6.3.11 Fluor-Silikon-Kautschuk (FVMQ)	72
3.2.6 Pneumatik – Stangendichtung dynamisch	40	6.3.12 Hydrierter Nitril-Butadien-Kautschuk (HNBR)	72
3.2.7 Pneumatik – schwimmender Einbau dynamisch	41	6.3.13 Perfluor-Kautschuk (FFKM)	72
		6.3.14 Polyacrylat-Kautschuk (ACM)	73
		6.3.15 Thermoplastische Polyurethane (TPU)	73
4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe	43	6.3.16 Silikon-Kautschuk (LSR, Q, MQ, VMQ)	73
4.1 O-Ring-Abmessungen	43	6.3.17 Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR)	74
4.2 O-Ringe für Verschraubungen	48	6.4 Werkstoffauswahl	74
4.2.1 Einschraublöcher für Rohrverschraubungen für metrische Ausführungen nach DIN EN ISO 6149-1 und für UNF nach ISO 11926-1	48	6.5 Werkstoffauswahl nach SAE- und ASTM-Spezifikation	76
4.2.2 Dichtkegel 24° mit O-Ring für Bohrungsform W nach DIN 3861	48	6.6 Werkstoffe	78
4.2.3 Einschraublöcher nach SAE J 514 , Gewinde nach SAE J 475 (ISO 725)	49	6.7 Freigaben	81
4.2.4 Einschraublöcher nach MS 33649 , Gewinde nach MIL-S-8879	50	6.7.1 Werkstoffe für Gasversorgungs- und Verbrauchseinrichtungen	81
4.2.5 O-Ring-Abdichtung für MS 33656 – Durchgangverschraubungen	50	6.7.2 Sauerstoffarmaturen	81
		6.7.3 Werkstoffe für die Aufbereitung, Speicherung und Verteilung von Trinkwasser	81
		6.7.4 Werkstoffe für die Lebensmittel- und pharmazeutische Industrie	82

Inhalt

7 Anwendungen	84	8.17.1 Reibung	104
7.1 Automobilindustrie	84	8.17.2 Verschleiß	107
7.1.1 Verbrennungsmotor	84	8.17.3 Wechselwirkung zwischen Reibung, Verschleiß und Dichtvorgang	108
7.1.2 Kraftstoffsystem für flüssige Kraftstoffe	84	8.18 Reißdehnung	108
7.1.3 Bremssystem	84	8.19 Reißfestigkeit	108
7.1.4 Kraftstoffsystem	84	8.20 Spannungsrelaxation	108
7.1.5 Emissionsreduzierung durch Abgasbehandlung	85	8.21 Stoßelastizität	109
7.1.6 Thermomanagement	85	8.22 Strahlung	109
7.1.7 Elektro- und Elektronikanwendungen	85	8.23 Verformungskraft	109
7.1.8 Wasserstoff und Brennstoffzellen	85	8.24 Verpressung des O-Ring-Querschnittes	110
7.2 Biomedizin	85	8.25 Volumenänderung	112
7.3 Chemie / Verfahrenstechnik	86	8.26 Weiterreißwiderstand	113
7.4 Umweltfreundliche Druckflüssigkeiten	86	8.27 Zugverformungsrest	113
7.5 Solaranlagen	86	9 Qualitätskriterien	114
7.6 Geothermie	87	9.1 Qualität	114
7.7 Extreme Temperaturen	87	9.2 Beurteilungskriterien für O-Ringe	114
7.7.1 Hohe Temperaturen	87	10 Schadensanalyse	116
7.7.2 Tiefe Temperaturen	87	10.1 Anforderungen an O-Ringe	116
7.8 Gasanwendungen	90	10.2 Extrusion oder Spalteinwanderung – der Druckaufbau und seine Folgen	116
7.9 Halbleiter-Produktion	90	10.3 Ausfall durch hohe bleibende Verformung	117
7.10 Kälte- und Klimatechnik, Treibmittel	90	10.4 Verdrehte O-Ringe, Spiralfehler	118
7.11 Lebensmittel und Pharmazie	92	10.5 Explosive Dekompression	118
7.12 Luft- und Raumfahrt	92	10.6 Abrieb	119
7.13 Nukleartechnik	92	10.7 Einbaufehler	119
7.14 Öl- und Gasindustrie	92	11 Anhang	120
7.15 Sanitär / Heizung	92	11.1 Normen	120
7.16 Vakuumabdichtung	92	11.1.1 O-Ring-Normen	120
7.17 Pilzresistente Werkstoffe	93	11.1.2 Weitere Normen	121
8 Begriffe in der Dichtungstechnik	94	11.2 Maßvergleichsliste	122
8.1 Allgemeine Auswahlkriterien	94	11.3 Medienbeständigkeitstabelle	125
8.2 Abrieb	94	11.4 O-Ring Produktserien auf www.parker.com	149
8.3 Alterung	94		
8.4 Alterungstests	94		
8.5 Ausdehnungskoeffizient	94		
8.6 Druckverformungsrest	95		
8.7 Dichtheit, technische Dichtheit	96		
8.8 Elastomer-Verträglichkeits-Index (EVI)	96		
8.9 Elektrische Eigenschaften von Elastomeren	98		
8.10 Korrosion	98		
8.10.1 Korrosion durch freien Schwefel	98		
8.10.2 Korrosion durch Salzsäurebildung	98		
8.10.3 Elektrochemische Korrosion	98		
8.11 Leckrate von Gasen	99		
8.12 Härte	101		
8.13 Gough-Joule-Effekt	101		
8.14 Lagerung, Lagerzeit und Reinigung von Elastomeren	101		
8.15 Querschnittsverringerung durch Dehnung	102		
8.16 Rauheit von Dichtflächen	102		
8.17 Reibung und Verschleiß	104		

1.1 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 und/oder radiale Verpressung. Weil sich Gummi-Werkstoffe wie inkompressible, hochviskose Flüssigkeiten mit einer hohen Oberflächenspannung verhalten, verformt sich ein O-Ring unter Einwirkung des Systemdruckes (siehe Abbildung 1.1). Die Pressung auf die Dichtflächen wird auf diese Weise noch weiter erhöht.

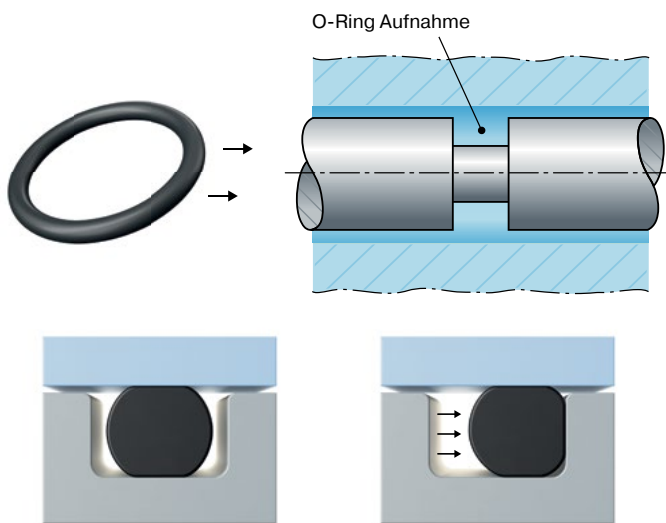


Abb. 1.1 Verformung des O-Rings unter Einwirkung des Systemdruckes

Vorteile von O-Ringen

- Breiter Anwendungsbereich (Drücke, Toleranzen, Temperaturen, Medien)
- Selbst- und druckunterstützt dichtend
- Kein Nachspannen oder Nachziehen
- Kein kritisches Drehmoment
- Geringer Platzbedarf
- Keine Nutteilung erforderlich
- Einfache Berechnung der Nut
- Einfache Handhabung und Montage
- 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 Schraubköpfen, 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 stati-

schon Anwendungen 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 translatorischen, 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.

1.2 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.

2 Einbauarten

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 dynamische Abdichtung.

Die Einbauweisen definieren sich 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“.

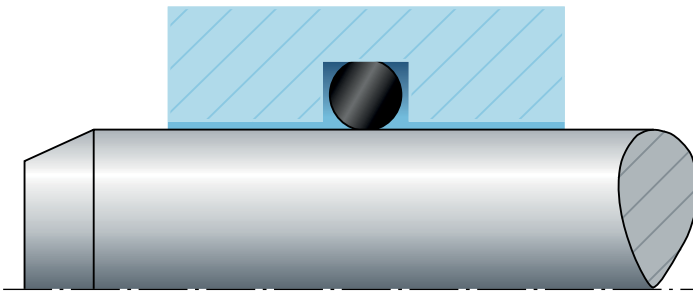


Abb. 2.1 Nut im Außenteil („Stangendichtung“): O-Ring radial verpresst

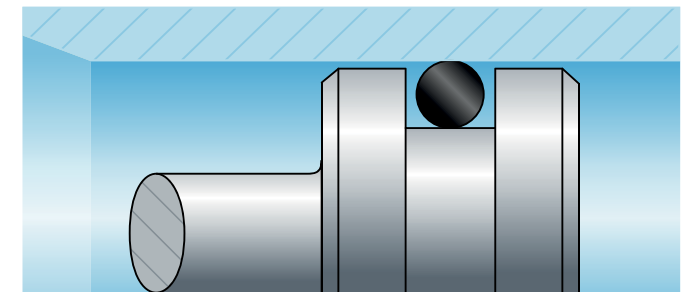


Abb. 2.2 Nut im Innenteil („Kolbendichtung“): O-Ring radial verpresst

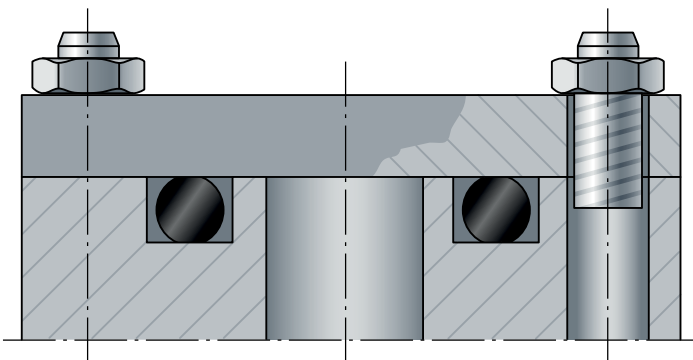


Abb. 2.3 Flanschdichtung: O-Ring axial verpresst

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 fachgerechte Einbau-raum, 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“).

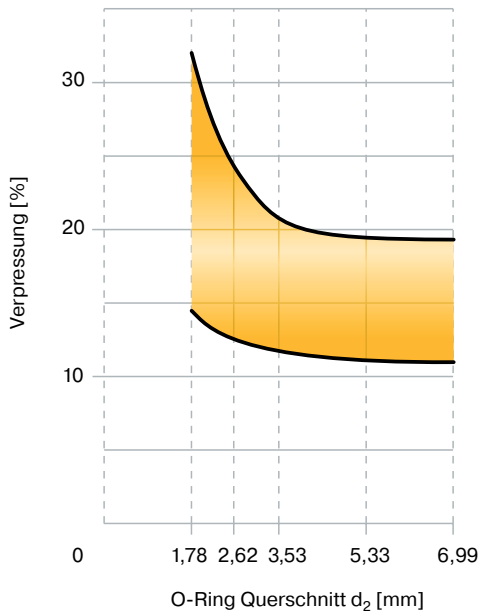


Abb. 2.4 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2 – ruhende Abdichtung

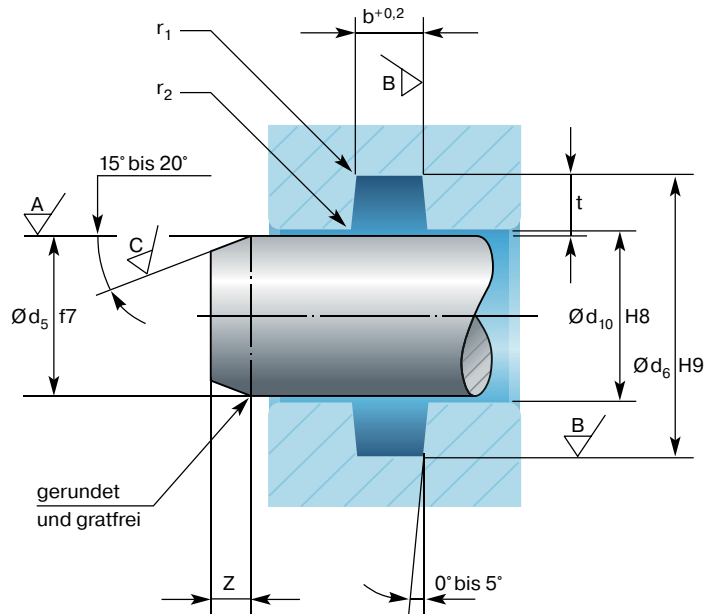


Abb. 2.6 Nut im Außenteil

2.2.1 Ruhende Abdichtungen radial

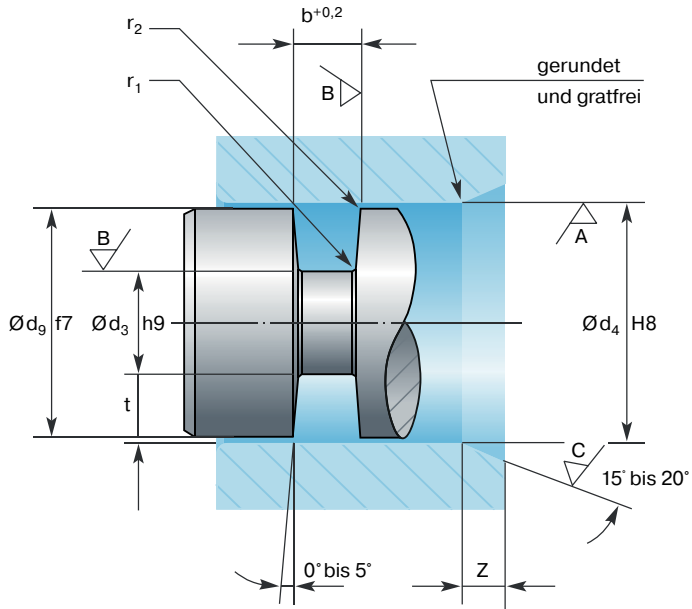


Abb. 2.5 Nut im Innenteil

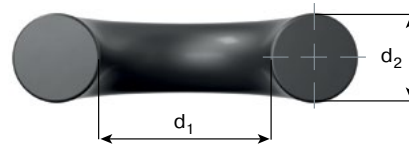


Abb. 2.7 Innendurchmesser d_1 , Schnurstärke d_2

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 $d_3h9 + d_4H8$ oder $d_5f7 + d_6H9$.

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

Tab. 2.1 Nutabmessungen – radiale Verpressung

2 Einbauarten

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
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 13 % gestaucht sein).
- Wirkt der Druck von außen, soll sich der O-Ring mit seinem Innendurchmesser am Nutinnendurchmesser anlegen (bis 6 % gedehnt).

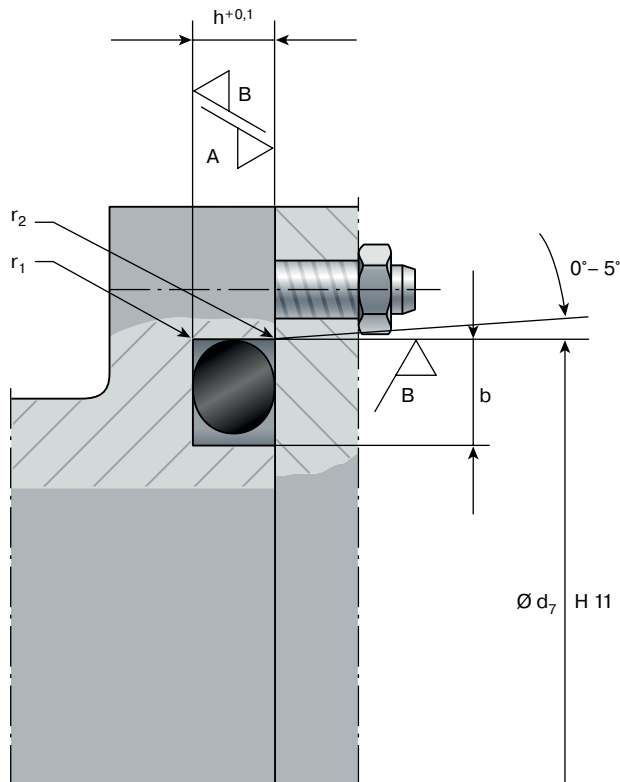


Abb. 2.8 Druck von innen

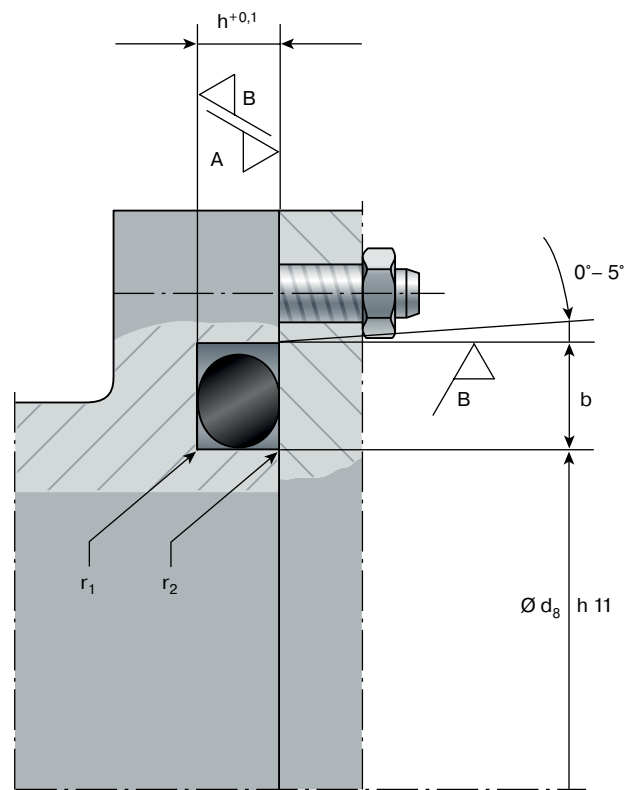


Abb. 2.9 Druck von außen

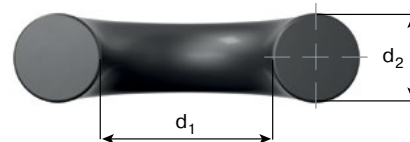


Abb. 2.10

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	0,80 - 1,20	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 [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. 2.4 Oberflächenrauheit – ruhende Abdichtung

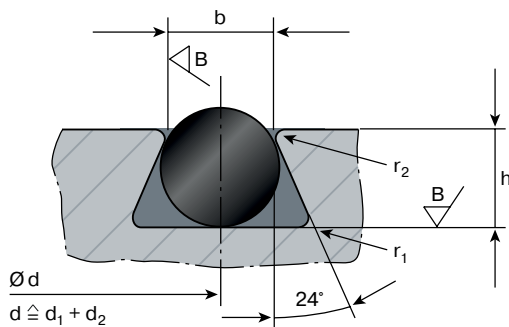
Oberfläche	Druck	Oberflächenrauheit, Traganteil $t_p > 50\%$	
		R_a [μm]	$R_{max.}$
A Kontaktfläche	nicht pulsierend	1,60	6,30
A Kontaktfläche	pulsierend	0,80	3,20
B Nutgrund und -seiten	nicht pulsierend	3,20	12,50
B Nutgrund und -seiten	pulsierend	1,60	6,30

Tab. 2.6 Oberflächenrauheit – ruhende Abdichtung

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.



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.

Abb. 2.11 Trapeznut

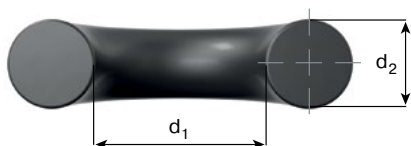


Abb. 2.12 Innendurchmesser d_1 , Schnurstärke d_2

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

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

2 Einbauarten

- 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

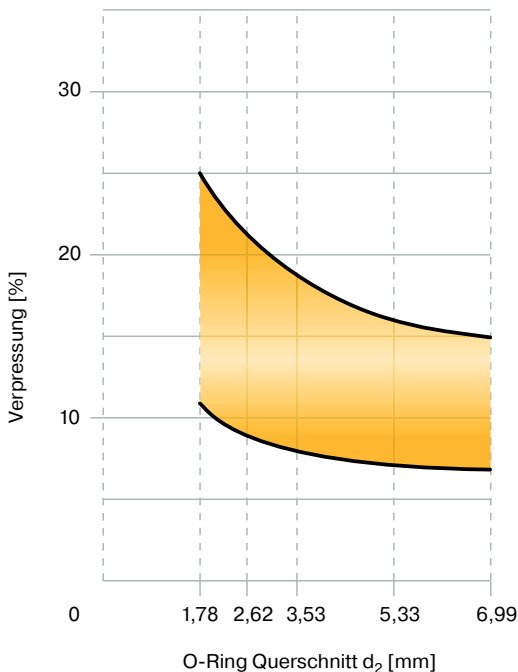


Abb. 2.13 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit der Schnurstärke d_2 – bewegte Abdichtung Hydraulik

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.

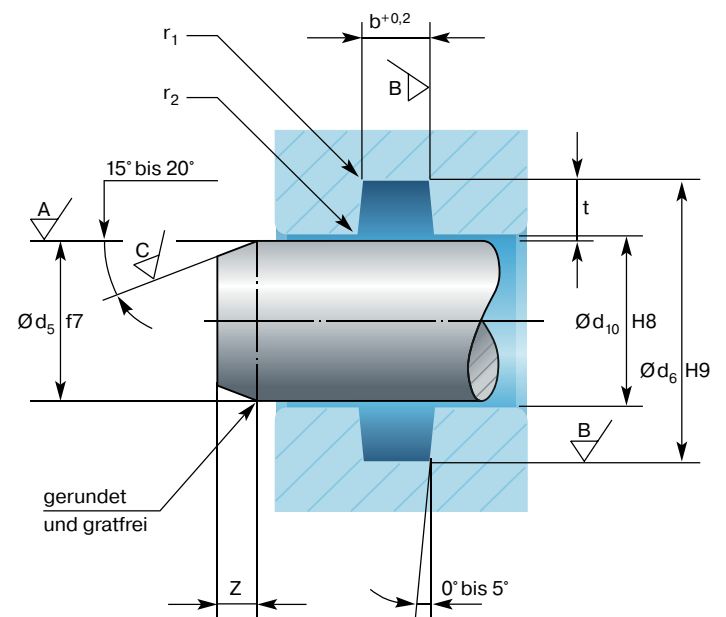


Abb. 2.14 Stangendichtung – Hydraulik und Pneumatik

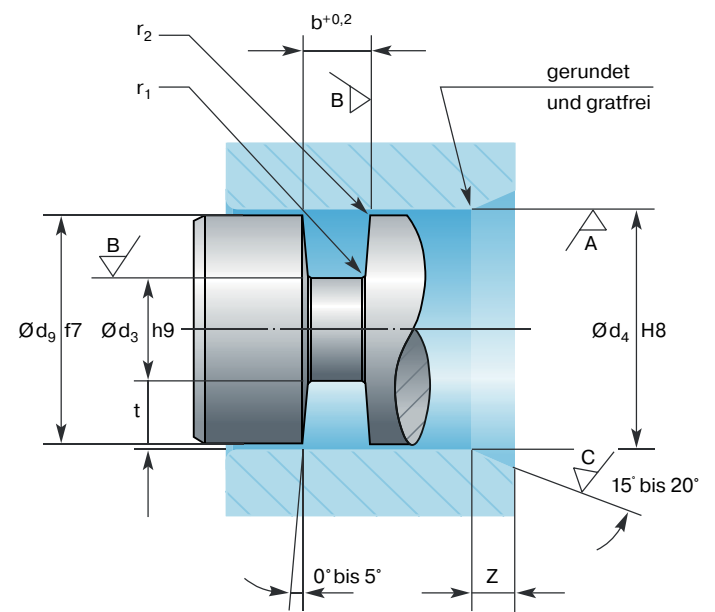


Abb. 2.15 Kolbendichtung – Hydraulik und Pneumatik

2 Einbauarten

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 $d_3h9 + d_4H8$ oder $d_5f7 + d_6H9$.

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

Tab. 2.7 Nutabmessungen – bewegte Abdichtung Hydraulik

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.

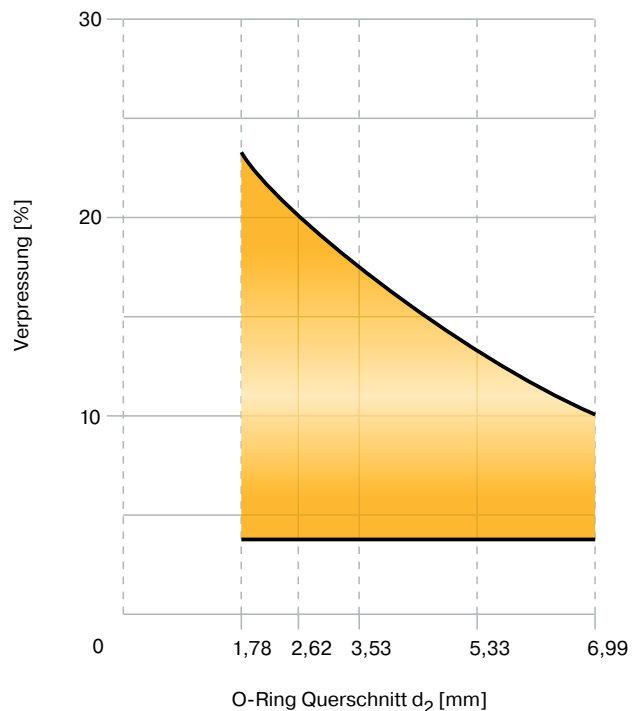


Abb. 2.16 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2 – bewegte Abdichtung Pneumatik

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

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

d_{2min} = 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

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. 2.10 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.

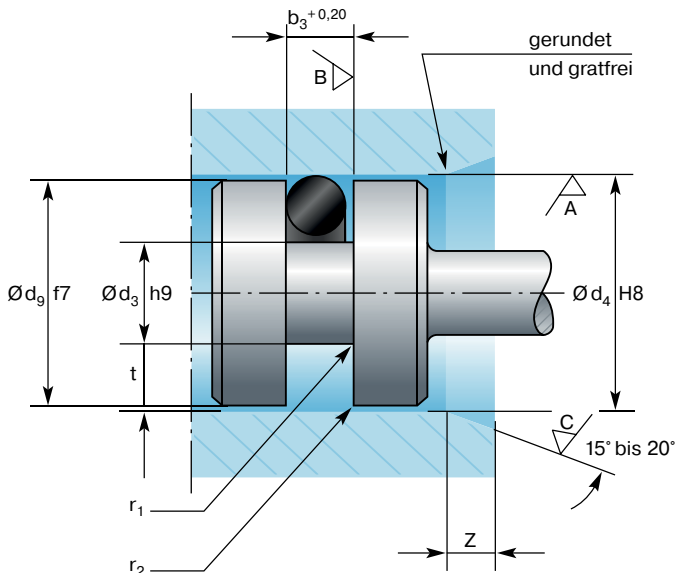


Abb. 2.17

d_2	$t^{1)}$	$b_3^{+0,2}$	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 [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. 2.12 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



Abb. 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

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/mm ²
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/mm ² zwischen zwei Riemenscheiben mit 12,7 mm Ø
Temperatur:	siehe Tabelle

Baselastomer	Parker-Werkstoff	Härte [Shore A]	Dynamische Spannungsrelaxation ¹⁾	Statische Spannungsrelaxation ¹⁾			Dynamisches Verhalten ²⁾	Betriebs-temperatur	Beständigkeit gegenüber ²⁾				
				Temperatur					Mineralöl und -fett	Silikonöl und -fett	Wasser	Ozon	Abrieb
				24 °C	65 °C	80 °C							
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 Einbauarten

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.

Berechnung des Antriebsriemens bei offener 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

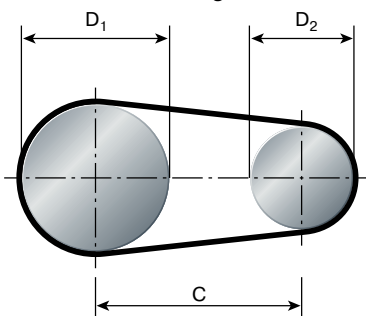


Abb. 2.19 Offene Ausführung

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:

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

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:

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

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

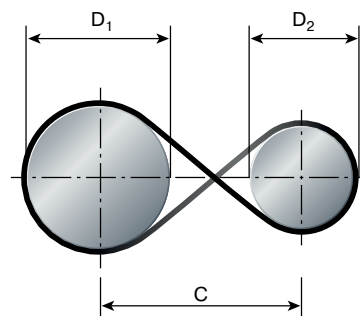


Abb. 2.20 Gekreuzte Ausführung

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:

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

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 Mittenabstandes C:

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

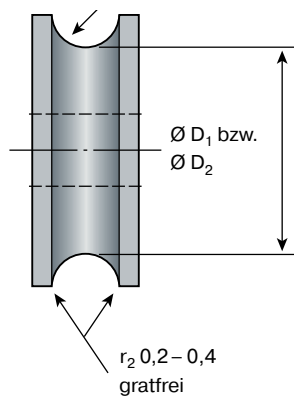


Abb. 2.21 Nutradius der Riemenscheibe

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:

$$R_{\max} < 6,3 \mu\text{m}$$

$$R_a < 1,6 \mu\text{m}$$

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.

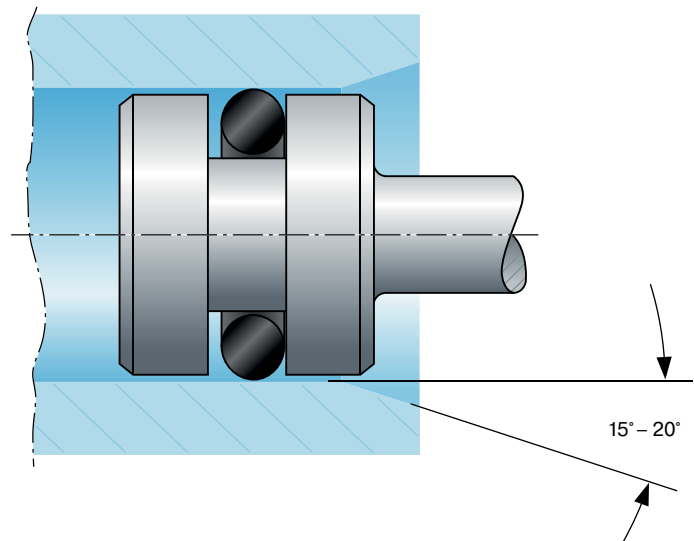


Abb. 2.22 Einbaubeispiel Kolbendichtung

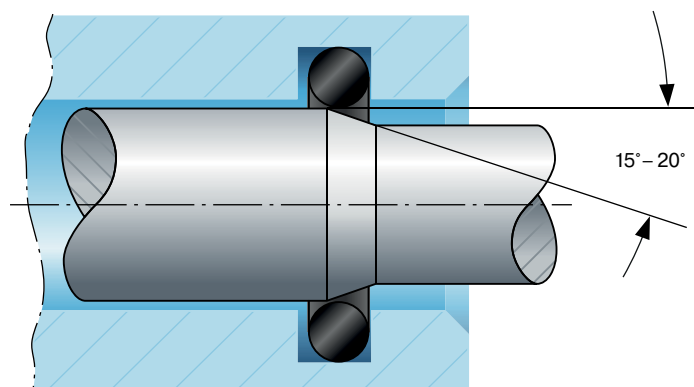


Abb. 2.23 Einbaubeispiel Stangendichtung

2 Einbauarten

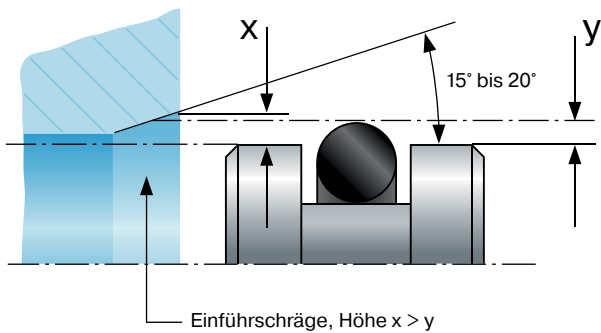


Abb. 2.24 Die Detaildarstellung der Einführschräge zeigt den entspannten O-Ring und das Maß x , das größer als das Maß y sein soll, um eine sichere Montage zu gewährleisten.

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.

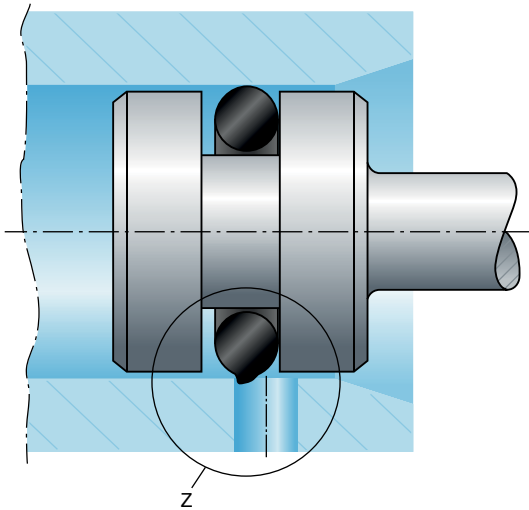


Abb. 2.25

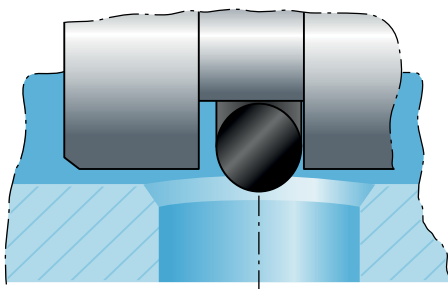


Abb. 2.26 Lässt sich diese Änderung nicht durchführen, ist die Bohrung von innen zu entgraten.

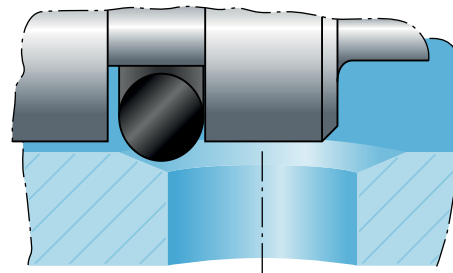


Abb. 2.27 Die beste Lösung ist eine umlaufende Entlastungsnut im Bereich der Bohrung. Der O-Ring kann sich entspannen und ist durch die Ein- und Auslaufschräge geführt.

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 verdrillt in der Nut liegender O-Ring kann z.B. zum Spiralfehler (siehe Kapitel „Schadensanalyse“) oder zur Undichtheit führen.

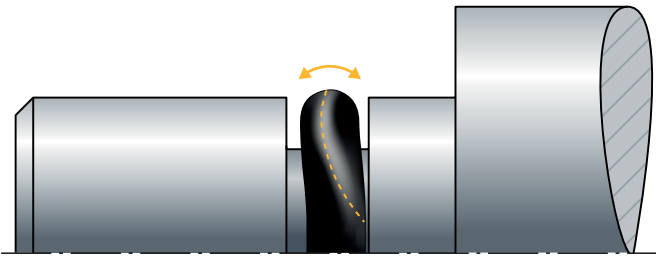


Abb. 2.28 Bei der Montage verdrehter O-Ring

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.

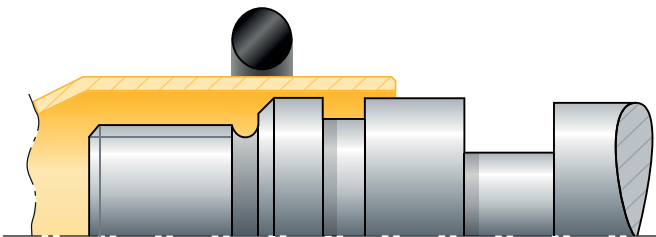


Abb. 2.29 Verwendung einer Montagehülse

2.5.7 Montagevorrichtung

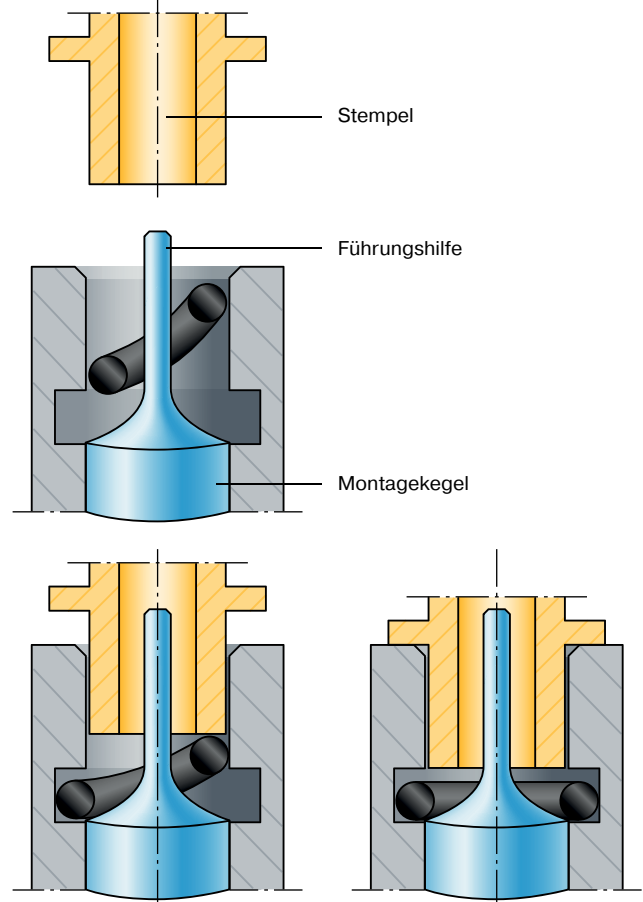


Abb. 2.30 Verwendung eines Stempels und einer Führungshilfe

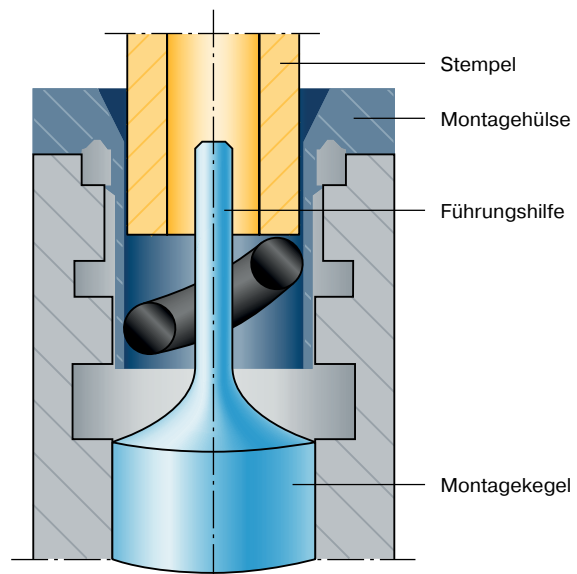


Abb. 2.31 Diese Montagehilfe wird um eine Hülse erweitert, wenn scharfe Kanten die Dichtung gefährden.

3 Konstruktionsempfehlungen

3.1 Ruhende Abdichtung

3.1.1 Verpressung und Einbaumaße

Kolbendichtung – radiale Verpressung

O-Ring im Innenteil eingebaut

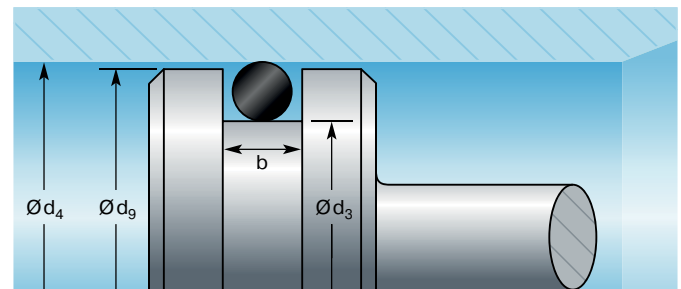


Abb. 3.1 Kolbendichtung – radiale Verpressung

Stangendichtung – radiale Verpressung

O-Ring im Außenteil eingebaut

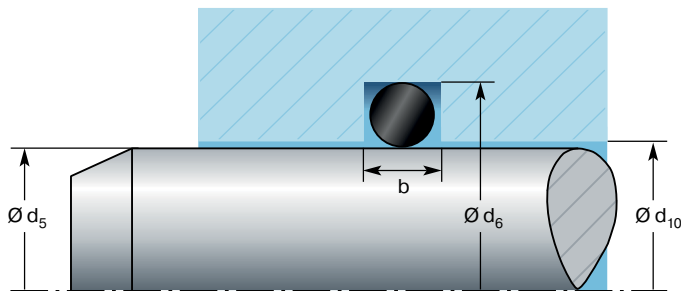


Abb. 3.2 Stangendichtung – radiale Verpressung

Flanschdichtung – axiale Verpressung

Bei Innendruck: O-Ring-Außendurchmesser muss gestaucht werden

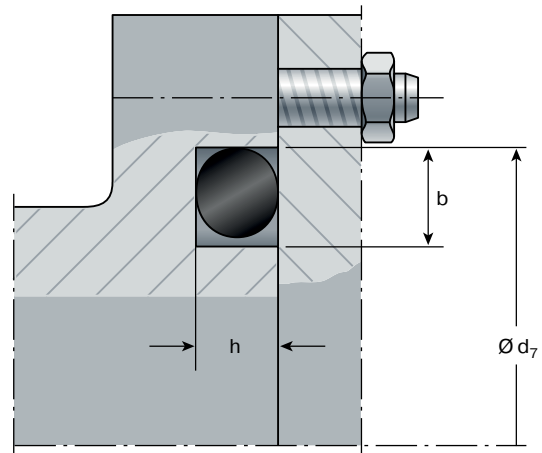


Abb. 3.3 Flanschdichtung – axiale Verpressung

Bei Außendruck: O-Ring-Innendurchmesser muss gedehnt werden

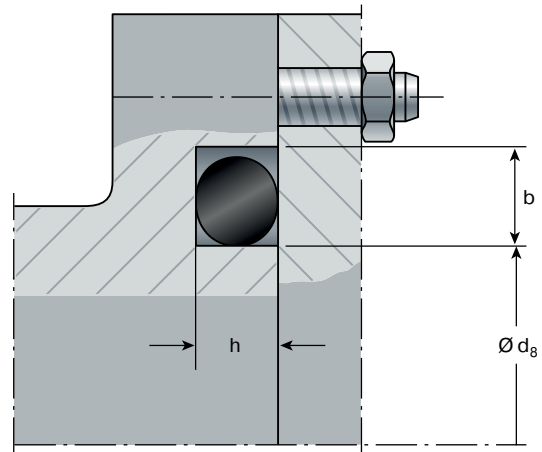
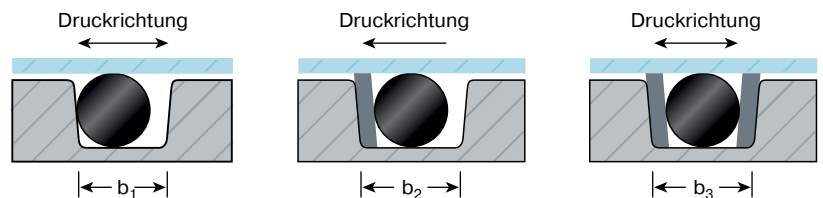
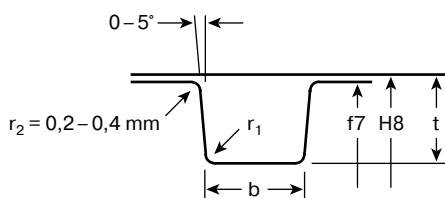


Abb. 3.4 Flanschdichtung – axiale Verpressung



Schnurstärke d_2	Mittlere Nuttiefe t	Verformung [mm]	Verformung [%]	Nutbreite			Radius r_1 [mm]
				ohne Anti-Extrusionsring [mm]	ein Anti-Extrusionsring [mm]	zwei Anti-Extrusionsringe [mm]	
1,78 $\pm 0,08$	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 $\pm 0,09$	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 $\pm 0,10$	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 $\pm 0,13$	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 $\pm 0,15$	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

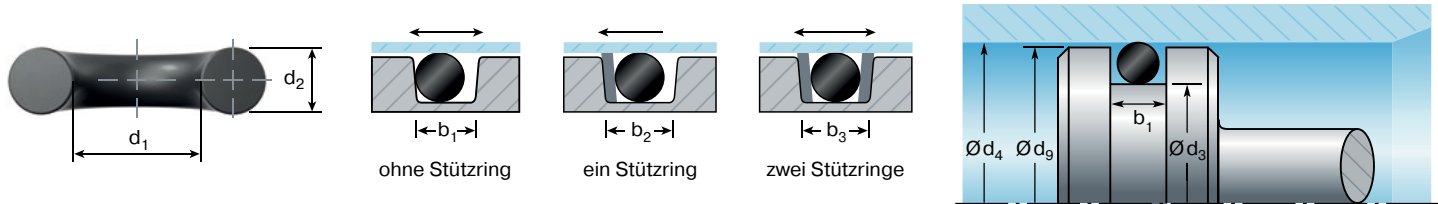


Abb. 3.5

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ , d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-004	1,78	1,78	2,8	4,2	5,6	4,52	1,93	h6
2-005	2,57	1,78	2,8	4,2	5,6	5,31	2,72	h6
2-006	2,9	1,78	3,5	4,6	5,6	5,65	3,05	h6
2-007	3,68	1,78	2,8	4,2	5,6	6,43	3,84	h6
2-008	4,47	1,78	2,8	4,2	5,6	7,22	4,63	h6
2-009	5,28	1,78	2,8	4,2	5,6	8,04	5,45	h6
2-010	6,07	1,78	2,8	4,2	5,6	8,83	6,24	h6
2-011	7,65	1,78	2,8	4,2	5,6	10,42	7,83	h6
2-012	9,25	1,78	2,8	4,2	5,6	12,17	9,59	h8
2-013	10,82	1,78	2,8	4,2	5,6	13,77	11,2	h8
2-014	12,42	1,78	2,8	4,2	5,6	15,4	12,83	h8
2-015	14	1,78	2,8	4,2	5,6	17,06	14,49	h8
2-016	15,6	1,78	2,8	4,2	5,6	18,75	16,17	h8
2-017	17,17	1,78	2,8	4,2	5,6	20,35	17,78	h8
2-018	18,77	1,78	2,8	4,2	5,6	21,98	19,41	h8
2-019	20,35	1,78	2,8	4,2	5,6	23,59	21,12	h9
2-020	21,95	1,78	2,8	4,2	5,6	25,22	22,75	h9
2-021	23,52	1,78	2,8	4,2	5,6	26,83	24,36	h9
2-022	25,12	1,78	2,8	4,2	5,6	28,48	26,01	h9
2-023	26,7	1,78	2,8	4,2	5,6	30,08	27,62	h9
2-024	28,3	1,78	2,8	4,2	5,6	31,72	29,25	h9
2-025	29,87	1,78	2,8	4,2	5,6	33,35	30,91	h9
2-026	31,47	1,78	2,8	4,2	5,6	34,99	32,55	h9
2-027	33,05	1,78	2,8	4,2	5,6	36,6	34,16	h9
2-028	34,65	1,78	2,8	4,2	5,6	38,28	35,84	h9
2-029	37,62	1,78	2,8	4,2	5,6	41,51	39,07	h9
2-030	41	1,78	2,8	4,2	5,6	44,76	42,32	h9
2-031	44,17	1,78	2,8	4,2	5,6	48,04	45,6	h9
2-032	47,35	1,78	2,8	4,2	5,6	51,28	48,84	h9
2-033	50,52	1,78	2,8	4,2	5,6	54,6	52,19	h9
2-034	53,7	1,78	2,8	4,2	5,6	57,84	55,43	h9
2-035	56,87	1,78	2,8	4,2	5,6	61,08	58,67	h9
2-036	60,05	1,78	2,8	4,2	5,6	64,32	61,91	h9
2-037	63,22	1,78	2,8	4,2	5,6	67,55	65,14	h9
2-038	66,4	1,78	2,8	4,2	5,6	70,85	68,44	h9
2-039	69,57	1,78	2,8	4,2	5,6	74,08	71,67	h9
2-040	72,75	1,78	2,8	4,2	5,6	77,33	74,92	h9
2-041	75,92	1,78	2,8	4,2	5,6	80,66	78,25	h9

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ , d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-042	82,27	1,78	2,8	4,2	5,6	87,14	84,76	h9
2-043	88,62	1,78	2,8	4,2	5,6	93,61	91,23	h9
2-044	94,97	1,78	2,8	4,2	5,6	100,17	97,79	h9
2-045	101,32	1,78	2,8	4,2	5,6	106,65	104,27	h9
2-046	107,67	1,78	2,8	4,2	5,6	113,2	110,82	h9
2-047	114,02	1,78	2,8	4,2	5,6	119,68	117,3	h9
2-048	120,37	1,78	2,8	4,2	5,6	126,15	123,8	h9
2-049	126,72	1,78	2,8	4,2	5,6	132,81	130,46	h9
2-050	133,07	1,78	2,8	4,2	5,6	139,29	136,94	h9
2-102	1,24	2,62	3,8	5,2	6,6	5,38	1,38	h6
2-103	2,06	2,62	3,8	5,2	6,6	6,2	2,21	h6
2-104	2,84	2,62	3,8	5,2	6,6	6,98	2,99	h6
2-105	3,63	2,62	3,8	5,2	6,6	7,78	3,79	h6
2-106	4,42	2,62	3,8	5,2	6,6	8,57	4,58	h6
2-107	5,23	2,62	3,8	5,2	6,6	9,39	5,39	h6
2-108	6,02	2,62	3,8	5,2	6,6	10,18	6,19	h6
2-109	7,59	2,62	3,8	5,2	6,6	11,8	7,82	h8
2-110	9,19	2,62	3,8	5,2	6,6	13,41	9,44	h8
2-111	10,77	2,62	3,8	5,2	6,6	15,12	11,14	h8
2-112	12,37	2,62	3,8	5,2	6,6	16,75	12,77	h8
2-113	13,94	2,62	3,8	5,2	6,6	18,4	14,42	h8
2-114	15,54	2,62	3,8	5,2	6,6	20,09	16,1	h8
2-115	17,12	2,62	3,8	5,2	6,6	21,7	17,72	h8
2-116	18,72	2,62	3,8	5,2	6,6	23,33	19,35	h8
2-117	20,29	2,62	3,8	5,2	6,6	24,95	20,97	h8
2-118	21,89	2,62	3,8	5,2	6,6	26,58	22,71	h9
2-119	23,47	2,62	3,8	5,2	6,6	28,19	24,32	h9
2-120	25,07	2,62	3,8	5,2	6,6	29,83	25,96	h9
2-121	26,64	2,62	3,8	5,2	6,6	31,43	27,56	h9
2-122	28,24	2,62	3,8	5,2	6,6	33,06	29,19	h9
2-123	29,82	2,62	3,8	5,2	6,6	34,72	30,88	h9
2-124	31,42	2,62	3,8	5,2	6,6	36,35	32,51	h9
2-125	32,99	2,62	3,8	5,2	6,6	37,96	34,12	h9
2-126	34,59	2,62	3,8	5,2	6,6	39,59	35,75	h9
2-127	36,17	2,62	3,8	5,2	6,6	41,2	37,36	h9
2-128	37,77	2,62	3,8	5,2	6,6	42,83	38,99	h9
2-129	39,34	2,62	3,8	5,2	6,6	44,51	40,67	h9
2-130	40,94	2,62	3,8	5,2	6,6	46,15	42,31	h9

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ /d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-131	42,52	2,62	3,8	5,2	6,6	47,76	43,92	h9
2-132	44,12	2,62	3,8	5,2	6,6	49,39	45,55	h9
2-133	45,69	2,62	3,8	5,2	6,6	50,99	47,15	h9
2-134	47,29	2,62	3,8	5,2	6,6	52,62	48,78	h9
2-135	48,9	2,62	3,8	5,2	6,6	54,32	50,51	h9
2-136	50,47	2,62	3,8	5,2	6,6	55,92	52,11	h9
2-137	52,07	2,62	3,8	5,2	6,6	57,55	53,74	h9
2-138	53,64	2,62	3,8	5,2	6,6	59,15	55,34	h9
2-139	55,25	2,62	3,8	5,2	6,6	60,79	56,98	h9
2-140	56,82	2,62	3,8	5,2	6,6	62,4	58,59	h9
2-141	58,42	2,62	3,8	5,2	6,6	64,11	60,3	h9
2-142	59,99	2,62	3,8	5,2	6,6	65,71	61,9	h9
2-143	61,6	2,62	3,8	5,2	6,6	67,35	63,54	h9
2-144	63,17	2,62	3,8	5,2	6,6	68,95	65,14	h9
2-145	64,77	2,62	3,8	5,2	6,6	70,59	66,78	h9
2-146	66,34	2,62	3,8	5,2	6,6	72,19	68,38	h9
2-147	67,95	2,62	3,8	5,2	6,6	73,88	70,07	h9
2-148	69,52	2,62	3,8	5,2	6,6	75,48	71,67	h9
2-149	71,12	2,62	3,8	5,2	6,6	77,11	73,3	h9
2-150	72,69	2,62	3,8	5,2	6,6	78,72	74,91	h9
2-151	75,87	2,62	3,8	5,2	6,6	82,01	78,2	h9
2-152	82,22	2,62	3,8	5,2	6,6	88,49	84,71	h9
2-153	88,57	2,62	3,8	5,2	6,6	94,96	91,18	h9
2-154	94,92	2,62	3,8	5,2	6,6	101,54	97,76	h9
2-155	101,27	2,62	3,8	5,2	6,6	108,02	104,24	h9
2-156	107,62	2,62	3,8	5,2	6,6	114,55	110,77	h9
2-157	113,97	2,62	3,8	5,2	6,6	121,02	117,24	h9
2-158	120,32	2,62	3,8	5,2	6,6	127,5	123,75	h9
2-159	126,67	2,62	3,8	5,2	6,6	134,11	130,36	h9
2-160	133,02	2,62	3,8	5,2	6,6	140,59	136,84	h9
2-161	139,37	2,62	3,8	5,2	6,6	147,07	143,32	h9
2-162	145,72	2,62	3,8	5,2	6,6	153,54	149,79	h9
2-163	152,07	2,62	3,8	5,2	6,6	160,02	156,27	h9
2-164	158,42	2,62	3,8	5,2	6,6	166,63	162,88	h9
2-165	164,77	2,62	3,8	5,2	6,6	173,11	169,36	h9
2-166	171,12	2,62	3,8	5,2	6,6	179,58	175,83	h9
2-167	177,47	2,62	3,8	5,2	6,6	186,06	182,35	h9
2-168	183,82	2,62	3,8	5,2	6,6	192,66	188,95	h9
2-169	190,17	2,62	3,8	5,2	6,6	199,14	195,43	h9
2-170	196,52	2,62	3,8	5,2	6,6	205,61	201,9	h9
2-171	202,87	2,62	3,8	5,2	6,6	212,09	208,38	h9
2-172	209,22	2,62	3,8	5,2	6,6	218,7	214,99	h9
2-173	215,57	2,62	3,8	5,2	6,6	225,18	221,47	h9
2-174	221,92	2,62	3,8	5,2	6,6	231,65	227,94	h9
2-175	228,27	2,62	3,8	5,2	6,6	238,13	234,42	h9
2-176	234,62	2,62	3,8	5,2	6,6	244,74	241,03	h9
2-177	240,97	2,62	3,8	5,2	6,6	251,22	247,51	h9
2-178	247,32	2,62	3,8	5,2	6,6	257,69	254,01	h9

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ /d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-201	4,34	3,53	5	6,4	7,8	9,91	4,53	h9
2-202	5,94	3,53	5	6,4	7,8	11,53	6,17	h9
2-203	7,52	3,53	5	6,4	7,8	13,13	7,76	h9
2-204	9,12	3,53	5	6,4	7,8	14,74	9,38	h9
2-205	10,69	3,53	5	6,4	7,8	16,44	11,08	h9
2-206	12,29	3,53	5	6,4	7,8	18,07	12,71	h9
2-207	13,87	3,53	5	6,4	7,8	19,73	14,37	h9
2-208	15,47	3,53	5	6,4	7,8	21,41	16,06	h9
2-209	17,04	3,53	5	6,4	7,8	23,02	17,66	h9
2-210	18,64	3,53	5	6,4	7,8	24,67	19,32	h9
2-211	20,22	3,53	5	6,4	7,8	26,28	20,93	h9
2-212	21,82	3,53	5	6,4	7,8	27,91	22,64	h9
2-213	23,39	3,53	5	6,4	7,8	29,51	24,24	h9
2-214	24,99	3,53	5	6,4	7,8	31,14	25,87	h9
2-215	26,57	3,53	5	6,4	7,8	32,76	27,49	h9
2-216	28,17	3,53	5	6,4	7,8	34,44	29,17	h9
2-217	29,74	3,53	5	6,4	7,8	36,04	30,8	h9
2-218	31,34	3,53	5	6,4	7,8	37,67	32,43	h9
2-219	32,92	3,53	5	6,4	7,8	39,28	34,04	h9
2-220	34,52	3,53	5	6,4	7,8	40,92	35,68	h9
2-221	36,09	3,53	5	6,4	7,8	42,52	37,28	h9
2-222	37,69	3,53	5	6,4	7,8	44,23	38,99	h9
2-223	40,87	3,53	5	6,4	7,8	47,48	42,24	h9
2-224	44,04	3,53	5	6,4	7,8	50,71	45,47	h9
2-225	47,22	3,53	5	6,4	7,8	54,03	48,79	h9
2-226	50,39	3,53	5	6,4	7,8	57,27	52,06	h9
2-227	53,57	3,53	5	6,4	7,8	60,51	55,3	h9
2-228	56,74	3,53	5	6,4	7,8	63,8	58,59	h9
2-229	59,92	3,53	5	6,4	7,8	67,04	61,83	h9
2-230	63,09	3,53	5	6,4	7,8	70,27	65,06	h9
2-231	66,27	3,53	5	6,4	7,8	73,52	68,31	h9
2-232	69,44	3,53	5	6,4	7,8	76,85	71,64	h9
2-233	72,62	3,53	5	6,4	7,8	80,09	74,88	h9
2-234	75,79	3,53	5	6,4	7,8	83,33	78,12	h9
2-235	78,97	3,53	5	6,4	7,8	86,57	81,39	h9
2-236	82,14	3,53	5	6,4	7,8	89,81	84,63	h9
2-237	85,32	3,53	5	6,4	7,8	93,05	87,87	h9
2-238	88,49	3,53	5	6,4	7,8	96,28	91,1	h9
2-239	91,67	3,53	5	6,4	7,8	99,63	94,45	h9
2-240	94,84	3,53	5	6,4	7,8	102,86	97,68	h9
2-241	98,02	3,53	5	6,4	7,8	106,1	100,92	h9
2-242	101,19	3,53	5	6,4	7,8	109,34	104,16	h9
2-243	104,37	3,53	5	6,4	7,8	112,58	107,4	h9
2-244	107,54	3,53	5	6,4	7,8	115,87	110,69	h9
2-245	110,72	3,53	5	6,4	7,8	119,11	113,93	h9
2-246	113,89	3,53	5	6,4	7,8	122,34	117,16	h9
2-247	117,07	3,53	5	6,4	7,8	125,59	120,44	h9
2-248	120,24	3,53	5	6,4	7,8	128,82	123,67	h9

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ ,d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-249	123,42	3,53	5	6,4	7,8	132,2	127,05	h9
2-250	126,59	3,53	5	6,4	7,8	135,43	130,28	h9
2-251	129,77	3,53	5	6,4	7,8	138,67	133,52	h9
2-252	132,94	3,53	5	6,4	7,8	141,91	136,76	h9
2-253	136,12	3,53	5	6,4	7,8	145,15	140	h9
2-254	139,29	3,53	5	6,4	7,8	148,38	143,23	h9
2-255	142,47	3,53	5	6,4	7,8	151,63	146,48	h9
2-256	145,64	3,53	5	6,4	7,8	154,86	149,71	h9
2-257	148,82	3,53	5	6,4	7,8	158,1	152,95	h9
2-258	151,99	3,53	5	6,4	7,8	161,34	156,19	h9
2-259	158,34	3,53	5	6,4	7,8	167,95	162,8	h9
2-260	164,69	3,53	5	6,4	7,8	174,42	169,27	h9
2-261	171,04	3,53	5	6,4	7,8	180,9	175,75	h9
2-262	177,39	3,53	5	6,4	7,8	187,38	182,27	h9
2-263	183,74	3,53	5	6,4	7,8	193,98	188,87	h9
2-264	190,09	3,53	5	6,4	7,8	200,45	195,34	h9
2-265	196,44	3,53	5	6,4	7,8	206,93	201,82	h9
2-266	202,79	3,53	5	6,4	7,8	213,41	208,3	h9
2-267	209,14	3,53	5	6,4	7,8	220,02	214,91	h9
2-268	215,49	3,53	5	6,4	7,8	226,5	221,39	h9
2-269	221,84	3,53	5	6,4	7,8	232,97	227,86	h9
2-270	228,19	3,53	5	6,4	7,8	239,45	234,34	h9
2-271	234,54	3,53	5	6,4	7,8	246,06	240,95	h9
2-272	240,89	3,53	5	6,4	7,8	252,54	247,43	h9
2-273	247,24	3,53	5	6,4	7,8	259,01	253,93	h9
2-274	253,59	3,53	5	6,4	7,8	265,49	260,41	h9
2-275	266,29	3,53	5	6,4	7,8	278,44	273,36	h9
2-276	278,99	3,53	5	6,4	7,8	291,65	286,57	h9
2-277	291,69	3,53	5	6,4	7,8	304,61	299,53	h9
2-278	304,39	3,53	5	6,4	7,8	317,56	312,48	h9
2-279	329,79	3,53	5	6,4	7,8	343,47	338,43	h9
2-280	355,19	3,53	5	6,4	7,8	369,38	364,34	h9
2-281	380,59	3,53	5	6,4	7,8	395,28	390,24	h9
2-282	405,26	3,53	5	6,4	7,8	417,65	412,65	h9
2-283	430,68	3,53	5	6,4	7,8	446,74	441,74	h9
2-284	456,06	3,53	5	6,4	7,8	472,78	467,78	h9
2-309	10,46	5,33	7,2	9	10,9	19	10,83	h9
2-310	12,07	5,33	7,2	9	10,9	20,64	12,47	h9
2-311	13,64	5,33	7,2	9	10,9	22,3	14,13	h9
2-312	15,24	5,33	7,2	9	10,9	23,98	15,81	h9
2-313	16,81	5,33	7,2	9	10,9	25,58	17,41	h9
2-314	18,42	5,33	7,2	9	10,9	27,24	19,08	h9
2-315	19,99	5,33	7,2	9	10,9	28,84	20,68	h9
2-316	21,59	5,33	7,2	9	10,9	30,48	22,37	h9
2-317	23,16	5,33	7,2	9	10,9	32,08	24,01	h9
2-318	24,77	5,33	7,2	9	10,9	33,72	25,65	h9
2-319	26,34	5,33	7,2	9	10,9	35,32	27,25	h9
2-320	27,94	5,33	7,2	9	10,9	37	28,93	h9

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ ,d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-321	29,51	5,33	7,2	9	10,9	38,61	30,57	h9
2-322	31,12	5,33	7,2	9	10,9	40,25	32,21	h9
2-323	32,69	5,33	7,2	9	10,9	41,85	33,81	h9
2-324	34,29	5,33	7,2	9	10,9	43,48	35,44	h9
2-325	37,47	5,33	7,2	9	10,9	46,81	38,77	h9
2-326	40,64	5,33	7,2	9	10,9	50,04	42	h9
2-327	43,82	5,33	7,2	9	10,9	53,28	45,24	h9
2-328	46,99	5,33	7,2	9	10,9	56,52	48,48	h9
2-329	50,17	5,33	7,2	9	10,9	59,84	51,83	h9
2-330	53,34	5,33	7,2	9	10,9	63,08	55,07	h9
2-331	56,52	5,33	7,2	9	10,9	66,32	58,31	h9
2-332	59,69	5,33	7,2	9	10,9	69,55	61,54	h9
2-333	62,87	5,33	7,2	9	10,9	72,85	64,84	h9
2-334	66,04	5,33	7,2	9	10,9	76,08	68,07	h9
2-335	69,22	5,33	7,2	9	10,9	79,32	71,31	h9
2-336	72,39	5,33	7,2	9	10,9	82,56	74,55	h9
2-337	75,57	5,33	7,2	9	10,9	85,8	77,89	h9
2-338	78,74	5,33	7,2	9	10,9	89,14	81,16	h9
2-339	81,92	5,33	7,2	9	10,9	92,38	84,4	h9
2-340	85,09	5,33	7,2	9	10,9	95,61	87,63	h9
2-341	88,27	5,33	7,2	9	10,9	98,86	90,88	h9
2-342	91,44	5,33	7,2	9	10,9	102,19	94,21	h9
2-343	94,62	5,33	7,2	9	10,9	105,44	97,46	h9
2-344	97,79	5,33	7,2	9	10,9	108,67	100,69	h9
2-345	100,97	5,33	7,2	9	10,9	111,91	103,93	h9
2-346	104,14	5,33	7,2	9	10,9	115,15	107,17	h9
2-347	107,32	5,33	7,2	9	10,9	118,44	110,46	h9
2-348	110,49	5,33	7,2	9	10,9	121,68	113,7	h9
2-349	113,67	5,33	7,2	9	10,9	124,92	116,94	h9
2-350	116,84	5,33	7,2	9	10,9	128,15	120,17	h9
2-351	120,02	5,33	7,2	9	10,9	131,4	123,45	h9
2-352	123,19	5,33	7,2	9	10,9	134,63	126,88	h9
2-353	126,37	5,33	7,2	9	10,9	138,06	130,11	h9
2-354	129,54	5,33	7,2	9	10,9	141,29	133,34	h9
2-355	132,72	5,33	7,2	9	10,9	144,53	136,58	h9
2-356	135,89	5,33	7,2	9	10,9	147,77	139,82	h9
2-357	139,07	5,33	7,2	9	10,9	151,01	143,06	h9
2-358	142,24	5,33	7,2	9	10,9	154,24	146,29	h9
2-359	145,42	5,33	7,2	9	10,9	157,49	149,54	h9
2-360	148,59	5,33	7,2	9	10,9	160,72	152,77	h9
2-361	151,77	5,33	7,2	9	10,9	163,96	156,01	h9
2-362	158,12	5,33	7,2	9	10,9	170,52	162,57	h9
2-363	164,47	5,33	7,2	9	10,9	177	169,05	h9
2-364	170,82	5,33	7,2	9	10,9	183,48	175,53	h9
2-365	177,17	5,33	7,2	9	10,9	189,95	182,04	h9
2-366	183,52	5,33	7,2	9	10,9	196,55	188,64	h9
2-367	189,87	5,33	7,2	9	10,9	203,03	195,12	h9
2-368	196,22	5,33	7,2	9	10,9	209,51	201,6	h9

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ /d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-369	202,57	5,33	7,2	9	10,9	215,98	208,07	h9
2-370	208,92	5,33	7,2	9	10,9	222,59	214,68	h9
2-371	215,27	5,33	7,2	9	10,9	229,07	221,16	h9
2-372	221,62	5,33	7,2	9	10,9	235,55	227,64	h9
2-373	227,97	5,33	7,2	9	10,9	242,02	234,11	h9
2-374	234,32	5,33	7,2	9	10,9	248,63	240,72	h9
2-375	240,67	5,33	7,2	9	10,9	255,11	247,2	h9
2-376	247,02	5,33	7,2	9	10,9	261,59	253,71	h9
2-377	253,37	5,33	7,2	9	10,9	268,07	260,19	h9
2-378	266,07	5,33	7,2	9	10,9	281,14	273,26	h9
2-379	278,77	5,33	7,2	9	10,9	294,1	286,22	h9
2-380	291,47	5,33	7,2	9	10,9	307,18	299,3	h9
2-381	304,17	5,33	7,2	9	10,9	320,14	312,26	h9
2-382	329,57	5,33	7,2	9	10,9	346,04	338,2	h9
2-383	354,97	5,33	7,2	9	10,9	372,09	364,25	h9
2-384	405,26	5,33	7,2	9	10,9	423,51	415,71	h9
2-386	430,66	5,33	7,2	9	10,9	449,54	441,74	h9
2-387	456,06	5,33	7,2	9	10,9	475,58	467,78	h9
2-388	481,38	5,33	7,2	9	10,9	501,54	493,74	h9
2-389	506,78	5,33	7,2	9	10,9	527,57	519,81	h9
2-390	532,18	5,33	7,2	9	10,9	553,48	545,72	h9
2-391	557,58	5,33	7,2	9	10,9	579,52	571,76	h9
2-392	582,68	5,33	7,2	9	10,9	605,26	597,5	h9
2-393	608,08	5,33	7,2	9	10,9	631,29	623,53	h9
2-394	633,48	5,33	7,2	9	10,9	657,33	649,61	h9
2-395	658,88	5,33	7,2	9	10,9	683,37	675,65	h9
2-425	113,67	6,99	9,5	12,3	15,1	127,8	117,02	h9
2-426	116,84	6,99	9,5	12,3	15,1	131,03	120,28	h9
2-427	120,02	6,99	9,5	12,3	15,1	134,28	123,53	h9
2-428	123,19	6,99	9,5	12,3	15,1	137,51	126,76	h9
2-429	126,37	6,99	9,5	12,3	15,1	140,86	130,11	h9
2-430	129,54	6,99	9,5	12,3	15,1	144,09	133,34	h9
2-431	132,72	6,99	9,5	12,3	15,1	147,33	136,58	h9
2-432	135,89	6,99	9,5	12,3	15,1	150,57	139,82	h9
2-433	139,07	6,99	9,5	12,3	15,1	153,81	143,06	h9
2-434	142,24	6,99	9,5	12,3	15,1	157,04	146,29	h9
2-435	145,42	6,99	9,5	12,3	15,1	160,29	149,54	h9
2-436	148,59	6,99	9,5	12,3	15,1	163,52	152,77	h9
2-437	151,77	6,99	9,5	12,3	15,1	166,76	156,01	h9
2-438	158,12	6,99	9,5	12,3	15,1	173,32	162,57	h9
2-439	164,47	6,99	9,5	12,3	15,1	179,8	169,05	h9
2-440	170,82	6,99	9,5	12,3	15,1	186,28	175,53	h9
2-441	177,17	6,99	9,5	12,3	15,1	192,75	182,04	h9
2-442	183,52	6,99	9,5	12,3	15,1	199,35	188,64	h9
2-443	189,87	6,99	9,5	12,3	15,1	205,83	195,12	h9
2-444	196,22	6,99	9,5	12,3	15,1	212,67	201,6	h9
2-445	202,57	6,99	9,5	12,3	15,1	219,15	208,07	h9
2-446	215,27	6,99	9,5	12,3	15,1	232,36	221,29	h9

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ /d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-447	227,97	6,99	9,5	12,3	15,1	245,31	234,25	h9
2-448	240,67	6,99	9,5	12,3	15,1	258,26	247,2	h9
2-449	253,37	6,99	9,5	12,3	15,1	271,21	260,19	h9
2-450	266,07	6,99	9,5	12,3	15,1	284,3	273,26	h9
2-451	278,77	6,99	9,5	12,3	15,1	297,25	286,22	h9
2-452	291,47	6,99	9,5	12,3	15,1	310,21	299,17	h9
2-453	304,17	6,99	9,5	12,3	15,1	323,16	312,32	h9
2-454	316,87	6,99	9,5	12,3	15,1	336,01	325,12	h9
2-455	329,57	6,99	9,5	12,3	15,1	349,07	338,07	h9
2-456	342,27	6,99	9,5	12,3	15,1	362,28	351,29	h9
2-457	354,97	6,99	9,5	12,3	15,1	375,23	364,25	h9
2-458	367,67	6,99	9,5	12,3	15,1	388,19	377,2	h9
2-459	380,37	6,99	9,5	12,3	15,1	401,14	390,15	h9
2-460	393,07	6,99	9,5	12,3	15,1	414,09	403,15	h9
2-461	405,26	6,99	9,5	12,3	15,1	426,66	415,71	h9
2-462	417,96	6,99	9,5	12,3	15,1	439,61	428,67	h9
2-463	430,66	6,99	9,5	12,3	15,1	452,7	441,74	h9
2-464	443,36	6,99	9,5	12,3	15,1	465,79	454,83	h9
2-465	456,06	6,99	9,5	12,3	15,1	478,74	467,78	h9
2-466	468,76	6,99	9,5	12,3	15,1	491,69	480,74	h9
2-467	481,46	6,99	9,5	12,3	15,1	504,76	493,83	h9
2-468	494,16	6,99	9,5	12,3	15,1	517,72	506,82	h9
2-469	506,86	6,99	9,5	12,3	15,1	530,8	519,9	h9
2-470	532,26	6,99	9,5	12,3	15,1	556,71	545,8	h9
2-471	557,66	6,99	9,5	12,3	15,1	582,73	571,84	h9
2-472	582,68	6,99	9,5	12,3	15,1	608,39	597,5	h9
2-473	608,08	6,99	9,5	12,3	15,1	634,43	623,53	h9
2-474	633,48	6,99	9,5	12,3	15,1	660,47	649,61	h9
2-475	658,88	6,99	9,5	12,3	15,1	686,51	675,65	h9

Tab. 3.2

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ +0,25 0	b ₂ +0.25 0	b ₃ +0,25 0	d ₄ /d ₉ H8/f7	d ₃ h9
2-014	12,42	1,78	2,8	4,2	5,6	16	13,4
2-114	15,54	2,62	3,8	5,2	6,6	20	16
2-117	20,3	2,62	3,8	5,2	6,6	25	21
2-121	26,64	2,62	3,8	5,2	6,6	32	28
2-126	34,59	2,62	3,8	5,2	6,6	40	36
2-224	44,04	3,53	5	6,4	7,8	50	44,6
2-228	56,74	3,53	5	6,4	7,8	63	57,6
2-233	72,62	3,53	5	6,4	7,8	80	74,6
2-236	82,14	3,53	5	6,4	7,8	90	84,6
2-342	91,44	5,33	7,2	9	10,9	100	92
2-345	100,97	5,33	7,2	9	10,9	110	102
2-349	113,67	5,33	7,2	9	10,9	125	117
2-354	129,54	5,33	7,2	9	10,9	140	132
2-360	148,59	5,33	7,2	9	10,9	160	152
2-439	164,47	6,99	9,5	12,3	15,1	180	168,4
2-442	183,52	6,99	9,5	12,3	15,1	200	188,4
2-445	202,57	6,99	9,5	12,3	15,1	220	208,4
2-447	227,97	6,99	9,5	12,3	15,1	250	238,6
2-450	266,07	6,99	9,5	12,3	15,1	280	268,4
2-453	304,17	6,99	9,5	12,3	15,1	320	308,4
2-456	342,27	6,99	9,5	12,3	15,1	360	348,4
2-459	380,38	6,99	9,5	12,3	15,1	400	388,4
2-463	430,66	6,99	9,5	12,3	15,1	450	438,4
2-467	481,46	6,99	9,5	12,3	15,1	500	488,4

Tab. 3.3 Grundlegende Maße von O-Ring-Einbaukäufen für den Einsatz in statischen Kolbenabdichtungen ausgewählter metrischer Größen in pneumatischen und hydraulischen Anwendungen

3 Konstruktionsempfehlungen

3.1.3 Stangendichtung statisch

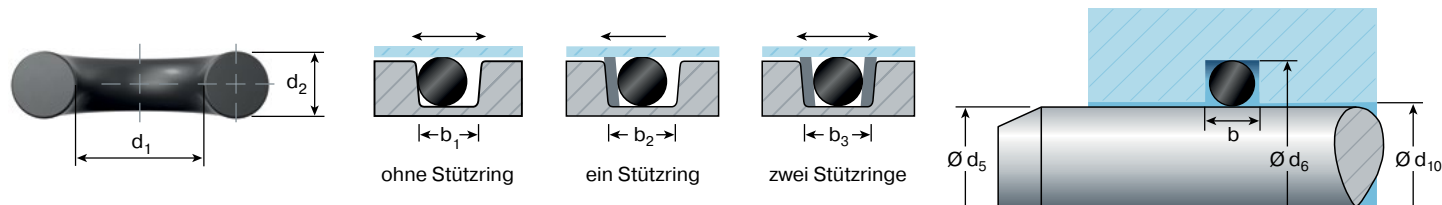


Abb. 3.6

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ b ₂ b ₃			d ₅ /d ₁₀ d ₆	
			+0,25 0	+0,25 0	+0,25 0	f7/H8	H9
2-004	1,78	1,78	2,8	4,2	5,6	1,95	4,56
2-005	2,57	1,78	2,8	4,2	5,6	2,76	5,4
2-006	2,9	1,78	2,8	4,2	5,6	3,16	5,75
2-007	3,68	1,78	2,8	4,2	5,6	3,87	6,5
2-008	4,47	1,78	2,8	4,2	5,6	4,7	7,35
2-009	5,28	1,78	2,8	4,2	5,6	5,5	8,15
2-010	6,07	1,78	2,8	4,2	5,6	6,3	9
2-011	7,65	1,78	2,8	4,2	5,6	8	10,7
2-012	9,25	1,78	2,8	4,2	5,6	9,5	12,2
2-013	10,82	1,78	2,8	4,2	5,6	11,2	13,9
2-014	12,42	1,78	2,8	4,2	5,6	12,8	15,45
2-015	14	1,78	2,8	4,2	5,6	14,5	17,17
2-016	15,6	1,78	2,8	4,2	5,6	16,1	18,7
2-017	17,17	1,78	2,8	4,2	5,6	17,6	20,2
2-018	18,77	1,78	2,8	4,2	5,6	19,3	21,88
2-019	20,35	1,78	2,8	4,2	5,6	21	23,46
2-020	21,95	1,78	2,8	4,2	5,6	22,5	25,05
2-021	23,52	1,78	2,8	4,2	5,6	24,1	26,62
2-022	25,12	1,78	2,8	4,2	5,6	25,7	28,2
2-023	26,7	1,78	2,8	4,2	5,6	27,3	29,78
2-024	28,3	1,78	2,8	4,2	5,6	29	31,38
2-025	29,87	1,78	2,8	4,2	5,6	30,5	32,92
2-026	31,47	1,78	2,8	4,2	5,6	32,15	34,52
2-027	33,05	1,78	2,8	4,2	5,6	33,7	36,1
2-102	1,24	2,62	3,8	5,2	6,6	1,4	5,23
2-103	2,06	2,62	3,8	5,2	6,6	2,23	6,24
2-104	2,84	2,62	3,8	5,2	6,6	3,03	7
2-105	3,63	2,62	3,8	5,2	6,6	3,85	7,8
2-106	4,42	2,62	3,8	5,2	6,6	4,65	8,8
2-107	5,23	2,62	3,8	5,2	6,6	5,5	9,6
2-108	6,02	2,62	3,8	5,2	6,6	6,3	10,4
2-109	7,59	2,62	3,8	5,2	6,6	8	12
2-110	9,19	2,62	3,8	5,2	6,6	9,5	13,6
2-111	10,77	2,62	3,8	5,2	6,6	11,2	15,3
2-112	12,37	2,62	3,8	5,2	6,6	12,8	16,9
2-113	13,94	2,62	3,8	5,2	6,6	14,5	18,6

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ b ₂ b ₃			d ₅ /d ₁₀ d ₆	
			+0,25 0	+0,25 0	+0,25 0	f7/H8	H9
2-114	15,54	2,62	3,8	5,2	6,6	16	20,1
2-115	17,12	2,62	3,8	5,2	6,6	17,7	21,7
2-116	18,72	2,62	3,8	5,2	6,6	19,3	23,4
2-117	20,29	2,62	3,8	5,2	6,6	21	25
2-118	21,89	2,62	3,8	5,2	6,6	22,5	26,6
2-119	23,47	2,62	3,8	5,2	6,6	24	28
2-120	25,07	2,62	3,8	5,2	6,6	25,7	29,8
2-121	26,64	2,62	3,8	5,2	6,6	27,3	31,4
2-122	28,24	2,62	3,8	5,2	6,6	29	33
2-123	29,82	2,62	3,8	5,2	6,6	30,5	34,5
2-124	31,42	2,62	3,8	5,2	6,6	32,1	36,1
2-125	32,99	2,62	3,8	5,2	6,6	34	37,7
2-126	34,59	2,62	3,8	5,2	6,6	35,5	39,3
2-127	36,17	2,62	3,8	5,2	6,6	37	40,88
2-128	37,77	2,62	3,8	5,2	6,6	38,5	42,4
2-129	39,34	2,62	3,8	5,2	6,6	40,2	43,9
2-130	40,94	2,62	3,8	5,2	6,6	41,8	45,5
2-131	42,52	2,62	3,8	5,2	6,6	43,4	47,1
2-132	44,12	2,62	3,8	5,2	6,6	45	48,7
2-133	45,69	2,62	3,8	5,2	6,6	46,6	50,3
2-134	47,29	2,62	3,8	5,2	6,6	48,2	51,9
2-201	4,34	3,53	5	6,4	7,8	4,56	10,19
2-202	5,94	3,53	5	6,4	7,8	6,2	11,85
2-203	7,52	3,53	5	6,4	7,8	7,8	13,51
2-204	9,12	3,53	5	6,4	7,8	9,4	15,1
2-205	10,69	3,53	5	6,4	7,8	11	16,5
2-206	12,29	3,53	5	6,4	7,8	12,7	18,2
2-207	13,87	3,53	5	6,4	7,8	14,3	19,8
2-208	15,47	3,53	5	6,4	7,8	16	21,5
2-209	17,04	3,53	5	6,4	7,8	17,5	23
2-210	18,64	3,53	5	6,4	7,8	19,3	24,8
2-211	20,22	3,53	5	6,4	7,8	21	26,5
2-212	21,82	3,53	5	6,4	7,8	22,5	27,97
2-213	23,39	3,53	5	6,4	7,8	24,1	29,6
2-214	24,99	3,53	5	6,4	7,8	25,7	31,2
2-215	26,57	3,53	5	6,4	7,8	27,2	32,7

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁	b ₂	b ₃	d ₅ /d ₁₀	d ₆
			+0,25	+0,25	+0,25		
			0	0	0		
						f7/H8	H9
2-216	28,17	3,53	5	6,4	7,8	28,8	34,3
2-217	29,74	3,53	5	6,4	7,8	30,4	35,85
2-218	31,34	3,53	5	6,4	7,8	32	37,45
2-219	32,92	3,53	5	6,4	7,8	33,6	39,1
2-220	34,52	3,53	5	6,4	7,8	35,3	40,65
2-221	36,09	3,53	5	6,4	7,8	36,8	42,2
2-222	37,69	3,53	5	6,4	7,8	38,5	43,85
2-223	40,87	3,53	5	6,4	7,8	42	47,28
2-224	44,04	3,53	5	6,4	7,8	45	50,4
2-225	47,22	3,53	5	6,4	7,8	48,2	53,54
2-226	50,39	3,53	5	6,4	7,8	51,5	56,7
2-227	53,57	3,53	5	6,4	7,8	54,7	59,89
2-228	56,74	3,53	5	6,4	7,8	58	63
2-229	59,92	3,53	5	6,4	7,8	61,1	66,19
2-230	63,09	3,53	5	6,4	7,8	64,3	69,36
2-231	66,27	3,53	5	6,4	7,8	67,5	72,54
2-309	10,46	5,33	7,2	9	10,9	10,8	19,5
2-310	12,07	5,33	7,2	9	10,9	12,5	21,3
2-311	13,64	5,33	7,2	9	10,9	14,1	22,9
2-312	15,24	5,33	7,2	9	10,9	15,7	24,5
2-313	16,81	5,33	7,2	9	10,9	17,5	26,1
2-314	18,42	5,33	7,2	9	10,9	19	27,5
2-315	19,99	5,33	7,2	9	10,9	20,5	29
2-316	21,59	5,33	7,2	9	10,9	22,53	31,29
2-317	23,16	5,33	7,2	9	10,9	24	32,8
2-318	24,77	5,33	7,2	9	10,9	25,5	34,3
2-319	26,34	5,33	7,2	9	10,9	27	35,8
2-320	27,94	5,33	7,2	9	10,9	29	37,5
2-321	29,51	5,33	7,2	9	10,9	30,5	39
2-322	31,12	5,33	7,2	9	10,9	32	40,5
2-323	32,69	5,33	7,2	9	10,9	33,5	42
2-324	34,29	5,33	7,2	9	10,9	35	43,5
2-325	37,47	5,33	7,2	9	10,9	38,5	46,8
2-326	40,64	5,33	7,2	9	10,9	41,5	49,8
2-327	43,82	5,33	7,2	9	10,9	45	53,3
2-328	46,99	5,33	7,2	9	10,9	48	56,3
2-329	50,17	5,33	7,2	9	10,9	51,2	59,5
2-330	53,34	5,33	7,2	9	10,9	54,4	62,7
2-331	56,52	5,33	7,2	9	10,9	57,55	65,9
2-332	59,69	5,33	7,2	9	10,9	61	69,3
2-333	62,87	5,33	7,2	9	10,9	64,1	72,4
2-334	66,04	5,33	7,2	9	10,9	67,25	75,6
2-335	69,22	5,33	7,2	9	10,9	70,4	78,7
2-336	72,39	5,33	7,2	9	10,9	73,61	81,9
2-337	75,57	5,33	7,2	9	10,9	77	85,25
2-338	78,74	5,33	7,2	9	10,9	80,2	88,42
2-339	81,92	5,33	7,2	9	10,9	83,5	91,6
2-340	85,09	5,33	7,2	9	10,9	86,6	94,75

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁	b ₂	b ₃	d ₅ /d ₁₀	d ₆
			+0,25	+0,25	+0,25		
			0	0	0		
						f7/H8	H9
2-341	88,27	5,33	7,2	9	10,9	90	97,97
2-342	91,44	5,33	7,2	9	10,9	93,1	101,04
2-343	94,62	5,33	7,2	9	10,9	96,4	104,22
2-344	97,79	5,33	7,2	9	10,9	99,6	107,39
2-345	100,97	5,33	7,2	9	10,9	102,8	110,57
2-346	104,14	5,33	7,2	9	10,9	106	113,74
2-347	107,32	5,33	7,2	9	10,9	109,15	116,87
2-348	110,49	5,33	7,2	9	10,9	112,3	120,03
2-349	113,67	5,33	7,2	9	10,9	115,5	123,21
2-425	113,67	6,99	9,5	12,3	15,1	115,7	126,4
2-426	116,84	6,99	9,5	12,3	15,1	119	129,58
2-427	120,02	6,99	9,5	12,3	15,1	122	132,76
2-428	123,19	6,99	9,5	12,3	15,1	125,3	135,93
2-429	126,37	6,99	9,5	12,3	15,1	128,5	139,01

Tab. 3.4

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d1	d2	b1	b2	b3	d5/d10	d6
			+0,25 0	+0,25 0	+0,25 0	f7/H8	H9
2-010	6,07	1,78	2,8	4,2	5,6	6	8,8
2-011	7,65	1,78	2,8	4,2	5,6	8	10,7
2-013	10,92	1,78	2,8	4,2	5,6	10	12,8
2-014	12,42	1,78	2,8	4,2	5,6	12	14,8
2-015	14	1,78	2,8	4,2	5,6	14	16,8
2-016	15,6	1,78	2,8	4,2	5,6	16	18,7
2-018	18,77	1,78	2,8	4,2	5,6	18	20,8
2-117	20,3	2,62	3,8	5,2	6,6	20	24
2-118	21,89	2,62	3,8	5,2	6,6	22	26
2-120	25,07	2,62	3,8	5,2	6,6	25	29
2-122	28,24	2,62	3,8	5,2	6,6	28	32
2-125	32,99	2,62	3,8	5,2	6,6	32	36
2-221	36,09	3,53	5	6,4	7,8	36	41,4
2-223	40,87	3,53	5	6,4	7,8	40	45,4
2-224	44,04	3,53	5	6,4	7,8	45	50,4
2-329	50,17	5,33	7,2	9	10,9	50	58
2-331	56,52	5,33	7,2	9	10,9	56	64
2-333	62,87	5,33	7,2	9	10,9	63	71
2-335	69,22	5,33	7,2	9	10,9	70	78
2-339	81,92	5,33	7,2	9	10,9	80	88
2-342	91,44	5,33	7,2	9	10,9	90	98
2-345	100,97	5,33	7,2	9	10,9	100	108
2-348	110,49	5,33	7,2	9	10,9	110	118
2-429	126,37	6,99	9,5	12,3	15,1	125	136,6
2-433	139,07	6,99	9,5	12,3	15,1	140	151,6
2-438	158,12	6,99	9,5	12,3	15,1	160	171,6
2-442	183,52	6,99	9,5	12,3	15,1	180	191,6
2-445	202,57	6,99	9,5	12,3	15,1	200	211,6
2-447	227,97	6,99	9,5	12,3	15,1	220	231,6
2-449	253,37	6,99	9,5	12,3	15,1	250	261,6
2-451	278,77	6,99	9,5	12,3	15,1	280	291,6
2-455	329,57	6,99	9,5	12,3	15,1	320	331,6
2-458	367,67	6,99	9,5	12,3	15,1	360	371,6

Tab. 3.5 Grundlegende Maße von O-Ring-Einbauträumen für den Einsatz in statischen Stangenabdichtungen ausgewählter metrischer Größen in pneumatischen und hydraulischen Anwendungen

3 Konstruktionsempfehlungen

3.1.4 Flanschdichtung statisch

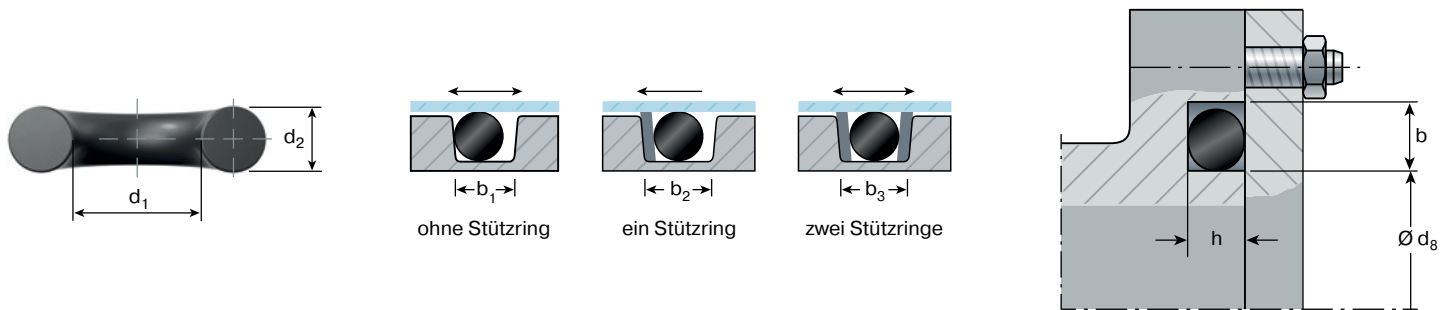


Abb. 3.7

Parker Nr.	d1	d2	d7 H9 Innendruck	d8 h9 Außendruck
2-004	1,78	1,78	5,33	1,8
2-005	2,57	1,78	6,12	2,59
2-006	2,9	1,78	6,45	2,92
2-007	3,68	1,78	7,24	3,71
2-008	4,47	1,78	8,03	4,5
2-009	5,28	1,78	8,84	5,33
2-010	6,07	1,78	9,63	6,12
2-011	7,65	1,78	11,2	7,72
2-012	9,25	1,78	12,8	9,32
2-013	10,82	1,78	14,38	10,92
2-014	12,42	1,78	15,98	12,55
2-015	14	1,78	17,55	14,15
2-016	15,6	1,78	19,15	15,75
2-017	17,17	1,78	20,73	17,3
2-018	18,77	1,78	22,33	18,9
2-019	20,35	1,78	23,9	20,47
2-020	21,95	1,78	25,5	22,07
2-021	23,52	1,78	27,08	23,75
2-022	25,12	1,78	28,68	25,37
2-023	26,7	1,78	30,25	26,97
2-024	28,3	1,78	31,85	28,58
2-025	29,87	1,78	33,43	30,18
2-026	31,47	1,78	35,03	31,78
2-027	33,05	1,78	36,6	33,38
2-028	34,65	1,78	38,2	35
2-029	37,62	1,78	41,38	38,2
2-030	41	1,78	44,55	41,4
2-031	44,17	1,78	47,73	44,6
2-032	47,35	1,78	50,9	47,83
2-033	50,52	1,78	54,08	51,03
2-034	53,7	1,78	57,25	54,23
2-035	56,87	1,78	60,43	57,43
2-036	60,05	1,78	63,6	60,66
2-037	63,22	1,78	66,78	63,86
2-038	66,4	1,78	69,95	67,06
2-039	69,57	1,78	73,13	70,26

Parker Nr.	d1	d2	d7 H9 Innendruck	d8 h9 Außendruck
2-040	72,75	1,78	76,3	73,48
2-041	75,92	1,78	79,48	76,68
2-042	82,27	1,78	85,83	83,08
2-043	88,62	1,78	92,18	89,51
2-044	94,97	1,78	96,53	95,91
2-045	101,32	1,78	104,87	102,33
2-046	107,67	1,78	111,22	108,73
2-047	114,02	1,78	117,57	115,16
2-048	120,37	1,78	123,92	121,56
2-049	126,72	1,78	130,27	127,99
2-050	133,07	1,78	136,62	134,39
2-102	1,24	2,62	6,48	1,27
2-103	2,06	2,62	7,29	2,08
2-104	2,84	2,62	8,08	2,87
2-105	3,63	2,62	8,86	3,66
2-106	4,42	2,62	9,65	4,47
2-107	5,23	2,62	10,46	5,28
2-108	6,02	2,62	11,25	6,07
2-109	7,59	2,62	12,83	7,67
2-110	9,19	2,62	14,43	9,27
2-111	10,77	2,62	16	10,87
2-112	12,37	2,62	17,6	12,5
2-113	13,94	2,62	19,18	14,07
2-114	15,54	2,62	20,78	15,68
2-115	17,12	2,62	22,35	17,3
2-116	18,72	2,62	23,95	18,9
2-117	20,29	2,62	25,53	20,5
2-118	21,89	2,62	27,13	22,12
2-119	23,47	2,62	28,7	23,7
2-120	25,07	2,62	30,3	25,3
2-121	26,64	2,62	31,88	26,9
2-122	28,24	2,62	33,48	28,52
2-123	29,82	2,62	35,05	30,12
2-124	31,42	2,62	36,65	31,98
2-125	32,99	2,62	38,23	33,32
2-126	34,59	2,62	39,83	34,95

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d1	d2	d7	d8
			H9	h9
			Innendruck	Außendruck
2-127	36,17	2,62	41,4	36,53
2-128	37,77	2,62	43	38,15
2-129	39,34	2,62	44,58	39,73
2-130	40,94	2,62	46,18	41,35
2-131	42,52	2,62	47,75	41,95
2-132	44,12	2,62	49,35	44,55
2-133	45,69	2,62	50,93	46,15
2-134	47,29	2,62	52,53	47,78
2-135	48,9	2,62	54,13	49,38
2-136	50,47	2,62	55,7	50,98
2-137	52,07	2,62	57,3	52,6
2-138	53,64	2,62	58,88	54,18
2-139	55,25	2,62	60,48	55,8
2-140	56,82	2,62	62,05	57,38
2-141	58,42	2,62	63,65	59
2-142	59,99	2,62	65,23	60,6
2-143	61,6	2,62	66,83	62,2
2-144	63,17	2,62	68,4	63,8
2-145	64,77	2,62	70	65,43
2-146	66,34	2,62	71,58	67,05
2-147	67,95	2,62	73,18	68,63
2-148	69,52	2,62	74,75	70,21
2-149	71,12	2,62	76,35	71,83
2-150	72,69	2,62	77,93	73,43
2-151	75,87	2,62	81,1	76,63
2-152	82,22	2,62	87,45	83,03
2-153	88,57	2,62	93,8	89,46
2-154	94,92	2,62	100,15	95,86
2-155	101,27	2,62	106,5	102,28
2-156	107,62	2,62	112,85	108,68
2-157	113,97	2,62	119,2	115,11
2-158	120,32	2,62	125,55	121,51
2-159	126,67	2,62	131,9	127,94
2-160	133,02	2,62	138,25	134,34
2-161	139,37	2,62	144,6	140,76
2-162	145,72	2,62	150,95	147,16
2-163	152,07	2,62	157,3	153,59
2-164	158,42	2,62	163,65	159,94
2-165	164,77	2,62	170	166,29
2-166	171,12	2,62	176,35	172,64
2-167	177,47	2,62	182,7	178,99
2-168	183,82	2,62	189,05	185,34
2-169	190,17	2,62	195,4	191,69
2-170	196,52	2,62	201,75	198,04
2-171	202,87	2,62	208,1	204,39
2-172	209,22	2,62	214,45	210,74
2-173	215,57	2,62	220,8	217,09
2-174	221,92	2,62	227,15	223,44
2-175	228,27	2,62	233,5	229,79
2-176	234,62	2,62	239,85	236,14

Parker Nr.	d1	d2	d7	d8
			H9	h9
			Innendruck	Außendruck
2-177	240,97	2,62	246,2	242,54
2-178	247,32	2,62	252,55	248,84
2-201	4,34	3,53	11,4	4,39
2-202	5,94	3,53	13	5,99
2-203	7,52	3,53	14,58	7,59
2-204	9,12	3,53	16,18	9,22
2-205	10,69	3,53	17,75	10,8
2-206	12,29	3,53	19,35	12,42
2-207	13,87	3,53	20,93	14
2-208	15,47	3,53	22,53	15,62
2-209	17,04	3,53	24,1	17,2
2-210	18,64	3,53	25,7	18,82
2-211	20,22	3,53	27,28	20,42
2-212	21,82	3,53	28,88	22,05
2-213	23,39	3,53	30,45	23,62
2-214	24,99	3,53	32,05	25,25
2-215	26,57	3,53	33,63	26,82
2-216	28,17	3,53	35,23	28,45
2-217	29,74	3,53	36,8	30,05
2-218	31,34	3,53	38,4	31,65
2-219	32,92	3,53	39,98	33,25
2-220	34,52	3,53	41,58	34,87
2-221	36,09	3,53	43,18	36,45
2-222	37,69	3,53	44,75	38,07
2-223	40,87	3,53	47,93	41,28
2-224	44,04	3,53	51,1	44,48
2-225	47,22	3,53	54,28	47,7
2-226	50,39	3,53	57,45	50,9
2-227	53,57	3,53	60,63	54,1
2-228	56,74	3,53	63,8	57,3
2-229	59,92	3,53	66,98	60,53
2-230	63,09	3,53	70,15	63,73
2-231	66,27	3,53	73,33	66,93
2-232	69,44	3,53	76,5	70,13
2-233	72,62	3,53	79,68	73,36
2-234	75,79	3,53	82,85	76,56
2-235	78,97	3,53	86,03	79,76
2-236	82,14	3,53	89,2	82,96
2-237	85,32	3,53	92,38	86,18
2-238	88,49	3,53	95,55	89,38
2-239	91,67	3,53	98,73	92,58
2-240	94,84	3,53	101,9	95,73
2-241	98,02	3,53	105,08	99,01
2-242	101,19	3,53	108,25	102,2
2-243	104,37	3,53	111,43	105,41
2-244	107,54	3,53	114,6	108,61
2-245	110,72	3,53	117,78	111,83
2-246	113,89	3,53	120,95	115,03
2-247	117,07	3,53	124,13	118,23
2-248	120,24	3,53	127,3	121,43

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d1	d2	d7	d8
			H9 Innendruck	h9 Außendruck
2-249	123,42	3,53	130,48	124,66
2-250	126,59	3,53	133,65	127,86
2-251	129,77	3,53	136,83	131,06
2-252	132,94	3,53	140	134,26
2-253	136,12	3,53	143,18	137,49
2-254	139,29	3,53	146,35	140,69
2-255	142,47	3,53	149,53	143,89
2-256	145,64	3,53	152,7	147,09
2-257	148,82	3,53	155,88	150,31
2-258	151,99	3,53	159,05	153,51
2-259	158,34	3,53	165,4	159,86
2-260	164,69	3,53	171,75	166,21
2-261	171,04	3,53	178,1	172,56
2-262	177,39	3,53	184,45	178,91
2-263	183,74	3,53	190,8	185,26
2-264	190,09	3,53	197,15	191,61
2-265	196,44	3,53	203,5	197,96
2-266	202,79	3,53	209,85	204,31
2-267	209,14	3,53	216,2	210,66
2-268	215,49	3,53	222,55	217,01
2-269	221,84	3,53	228,9	223,36
2-270	228,19	3,53	235,25	229,71
2-271	234,54	3,53	241,6	233,06
2-272	240,89	3,53	247,95	241,42
2-273	247,24	3,53	254,3	248,76
2-274	253,59	3,53	260,65	255,11
2-275	266,29	3,53	273,35	267,81
2-276	278,99	3,53	286,05	280,51
2-277	291,69	3,53	298,75	293,21
2-278	304,39	3,53	311,45	305,91
2-279	329,79	3,53	336,85	331,31
2-280	355,19	3,53	362,25	356,71
2-281	380,59	3,53	387,65	382,11
2-282	405,26	3,53	413,05	406,78
2-283	430,68	3,53	438,45	432,18
2-284	456,06	3,53	463,85	457,58
2-309	10,46	5,33	21,13	10,57
2-310	12,07	5,33	22,73	12,19
2-311	13,64	5,33	24,31	13,77
2-312	15,24	5,33	25,91	15,39
2-313	16,81	5,33	27,48	16,99
2-314	18,42	5,33	29,08	18,59
2-315	19,99	5,33	30,66	20,19
2-316	21,59	5,33	32,26	21,82
2-317	23,16	5,33	33,83	23,39
2-318	24,77	5,33	35,43	25,02
2-319	26,34	5,33	37,01	26,59
2-320	27,94	5,33	38,61	28,22
2-321	29,51	5,33	40,18	29,82
2-322	31,12	5,33	41,78	31,42

Parker Nr.	d1	d2	d7	d8
			H9 Innendruck	h9 Außendruck
2-323	32,69	5,33	43,36	33,02
2-324	34,29	5,33	44,96	34,65
2-325	37,47	5,33	48,13	37,85
2-326	40,64	5,33	51,31	41,05
2-327	43,82	5,33	54,48	44,25
2-328	46,99	5,33	57,66	47,47
2-329	50,17	5,33	60,83	50,67
2-330	53,34	5,33	64,01	53,87
2-331	56,52	5,33	67,18	57,07
2-332	59,69	5,33	70,36	60,3
2-333	62,87	5,33	73,53	63,5
2-334	66,04	5,33	76,71	66,7
2-335	69,22	5,33	79,88	69,9
2-336	72,39	5,33	83,06	73,13
2-337	75,57	5,33	86,23	76,33
2-338	78,74	5,33	89,41	79,53
2-339	81,92	5,33	92,58	82,73
2-340	85,09	5,33	95,76	85,95
2-341	88,27	5,33	98,93	89,15
2-342	91,44	5,33	102,1	92,35
2-343	94,62	5,33	105,28	95,55
2-344	97,79	5,33	108,45	98,78
2-345	100,97	5,33	111,63	101,98
2-346	104,14	5,33	114,8	105,18
2-347	107,32	5,33	117,98	108,38
2-348	110,49	5,33	119,38	111,6
2-349	113,67	5,33	124,33	114,8
2-350	116,84	5,33	127,5	118
2-351	120,02	5,33	130,68	121,2
2-352	123,19	5,33	133,85	124,43
2-353	126,37	5,33	137,03	127,63
2-354	129,54	5,33	140,81	130,83
2-355	132,72	5,33	143,38	134,03
2-356	135,89	5,33	146,56	137,26
2-357	139,07	5,33	149,73	140,46
2-358	142,24	5,33	152,9	143,64
2-359	145,42	5,33	156,08	146,86
2-360	148,59	5,33	159,25	150,08
2-361	151,77	5,33	162,43	153,28
2-362	158,12	5,33	168,78	159,63
2-363	164,47	5,33	175,13	165,98
2-364	170,82	5,33	181,48	172,33
2-365	177,17	5,33	187,83	178,68
2-366	183,52	5,33	194,18	185,03
2-367	189,87	5,33	200,53	191,38
2-368	196,22	5,33	206,88	197,73
2-369	202,57	5,33	213,23	204,08
2-370	208,92	5,33	219,58	210,43
2-371	215,27	5,33	225,93	216,78
2-372	221,62	5,33	232,28	223,13

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d1	d2	d7	
			H9	d8
			Innendruck	Außendruck
2-373	227,97	5,33	238,63	229,48
2-374	234,32	5,33	244,98	235,83
2-375	240,67	5,33	251,33	242,18
2-376	247,02	5,33	257,68	248,53
2-377	253,37	5,33	264,03	254,88
2-378	266,07	5,33	276,73	267,58
2-379	278,77	5,33	289,43	280,28
2-380	291,47	5,33	302,13	292,98
2-381	304,17	5,33	314,83	305,68
2-382	329,57	5,33	340,23	331,08
2-383	354,97	5,33	365,63	356,48
2-384	380,37	5,33	391,03	381,88
2-385	405,26	5,33	415,92	406,78
2-386	430,66	5,33	441,32	432,18
2-387	456,06	5,33	466,72	457,58
2-388	481,38	5,33	492,07	482,9
2-389	506,78	5,33	517,47	508,3
2-390	532,18	5,33	542,87	533,7
2-391	557,58	5,33	568,27	559,1
2-392	582,68	5,33	593,34	584,2
2-393	608,08	5,33	618,74	609,6
2-394	633,48	5,33	644,14	635
2-395	658,88	5,33	669,54	660,4
2-425	113,67	6,99	127,63	114,8
2-426	116,84	6,99	130,81	118
2-427	120,02	6,99	133,98	121,2
2-428	123,19	6,99	137,16	124,43
2-429	126,37	6,99	140,33	127,63
2-430	129,54	6,99	143,51	130,83
2-431	132,72	6,99	146,68	134,03
2-432	135,89	6,99	149,86	137,26
2-433	139,07	6,99	153,03	140,46
2-434	142,24	6,99	156,21	143,66
2-435	145,42	6,99	159,38	146,86
2-436	148,59	6,99	162,56	150,08
2-437	151,77	6,99	165,73	153,28
2-438	158,12	6,99	172,06	159,63
2-439	164,47	6,99	178,43	165,98
2-440	170,82	6,99	184,78	172,33
2-441	177,17	6,99	191,13	178,68
2-442	183,52	6,99	197,48	185,03
2-443	189,87	6,99	203,83	191,38
2-444	196,22	6,99	210,18	197,73
2-445	202,57	6,99	216,53	204,08
2-446	215,27	6,99	229,23	216,78
2-447	227,97	6,99	241,93	229,48
2-448	240,67	6,99	254,63	242,18
2-449	253,37	6,99	267,33	254,88
2-450	266,07	6,99	280,03	267,58
2-451	278,77	6,99	292,73	280,28

Parker Nr.	d1	d2	d7	
			H9	d8
			Innendruck	Außendruck
2-452	291,47	6,99	305,43	292,98
2-453	304,17	6,99	318,13	305,68
2-454	316,87	6,99	330,83	318,38
2-455	329,57	6,99	343,53	331,08
2-456	342,27	6,99	356,23	343,78
2-457	354,97	6,99	368,93	356,48
2-458	367,67	6,99	381,63	369,18
2-459	380,37	6,99	394,33	381,88
2-460	393,07	6,99	407,03	394,58
2-461	405,26	6,99	419,22	406,78
2-462	417,96	6,99	431,92	419,48
2-463	430,66	6,99	444,62	432,18
2-464	443,36	6,99	457,32	444,88
2-465	456,06	6,99	470,02	457,58
2-466	468,76	6,99	482,72	470,28
2-467	481,46	6,99	495,42	482,98
2-468	494,16	6,99	508,12	495,68
2-469	506,86	6,99	520,82	508,38
2-470	532,26	6,99	546,22	533,78
2-471	557,66	6,99	571,62	559,18
2-472	582,68	6,99	596,64	584,2
2-473	608,08	6,99	622,05	608,2
2-474	633,48	6,99	647,44	635
2-475	658,88	6,99	672,84	660,4

Tab. 3.6

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.

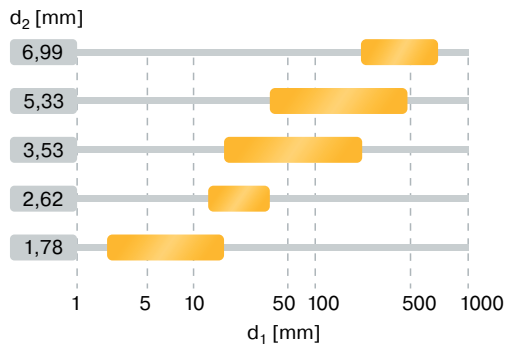


Abb. 3.8 Empfohlene Innendurchmesserbereiche d_1 für O-Ringe, gestaffelt in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2

3.2.1 Hydraulik – Verpressung und Einbaumaße

Kolbendichtung – radiale Verpressung

O-Ring im Innenteil eingebaut

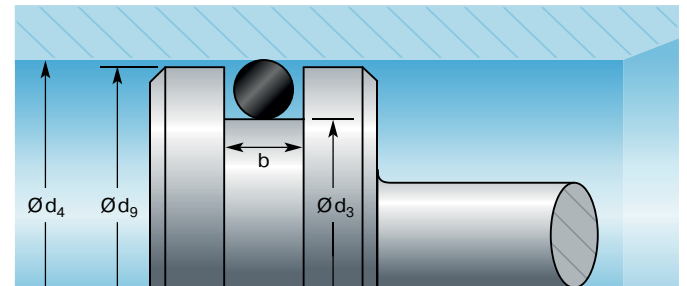


Abb. 3.9 Kolbendichtung – radiale Verpressung

Stangendichtung – radiale Verpressung

O-Ring im Außenteil eingebaut

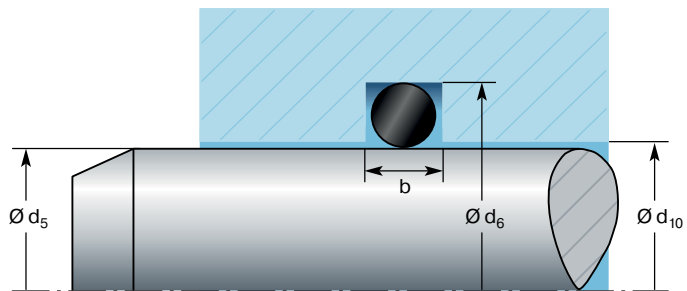
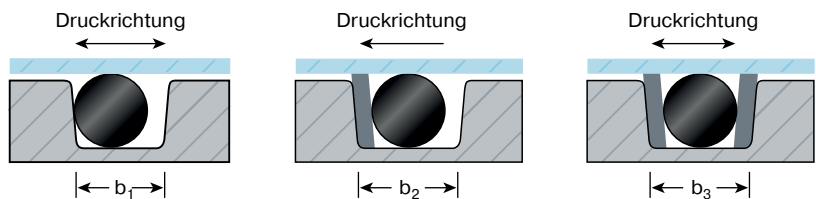
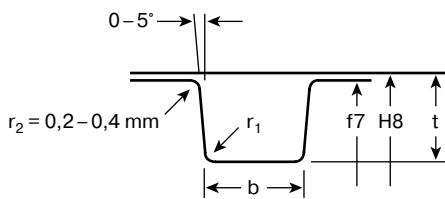


Abb. 3.10 Stangendichtung – radiale Verpressung



Schnurstärke d_2	Mittlere Nuttiefe t	Verformung	Verformung	Nutbreite			Radius r_1
				ohne Anti-Extrusionsring	ein Anti-Extrusionsring	zwei Anti-Extrusionsringe	
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1,78 $\pm 0,08$	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 $\pm 0,09$	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 $\pm 0,10$	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 $\pm 0,13$	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 $\pm 0,15$	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. 3.7

3 Konstruktionsempfehlungen

3.2.2 Hydraulik – Kolbendichtung dynamisch

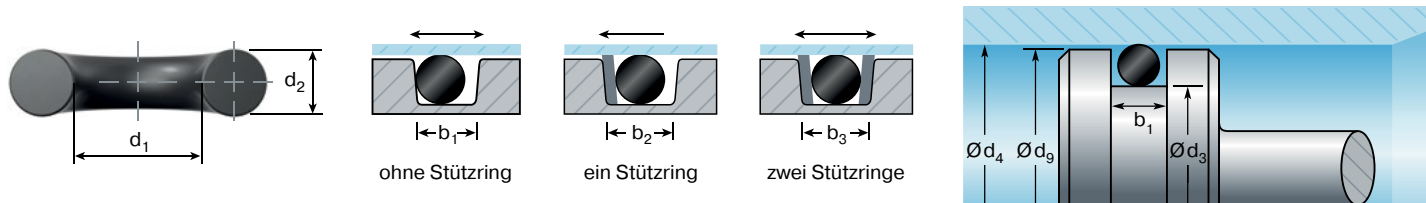


Abb. 3.11

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ , b ₂ , b ₃			d ₄ /d ₉	d ₃	Tol.
			0,25 0	0,25 0	0,25 0			
2-006	2,9	1,78	2,8	4,2	5,6	5,74	3,05	h6
2-007	3,68	1,78	2,8	4,2	5,6	6,52	3,83	h6
2-008	4,47	1,78	2,8	4,2	5,6	7,31	4,62	h6
2-009	5,28	1,78	2,8	4,2	5,6	8,14	5,45	h6
2-010	6,07	1,78	2,8	4,2	5,6	8,93	6,24	h6
2-011	7,65	1,78	2,8	4,2	5,6	10,56	7,87	h6
2-012	9,25	1,78	2,8	4,2	5,6	12,22	9,54	h8
2-104	2,84	2,62	3,8	5,2	6,6	7,08	2,99	h6
2-105	3,63	2,62	3,8	5,2	6,6	7,87	3,78	h6
2-106	4,42	2,62	3,8	5,2	6,6	8,66	4,57	h6
2-107	5,23	2,62	3,8	5,2	6,6	9,47	5,38	h6
2-108	6,02	2,62	3,8	5,2	6,6	10,27	6,17	h6
2-109	7,59	2,62	3,8	5,2	6,6	11,84	7,76	h8
2-110	9,19	2,62	3,8	5,2	6,6	13,56	9,48	h8
2-111	10,77	2,62	3,8	5,2	6,6	15,16	11,09	h8
2-112	12,37	2,62	3,8	5,2	6,6	16,79	12,71	h8
2-113	13,94	2,62	3,8	5,2	6,6	18,43	14,36	h8
2-114	15,54	2,62	3,8	5,2	6,6	20,11	16,03	h8
2-115	17,12	2,62	3,8	5,2	6,6	21,71	17,64	h8
2-116	18,72	2,62	3,8	5,2	6,6	23,33	19,27	h8
2-210	18,64	3,53	5	6,4	7,8	24,97	19,32	h9
2-211	20,22	3,53	5	6,4	7,8	26,56	20,93	h9
2-212	21,82	3,53	5	6,4	7,8	28,21	22,64	h9
2-213	23,39	3,53	5	6,4	7,8	29,81	24,24	h9
2-214	24,99	3,53	5	6,4	7,8	31,44	25,87	h9
2-215	26,57	3,53	5	6,4	7,8	33,06	27,49	h9
2-216	28,17	3,53	5	6,4	7,8	34,74	29,17	h9
2-217	29,74	3,53	5	6,4	7,8	36,34	30,8	h9
2-218	31,34	3,53	5	6,4	7,8	37,97	32,43	h9
2-219	32,92	3,53	5	6,4	7,8	39,58	34,04	h9
2-220	34,52	3,53	5	6,4	7,8	41,22	35,68	h9
2-221	36,09	3,53	5	6,4	7,8	42,82	37,28	h9
2-222	37,69	3,53	5	6,4	7,8	44,53	38,99	h9
2-309	10,46	5,33	7,2	9	10,9	19,5	10,84	h9
2-310	12,07	5,33	7,2	9	10,9	21,14	12,49	h9
2-311	13,64	5,33	7,2	9	10,9	22,8	14,14	h9

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ , b ₂ , b ₃			d ₄ /d ₉	d ₃	Tol.
			0,25 0	0,25 0	0,25 0			
2-312	15,24	5,33	7,2	9	10,9	24,48	15,82	h9
2-313	16,81	5,33	7,2	9	10,9	26,08	17,42	h9
2-314	18,42	5,33	7,2	9	10,9	27,74	19,1	h9
2-315	19,99	5,33	7,2	9	10,9	29,34	20,7	h9
2-316	21,59	5,33	7,2	9	10,9	30,98	22,41	h9
2-317	23,16	5,33	7,2	9	10,9	32,58	24,01	h9
2-318	24,77	5,33	7,2	9	10,9	34,22	25,65	h9
2-319	26,34	5,33	7,2	9	10,9	35,82	27,25	h9
2-320	27,94	5,33	7,2	9	10,9	37,5	28,93	h9
2-321	29,51	5,33	7,2	9	10,9	39,11	30,57	h9
2-322	31,12	5,33	7,2	9	10,9	40,75	32,21	h9
2-323	32,69	5,33	7,2	9	10,9	42,35	33,81	h9
2-324	34,29	5,33	7,2	9	10,9	43,98	35,44	h9
2-325	37,47	5,33	7,2	9	10,9	47,31	38,77	h9
2-326	40,64	5,33	7,2	9	10,9	50,54	42	h9
2-327	43,82	5,33	7,2	9	10,9	53,78	45,24	h9
2-328	46,99	5,33	7,2	9	10,9	57,02	48,48	h9
2-329	50,17	5,33	7,2	9	10,9	60,34	51,83	h9
2-330	53,34	5,33	7,2	9	10,9	63,58	55,07	h9
2-331	56,52	5,33	7,2	9	10,9	66,82	58,31	h9
2-332	59,69	5,33	7,2	9	10,9	70,05	61,54	h9
2-333	62,87	5,33	7,2	9	10,9	73,35	64,84	h9
2-334	66,04	5,33	7,2	9	10,9	76,58	68,07	h9
2-335	69,22	5,33	7,2	9	10,9	79,82	71,31	h9
2-336	72,39	5,33	7,2	9	10,9	83,06	74,55	h9
2-337	75,57	5,33	7,2	9	10,9	86,4	77,89	h9
2-338	78,74	5,33	7,2	9	10,9	89,64	81,16	h9
2-339	81,92	5,33	7,2	9	10,9	92,88	84,4	h9
2-340	85,09	5,33	7,2	9	10,9	96,11	87,63	h9
2-341	88,27	5,33	7,2	9	10,9	99,36	90,88	h9
2-342	91,44	5,33	7,2	9	10,9	102,69	94,21	h9
2-343	94,62	5,33	7,2	9	10,9	105,94	97,46	h9
2-344	97,79	5,33	7,2	9	10,9	109,17	100,69	h9
2-345	100,97	5,33	7,2	9	10,9	112,41	103,93	h9
2-346	104,14	5,33	7,2	9	10,9	115,65	107,17	h9
2-347	107,32	5,33	7,2	9	10,9	118,94	110,46	h9

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ /d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-348	110,49	5,33	7,2	9	10,9	122,18	113,7	h9
2-349	113,67	5,33	7,2	9	10,9	125,42	116,94	h9
2-425	113,67	6,99	9,5	12,3	15,1	128,5	117,02	h9
2-426	116,84	6,99	9,5	12,3	15,1	131,73	120,28	h9
2-427	120,02	6,99	9,5	12,3	15,1	134,98	123,53	h9
2-428	123,19	6,99	9,5	12,3	15,1	138,21	126,76	h9
2-429	126,37	6,99	9,5	12,3	15,1	141,56	130,11	h9
2-430	129,54	6,99	9,5	12,3	15,1	144,79	133,34	h9
2-431	132,72	6,99	9,5	12,3	15,1	148,03	136,58	h9
2-432	135,89	6,99	9,5	12,3	15,1	151,27	139,82	h9
2-433	139,07	6,99	9,5	12,3	15,1	154,51	143,06	h9
2-434	142,24	6,99	9,5	12,3	15,1	157,74	146,29	h9
2-435	145,42	6,99	9,5	12,3	15,1	160,99	149,54	h9
2-436	148,59	6,99	9,5	12,3	15,1	164,22	152,77	h9
2-437	151,77	6,99	9,5	12,3	15,1	167,46	156,01	h9
2-438	158,12	6,99	9,5	12,3	15,1	174,02	162,57	h9
2-439	164,47	6,99	9,5	12,3	15,1	180,5	169,05	h9
2-440	170,82	6,99	9,5	12,3	15,1	186,98	175,53	h9
2-441	177,17	6,99	9,5	12,3	15,1	193,45	182,04	h9
2-442	183,52	6,99	9,5	12,3	15,1	200,05	188,64	h9
2-443	189,87	6,99	9,5	12,3	15,1	206,53	195,12	h9
2-444	196,22	6,99	9,5	12,3	15,1	213,01	201,6	h9
2-445	202,57	6,99	9,5	12,3	15,1	219,48	208,07	h9
2-446	215,27	6,99	9,5	12,3	15,1	232,7	221,29	h9
2-447	227,97	6,99	9,5	12,3	15,1	245,66	234,25	h9
2-448	240,67	6,99	9,5	12,3	15,1	258,61	247,2	h9
2-449	253,37	6,99	9,5	12,3	15,1	271,57	260,19	h9
2-450	266,07	6,99	9,5	12,3	15,1	284,64	273,26	h9
2-451	278,77	6,99	9,5	12,3	15,1	297,6	286,22	h9
2-452	291,47	6,99	9,5	12,3	15,1	310,55	299,17	h9
2-453	304,17	6,99	9,5	12,3	15,1	323,5	312,32	h9
2-454	316,87	6,99	9,5	12,3	15,1	336,46	325,12	h9
2-455	329,57	6,99	9,5	12,3	15,1	349,41	338,07	h9
2-456	342,27	6,99	9,5	12,3	15,1	362,63	351,29	h9
2-457	354,97	6,99	9,5	12,3	15,1	375,59	364,25	h9
2-458	367,67	6,99	9,5	12,3	15,1	388,54	377,2	h9
2-459	380,37	6,99	9,5	12,3	15,1	401,49	390,15	h9
2-460	393,07	6,99	9,5	12,3	15,1	414,45	403,15	h9

Tab. 3.8

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ / d ₉ H8 / f7	d ₃ h9
2-014	12,42	1,78	2,8	4,2	5,6	16	13,2
2-114	15,54	2,62	3,8	5,2	6,6	20	15,8
2-117	20,3	2,62	3,8	5,2	6,6	25	20,8
2-121	26,64	2,62	3,8	5,2	6,6	32	27,8
2-224	34,59	2,62	3,8	5,2	6,6	40	35,8
2-126	44,04	3,53	5	6,4	7,8	50	44,4
2-233	72,62	3,53	5	6,4	7,8	80	74,4
2-236	82,14	3,53	5	6,4	7,8	90	84,4
2-439	164,47	6,99	9,5	12,3	15,1	180	168,2
2-442	183,52	6,99	9,5	12,3	15,1	200	188,2
2-445	202,57	6,99	9,5	12,3	15,1	220	208,2
2-447	227,97	6,99	9,5	12,3	15,1	250	238,2
2-450	266,07	6,99	9,5	12,3	15,1	280	268,2
2-453	304,17	6,99	9,5	12,3	15,1	320	308,2
2-456	342,27	6,99	9,5	12,3	15,1	360	348,2
2-459	380,38	6,99	9,5	12,3	15,1	400	388,2
2-463	430,66	6,99	9,5	12,3	15,1	450	438,2
2-467	481,46	6,99	9,5	12,3	15,1	500	488,2

Tab. 3.9 Grundlegende Maße von O-Ring-Einbaukäufen für den Einsatz in dynamischen Kolbenabdichtungen ausgewählter metrischer Größen in hydraulischen Anwendungen

3 Konstruktionsempfehlungen

3.2.3 Hydraulik – Stangendichtung dynamisch

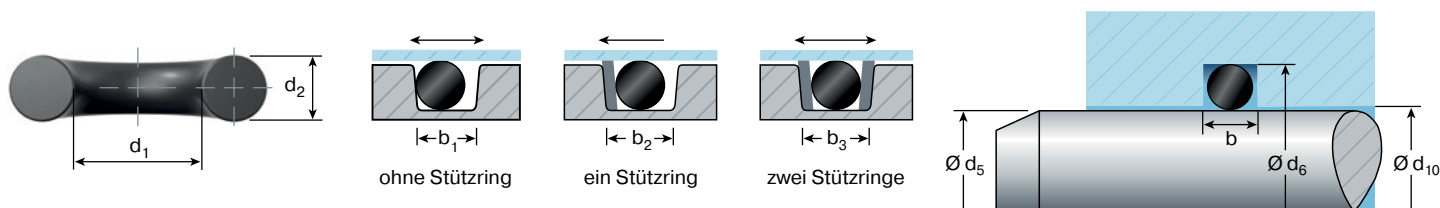


Abb. 3.12

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ +0,25 0	b ₂ +0,25 0	b ₃ +0,25 0	d ₅ /d ₁₀ f7/H8	d ₆ H9
2-006	2,9	1,78	2,8	4,2	5,6	3,16	5,85
2-007	3,68	1,78	2,8	4,2	5,6	3,87	6,62
2-008	4,47	1,78	2,8	4,2	5,6	4,7	7,46
2-009	5,28	1,78	2,8	4,2	5,6	5,5	8,29
2-010	6,07	1,78	2,8	4,2	5,6	6,3	9,09
2-011	7,65	1,78	2,8	4,2	5,6	8	10,78
2-012	9,25	1,78	2,8	4,2	5,6	9,5	12,31
2-104	2,84	2,62	3,8	5,2	6,6	3,03	7,16
2-105	3,63	2,62	3,8	5,2	6,6	3,85	8,02
2-106	4,42	2,62	3,8	5,2	6,6	4,65	8,85
2-107	5,23	2,62	3,8	5,2	6,6	5,5	9,72
2-108	6,02	2,62	3,8	5,2	6,6	6,3	10,53
2-109	7,59	2,62	3,8	5,2	6,6	8	12,22
2-110	9,19	2,62	3,8	5,2	6,6	9,5	13,75
2-111	10,77	2,62	3,8	5,2	6,6	11,2	15,46
2-112	12,37	2,62	3,8	5,2	6,6	12,8	17
2-113	13,94	2,62	3,8	5,2	6,6	14,5	18,7
2-114	15,54	2,62	3,8	5,2	6,6	16	20,25
2-115	17,12	2,62	3,8	5,2	6,6	17,7	21,9
2-116	18,72	2,62	3,8	5,2	6,6	19,3	23,5
2-210	18,64	3,53	5	6,4	7,8	19,3	25
2-211	20,22	3,53	5	6,4	7,8	21	26,7
2-212	21,82	3,53	5	6,4	7,8	22,5	28,48
2-213	23,39	3,53	5	6,4	7,8	24,1	29,9
2-214	24,99	3,53	5	6,4	7,8	25,7	31,5
2-215	26,57	3,53	5	6,4	7,8	27,2	32,9
2-216	28,17	3,53	5	6,4	7,8	28,8	34,6
2-217	29,74	3,53	5	6,4	7,8	30,4	36,2
2-218	31,34	3,53	5	6,4	7,8	32	37,8
2-219	32,92	3,53	5	6,4	7,8	33,6	39,4
2-220	34,52	3,53	5	6,4	7,8	35,3	41
2-221	36,09	3,53	5	6,4	7,8	36,8	42,5
2-222	37,69	3,53	5	6,4	7,8	38,5	44,1
2-325	37,47	5,33	7,2	9	10,9	38,5	47,4
2-326	40,64	5,33	7,2	9	10,9	41,5	50,4
2-327	43,82	5,33	7,2	9	10,9	45	53,75
2-328	46,99	5,33	7,2	9	10,9	48	56,9
2-329	50,17	5,33	7,2	9	10,9	51,2	60
2-330	53,34	5,33	7,2	9	10,9	54,4	63,2
2-331	56,52	5,33	7,2	9	10,9	57,55	66,38

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ +0,25 0	b ₂ +0,25 0	b ₃ +0,25 0	d ₅ /d ₁₀ f7/H8	d ₆ H9
2-335	69,22	5,33	7,2	9	10,9	70,4	79
2-336	72,39	5,33	7,2	9	10,9	73,61	82,19

Tab. 3.10

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ +0,25 0	b ₂ +0,25 0	b ₃ +0,25 0	d ₅ /d ₁₀ f7/H8	d ₆ H9
2-010	6,07	1,78	2,8	4,2	5,6	6	8,8
2-011	7,65	1,78	2,8	4,2	5,6	8	10,7
2-013	10,92	1,78	2,8	4,2	5,6	10	12,8
2-014	12,42	1,78	2,8	4,2	5,6	12	14,8
2-015	14	1,78	2,8	4,2	5,6	14	16,8
2-018	15,6	1,78	2,8	4,2	5,6	16	18,7
2-117	18,77	1,78	2,8	4,2	5,6	18	20,8
2-118	20,3	2,62	3,8	5,2	6,6	20	24,2
2-120	21,89	2,62	3,8	5,2	6,6	22	26,2
2-122	25,07	2,62	3,8	5,2	6,6	25	29,2
2-125	28,24	2,62	3,8	5,2	6,6	28	32,2
2-224	32,99	2,62	3,8	5,2	6,6	32	36,2
2-329	50,17	5,33	7,2	9	10,9	50	59,1
2-333	62,87	5,33	7,2	9	10,9	63	72,1
2-335	69,22	5,33	7,2	9	10,9	70	79,1
2-339	81,92	5,33	7,2	9	10,9	80	89,1
2-342	91,44	5,33	7,2	9	10,9	90	99,1
2-345	100,97	5,33	7,2	9	10,9	100	109,1
2-348	110,49	5,33	7,2	9	10,9	110	119,1
2-429	126,37	6,99	9,5	12,3	15,1	125	136,8
2-433	139,07	6,99	9,5	12,3	15,1	140	151,8
2-438	158,12	6,99	9,5	12,3	15,1	160	171,8
2-442	183,52	6,99	9,5	12,3	15,1	180	191,8
2-445	202,57	6,99	9,5	12,3	15,1	200	211,8
2-447	227,97	6,99	9,5	12,3	15,1	220	231,8
2-449	253,37	6,99	9,5	12,3	15,1	250	261,8
2-451	278,77	6,99	9,5	12,3	15,1	280	291,8
2-455	329,57	6,99	9,5	12,3	15,1	320	331,8
2-458	367,67	6,99	9,5	12,3	15,1	360	371,8

Tab. 3.11 Grundlegende Maße von O-Ring-Einbauräumen für den Einsatz in dynamischen Stangenabdichtungen ausgewählter metrischer Größen in hydraulischen Anwendungen

3 Konstruktionsempfehlungen

3.2.4 Pneumatik – Verpressung und Einbaumaße

Kolbendichtung – radiale Verpressung

O-Ring im Innenteil eingebaut

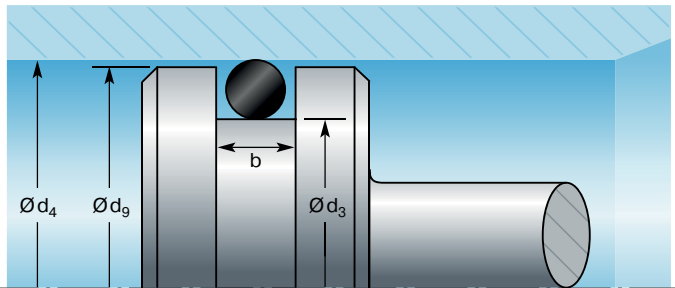


Abb. 3.13 Kolbendichtung – radiale Verpressung

Stangendichtung – radiale Verpressung

O-Ring im Außenteil eingebaut

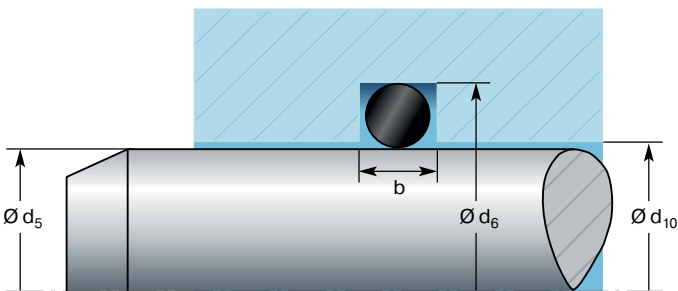


Abb. 3.14 Stangendichtung – radiale Verpressung

Schwimmender Einbau – keine Verpressung

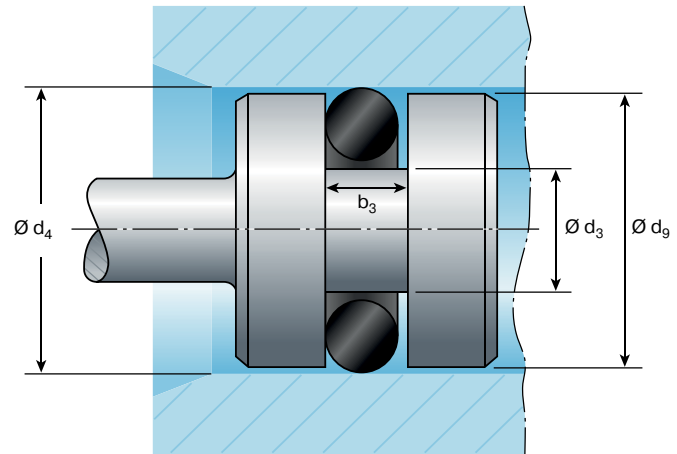
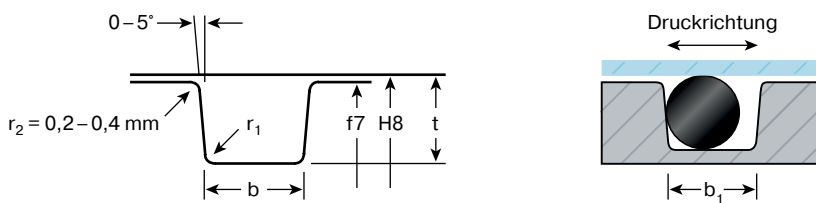


Abb. 3.15 Schwimmender Einbau – keine Verpressung



Schnurstärke d_2	Mittlere Nuttiefe t	Verformung	Verformung	Nutbreite b_1 ohne Anti-Extrusionsring	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 $\pm 0,08$	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. 3.12

3 Konstruktionsempfehlungen

3.2.5 Pneumatik – Kolbendichtung dynamisch

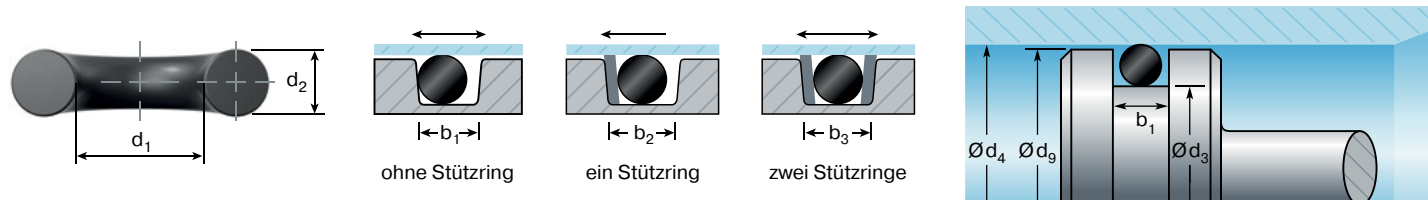


Abb. 3.16

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ /d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-006	2,9	1,78	2,8	4,2	5,6	5,85	3,05	h6
2-007	3,68	1,78	2,8	4,2	5,6	6,63	3,84	h6
2-008	4,47	1,78	2,8	4,2	5,6	7,42	4,63	h6
2-009	5,28	1,78	2,8	4,2	5,6	8,24	5,45	h6
2-010	6,07	1,78	2,8	4,2	5,6	9,06	6,27	h6
2-011	7,65	1,78	2,8	4,2	5,6	10,66	7,87	h6
2-012	9,25	1,78	2,8	4,2	5,6	12,27	9,5	h8
2-104	2,84	2,62	3,8	5,2	6,6	7,28	2,99	h6
2-105	3,63	2,62	3,8	5,2	6,6	8,08	3,79	h6
2-106	4,42	2,62	3,8	5,2	6,6	8,87	4,58	h6
2-107	5,23	2,62	3,8	5,2	6,6	9,69	5,39	h6
2-108	6,02	2,62	3,8	5,2	6,6	10,51	6,22	h6
2-109	7,59	2,62	3,8	5,2	6,6	12,1	7,82	h8
2-110	9,19	2,62	3,8	5,2	6,6	13,71	9,44	h8
2-111	10,77	2,62	3,8	5,2	6,6	15,31	11,04	h8
2-112	12,37	2,62	3,8	5,2	6,6	16,93	12,65	h8
2-113	13,94	2,62	3,8	5,2	6,6	18,56	14,29	h8
2-114	15,54	2,62	3,8	5,2	6,6	20,23	15,95	h8
2-115	17,12	2,62	3,8	5,2	6,6	21,82	17,55	h8
2-116	18,72	2,62	3,8	5,2	6,6	23,44	19,17	h8
2-210	18,64	3,53	5	6,4	7,8	25,17	19,32	h9
2-211	20,22	3,53	5	6,4	7,8	26,78	20,93	h9
2-212	21,82	3,53	5	6,4	7,8	28,41	22,64	h9
2-213	23,39	3,53	5	6,4	7,8	30,01	24,24	h9
2-214	24,99	3,53	5	6,4	7,8	31,64	25,87	h9
2-215	26,57	3,53	5	6,4	7,8	33,26	27,49	h9
2-216	28,17	3,53	5	6,4	7,8	34,94	29,17	h9
2-217	29,74	3,53	5	6,4	7,8	36,54	30,8	h9
2-218	31,34	3,53	5	6,4	7,8	38,17	32,43	h9
2-219	32,92	3,53	5	6,4	7,8	39,78	34,04	h9
2-220	34,52	3,53	5	6,4	7,8	41,42	35,68	h9
2-221	36,09	3,53	5	6,4	7,8	43,02	37,28	h9
2-222	37,69	3,53	5	6,4	7,8	44,73	38,99	h9
2-309	10,46	5,33	7,2	9	10,9	19,5	10,84	h9
2-310	12,07	5,33	7,2	9	10,9	21,14	12,49	h9
2-311	13,64	5,33	7,2	9	10,9	22,8	14,14	h9
2-312	15,24	5,33	7,2	9	10,9	24,48	15,82	h9
2-313	16,81	5,33	7,2	9	10,9	26,08	17,42	h9

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ /d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-314	18,42	5,33	7,2	9	10,9	27,74	19,1	h9
2-315	19,99	5,33	7,2	9	10,9	29,34	20,7	h9
2-316	21,59	5,33	7,2	9	10,9	30,98	22,41	h9
2-317	23,16	5,33	7,2	9	10,9	32,58	24,01	h9
2-318	24,77	5,33	7,2	9	10,9	34,22	25,65	h9
2-319	26,34	5,33	7,2	9	10,9	35,82	27,25	h9
2-320	27,94	5,33	7,2	9	10,9	37,5	28,93	h9
2-321	29,51	5,33	7,2	9	10,9	39,11	30,57	h9
2-322	31,12	5,33	7,2	9	10,9	40,75	32,21	h9
2-323	32,69	5,33	7,2	9	10,9	42,35	33,81	h9
2-324	34,29	5,33	7,2	9	10,9	43,98	35,44	h9
2-325	37,47	5,33	7,2	9	10,9	47,31	38,77	h9
2-326	40,64	5,33	7,2	9	10,9	50,54	42	h9
2-327	43,82	5,33	7,2	9	10,9	53,78	45,24	h9
2-328	46,99	5,33	7,2	9	10,9	57,02	48,48	h9
2-329	50,17	5,33	7,2	9	10,9	60,34	51,83	h9
2-330	53,34	5,33	7,2	9	10,9	63,58	55,07	h9
2-331	56,52	5,33	7,2	9	10,9	66,82	58,31	h9
2-332	59,69	5,33	7,2	9	10,9	70,05	61,54	h9
2-333	62,87	5,33	7,2	9	10,9	73,35	64,84	h9
2-334	66,04	5,33	7,2	9	10,9	76,58	68,07	h9
2-335	69,22	5,33	7,2	9	10,9	79,82	71,31	h9
2-336	72,39	5,33	7,2	9	10,9	83,06	74,55	h9
2-337	75,57	5,33	7,2	9	10,9	86,4	77,89	h9
2-338	78,74	5,33	7,2	9	10,9	89,64	81,16	h9
2-339	81,92	5,33	7,2	9	10,9	92,88	84,4	h9
2-340	85,09	5,33	7,2	9	10,9	96,11	87,63	h9
2-341	88,27	5,33	7,2	9	10,9	99,36	90,88	h9
2-342	91,44	5,33	7,2	9	10,9	102,69	94,21	h9
2-343	94,62	5,33	7,2	9	10,9	105,94	97,46	h9
2-344	97,79	5,33	7,2	9	10,9	109,17	100,69	h9
2-345	100,97	5,33	7,2	9	10,9	112,41	103,93	h9
2-346	104,14	5,33	7,2	9	10,9	115,65	107,17	h9
2-347	107,32	5,33	7,2	9	10,9	118,94	110,46	h9
2-348	110,49	5,33	7,2	9	10,9	122,18	113,7	h9
2-349	113,67	5,33	7,2	9	10,9	125,42	116,94	h9
2-425	113,67	6,99	9,5	12,3	15,1	128,5	117,02	h9
2-426	116,84	6,99	9,5	12,3	15,1	131,73	120,28	h9

3 Konstruktionsempfehlungen

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ /d ₉ H8/f7	d ₃	Tol.
2-427	120,02	6,99	9,5	12,3	15,1	134,98	123,53	h9
2-428	123,19	6,99	9,5	12,3	15,1	138,21	126,76	h9
2-429	126,37	6,99	9,5	12,3	15,1	141,56	130,11	h9
2-430	129,54	6,99	9,5	12,3	15,1	144,79	133,34	h9
2-431	132,72	6,99	9,5	12,3	15,1	148,03	136,58	h9
2-432	135,89	6,99	9,5	12,3	15,1	151,27	139,82	h9
2-433	139,07	6,99	9,5	12,3	15,1	154,51	143,06	h9
2-434	142,24	6,99	9,5	12,3	15,1	157,74	146,29	h9
2-435	145,42	6,99	9,5	12,3	15,1	160,99	149,54	h9
2-436	148,59	6,99	9,5	12,3	15,1	164,22	152,77	h9
2-437	151,77	6,99	9,5	12,3	15,1	167,46	156,01	h9
2-438	158,12	6,99	9,5	12,3	15,1	174,02	162,57	h9
2-439	164,47	6,99	9,5	12,3	15,1	180,5	169,05	h9
2-440	170,82	6,99	9,5	12,3	15,1	186,98	175,53	h9
2-441	177,17	6,99	9,5	12,3	15,1	193,45	182,04	h9
2-442	183,52	6,99	9,5	12,3	15,1	200,05	188,64	h9
2-443	189,87	6,99	9,5	12,3	15,1	206,53	195,12	h9
2-444	196,22	6,99	9,5	12,3	15,1	213,01	201,6	h9
2-445	202,57	6,99	9,5	12,3	15,1	219,48	208,07	h9
2-446	215,27	6,99	9,5	12,3	15,1	232,7	221,29	h9
2-447	227,97	6,99	9,5	12,3	15,1	245,66	234,25	h9
2-448	240,67	6,99	9,5	12,3	15,1	258,61	247,2	h9
2-449	253,37	6,99	9,5	12,3	15,1	271,57	260,19	h9
2-450	266,07	6,99	9,5	12,3	15,1	284,64	273,26	h9
2-451	278,77	6,99	9,5	12,3	15,1	297,6	286,22	h9
2-452	291,47	6,99	9,5	12,3	15,1	310,55	299,17	h9
2-453	304,17	6,99	9,5	12,3	15,1	323,5	312,32	h9
2-454	316,87	6,99	9,5	12,3	15,1	336,46	325,12	h9
2-455	329,57	6,99	9,5	12,3	15,1	349,41	338,07	h9
2-456	342,27	6,99	9,5	12,3	15,1	362,63	351,29	h9
2-457	354,97	6,99	9,5	12,3	15,1	375,59	364,25	h9
2-458	367,67	6,99	9,5	12,3	15,1	388,54	377,2	h9
2-459	380,37	6,99	9,5	12,3	15,1	401,49	390,15	h9
2-460	393,07	6,99	9,5	12,3	15,1	414,45	403,15	h9

Tab. 3.13

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ 0,25 0	b ₂ 0,25 0	b ₃ 0,25 0	d ₄ /d ₉ H8/f7	d ₃	h ₉
2-014	12,42	1,78	2,8	4,2	5,6	16	13,2	
2-114	15,54	2,62	3,8	5,2	6,6	20	15,8	
2-117	20,3	2,62	3,8	5,2	6,6	25	20,8	
2-121	26,64	2,62	3,8	5,2	6,6	32	27,8	
2-126	34,59	2,62	3,8	5,2	6,6	40	35,8	
2-342	91,44	5,33	7,2	9	10,9	100	90,8	
2-345	100,97	5,33	7,2	9	10,9	110	100,8	
2-349	113,67	5,33	7,2	9	10,9	125	115,8	
2-354	129,54	5,33	7,2	9	10,9	140	130,7	
2-360	148,59	5,33	7,2	9	10,9	160	150,8	
2-439	164,47	6,99	9,5	12,3	15,1	180	168,2	
2-442	183,52	6,99	9,5	12,3	15,1	200	188,2	
2-445	202,57	6,99	9,5	12,3	15,1	220	208,2	
2-447	227,97	6,99	9,5	12,3	15,1	250	238,2	
2-450	266,07	6,99	9,5	12,3	15,1	280	268,2	
2-453	304,17	6,99	9,5	12,3	15,1	320	308,2	
2-456	342,27	6,99	9,5	12,3	15,1	360	348,2	
2-459	380,38	6,99	9,5	12,3	15,1	400	388,2	
2-463	430,66	6,99	9,5	12,3	15,1	450	438,2	
2-467	481,46	6,99	9,5	12,3	15,1	500	488,2	

Tab. 3.14 Grundlegende Maße von O-Ring-Einbauräumen für den Einsatz in dynamischen Kolbenabdichtungen ausgewählter metrischer Größen in pneumatischen Anwendungen

3 Konstruktionsempfehlungen

3.2.6 Pneumatik – Stangendichtung dynamisch

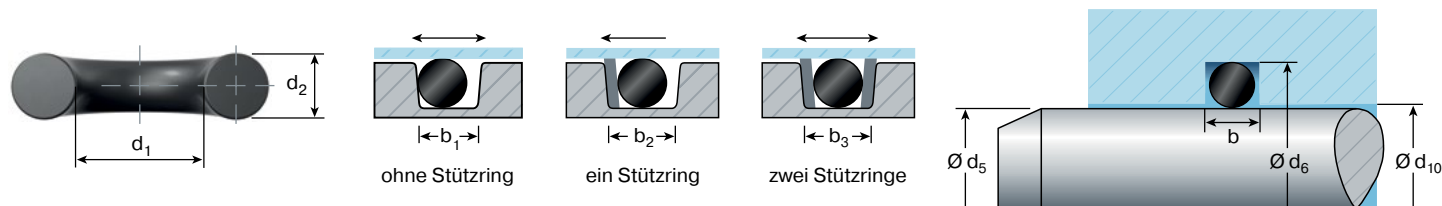


Abb. 3.17

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ , b ₂ , b ₃			d ₅ /d ₁₀	d ₆
			0,25 0	0,25 0	0,25 0		
2-006	2,9	1,78	2,8	4,2	5,6	3,16	5,9
2-007	3,68	1,78	2,8	4,2	5,6	3,87	6,7
2-008	4,47	1,78	2,8	4,2	5,6	4,7	7,46
2-009	5,28	1,78	2,8	4,2	5,6	5,5	8,29
2-010	6,07	1,78	2,8	4,2	5,6	6,3	9,09
2-011	7,65	1,78	2,8	4,2	5,6	8	10,78
2-012	9,25	1,78	2,8	4,2	5,6	9,5	12,31
2-104	2,84	2,62	3,8	5,2	6,6	3,03	7,16
2-105	3,63	2,62	3,8	5,2	6,6	3,85	8,02
2-106	4,42	2,62	3,8	5,2	6,6	4,65	8,85
2-107	5,23	2,62	3,8	5,2	6,6	5,5	9,72
2-108	6,02	2,62	3,8	5,2	6,6	6,3	10,53
2-109	7,59	2,62	3,8	5,2	6,6	8	12,22
2-110	9,19	2,62	3,8	5,2	6,6	9,5	13,97
2-111	10,77	2,62	3,8	5,2	6,6	11,2	15,6
2-112	12,37	2,62	3,8	5,2	6,6	12,8	17
2-113	13,94	2,62	3,8	5,2	6,6	14,5	18,7
2-114	15,54	2,62	3,8	5,2	6,6	16	20,25
2-115	17,12	2,62	3,8	5,2	6,6	17,7	21,9
2-116	18,72	2,62	3,8	5,2	6,6	19,3	23,5
2-210	18,64	3,53	5,0	6,4	7,8	19,3	25
2-211	20,22	3,53	5,0	6,4	7,8	21	26,7
2-212	21,82	3,53	5,0	6,4	7,8	22,5	28,48
2-213	23,39	3,53	5,0	6,4	7,8	24,1	29,9
2-214	24,99	3,53	5,0	6,4	7,8	25,7	31,5
2-215	26,57	3,53	5,0	6,4	7,8	27,2	32,9
2-216	28,17	3,53	5,0	6,4	7,8	28,8	34,6
2-217	29,74	3,53	5,0	6,4	7,8	30,4	36,2
2-218	31,34	3,53	5,0	6,4	7,8	32	37,8
2-219	32,92	3,53	5,0	6,4	7,8	33,6	39,4
2-220	34,52	3,53	5,0	6,4	7,8	35,3	41
2-221	36,09	3,53	5,0	6,4	7,8	36,8	42,5
2-325	37,47	5,33	7,2	9	10,9	38,5	47,4
2-326	40,64	5,33	7,2	9	10,9	41,5	50,4
2-327	43,82	5,33	7,2	9	10,9	45	53,75
2-328	46,99	5,33	7,2	9	10,9	48	56,9
2-329	50,17	5,33	7,2	9	10,9	51,2	60
2-330	53,34	5,33	7,2	9	10,9	54,4	63,2
2-331	56,52	5,33	7,2	9	10,9	57,55	66,38

Tab. 3.15

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ , b ₂ , b ₃			d ₅ /d ₁₀	d ₆
			0,25 0	0,25 0	0,25 0		
2-010	6,07	1,78	2,8	4,2	5,6	6	8,8
2-013	10,92	1,78	2,8	4,2	5,6	10	12,8
2-014	12,42	1,78	2,8	4,2	5,6	12	14,8
2-015	14	1,78	2,8	4,2	5,6	14	16,8
2-018	18,77	1,78	2,8	4,2	5,6	18	20,8
2-117	20,3	2,62	3,8	5,2	6,6	20	24,2
2-118	21,89	2,62	3,8	5,2	6,6	22	26,2
2-120	25,07	2,62	3,8	5,2	6,6	25	29,2
2-122	28,24	2,62	3,8	5,2	6,6	28	32,2
2-125	32,99	2,62	3,8	5,2	6,6	32	36,2
2-329	50,17	5,33	7,2	9	10,9	50	59,1
2-331	56,52	5,33	7,2	9	10,9	56	65,2
2-333	62,87	5,33	7,2	9	10,9	63	72,1
2-335	69,22	5,33	7,2	9	10,9	70	79,1
2-339	81,92	5,33	7,2	9	10,9	80	89,1
2-342	91,44	5,33	7,2	9	10,9	90	99,1
2-345	100,97	5,33	7,2	9	10,9	100	109,1
2-348	110,49	5,33	7,2	9	10,9	110	119,1
2-429	126,37	6,99	9,5	12,3	15,1	125	136,8
2-433	139,07	6,99	9,5	12,3	15,1	140	151,8
2-438	158,12	6,99	9,5	12,3	15,1	160	171,8
2-442	183,52	6,99	9,5	12,3	15,1	180	191,8
2-445	202,57	6,99	9,5	12,3	15,1	200	211,8
2-447	227,97	6,99	9,5	12,3	15,1	220	231,8
2-449	253,37	6,99	9,5	12,3	15,1	250	261,8
2-451	278,77	6,99	9,5	12,3	15,1	280	291,8
2-455	329,57	6,99	9,5	12,3	15,1	320	331,8
2-458	367,67	6,99	9,5	12,3	15,1	360	371,8

Tab. 3.16 Grundlegende Maße von O-Ring-Einbauräumen für den Einsatz in dynamischen Stangenabdichtungen ausgewählter metrischer Größen in pneumatischen Anwendungen

3 Konstruktionsempfehlungen

3.2.7 Pneumatik – schwimmender Einbau dynamisch

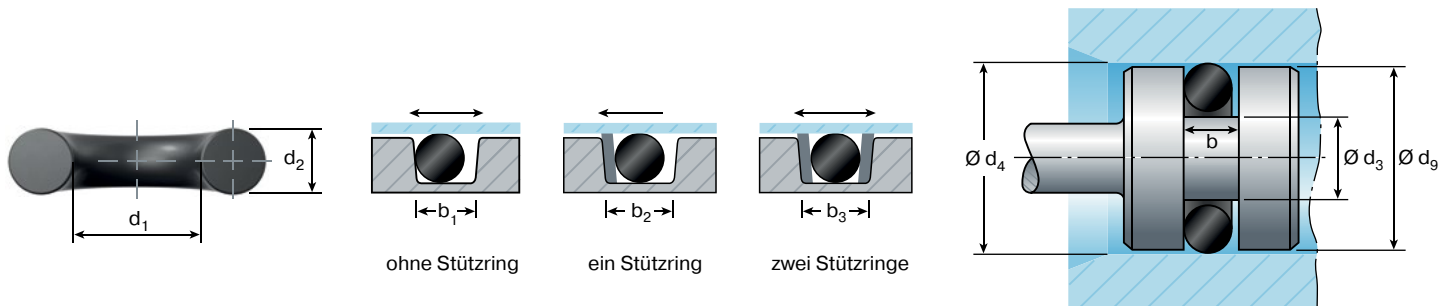


Abb. 3.18

Parker Nr.	d ₁	d ₂	b ₁ +0,2 0	b +0,2 0	d ₃ h8	d ₄ H8	d ₉ f7
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 ₁ +0,2 0	b +0,2 0	d ₃ h8	d ₄ H8	d ₉ f7
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 ₁		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2 0	+0,2 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 ₁		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2 0	+0,2 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. 3.17

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

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-Größe entsprechen der Norm ISO 3601.

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

Parker Nr.	Innendurchmesser	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	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 Schnur-
stärken.

Tab. 4.1 2-0xx-Größen

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

Parker Nr.	$\varnothing d$ mm	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.	Ø d mm	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
2-166	171,12	2,62
2-167	177,47	2,62

Parker Nr.	Ø d mm	Schnurstärke d ₂
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.	Ø d mm	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
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

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	Ø d mm	Schnurstärke d ₂
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
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

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

Parker Nr.	Ø d mm	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
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

Tab. 4.3 2-2xx-Größen

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	Ø d mm	Schnurstärke d ₂
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	532,26	5,33
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.	Ø d mm	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
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

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	Ø d mm	Schnurstärke d ₂
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.

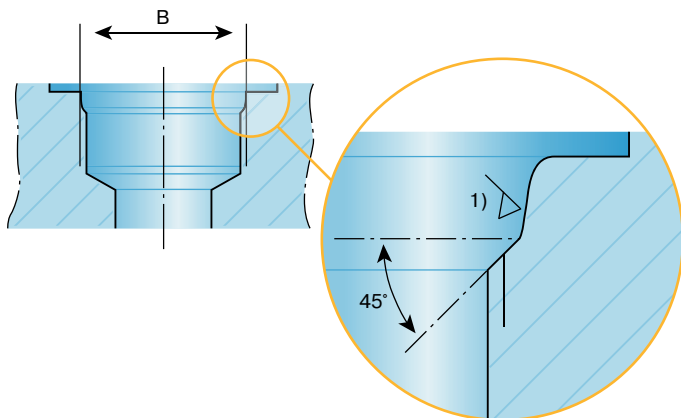
Man unterscheidet metallisch und weich dichtende Verbindungselemente. Weich dichtende Verschraubungen werden in praktisch allen Bereichen der Industrie eingesetzt. Dazu gehören neben Baumaschinen, Werkzeugmaschinen, hydraulischen Pressen und Kunststoffspritzgießmaschinen beispielsweise auch der Schiffsbau,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

Abb. 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-Abmessungen		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 DIN EN ISO 6149

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

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

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

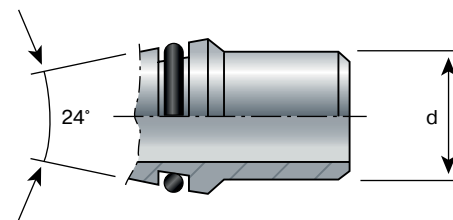


Abb. 4.2 Dichtkegel 24° mit O-Ring: Form A für Schweißanschluss

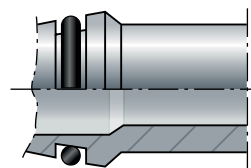


Abb. 4.3 Dichtkegel 24° mit O-Ring: Form B für Schlauchanschluss

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

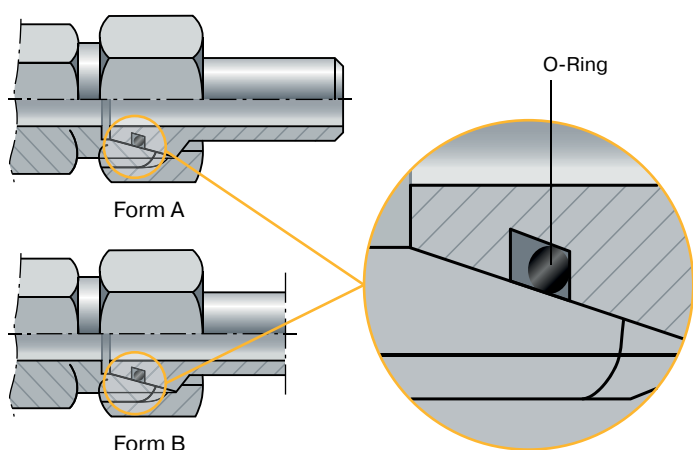


Abb. 4.4 Zusammenbau

Reihe	Rohr-Außen- durchmesser	O-Ring-Abmessun- gen		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

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.

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

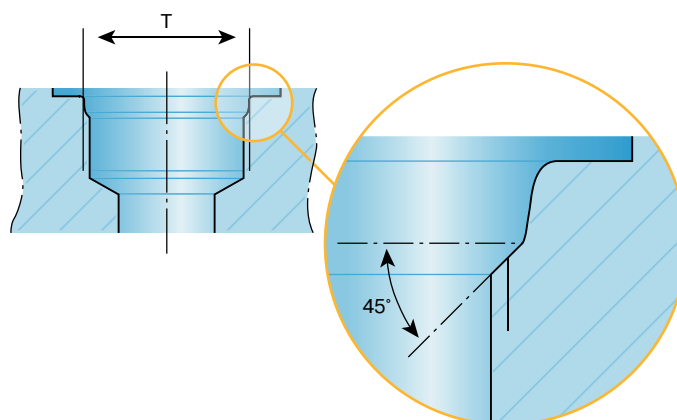


Abb. 4.5

Zollgewinde Abmessung T	Rohr-Außen- durchmesser	O-Ring-Abmessungen		Parker Bestell-Nr.
		d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	
[Zoll]	[Zoll]	[mm]	[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. 4.9 O-Ring-Abmessungen für SAE J 514 SAE J 475

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

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

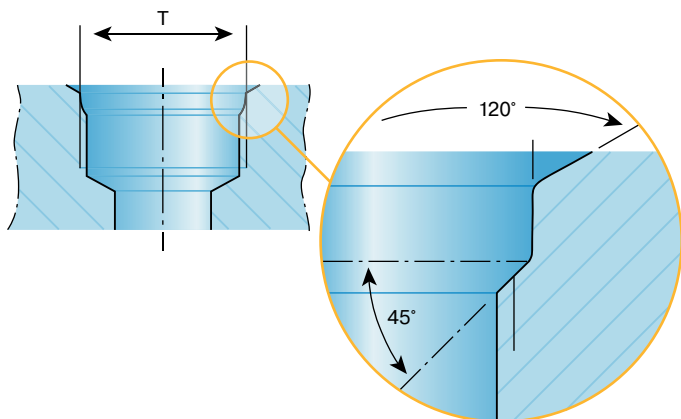


Abb. 4.6

Gewinde Mil-S8879 Abmessung T	UN- JF-3B	Rohr- Außen- durch- messer	Rohr- Kenn- Nr.	O-Ring- Abmessungen		Parker Bestell- Nr.
				d ₁	d ₂	
[Zoll]		[Zoll]		[mm]	[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 – Durchgangverschraubungen

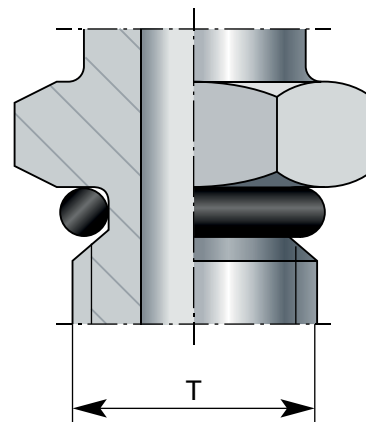


Abb. 4.7

Zollgewinde Abmessung T	Rohr-Außen- durchmesser	O-Ring- Abmessungen		Parker Bestell- Nr.
		d ₁	d ₂	
[Zoll]	[Zoll]	[mm]	[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 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

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.

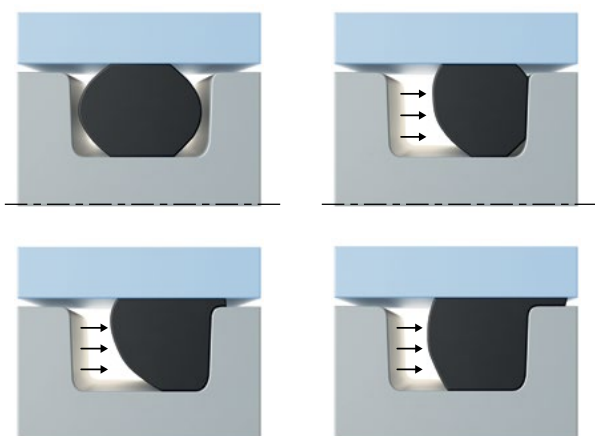


Abb. 4.8

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).

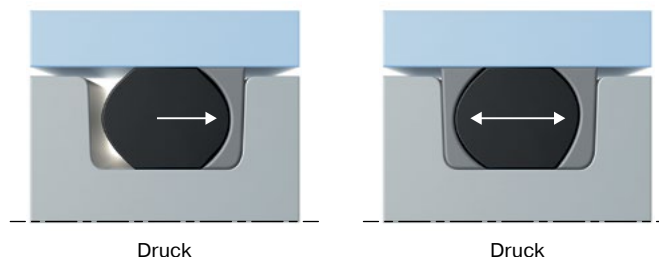


Abb. 4.9 Wirkungsweise einer O-Ring-Parbak®-Kombination

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 1.12). 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 der Nut gesenkt werden können.
- Parbak®-Stützringe sind elastisch, da sie aus ähnlichen Elastomeren hergestellt werden 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 „Schmieraschen“ 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.

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

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.
2. 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.
3. 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.
4. Entnehmen Sie bitte die Nutbreite b_1 beziehungsweise b_2 der Tabelle 4.12.
5. 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.

chen. Eine nicht ausreichende Schmierung kann zu einem schnellen Verschleiß des O-Rings führen.

6. Wenn möglich, sollten immer zwei Stützringe verwendet werden, um Montagefehler zu vermeiden.
7. 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).
8. 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.
9. 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	Nutbreite b_1 ein Anti- Extrusionsring	Nutbreite b_2 zwei Anti- Extrusionsringe
	[mm]	[mm]	[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 Durchmesserspiel. 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 Durchmesserspiel 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 Durchmesserspiel ist je nach Einsatzbedingungen ein Sicherheitsfaktor empfehlenswert, um Einflüsse zu berücksichtigen, die sich zusätzlich negativ auf die Auspressung auswirken können.

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

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, Houghto-Safe®. Der Werkstoff eignet sich für Einsatztemperaturen von 55 bis +100 °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). in der Tabelle 4.14.

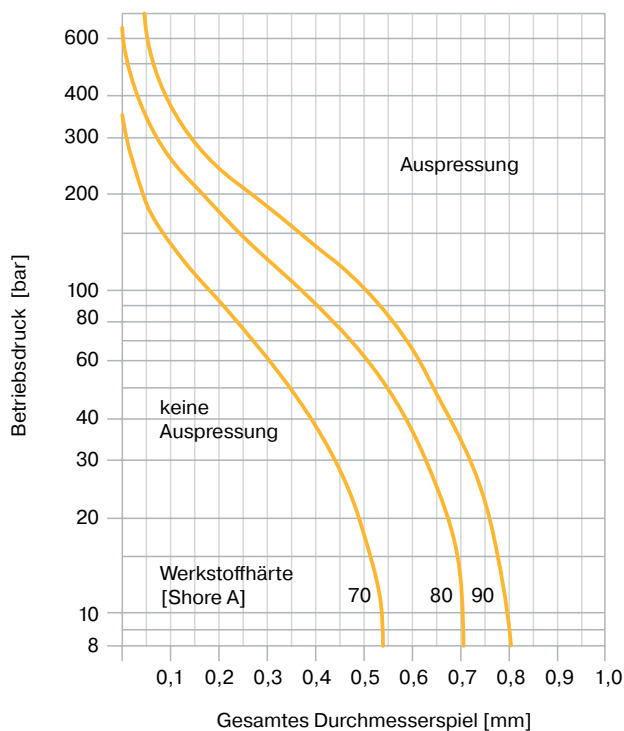


Abb. 4.10 Diagramm zur Auslegung von ruhenden O-Ring Abdichtungen

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.

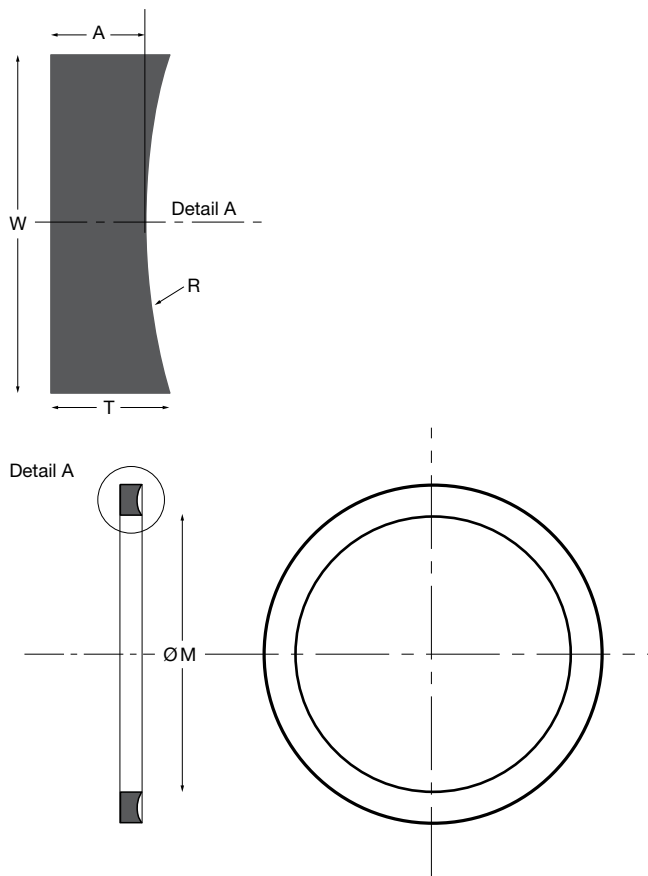


Abb. 4.11 Parbak®-Stützring

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

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	M (mm)	W $\pm 0,08$ (mm)	Parker Nr.	M (mm)	W $\pm 0,08$ (mm)
8-022	25,86	1,35	8-123	30,63	2,18
8-023	27,43	1,35	8-124	32,21	2,18
8-024	29,03	1,35	8-125	33,81	2,18
8-025	30,61	1,35	8-126	35,38	2,18
8-026	32,21	1,35	8-127	36,98	2,18
8-027	33,78	1,35	8-128	38,56	2,18
8-028	35,38	1,35	8-129	40,16	2,18
8-029	38,56	1,35	8-130	41,73	2,18
8-030	41,73	1,35	8-131	43,33	2,18
8-031	44,91	1,35	8-132	44,91	2,18
8-032	48,08	1,35	8-133	46,51	2,18
8-033	51,26	1,35	8-134	48,08	2,18
8-034	54,43	1,35	8-135	49,68	2,18
8-035	57,61	1,35	8-136	51,26	2,18
8-036	60,78	1,35	8-137	52,86	2,18
8-037	63,96	1,35	8-138	54,43	2,18
8-038	67,13	1,35	8-139	56,03	2,18
8-039	70,31	1,35	8-140	57,61	2,18
8-040	73,48	1,35	8-141	59,21	2,18
8-041	76,66	1,35	8-142	60,78	2,18
8-042	83,01	1,35	8-143	62,38	2,18
8-043	89,36	1,35	8-144	63,96	2,18
8-044	95,71	1,35	8-145	65,56	2,18
8-045	102,06	1,35	8-146	67,13	2,18
8-046	108,41	1,35	8-147	68,73	2,18
8-047	114,76	1,35	8-148	70,31	2,18
8-048	121,11	1,35	8-149	71,91	2,18
8-049	127,46	1,35	8-150	73,48	2,18
8-050	133,81	1,35	8-151	76,66	2,18
8-102	1,96	2,18	8-152	83,01	2,18
8-103	2,77	2,18	8-153	89,36	2,18
8-104	3,56	2,18	8-154	95,71	2,18
8-105	4,34	2,18	8-155	102,06	2,18
8-106	5,13	2,18	8-156	108,41	2,18
8-107	5,94	2,18	8-157	114,76	2,18
8-108	6,73	2,18	8-158	121,11	2,18
8-109	8,31	2,18	8-159	127,46	2,18
8-110	9,91	2,18	8-160	133,81	2,18
8-111	11,48	2,18	8-161	140,16	2,18
8-112	13,08	2,18	8-162	146,51	2,18
8-113	14,66	2,18	8-163	152,86	2,18
8-114	16,26	2,18	8-164	159,21	2,18
8-115	17,83	2,18	8-165	165,56	2,18
8-116	19,43	2,18	8-166	171,91	2,18
8-117	21,11	2,18	8-167	178,26	2,18
8-118	22,68	2,18	8-168	184,61	2,18
8-119	24,28	2,18	8-169	190,96	2,18
8-120	25,86	2,18	8-170	197,31	2,18
8-121	27,46	2,18	8-171	203,66	2,18
8-122	29,03	2,18	8-172	210,01	2,18

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	M (mm)	W ^{±0,08} (mm)
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

Tab. 4.14

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

Parker Nr.	M (mm)	W ^{±0,1} (mm)
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
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

Tab. 4.15

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

Parker Nr.	M (mm)	W \pm 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
8-357	140,41	4,65
8-358	143,59	4,65
8-359	146,76	4,65
8-360	149,94	4,65

Parker Nr.	M (mm)	W \pm 0,13 (mm)
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

Tab. 4.16

Parker Nr.	M (mm)	W \pm 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

4 O-Ringe und Parbak®-Stützringe

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

Tab. 4.17

Sonstige Abmessungen			
Parker Nr.	R (mm)	T (mm)	A (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. 4.18

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. 4.19

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

Tab. 4.20

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 Weitere Produkte und Zubehör

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 unterschiedlichste 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
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

Der Einsatz von Schmiermitteln ist ein wesentlicher Bestandteil für die ordnungsgemäße Installation und Funktion von O-Ringen. Durch den gezielten Einsatz geeigneter Schmiermittel wird die Lebensdauer und Funktion dynamischer Dichtungen verbessert und der korrekte Sitz statischer Dichtungen unterstützt. Parker empfiehlt daher die Verwendung von Schmiermitteln als wichtigen Schritt bei der Installation von Dichtungen, um eine optimale Leistungsfähigkeit zu gewährleisten.

Die Schmierung verringert die Oberflächenreibung zwischen der Dichtung und den Passflächen um bis zu 60 %, sodass die Dichtung leichter eingebaut werden kann und korrekt in der Nut sitzt. Bei Radialdichtungen reduziert die Schmierung die Einbaukraft und erleichtert einen reibungslosen Übergang, wenn der Kolben in die Bohrung eingeführt wird. Dadurch sinkt die Einbaukraft, und gleichzeitig wird das Risiko einer Beschädigung der Dichtung minimiert. Parker Prädifa bietet, passend zu seinem Produktportfolio, zwei Schmiermittel an, die einen breiten Anwendungsbereich in der Dichtungstechnik abdecken.

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

Technische Daten:

Bestandteile: 80% mineralölbasierendes Fett, 20% Bariumstearat, max. 0,2% Wasser

Stockpunkt: -4°C

Flammpunkt: 224°C

Empfohlener Temperaturbereich: -20°C bis 120°C

Parker O-Lube ist ein mineralölbasiertes Allzweckfett und kann für eine Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden. Parker O-Lube besitzt eine gute Oberflächenhaftung und Schmierfähigkeit bei gleichzeitig guter Widerstandsfähigkeit gegen Wasser sowie saure und alkalische Lösungen. Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn sowohl die Dichtungen als auch die Gegenflächen, über die die Dichtungen gleiten, eingefettet werden. Dies schützt die Dichtung zusätzlich vor Alterung und verlängert den Lebenszyklus der gesamten Bauteilkomponente. Parker O-Lube ist die ideale Wahl, wenn

5 Weitere Produkte und Zubehör

Reibstellen möglichst lange geschützt werden sollen. Neben hervorragender Schmierung schützt es, je nach Betriebsbedingungen, effizient vor äußeren Einflüssen wie Spritzwasser, Luftfeuchtigkeit und Verschmutzung. Besonders empfohlen wird Parker O-Lube für Niederdrucksysteme mit wechselwirkenden und langsam oszillierenden oder rotierenden Dichtungen.

Parker O-Lube wird nicht empfohlen für Systeme mit nicht mineralölbeständigen Dichtungen (IIR, EPDM).

Der chemische Grundsatz „Gleiches löst sich in Gleichem“ ist bei der Auswahl von Materialien in der Praxis oft schwer umzusetzen. Für polare Produkte, wie sie in der Prozessindustrie bei wässrigen Systemen häufig vorkommen, empfiehlt sich ein unpolares Dichtungsmaterial wie EPDM. Das Schmiermittel sollte dabei weder mit dem wässrigen Produkt noch mit der Dichtung reagieren. Hierfür ist Parker Super-O-Lube eine geeignete Wahl.



Abb. 5.1 Parker O-Lube und Super-O-Lube

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

Technische Daten:

- Bestandteile: Silikonöl
- Stockpunkt: -33 °C
- Flammpunkt: 321 °C
- Empfohlener Temperaturbereich: -55 °C bis 200 °C

Silikonölbasierte Fette werden für Spezialanwendungen eingesetzt, bei denen Mineralöle nicht geeignet sind. Ihre besonderen Vorteile sind die hohe Temperaturbeständigkeit, die Verträglichkeit mit vielen Materialien und die physiologische Unbedenklichkeit, etwa für den Einsatz in der Lebensmittel- und Medizintechnik. Silikonfette werden häufig in Kombination mit Kunststoffen und Gummi verwendet, die nicht mit Mineralölen kompatibel sind. Parker Super-O-Lube ist ein Schmierstoff, der mit allen Elastomeren verträglich ist. Zusätzlich bietet das Silikonöl ungesättigten Polymeren, wie NBR, einen verbesserten Schutz vor Alterung, z. B. vor Witterungseinflüssen und Ozon. Da es sehr reaktionsträge ist, eignet es sich für eine Vielzahl von Medien. Darüber hinaus wurde Super-O-Lube von der Bundesanstalt für Materialforschung (BAM) als geeignet für den Einsatz in Sauerstoffanlagen bei 60 °C und 100 °C getestet.

Silikonfette weisen gegenüber mineralölbasierten Schmierfetten auch einige Nachteile auf, insbesondere in Schmiereigenschaften und Korrosionsschutz.

Parker bietet für jede Anwendung das passende Produkt, um Montagefehler, Dichtungsbeschädigungen und Ausfallzeiten zu minimieren. Durch die abgestimmte Auswahl von Elastomer, Dichtungsform und Schmierstoff entstehen langlebige und zuverlässige Dichtsysteme. Eine längere Funktions- und Lebensdauer kann bis zu 25 % Kosteneinsparungen ermöglichen und Leckagen vermeiden.

Produkt	O-Lube	Super-O-Lube
Einsatz	Allzweckfett	Spezialfett
Basis	Mineralöl	Silikon
Temperaturbereich	-20°C bis 120°C	-55°C bis 200°C
Werkstoffe	<ul style="list-style-type: none"> • NBR • HNBR • Neopren • TPU • FKM Aflas • Parofluor® 	<ul style="list-style-type: none"> • EPDM • NBR • HNBR • Neopren • TPU • FKM Aflas • Parofluor®
Freigaben		BAM

Tab. 5.1

5 Weitere Produkte und Zubehör

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.



Abb. 5.2 Parker O-Ring-Kit

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

Nr.	Parker Nr.	O-Ring-Kit Nr. 2 – Inhalt		Menge
		Abmessung		
		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
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
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. 5.2 Inhalt des O-Ring-Kits Nr. 2

5 Weitere Produkte und Zubehör

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

5.3.2 O-Ring-Kit Nr. 4

Der 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

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	18,72	× 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. 5.4 Inhalt des O-Ring-Kits Nr. 4

5 Weitere Produkte und Zubehör

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

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	18,72	× 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. 5.5 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 metrischen 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

O-Ring-Kit Nr. 7 – Inhalt			
Abmessung	d ₁	d ₂	Menge
5,00	×	2,00	20
6,00	×	2,00	18
8,00	×	2,00	18
10,00	×	2,00	18
13,00	×	2,00	18
10,00	×	2,50	14
12,00	×	2,50	14
14,00	×	2,50	14
15,00	×	2,50	14
16,00	×	2,50	14
18,00	×	2,50	14
20,00	×	2,50	14
21,00	×	2,50	14
22,00	×	2,50	14
18,00	×	3,50	10
20,00	×	3,50	10
22,00	×	3,50	10
23,00	×	3,50	10
25,00	×	3,50	10
27,00	×	3,50	10
28,00	×	3,50	10
30,00	×	3,50	10
31,00	×	3,50	10
32,00	×	3,50	10
34,00	×	3,50	10
36,00	×	3,50	10
38,00	×	3,50	10
41,00	×	3,50	10
44,00	×	3,50	10
46,00	×	3,50	10
50,00	×	3,50	10

Tab. 5.6 Inhalt des O-Ring-Kits Nr. 7

5 Weitere Produkte und Zubehör

Weitere O-Ring-Kits

Weitere Kits für SAE-AS4395-Durchgangsverschraubungen (Tube Fitting Boss Seals) sind sowohl mit dem Werkstoff N0552-90 (Kit Nr. 8, Artikelnummer 370408N0552) als auch nach metrischem japanischem Standard JIS B 2401 mit dem Werkstoff N0674-70 (Kit Nr. 5, Artikelnummer 370405N0674) 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.

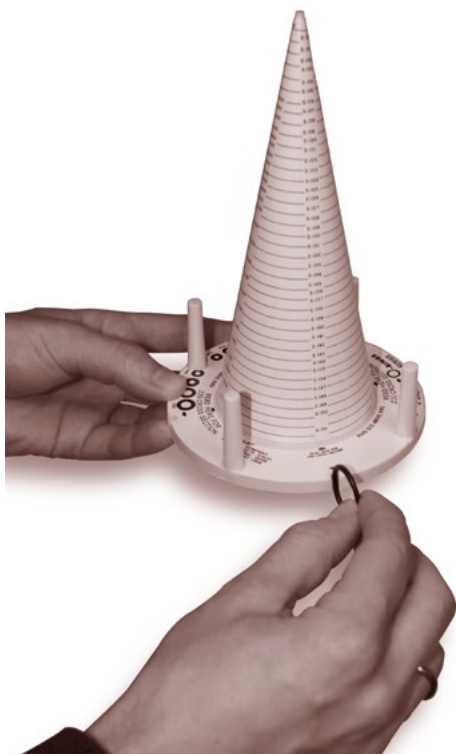


Abb. 5.3 Ermittlung der Schnurstärke

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.



Abb. 5.4 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.



Abb. 5.5 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): BRASS EXTRACTION KIT

5 Weitere Produkte und Zubehör

Parker-Bestell-Nr. Montagewerkzeug (Plastik): PLSTC O-RING PICK



Abb. 5.6 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® C01 (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

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® C01 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

5 Weitere Produkte und Zubehör

ParCoat®-Typ ¹⁾	Prozess	Schicht- dicke [µm]	Erschei- nungsbild	Anwendung ²⁾			Bevorzugte Werkstoffe	Verschmut- zung Zuführanla- gen	Farbe
				Zufüh- rung	Montage	Mehrfach- Montage			
ParCoat® EH	Elastomer-Harz	< 5	fest, trocken				alle	nein	transparent
ParCoat® SIH	Mehrkomponenten- lack	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	Plasmapolymeri- sation USP	-	fest, trocken				EPDM, NBR, VMQ	nein	wie Grundma- terial
ParCoat® PLS	Standard-Plasma- polymersiation	-	fest, trocken				EPDM, NBR, VMQ	nein	wie Grund- material
ParCoat® HA	Halogenisieren	-	fest, trocken				ungesättigte (z. B. NBR)	nein	wie Grund- material
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

¹⁾ Weitere ParCoat®-Beschichtungen und Oberflächenbehandlungen auf Anfrage

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

Tab. 5.7 ParCoat®-Beschichtungen und Oberflächenbehandlungen

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

6.1 Allgemeine Zusammenhänge

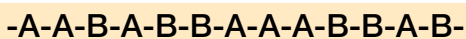
Um die richtige Werkstoffauswahl treffen zu können, ist es wichtig, sowohl die mechanischen Anforderungen als auch die Medien (z. B. Hydraulikflüssigkeit, Fette, Lösungsmittel, Wasser), mit denen der Werkstoff in Berührung kommt, zu kennen.

Der weitaus größte Teil der Dichtungen besteht aus Polymerwerkstoffen. Unter Polymeren versteht man Makromoleküle, die durch Aneinanderreihung kleiner Moleküleinheiten, der sogenannten Monomere, aufgebaut sind. Diese Aneinanderreihung kann im Rahmen einer Polymerisation, einer Polyaddition oder einer Polykondensation erfolgen.

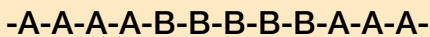
Makromoleküle können aus identischen oder verschiedenen Monomeren bestehen. Erfolgt die Polymerisation aus identischen Monomeren, spricht man von einem Homopolymer. Ein Beispiel hierfür ist Polyethylen (PE), das aus Ethylen besteht. Erfolgt die Polymerisation hingegen aus verschiedenen Monomeren, die zwei oder mehr sein können, spricht man von einem Copolymer. Ein Beispiel hierfür ist Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPDM), das aus Ethylen und Propylen besteht.

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

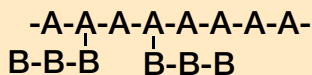
- Statistische Copolymere (zufällige Anordnung der Monomere)
- Block-Copolymere (blockweise bzw. segmentweise Anordnung der Monomere)
- Pfropf-Copolymere (nachträgliches Polymerisieren von Monomeren als Seiten-Ketten auf eine bereits bestehende Polymer-Hauptkette)



statistische Copolymere



Blockcopolymere



Pfropfcopolymere

Abb. 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.

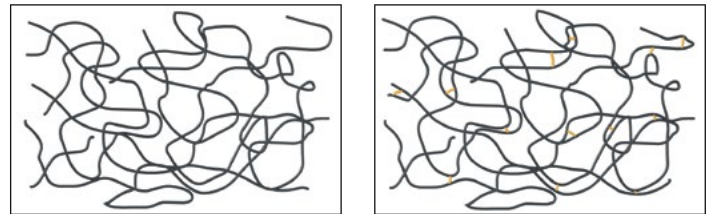
6.2 Übersicht über Dichtungsmaterialien

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.

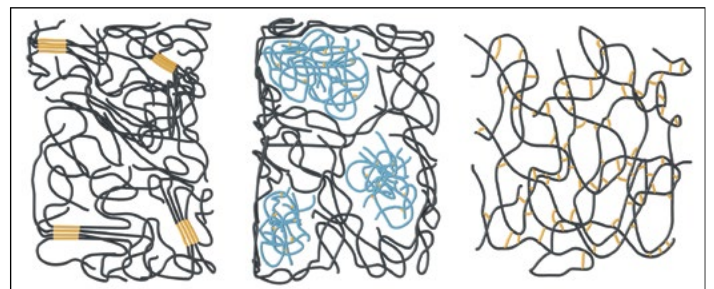
6.2.1 Thermoplaste (Plastomere)

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)

Abb. 6.2 Schematische Darstellung der Makromoleküle von Polymerwerkstoffen

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

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.

Parker-Werkstoff ¹⁾	Chemischer Name	Kurzbezeichnung	
		DIN ISO 1629 / ASTM D-1418-79	DIN ISO 18064
M-Gruppe (gesättigte Kohlenstoff-Hauptkette):			
A8633-70	• Polyacrylat-Kautschuk	ACM	
-	• Chlorpolyethylen-Kautschuk	CM	
-	• Chlorsulfonyl-Polyethylen-Kautschuk	CSM	
E8556-70	• Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	EPDM	
-	• Ethylen-Propylen-Kautschuk	EPM	
V0747-75	• Fluor-Kautschuk	FKM	
V3896-70	• Tetrafluorethylen-Propylen-Copolymer-Kautschuk	FEPM ²⁾	
V8920-75	Perfluor Elastomer	FFKM	
R-Gruppe (ungesättigte Kohlenwasserstoffkette):			
-	• Butadien-Kautschuk	BR	
C0557-70	• Chloropren-Kautschuk	CR	
-	• Isobuten-Isopren-Kautschuk (Butyl-Kautschuk)	IIR	
-	• Brombutyl-Kautschuk	BIIR	
B8885-70-	• Chlorbutyl-Kautschuk	CIIR	
-	• Isopren-Kautschuk	IR	
N0674-70	• Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	NBR	
N3831-70	• 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	
S0383-70-	• Methyl-Phenyl-Vinyl-Silikon-Kautschuk	PVMQ	
-	• Methyl-Silikon-Kautschuk	MQ	
S0604-70	• Methyl-Vinyl-Silikon-Kautschuk	VMQ	
Thermoplastische Elastomere (TPE)			
P5008	• Polyester-Urethane (thermoplastisch)		TPU
P5001	• Polyether/-ester-Urethane (thermoplastisch)		TPU

¹⁾ Weitere Werkstoffe in Kapitel 6.6

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

Tab. 6.1 Die wichtigsten Kautschukarten, ihre Gruppen und Kurzbezeichnungen

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

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 ein Kontrollsystem 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 einem vernetzten Elastomer mit einem Thermoplast 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.

Blockcopolymere

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 Urethanverbindung 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 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Elastomer-Legierungen bzw. -Verschnitte, Blends		Blockcopolymerere	
TPO	Thermoplastisches Olefinelastomer (bestehend aus einem Polyolefin und einem Elastomer)	TPU	Thermoplastische Polyurethane (aromatisches oder aliphatisches Hartsegment, Ether, Ester, Carbonat, Caprolacton oder ether- und esterbasierendes Weichsegment)
TPV	Thermoplastisches Kautschukvulkanisat (bestehend aus einem Polyolefin und einem Elastomer, im Gegensatz zu TPO ist das Elastomer vernetzt/vulkanisiert)	TPC	Thermoplastisches Copolyesterelastomer (Hartsegment meist PBT, Weichsegment ether- und/oder esterbasierend)
TPZ	sonstige, nicht klassifiziert, z. B. EVA/PVDC, FKM/PVDF, NBR/PP, NR/PP	TPA	Thermoplastisches Polyamidelastomer (Hartsegment PA, Weichsegment ether- und/oder esterbasierend)
		TPS	Thermoplastisches Styrenelastomer (alternierende Segmente von Styrol und Butadien oder Isopren)

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

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.

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®	Arlanexo
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.

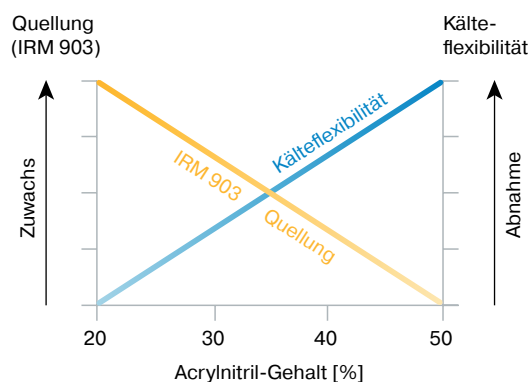


Abb. 6.3 Einfluss des Acrylnitril-Gehalts

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, Dieselmotortreibstoff, 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, Aceton, Essigsäure-Ethylenester)
- Starke Säuren
- Bremsflüssigkeit auf Glykollbasis
- Ozon, Wetter und Alterung

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

6.3.2 Butadien-Kautschuk (BR)

Handelsnamen:

Buna® CB	Arlanxao
Europrene® BR	Eni Versalis
Nipol® BR	Zeon

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:

X_Butyl	Arlanxao
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 70 °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 Halobutyl (XIIR)

Halobutyl entsteht durch Chlorierung bzw. Bromierung des Butylkautschukes. Es entsteht dabei Chlorbutyl (CIIR) oder Brombutyl (BIIR).

Halobutyl haben die gleichen Eigenschaften wie Butyl. Zusätzlich haben diese eine bessere bleibende Verformung und lassen sich mit anderen Kautschukarten verschneiden.

6.3.5 Chloropren-Kautschuk (CR)

Handelsnamen:

Baypren®	Arlanxao
Denka Chloropren	Denka

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. Kapitel „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

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Bedingt beständig gegen:

- Niedermolekulare aliphatische Kohlenwasserstoffe (Propan, Butan, Benzin)
- Mineralöle und -fette, mäßige Quellung in aliphatischen Ölen (IRM 901), hohe Quellung in naphthenischen 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)
- 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 (Sondertypen bis 175 °C)

Kältebeständigkeit: 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 Volu-

menänderung 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.

Chemische Beständigkeit:

- Getriebeöl
- Mineralöl
- Verdünnte Säuren und Basen
- Wasser bis 100 °C
- Blow-By
- AdBlue®

Nicht Beständig:

- Aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzen, Toluol)
- Polare Organische Lösemittel (Ester, Ketone)
- Amine

6.3.9 Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPM, EPDM)

Handelsnamen:

Keltan® Arlanxao

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, Sondertypen 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 Elastomere Dichtungswerkstoffe

6.3.10 Fluor-Karbon-Kautschuk (FKM)

Handelsnamen:

DAI-EL™	Daikin
Dyneon®	Dyneon™
Tecnoflon®	Solvay
Viton®	Chemours

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 55 °C Dichtigkeit). Die Gasdurchlässigkeit ist gering und ähnlich der von Butyl-Kautschuk. Spezielle FKM-Mischungen besitzen höhere Beständigkeit gegen Säuren, Kraftstoffe, Wasser und Dampf.

Hitzebeständigkeit: bis etwa 200 °C, kurzzeitig höher
Kältebeständigkeit: bis etwa 25 °C (Sondertypen 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 70 °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®	Arlanxeo
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 50 °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 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 315 °C

Kältebeständigkeit: bis etwa 15 °C, Sondertypen bis 40 °C

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

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 (Sondertypen bis 175 °C)

Kältebeständigkeit: bis etwa 40 °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

6.3.15 Thermoplastische Polyurethane (TPU)

Handelsnamen:

Ultrathan®	Parker
------------	--------

Entsprechend der Zusammensetzung der verwendeten Polyole und Isocyanate unterscheidet man viele unterschiedliche 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 100 °C (Sondertypen bis 110 °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 (Kältebiegetestbeständigkeit).

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, (Sondertypen bis 80 °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 (Sondertypen bis 230 °C)

Kältebeständigkeit: bis etwa 55 / 60 °C (Sondertypen bis etwa 110 °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

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

- 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, VSL, BL, FX
Europrene 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 6.5 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 Weiternetzung 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,

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

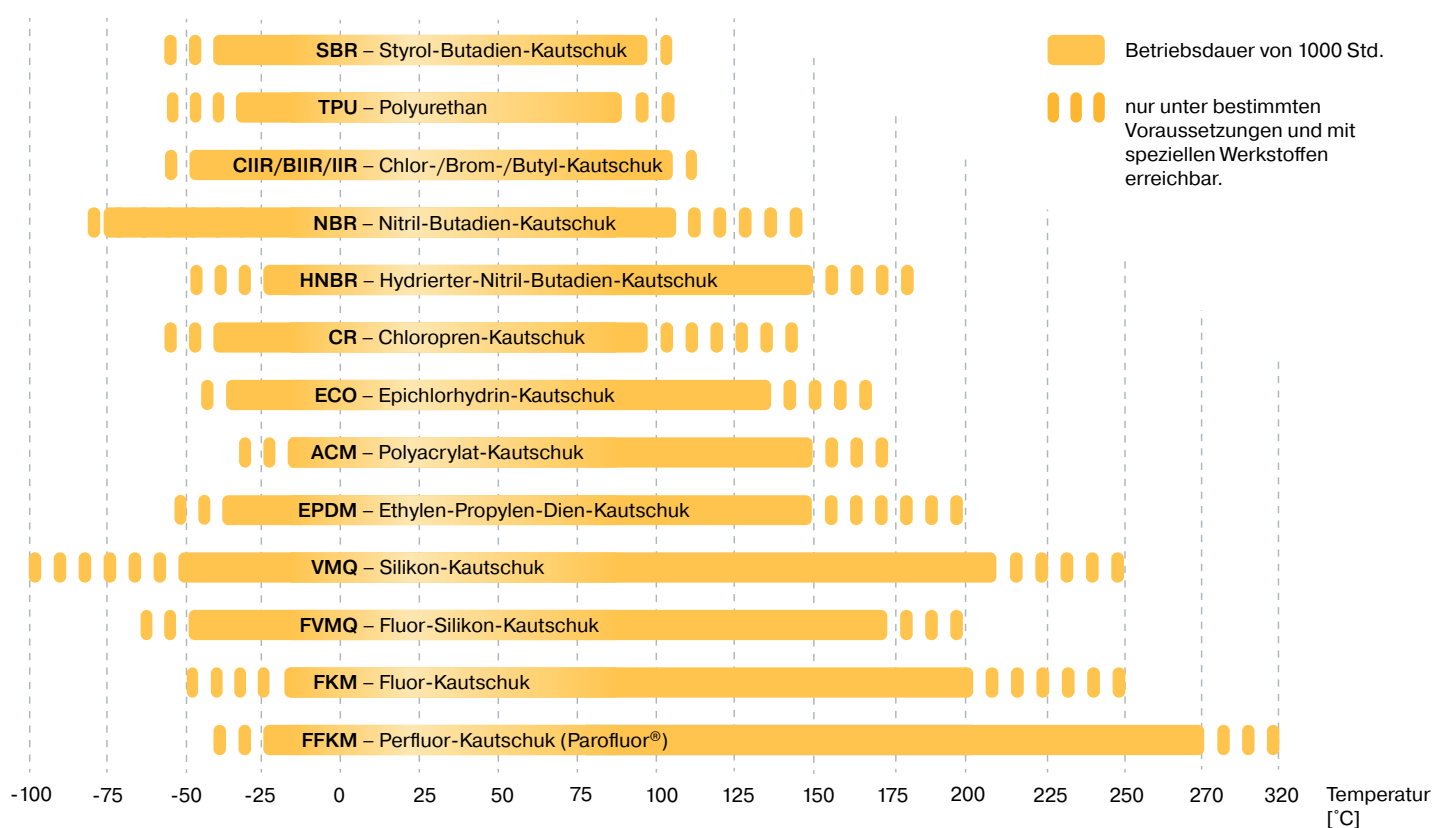
Medienverträglichkeit vorausgesetzt, doch geht dies zu Lasten der Lebensdauer.

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.

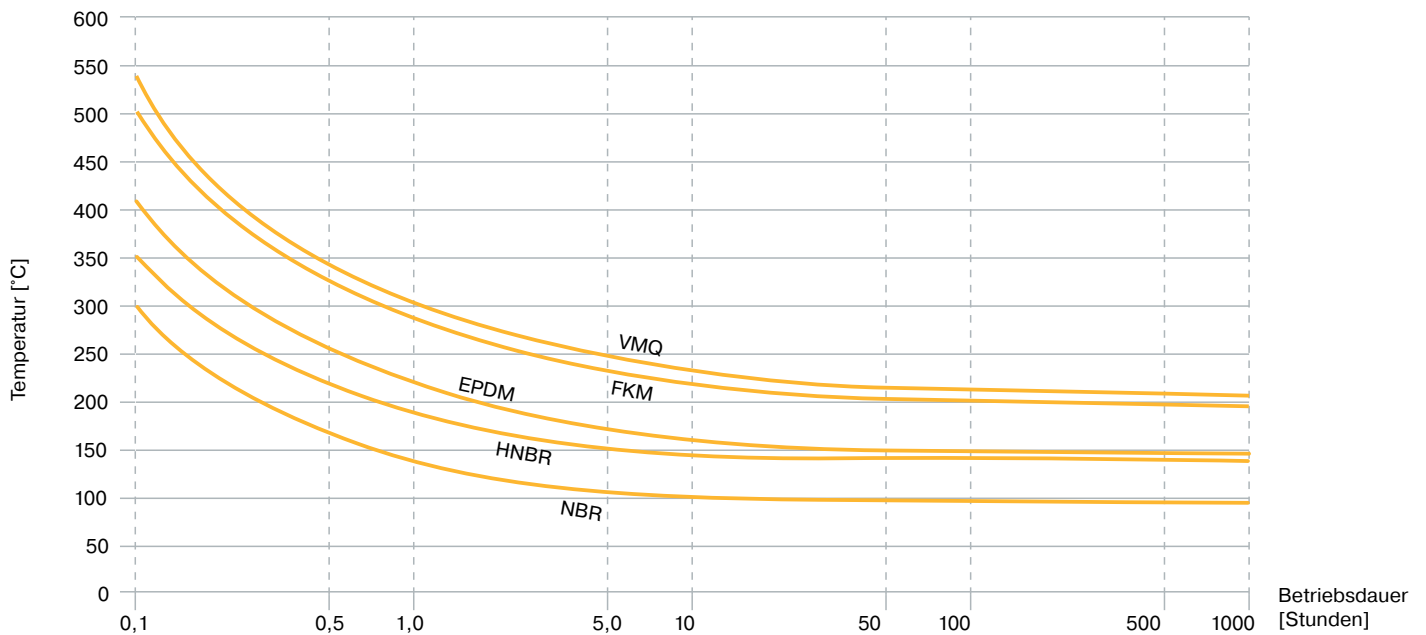


Diese Temperaturbereiche gelten für Anwendungen, bei denen ein Kontakt mit Medien, die gegenüber dem jeweiligen Werkstoff aggressiv wirken, ausgeschlossen ist.

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

Abb. 6.4 Temperaturbereich verschiedener Elastomer-Werkstoffe

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe



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.

Abb. 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 1000 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

Polymerbasis	Parker-Werkstoff	Härte [Shore A]	Farbe	ASTM D 2000 / SAE J 200Spezifikation
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	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	N0552-90	90 ^{±5}	schwarz	3 CH 915 B34 EO16 EO36
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	V0747-75	75 ^{±5}	schwarz	4 HK 715 A1-11 B38 EF31 EO78 Z1(75 ^{±5} Härte)
FKM	V0709-90	90 ^{±5}	schwarz	3 HK 915 A1-10 B37 B38 EF31 EO78
FKM	V0709-90	90 ^{±5}	schwarz	5 HK 915 A1-11 B38 EF31 EO78 F15
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 Elastomere Dichtungswerkstoffe

6.6 Werkstoffe

Werkstoff- bezeich- nung	Polymer- basis	Härte [Shore A]	Farbe	Temperaturbe- reich 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	
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 entflammbare Hydraulikflüssigkeiten • auf Phosphat-Ester-Basis • Bremsflüssigkeiten auf nicht mineralölhaltiger Basis
E3609-70	EPDM	70 ^{±5}	schwarz	-50 150	<ul style="list-style-type: none"> • Standard-Werkstoff • (EG) Nr. 1935/2004
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
EJ820-70	EPDM	70 ^{±5}	schwarz	-50 150	<ul style="list-style-type: none"> • FDA-konform (ungeeignet für den Einsatz mit Speiseölen und Milchprodukten)(EG) Nr. 1935/2004BfR XXI
E3622-50	EPDM	50 ^{±5}	schwarz	-50 150	
E8924-70	EPDM	70 ^{±5}	schwarz	-50 150	<ul style="list-style-type: none"> • USP Klasse VI • FDA CFR 177.2603-A • (EG) Nr. 1935/2004 • BfR XXI Kat.4 • PAK-frei
E8961-85	EPDM	85 ^{±5}	schwarz	-50 150	<ul style="list-style-type: none"> • USP Klasse VI • FDA CFR 177.2603-A • (EG) Nr. 1935/2004 • BfR XXI Kat.4 • PAK-frei
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 • beständig gegenüber Mineralölen und Mineralölprodukten, tierischen und pflanzlichen Fetten • 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,

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Werkstoffbezeichnung	Polymerbasis	Härte	Farbe	Temperaturbereich statisch		Eigenschaften / Anwendungen
		[Shore A]		[°C]	[°C]	
N3505-50	NBR	50 ^{±5}	schwarz	-35	100	• verbesserte Ozon- u. Witterungsbeständigkeit
N3575-75	NBR	75 ^{±5}	schwarz	-50	100	• für tiefe Temperaturen mit verbesserter Ölbeständigkeit
N3578-80	NBR	80 ^{±5}	schwarz	-40	100	
N9400-75	NBR	75 ^{±5}	schwarz	-35	100	• ADI-frei • PAK-arm

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
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
N8587	HNBR	50 ^{±5}	schwarz	-35	150	

Thermoplastische Elastomere (TPE) (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, transparent	-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 • Extrusionsbeständigkeit
P6030	TPU	93 ^{±5}	orange	-35	105	• hohe mechanische Festigkeit • Extrusionsbeständigkeit

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 • 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	

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Werkstoff- bezeich- nung	Polymer- basis	Härte	Farbe	Temperaturbe- reich statisch		Eigenschaften / Anwendungen
		[Shore A]		[°C]	[°C]	
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	
S3691-80	LSR	80 ^{±5}	rotbraun	-50	200	
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
L3830-70	FVMQ	70 ^{±5}	blau	-60	150	
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
V0884-75	FKM	75 ^{±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
V8703-75	FKM	75 ^{±5}	schwarz	-30	200	<ul style="list-style-type: none"> • verbesserte Kälteflexibilität • für Einsatz in Biodiesel (RME) geeignet
V9722-75	FKM	75 ^{±5}	schwarz	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> • für Einsatz in Wasser-Glykol
V9592-75	FKM	75 ^{±5}	blau	-40	+200	<ul style="list-style-type: none"> • gute Tieftemperaturbeständigkeit
Hochleistungs-Fluorelastomer (HiFluor® FB)						
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

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Werkstoff- bezeich- nung	Polymer- basis	Härte	Farbe	Temperaturbe- reich statisch		Anwendungen / Eigenschaften
		[Shore A]		[°C]		
Perfluor Elastomer (Parofluor®)						
V8545-75	FFKM	75 ⁺⁵	schwarz	-15	300	<ul style="list-style-type: none"> • sehr gut geeignet für Heißwasser und Dampf • AMS 7257
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
FF400-80	FFKM	80 ⁺⁵	schwarz	-44	230	<ul style="list-style-type: none"> • für tiefe Temperaturen • Öl und Gas • Chemische Industrie • ED-beständig
V8581-85	FFKM	85 ⁺⁵	weiß	-15	+250	<ul style="list-style-type: none"> • optimierte Farben-, Lack- und Lösemittelbeständigkeit
V8800-75	FFKM	75 ⁺⁵	schwarz	-15	+280	<ul style="list-style-type: none"> • für hohe Temperaturen

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
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
V9592-75	FKM	blau	40	60
Super-O-Lube	-	-	20	80

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

KTW ist eine 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

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

(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
E8876-70	EPDM	85	schwarz	<ul style="list-style-type: none"> • KTW • BWGL • EN681 • WRAS • NSF • KIWA • CLP • DIN EN 16421

Tab. 6.7

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 unverträgliche 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 (Phtalate)** enthalten sein dürfen, da diese im Verdacht stehen, den Hormonhaushalt zu beeinflussen sowie Unfruchtbarkeit, Leberschäden und Diabetes zu begünstigen.

6 Elastomere Dichtungswerkstoffe

Parker-Werkstoff	Polymer	Farbe	Zulassung
E3609-70	EPDM	schwarz	FDA ¹⁾ (EG) Nr. 1935/2004USP Klasse VI
E8743-70	EPDM	schwarz	FDA(EG) Nr. 1935/2004BfRADI-frei
E8780-80	EPDM	schwarz	FDA ¹⁾ (EG) Nr. 1935/2004BfR
E8790-70	EPDM	schwarz	FDA ¹⁾ (EG) Nr. 1935/2004BfR
P5000	TPU	grün	FDA
P5029	TPU	natur	FDA
S3693-50	LSR	rotbraun	FDA(EG) Nr. 1935/2004BfR
S3695-60	LSR	rotbraun	FDA(EG) Nr. 1935/2004BfR
S3697-40	LSR	rotbraun	FDA(EG) Nr. 1935/2004BfR
S3698-70	LSR	rotbraun	FDA(EG) Nr. 1935/2004BfR
V0747-75	FKM	schwarz	ADI-frei

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

7 Anwendungen

7.1 Automobilindustrie

Die Anforderungen an Elastomerwerkstoffe in der Automobilindustrie waren schon immer sehr anwendungsspezifisch. Durch die in den letzten Jahren entstandene Vielfalt an Antriebskonzepten hat sich das Anwendungsspektrum nochmals deutlich vergrößert. Während die Werkstoffe bei Verbrennungsmotoren oft ein Maximum an Leistungsfähigkeit bieten müssen – insbesondere hinsichtlich der chemischen Beständigkeit, physikalischen Eigenschaften sowie der Kälteflexibilität – sind bei batterieelektrischen Antrieben andere Kriterien maßgeblich. Bei O-Ringen für Brennstoffzellen oder Abdichtungen für gasförmigen Wasserstoff stehen wiederum ganz spezielle Eigenschaften im Fokus. Daher ist es für den Anwender wichtiger denn je, bei der Abstimmung mit dem O-Ring-Lieferanten möglichst genaue Anwendungsdaten mitzuteilen. Nur so ist eine zielgerichtete und effiziente Dichtungsauswahl möglich. Im Folgenden werden ausgewählte, häufig vorkommende Anwendungen näher vorgestellt. Die aufgeführten Werkstoffe stehen beispielhaft für viele weitere Spezialwerkstoffe, die für die jeweils beschriebene Anwendung zur Verfügung stehen.

7.1.1 Verbrennungsmotor

Allgemeine Anforderungen:

Temperatur: -40 bis 200 °C (teilweise höher)
 Medium: Motoröle, Kühlwasser, Kraftstoffe, heiße Luft und Mischungen dieser Medien

Werkstoffe:

- HNBR N3831-70
- FKM V0747-75
- Hochtemperatur-FKM V8857-75
- Säurebeständiger FKM V9892-70

7.1.2 Kraftstoffsystem für flüssige Kraftstoffe

Die Anforderungen und Werkstoffe variieren stark, abhängig von der Anwendung, z.B. im Tank, in Leitungen und Schnellkupplungen, in Kraftstoffpumpen oder Einspritzventilen.

Anwendung	Medium	Temperaturbereich		Werkstoff	
		min. [°C]	max. [°C]	ISO	Parker
Tanksystem	Dieselmotorkraftstoff, Ottomotorkraftstoff	-30	60	FKM	VW252-65
Leitungen, Kupplungen	Dieselmotorkraftstoff, Ottomotorkraftstoff	-20	200	FKM	V8792-70
		-30	200	FKM	V8973-75
		-50	175	FVMQ	L40713-70
		-50	175	FVMQ	L3355-70
		-50	175	FVMQ	L8682-70

Anwendung	Medium	Temperaturbereich		Werkstoff	
		min. [°C]	max. [°C]	ISO	Parker
Einspritzsystem, Ventile, Injektoren	Dieselmotorkraftstoff, Ottomotorkraftstoff	-30	200	FKM	V9736-75
		-40	200	FKM	V8781-75
		-40	200	FKM	V8802-80
		-49	200	FKM	V8908-80

Tab. 7.1 Kraftstoff-Anwendungen

7.1.3 Bremssystem

Allgemeine Anforderungen

Temperatur: 40 °C bis 150 °C
 Medium: Synthetische Bremsflüssigkeit (z. B. DOT 4) aus Glykolen oder Glykolether nach den Richtlinien des Department of Transportation und SAE

EPDM-Werkstoffe:

- 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.

7.1.4 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
- HNBR: N8895-75, Temperatur: 50 °C bis 150 °C

7.1.5 Thermomanagement

Alle Fahrzeuge benötigen Thermomanagementsysteme um möglichst stabile thermische Betriebsbedingungen zu erreichen. Zur robusten und sicheren Abdichtung von Kühlsystemen bietet Parker Prädifa verschiedene maßgeschneiderten Werkstoffe an, die besonders gute Temperaturstabilität und Medienverträglichkeit mit Kühlmedien aufweisen, wie z.B.

Wasser-Glykol oder dielektrischen Medien für die Tauchkühlung von Akkus wie z.B. Novec.

Temperatur: 40 (teilweise darunter) bis 150 °C (teilweise höher)

Medium: Wasser-Glykol, dielektrische Medien

Werkstoffe:

- EPDM E8556-70
- Hochtemperatur EPDM E8998-70
- Tieftemperaturwerkstoff E9363-80

7.1.6 Elektro- und Elektronikanwendungen

Elektrische und elektronische Komponenten von Fahrzeugen benötigen Dichtungselemente, die einen zuverlässigen Schutz vor schädlichen Umwelteinflüssen bieten, da diese Bauteile gegenüber Feuchtigkeit, Schmutz oder Staub empfindlich sind. Schächte, Gehäuse, Abdeckungen, Befestigungen und Kühlleitungen müssen sicher abgedichtet werden, um Fehlfunktionen, Kurzschlüsse oder Überschlüge und im schlimmsten Fall einen daraus resultierenden Brand zu verhindern. Oft ist eine brandhemmende Eigenschaft nach UL94 für die Elastomerdichtung gefordert. Parker Prädifa bietet verschiedene Werkstoffe nach diesem Standard an.

Die gebräuchlichsten Elastomertypen für die Abdichtung von elektrischen und elektronischen Komponenten sind EPDM, HNBR, FKM oder Silikon.

7.1.7 Wasserstoff und Brennstoffzellen

Bei der Speicherung und Abdichtung von Wasserstoff gilt es verschiedene Herausforderungen zu meistern. Permeationsarme, mechanisch robuste Tieftemperatur-Dichtungswerkstoffe, wie Parker Prädifas Polyurethan P5009 oder dem Chlor-Butylwerkstoff B8885, sind für eine effiziente und sichere Speicherung unabdingbar.

Chemisch hochbeständige und reine Dichtungen werden für die einzelnen Komponenten des Brennstoffzellenstacks als auch in den Zu- und Ableitungen der Brennstoffzelle eingesetzt.

Wo elastomere oder thermoplastische Elastomer-O-Ringe aufgrund extremer Temperaturen oder Drücke an ihre Grenzen kommen, bietet Parker Prädifa aus seinem umfassenden Spektrum passender Dichtungslösungen z.B. PTFE- oder Metalldichtungen an.

Werkstoffe:

- EPDM E9330-70
- CIIR E8885-70
- Heißwasserbeständiger FKM V9323-75
- PU P5009

7.2 Biomedizin

Die zentrale Anforderung an Dichtungswerkstoffe in der Biomedizin ist die Biokompatibilität gem. USP Class VI 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 **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. 7.2

7 Anwendungen

Druckflüssigkeit	Kurzbezeichnung	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⁾), 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 ¹⁾ , 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. 7.3 Werkstoffübersicht für Druckflüssigkeiten

7.5 Solaranlagen

Um Sonnenenergie zur Erzeugung von Wärme zu nutzen, ist es erforderlich, die erzeugte Wärme mit Hilfe eines geeigneten Übertragungsmediums zu transportieren. Hier kommen verschiedene Medien zum Einsatz, die in erster Linie auf Wasser oder Öl basieren. Eine maximale Wärmeübertragung führt zu hohen Systemtemperaturen und stellt daher sehr hohe Anforderungen an die Dichtungswerkstoffe in den Verbindungselementen des Übertragungssystems.

Die Prädifa Technologie Division bietet für beide Varianten, d.h. sowohl für wasser- als auch für ölbasierte Medien, hervorragend geeignete Werkstoffe für verschiedene Temperaturanforderungen an. Eingesetzt werden EPDM-, FKM- und FFKM-Materialien, die speziell für diese Anwendung entwickelt und qualifiziert wurden. Die Prädifa Technologie Division bietet für beide Varianten, d.h. sowohl für wasser- als auch für ölbasierte Medien, hervorragend geeignete Werkstoffe für verschiedene Temperaturanforderungen an. Eingesetzt werden EPDM-, FKM- und FFKM-Materialien, die speziell für diese Anwendung entwickelt und qualifiziert wurden.

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 runtzlige 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
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. 7.4 Elastomere im Vergleich mit Medien und der zulässigen Temperatur in °C

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.

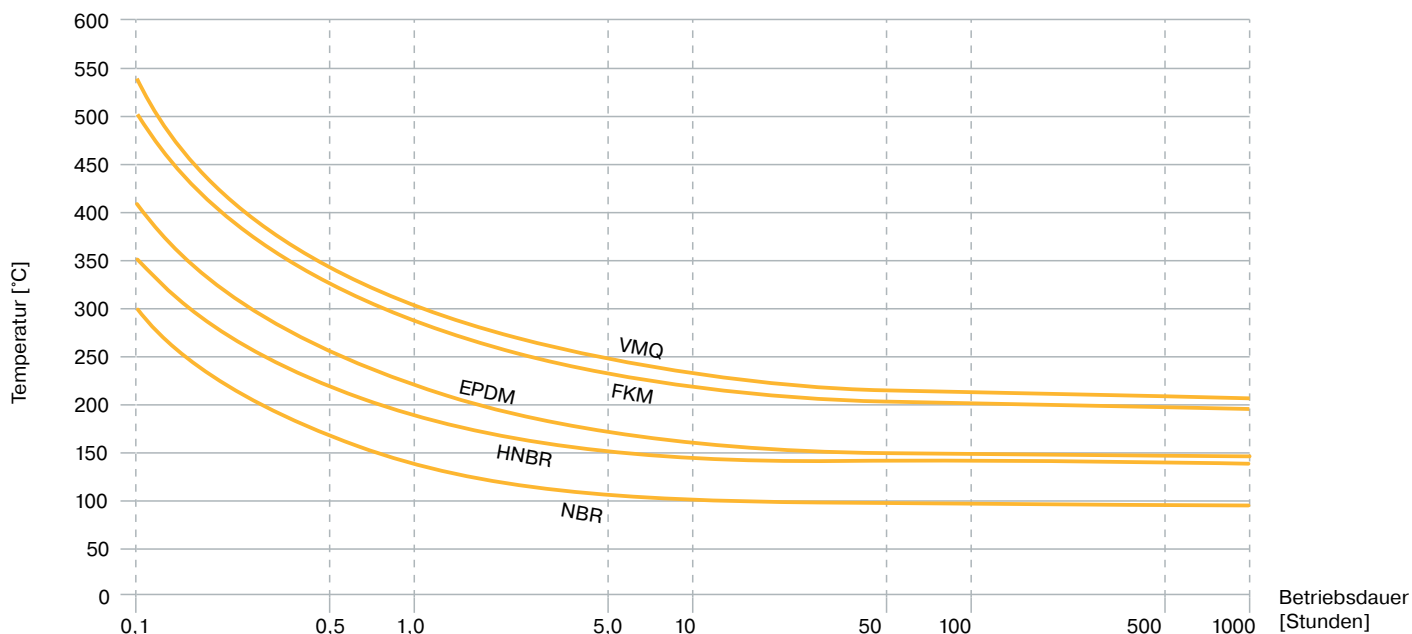
Eine gute Kälteflexibilität besitzen Silikon (S0604-70) und Fluorsilikon (L0677-70), die entsprechend ihrer Medienbeständigkeit auszuwählen sind. Silikone eignen sich wegen der

schlechten Abriebbeständigkeit nur für den statischen Einsatz. Weitere Elastomere mit guter Kältebeständigkeit sind CR, EPDM und NBR- sowie HNBR- und FKM-Sonderwerkstoffe.

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 Prüfmethoden 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 2921) bewährt (Bild 7.4). Danach wird ein Gummistreifen mit 100 % Dehnung eingespannt und fixiert, in einem Bad eingefroren, nach dem Temperatúrausgleich 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.

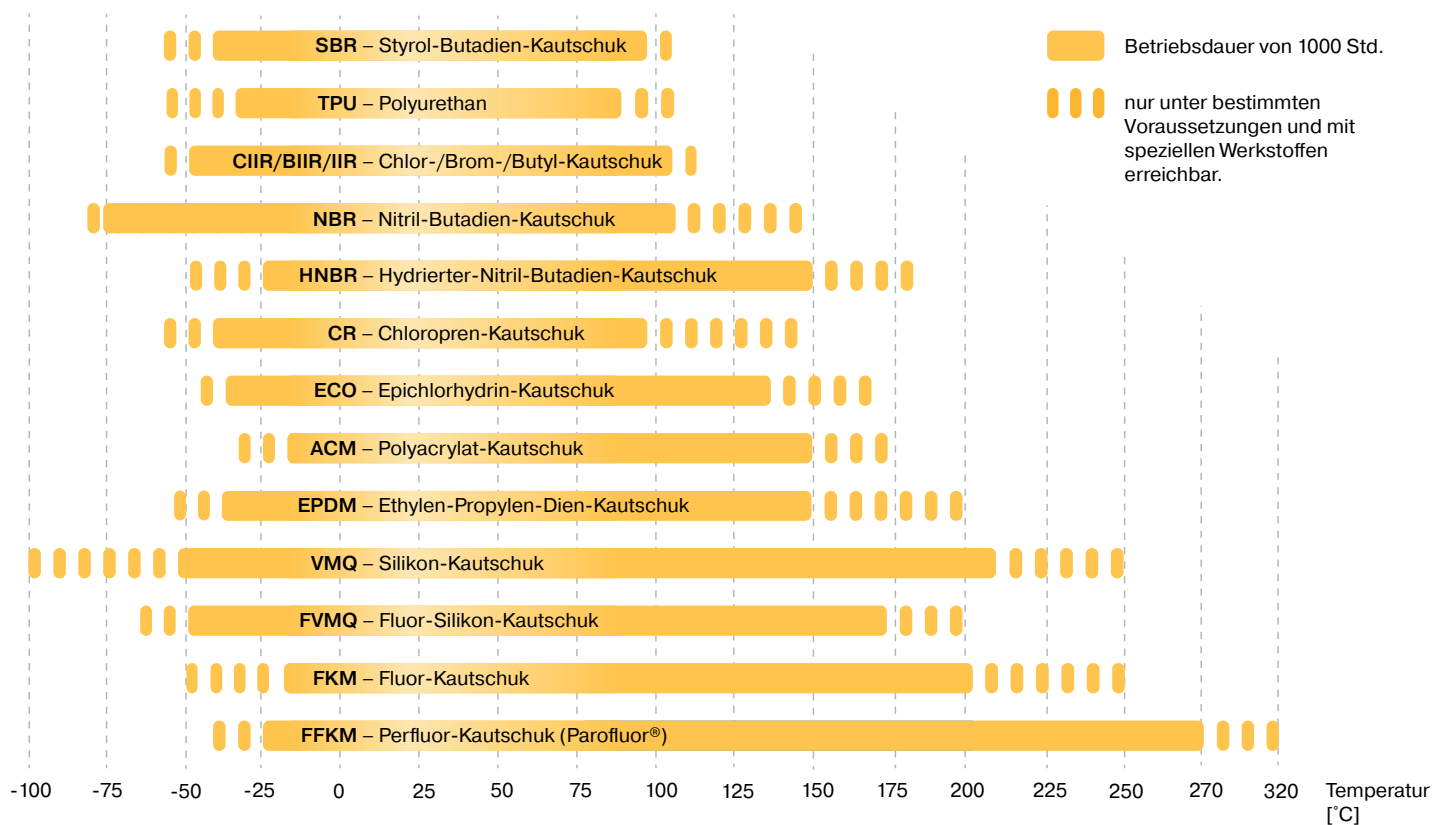
In der Praxis kann für eine statische Dichtung bei korrekter Auslegung eine minimale Funktionstemperatur von ungefähr 10 °C unterhalb des TR10-Punktes angesetzt werden.

7 Anwendungen



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.

Abb. 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

Abb. 7.2 Temperaturbereich verschiedener Elastomer-Werkstoffe

7 Anwendungen

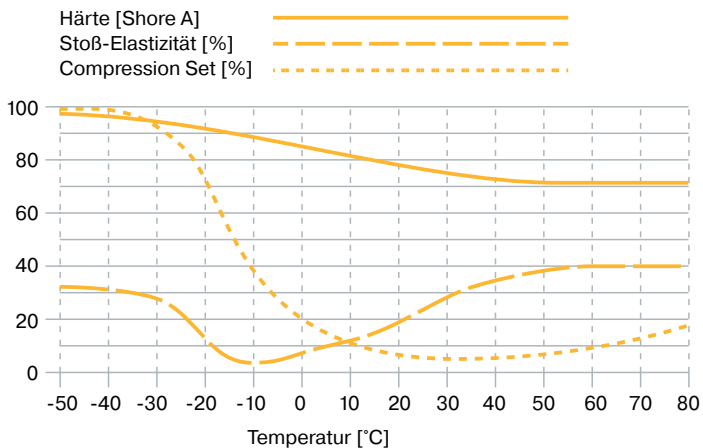


Abb. 7.3 Änderung der Werkstoff-Kennwerte bei sich ändernder Temperatur am NBR 80

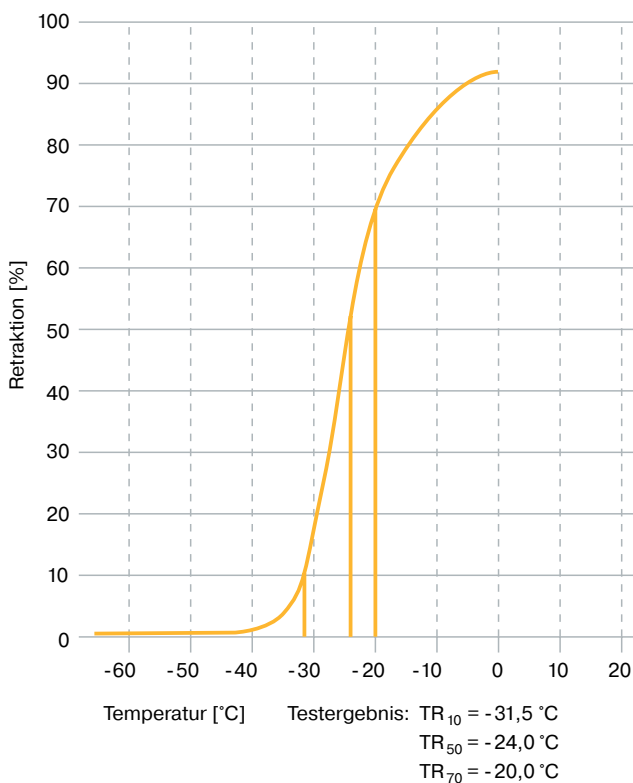


Abb. 7.4 TR-Test nach ASTM-D 1329/ISO 2921 Werkstoff NBR 70 Shore A

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. 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 Odorierstoffe (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 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.

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+(Pentafluorpropan)	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
R408a (47 % R22 / 46 % R143a / 7 % R125)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R409a (60 % R22 / 25 % R124 / 15 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1

7 Anwendungen

Medium	Empfohlener Parker Werkstoff	NBR	HNBR	EPDM	FKM	CR
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

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

Tab. 7.5 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.

Unsere Anwendungstechnik 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 kleiner als 10^6 rad betragen, die auch über Jahre einen Höchstwert der vom Elastomer aufgenommenen Strahlendosis darstellt. Praktisch alle Elastomerguppen besitzen eine **Strahlenbeständigkeit** bis 1 M rad ($\pm 10^6 \text{ rad}$ $\pm 10^4 \text{ J/kg}$). Parker hat Werkstoffe entwickelt, die bis zu einer Strahlung von 10^7 rad beständig sind (siehe Kapitel 7.22 „Strahlung“).

7 Anwendungen

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 ausgehend chemischem Angriff
- Explosiver Dekompression (siehe auch „Explosive Dekompression“ in Kapitel 10)
- Spaltextrusion durch hohe Drücke
- Hohen oder tiefen Temperaturen

Werkstoffe	Härte	Temperatur ¹⁾	Norm
ISO Parker	[Shore A]	[°C]	
NBR N0552-90	90 ^{±5}	-30 100	
HNBR KA183-85	85 ^{±5}	-50 150	Norsok M-710
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. 7.6 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.

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.

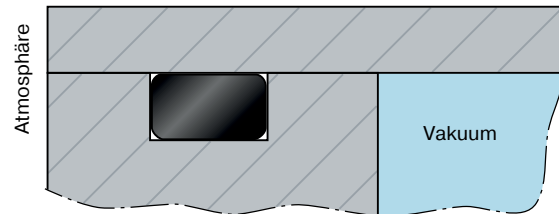


Abb. 7.5 Vakuum-O-Ring-Nut

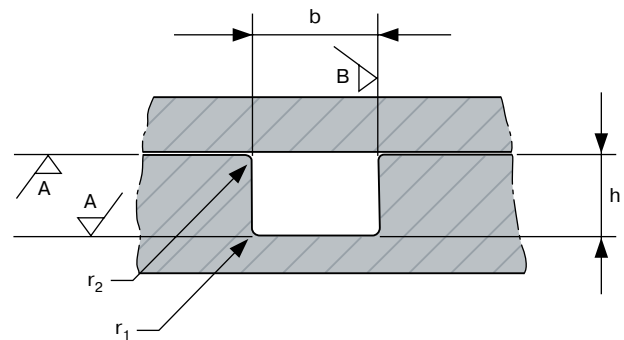


Abb. 7.6 Abmessungen Vakuum-Nut, ruhende Abdichtung

d ₂	h ^{-0,05}	b ^{±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. 7.7 Nutmaße Vakuum-Nut, bei ca. 30 % Verpressung der O-Ring Schnurstärke d₂

	Oberflächenrauheit, Tragenteil 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 ⁻⁸ Torr	0,10	0,40	1,60	6,30

Tab. 7.8 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

7 Anwendungen

Werkstoff		Gasdurchlässigkeits- koeffizient 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	-	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 (10^{-8}) bezogen auf Helium bei Raumtemperatur sowie Gewichtsverlust im Vakuum

Einheit F : $(\text{cm}^3)/\text{s} \times \text{bar}$

Tab. 7.9 Elastomereigenschaften

Weitere Informationen enthält Kapitel 8.11, „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
<ul style="list-style-type: none"> • N0674-70 • N0741-75 • N0552-90 • N0300-90¹⁾ 	E0540-80	S0604-70	<ul style="list-style-type: none"> • V0747-75 • V0709-90 	C0557-70	L0677-70

¹⁾ Parbak®-Werkstoff

Tab. 7.10 Pilztest nach MIL-STD-810 B, Methode 508

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

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 ISO 4649 (Walze mit Schmirgelbogen bespannt) gibt die Praxis nur ungenügend wieder. Der tatsächliche mechanische Verschleiß ist sehr komplex, so dass die nach ISO 4649 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. Hitze einwirkung 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 ISO 815-1 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 24 bis 54 °C [mm/dm]	Dehnung 24 bis 190 °C [mm/dm]	Ausdehnungs- koeffizient $\frac{\text{mm}}{\text{dm} \times \text{°C}} \times 10^{-3}$
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
SSTyp 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 ihrer 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), um so höher wird die Qualität beurteilt.

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.

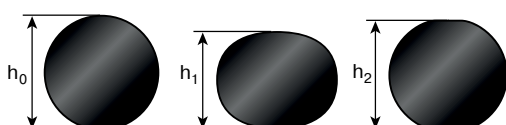


Abb. 8.1

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

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.

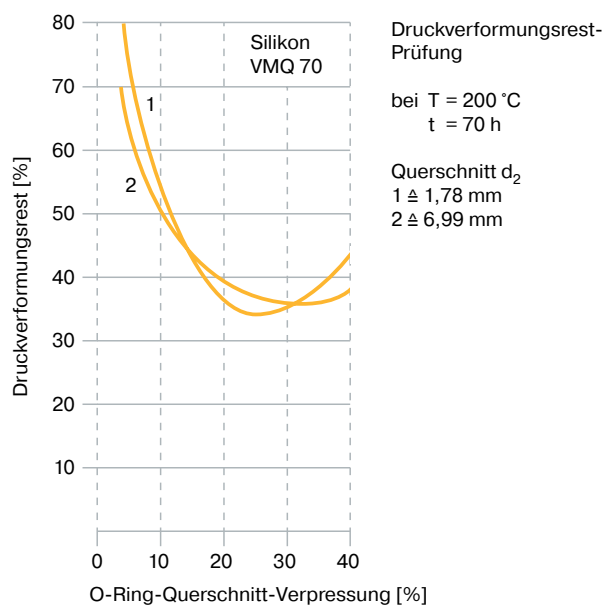


Abb. 8.2

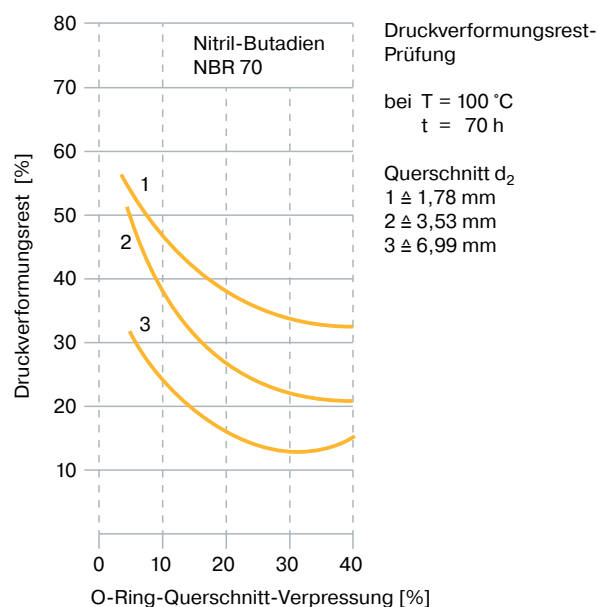


Abb. 8.3

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.

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

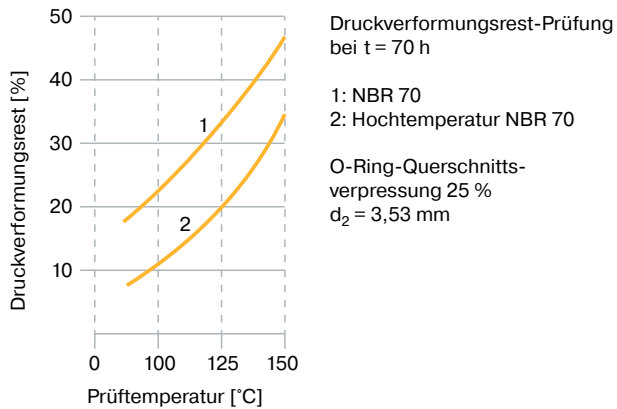


Abb. 8.4

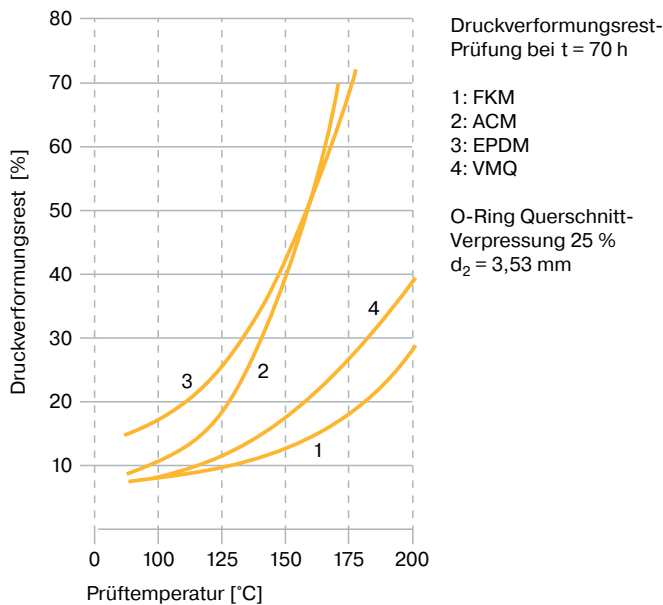


Abb. 8.5

Der Temperatureinfluss auf das Prüfergebnis 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 Ver-

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

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

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 vorauszusagen, 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.

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.

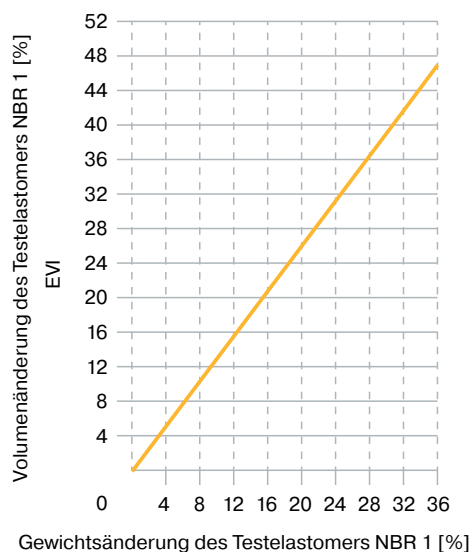


Abb. 8.6

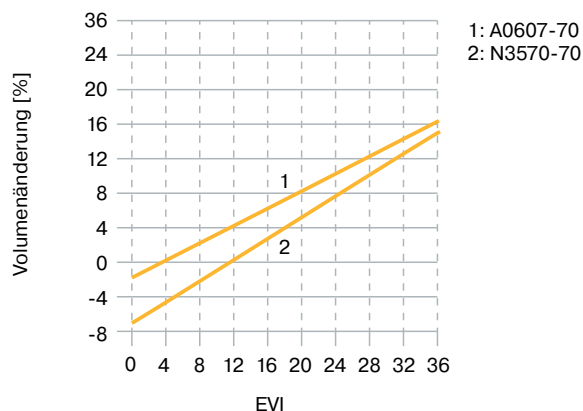


Abb. 8.7 Quellverhalten von Parker-Werkstoffen

Ölsorte	Elastomer-Verträglichkeits-Index (EVI)
IRM Öl 901 (ASTM-Öl 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 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 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

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

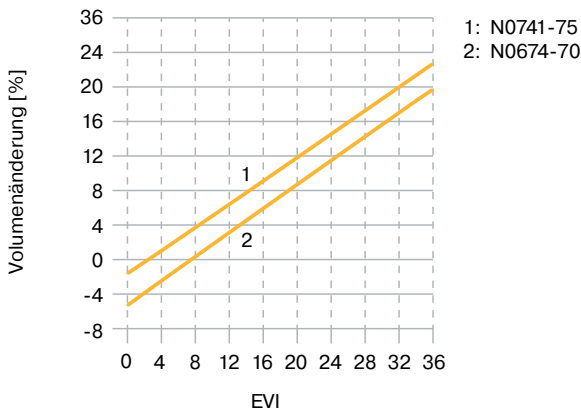


Abb. 8.8 Quellverhalten von Parker-Werkstoffen

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.

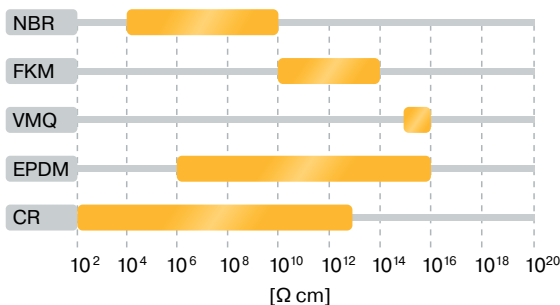


Abb. 8.9 Richtwerte elektr. spezifischer Widerstand

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 ebene Korrosion, Lochfraß, Spaltkorrosion, Korngrenz- oder interkristalline Korrosion.

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

- Anwesenheit von freiem Schwefel in Gummiqualitäten herkömmlicher Zusammensetzung
- Entstehung von Salzsäure bei chlorhaltigen Elastomeren
- Elektrochemische Vorgänge

8.10.1 Korrosion durch freien Schwefel

Manche Gummiqualitäten werden bei ihrer Herstellung mit elementarem Schwefel in Verbindung mit Vulkanisationsbeschleunigern vulkanisiert. Dabei bildet der größte Teil des eingesetzten Schwefels stabile Vernetzungsbrücken zwischen den Kautschukmolekülen. 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 Verfärbungen 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 Gummiqualitäten 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 Berührung zweier verschie-

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

den 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 Gummitteilen (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 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 6.12 „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:

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

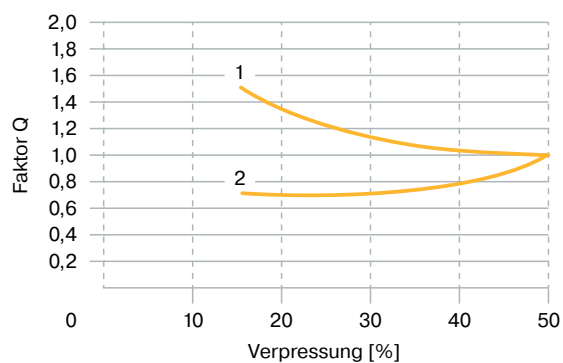
darin bedeuten:

- 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.

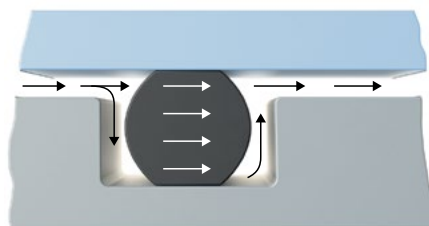
Diese Annahmen lauten wie folgt:

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

Abb. 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

Abb. 8.11

Medium:Wasserstoff			
Polymerbasis	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	-	40	12
NBR	-	80	88
ACM	-	40	50
ACM	-	90	170
ACM	-	150	900
TPU	-	40	5

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

Medium: Wasserstoff			
Polymerbasis	Parker-Werkstoff	Temperatur [°C]	Gasdurchlässigkeitskoeffizient ¹⁾
SBR	-	40	47
SBR	-	120	540
VMQ	-	40	1000
VMQ	-	90	2000
VMQ	-	150	6000

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. 8.3

Medium: Stickstoff		
Polymerbasis	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
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			
Polymerbasis	Parker-Werkstoff	Temperatur [°C]	Gasdurchlässigkeitskoeffizient ¹⁾
SBR	-	25	12
IIR	-	25	7
IIR	-	150	240
EPM	-	25	20
EPM	-	80	61
EPM	-	150	320

Medium: Helium			
Polymerbasis	Parker-Werkstoff	Temperatur [°C]	Gasdurchlässigkeitskoeffizient ¹⁾
FKM	-	25	13
FKM	-	80	131
FKM	-	150	490
FVMQ	-	25	143
FVMQ	-	80	460
FVMQ	-	150	970
CR	-	25	7
CR	-	80	60
CR	-	150	187
NBR	-	25	8
NBR	-	80	66
ACM	-	25	16
ACM	-	80	110
ACM	-	150	310
TPU	-	25	4
TPU	-	80	34
SBR	-	25	17
VMQ	-	25	238
VMQ	-	80	560
VMQ	-	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		
Polymerbasis	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 Begriffe in der Dichtungstechnik

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 Fertigteile verwendet man meist die IRHD-Messung. Die Härtewerte am Fertigteile 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 48
- Kugeldruckhärte, IRHD, nach DIN ISO 48

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 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. Hier ein 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 „1Q23“ für im ersten Quartal 2023 gefertigte Teile.

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

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.

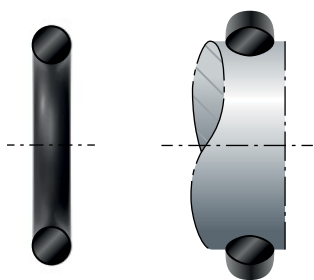


Abb. 8.12 links: ungedehnter O-Ring, rechts: gedehnter O-Ring

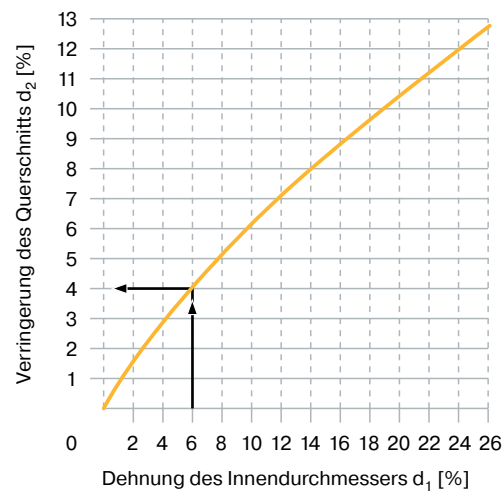
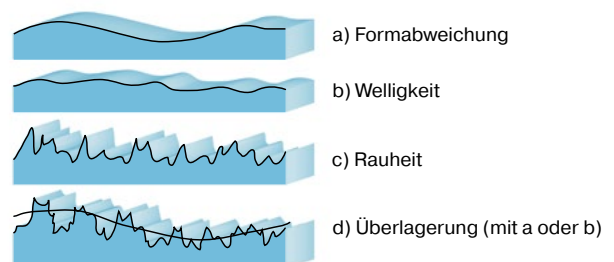


Abb. 8.13 Abnahme des Querschnitts d_2 bei Dehnung des Innendurchmessers d_1

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)

Abb. 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

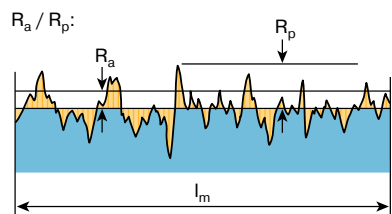
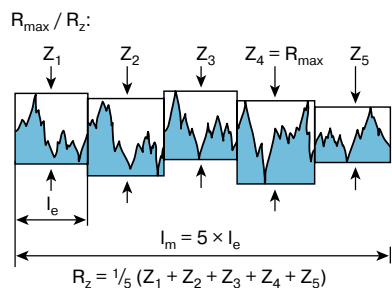
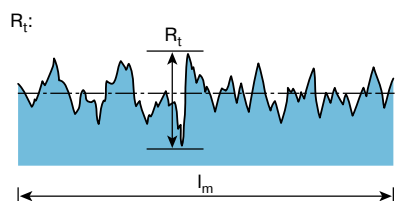
8 Begriffe in der Dichtungstechnik

Rauheitsprofil 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 4768-1. 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

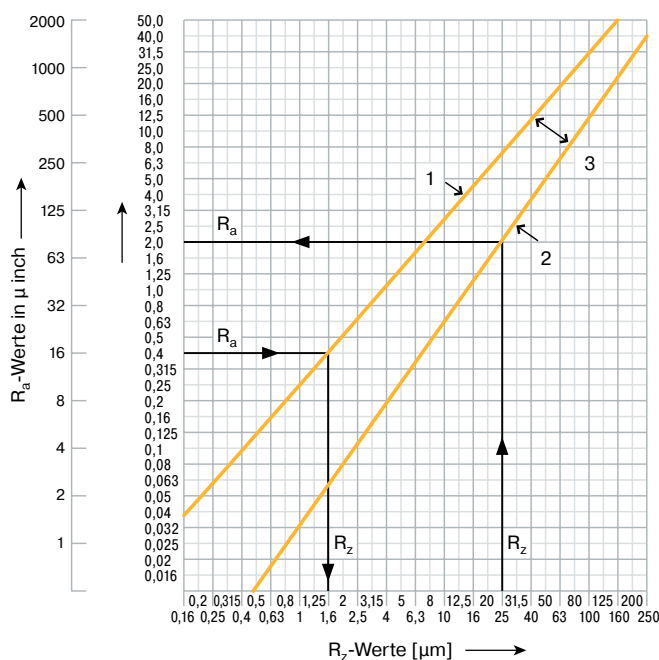
R_p = Glättungstiefe

R_a = Mittenrauwert

Abb. 8.15 Rauheitsbegriffe

	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 Idealisierte Profilschnitte für die Oberflächenbeurteilung



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

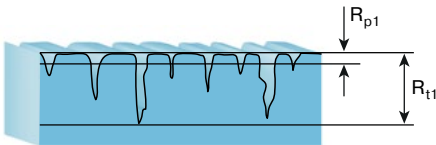
Abb. 8.16 Beziehung zwischen R_a und R_z

Für die Beurteilung der Eignung der Oberflächenrauheit einer Gegenfläche für Dichtigkeit 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.

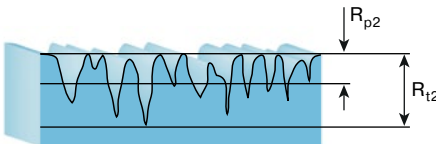
Dabei sind die Anforderungen an die jeweils ruhende Dichtfläche mit $R_t \leq 6,3 \mu\text{m}$ (alt: $\nabla\nabla\nabla$ Rauheit DIN 3141; neu: $\sqrt{R_t} 6,3$ Rauheit DIN ISO 1302) geringer als die an bewegten Flächen. Hier wird heute von Dichtungsherstellern ein $R_t \leq 2,5 \mu\text{m}$ ($R_a = 0,25$ 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 %

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

bzw. die Glättungstiefe R_p unter 50 % liegen. Diese Einschränkung wird häufig nicht beachtet. 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

Abb. 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 Profilvertiefungen Schmieraschen, 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 Bezugsängen angegeben werden, da sich sonst unterschiedliche Profilhöhen ergeben.

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.

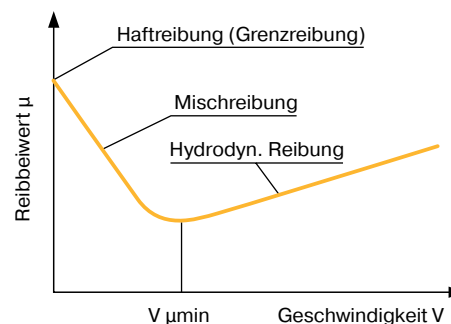


Abb. 8.18 Stribeck-Kurve

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

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 schmierendem 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 metalli-

schen Dichtflächen. Je größer sie ist, desto mehr metallische Inseln entstehen, so dass man wieder im Mischreibungsgebiet arbeitet.

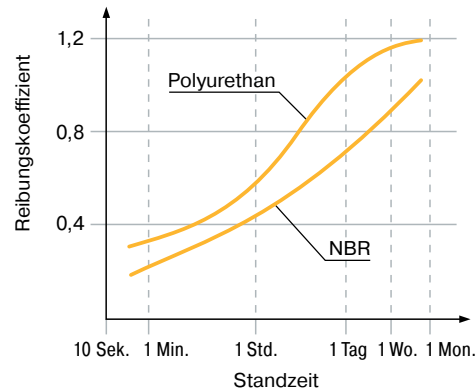


Abb. 8.19 Haftreibung abhängig von Standzeit und Werkstoff

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.

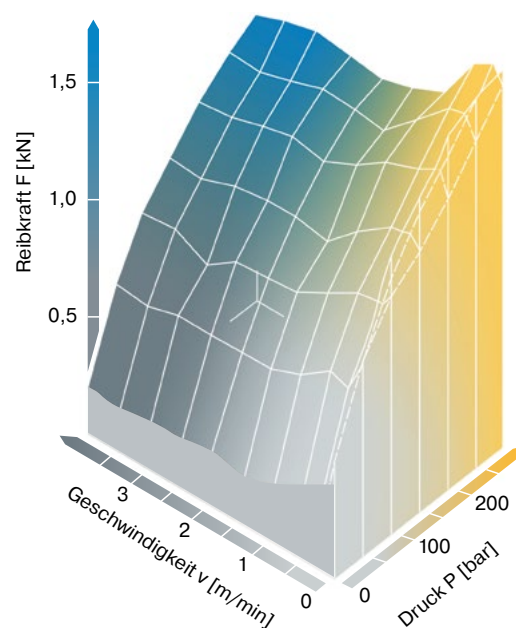


Abb. 8.20 Reibkraft abhängig von Druck und Geschwindigkeit für Kompakt-Stangendichtung 90 Shore A

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 Reib-

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

kraftdiagramm 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 $v_{\mu\min}$ ein Minimum erreicht (Bild 8.18).
- Die Gleitgeschwindigkeit liegt unterhalb der Geschwindigkeit $v_{\mu\min}$.
- In der Kraftübertragung ist ein elastisches Glied, im Fall des Zylinders gewöhnlich die kompressible Ölsäule.

Zur Erklärung 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.

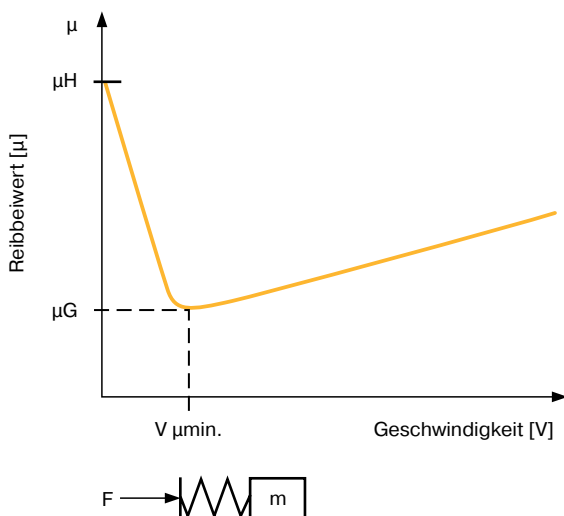


Abb. 8.21 Ersatzbild für Stick-Slip-Effekt

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 abreißenden 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 Ölnebel-schmierung 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 Hübten 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 Pneumatikdichtungen 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.

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

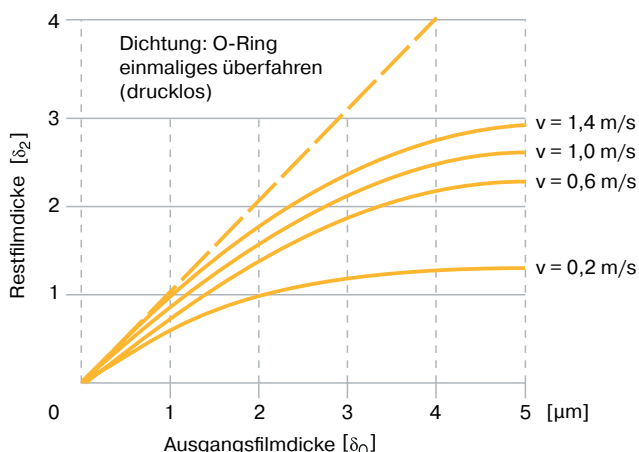


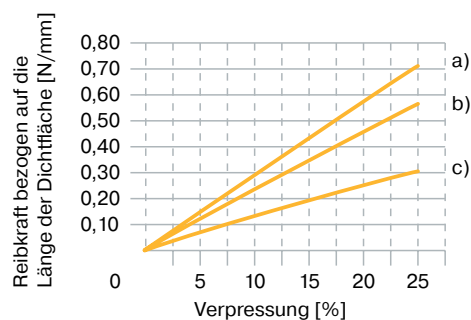
Abb. 8.22 Veränderung der Ausgangsfilmstärke als Funktion der Gleitgeschwindigkeit bei einmaligem Überfahren

Wenn langsame Kolbengeschwindigkeiten von Pneumatikzylindern durch Drosselung der Zuluft erreicht werden, tritt das Ruckgleiten (Stick-Slip) besonders häufig 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

O-Ring-Verpressung	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



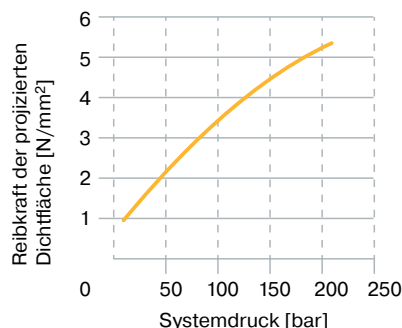
a) Härte 90 Shore A b) Härte 80 Shore A c) Härte 70 Shore A

Bedingungen:

- Gleitoberfläche verchromt, $R_t \leq 2,5 \mu\text{m}$
- O-Ring N0304-75, 100.000 Zyklen, Raumtemperatur, Medium Aeroshell Fluid 4

· Geschwindigkeit 0,3 m/min

Abb. 8.23 Reibkraft in Abhängigkeit von der O-Ring-Verformung



Bedingungen:

- Gleitoberfläche verchromt, $R_t \leq 2,5 \mu\text{m}$
- O-Ring N0304-75, 100.000 Zyklen, Raumtemperatur, Medium Aeroshell Fluid 4
- Geschwindigkeit 0,3 m/min

Abb. 8.24 Reibkraft in Abhängigkeit vom Systemdruck

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.

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

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 **Zerreiß-, 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 Medienwirkung ab.

Für die Messung der Spannungsrelaxation unter Laborbedingungen existiert eine Vielzahl an Prüfnormen und -vorrichtungen. Die gebräuchlichsten Prüfnormen sind 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 Druckverfor-

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

mungsrest, 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 Stoßelastizität

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 7.8 „Tiefe Temperaturen“ wird in Abhängigkeit von der Temperatur und nach Kenntnis der Stoßelastizität, der Härte und des Druckverformungsrestes 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 Polymerketten 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.

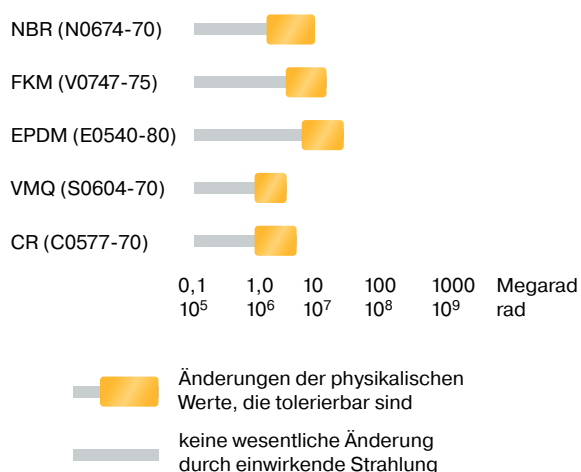
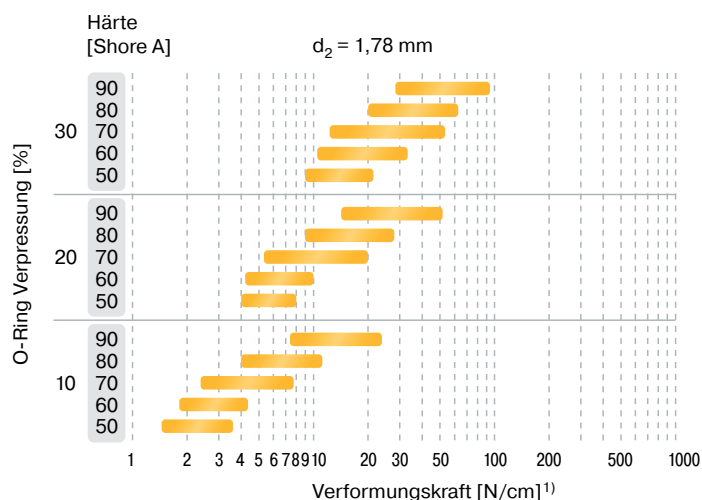


Abb. 8.25

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).

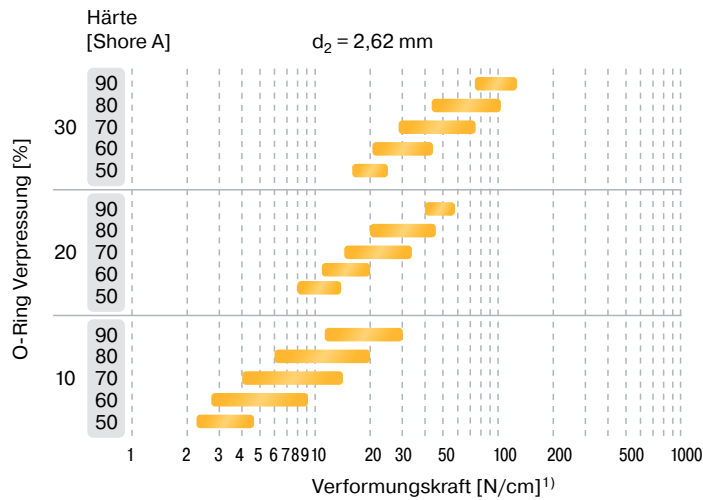
Die Verformungskraft lässt sich für die Montage, z. B. von Flanschen oder zur Abschätzung von Kräften, die von Dichtungen auf weniger belastbare Kunststoffteile wirken, heranziehen.



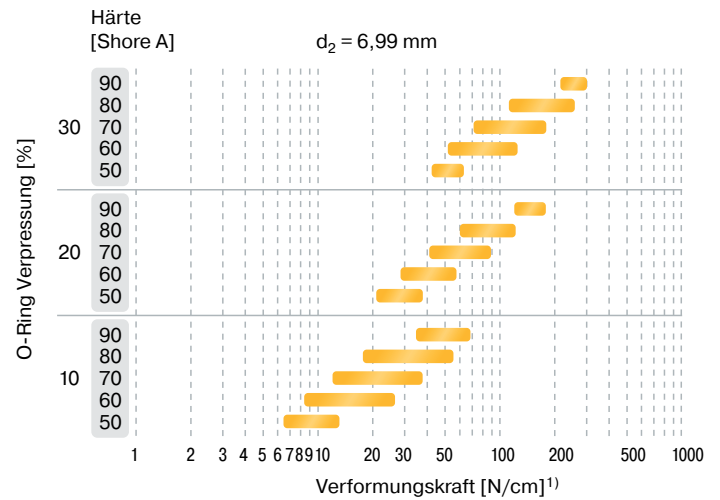
¹⁾ Länge des O-Ring-Umfangs (cm)

Abb. 8.26

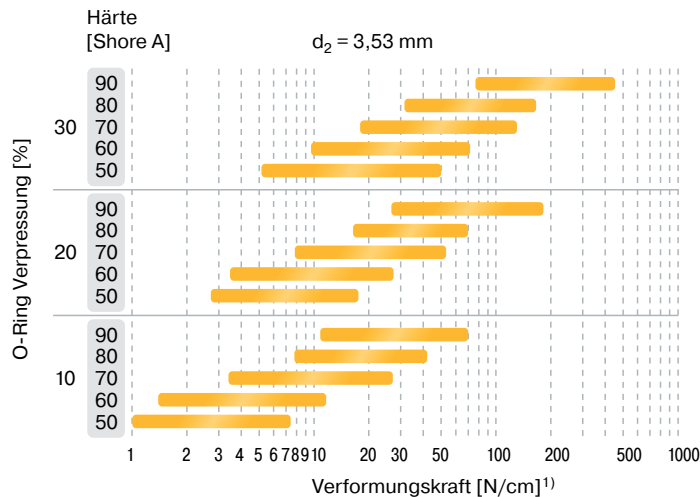
8 Begriffe in der Dichtungstechnik



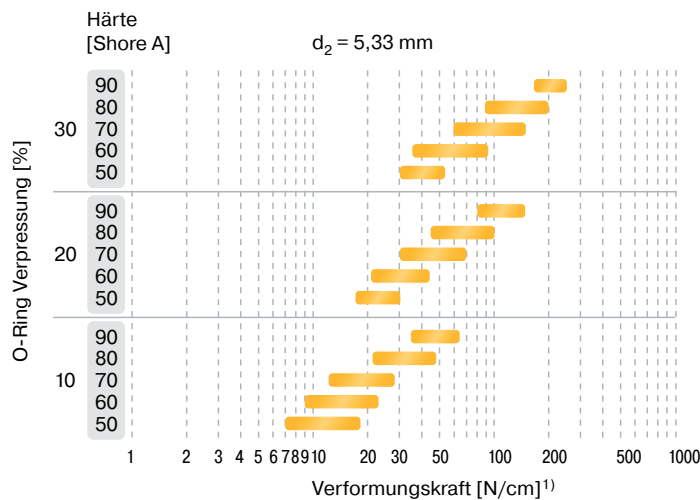
¹⁾ Länge des O-Ring-Umfangs (cm)
Abb. 8.27



¹⁾ Länge des O-Ring-Umfangs (cm)
Abb. 8.30



¹⁾ Länge des O-Ring-Umfangs (cm)
Abb. 8.28



¹⁾ Länge des O-Ring-Umfangs (cm)
Abb. 8.29

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, Querschnittsverringering und Metalltoleranzen berücksichtigt und die Abdichtung wird unter normalen Bedingungen erreicht.

In Sonderanwendungen können die Vorgaben abweichen. Einflüsse wie erhöhte Dehnung und Querschnittsverringering, Temperatureinflüsse, „atmende“ Bauteile oder Exzentrizität sind zu berücksichtigen.

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

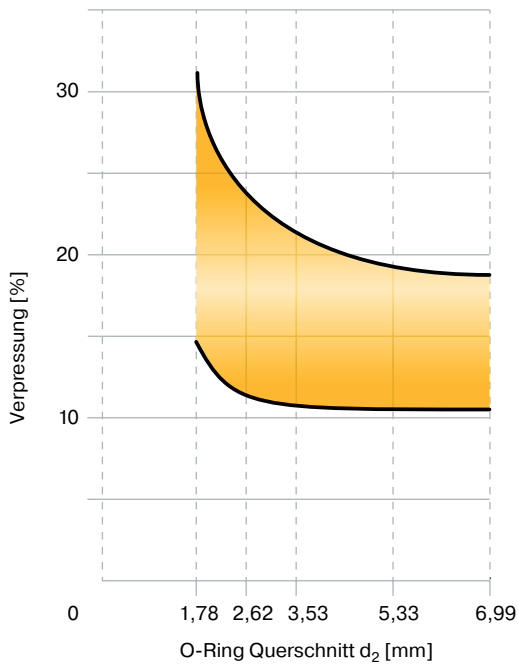


Abb. 8.31 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2 – ruhende Abdichtung

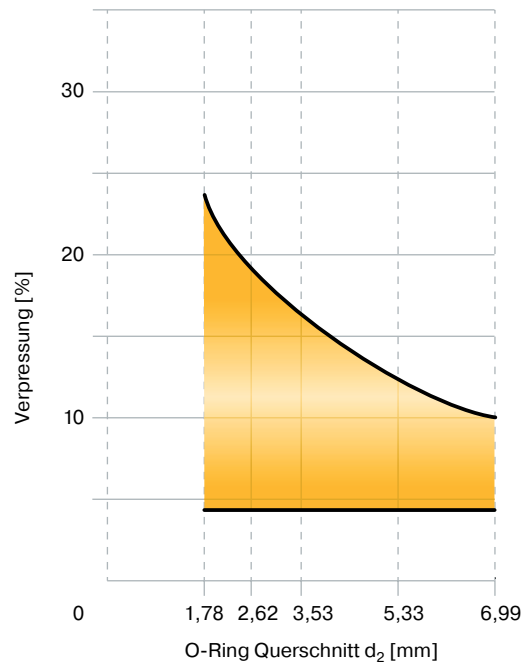


Abb. 8.33 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2 – bewegte Abdichtung Pneumatik

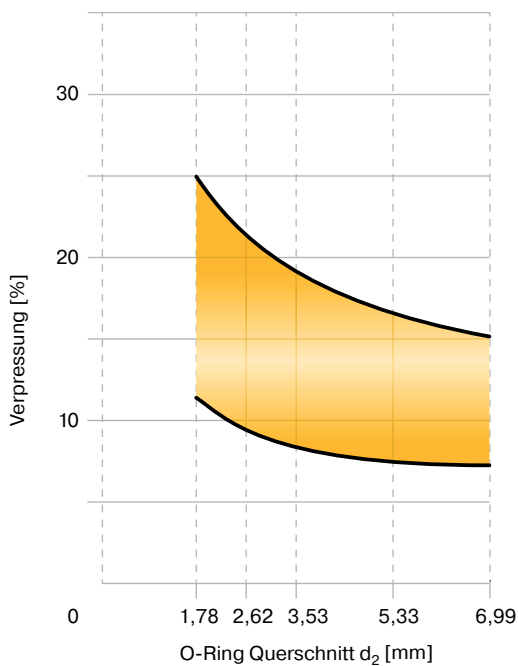


Abb. 8.32 Zulässige Verpressung in Abhängigkeit von der Schnurstärke d_2 – bewegte Abdichtung Hydraulik

Schnurstärke	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

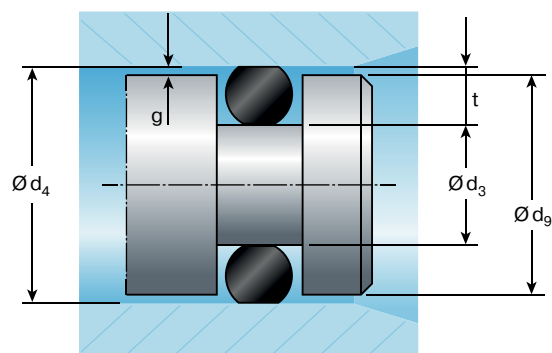
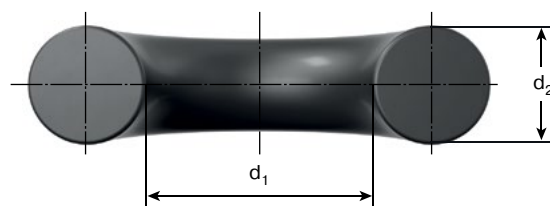


Abb. 8.34 Mit perfekter Konzentrizität

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

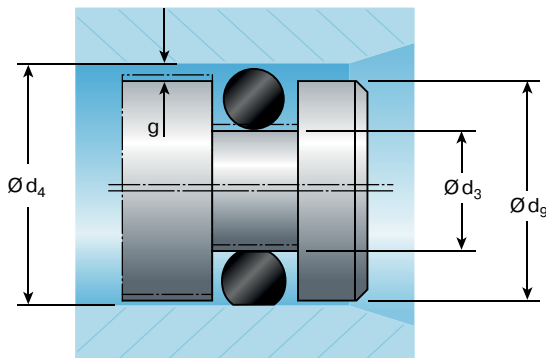


Abb. 8.35 Mit maximalem radialem Spiel

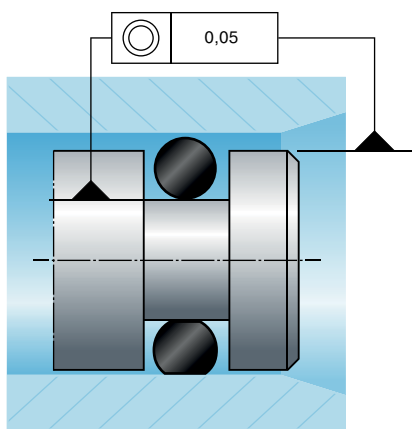


Abb. 8.36 Mit maximaler Exzentrizität und Außerzentrizität zwischen Kolben und Nutgründung

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, dem Aufbau der Gummimischung, der Temperatur, der geometrischen Form (Materialdicke) und dem Spannungszustand des Gummiteils ab. In eingezogenem 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 Gummierwerkstoffs 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 Strukturverände-

8 Begriffe in der Dichtungstechnik

rungen (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 zwischen 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.

9 Qualitätskriterien

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. Wir sind nach ISO 9001 und 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 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.

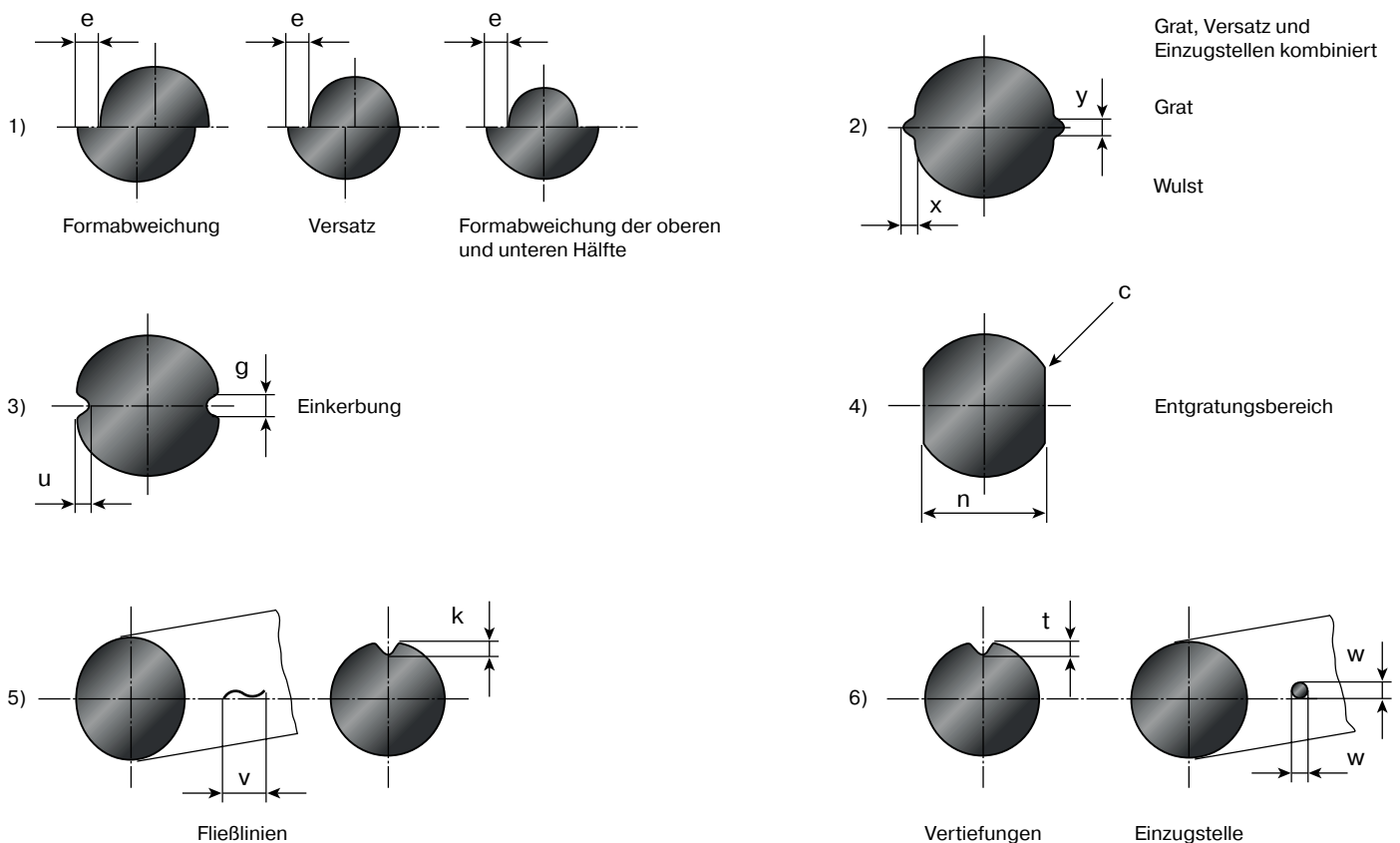


Abb. 9.1 Form- und Oberflächenabweichungen

9 Qualitätskriterien

Bild-nummer	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, Lufteinschluss oder nicht vollständig gefülltes Werkzeug
-	Fremdkörper nicht zulässig	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					Sortenmerkmal S					Sortenmerkmal CS				
	d ₂ nach DIN ISO 3601-3					d ₂ nach DIN ISO 3601-3					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 ¹⁾	1,50 ¹⁾	6,50 ¹⁾	6,50 ¹⁾	6,50 ¹⁾	1,50 ¹⁾	1,50 ¹⁾	1,00 ¹⁾	5,00 ¹⁾	5,00 ¹⁾	1,50 ²⁾	1,50 ²⁾	1,50 ²⁾	4,56 ²⁾	4,56 ²⁾
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 Schadensanalyse

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).



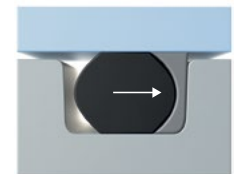
Abb. 10.1 Der O-Ring dichtet aufgrund seines elastischen Verhaltens im verpressten drucklosen Zustand zwischen zwei Dichtflächen



Abb. 10.2 Bei Druckaufbau verhält sich der O-Ring wie eine inkompressible Flüssigkeit und erhöht proportional zum Druck seine Anpresskraft



Abb. 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.



Druck

Abb. 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).



Abb. 10.5 Extrudierter O-Ring



Abb. 10.6 Extrudierter O-Ring



Abb. 10.7 Teilweise 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.

Die Härte des Elastomerwerkstoffs hat einen großen Einfluss auf die Extrusionsfestigkeit.

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 Durchmesserspiel 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

10 Schadensanalyse

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



Abb. 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.



Abb. 10.9 Verdrehter O-Ring mit spiralförmigen Markierungen



Abb. 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).



Abb. 10.11 Oberflächenzerstörung durch explosive Dekompression

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
- 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
- Erwärmung der Dichtung ist proportional zur Reibung im Kontaktbereich

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.



Abb. 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 Anhang

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, Schnurstärken, Toleranzen und die Bezeichnung von O-Ringen, die in fluidtechnischen Anlagen der allgemeinen Industrie und der Luftfahrt angewendet werden, fest.

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 ISO 3601-3: Fluidtechnik, O-Ringe.

Dieser Teil der DIN ISO 3601 definiert und klassifiziert auch O-Ring-Oberflächenfehler und legt Grenzwerte der zu akzeptierenden Größe dieser Fehler fest.

DIN ISO 3601-4: Fluidtechnik, O-Ringe.

Form- und Oberflächenabweichungen.
Diese Norm enthält Form- und Oberflächenabweichungen für O-Ringe nach DIN 3771-1.

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, Technische Lieferbedingungen.

Diese Norm wird für O-Ringe aus Elastomeren in der Luft- und Raumfahrt angewandt, wenn in anderen Maßnormen, einer Zeichnung 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 Innendurchmesser, Querschnittsdurchmesser, zulässige Abweichungen und Einbauräume. Die Abmessungen der O-Ringe sind mit den Parker 2-xxx-Größen identisch. Nähere Einzelheiten siehe Gegenüberstellung der in Europa verwendeten O-Ringe in der Tab. 11.1.

BS 4518 beinhaltet Maße, Abweichungen und Einbauräume, wobei 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.

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** (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: Schwerentflammbare 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 EN 590: Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Dieseldieselfkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren.

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).

ISO 132:2017-07: Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung von Rissbildung und Risswachstum (De Mattia).

DIN ISO 13226: Elastomere – Standard-Referenz-Elastomere (SREs) zur Charakterisierung der Wirkung von Flüssigkeiten auf Vulkanisate (ISO 13226:2018).

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 48-2: 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 815-1:2019).

DIN ISO 815-2: Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Druckverformungsrestes – Teil 2: bei niedrigen Temperaturen (ISO 815-2:2019).

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 2859-1: 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 entflammbare 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 Anhang

11.2 Maßvergleichsliste

Parker Nr.	MIL-P-5516, Klasse B	B.S. 1806	Englische Handels-Nr.	Französische Handels-Nr.
	Nr.	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	-	-

Parker Nr.	MIL-P-5516, Klasse B	B.S. 1806	Englische Handels-Nr.	Französische Handels-Nr.
	Nr.	Nr.		
2-127	-	-127	-	-
2-128	-	-128	-	-
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⁾	-

11 Anhang

Parker Nr.	MIL-P-5516, Klasse B	B.S. 1806	Englische Handels-Nr.	Französische Handels-Nr.
	Nr.	Nr.		
2-231	AN6230B-9	-231	R. 170 ¹⁾	-
2-232	AN6230B-10	-232	R. 173 ¹⁾	-
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	-	-

Parker Nr.	MIL-P-5516, Klasse B	B.S. 1806	Englische Handels-Nr.	Französische Handels-Nr.
	Nr.	Nr.		
2-325	AN6227B-28	-325	R. 143	R-28
2-326	AN6227B-29	-326	R. 145	R-29
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

11 Anhang

Parker Nr.	MIL-P-5516, Klasse B	B.S. 1806	Englische Handels-Nr.	Französische Handels-Nr.
	Nr.	Nr.		
2-444	AN6227B-71	-444	R. 238	R-72
2-445	AN6227B-72	-445	R. 240	R-73
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

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

Parker Nr.	Englische Handels-Nr.
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

Parker Nr.	Französische Handels-Nr.
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
Aerozin 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

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	
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	
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		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	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	

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
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 (Arsenrichlorid), wässrig	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
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	2	4
Asphalt	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	2	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

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	
Bisulfittlauge	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		
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		
Bleichlaugen	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4			1	4	1	2	2		
Bleintrat	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1			1	1	1	4	1		
Bleisulfat	C0557-70	2	2	1	1	1	1	1	2	4		1	2	2	1	1		
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		
Borax	E0540-80	2	2	1	1	1	1	4	2	2	1	1	2	2	4	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		
Boron Flüssigkeit (HEF)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2		
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		
Brayco 719-R (W-H-910)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2		4	4	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		
Brayco 910	E0540-80	2	2	1	4			2	2	3	3	1	1	1	1	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		
Brom, flüssig	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3		
Brombenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2		
Bromchlormethan	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2		
Bromchlortrifluorethan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2		
Bromwasser, gesättigt	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3		
Bromwasserstoffsäure, 40 %	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4	4	4	1	4	1	1	3		
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		
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		
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		
Butylacetylirizinoleat	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	2		
Butylamin	S0604-70	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		

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
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
Butylen (Buten)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	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
Cellugard	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	

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	
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		
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	

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
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
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	
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	
Eisen (III) Chlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	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	1	2			2	2	1	1	1		
Epichlorhydrin	V3819-75	4	4	3	4	1	1	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	3	3	4	
Erdgas, sauer	V3819-75					1	1											
Erdnussöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	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
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	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	1	4	4	4
Essigsäures Natron	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	3	3	1	4	1	4	4	4
Esso Fuel 208	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	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	4	1	4
Esso Golden Gasoline	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	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	4	1	4
Esso Univas Nr. 40 (Hydrauliköl)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	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	4	1	4
Esso XP90-EP Lubricant	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Esstic 42, 43	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Ethan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	3	4
Ethanol (Ethylalkohol)	E0540-80	1	1	1	3	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Ethanolamin (Colamin)	E0540-80	2	2	2	4	3	1	2	2	4	3	2	2	2	3	4	2
Ethanolhaltige Kraftstoffe (E85)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Ethanolhaltige Kraftstoffe (E85)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Ethanolhaltige Kraftstoffe (E85)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Ethanolhaltige Kraftstoffe (E85)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Ethanolhaltige Kraftstoffe (E85)	V8590-60	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Ether (verschiedene)	V3819-75	4	4	3	3	1	1	4	4	3	2	4	4	4	4	3	4
Ethylacetat	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2
Ethylacrylsäure	E0540-80	4	4	2				2	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Ethylalkohol (Ethanol)	E0540-80	1	1	1	3	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Ethylether	V3819-75	3	3	3	4	1	1	4	4	4	2	3	4	4	4	3	4
Ethylbenzoat	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	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	4	1	4
Ethylbromid	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4				4	4	4	4	1	4
Ethylcellulose	N0674-70	2	2	2	4	1	1	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2
Ethylchlorid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	1	4	1	4
Ethylcyclopentan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	2	1	4	4	4	4	1	4
Ethylen (Ethen)	V0747-75	2	4	4	1	1	1	4	4	2	2	4		4	4	1	4
Ethylenchlorhydrin	V0747-75	4	4	2	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	3
Ethylenchlorid	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Ethylendiamin	E0540-80	1	1	1	4		1	1	2	4	4	1	2	1	2	4	1
Ethylendibromid	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
Ethylendichlorid	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
Ethylenglykol (Glykol), Prestone®	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1
Ethylenoxid	V3819-75	4	4	3	4	2	1	4	4	4	4	3	4	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	4
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	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	
Ethylpentachlorbenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	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	2	4	
FC43 Heptacosofluortri-Butylamin	N0674-70	1	1	1	1			1	4			1			1	1	1	
FC75	E0540-80	1	1	1	2			1	4			1			1	2	1	
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	1	
Fluorkieselsäure	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2			1		1	1	4	4	
Fluorolub	E0540-80	1	1	1	2	1	1	1	4			1			1	2	1	
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	3	
Flüssiggas (Propan, Butan, Propylen)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	3	1	4	4	4	4	3	3	
Flusssäure, 65 % oder mehr, heiß	V8920-75	4	4	4	3	2	1	4	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	4	
Flusssäure, 65 % oder weniger, heiß	V8920-75	4	4	4	3	2	1	3	4	4	4	4	4	4	3	4	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	2	
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	4	
Freon 12 & ASTM Öl Nr. 2 (50/50)	N0674-70	1	1	4	1	3	3	2	4			4	4	4	2	2	4	
Freon 12 & Suniso 4G (50/50)	N0674-70	1	1	4	1	3	3	2	4			4	4	4	2	2	4	
Freon 13	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1	1	4	4	
Freon 13B1	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1	1	2	4	
Freon 14	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	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	4	
Freon 22 & ASTM Öl Nr. 2 (50/50)	C0557-70	4	4	4	2	2	2	2	4	2		4		4		2	4	
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	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	
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			

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
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
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
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
Heizöl, leicht	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	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	1	3
Helium	N0674-70	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	1	4
Hexaldehyd (N-Hexaldehyd)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	1	4	4	4	3		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	
Hexan (N-Hexan)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	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	
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	
Hochofengas	V0747-75	4	4	4	1	1	1	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		
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	3	4	
Houghto-Safe 1055 (Phosphatester)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	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	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	
Houghto-Safe 620 (Wasser/Glykol-Basis), HFC	N0674-70	1	1	1	2	1	1	2	1	4	4	2				2	2	
Hydrauliköle (Mineralölbasis)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	4	1	3	
Hydrazin	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	3	4	4	1		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	
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	1		
Isobutylalkohol	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	3	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	2	1	4	
Isooctan	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	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	
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	3	4	
Isopropylether	N0674-70	2	2	4	4	1	1	3	4	4	3	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	

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
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
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	1	2
Kobaltchlorid, 2n	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	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	
Kobaltchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Kochsalz, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Kohlendioxid, feucht	N0552-90	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		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	1	
Kohlenmonoxid, trocken	N0552-90	1	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	1	
Kohlenwasserstoffe (gesättigt)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	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	2	4	
Kreosot (Holzteerextrakt)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	1	4	
Kupferacetat, wässrig	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		3	3	4	4	
Kupferchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Kupfercyanid	N0674-70	1	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	2	
Kupfersalze	N0674-70	1	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	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	2	4	
Lacklösungsmittel	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	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	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	3	4	
Lebertran	N8551-75	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	1	1	1	
Lehigh X1169	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Lehigh X1170	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Leichtes Schmiermittel	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
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, Hydraulikflüssigg. (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																		

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
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	
Methylbutylketon	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Methylcarbonat	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Methylcellulose	N0674-70	2	2	2	4	1	1	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2
Methylchlorid	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	2	4
Methylchloroform	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Methylcyclopentan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Methylenchlorid (Dichlormethan)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Methyldichlorid	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	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	2
Methylglykol	E0540-80	3	3	2	4			3	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Methylisobutylketon, MIBK	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	4
Methylisopropylketon	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	4
Methylmethacrylat	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4
Methyloleat	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4			2	4		4	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	
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	
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	

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
Mil-G-21568	E0540-80	1	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
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	1	4
Monobrombenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Monochlorbenzol	V0747-75	4	4	4	1	1	1	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

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	
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	1	4	4	
Natriumhydroxid, 25 %	E0540-80	3	3	1	4	1	1	1	1	4	4	1		1	1	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	
Natriumsulfitt	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	
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																		

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
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	
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	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		
Prestoneâ Frostschutzmittel	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	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

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	
Pyrolube	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	
Pyrrrol	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)		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 Wasserbeimengungen (0,2–0,5 %)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
RME Wasserbeimengungen (0,2–0,5%)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
RME Wasserbeimengungen (0,2–0,5%)	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	
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	
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	4	
Salzsäure, konzentriert	V3738-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	3	4	
Santo Safe 300	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4		3	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		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		1		
Schwefel, geschmolzen	V0747-75	4	4	4	1	1	1	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	1	3	
Schwefeldioxid, nass	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	4	4		1	4	4	3	2	2	
Schwefeldioxid, trocken	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	2	4		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	
Schwefelkalk	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4		1	4	4	1	1	1	
Schwefelkohlenstoff	V0747-75	4	4	4	1	1	1	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	4	
Schwefelsäure, 96 %	V3738-75	4	4	4	1	1	1	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	

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
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	3	3	3	3
Schwefelwasserstoff, nass, kalt	E0540-80	4	4	1	4	1	1	1	4	4	1	4	4	2	3	3	3
Schwefelwasserstoff, trocken, heiß	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	4	4	1	4	4	3	3	3	3
Schwefelwasserstoff, trocken, kalt	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	3	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	1	1
Shell Alvania Fett Nr.2	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4	4	4	1	3	3
Shell Carnea 19 und 29	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	1	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
Silbernitrat	E0540-80	2	2	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
Silicaterster	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4	1	4	4	4	1	4	4	4
Silikonfette	E0540-80	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	3
Sinclair Opaline CX-EP-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Skelly, Solvent B, C, E,	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	4	4	4	4	4	1	1
Skydrol 500	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3
Skydrol 7000	E0540-80	4	4	1	2	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3
SME (Soja Methyl Ester)		2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
SME (Soja Methyl Ester)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
SME (Soja Methyl Ester)	V3736-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
SME (Soja Methyl Ester)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
SME (Soja Methyl Ester)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
SME (Soja Methyl Ester)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Socony Vacuum PD959B	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Soda Ash (Natriumcarbonat)	N0674-70	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
Sojaöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	2	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	4
Sovasol Nr. 73 und 74	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4
Speck, Tierfett (s. Tieröl)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	2	4	1	1	2	4	4	4	1	2
Stannoethylmorpholin	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4
Stauffer 7700	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4
Stearinsäure	N0674-70	2	2	2	1	1	1	3	4	4	4	4	4	3	2	2	2
Stickstoff	C0557-70	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
Stickstoff, gasförmig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	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	
Stickstofftetraoxid (N2O4)	V3860-75	4	4	4	4	1	1	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	4	
Styrol	V3819-75	4	4	4	3	1	1	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	4	
Sunoco Nr. 3661	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Sunoco SAE 10	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Sunsafe (feuerbeständige Hydraulikflüssigkeit)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	2	1		
Super Benzin	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Super Shell Gas	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Swan Finch EP Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Swan Hypoid-90	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
SE																		
Tee	E0540-80	1	1	1		1	1											
Teer (bituminös)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	4		4	4	3	4	1	2	
Teeröl, Carbolineum	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	1	4	
Terpentinöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	3	4	4		4	4	2	4	
Terpineol	V0747-75	2	2	3	1	1	1	4	4			3	4	4	4	1		
Tertiär-Butyl-Alkohol	V0747-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	
Tertiär-Butyl-Mercaptan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	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	

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
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
Turbinenöl	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Turbinenöl Nr. 15 (Mil-L-7808)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	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	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

11 Anhang

Abzudichtende Medien ¹⁾	Parker-Werkstoff	statisch und dynamisch														statisch		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Wasser, schweres (Deuteriumoxid)	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	
Wolmansalz® (Holzimprägnierung)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	2	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	
Xylidine (Gemisch aromatische Amine)	V8920-75	3	3	4	4	1	1	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	1	4	
Z																		
Zeolith	N0674-70	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	
Zinkchlorid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1	1		
Zinksalze	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	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	
Zinn (II) chlorid	N0674-70	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	
Zinn (IV) chlorid, 50 %	N0674-70	1	1	1	1	1	1	4	1			1	1	1	4	1	2	
Zinnchlorid, wässrig	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Zitronensäure, wässrig	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Zuckerrohrlösung	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	2	1	1	
Zuckerrübensaft	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	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

11.4 O-Ring Produktserien auf www.parker.com

Produktserie	Werkstoff
O-Ring aus Polychloropren-Kautschuk, 70 Shore A, industrielle Kühlungsanwendungen, (Prädifa Serie C0557-70)	C0557-70
O-Ring aus Polychloropren-Kautschuk, 70 Shore A, industrielle Kühlungsanwendungen, (Prädifa Serie C0944-70)	C0944-70
O-Ring aus Ethylen-Propylen-Kautschuk, 60 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie E0529-60)	E0529-60
O-Ring aus Ethylen-Propylen-Kautschuk, 80 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie E0540-80)	E0540-80
O-Ring aus Ethylen-Propylen-Kautschuk, 70 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie E3609-70)	E3609-70
O-Ring aus Ethylen-Propylen-Kautschuk, 80 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie E3678-80)	E3678-80
Stützring aus EPDM, 90 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie E3804-90, Parbak®)	E3804-90
O-Ring aus Ethylen-Propylen-Kautschuk, 70 Shore A, Automotive-Anwendungen (Prädifa Serie E8556-70)	E8556-70
O-Ring aus Ethylen-Propylen-Kautschuk, 70 Shore A, Trinkwasser-Anwendungen (Prädifa Serie EJ820-70)	FF400-80
O-Ring aus Perfluorelastomer, 80 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie FF400-80, Parofluor®)	L0677-70
O-Ring aus Fluor-Silikon-Kautschuk, 70 Shore A, anspruchsvolle Anwendungen (Prädifa Serie L0677-70)	L0806-80
O-Ring aus Fluor-Silikon-Kautschuk, 80 Shore A, anspruchsvolle Anwendungen (Prädifa Serie L0806-80)	L3355-70
O-Ring aus Fluor-Silikon-Kautschuk, 70 Shore A, Automotive-Anwendungen (Prädifa Serie L3355-70)	L8559-70
O-Ring aus Fluor-Silikon-Kautschuk, 70 Shore A, Automotive-Anwendungen (Prädifa Serie L8559-70)	L8585-80
O-Ring aus Fluor-Silikon-Kautschuk, 80 Shore A, anspruchsvolle Anwendungen (Prädifa Serie L8585-80)	N0300-90
O-Ring aus Nitril-Butadien-Kautschuk, 60 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N0525-60)	N0525-60
O-Ring aus Nitril-Butadien-Kautschuk, 90 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N0552-90)	N0552-90
O-Ring aus Nitril-Butadien-Kautschuk, 70 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N0674-70)	N0674-70
O-Ring aus Nitril-Butadien-Kautschuk, 50 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N3505-50)	N3505-50
O-Ring aus hydriertem Nitril-Butadien-Kautschuk, 85 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N3510-85)	N3510-85
O-Ring aus hydriertem Nitril-Butadien-Kautschuk, 90 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N3512-90)	N3512-90
O-Ring aus hydriertem Nitril-Butadien-Kautschuk, 75 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N3554-75)	N3554-75
O-Ring aus hydriertem Nitril-Butadien-Kautschuk, 75 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N3573-75)	N3573-75
O-Ring aus Nitril-Butadien-Kautschuk, 75 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N3575-75)	N3575-75
O-Ring aus Nitril-Butadien-Kautschuk, 80 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N3578-80)	N3578-80
O-Ring aus hydriertem Nitril-Butadien-Kautschuk, 80 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N3723-80)	N3723-80
O-Ring aus hydriertem Nitril-Butadien-Kautschuk, 80 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N3813-70)	N3813-70
O-Ring aus hydriertem Nitril-Butadien-Kautschuk, 70 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N3831-70)	N3831-70
Hydrierter O-Ring aus Nitril-Butadien-Kautschuk, 85 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie N3837-85)	N3837-85
Hydrierter O-Ring aus Nitril-Butadien-Kautschuk, 70 Shore A, breites Einsatzspektrum (Prädifa Serie N8505-70)	N8505-70
Hydrierter O-Ring aus Nitril-Butadien-Kautschuk, 90 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie N8680-90)	N8680-90
O-Ring aus Silikonkautschuk, 50 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie S0595-50)	S0595-50
O-Ring aus Silikonkautschuk, 70 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie S0604-70)	S0604-70
O-Ring aus Silikonkautschuk, 60 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie S0613-60)	S0613-60
O-Ring aus Silikonkautschuk, 80 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie S0614-80)	S0614-80
O-Ring aus Flüssigsilikonkautschuk, 50 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie S3693-50)	S3693-50
O-Ring aus Flüssigsilikonkautschuk, 60 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie S3695-60)	S3695-60
O-Ring aus Flüssigsilikonkautschuk, 40 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie S3697-40)	S3697-40
O-Ring aus Flüssigsilikonkautschuk, 70 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie S3698-70)	S3698-70
O-Ring aus Fluorkarbon, 90 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie V0709-90)	V0709-90
Stützring aus FKM, 90 Shore A, breites Einsatzspektrum, schwarz (Prädifa Serie V0709-90, Parbak®)	V0709-90
O-Ring aus Fluorkarbon, 75 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie V0747-75)	V0747-75
O-Ring aus Fluorkarbon, 75 Shore A, Halbleiter-Anwendungen, (Prädifa Serie V0747S310)	V0747S310
O-Ring aus Fluorkarbon, 60 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie V0763-60)	V0763-60
O-Ring aus Fluorkarbon, 75 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie V0884-75)	V0884-75
O-Ring aus Fluorkarbon, 75 Shore A, Automotive und chemische Anwendungen (Prädifa Serie V3642-75)	V3642-75

11 Anhang

Produktserie	Werkstoff
O-Ring aus Fluorkarbon, 70 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie V3670-70)	V3670-70
O-Ring aus Fluorkarbon, 80 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie V3681-80)	V3681-80
O-Ring aus Fluorkarbon, 75 Shore A, anspruchsvolle Anwendungen, (Prädifa Serie V8545-75, Parofluor®)	V8545-75
O-Ring aus Perfluorelastomer, 75 Shore A, anspruchsvolle Anwendungen (Prädifa Serie V8562-75, Parofluor®)	V8562-75
O-Ring aus Fluorkarbon, 75 Shore A, breites Anwendungsspektrum (Prädifa Serie V8703-75)	V8703-75
O-Ring aus Perfluorelastomer, 75 Shore A, chemische Industrie-Anwendungen (Prädifa Serie V8787-75, Parofluor®)	V8787-75
O-Ring aus Perfluorelastomer, 75 Shore A, chemische und pharmazeutische Anwendungen (Prädifa V8920-75, Parofluor®)	V8920-75
O-Ring aus Perfluorelastomer, 75 Shore A, chemische und pharmazeutische Anwendungen (Prädifa V8921-75, Parofluor®)	V8921-75
O-Ring aus Fluorkarbon, 75 Shore A, anspruchsvolle Anwendungen, (Prädifa Serie V8930-75, Parofluor®)	V8930-75
O-Ring aus Fluorkarbon, 75 Shore A, anspruchsvolle Anwendungen, (Prädifa Serie V8950-75, Parofluor®)	V8950-75
O-Ring aus Fluorkarbon, 83 Shore A, Automotive-Anwendungen (Prädifa Serie V8989-80)	V8989-80





Parker Hannifin Corporation
Prädifa Technology Division
P.O. Box 1641
74306 Bietigheim-Bissingen
Germany
phone +49 7142 351-0
www.parker.com/praedifa
e-mail: praedifa@parker.com

PTD 5705 DE - PDF - 09/2025

© 2025 Parker Hannifin Corporation • Subject to change.