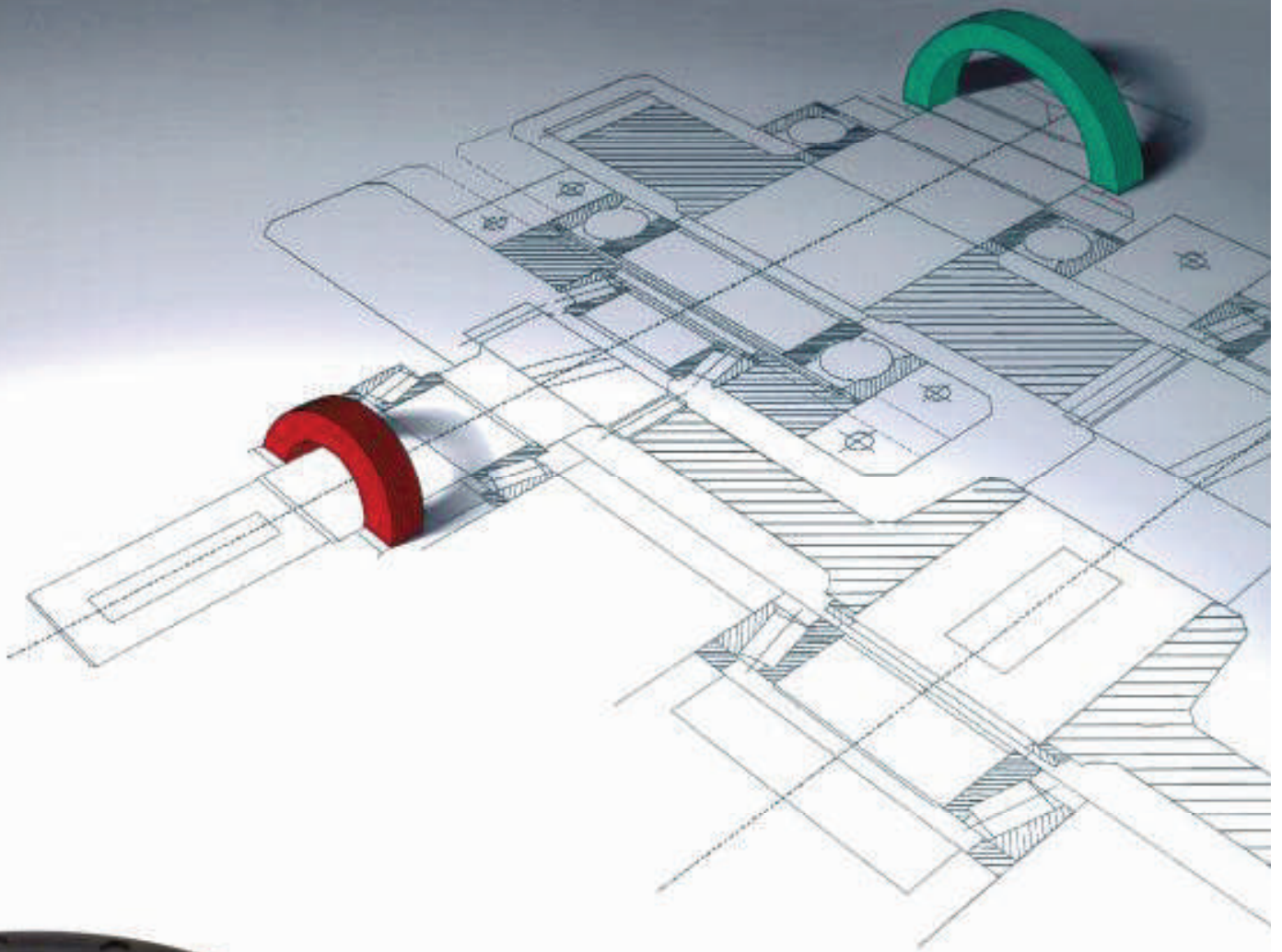


RADIA®-WELLENDICHTRINGE

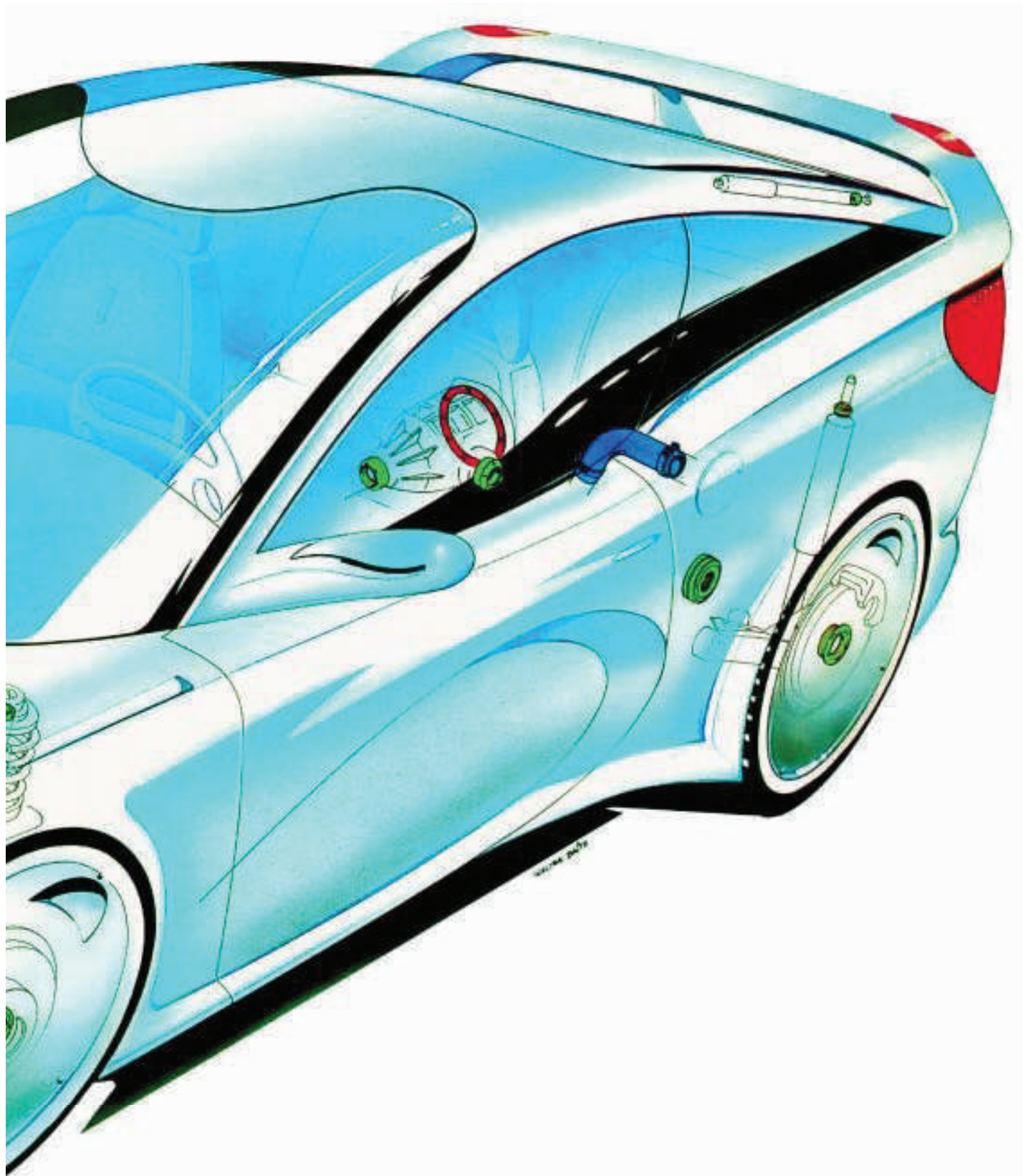


Sabó-Gruppe



Sabó-Gruppe





SABO



Mit der Entwicklung und Herstellung hochpräziser Radialwellendichtungen haben wir über Jahrzehnte Erfahrung und Kompetenz erworben. Der Name »KACO« ist weltweit ein Begriff für Qualität und Funktionssicherheit.

Wir entwickeln und fertigen anwendungsorientiert Dichtelemente und Systeme, schwerpunktmäßig für die Automobil-, Haushaltgeräte- und Pneumatikindustrie.

Wir sind international ausgerichtet – genauso wie unsere Kunden. Die SABÓ-Gruppe verfügt über moderne Fertigungsstätten im In- und Ausland. Unsere Gesellschaften sind auditiert nach ISO 9000, QS 9000 bzw. VDA Band 6.1.

KACO-Präzision überzeugt traditionell und täglich neu Erstausrüster in der ganzen Welt.

RADIA[®]-WELLENDICHTRINGE



Sabó-Gruppe

KACO GmbH + Co. KG Dichtungswerke

Rosenbergstraße 22 • D-74072 Heilbronn

Postfach 23 61 • D-74013 Heilbronn

Telefon: (0 71 31) 6 36-0

Telefax: (0 71 31) 6 36-4 13

E-mail: vid@kaco.de

Internet: <http://www.kaco.de>



ALLGEMEINES	8
BAUARTEN	10
SCHUTZLIPPENSYSTEME	16
Einfache Schutzlippe	16
Doppelte Schutzlippe	17
Axiale Schutzlippe	17
Kombi-RWDR mit TPU-Abstreifer	17
Doppellippen-RWDR	18
RWDR FÜR GERINGERE BEANSPRUCHUNG	19
BEZEICHNUNG	20
WERKSTOFFE	
Der Elastomer-Werkstoff Sygumin®	22
Die gebräuchlichsten SYGUMIN®-Werkstoffe	23
Abdichtende Medien mit zulässigen Temperaturen	23
Beschreibung der SYGUMIN®-Werkstoffe	24
Werkstoff des Versteifungsringes	26
Werkstoff der Feder	26
Lagerung von Fertigteilen aus Elastomerwerkstoffen	26
Anforderung an den Lagerraum nach DIN 7716	26
Maximale Lagerzeiten von der Herstellung bis zum Einbau	27
Herstellung der Elastomerwerkstoffe	27
GESTALTUNG DER ABDICHTSTELLE	28
Statische Abdichtstelle	28
Die Aussenfläche des RADIA®-Wellendichtringes	29
Dynamische Abdichtstelle	30
Wellenabrundung und Wellenanschrägung	31
Oberflächengüte der Welle	32
Oberflächenhärte der Welle	33
Laufflächenbereich	33
Werkstoff der Welle	33
EINBAUHINWEISE	34
Einbau der RADIA®-Wellendichtringe	34
BETRIEBSVERHÄLTNISSE	36
Radialkraft von RADIA®-Wellendichtringen	36
Reibleistung von RADIA®-Wellendichtringen	38
Form- und Lageabweichung der abzudichtenden Welle	39
Rundheitstoleranz	39
Koaxialitätstoleranz	40
Rundlaufstoleranz der Welle	41
Zulässige Drehzahlen	42

SONDERABDICHTFÄLLE	43
Abdichtung gegen Fett	43
Abdichtung gegen Druck	43
Abdichtung bei Staub und Schmutzanfall von aussen	44
Abdichtung gegen Wasser und Waschlaugen	44
Trennung von Räumen mit unterschiedlichen Medien	44
RWDR-Kassetten	45
PTFE-Anwendungen als RWDR / IOS® / IOSS®	46
DICHTUNGSTHEORIE	47
Dichtungstheorie und hydrodynamische Vorgänge im Bereich der Dichtkante von RADIA®-Wellendichtringen	47
PRÜFSTANDSLAUF	49
VERHINDERUNG VON SCHÄDEN AM WELLENDICHTRING	50
Schräger Einbau von Wellendichtringen	50
Thermische Überbeanspruchung der Dichtkante	50
Ablagerungen an der Dichtkante	51
ZEICHNUNG	52
FAX-ANFRAGE	53
TECHNISCHER FRAGENKATALOG	54
EINBAUBEISPIELE VON RADIA®-WELLENDICHTRINGEN	56
WEITERE PRODUKTGRUPPEN	74
WEITERE PRODUKTE DER SABÓ-GRUPPE	75
RAUM FÜR IHRE NOTIZEN	76
ADRESSEN UNSERER WERKE	78
VERTRETUNGEN INLAND	79
VERTRETUNGEN AUSLAND	80
ALLGEMEINE GESCHÄFTSBEDINGUNGEN	82
GEWÄHRLEISTUNG	83
EINGETRAGENE WARENZEICHEN	83

RADIA® - WELLENDICHTRINGE

sind als einbaufertige Dichtungselemente seit Jahrzehnten ein Begriff. Dank ihrer Zuverlässigkeit genießen sie im In- und Ausland Anerkennung und haben sich als Präzisionsbauteile im Kraftfahrzeug-, Motoren-, Maschinen- und Apparatebau einen Namen gemacht. Dieser Erfolg ist auf das Zusammenwirken von werkstofftechnischer und konstruktiver Entwicklungsarbeit sowie modernen Fertigungs- und Prüfmethoden zurückzuführen.

Die Entwicklung der RADIA®-Wellendichtringe ist mit dem Fortschritt der Technik eng verbunden. Bei den stetig ansteigenden Forderungen gilt das Augenmerk – heute mehr denn je – der weiteren Intensivierung der Forschung und der Qualitätssicherung. So haben Erzeugnisse unseres Hauses die technische Entwicklung von Dichtungen an bewegten Maschinenteilen maßgebend mitbeeinflusst.

Dieser Katalog wurde nach dem heutigen Wissen über die Zusammenhänge bei der Abdichtung von rotierenden Wellen mit radialen Dichtelementen zusammengestellt. Aus verständlichen Gründen können nur allgemeingültige Aussagen gemacht werden. Wir glauben jedoch, dem Konstrukteur damit ein brauchbares Werkzeug für seine Arbeit zu geben und zum allgemeinen Verständnis des Ab-

dichtvorganges an Wellen beitragen zu können.

RADIA®-Wellendichtringe sind selbsttätige Dichtelemente zur radialen Abdichtung rotierender Wellen und zur Abdichtung von Räumen mit geringem Druckunterschied. Dieser Geltungsbereich wurde für den allgemeinen Maschinenbau in DIN 3760 (Ausgabe September 1996), für den Kraftfahrzeugbau in DIN 3761 (Ausgabe Januar 1984) festgelegt. Zur Abdichtung von Räumen mit höheren Druckunterschieden sind besondere Maßnahmen notwendig (siehe Seite 43).

RADIA®-Wellendichtringe bestehen aus einem zylindrischen Außenmantel aus Stahlblech bzw. Elastomer-Werkstoff, der die Gehäusebohrung statisch abdichtet und einer Elastomer- bzw. PTFE-Dichtlippe, die für die dynamische Abdichtung der Welle sorgt. Die radiale Dichtpressung der Dichtkante ergibt sich aus der Überdeckung des gegenüber der abzudichtenden Welle kleineren Durchmessers der Dichtlippe und zusätzlich durch die Anpreßkraft einer um die Dichtlippe liegenden ringförmig geschlossenen Schraubenzugfeder. Bild 1 zeigt an einem Wellendichtring der Form AS nach DIN 3760 und DIN 3761 die Bezeichnung der einzelnen Dichtringteile.

ALLGEMEINES

Begriffe am RADIA® - Wellendichtring (RWDR)

Die in dieser Übersicht enthaltenen allgemeinen Begriffe entsprechen DIN 3761 (Jan. 1984), Radial-Wellendichtringe für Kraftfahrzeuge.

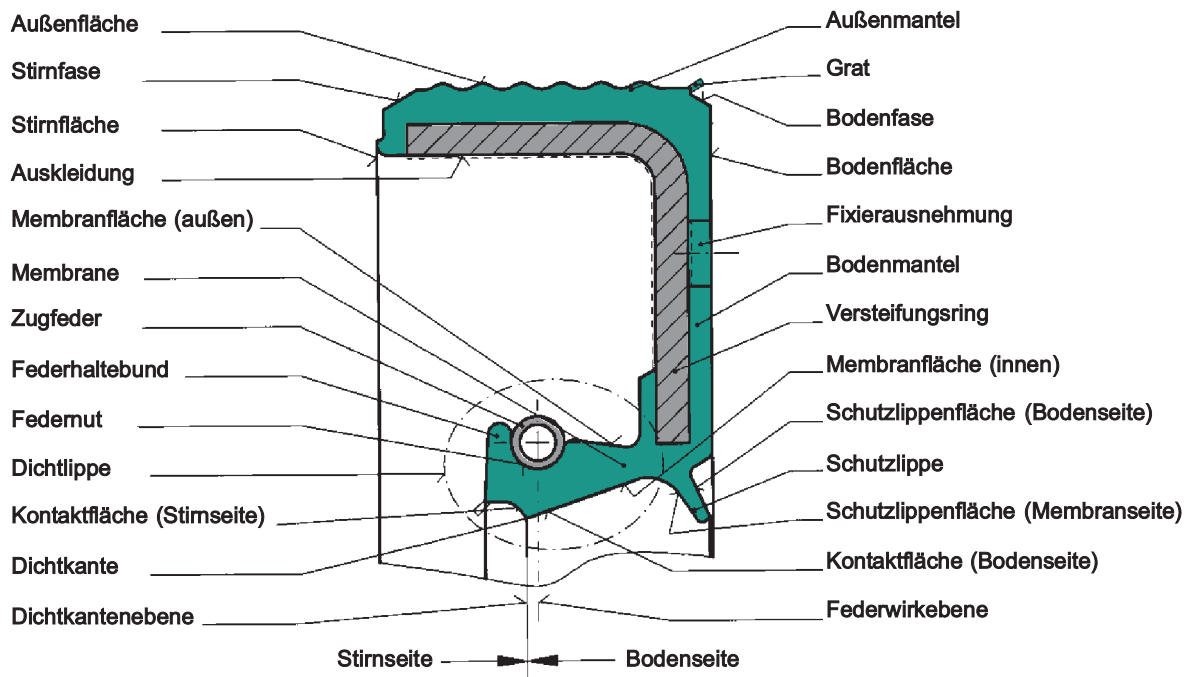


Bild 1

Die verschiedenen Ausführungsformen der RADIA®-Wellendichtringe lassen sich auf die beiden Grundbauarten DG und DF zurückführen.

GRUND-BAUART DG

(Form A nach DIN 3760 und DIN 3761)

Bei der Bauart DG trägt der Versteifungsring außen einen profilierten Elastomer-Mantel, der beim Einbau eine einwandfreie Dichtheit zwischen RADIA®-Wellendichtring und aufnehmender Gehäusebohrung gewährleistet (Bild 2). Der Dichtungstechniker spricht von einem „Gummsitz“. Auf besonderen Wunsch ist der Außenmantel auch glatt erhältlich.

Ihre Verwendung empfiehlt sich bei Gehäusen, deren Werkstoffe eine größere Wärmeausdehnung als Stahl haben und/oder geteilt sind; außerdem bei Aufnahmebohrungen, bei denen Bearbeitungsbedingt die geforderte Rundheitstoleranz nicht eingehalten werden kann.

GRUND-BAUART DF

(Form B nach DIN 3761)

Die Bauart DF stellt die klassische Konstruktionsform von RADIA®-Wellendichtringen dar. Sie ist gekennzeichnet durch ein metallisches Gehäuse, an das die Dichtlippe anvulkanisiert ist (Bild 3). Im Sprachgebrauch wird sie als „Metallsitz“-Ausführung bezeichnet. Beim Einbau in geteilte Maschinengehäuse sowie bei größerer Rauheit und Wärmeausdehnung der Aufnahmebohrung können sich jedoch Schwierigkeiten bei der Abdichtung zwischen Wellendichtring und Gehäusebohrung ergeben. Trotzdem wird diese Bauart wegen ihrer robusten Ausführung – vor allem bei großen Abmessungen – auch heute noch eingesetzt.

BAUART DF...T

Die optimierte Weiterentwicklung der beiden Grundbauarten DG / DF stellt eine Kombination von Gummi und Stahlsitz dar. Die sogenannte „Teilgummierung“ bzw. Halbschulter Sitz-Ausführung verbindet die Einbauvorteile beider Ausführungsarten. Das Elastomer-Wellprofil am Außendurchmesser des Wellendichtrings sorgt für eine sichere statische Abdichtung zwischen RADIA®-Wellendichtring und Gehäusebohrung, der Stahlsitz bildet einen definierten Festsitz.

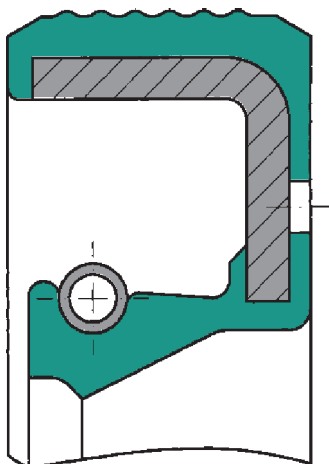


Bild 2

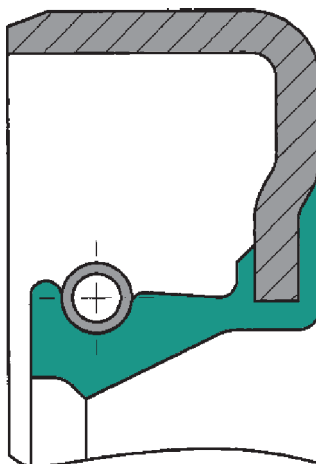


Bild 3

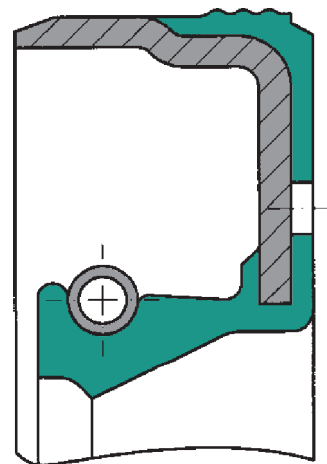



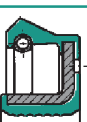
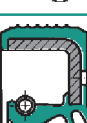








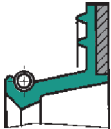
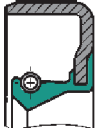
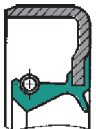
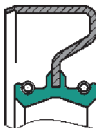





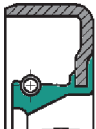
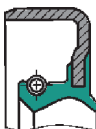
Bild 4

BAUARTEN

	DG....	RWDR-Standardausführung nach DIN 3760 und DIN 3761, Form A; Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil oder glattem Elastomer-mantel
	DGS....	RWDR nach DIN 3760 und DIN 3761, Form AS; Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; mit Schutzlippe
	DGD....	RWDR mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; zwei Dichtlippen; besonders geeignet zur Trennung von zwei Räumen mit unterschiedlichen Medien
	DGA....*	Außendichtender RWDR mit Innenmantel aus Elastomer zur Befestigung auf Wellen oder Achsen. Auch mit Schutzlippe als DGSA
	DGS....D	RWDR mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; zwei Schutzlippen
	DG....L	RWDR mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; Dichtlippe mit Linksdrall (DG....R = Dichtlippe mit Rechtsdrall, DG....W = Dichtlippe mit Wechseldrall). Auch mit Schutzlippe als DGS....L bzw. R bzw. W
	DG....F	RWDR mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; mit fertiggepreßter Dichtkante. Auch mit Schutzlippe als DGS....F und mit Drall als DG bzw. DGS....LF bzw. RF bzw. WF
	DGS....V	RWDR mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; mit verstärkter Membrane; mit Schutzlippe; für Drücke je nach Einsatzfall bis 20 bar. Auch ohne Schutzlippe als DG....V
	DG....U	RWDR mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil und vollständiger Ummantelung des Metallversteifungsringes als Korrosionsschutz
	DG....K	RWDR mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; Dichtlippen-Kontaktfläche (Bodenseite) mit anvulkanisierter PTFE-Auflage. Auch mit Schutzlippe als DGS....K
	DGS....P	RWDR in Schmalbauweise mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; mit kurzer, kräftiger Dichtlippe für Drücke bis ca. 5 bar; mit Schutzlippe. Auch ohne Schutzlippe als DG....P. Auch mit anvulkanisierter PTFE-Auflage als DGS bzw. DG....PK

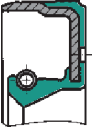
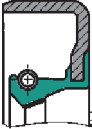

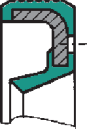

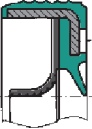





* Diese Bauarten werden nicht lagermäßig geführt, sie werden bei entsprechender Bestellmenge nach speziellen Kundenwünschen angefertigt. Alle hier gezeigten Darstellungen sind Prinzipdarstellungen



	GH....*	RWDR ohne Außenmantel; Sitz und statische Abdichtung durch axiales Verspannen
	DF....	RWDR nach DIN 3761, Form B; Außenmantel aus Stahl
	DFS....	RWDR nach DIN 3761, Form BS; Außenmantel aus Stahl, mit Schutzlippe
	DFD....	RWDR mit Außenmantel aus Stahl; zwei Dichtlippen; besonders geeignet zur Trennung von zwei Räumen mit unterschiedlichen Medien
	DFA....*	Außendichter RWDR mit Innenmantel aus Stahl zur Befestigung auf Wellen oder Achsen. Auch mit Schutzlippe als DFSA
	DFK....	RWDR nach DIN 3761, Form C; Außenmantel aus Stahl und eingebördelter Kappe zur Erhöhung der Stabilität
	DFSK....	RWDR nach DIN 3761, Form CS; Außenmantel aus Stahl und eingebördelter Kappe zur Erhöhung der Stabilität; mit Schutzlippe
	DFS....D	RWDR mit Außenmantel aus Stahl; zwei Schutzlippen
	DF....L	RWDR mit Außenmantel aus Stahl; Dichtlippe mit Linksdrall (DF....R = Dichtlippe mit Rechtsdrall, DF....W = Dichtlippe mit Wechseldrall). Auch mit Schutzlippe als DFS....L bzw. R bzw. W
	DF....F	RWDR mit Außenmantel aus Stahl; mit fertiggepreßter Dichtkante. Auch mit Schutzlippe als DFS....F und mit Drall als DF bzw. DFS....LF bzw. RF bzw. WF
	DFS....V	RWDR mit Außenmantel aus Stahl; mit verstärkter Membrane; mit Staublippe; für Drücke je nach Einsatzfall bis max. 20 bar. Auch ohne Schutzlippe als DF....V

* Diese Bauarten werden nicht lagermäßig geführt, sie werden bei entsprechender Bestellmenge nach speziellen Kundenwünschen angefertigt. Alle hier gezeigten Darstellungen sind Prinzipdarstellungen

BAUARTEN

	DF...T	RWDR mit kombiniertem Außenmantel aus Stahl und Elastomer (Teilgummierung). Auch mit Schutzlippe als DFS...T und mit Drall als DF bzw. DFS...LT bzw. RT bzw. WT
	DF...K	RWDR mit Außenmantel aus Stahl; Dichtlippen-Kontaktfläche (Bodenseite) mit anvulkanisierter PTFE-Auflage. Auch mit Schutzlippe als DFS...K
	DF...P	RWDR in Schmalbauweise mit Außenmantel aus Stahl; mit kurzer, kräftiger Dichtlippe für Drücke bis 5 bar. Auch mit Schutzlippe als DFS...P und mit anvulkanisierter PTFE-Auflage als DF bzw. DFS...PK
	DE...	RWDR mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; Dichtlippe ohne Feder; für geringe Beanspruchungen, im allgemeinen nicht zur Ölabdichtung
	DET...L*	RWDR mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; PTFE-Dichtlippe mit Linksdrall (DET...R = PTFE-Dichtlippe mit Rechtsdrall)
	DEST...L*	RWDR mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; PTFE-Dichtlippe mit Linksdrall (DET...R = PTFE-Dichtlippe mit Rechtsdrall), mit Schutzlippe
	DC...	RWDR mit Außenmantel aus Stahl; Dichtlippe ohne Feder, für geringe Beanspruchung; im allgemeinen nicht zur Ölabdichtung
	DCT...LT*	RWDR mit kombiniertem Außenmantel aus Stahl und Elastomer (Teilgummierung); PTFE-Dichtlippe mit Linksdrall (DCT...RT = PTFE-Dichtlippe mit Rechtsdrall)
	DCST...LT*	RWDR mit kombiniertem Außenmantel aus Stahl und Elastomer (Teilgummierung); PTFE-Dichtlippe mit Linksdrall (DCT...RT = PTFE-Dichtlippe mit Rechtsdrall), mit Schutzlippe
	DST...*	RWDR in Sonderkonstruktion mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; Sprengring als Stützkörper; PTFE-Dichtlippe ohne Drall. Besonders geeignet als Reparaturlösung (z. B. geteilte, mit einem Haltebund versehene Gehäuse, Montage über Haltebund möglich)
	DSST...*	RWDR in Sonderkonstruktion mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil; Sprengring als Stützkörper; PTFE-Dichtlippe ohne Drall. Besonders geeignet als Reparaturlösung (z. B. geteilte, mit einer Nut versehene Gehäuse)

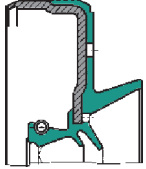
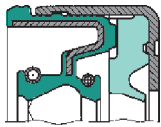
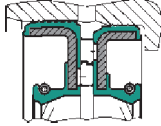
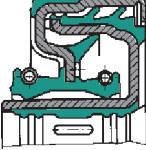
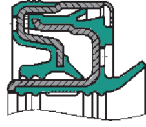
* Diese Bauarten werden nicht lagermäßig geführt, sie werden bei entsprechender Bestellmenge nach speziellen Kundenwünschen angefertigt. Alle hier gezeigten Darstellungen sind Prinzipdarstellungen



	DM....	RWDR mit Außenmantel aus Stahl oder Außenmantel aus Elastomer, zwei Dichtlippen; jeweils ohne Feder; für geringe Beanspruchung; im allgemeinen nicht zur Ölabdichtung
	GL....*	RWDR ohne Versteifungsring; Dichtlippe ohne Feder; preisgünstige Ausführung; für geringe Beanspruchung; im allgemeinen nicht zur Ölabdichtung (z. B. als Vorabdichtung)
	DL....	RWDR ohne Versteifungsring; zwei Dichtlippen; jeweils ohne Feder; preisgünstige Ausführung; für geringe Beanspruchung; im allgemeinen nicht zur Ölabdichtung
	GC....*	Dichtkappe mit Außenmantel aus Elastomer; zum dichten Verschließen von Gehäusebohrungen
	DH....*	WÄLA®-Dichtring zur Wälzlagerabdichtung (RS) mit Einschnapp- rand aus Elastomer; mit axial wirkender Dichtlippe
	DH....*	WÄLA®-Dichtring zur Wälzlagerabdichtung (RS) mit Einschnapp- rand aus Elastomer; mit radial wirkender Dichtlippe
	DH....*	WÄLA®-Dichtring zur Wälzlagerabdichtung (RS) mit Außenmantel aus Stahl; mit radial wirkender Dichtlippe
	DHD....*	WÄLA®-Dichtring zur Wälzlagerabdichtung mit Außenmantel aus Elastomer (auch aus Stahl möglich) mit Dichtlippe und Schutzlippe
	DHG....*	WÄLA®-Dichtring zur Wälzlagerabdichtung (RS) mit Außenmantel aus Elastomer; mit radial wirkender Dichtlippe

* Diese Bauarten werden nicht lagermäßig geführt, sie werden bei entsprechender Bestellmenge nach speziellen Kundenwünschen angefertigt.
Alle hier gezeigten Darstellungen sind Prinzipdarstellungen

BAUARTEN

 <p>DSS....WTDF*</p>	<p>RWDR in Sonderkonstruktion (Beispiel) mit kombiniertem Außenmantel aus Stahl und Elastomer mit Wellprofil (Teilgummierung); mit zwei radialen und einer axialen Schutzlippe; für Abdichtfälle mit erhöhtem Schmutzanfall</p>
 <p>DSS....WF*</p>	<p>RWDR in Sonderkonstruktion mit kombiniertem Außenmantel aus Stahl und Elastomer mit Wellprofil (Teilgummierung); DGD mit federbelasteter Schutzlippe; Abstreifer als Vorabdichtung aus TPU, gekapselt in einer Blechkappe; für Abdichtfälle mit erhöhtem Schmutzanfall und Axialhub</p>
 <p>DSD....F*</p>	<p>RWDR in Sonderkonstruktion mit Außenmantel aus Elastomer mit Wellprofil oder Stahl; zwei Dichtlippen; besonders geeignet zur Trennung von zwei Räumen mit unterschiedlichen Medien (Raum zwischen den Dichtlippen zur Luftseite hin entlüften)</p>
 <p>DSDU....WTF*</p>	<p>Dichtsystem in Kassettenbauweise mit kombiniertem Außenmantel aus Stahl und Elastomer mit Wellprofil (Teilgummierung); DGD...T mit federbelasteter Schutzlippe; Dichtungslabyrinth mit variabler Anzahl von Schutzlippen; Innenmantel aus Elastomer mit Wellprofil zur Befestigung auf Welle oder Achse</p>
 <p>DSSU....TF*</p>	<p>Dichtsystem in Kassettenbauweise mit kombiniertem Außenmantel aus Stahl und Elastomer mit Wellprofil (Teilgummierung); Dichtungslabyrinth mit variabler Anzahl von Dicht- und Schutzlippen; Innenmantel aus Elastomer mit Wellprofil zur Befestigung auf Welle oder Achse; für Fettabdichtung bei starkem Schmutzanfall</p>

* Diese Bauarten werden nicht lagermäßig geführt, sie werden bei entsprechender Bestellmenge nach speziellen Kundenwünschen angefertigt. Alle hier gezeigten Darstellungen sind Prinzipdarstellungen

SCHUTZLIPPEN-VARIANTEN

Die geometrische Gestaltung der Hauptdichtlippe und der Schutz- und Staublippe sowie die gesamte technische Ausführung der RADIA®-Wellendichtringe richtet sich nach dem jeweiligen Einsatzfall und wird durch ständige Weiterentwicklung be-

stimmt. So können beispielsweise die Schutzlippen der RADIA®-Wellendichtringe verschiedenartig ausgebildet sein. Bild 5 zeigt einige der Ausführungsformen an Hand eines RADIA®-Wellendichtringes der Bauart DGS.

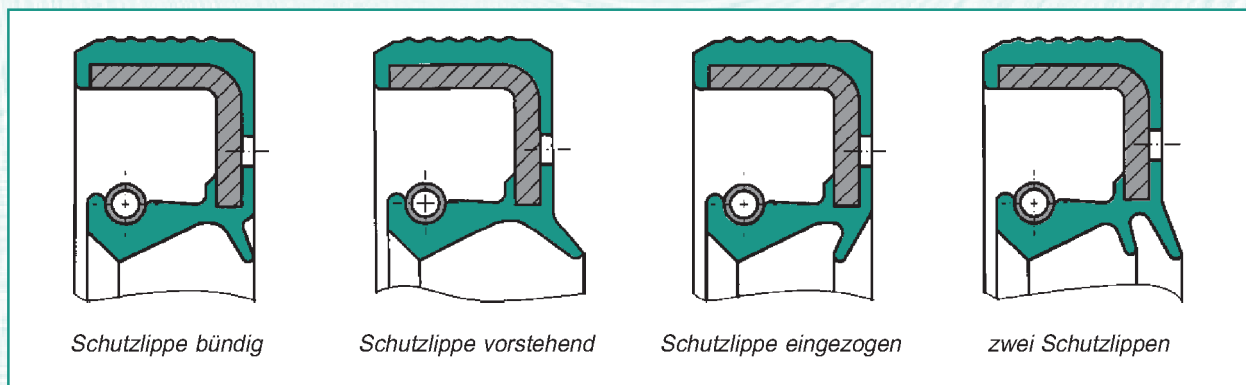


Bild 5: Ausführungsformen von Schutzlippen an RADIA®-Wellendichtringen



Bei manchen Einsatzfällen kann es vorkommen, daß die Dichtung in Kontakt mit Schmutz, Staub, Wasser, Schlamm o. ä. kommt. Dieser Schmutz kann an die Dichtkante gelangen und den Dichtmechanismus beeinträchtigen bzw. die Dichtlippe zerstören. Aus diesem Grund wird bei solchen Einsatzfällen eine Schutzlippe an der Bodenseite der Dichtung angebracht. Die Schutzlippe hat somit die Aufgabe, Schmutzpartikel von der Dichtung fernzuhalten.

Einfache Schutzlippen werden z. B. bei Dichtungen für Kurbelwellen oder Getriebeeingänge angewendet.

Bei den Ausgängen der Getriebe bzw. bei den Getriebeseitenwellen fällt aufgrund des direkten Kontaktes zur Straße im Normalfall mehr Schmutz an. Hier müssen besondere Maßnahmen getroffen werden, um die Dichtung zu schützen.

EINFACHE SCHUTZLIPPE

Wie bereits erwähnt, werden einfache Schutzlippen insbesondere bei der Abdichtung der Kurbelwelle (vorne und hinten) sowie bei den Getriebeeingängen verwendet. Im Normalfall wird hier eine offene Schutzlippe vorgesehen. Das bedeutet, daß die Schutzlippe einen Abstand von 0,1 bis 0,3 mm zur Welle hat. Obwohl die Schutzlippe nicht direkt an der Welle anliegt, reicht dies bei den genannten Fällen zur Schmutzabweisung im allgemeinen aus. Eine Überdeckung der Schutzlippe zur Welle ist aufgrund der hohen Umfangsgeschwindigkeit nicht möglich.

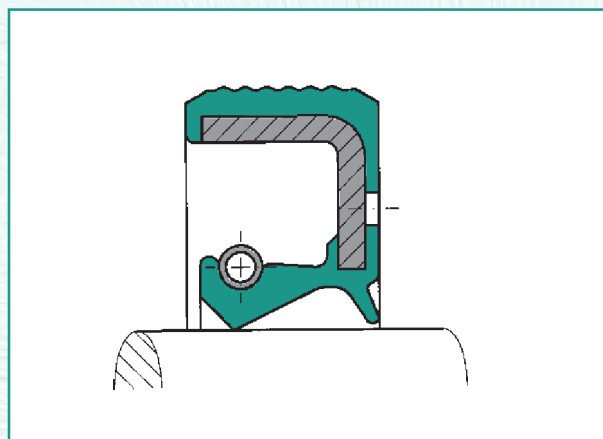


Bild 6

Bei anderen Abdichtfällen, z. B. im Landmaschinenbereich, im allgemeinen Maschinenbau oder auch bei der Abdichtung von Schaltstangen, muß eine einfache Schutzlippe mit Überdeckung zur Welle vorgesehen werden. Dies bedeutet, daß der Durchmesser der Schutzlippe kleiner ist als der Durchmesser der Welle.

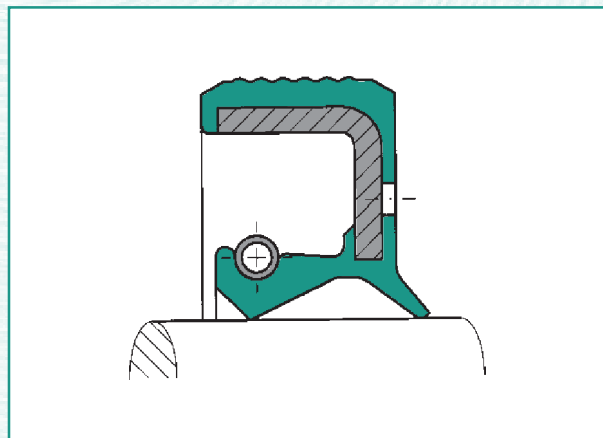


Bild 7

SCHUTZLIPPENSYSTEME

DOPPELTE SCHUTZLIPPE

Insbesondere bei der Seitenwelle ist im allgemeinen ein erhöhtes Schmutzaufkommen zu beobachten. Da diese Dichtstelle zudem oft erhöhten Schmutzanfall hat, muß hier ein Schutzlippen-system verwendet werden, das die – oft mit hoher Geschwindigkeit auftreffenden – Schmutzpartikel zuverlässig von der Dichtstelle fernhält.

Bei solchen Abdichtfällen wird eine doppelte Schutzlippe verwendet, wobei die äußere Schutzlippe Überdeckung zur Welle hat.

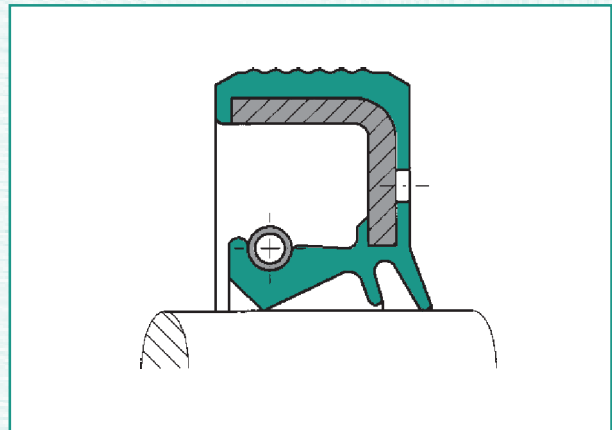


Bild 8

AXIALE SCHUTZLIPPE

Eine Weiterentwicklung des Schutzlippen-systems mit doppelter Schutzlippe stellt die zusätzliche axiale Schutzlippe dar. Hierbei greift die axiale Schutzlippe in eine Nut zwischen Getriebegehäuse und umlaufendem axial anstehendem Wellenteil ein. Oft wird an dieser Nut noch ein sogenanntes Schleuderblech verwendet. Dieses Schleuderblech sorgt dafür, daß sehr wenig Schmutz an die axiale Schutzlippe gelangt. Der Schmutz, der schließlich auf diese Schutzlippe fällt, rutscht auf die Unterseite der Dichtung (die Schutzlippe dreht sich nicht) und fällt wieder auf das Schleuderblech, das den Schmutz nach außen befördert. Kann dennoch Schmutz diesen Teil des Schutzlippen-systems passieren, so wird dieser durch die doppelte Schutzlippe wirksam von der Dichtkante ferngehalten.

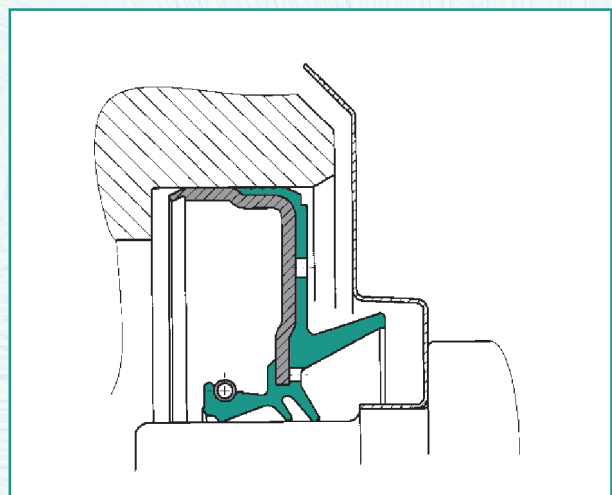


Bild 9

KOMBI-RWDR MIT TPU-ABSTREIFER

Im schweren Baumaschinenbereich und auch im Landmaschinenbereich sind die Medien, die von außen an die Dichtung gelangen, oft mit Sand oder anderen stark abrasiv wirkenden Partikeln vermischt. Auch kann es vorkommen, daß Gräser oder andere Fasern sich um die Welle wickeln. Solche Medien würden jedes Schutzlippen-system in kürzester Zeit durch Verschleiß zerstören. Bei solcher Beaufschlagung wird ein Abstreifelement aus Polyurethan eingesetzt. Dieses Abstreifelement wird

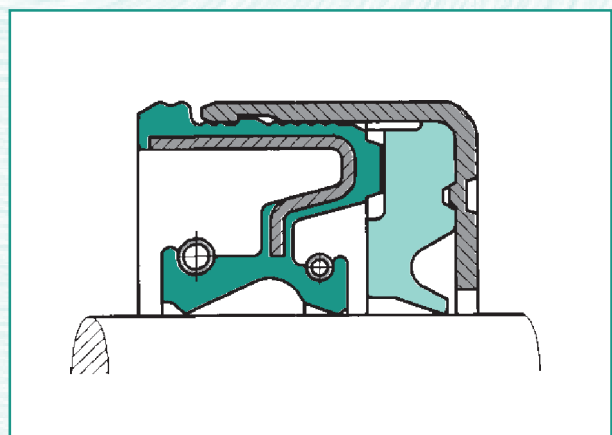


Bild 10

vor die Dichtung gesetzt und zusammen mit einer Kappe und der Dichtung entweder verpreßt oder zusammengebördelt.

Die Verwendung eines Abstreifelementes aus Polyurethan hat sich bewährt, da dieses Material sehr zäh und verschleißfest ist.

Bei Anwendungen für wassfähige Fahrzeuge sind beispielsweise Dichtungen mit Abstreifer vorzusehen, bei denen der Raum zwischen Dichtung und Abstreifer durch ein Loch in der Kappe und in der Gehäusebohrung zugänglich ist. So kann bei der täglichen Wartung der Maschinen durch das Abschmieren mit einem umweltfreundlichen Fett der Schmutz, (der trotz aller Maßnahmen) den Abstreifer passieren konnte, nach außen gedrückt werden.

Bei solchen Kombidichtungen ist die Schutzlippe meistens mit einer Feder auszustatten. Es handelt sich hierbei nicht um eine zweite Dichtlippe, da diese Lippe aufgrund ihres Designs keine höherwertigen Dichtaufgaben übernehmen kann.

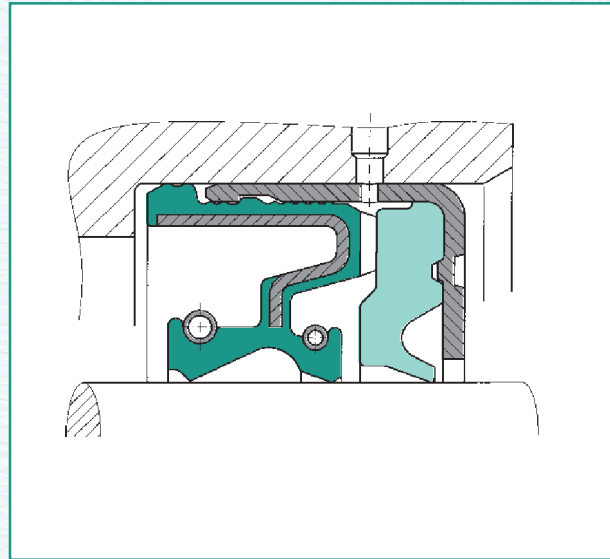


Bild 11

DOPPELLIPPEN-RWDR

Doppellippendichtringe eignen sich zur Trennung von 2 verschiedenen Medien, wenn die Anforderungen nicht so hoch sind und wenn eine sehr geringe Vermischung der Öle zulässig ist. Da der Raum zwischen den beiden Lippen geschlossen ist und da beide Lippen federbelastet sind, kann sich die Pumpfunktion der Dichtung nur in sehr geringem Maße entfalten. Um die Dichtfunktion zu erhöhen, werden die Dichtringe bevorzugt mit einer bearbeiteten (gestochenen) Dichtkante ausgelegt.

Die zweite Lippe am Doppellippendichtring kann auch als Schutzlippe verwendet werden. Doppellippendichtringe werden dann vor allem in Kombidichtungen verwendet.

Doppellippendichtringe werden auch in 2-Takt-Motoren zur Abdichtung der Kurbelwelle eingesetzt. Beim ersten Takt sorgt die innere Lippe für eine zuverlässige Abdichtung des Kraftstoff-Luft-Gemisches, beim zweiten Takt (Unterdruck im Motor) sorgt die äußere Lippe dafür, daß keine Luft in den Motor eindringt.

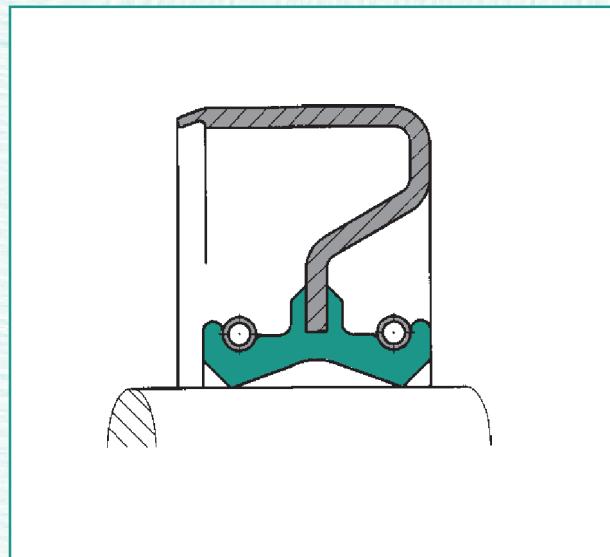


Bild 12

RWDR FÜR EINFACHE BEANSPRUCHUNG

Für einfache Beanspruchung empfehlen wir unsere Bauarten DC, DE, DH, DHG und DM mit einer oder mehreren Dichtlippen ohne Feder. Sie werden hauptsächlich zur Abdichtung des Mediums Fett eingesetzt. Weitere Einsatzgebiete sind die Abdichtung von Ölnebel oder die Verwendung als Schmutzabstreifer.

Ein großes Einsatzgebiet ist für diese RWDR die Abdichtung von Wälzlagern. Aufgrund der hier vorgegebenen Einbauräume sind bei diesen Dichtungstypen sehr kleine Dichtungsquerschnitte möglich. In einer Sonderbauform mit besonders kleiner Bauhöhe wird der statische Festsitz über einen elastomeren Einschnapprand gewährleistet. Er schnappt im Lager in eine Nut ein.

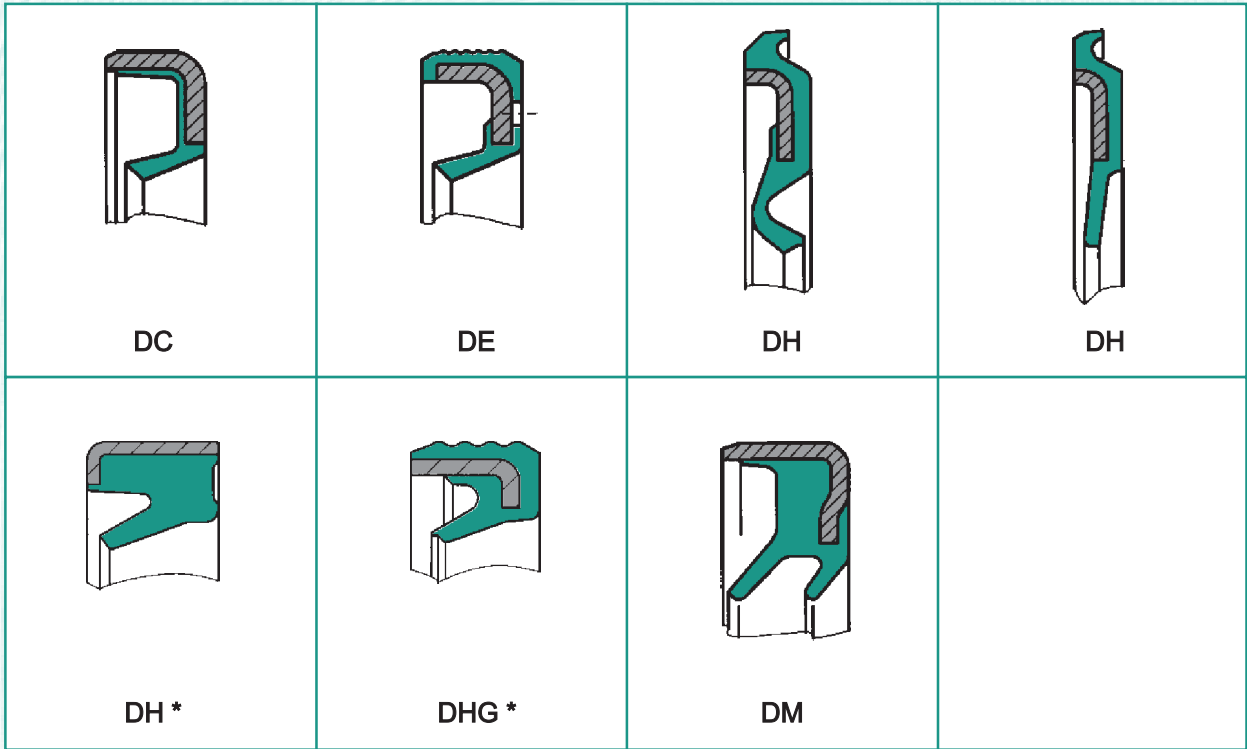


Bild 13

* Vertrieb nur über die Fa. INA (Anschrift siehe Seite 79)

RADIA®-Wellendichtringe sind nach einem alphanumerischen Schlüssel gekennzeichnet. Die genaue Bezeichnung wird in den Elastomerteil des Wellendichtringes eingeformt und gliedert sich in folgende Teile:

BAUART

DSS

ABMESSUNG

45 • 60 / 65 • 10 / 12

HAUPTMERKMALE

LUF 01

BAUART

Im ersten Teil stehen die Angaben über die Grundbauarten bzw. die erweiterten Bauarten mit Schutzlippe, Doppellippe oder Kappe

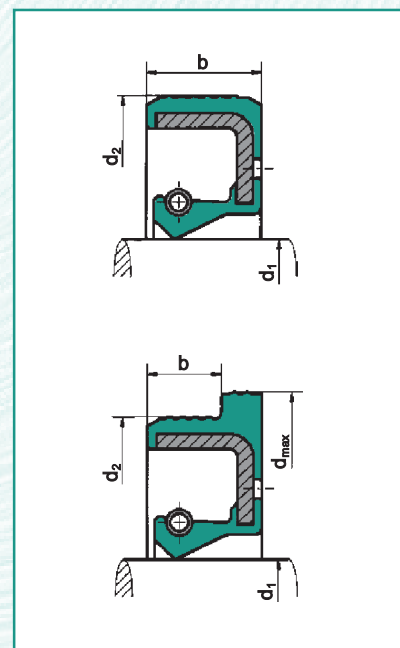
ABMESSUNG

Der zweite Teil (Abmessungsteil) gliedert sich in drei Maßangaben:

Wellen - \emptyset	Sitz - \emptyset	Sitzbreite
d_1 [mm]	d_2 [mm]	b [mm]

Ist der Sitzdurchmesser nicht zugleich auch der größte Außendurchmesser, so erscheint nach der Maßangabe für den Sitzdurchmesser, getrennt durch einen Schrägstrich, das Maß des größten Außendurchmessers:

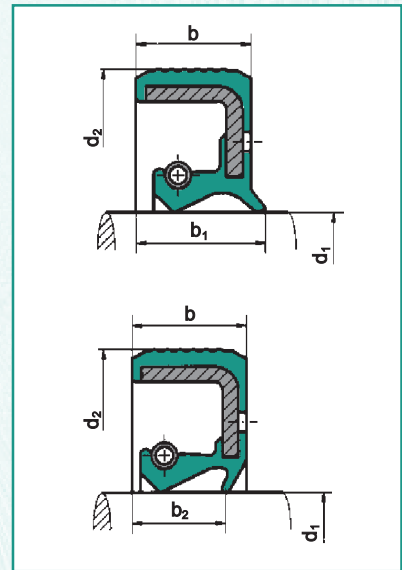
Wellen - \emptyset	Sitz - \emptyset	/ größter Außen - \emptyset	Sitzbreite
d_1 [mm]	d_2 [mm]	/ d_{max} [mm]	b [mm]



BEZEICHNUNG

Bei vorstehender oder eingezogener Schutzlippe erscheint nach der Angabe der Sitzbreite, getrennt durch einen Schrägstrich, das Maß für die Lage der Schutzlippenkante (von der Stirnfläche des Wellendichtringes gemessen):

Wellen - \varnothing	Sitz - \varnothing	Sitzbreite /	Schutzlippenabstand zur Stirnfläche
d_1 [mm]	d_2 [mm]	b [mm] /	b_1 oder b_2 [mm]



HAUPTMERKMALE

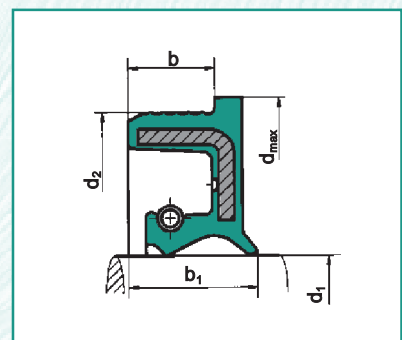
Im dritten Teil der Bezeichnung werden durch weitere Großbuchstaben die folgenden formgebundenen Hauptmerkmale der RADIA®-Wellendichtringe angegeben:

D = Doppel-Schutzlippe
F = Fertiggepreßte Dichtkante
K = Kontaktfläche PTFE
L = Linksdrall

P = Schmalbauweise für Überdruck
R = Rechtsdrall
T = Teilgummierung des Außenmantels

U = Gummiummantelter Versteifungsring
V = Verstärkte Membrane
W = Wechseldrall

Bezeichnungsbeispiel für einen RADIA®-Wellendichtring in Sonderausführung mit vorstehender Schutzlippe, mit Linksdrall, mit vollständiger Gummiummantelung des Versteifungsringes und mit fertiggepreßter Dichtlippe



	DSS	45	•	60 / 65	•	10 / 12	LUF	01
Bauart								
Wellendurchmesser d_1 [mm]								
Sitzdurchmesser d_2 [mm]								
Größter Außendurchmesser d_{max} [mm]								
Sitzbreite b [mm]								
Breite b_1 oder b_2 [mm]								
Kennbuchstaben für Hauptmerkmale								
Laufende Nummer für interne Zwecke								

DER ELASTOMER-WERKSTOFF SYGUMIN®

SYGUMIN® ist der geschützte Markenname für die von KACO entwickelten, hochwertigen gummielastischen Werkstoffe. Sie werden im eigenen Mischwerk auf der Basis bewährter Rohstoffe hergestellt und zu Präzisionsdichtungen aller Art verarbeitet.

Als Grundstoffe für SYGUMIN® werden polymere Rohstoffe verwendet, denen nach sorgfältig abgestimmten Rezepturen spezielle Füllstoffe, Weich-

macher, Alterungsschutzmittel und andere Zusätze beigemischt werden. Diese Zusätze bewirken gute Verarbeitbarkeit und bringen die spezifischen Eigenschaften. Innerhalb bestimmter Grenzen lassen sich die mechanischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften der SYGUMIN®-Mischungen variieren. Einen Überblick über die vorwiegend verwendeten Basis-Polymere enthält Tabelle 1.

Übliche Bezeichnung	Gebräuchliche Handelsnamen einiger Basispolymer-Hersteller	Kurzzeichen nach ISO 1629	KACO-Code
Nitril-kautschuk	Krynac (Bayer) Perbunan NT (Bayer) Europrene (Enichem)	NBR	1
Hydrierter Nitrilkautschuk	Zetpol (Zeon) Therban (Bayer)	N.N.	1
Acrylat-kautschuk	Hytemp (Zeon)	ACM	8
Silikon-kautschuk	Silastic (Dow Corning) Silopren (Bayer) Elastosil (Wacker)	MVQ	4
Fluor-kautschuk	Fluorel (Dyneon) Tecnoflon (Ausimont) Viton (Du Pont) Dai-el (Daikin)	FPM	6

Tabelle 1

SYGUMIN®-Werkstoffe sind so aufgebaut, daß sie den an Wellendichtringe gestellten Anforderungen in besonderem Maß gerecht werden. Sie entsprechen in ihren Eigenschaften dem neuesten Wissensstand auf dem Gebiet der synthetischen Kautschuke.

Bei der Auswahl geeigneter SYGUMIN®-Werkstoffe und deren Beständigkeit für RADIA®-Wellendichtringe sind folgende Punkte zu beachten:

1. Art des abzudichtenden Mediums
2. Temperaturniveau des abzudichtenden Mediums
3. Reibleistung an der Dichtkante (Umfangsgeschwindigkeit bzw. Drehzahl der Welle)

Der Begriff „Beständigkeit“ drückt aus, daß Quellung oder Verhärtung der Dichtmanschette im abzudichtenden Medium und bei dem im Betrieb auftretenden Temperaturniveau innerhalb der für die einwandfreie Funktion des Wellendichtringes zulässigen Grenzen liegt.

Unter Mediumseinfluß kann es durch Nachvernetzung zur Verhärtung des Elastomer-Werkstoffes kommen. Der umgekehrte Effekt, nämlich eine Erweichung des Elastomers, kann sich infolge Quellung ergeben. Dabei nimmt der Werkstoff eine bestimmte Menge der abzudichtenden Flüssigkeit auf. Die Dichtlippe des Wellendichtringes verändert hierbei ihre Form und Lage, so daß die Funktion der Dichtung beeinträchtigt werden kann. Alle diese Vorgänge treten um so stärker in Erscheinung, je



WERKSTOFFE

höher das Temperaturniveau des abzudichtenden Mediums ist. Zusätzliche Temperaturspitzen an der Dichtkante können infolge von Reibung auftreten.

Das für SYGUMIN®-Werkstoffe verwendete Bezeichnungssystem ist alphanumerisch aufgebaut.

Es besteht aus einer Buchstabengruppe und einer fünfstelligen Zahlengruppe. Die Zahlengruppe allein identifiziert den Werkstofftyp eindeutig. Die Buchstaben weisen zusätzlich auf das Basispolymer hin.

	SYGUMIN®	NB	75	1	32
Benennung					
Basispolymer-Kurzzeichen					
Härte nach Shore A					
Basispolymer-KACO-Code					
Zählnummer					

DIE GEBRÄUCHLICHEN SYGUMIN®-WERKSTOFFE FÜR RADIA®-WELLENDICHTRINGE

			Tiefemperatur-Verhalten [°C]	ABZUDICHTENDE MEDIEN MIT ZULÄSSIGEN TEMPERATUREN [°C]											
SYGUMIN-Werkstoff	Farbe	Shore A-Härte		Glasübergangspunkt 2)	Motorenöle 3) 4)		Getriebeöle 3) 4)		Hypoid-Getriebeöle 3) 4)		ATF-Öle 3) 4)		Druckflüssigkeiten (VDMA 24318) 3) 4)		Schmierfette 3) 4)
NB 75132	schwarz	73±5	-26	100	120	100	120	90	100	110	120	100	110	100	120
NB 70133	grün	73±5	-27	100	120	100	120	90	100	110	120	100	110	100	120
NB 75141	schwarz	75±5	-15	100	120	100	120	90	100	110	120	100	110	100	120
NB 80125	schwarz	80±5	-26	100	120	100	120	90	100	110	120	100	110	100	120
NB 75130	grün	75±5	-28	100	120	100	120	90	100	110	120	100	110	100	120
HNB75101	schwarz	75±5	-23	140	150	140	150	-	-	-	-	140	150	140	150
HNB75178	schwarz	75±5	-18	140	150	140	150	-	-	-	-	140	150	140	150
AC 70808	schwarz	70±5	-26	125	150	125	150	125	150	125	150	125	150	125	150
AC 70848	schwarz	70±5	-25	125	150	125	150	125	150	125	150	125	150	125	150
Si 80404 ¹⁾	rot	80±5	-48	125	160	110	130	-	-	130	150	-	-	-	-
FP 75604	braun	75±5	-19	150	170	150	160	140	160	150	170	150	160	150	160
FP 75620	schwarz	75±5	-10	150	170	150	160	140	160	150	170	150	160	150	160
FP 75612	schwarz	75±5	-7	150	170	150	160	140	160	150	170	150	160	150	160
FP 75644	schwarz	75±5	-11	150	170	150	160	140	160	150	170	150	160	150	160

Tabelle 2

- = auf Anfrage

- = nicht beständig

1) Si nur anwendbar bei Zutritt von Luftsauerstoff an die Dichtstelle, weil sonst Zersetzung des Elastomers eintreten kann

2) DSC-Wert nach VDA 675 115

3) Maximal zulässige Dauertemperatur des Mediums

4) Kurzzeitige Spitzentemperatur < 10 Stunden

BESCHREIBUNG DER SYGUMIN® WERKSTOFFE

NBR-KAUTSCHUK

Die meisten Wellendichtringe werden heute aus Nitril-Butadien-Kautschuk hergestellt. Für viele spezielle Anwendungen stehen eigens entwickelte Gummiwerkstoffe zur Verfügung. Bei der Auswahl sind die zulässigen Dauertemperaturen nach Tabelle 2 zu beachten. In der Regel kann von Beständigkeit gegen folgende Medien ausgegangen werden:

- aliphatische Kohlenwasserstoffe (z. B. Benzin)
- mineralische Öle und Fette (z. B. Motorenöl, Getriebeöl)
- Heizöl bzw. Dieselöl
- Wasser und wässrige Medien (z. B. Kühlerflüssigkeit, Waschlauge)

Sie sind nicht beständig gegen:

- aromatische Kohlenwasserstoffe (z. B. Benzol)
- chlorierte Kohlenwasserstoffe (z. B. Tri, Per, Tetra)
- Bremsflüssigkeit auf Glykolbasis

Problematisch sind diese Mischungen bei Treibstoffen, mineralischen Ölen und vor allem bei hochlegierten Mineralölen (Hypoidölen), wenn Anteile aus aromatischen Kohlenwasserstoffen enthalten sind. In diesem Fall besteht die Gefahr einer unzulässig hohen Quellung des Elastomers. Das Quellverhalten kann verbessert werden durch einen hohen Acryl-Nitril-Gehalt des Basiselastomers. Dafür müssen aber Nachteile, wie verminderte Kälteflexibilität, in Kauf genommen werden. Schwierigkeiten bereiten bei hochlegierten Ölen auch die Additive. Sie bewirken in den meisten Fällen eine gewisse Nachvulkanisation und damit eine weitere Verhärtung - unter Umständen auch einen Abbau - des Elastomers.

HNBR-WERKSTOFFE

HNBR-Polymere erhält man durch Voll- bzw. Teilhydrierung von Nitrilkautschuk. Dabei wird die Doppelbindung der NBR-Polymerkette weitgehend abgesättigt.

Durch die damit erhaltene gesättigte Polymerkette erhöht sich die Temperaturbeständigkeit der Werkstoffe auf ca. 140°C. Die chemische Beständigkeit liegt im Bereich der NBR-Werkstoffe. Produkte aus HNBR-Polymeren eignen sich folglich ausgezeichnet, um die Lücke zwischen NBR-Kautschuk und den sehr teuren, hitze- und quellbeständigen Fluorpolymeren zu überbrücken.

ACM-KAUTSCHUK

Mischungen auf der Basis von Acrylat-Kautschuk sind zwar teurer als solche auf der Basis von NBR-Kautschuk, sie sind aber infolge ihrer chemischen Resistenz beständiger gegen höheren Temperaturen und einer ganzen Reihe von Ölzusätzen. Wellendichtringe aus diesem Elastomer werden deshalb bevorzugt zur Abdichtung von hochlegierten Getriebeölen eingesetzt. Außerdem dort, wo NBR-Mischungen infolge zu hoher Temperatur überbeansprucht sind. Zu beachten ist, daß Mischungen auf ACM-Basis gegen Wasser und wässrige Medien nicht beständig sind.

MVQ-KAUTSCHUK

Die wichtigsten Anwendungsgebiete des Silikon-Kautschuks liegen dort, wo die bereits besprochenen Kautschukarten wegen zu geringer Wärmebeständigkeit oder Kälteflexibilität nicht ausreichen. Zu den wichtigsten Vorteilen zählt neben dem außergewöhnlich breiten Temperaturbereich von -50°C bis +150°C die fast unbegrenzte Alterungsbeständigkeit gegen Luft, Sauerstoff und Ozon. MVQ-Kautschuk hat den Nachteil, daß er bei kurzketigen bzw. niedermolekularen Kohlenwasserstoff-

fen (z. B. Benzin) sehr stark quillt und somit bei Treibstoffen nicht verwendbar ist. Er eignet sich auch nicht zum Abdichten von Hypoidölen, chlorierten Kohlenwasserstoffen und Heißdampf. Ungünstig sind ferner die geringe Zerreißfestigkeit sowie die starke Kerbempfindlichkeit der MVQ-Elastomere.

Wellendichtringe aus Silikon-Kautschuk-Mischungen werden im allgemeinen in Öl vorgequollen. Damit tritt im Betrieb keine weitere wesentliche Quellung mehr ein. Aus dieser Ölspeicherung des MVQ-Kautschuks ergibt sich der Vorteil eines sehr niedrigen Reibungskoeffizienten und die bekannt günstige Notlaufeigenschaft.

FPM-KAUTSCHUK

Das Fluorpolymer (FPM) kann sowohl mit Biskleophilen als auch mit Peroxiden vernetzt werden. Es zählt wegen seiner Beständigkeit gegen chemische Einflüsse und hohen Temperaturen zu den besten Wellendichtring-Werkstoffen überhaupt.

Fluorpolymer ist hervorragend beständig gegen aliphatische, aromatische und chlorierte Kohlenwasserstoffe, gegen Motorenöle sowie gegen Heizöle und Treibstoffe aller Art. Auch seine Beständigkeit gegen Rapsölmethylester ist im Gegensatz zu anderen Polymeren hervorragend. Gegen hochlegierte Getriebeöle sind FPM-Werkstoffe dagegen nur bedingt beständig. Neu entwickelte Spezialpolymere zeigen jedoch in aminisch additvierten Getriebeölen ein deutlich verbessertes Eigenschaftsbild. Das maximal zulässige Temperaturniveau des abzudichtenden Mediums liegt zwischen 150°C und 170°C.

Vorsicht ist geboten in Heißwasser und Dampf über 100°C. Hier muß mit unzulässig hoher, bleibender Verformung gerechnet werden. Für solche Anwendungen sind besondere Mischungsvarianten erforderlich.

Ebenso sind für besondere Einsatzzwecke tief-temperaturflexible Fluorpolymere (Tr10-Wert abge-

stuf bis -30°C) erhältlich. Sie entsprechen bezüglich ihrer Chemikalienbeständigkeit und der maximal zulässigen oberen Temperaturgrenze den normalen Fluorpolymertypen. Einer allgemeinen Verwendung dieser Polymere steht jedoch der relativ hohe Preis entgegen.

PTFE-WERKSTOFFE

Polytetrafluorethylen besitzt aufgrund seiner Polymerstruktur eine außerordentlich hohe Chemikalienbeständigkeit. Es wird unterhalb 300°C von nahezu allen bekannten Agentien nicht angegriffen. Ein Angriff erfolgt lediglich durch elementares Fluor, Chlortrifluorid und Alkalimetalle. Folglich stellen stark additvierte Longlife-Öle für diesen Werkstoff kein Problem dar.

Die Temperaturbeständigkeit von -200°C bis +260°C läßt bei Wellendichtringen sowohl im Kälteverhalten als auch bei thermischer Belastung besonders im Bereich der dynamischen Abdichtung noch genügend Spielraum.

Zur Verbesserung der Druckfestigkeit und der Verschleißfestigkeit bzw. zur Reduzierung des linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten wird PTFE mit verschiedenen Füllstoffen compounding. Durch Variation verschiedener Additive lassen sich unterschiedliche Compounds mit optimalem Eigenschaftsprofil herstellen.

In Tabelle 2 sind die wichtigsten SYGUMIN®-Werkstoffe mit ihren chemischen und thermischen Beständigkeitsbereichen angegeben. Außer diesen Standard-Mischungen stehen für die Lösung spezieller Abdichtprobleme Sonderwerkstoffe zur Verfügung. Es ist in solchen Fällen empfehlenswert, die Einsatzmöglichkeiten zwischen Anwender und Hersteller direkt zu klären.

DER WERKSTOFF DES VERSTEIFUNGSRINGES

Bei der Normalausführung bestehen die Metallteile aus kaltgewalztem Spaltband St12-03, Werkstoff-Nr. 1.0330 nach DIN 1623 Teil1 (02.83). Häufig wird dieses Material auch phosphatiert weiterverarbeitet. Für Sonderausführungen können RADIA®-Wellendichtringe mit Versteifungsringen und Kappen aus nichtrostendem Stahl, Messing oder Aluminium geliefert werden.

DER WERKSTOFF DER FEDER

Zur Herstellung der Zugfedern wird Stahl mit Güteeigenschaften nach DIN 17223 verwendet. Ist Korrosionsschutz oder Seewasserbeständigkeit der Feder gefordert, kommt nichtrostender Stahl mit Güteeigenschaften nach DIN 17224, Werkstoff-Nr. 1.4310 zum Einsatz.

LAGERUNG VON FERTIGTEILEN AUS ELASTOMERWERKSTOFFEN

Werden Fertigteile aus Elastomerwerkstoffen länger als 6 Monate gelagert, sind an den Lageraum bzw. die Lagerbedingungen nach DIN 7716 besondere Anforderungen zu stellen.

Unter ungünstigen Lagerbedingungen ändern die meisten Erzeugnisse aus Gummi ihre physikalischen Eigenschaften. Auch die Bildung von Rissen oder sonstigen Oberflächenschäden ist möglich. Durch diese Veränderungen, die z. B. durch die Einwirkung von Sauerstoff, Ozon, Wärme, Licht, Feuchtigkeit, Lösemittel oder Lagerung unter Spannung hervorgerufen werden können, kann sich die Lebensdauer der Artikel verkürzen. Sachgemäß gelagerte Gummi-Erzeugnisse bleiben über einen langen Zeitraum fast unverändert in ihren Eigenschaften.

ANFORDERUNGEN AN DEN LAGERRAUM NACH DIN 7716:

Allgemeine Forderungen

Der Lagerraum soll kühl, trocken, staubarm und mäßig gelüftet sein.

Temperatur

Gummi-Erzeugnisse sollten nicht unter -10°C und nicht über $+25^{\circ}\text{C}$ gelagert werden. Darüber liegende Temperaturen sind nur kurzfristig zulässig. Die günstigste Lagertemperatur liegt zwischen $+15^{\circ}\text{C}$ und $+25^{\circ}\text{C}$. Artikel, die längere Zeit tiefen Temperaturen ausgesetzt sind, sind vor der Verwendung auf Temperaturen von 20°C zu bringen. Die Bildung von Kondenswasser auf den Teilen ist zu vermeiden.

Heizung

Der Abstand zwischen Wärmequelle und Lagergut muß mindestens 1 m betragen.

Feuchtigkeit

Das Lagern in feuchten Räumen soll vermieden werden. Am günstigsten ist eine relative Luftfeuchte unter 65%.

Beleuchtung

Die Artikel sollen vor Licht geschützt werden, insbesondere vor starker Sonneneinstrahlung und vor starkem künstlichem Licht mit hohem UV-Anteil.

Sauerstoff und Ozon

Die Artikel sollen durch Verpacken vor Luftwechsel geschützt werden. Da Ozon besonders schädlich ist, dürfen sich im Lagerraum keine Ozon erzeugenden Einrichtungen (z. B. Elektromotoren, elektrische Entladung erzeugende Geräte) befinden.

Sonstiges

Im Lagerraum dürfen keine Lösemittel oder andere Chemikalien aufbewahrt werden.

MAXIMALE LAGERZEITEN VON DER HERSTELLUNG BIS ZUM EINBAU

Lagerzeit 5 Jahre

Fertigteile aus Polymeren mit ungesättigter Polymerkette:

NBR	(KACO-Code 1)
CR	(KACO-Code 3)
PU	(KACO-Code 5)

Lagerzeit 10 Jahre

Fertigteile aus Polymeren mit gesättigter Polymerkette:

HNBR	(KACO-Code 1)
MVQ	(KACO-Code 4)
FPM	(KACO-Code 6)
EPDM	(KACO-Code 7)
ACM	(KACO-Code 8)
ECO	(KACO-Code 9)

HERSTELLUNG DER ELASTOMERMISCHUNGEN

Bei der Herstellung von Elastomermischungen müssen Zusatzstoffe mit der zähen Kautschuk-Masse homogen vermischt werden. Die Wahl der Zusatzstoffe richtet sich nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Technisch bedingt sind Mischungsbestandteile, die die Verarbeitung erleichtern (Weichmacher, Verarbeitungshilfsmittel) oder solche, die die Eigenschaften verbessern (Füllstoffe, Vernetzungsmittel, Alterungsschutzmittel). Zum Mischen sind erhebliche Kräfte und entsprechend stark dimensionierte Maschinen erforderlich.

Über eine rechnergesteuerte Anlage werden die Mischungsbestandteile exakt verwogen und in einem Innenmischer mit moderner Schaufelgeometrie zu einer einheitlichen Masse verarbeitet. Die Art des Mischens – z. B. Chemikaliengabe, Schaufeldrehzahl, Energieeinsparung, Mischzeit – ist über den Rechner gesteuert. Die so entstandene Rohmischung wird in einem hydraulisch angetriebenen Walzwerk mit „batch-blender“ und kontinuierlich verstellbarer Frikationszahl homogenisiert. Nach Ablauf der vorgegebenen Walz- und Homogenisierzeit wird die Mischung über eine automatisch arbeitende „batch-off“-Anlage in Form von sogenannten Fellen oder Streifen auf Paletten oder in Kunststoffkisten abgelegt.

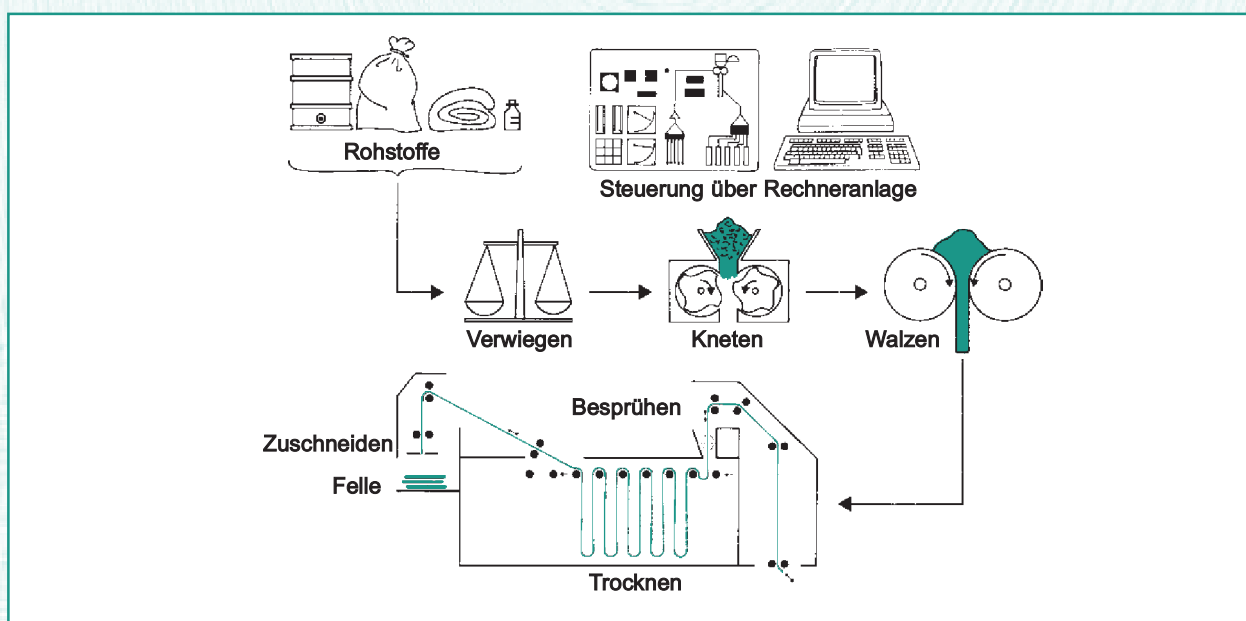


Bild 14: Elastomerherstellung

Jeder RADIA®-Wellendichtring hat an seiner Einsatzstelle zwei Dichtfunktionen zu übernehmen, eine **statische Abdichtung** (sicherer dichter Sitz der Wellendichtring-Außenfläche in der zugehörigen Aufnahmebohrung des Maschinengehäuses) und eine **dynamische Abdichtung** an der Berührungsstelle der Dichtkante auf der Wellenfläche (Bild 15).

STATISCHE ABDICHTSTELLE

DIE AUFNAHMEBOHRUNG

Die Abdichtwirkung an der statischen Dichtstelle wird dadurch erreicht, daß der RADIA®-Wellendichtring mit Übermaß in die Aufnahmebohrung eingepreßt wird. Für den Bohrungsdurchmesser d_5 ist das ISO-Toleranzfeld H8 vorzusehen (Tabelle 3). Die Bohrungsoberfläche sollte eine Rauhtiefe nach Tabelle 4 aufweisen. Bei zu geringer Rauhtiefe $R_z < 8 \mu\text{m}$ der Aufnahmebohrung besteht beim RA-

DIA®-Wellendichtring mit Außenmantel aus Elastomer die Gefahr des Herauswanderns aus der Bohrung.

Richtwerte für die Bohrungstiefe sowie für die Anfassung der Bohrung sind den Normblättern DIN 3760 bzw. DIN 3761 zu entnehmen.

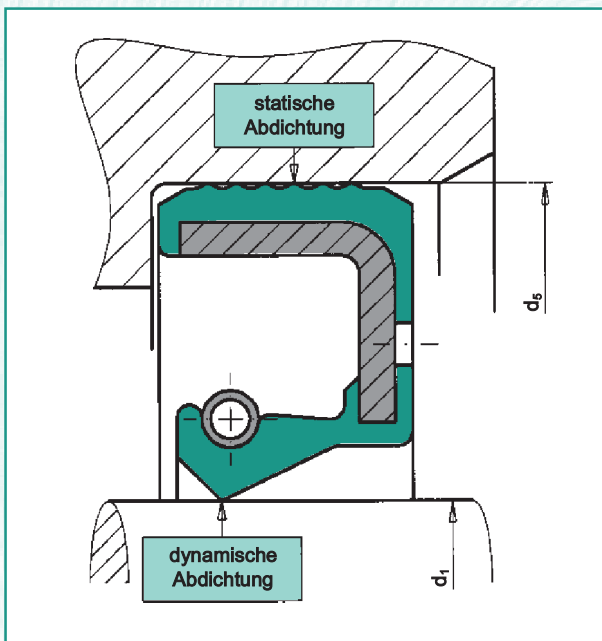


Bild 15

Einheitsbohrung H8		
Bohrungsdurchmesser d_5 Nennmaßbereich [mm]	Toleranzfeld [mm]	
über 3 bis 6	+ 0,018 0	
über 6 bis 10	+ 0,022 0	
über 10 bis 18	+ 0,027 0	
über 18 bis 30	+ 0,033 0	
über 30 bis 50	+ 0,039 0	
über 50 bis 80	+ 0,046 0	
über 80 bis 120	+ 0,054 0	
über 120 bis 180	+ 0,063 0	
über 180 bis 250	+ 0,072 0	
über 250 bis 315	+ 0,081 0	
über 315 bis 400	+ 0,089 0	
über 400 bis 500	+ 0,097 0	

Tabelle 3

Bohrung d_5 zur Aufnahme von:	Oberflächenrauheit nach DIN 4768 bzw. DIN 3761	KACO-Empfehlung
Bauart DG, DE (Gummisitz)	$R_a = 1,6$ bis $6,3 \mu\text{m}$ $R_z = 10$ bis $25 \mu\text{m}$	$R_z = 8$ bis $15 \mu\text{m}$
Bauart DF, DFK, DC (Metallsitz)	$R_a = 0,8$ bis $3,2 \mu\text{m}$ $R_z = 6,3$ bis $16 \mu\text{m}$	$R_z = 8$ bis $15 \mu\text{m}$

Tabelle 4

GESTALTUNG DER ABDICHTSTELLE

KACO-EMPFEHLUNG

Wir empfehlen für einen leichten und beschädigungsfreien Einbau der Wellendichtringe in die Gehäusebohrung:

Außen - \varnothing	d_5 [mm]	Bohrungstiefe t_1 [mm]
bis	20	$b + 0,5$
> 20	bis 80	$b + 1,0$
> 80	bis 120	$b + 1,5$
> 120		$b + 1,5$

Tabelle 5

Bei unzureichender Schmierung des statischen Dichtsitzes federt die Dichtung (insbesondere bei einer Ausführung mit „Gummisitz“) nach der Montage um einen bestimmten Betrag zurück. Eine Schräglage des RADIA®-Wellendichtringes ist möglich. Um eine sichere statische Abdichtung der Gehäusebohrung zu erreichen und das Rückfedern zu minimieren, sollte die ganze Sitzlänge des Wellendichtringes innerhalb des zylindrischen Bereiches der Aufnahmebohrung liegen.

Der Übergang Fase zur Gehäusebohrung muß gratfrei und frei von Beschädigungen sein. Es empfiehlt sich, erst die Fase zu fertigen und im Anschluß die Aufnahmebohrung.

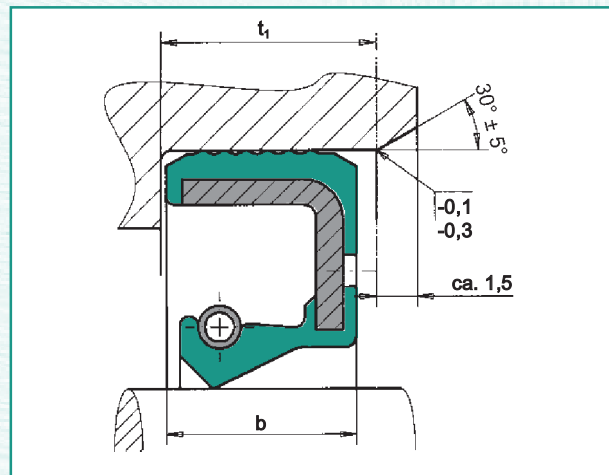


Bild 16: Tiefe und Anfasung der Aufnahmebohrung

DIE AUSSENFLÄCHE DES RADIA®-WELLENDICHRINGES

Die Preßpassungszugabe und die zulässige Toleranz des Außendurchmessers d_2 sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Dabei ergeben sich für RADIA®-Wellendichtringe der Grundbauart DG (Form A nach DIN 3760 und DIN 3761) und DF (Form B nach DIN 3761) unterschiedliche Preßpassungszugaben. Der Außendurchmesser ist an 2 Stellen, die um 90° gegeneinander versetzt sind, zu messen. Maßgebend ist der Mittelwert der beiden Messungen. Die angegebenen Werte für die zulässige Rundheit müssen eingehalten sein.

Wellendichtring- Außen - \varnothing d_2 Nennmaßbereich [mm]	Außen - \varnothing -Toleranz KACO-Grund- bauart DF Toleranzfeld [mm]	KACO-Grundbauart DG		Rundheits-Toleranz [mm]
		Toleranzfeld [mm] zylindrisch	Toleranzfeld [mm] gewellt	
bis 35	+ 0,15 ± 0,05	+ 0,22 ± 0,08	+ 0,25 ± 0,08	0,125
über 35 bis 50	+ 0,15 ± 0,05	+ 0,22 ± 0,08	+ 0,30 ± 0,10	0,125
über 50 bis 80	+ 0,18 ± 0,05	+ 0,27 ± 0,08	+ 0,35 ± 0,10	0,175
über 80 bis 120	+ 0,20 ± 0,05	+ 0,27 ± 0,08	+ 0,35 ± 0,10	0,250
über 120 bis 180	+ 0,23 ± 0,05	+ 0,35 ± 0,10	+ 0,45 ± 0,15	0,325
über 180 bis 300	+ 0,25 ± 0,05	+ 0,35 ± 0,10	+ 0,45 ± 0,15	0,400
über 300 bis 500	+ 0,29 ± 0,06	+ 0,43 ± 0,13	+ 0,58 ± 0,18	0,500

Tabelle 6

DYNAMISCHE ABDICHTSTELLE

Die statische Abdichtstelle zwischen Gehäusebohrung und Außenmantel des RADIA®-Wellendichtringes ist meistens unkritisch – besonders bei den Ausführungen mit Gummisitz. Besondere Auf-

merksamkeit erfordert die dynamische Abdichtstelle zwischen Dichtkante und Wellenoberfläche. Die folgenden Vorschriften sind deshalb sorgfältig zu beachten.

WELLENDURCHMESSER

Für den Wellendurchmesser d_1 im Bereich der Lauffläche darf das ISO-Toleranzfeld h11 nicht überschritten werden (Tabelle 7).

Wellendurchmesser d_1 Nennmaßbereich [mm]	Toleranzfeld [mm]	Wellendurchmesser d_1 Nennmaßbereich [mm]	Toleranzfeld [mm]
bis 3	0 -0,060	über 50 bis 80	0 -0,190
über 3 bis 6	0 -0,075	über 80 bis 120	0 -0,220
über 6 bis 10	0 -0,090	über 120 bis 180	0 -0,250
über 10 bis 18	0 -0,110	über 180 bis 250	0 -0,290
über 18 bis 30	0 -0,130	über 250 bis 315	0 -0,320
über 30 bis 50	0 -0,160	über 315 bis 400	0 -0,360

Tabelle 7

GESTALTUNG DER ABDICHTSTELLE

WELLENABRUNDUNG UND WELLENANSCHRÄGUNG

Um ein Beschädigen der Dichtlippe beim Einbau zu verhindern, ist je nach Einbaurichtung eine Abrundung bzw. Anchrägung der Welle erforderlich (Bild 17 und Bild 18). Richtwerte für die Wellenabrundung sind in Tabelle 8, für die Wellenanfassung in Tabelle 9 zusammengestellt. Für die Wellenabrundung R sind folgende Radien vorzusehen:

Bauart	Radius R [mm]
DG/DF	min. 0,6 mm
DGS/DFS	min. 1,0 mm

Tabelle 8

Die Montage von Wellendichtringen mit PTFE-Dichtlippe stellt einen Sonderfall dar. In solchen Fällen bitten wir um Rücksprache mit unseren Anwendungstechnikern.

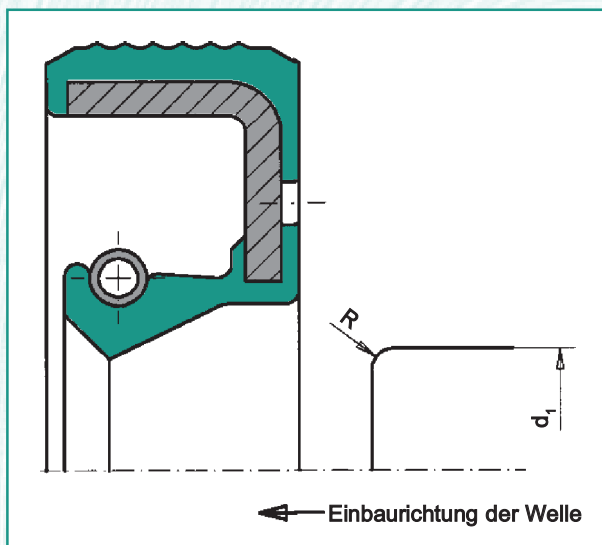


Bild 18: Wellenabrundung bei Einbaurichtung gegen die Bodenfläche des RADIA®-Wellendichtringes

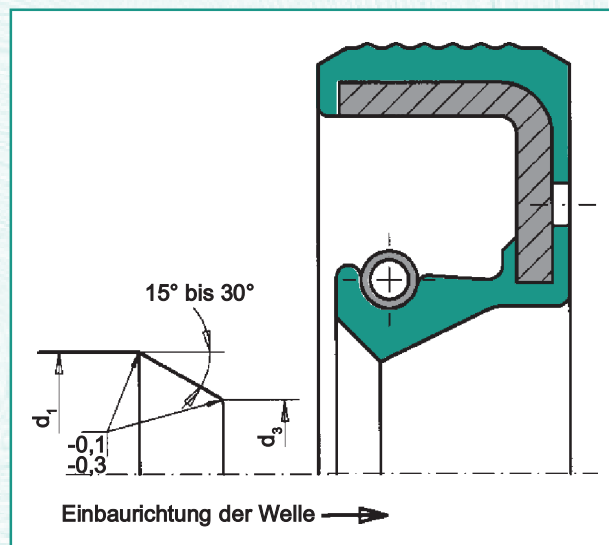


Bild 17: Wellenanfassung bei Einbaurichtung gegen die Stirnfläche des RADIA®-Wellendichtringes

d_1 h 11	d_3	d_1 h 11	d_3	d_1 h 11	d_3	d_1 h 11	d_3	d_1 h 11	d_3	d_1 h 11	d_3
[mm]											
6	4,8	24	21,5	52	48,3	85	80,4	160	153	340	329
7	5,7	25	22,5	55	51,3	90	85,3	170	163	360	349
8	6,6	26	23,4	56	52,3	95	90,1	180	173	380	369
9	7,5	28	25,3	58	54,3	100	95	190	183	400	389
10	8,4	30	27,3	60	56,1	105	99,9	200	193	420	409
11	9,3	32	29,2	62	58,1	110	104,7	210	203	440	429
12	10,2	35	32	63	59,1	115	109,6	220	213	460	449
14	12,1	36	33	65	61	120	114,5	230	223	480	469
15	13,1	38	34,9	68	63,9	125	119,4	240	233	500	489
16	14	40	36,8	70	65,8	130	124,3	250	243		
17	14,9	42	38,7	72	67,7	135	129,2	260	249		
18	15,8	45	41,6	75	70,7	140	133	280	269		
20	17,7	48	44,5	78	73,6	145	138	300	289		
22	19,6	50	46,4	80	75,5	150	143	320	309		

Tabelle 9

OBERFLÄCHENGÜTE DER WELLE

Zur Sicherstellung einer einwandfreien Abdichtung bei möglichst langer Gebrauchsdauer muß die Welle entsprechend DIN 3761 im Laufflächenbereich eine Oberflächenrauheit nach DIN 4768 aufweisen. Die Kennwerte lauten:

- $R_z = 1$ bis $4 \mu\text{m}$ bzw.
- $R_a = 0,2$ bis $0,8 \mu\text{m}$ und
- $R_{\text{max}} = 6,3 \mu\text{m}$

Beim Einsatz von Wellendichtringen aus Silikon-Kautschuk sollten die Rauheitswerte der Welle an der unteren Grenze ($R_z = 1$ bis $2 \mu\text{m}$) liegen.

Ist die Rauhtiefe zu gering (R_z kleiner als $1 \mu\text{m}$), kommt es – ganz besonders bei höheren Gleitgeschwindigkeiten – zu Störungen der Schmier- und Kühlmittelzufuhr im Bereich der Dichtkante. Die Folge sind Verbrennungserscheinungen, die zur Zerstörung der Dichtkante und damit zum vorzeitigen Ausfall des Dichtringes führen. Zu große Rauhtiefen ($R_{\text{max}} > 6,3 \mu\text{m}$) bringen durchweg erhöhte Verschleißwerte der Dichtkanten und führen daher ebenfalls zu einem vorzeitigen Ausfall des Dichtringes.

Bei der Bearbeitung der Welle sollte ein Verfahren eingesetzt werden, das eine orientierungsfreie Lauffläche erzeugt, z. B. das Einstichschleifen. Mit axialem Vorschub arbeitende Werkzeugmaschinen verursachen eine Drallorientierung auf der Welle, die das Förderverhalten des RADIA®-Wellendichtringes je nach Drehrichtung entweder unterstützt oder reduziert. Im letzteren Fall kann dies bei einer hohen Förderwirkung der Welle zur Undichtheit der Dichtstelle führen.

Aus Kostengründen geht man heute bei Wellen, die grundsätzlich nur in einer Drehrichtung betrieben werden, verstärkt auf ein mit axialem Vorschub arbeitendes Verfahren wie zum Beispiel das Feinstdrehen über. Hierbei muß jedoch darauf geachtet werden, daß die Drallorientierung auf der Welle gezielt von der Luft- zur Ölseite gerichtet ist. Unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen ist auch ein Betreiben der Welle in die Gegenlaufrich-

tung möglich. In diesem Fall ist jedoch eine Abstimmung mit unserer Anwendungstechnik erforderlich.

Da es selbst beim Einstichschleifen zur Erzeugung einer Drallorientierung auf der Welle kommen kann, ist darauf zu achten, daß das Verhältnis der Drehzahlen von Schleifscheibe zu Werkstück nicht ganzzahlig gewählt wird. Außerdem sollte die Schleifscheibe mit einem Vielkornabrichter bei kleinstmöglichem Seitenvorschub oder mit Profil-Abbrichtrolle ohne Seitenvorschub abgerichtet werden. Dabei ist auf eine möglichst lange Ausfunkezeit zu achten.

Kratzer und Riefen, Roststellen oder andere Beschädigungen im Laufflächenbereich der Welle führen zwangsläufig zum Ausfall des Dichtringes. Während des gesamten Fertigungsablaufes und bei der Montage der Welle ist daher für ausreichenden Schutz des Laufflächenbereiches zu sorgen (Schutzbänder, Schutzfolien).

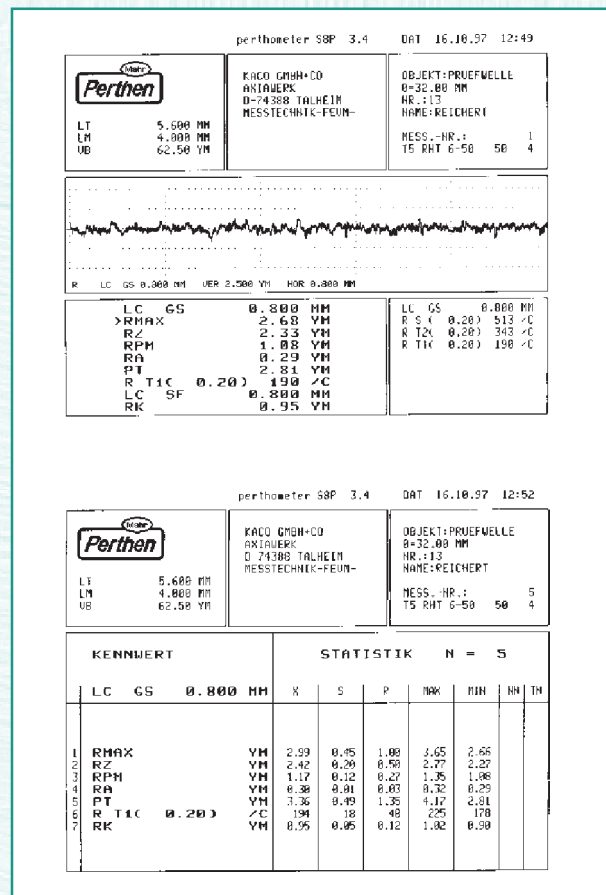


Bild 19: Oberflächenmeßschieb

GESTALTUNG DER ABDICHTSTELLE

OBERFLÄCHENHÄRTE DER WELLE

Einen wesentlichen Einfluß auf die Lebensdauer der dynamischen Abdichtstelle hat die Oberflächenhärte der Welle im Laufflächenbereich. Sie soll dort mindestens 45 HRc betragen. Beim Einsatz gegen stark verschmutzte Medien und bei Gleitgeschwindigkeiten von mehr als 4 m/s wirkt sich eine Härteerhöhung auf 55 HRc lebensdauerfördernd aus. Oberflächenhärtungen erfordern eine Einhärtetiefe von mindestens 0,3 mm. Beim Bad-Nitrieren ist die kristalline Grauschicht zu glätten.

LAUFLÄCHENBEREICH

Als Lauffläche des RWDR wird der Bereich auf der Welle bezeichnet, innerhalb dessen die Dichtkante des RWDR gleiten kann. Außerdem sind alle zulässigen Abweichungen und Bewegungen der Welle zu berücksichtigen. Für den Reparaturfall ist eine Reservefläche auf der Welle zu berücksichtigen.

WERKSTOFF DER WELLE

Als Wellenwerkstoff können die im Maschinenbau üblichen Stähle eingesetzt werden. Die geforderte Härte ist zu berücksichtigen. Auch Gußwellen mit lunkerfreiem Laufflächenbereich haben sich bewährt. Hartverchromte Lauffschichten zeichnen sich bei ausreichender Schmierfilmbildung durch hohen Verschleißwiderstand aus. Kunststoffe sind im allgemeinen wegen der sehr niedrigen Wärmeleitfähigkeit nicht geeignet. Sie sollten nur bei kleinen Gleitgeschwindigkeiten und erst nach ausgiebiger Erprobung verwendet werden.



Bild 20: Oberflächenmeßgerät

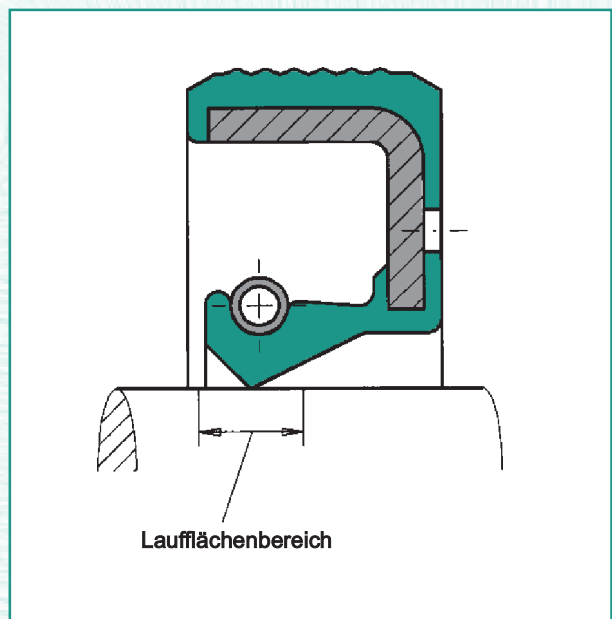


Bild 21: Laufflächenbereich

EINBAU DER RADIA®-WELLENDICHRINGE

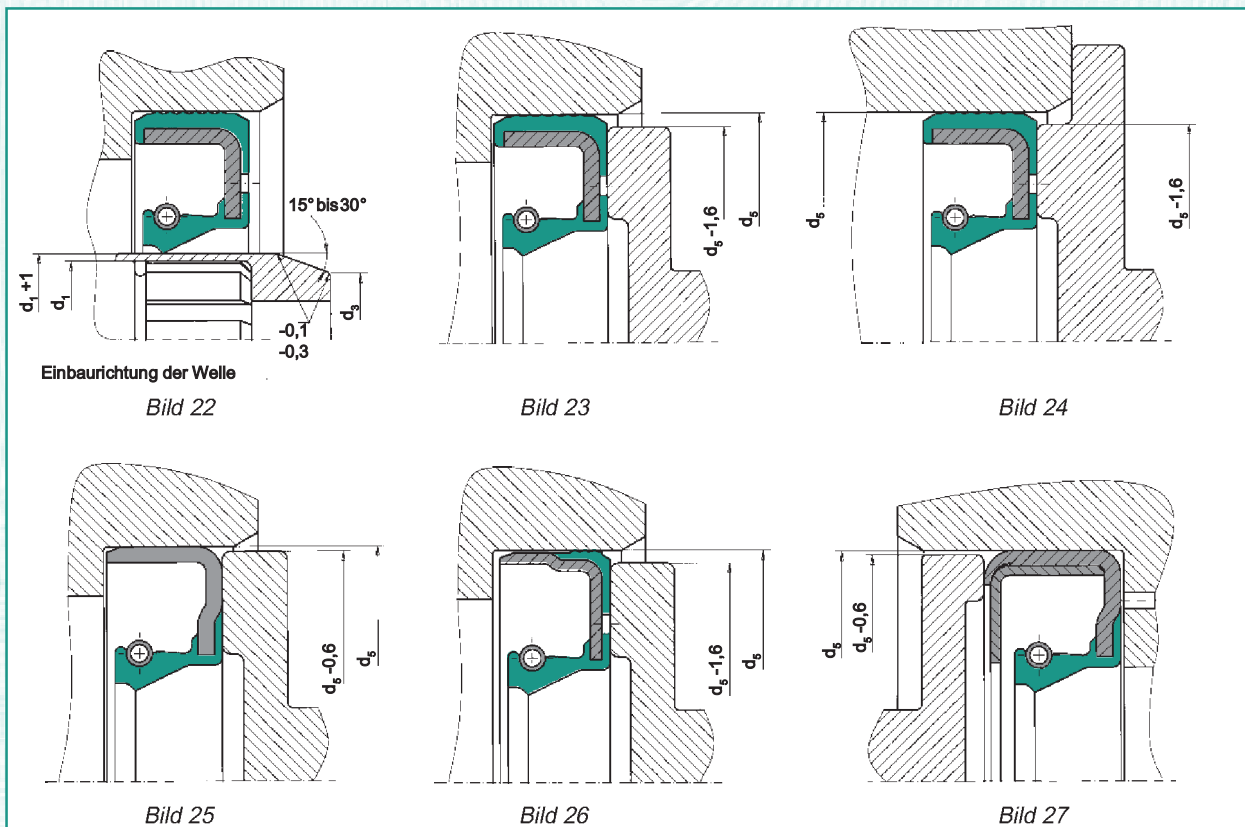
RADIA®-Wellendichtringe werden im Normalfall so eingebaut, daß die Stirnseite mit der Dichtlippe dem abzudichtenden Medium zugekehrt ist. Sie können nur Dichtaufgaben erfüllen und dürfen nicht zur Übertragung von Kräften verwendet werden. Eine Vorspannung in Achsrichtung ist z. B. nicht zulässig.

Bei verschiedenen Anwendungen kann es anfänglich mehrere Minuten dauern, bis das abzudichtende Medium den RWDR erreicht. Um Trockenlauf zu vermeiden, sollten der RADIA®-Wellendichtring und die Welle im Laufflächenbereich bei der Montage gut eingefettet oder geölt werden. Das Einölen bzw. Befetten sollte jedoch so abgestimmt sein, daß nach Anlaufen der Welle kein Öl an der Bodenseite des RWDR austritt, was fälschlicherweise als Leckage interpretiert werden könnte.

Neben der Beachtung der bereits genannten Richtlinien für die Gestaltung der Dichtstelle erfordert die Montage des Wellendichtringes selbst um-

fangreiche Vorsichtsmaßnahmen, um eine Beschädigung der Dichtkante zu verhindern. Kanten, Nuten, Gewinde, Keilwellenprofile u. ä. müssen entweder sorgfältig abgedeckt werden, oder es sind Hilfswerkzeuge, wie z. B. konische Montagehülsen zu verwenden (Bild 22).

Ein einwandfreier Einbau läßt sich nur mit einer mechanischen oder hydraulischen Einpreßvorrichtung, geeigneten Einpreßwerkzeugen und zweckmäßig gestalteten Dornen durchführen. Unverbindliche KACO-Empfehlung für die Einpreßgeschwindigkeit: 100 mm/min. (Bild 23 bis Bild 29). Beim Einpressen bei Raumtemperatur sollte zur Verringerung der Rückfederung das Einpreßwerkzeug ausreichend lange (ca. 2 Sekunden), in der tiefsten Stellung gehalten werden. Beim Einpressen muß die Stirnfläche des RWDR-Gehäuses eine senkrechte Ebene zur Bohrungsachse bilden. Vor allem bei den als robust geltenden Wellendichtringen mit „Metallsitz“ (KACO-Grundbauart DF) erfolgt häufig



EINBAUHINWEISE

noch eine unsachgemäße Montage mittels Handhammer. Dadurch entstehen zwangsläufig Deformationen und Beschädigungen des Wellendichtringes, welche die Dichtfunktion beeinträchtigen. Bei der Montage von elastomerummantelten Wellendichtringen (KACO-Grundbauart DG) ist mit besonderer Sorgfalt vorzugehen. Es ist streng darauf zu achten, daß die Wellendichtringe nicht schräg an die Bohrung angesetzt werden. Beim Einpressen können sie sich sonst nicht mehr vollständig ausrichten und bleiben in einer verkanteten Lage. Im eingebauten Zustand sollte die Rechtwinkligkeitstoleranz, bezogen auf die Wellenachse, die Werte nach Tabelle 10 nicht überschreiten. Als absolut maximale Rechtwinkligkeitstoleranz ist 0,4 mm bezogen auf die Mittelachse der Welle anzusehen (Bild 30).

Es ist sogar möglich, daß beim Schrägeinpressen die Gummiauflage abgeschert wird. Die Montage soll mit leicht eingeölter Bohrung oder Außenfläche durchgeführt werden. Dies erleichtert den Einbau, erhöht die Dichtheit und verringert das Zurückfedern des Dichtringes nach dem Einpreßvorgang.

Hinweis für die Ermittlung der Schräglage bei Wellendichtringen mit Elastomer-Außenmantel und Wellendichtringen in teilgummierter Ausführung:

Beim Messen der Schräglage ist darauf zu achten, daß der Meßtaster auf der Bodenseite neben dem am Außendurchmesser eventuell entstehenden Gummiwulst anzusetzen ist (Bild 31).

Meßverfahren:

Meßpunkte 4 x 90° versetzt

Schräglage max. - min. Wert

Reparaturhinweis:

Grundsätzlich ist immer ein neuer Wellendicht-ring zu verwenden.

Bei RWDR mit Elastomerdichtlippe darf die Dichtkante nicht mit der ursprünglichen Laufspur zur Deckung kommen. Dies kann erreicht werden durch tieferes Einpressen des RWDR in die Gehäusebohrung oder durch Austausch der Wellenbuchse.

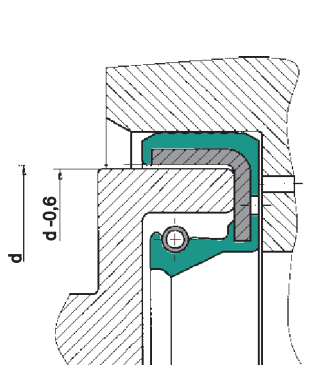


Bild 28

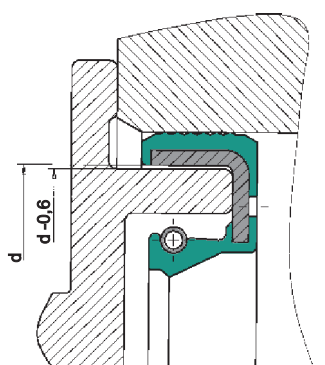


Bild 29

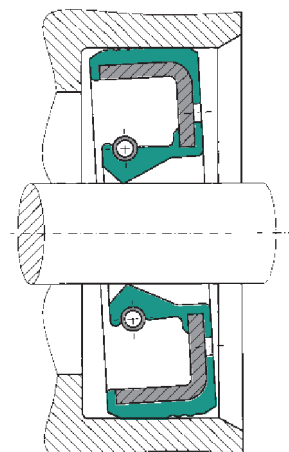


Bild 30

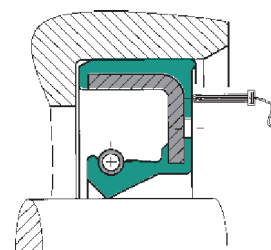


Bild 31

Wellendurchmesser [mm]	Rechtwinkligkeitstoleranz [mm]
bis 25	0,1
über 25 bis 80	0,2
über 80	0,3

Tabelle 10

RADIALKRAFT VON RADIA® - WELLENDICHTRINGEN

Die Dichtwirkung von RADIA®-Wellendichtringen wird u. a. durch die Pressung des relativ zur Welle kleineren Durchmessers der Dichtlippe erzeugt und zusätzlich durch die Anpreßkraft einer um die Dichtlippe liegenden ringförmig geschlossenen Schraubenzugfeder unterstützt. Die Differenz zwischen Dichtlippendurchmesser und Wellendurchmesser wird wie bei Preßpassungen Übermaß oder Überdeckung genannt.

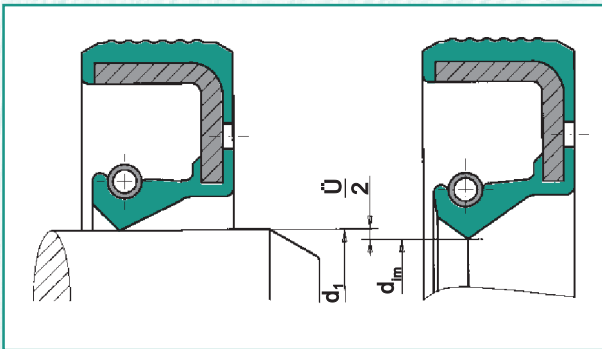


Bild 32

Nach Bild 24 ergibt sich für den Wellendichtring mit Feder folgende Überdeckung:

$$\ddot{U} = d_1 - d_{im} \text{ [mm]}$$

Dabei sind:

d_1 = Wellendurchmesser [mm]

d_{im} = Dichtlippendurchmesser mit Feder [mm]

Wird beim Montieren die Dichtlippe auf das Maß des Wellendurchmessers aufgeweitet, so drückt die Dichtkante mit einer bestimmten Kraft auf die Welle. Die Gesamtkraft der über den ganzen Umfang zum Wellenmittelpunkt wirkenden Teilkräfte wird **Radialkraft F_R** – gemessen in N – genannt. Da die scharfe Dichtkante durch ihre Linienberührung nur eine schmale Laufspur erzeugt, wird nicht mit dem Begriff Flächenpressung, sondern mit dem Begriff Linienpressung oder **spezifische Radialkraft $F_{R\text{ spez.}}$** – gemessen in N/m – gearbeitet:

$$F_{R\text{ spez.}} = \frac{F_R}{d_1 \pi} \text{ [N/m]}$$

Die Radialkraft ist einer der wichtigsten Faktoren für die Funktionstüchtigkeit eines Wellendichtringes. Eine große Radialkraft hat einen hohen Verschleiß zur Folge und führt auf Grund der erzeugten Reibungsenergie zu hohen Temperaturen an der Dichtkante. Bei zu geringer Radialkraft ist dagegen die Dichtheit nicht mehr gegeben. Daraus ergibt sich für den Konstrukteur eine typische Optimierungsaufgabe: Die Radialkraft ist so zu bemessen, daß die gewünschte Dichtheit gewährleistet ist; andererseits aber so klein zu halten, daß ein Minimum an Reibungswärme und Verschleiß und damit ein Maximum an Lebensdauer erreicht wird.

Hierfür stehen uns modernste Berechnungsmethoden zur Verfügung, die auf langjährigen Dichtlippenprofiluntersuchungen basieren.

Eine Reihe physikalischer Einflüsse bewirkt eine Verkleinerung der Radialkraft während des Betriebes und bringt damit die Gefahr der Undichtheit mit sich:

- Je größer die Betriebstemperatur an der Dichtlippe ist, desto mehr dehnt sie sich entsprechend dem Wärmeausdehnungskoeffizienten aus. Damit geht ein Teil der Überdeckung und der Radialkraft verloren.
- Alle Elastomere unterliegen dem physikalischen Phänomen der Relaxation, d. h. bei einer konstant gehaltenen Dehnung läßt die Kraft mit der Zeit nach. Dies bedeutet einen natürlichen Verlust an Radialkraft in Abhängigkeit von der Zeit.
- Die meisten Elastomere nehmen Teile des abzudichtenden Mediums in sich auf, sie quellen bis zu ihrem Sättigungsgrad. Die Quellung aber bedeutet eine Erweichung des Gummimaterials und damit wiederum eine Verkleinerung der Radialkraft.

BETRIEBSVERHÄLTNISSE

RADIA®-Wellendichtringe sind unter Berücksichtigung dieser Einsatzfaktoren und der genauen Betriebsbedingungen optimierte Dichtelemente.

Die zuvor genannte Erscheinung der Relaxation wird durch Bild 34 verdeutlicht. Es wurde hier die Radialkraft eines RADIA®-Wellendichtringes mit einem elektronischen Radialkraftmeßgerät (Bild 33) über einen Zeitraum von 3 Stunden kontinuierlich aufgezeichnet. Man erkennt aus dem erhaltenen Diagramm, daß die Radialkraft nach 3 Stunden um ca. 35% abgenommen hat, wobei der Radialkraft-

abfall innerhalb der ersten Sekunden relativ am größten ist. Es ist daher interessant, den Radialkraftverlauf über 60 Sekunden nach Messungsbeginn zu betrachten (Bild 35). 10 Sekunden nach Messungsbeginn ist die Radialkraft bereits um ca. 20% abgefallen. Es wird damit deutlich, wie wichtig der Zeitraum zwischen dem Messungsbeginn und dem Ablesen der Radialkraft für vergleichende Untersuchungen ist. (Standardmäßig wird die Radialkraft nach 10 Sekunden ermittelt.)



Bild 33:
Elektronisches
Radialkraftmeßgerät
Messung nach DIN 3761 Teil 9

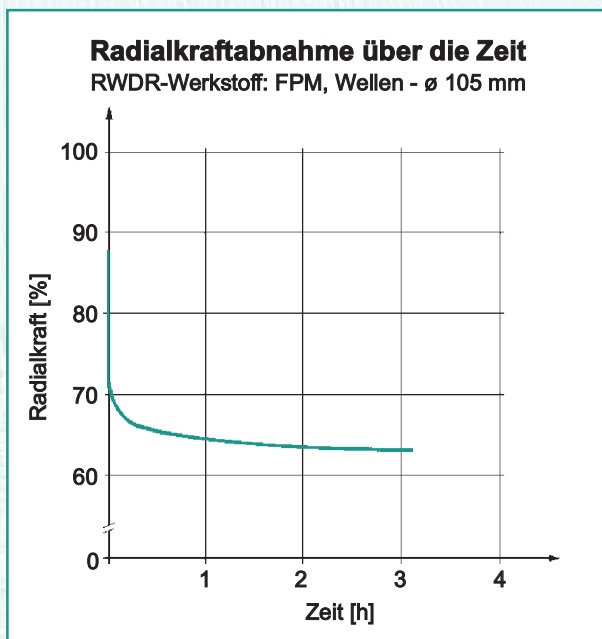


Bild 34

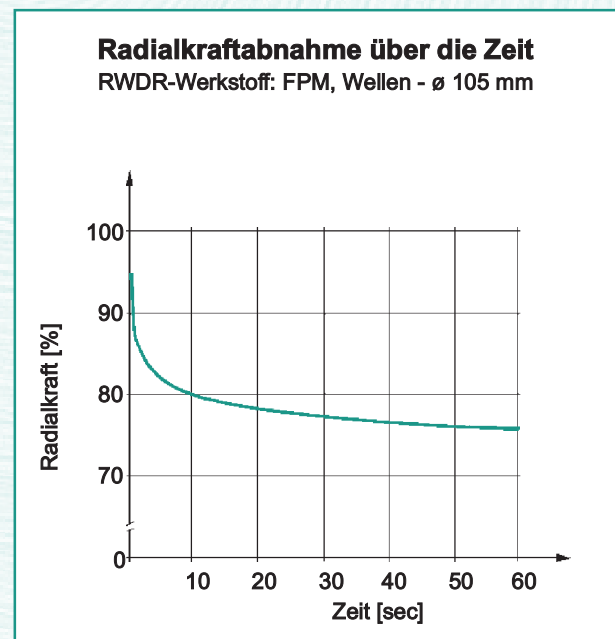


Bild 35

DIE REIBLEISTUNG VON RADIA®-WELLENDICHTRINGEN

Für das Reibmoment M_R eines Wellendichtringes gilt folgende Gleichung:

$$M_R = F_R \cdot \mu \cdot \frac{d_1}{2} \text{ [Nm]}$$

Dabei ist μ der dimensionslose Reibungsbeiwert zwischen Dichtkante und Wellenoberfläche. Die Reibleistung P_R wird dann:

$$P_R = M_R \cdot \omega = F_R \cdot \mu \cdot \omega \cdot \frac{d_1}{2}$$

Mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$ und der Wellendrehzahl n [1/s] ergibt sich schließlich für die Reibleistung:

$$P_R = M_R \cdot 2 \cdot \pi \cdot n = F_R \cdot \mu \cdot \pi \cdot n \cdot d_1$$

Das nachfolgende Diagramm zeigt Anhaltswerte für die Reibleistung. Im Einzelfall ist diese in entsprechenden Versuchen zu ermitteln.

Einflüsse, die den Reibungsbeiwert beeinflussen, sind u. a.:

Wellenoberfläche, Medium, Elastomerwerkstoff, Anpreßkraftverteilung, Design, etc.

Reibleistung von RADIA®-Wellendichtringen in Watt

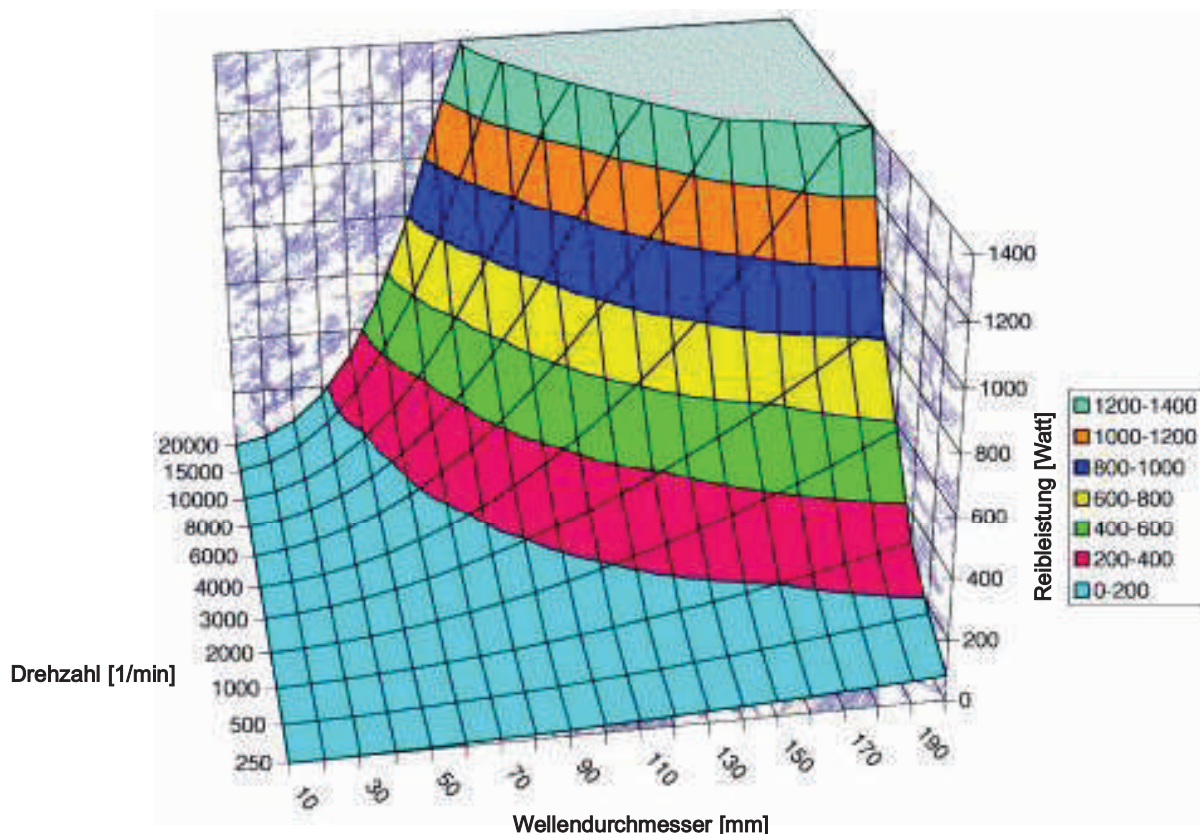


Bild 36

BETRIEBSVERHÄLTNISSE

FORM- UND LAGEABWEICHUNG DER ABZUDICHTENDEN WELLE

RUNDHEITSTOLERANZ

Die Rundheitstoleranz über den gesamten Laufflächenbereich soll die in Tabelle 11 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Die Istform der Welle jedes Querschnittes muß zwischen zwei konzentrischen Kreisen im Abstand der Rundheitstoleranz liegen.

d1 [mm]	Rundheitstoleranz t [µm] nach DIN 7184 Teil 1
18	4
über 18 bis 30	5
über 30 bis 50	6
über 50 bis 80	8
über 80 bis 120	10
über 120 bis 180	13
über 180 bis 250	15

Tabelle 11

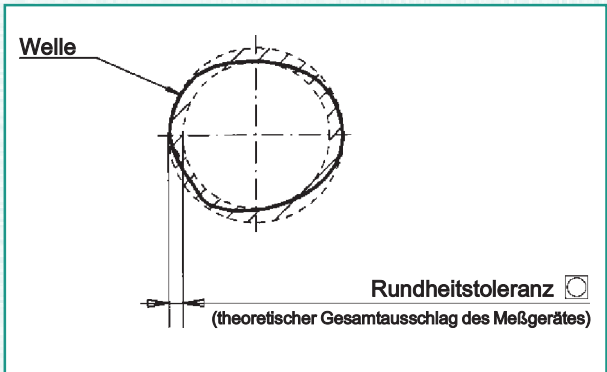


Bild 37

Prüfverfahren: z. B. Polarmessung
Das Profil der Welle wird abgebildet und mit konzentrischen Kreisen verglichen.

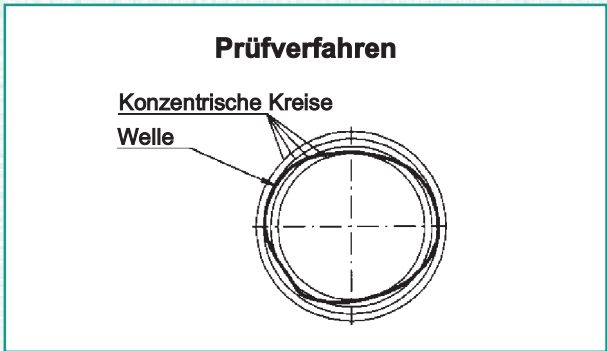


Bild 38



Bild 39:
3-D-Koordinatenmeßmaschine

KOAXIALITÄTSTOLERANZ

Wie aus der Abhandlung über die Radialkraft zu ersehen ist, kann eine auf den Umfang der Welle gleichmäßig verteilte spezifische Radialkraft nur dann erreicht werden, wenn die Mittellinie der Welle und die Mittellinie der den Dichtring aufnehmenden Gehäusebohrung zusammenfallen. Eine Abweichung von dieser Koaxialität kann ungleiche Radialkraftverteilung und somit einseitigen Verschleiß der Dichtkante zur Folge haben. Eine Darstellung der Koaxialitätstoleranz sowie Angaben über eine KACO-Empfehlung über maximal zulässige Richtwerte sind aus Bild 40 zu ersehen.

Dabei ist zu beachten, daß kürzere Dichtkantenabstände (kürzere Lippe) kleinere zulässige Werte erfordern. (Bekannte Bezeichnungen vor 1983 für die Koaxialitätstoleranz waren: Mittigkeitsabweichung, Versatz, statische Exzentrizität, wobei zweifache Mittigkeitsabweichung = Koaxialität ist).

Die Istachse der Aufnahmebohrung muß in einem Zylinder vom Durchmesser der Koaxialitätstoleranz liegen. Der Toleranzzylinder ist koaxial zur Wellenachse.

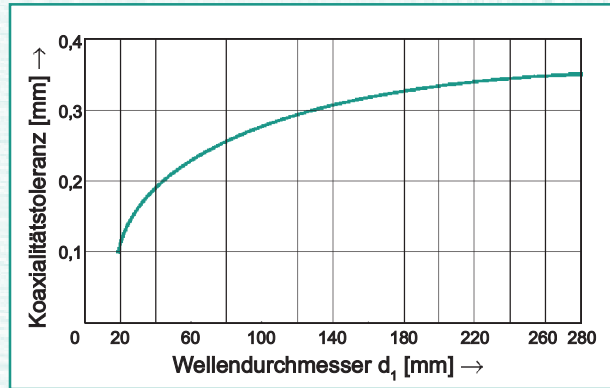


Bild 40

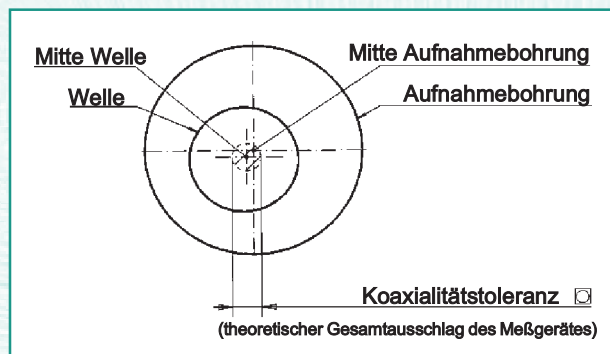


Bild 41

Beispiel einer praxisbezogenen Meßmethode:

Mit einer Hilfsvorrichtung wird eine Meßuhr auf der Welle fixiert. Zur Ermittlung der Koaxialitätsabweichung fährt die Meßuhr die den Dichtring aufnehmende Gehäusebohrung ab. Die Koaxialitätsabweichung ist die Differenz zwischen größter und kleinster Anzeige während einer Umdrehung. (Als Meßfehler geht die Rundheitsabweichung der Gehäusebohrung mit ein).

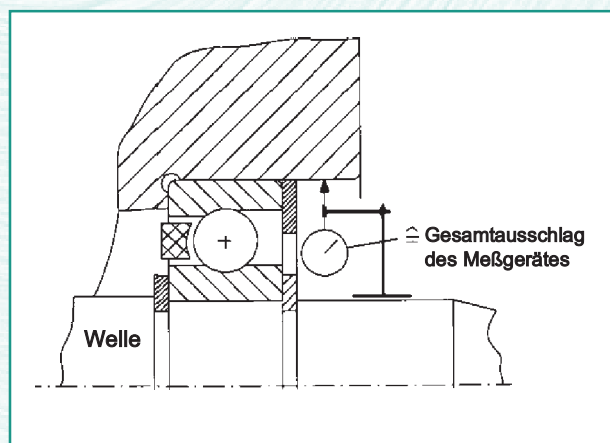


Bild 42

BETRIEBSVERHÄLTNISSE

RUNDLAUFTOLERANZ DER WELLE

Im Betrieb führen Rundheitsabweichungen der Welle, Lagerspiel sowie dynamische Koaxialitätsabweichungen zu Rundlaufabweichungen. Gemeint sind unterschiedliche Abstände der Wellenoberfläche im dynamischen Zustand zur Mittelachse der Welle. Dieser Abstand kann nur mit einem berührungslosen Meßverfahren im Original geprüft werden (siehe Bild 44 und 45). Diese Rundlaufabweichung wurde früher auch als dynamische Exzentrizität, Schlag oder Radialschlag bezeichnet. Sie führt nicht nur – wie bei der Koaxialität – zu ungleicher Radialkraftverteilung, sondern es besteht hierbei die Gefahr, daß die Dichtlippe infolge ihrer Trägheit der Welle nicht mehr folgen kann. Dies gilt besonders bei hohen Drehzahlen. Die hydrodynamische Schmierung ist unterbrochen, das abdichtende Medium tritt aus der Abdichtstelle heraus. Um dies zu verhindern, dürfen bestimmte zulässige Rundlauf toleranzen in Abhängigkeit von der Drehzahl und dem Dichtlippenwerkstoff nicht überschritten werden.

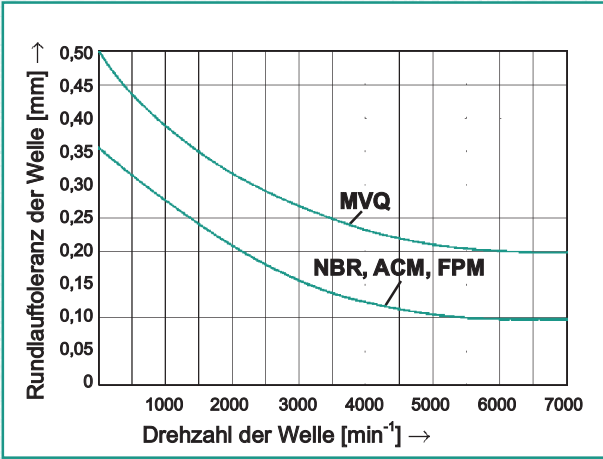


Bild 43

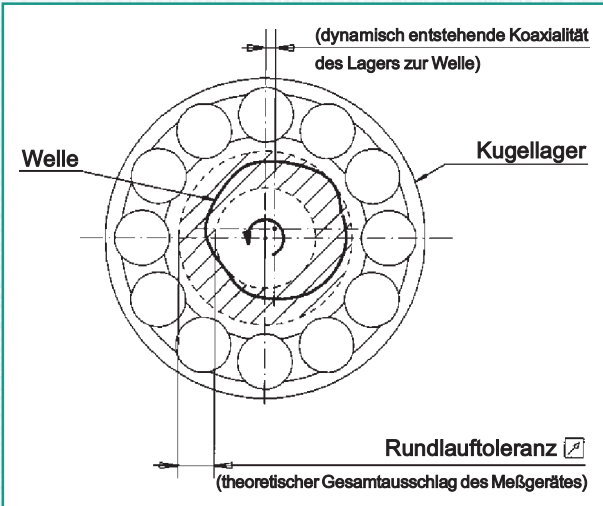


Bild 44

Berührungsloses Prüfverfahren:

Die Rundlaufabweichung ist die Differenz zwischen größter und kleinster Anzeige des Sensors, während die Welle sich mit gewünschter Drehzahl dreht.

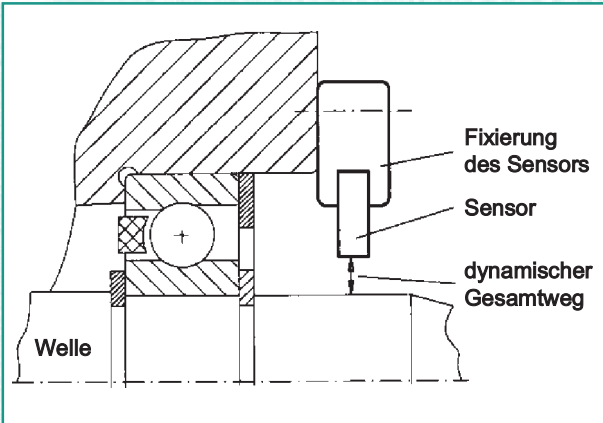


Bild 45

ZULÄSSIGE DREHZAHLEN

Aus Bild 46 sind die zulässigen Wellendrehzahlen nach DIN 3761 (Ausgabe Januar 1984) für den Einsatz von RADIA®-Wellendichtungen in Abhängigkeit von Wellendurchmesser und Basis-Elastomer zu ersehen. Die Werte gelten für den drucklosen Betriebsfall und setzen ausreichende Schmierung bzw. Kühlung voraus. Außerdem sind die zulässigen Dauertemperaturen nach Tabelle 2 nicht zu überschreiten.

In Absprache mit dem Dichtungshersteller sind in speziellen Einsatzfällen diese Wellendrehzahlen auch als Anhaltswerte zu betrachten und dürfen überschritten werden. Zwingend erforderlich ist jedoch eine Absicherung dieser verschärften Betriebsbedingungen durch Prüflaufversuche.

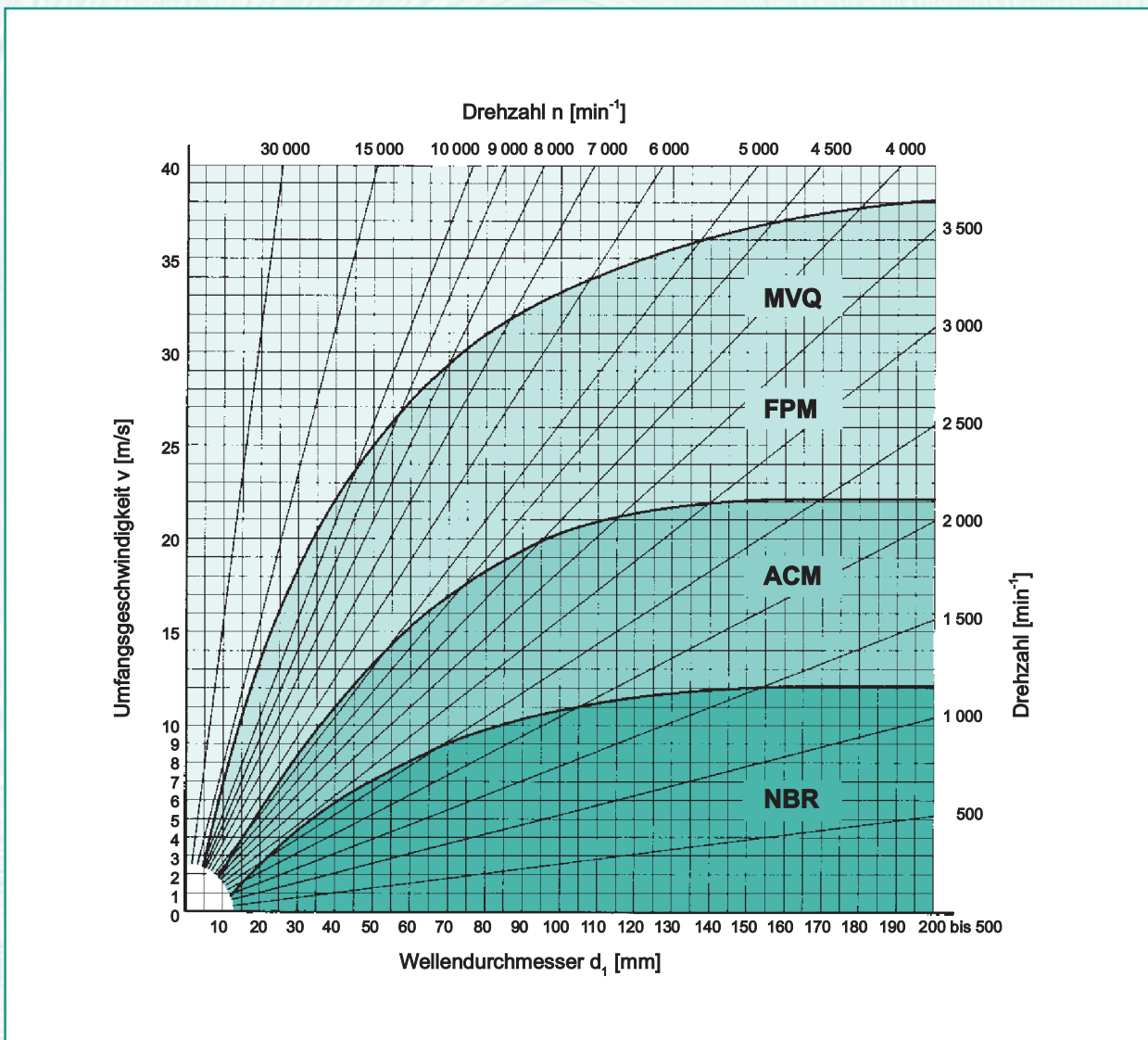


Bild 46

SONDERABDICHTFÄLLE

ABDICHTUNG GEGEN FETT

Für die reine Fettabdichtung kommen in erster Linie SYGUMIN®-Werkstoffe auf NBR-Basis in Betracht. Da in diesem Fall die Wärmeabfuhr von der Dichtkante wesentlich schlechter ist als bei der Abdichtung von flüssigen Medien, liegen die zulässigen Drehzahlen etwa bei der Hälfte der für Flüssigkeitsabdichtung angegebenen Werte.

ABDICHTUNG GEGEN DRUCK

Im allgemeinen sind RADIA®-Wellendichtringe für die Abdichtung von Räumen bis etwa 0,5 bar geeignet. Mit zunehmendem Druck kommt es zu einer zusätzlichen Anpressung der Dichtlippe auf die Welle und somit zur Radialkrafterhöhung; als Folge steigen Reibleistung und Dichtlippentemperatur an. Auch die Lage der Dichtlippe verändert sich. In Extremfällen kann es zu einem Durchdrücken der Membrane auf die Welle oder sogar zu einem Umstülpen der Dichtlippe kommen. Deshalb sind zur Abdichtung gegen höhere Drücke besondere Maßnahmen erforderlich:

Normale RADIA®-Wellendichtringe können in Verbindung mit zusätzlichen Stützringen eingesetzt werden (Bild 47).

Als Kompaktlösung sind RADIA®-Sonderkonstruktionen mit den Kennbuchstaben „V“ und „P“

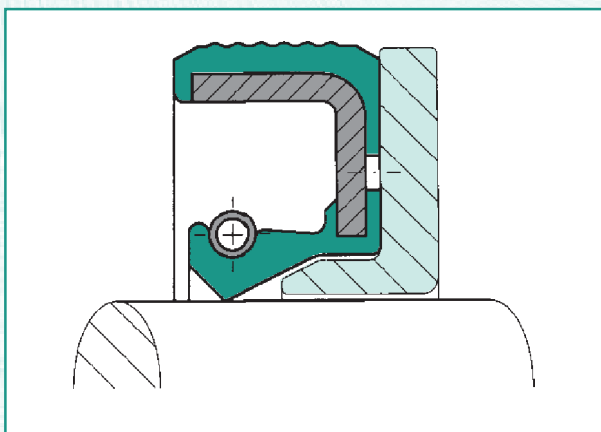


Bild 47

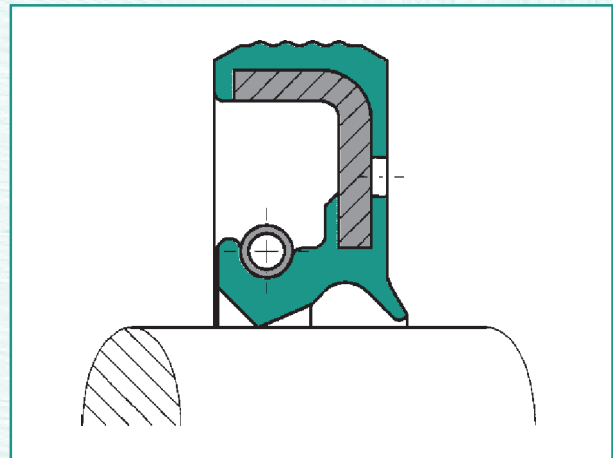


Bild 48

(siehe Seite 11 bis 13 bzw. Bild 48) zu empfehlen. Sie machen den zusätzlichen Stützring überflüssig.

Die charakteristischen Merkmale dieser Sonderkonstruktionen sind:

- dicht bis an die Welle herangeführte Versteifungsringe
- verstärkte Membranen
- besonders kurze, aber dennoch flexibel aufgehängte Dichtlippen.

Gegenüber der Normalausführung zeigen sie eine mit steigendem Mediumsdruck weniger stark anwachsende Radialkraft. Über die Einsatzgrenzen können keine allgemein gültigen Angaben gemacht werden. Je nach Wellendrehzahl, Wellendurchmesser, Basiselastomer und Art der Druckbeaufschlagung (konstant oder pulsierend) lassen sich jedoch Überdrücke bis zu 20 bar beherrschen.

Alle gegen höhere Drücke eingesetzten RADIA®-Wellendichtringe müssen auf der dem Druck entgegengesetzten Seite gegen Herausdrücken aus dem Gehäuse gesichert werden. Bei wechselnder Druckbeaufschlagung (Überdruck - Unterdruck) kann es notwendig werden, entweder einen zweiten RADIA®-Wellendichtring auf der Luftseite oder einen Doppellippenring der Bauart DFD oder DGD in Druckausführung als Einzeldichtung einzubauen. Dabei ist der Raum zwischen den beiden Ringen bzw. Dichtlippen mit einem temperaturbeständigen Fett zu füllen.



ABDICHTUNG BEI STAUB- UND SCHMUTZANFALL VON AUSSEN

Für starken Staub- und Schmutzanfall von außen stehen neben den RADIA®-Wellendichtringen mit einer oder zwei Schutzlippen noch verschiedene Sonderkonstruktionen zur Verfügung. Einige Beispiele sind auf den Seiten 13 und 15 dargestellt (Ausführung DSS und DSD). Diese RADIA®-Wellendichtringe werden auf den jeweiligen Einsatzfall abgestimmt und den spezifischen Betriebsbedingungen angepaßt. Es bedarf in diesen Fällen einer frühzeitigen und engen Zusammenarbeit zwischen Dichtungsanwender und Dichtungshersteller.

ABDICHTUNG GEGEN WASSER UND WASCHLAUGEN

Auch für diesen Abdichtfall sind spezielle RADIA®-Wellendichtringe mit federbelasteter Hauptdichtlippe und zwei Schutzlippen entwickelt worden. Im Gegensatz zum Normaleinbau werden diese Dichtringe so montiert, daß die beiden Schutzlippen die Abdichtung zur Wasser- bzw. Waschlaugenseite hin übernehmen. Kalkablagerungen, Wasch- und Spülmittel sowie Schmutzteilchen, wie sie in Wasch- und Geschirrspülautomaten anfallen, können so die Funktionstüchtigkeit der Schraubenzugfeder nicht beeinträchtigen. Die federbelastete Lippe dichtet in diesem Fall zur Lagerseite hin ab (siehe dazu Einbaubeispiel Seite 73). Die Räume zwischen den einzelnen Dichtlippen sind mit einem geeigneten Fett zu füllen, um eine ausreichende Schmierung und damit geringere Erwärmung an den Dichtkanten zu gewährleisten.

Eine lange Gebrauchsdauer wird gewährleistet durch eine optimale Radialkraftabstimmung in Verbindung mit einem speziellen, hochbeständigen SYGUMIN®-Werkstoff, sowie eine vollständige Ummantelung des Metallversteifungsringes als Korrosionsschutz.

TRENNUNG VON RÄUMEN MIT UNTERSCHIEDLICHEN MEDIEN

Zur problemlosen Trennung von zwei Räumen mit unterschiedlichen Flüssigkeiten werden zwei RADIA®-Wellendichtringe mit jeweils zum Medium gerichteter Dichtlippe oder ein Doppellippendichtring der Bauart DFD oder DGD eingesetzt.

Treten im Betrieb hohe Umfangsgeschwindigkeiten und / oder erhöhte Temperaturen auf, ist eine Entlüftung zwischen den zwei RADIA®-Wellendichtringen (zur Luftseite hin) vorzusehen. Diese technische Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zwei Radialwellendichtringe an der Bodenseite zusammengeklopft werden. Durch eine spezielle Anordnung der Haken und Nuten kann Luft von der Außenseite zu der Dichtkante gelangen. Ein entsprechendes Belüftungsloch in der Radialwellendichtringaufnahme des Gehäuses sorgt für eine Verbindung zur Umgebung.

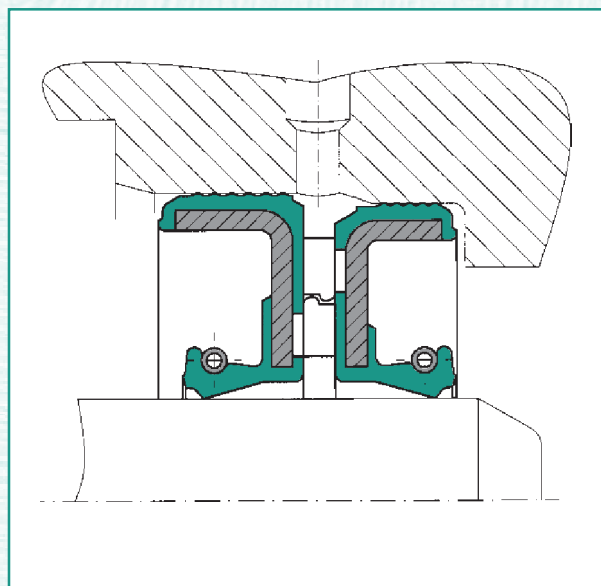


Bild 49

SONDERABDICHTFÄLLE

RWDR-KASSETTEN

Eine sehr spezielle Form von Radialwellendichtungen stellt die Kasette dar. In dieser Form der Dichtung ist neben der eigentlichen Dichtung auch ihre Lauffläche sowie ein sehr effektives System von Vorabdichtungen eingebaut.

Die Kasette besteht aus RWDR und Laufring, der die Dichtfläche für den Radialwellendichtring bildet. Der Laufring ist auf der Innenseite mit verschiedenen Gummiwülsten zur statischen Abdichtung und zur Verdrehsicherung auf der Welle zu sehen.

Das Schutzlippensystem kann hier sehr ausgeprägt sein. Bei den gezeigten Beispielen sind außen zwei bzw. eine kleine Schutzlippe eingebaut. Sie bilden durch den Kontakt mit dem Gehäuse eine Vorabdichtung. Anschließend sind zwei kleine, umlaufende Rippen als Labyrinth vorgesehen. Es folgt eine axiale, am Laufring anliegende Schutzlippe. Bei der einen Kasette ist eine federbelastete Schutzlippe, bei der anderen eine normale Schutzlippe vorgesehen.

Die obere Kasette dient zur Abdichtung von Öl, die untere dient zur Abdichtung von Fett. Aus diesem Grund kann man hier auf eine federbelastete Dichtlippe verzichten.

Bei der Verwendung von RWDR-Kassetten entfällt die aufwendige Bearbeitung der Welle. Die Wellenoberfläche kann hier eine feingedrehte Oberfläche aufweisen, da nur eine statische Abdichtung zum Laufring hin erfolgt.

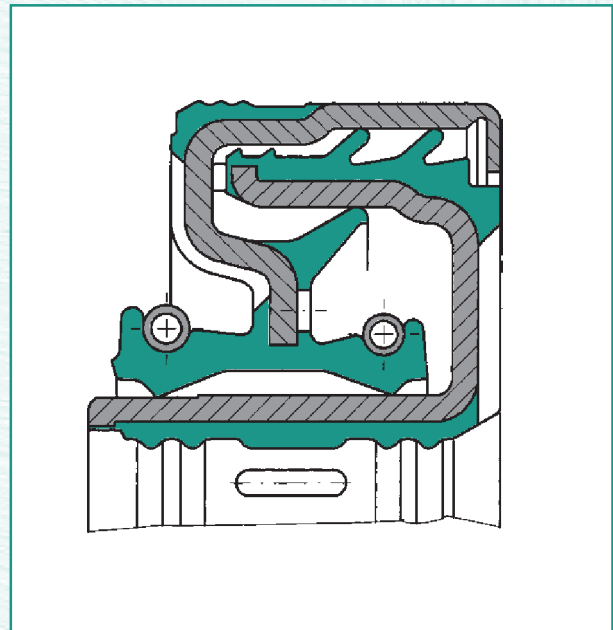


Bild 50

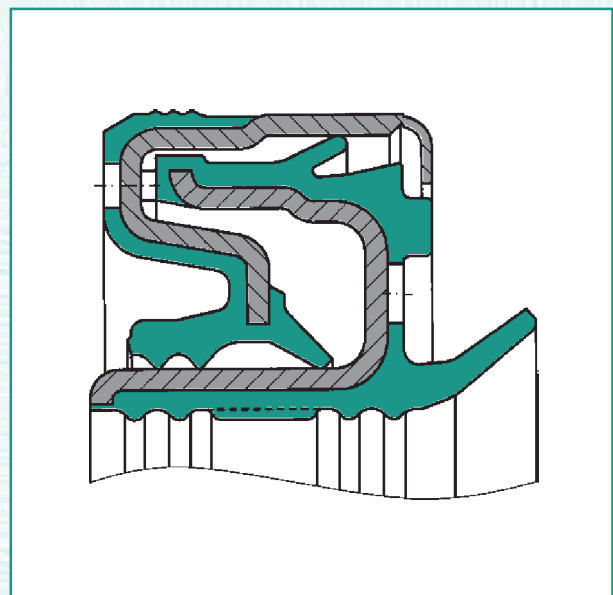


Bild 51

PTFE-ANWENDUNG ALS RWDR / IOS® / IOSS®

Die ständig steigenden technischen Anforderungen haben in der Automobilindustrie zum verstärkten Einsatz von PTFE-Dichtungssystemen (besonders im Motorenbereich) geführt.

PTFE-Materialien zeichnen sich besonders durch folgende Eigenschaften aus:

- Optimale Beständigkeit bei Einsatz von aggressiven Ölen und gleichzeitig hoher thermischer Beanspruchung.
- Stabiles Verhalten im Zusammenwirken mit Gegenlaufpartnern, z. B. Rauigkeit, Texturen, usw.

Unsere speziell abgestimmten Compounds tragen unter Berücksichtigung des Designs den unterschiedlichsten Anforderungen Rechnung, z. B. bei der Reduzierung von Verlustleistungen oder Einsatz von weichen Wellen sind unsere Konzepte erfolgreich.

Wir beraten unsere Kunden bei Montagesystemen.

Neben der RWDR-Bauweise produzieren wir Dichtmodule aus Al, Mg sowie Kunststoffen, auch mit integrierten Sensorsystemen zur Erfassung von Drehbewegungen, beispielsweise für das Motorenmanagement und für ABS-Systeme.

IOS® und IOSS® sind die für KACO geschützten Warenzeichen für eine Kombination aus Wellendichtring und Flansch (IOS® - Integrierter Oil Seal = Integrierter Wellendichtring) bzw. Wellendichtring und Flansch + Sensor (IOSS® = Integrierter Oil Seal + Sensor).

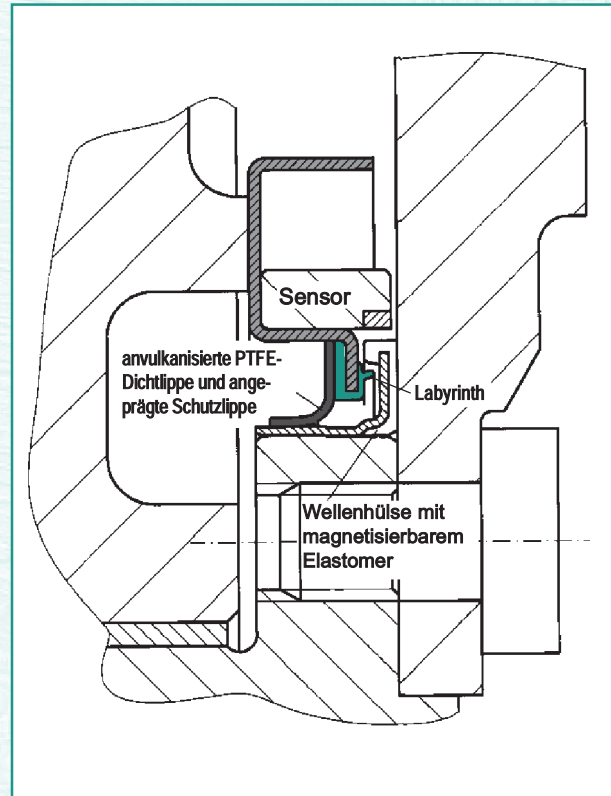


Bild 52

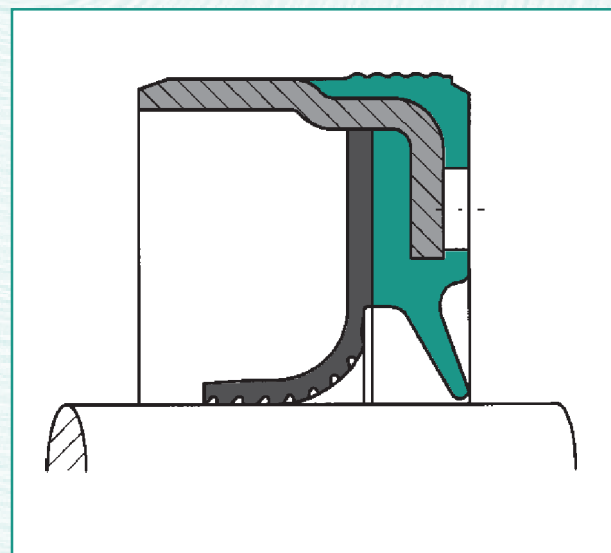


Bild 53

DICHTUNGSTHEORIE UND HYDRODYNAMISCHE VORGÄNGE IM BEREICH DER DICHTKANTE VON RADIA® -WELLENDICHTRINGEN

Die Dichtwirkung von Radialwellendichtringen wird sowohl vom Design als auch vom Werkstoff bestimmt. Wichtige Designgrößen sind die verwendete Feder, der luft- und ölseitige Winkel sowie der Innendurchmesser der Dichtlippe, die Membranlänge und Membrandicke, die Aufhängung der Lippe, der Federwirkabstand u.a.m. Beim Werkstoff beeinflussen die Polymere, die Füllstoffe und sonstigen Inhaltsstoffe die Dichtheit des Radialwellendichtringes.

Grundsätzlich muß bei der Auslegung eines Wellendichtringes der ölseitige Winkel etwa doppelt so groß wie der luftseitige sein, die Wirklinie der Feder axial gesehen in Richtung Luftseite liegen, die Dichtlippe Überdeckung zur Welle aufweisen etc. Die aus dem Aufdehnen der Dichtlippe resultierenden Rückstellkräfte, die sich in einen Federanteil und einen Gummianteil aufspalten, sorgen für eine radiale Anpressung der Dichtlippe auf die Welle.

Die daraus resultierende, in axialer Richtung unsymmetrische Anpreßkraftverteilung ist für die Dichtheit des Radialwellendichtringes entscheidend (Bild 54).

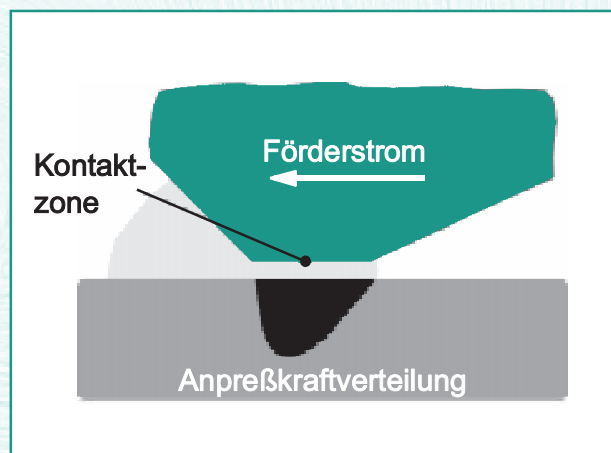


Bild 54

Aufgrund dieser Anpreßkraftverteilung ist der Wellendichtring in der Lage, das Öl im Ölraum zurückzuhalten bzw. in diesen wieder zurückzuführen.

Diese Fähigkeit ist dann gegeben, wenn das Maximum der Anpreßkraftverteilung im Verhältnis von ca. 1/3 : 2/3 zur Ölseite hin verschoben ist und diese Position sich über die gesamte Lebensdauer nicht signifikant ändert.

In der Draufsicht stellt sich die Anpreßkraft in Form von Isolinien wie in Bild 55 dar.

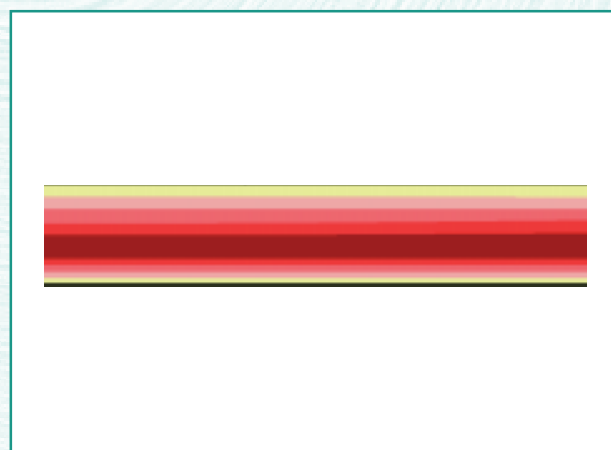


Bild 55: Ausschnitt eines Dichtkantenabdruckes ohne Drall

Mit ständig steigenden Anforderungen an den Radialwellendichtring war es notwendig geworden, dessen Dichtvermögen weiter zu verbessern. Dies wurde erreicht durch das Anbringen von sogenannten Drallstegen auf der Luftseite der Dichtlippe. Im dynamischen Zustand sorgen diese Drallrippen für eine Erhöhung des Pumpvermögens von der Luftseite zur Ölseite.

Bei Verwendung einer Welle mit Drehbewegung in nur eine Richtung sind die Drallrippen entsprechend nach einer Richtung ausgerichtet.

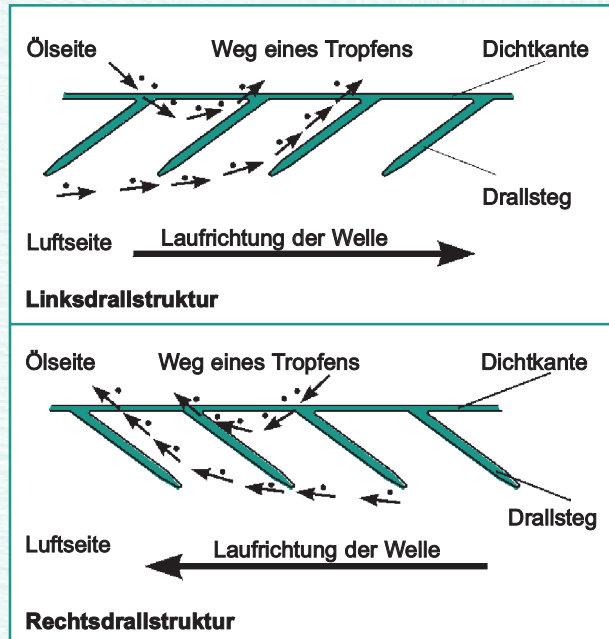


Bild 56

Läuft die Welle in beiden Drehrichtungen, so müssen die Drallstege paarweise angeordnet werden, was jedoch das Fördervermögen gegenüber Radialwellendichtringen mit einseitig gerichtetem Drall geringfügig reduziert.

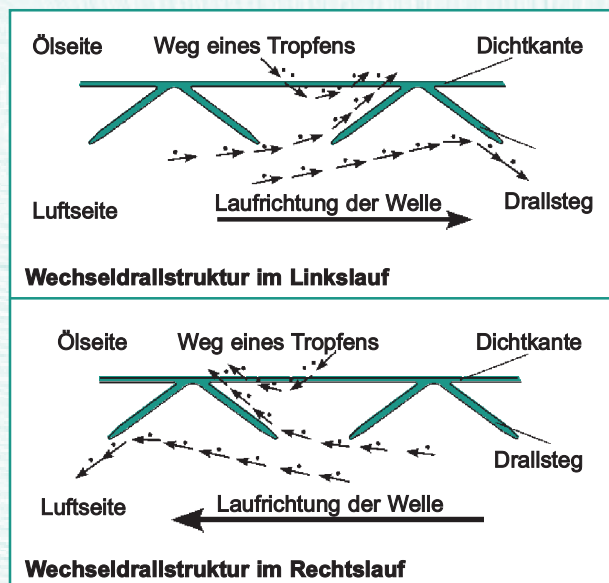


Bild 57

Die Enden der Drallstege liegen auf der Welle auf und verändern die Anpreßkraftverteilung des Radialwellendichtringes entsprechend.

KACO hat eine Meßmethode entwickelt, mit deren Hilfe eine exakte Bestimmung der Anpreßkraftverteilung von Radialwellendichtringen sowohl mit Elastomer- als auch mit PTFE-Dichtlippen möglich ist. Diese Messung gibt detaillierte Informationen über die korrekte Auslegung des Radialwellendichtringes im Dichtkantenbereich.

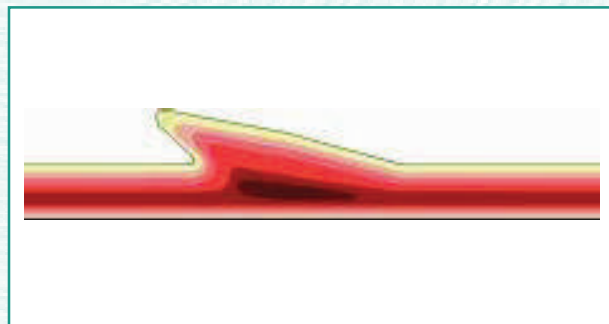


Bild 58: Ausschnitt eines Dichtkantenabdruckes mit Einfachdrall

PRÜFEINRICHTUNGEN

PRÜFSTANDSLAUF

Sehr wichtig für die Funktion eines Radialwellendichtringes ist sein Langzeitverhalten. Um dieses zu testen, prüfen wir den RWDR gemäß DIN 3761 auf unseren Prüfständen (Bild 59 und 61). Dabei werden 6 RWDR einem 240 h-Testlauf zu je 10 Zyklen unterzogen. Innerhalb jedes Zyklus wird der RWDR mit 6 h unter maximaler Drehzahl und Temperatur, 14 h unter mittlerer Drehzahl und Temperatur sowie 4 h Pause betrieben.

Je nach Kundenwunsch prüfen wir den RWDR auch unter Extrembedingungen. So kann der RWDR beispielsweise mit Sand oder mit Schlamm (Bild 60) von der Bodenseite beaufschlagt werden oder dem RWDR kann Heißluft auf der Bodenseite zugeführt werden.

Nach einem absolvierten Lauf wird der RWDR begutachtet. Waren alle 6 RWDR dicht und ist das Aussehen der Laufspur bzw. das Verschleißverhalten in Ordnung, wird er technisch freigegeben.



Bild 59: Dauerlaufprüfstände

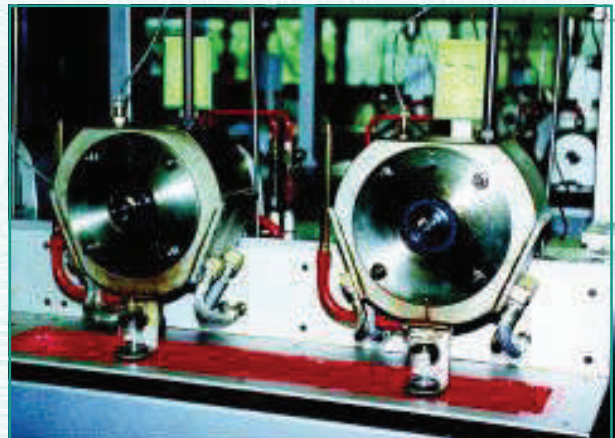


Bild 61: Prüfköpfe mit eingebautem Prüfling

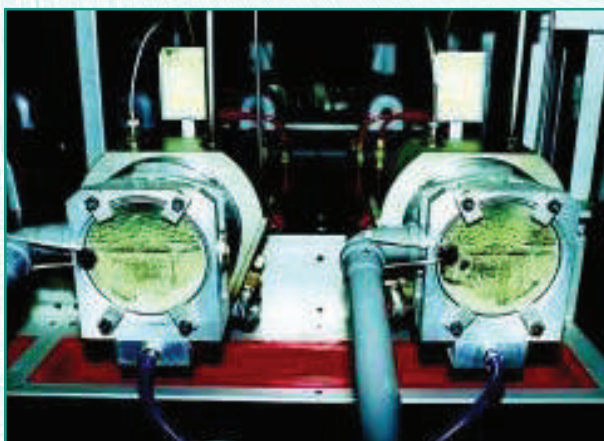


Bild 60: Schlammtest



Bild 62: Staubtest

VERHINDERUNG VON SCHÄDEN AM WELLENDICHTRING

Fehler beim Einbau, Überbeanspruchung des Gummiwerkstoffes oder besondere chemische und physikalische Vorgänge im Bereich der dynamischen Abdichtstelle können zu Undichtheit eines Wellendichtringes führen. Da sich durch Kenntnis der Zusammenhänge Mißerfolge in vielen Fällen vermeiden lassen, sollen im folgenden Abschnitt typische Ausfallursachen von Wellendichtringen näher besprochen werden.

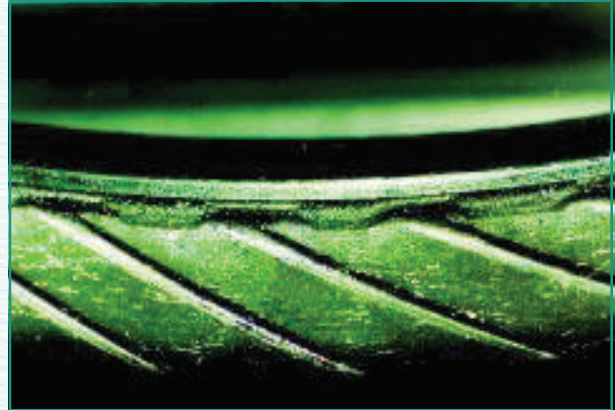


Bild 63:
 Montagebeschädigung des RWDR durch eine Vielkeilwelle

SCHRÄGER EINBAU VON WELLENDICHTRINGEN

Bei nicht sachgemäßer Montage (z. B. schräges Ansetzen oder Verkanten beim Einpressen) kommt es leicht zu einer Schrägstellung des Wellendichtringes in seiner Aufnahmebohrung. Die Schrägstellung verursacht eine über den Umfang der Welle ungleichmäßig verteilte Radialkraft.

Durch unzulässig große Schrägstellung besteht außerdem die Gefahr eines Pumpeffektes. Im Einzelfall kann das abzudichtende Medium unter der Dichtkante hindurch nach außen gedrückt werden.

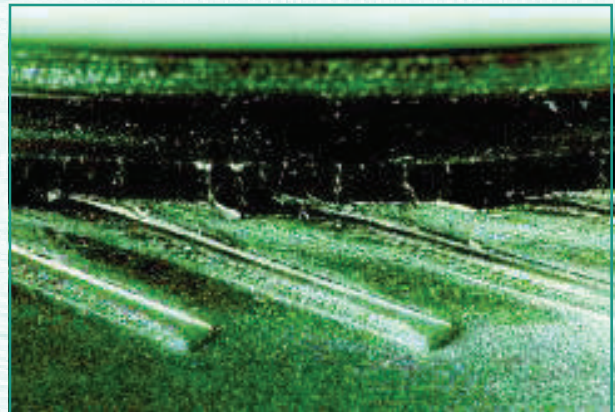


Bild 64:
 Dichtkante mit Härterissen (Dichtlippe in nicht gedehntem Zustand)

THERMISCHE ÜBERBEANSPRUCHUNG DER DICHTKANTE

Werden im Betrieb die zulässigen Einsatzgrenzen für Wellendrehzahl und Mediumstemperatur überschritten oder ist die Wärmeabfuhr von der Dichtkante durch fehlendes Kühlmedium unzureichend, kommt es zu einer Verhärtung der Dichtkante. Es bilden sich Härterisse quer zur Laufrichtung, die nach kurzer Zeit zur Undichtheit führen (Bild 64).

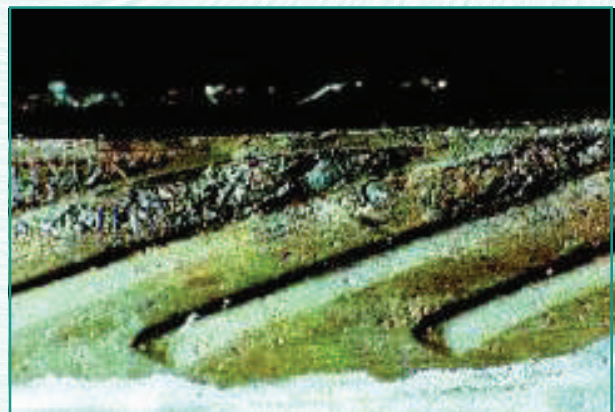


Bild 65:
 Dichtkante Ölkohleablagerungen

VERHINDERUNG VON SCHÄDEN

ABLAGERUNGEN AN DER DICHTKANTE

Durch Ablagerungen fester Fremdkörper-Partikel im Bereich der Dichtkante kann die geschlossene Kontaktfläche zwischen Dichtkante und Wellenoberfläche örtlich unterbrochen werden (Bild 66). Dies führt zwangsweise zu Leckage.

Zur Erläuterung seien die folgenden Beispiele angeführt: Bei der Abdichtung der Kurbelwelle von Dieselmotoren lagern sich kleinste Rußteilchen aus dem Motorenöl, die den Ölfilter des Motors passieren, an der Dichtkante ab und führen zu einer Unterbrechung der Laufspur. Zusätzlich bildet sich ein mehr oder weniger starker Damm, der den Zutritt des Mediums als Kühlmittel zur Dichtkante erschwert und deren thermische Beanspruchung um ein Vielfaches ansteigen läßt. Nur Fluor-Kautschuk erfüllt hier die erhöhten Anforderungen. Die vorgeschriebenen Ölwechselintervalle sind allerdings genau einzuhalten. Die genannten Ablagerungen können zu einer relativ tiefen Einlaufspur in der Welle führen.

Bei der Abdichtung von Getrieben, die mit Hypoidöl gefahren werden, können ebenfalls Ablagerungen an der Dichtkante der Wellendichtringe entstehen. Zur Verbesserung der Schmierfähigkeit, thermischen Stabilität und anderer wichtiger Eigenschaften besitzen Hypoidöle einen hohen Anteil an Wirkstoffen, die bei Erreichen eines bestimmten Energieniveaus an den Zahnflanken der Getrieberäder „anspringen“ und die gewünschte chemische Reaktion bewirken. Solche Reaktionsprodukte bilden sich aber auch an der Dichtkante des Wellendichtringes, wenn dort die dazu notwendige Temperatur herrscht. Die geschlossene Laufspur zwischen Dichtkante und Wellenoberfläche wird unterbrochen und damit geht die Dichtheit verloren. Ein chemischer Angriff des Elastomeres der Dichtlippe erfolgt dabei meistens nicht, so daß im Grunde der Dichtring nach Entfernen der Ablagerungen seine Aufgabe wieder erfüllen könnte. Da nicht alle Getriebeöle gleich reagieren, kann ein Wechsel der Ölsorte Verbesserung bringen.

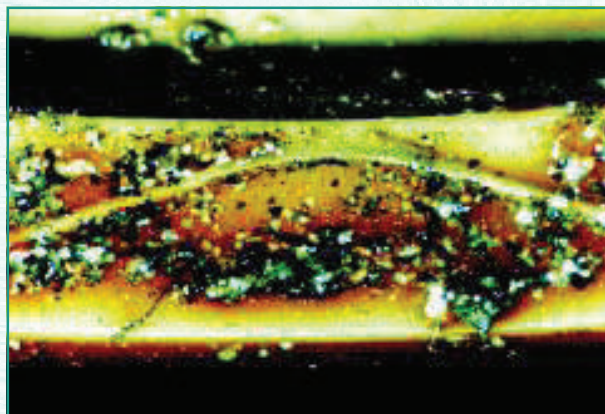


Bild 66:
Ablagerungen auf der Dichtkante



Bild 67:
Einlaufspur



Bild 68:
Schmutz

AUFBAU

Der Aufbau aller RWDR-Zeichnungen ist grundsätzlich gleich. Im linken Teil ist die Dichtung dargestellt. Darunter stehen die für das Design der Dichtung relevanten Angaben.

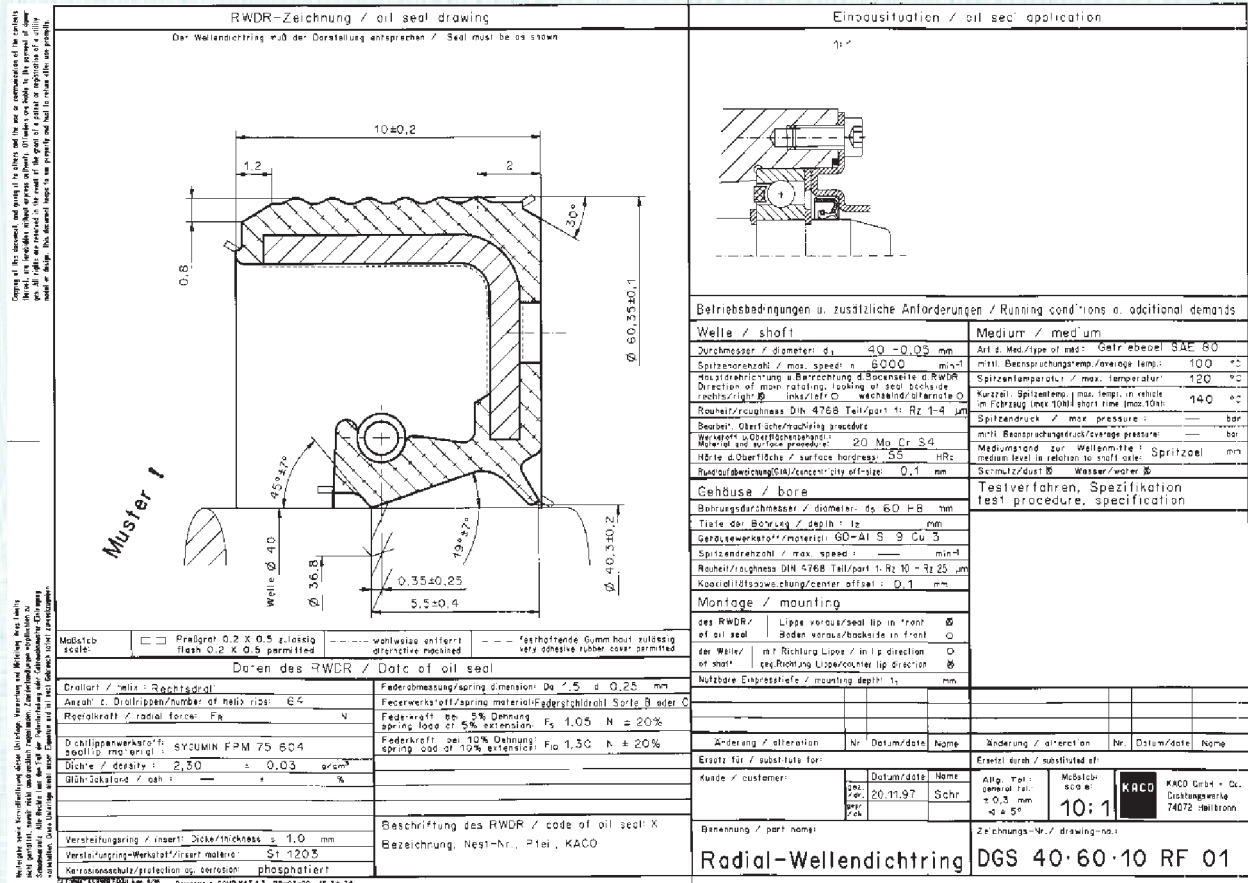
Im rechten Teil ist die Einbauzeichnung dargestellt. Darunter stehen die technischen Angaben zur Einbausituation.

Folgende Maße werden in der Zeichnung angegeben:

- Durchmesser der Welle
- Durchmesser der Bohrung
- Außendurchmesser des Sitzes

- Bauhöhe
- Maße der Einführfase (Höhe und Breite)
- minimales Maß des Durchmessers der Dichtlippe
- HF-Maß
- HD-Maß
- ölseitiger Kontaktwinkel
- luftseitiger Kontaktwinkel
- Durchmesser der Schutzlippe

Die Tolerierung dieser Maße ist in der DIN 3761 erläutert. Eine darüber hinausgehende Bemaßung ist nicht notwendig.



FAX-ANFRAGE

Absender:

FAXANFRAGE

Firma :
Ort :
Name :
Abteilung :
Telefon :
Fax :

An
KACO GmbH + Co.
Zentraler Vertrieb
D-74013 Heilbronn
Telefax: 00 49 (71 31) 6 36-4 13

Anfragegegenstand / Beschreibung in Stichworten / Jahresbedarf:

.....
.....
.....
.....
.....

Ansprechpartner beim Kunden:

Firma :
Name :
Telefon :

Ort :
Abteilung :
Fax :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Ja, senden Sie uns allgemeine technische Unterlagen | <input type="checkbox"/> Ja, wir brauchen Ihren Rat, bitte rufen Sie uns zurück |
| <input type="checkbox"/> Sonstiges / weitere Informationen:
.....
..... | <input type="checkbox"/> Ja, wir brauchen Sie vor Ort zu einem Beratungsgespräch |

Datum /Unterschrift

.....

Anlagen:

- Einbauskizze
- Lastenheft

TECHNISCHER FRAGENKATALOG

Um Anfragen von Kunden möglichst rasch zu beantworten, ist es nötig, das gesamte Dichtungs-umfeld zu kennen. Nur so ist es möglich, eine Dichtung speziell an die Anforderungen des Kunden

anzupassen. Aus diesem Grund haben wir auf den nächsten beiden Seiten einen Fragenkatalog zusammengestellt, den Sie bei einer Anfrage möglichst vollständig ausgefüllt haben sollten.

Kunde

Firma: Gesprächspartner: Abt.:
 Straße: PLZ, Ort:
 Telefon: Fax:
 KACO Kontaktpers: Vertrieb(Tel/Fax):
 Entwicklung (Tel/Fax):

Einbaustelle

Projekt:
 Projektstatus: neu/Variante/laufende Serie/
 Original-Teile-Nr:
 Kundenunterlagen Einbauzeichnung/Entwurf/Fax/Teilezeichnung/

Angaben zur Welle

Wellen- ϕ : Toleranz: Wellenart: Vollwelle / Hohlwelle / Büchse
 Rauheit: R_z Härte: Werkstoff:
 Beschreibung der Wellenoberfläche:
 Rundlaufabweichung: Koaxialität:
 Wellenfase: Länge: Winkel:
 Besonderheiten:

Angaben zur Bohrung

Bohrungs- ϕ : Toleranz: Bohrungstiefe:
 Rauheit: R_z Härte: Werkstoff:
 Beschreibung der Bohrungsoberfläche:
 Bohrungsfase: Länge: Winkel:
 Besonderheiten:

Angaben zur Montage

Montagefolge bitte ankreuzen bzw. Reihenfolge eintragen:



Montage: manuell / halbautomatisch / vollautomatisch / Automat vorhanden / neu

Montagezustand	RWDR:	trocken	geölt	gefettet
	Bohrung:	trocken	geölt	gefettet

Angaben zur Einbausituation

Welle	fest	drehend	schwenkend	oszillierend	
Bohrung	fest	drehend	schwenkend	oszillierend	
Drehzahl ($1/\text{min}$)	von	bis	Drehrichtung: links	rechts	wechselnd
Schwenkwinkel ($^\circ$)	von	bis	Frequenz (Hz):		
Hublänge (mm)	von	bis	Frequenz (Hz):		

EINBAUBEISPIELE VON RADIA[®]-WELLENDICHTRINGEN

DEFINITION

RADIA[®]-Wellendichtringe (technischer Begriff: Radialwellendichtring, auch RWDR) sind Dichtelemente zur radialen Abdichtung rotierender Wellen und zur Abdichtung von Räumen mit geringem Druckunterschied.

Der RWDR hat mehrere Aufgaben:

- statische Abdichtung zwischen Gehäusebohrung und Sitzdurchmesser des RWDR
- statische Abdichtung zwischen Dichtlippe und Welle während des Stillstandes der Welle
- dynamische Abdichtung zwischen Dichtlippe und Welle während des Betriebes
- Zurückfördern von Medium auf der Luftseite in den Ölraum
- Abdichten des Ölraumes gegen Schmutz oder Staub von außen

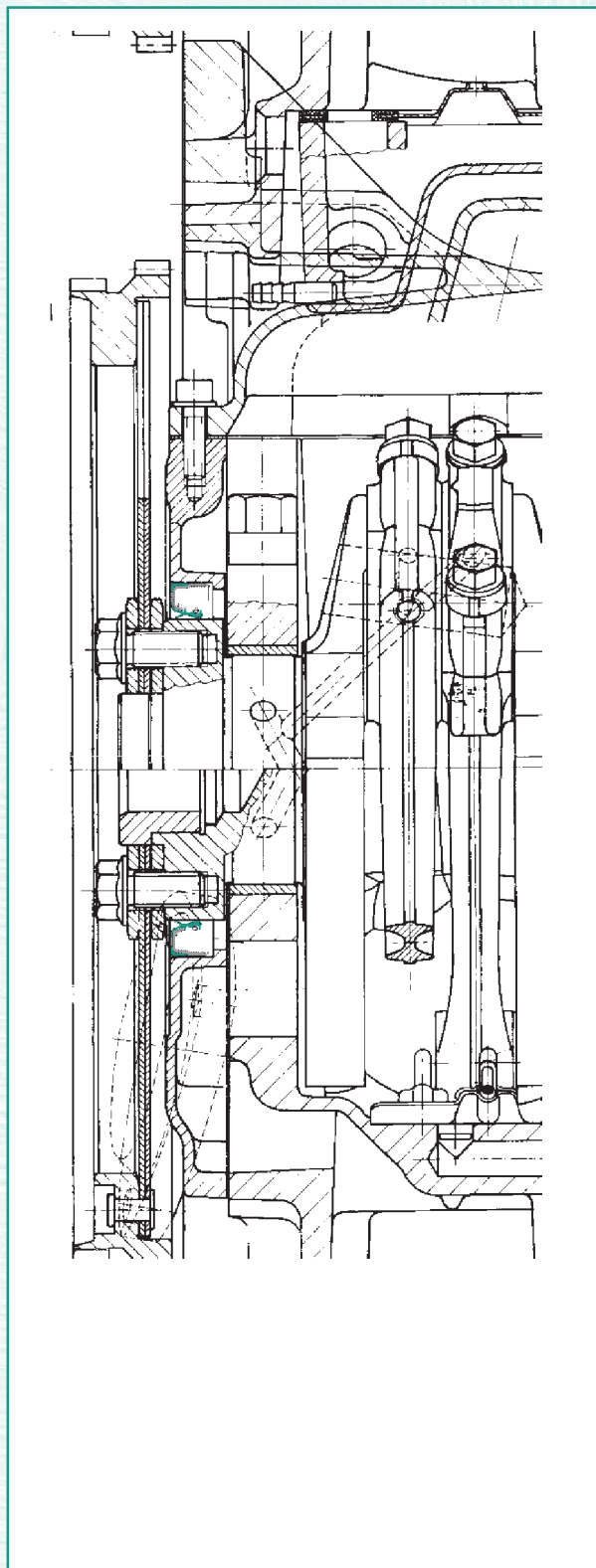
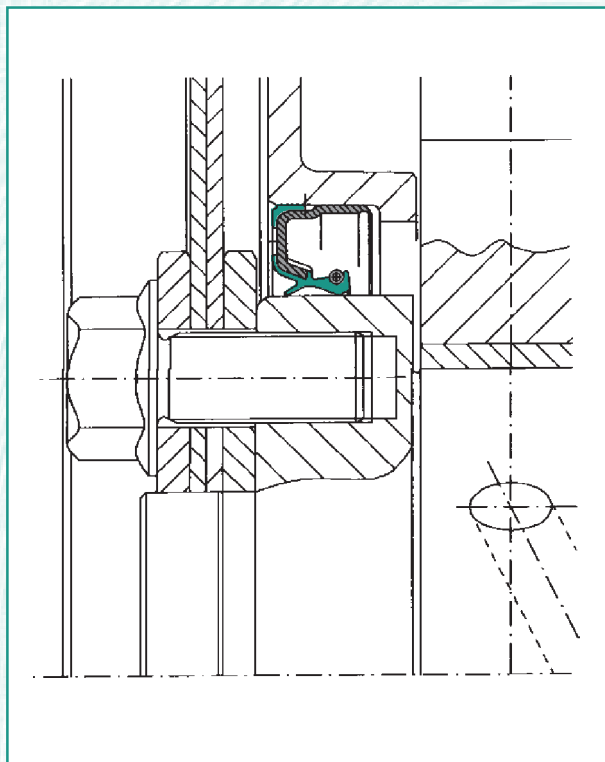
Die nachfolgenden Bilder zeigen typische Einbaubeispiele für RADIA[®]-Wellendichtringe.

Klassische Anwendungen sind im Motor (Kurbelwelle vorne und hinten sowie Nockenwelle) sowie im Getriebe (Getriebeeingang, Getriebeausgang sowie Medientrennung).



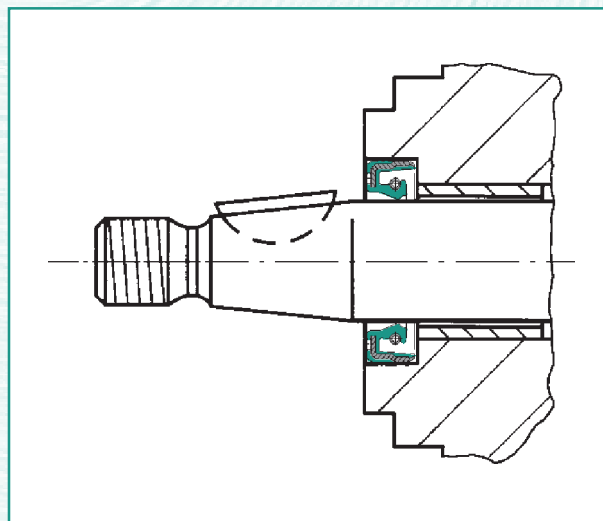
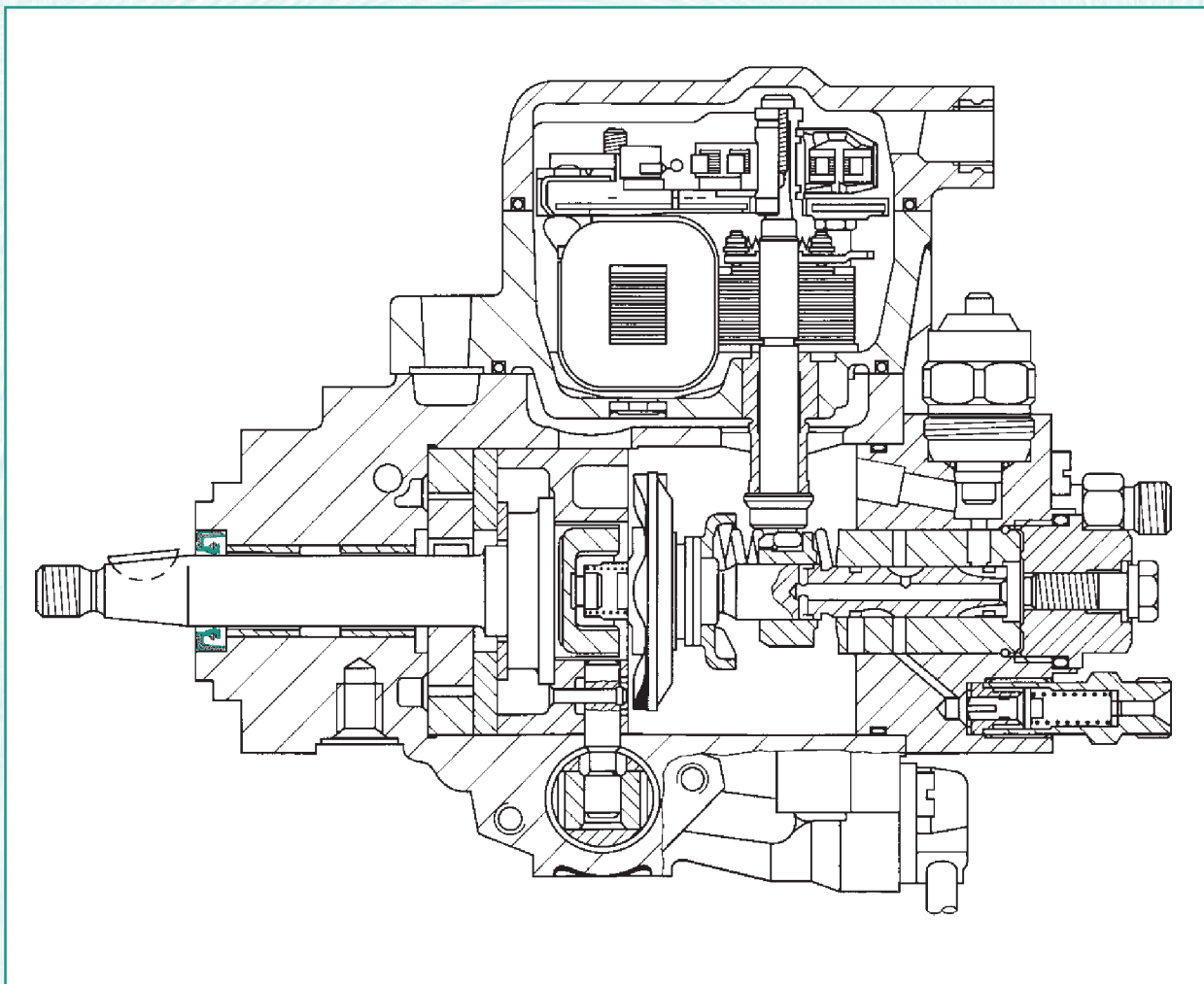
EINBAUBEISPIELE

ABDICHTUNG VW KURBELWELLE HINTEN (V8)



Einbaustelle: Kurbelwelle hinten (V8)
 Wellendurchmesser: 85 mm
 Max. Wellendrehzahl: 6000 min⁻¹
 Abdichtendes Medium: Motorenöl
 Max. Mediumtemperatur: 150°C
 Eingesetzter RADIA®
 Wellendichtring: DFS 85x105x11 LTF04

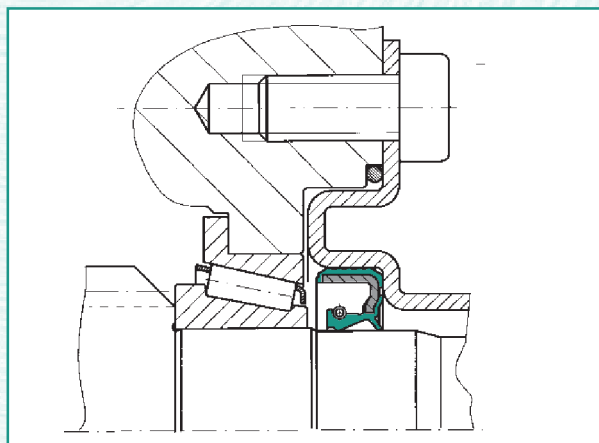
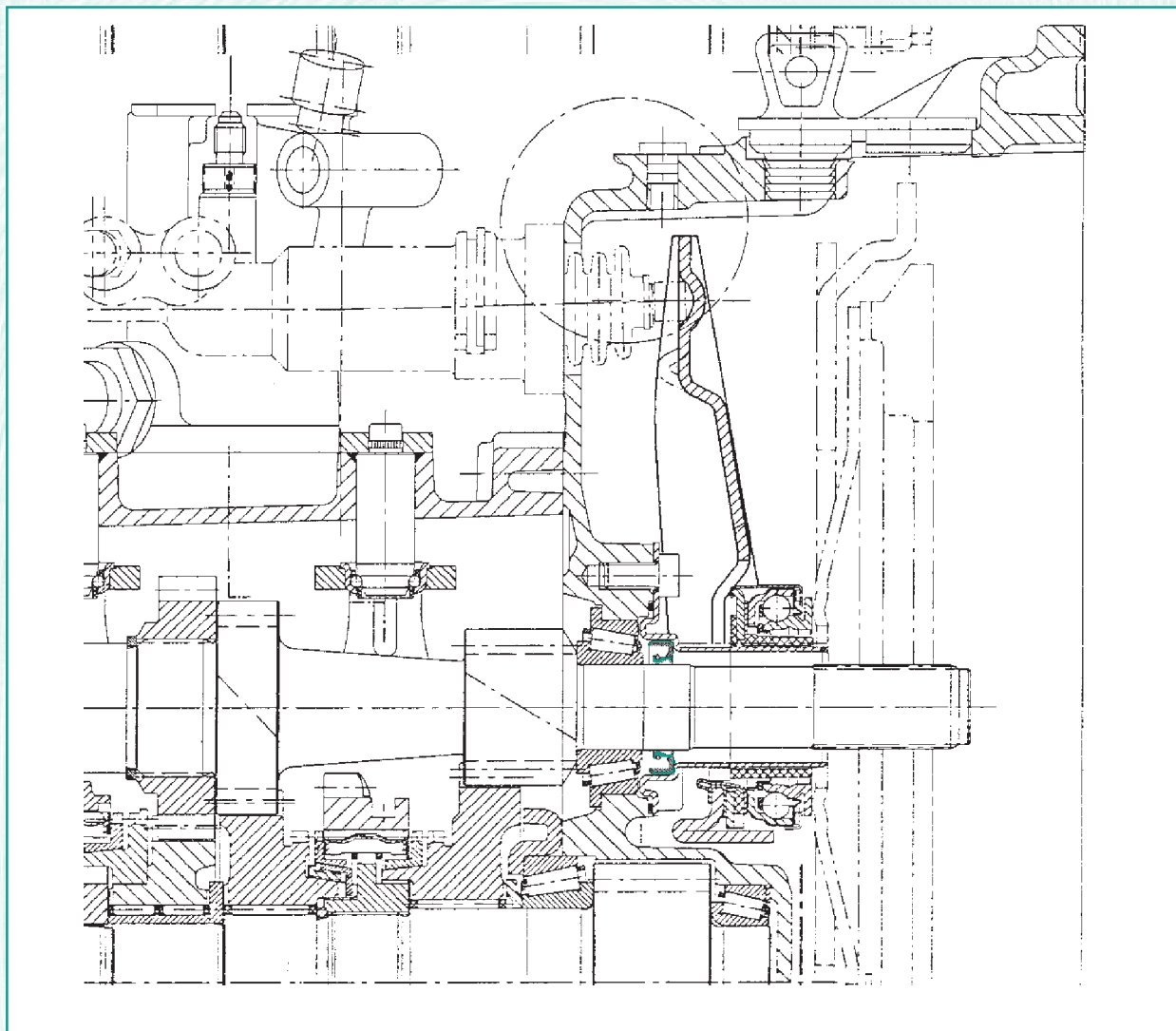
**ABDICHTUNG
 BOSCH VERTEILEREINSPRITZPUMPE**



Einbaustelle: Verteilereinspritzpumpe
 Wellendurchmesser: 20 mm
 Max. Wellendrehzahl: 2500 mm
 Abzudichtendes Medium: Dieselkraftstoff
 Max. Mediumstemperatur: 80°C
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DF 20x31x7,3 TVF03

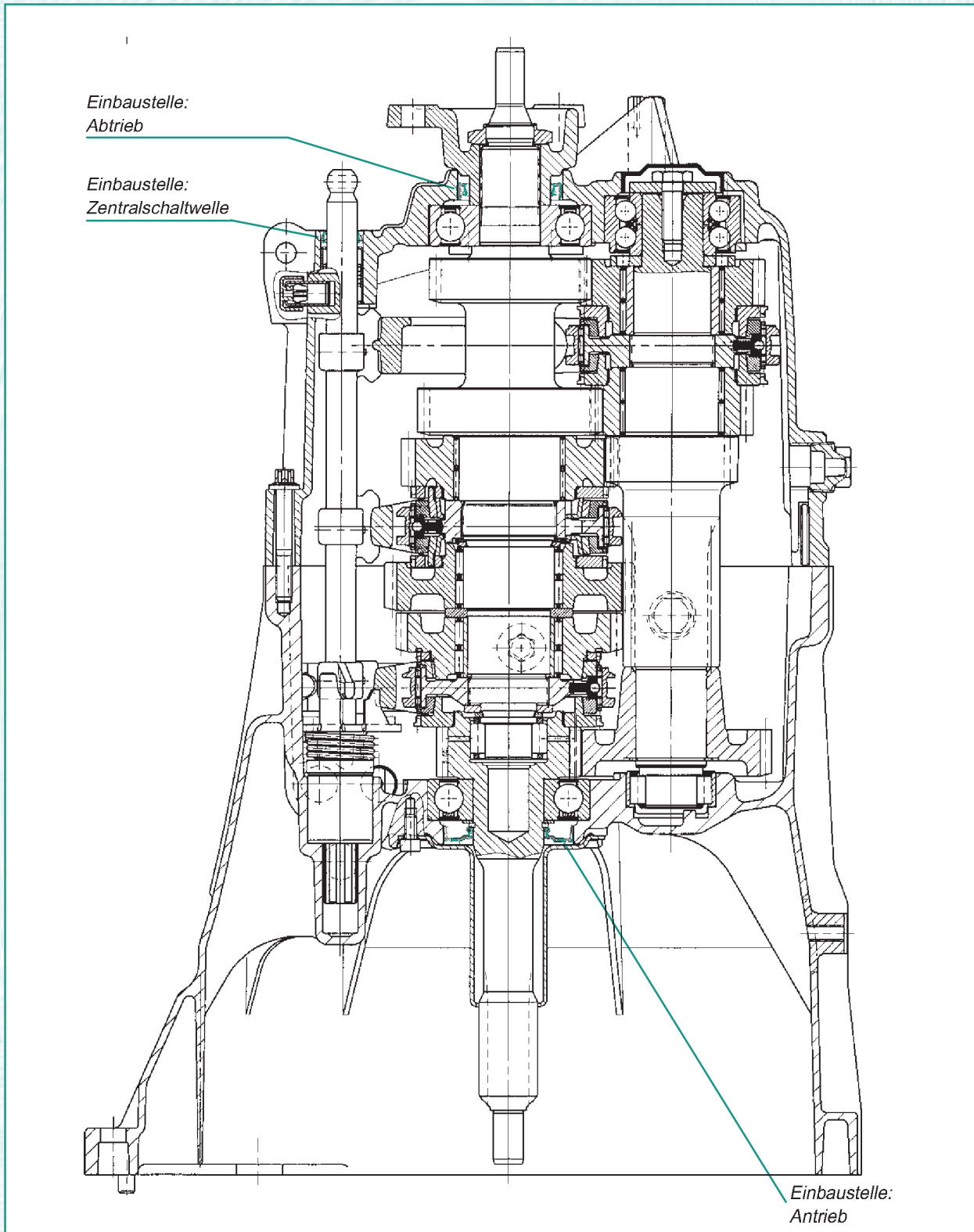
EINBAUBEISPIELE

ABDICHTUNG AUDI-SCHALTGETRIEBE



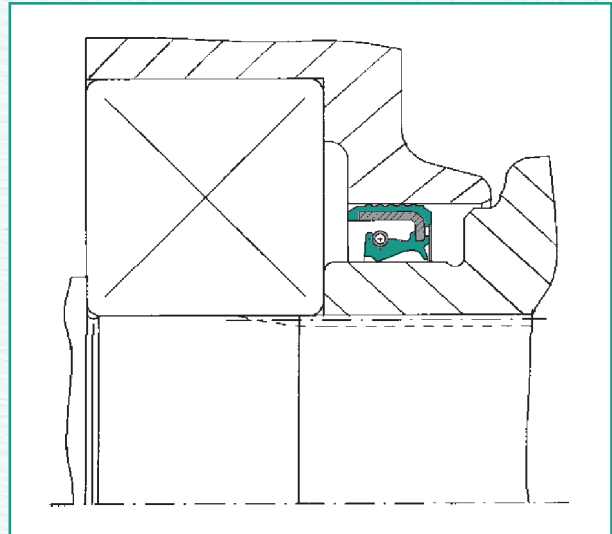
Einbaustelle: Hauptwelle-Schaltgetriebe
 Wellendurchmesser: 25 mm
 Max. Wellendrehzahl: 7000 min⁻¹
 Abzudichtendes Medium: Getriebeöl
 Max. Mediumstemperatur: 150°C
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DGS 24,9x40x8 RF01

ABDICHTUNG ZF-PKW-SCHALTGETRIEBE

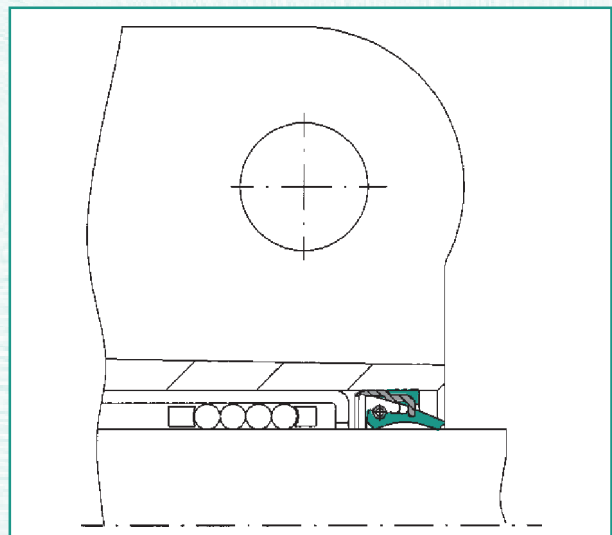


EINBAUBEISPIELE

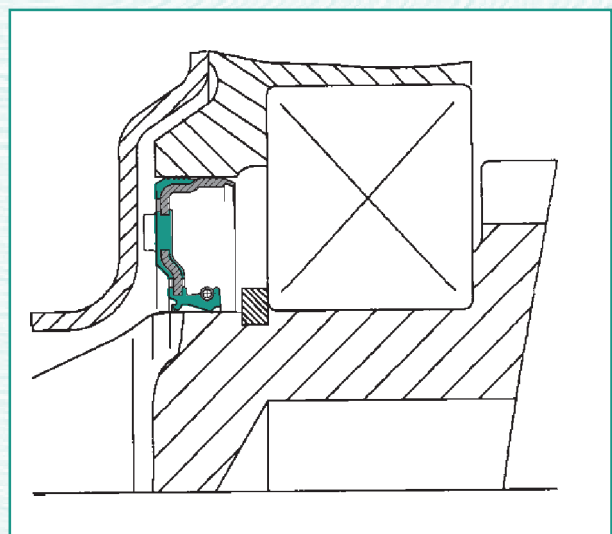
Einbaustelle: Abtrieb
 Wellendurchmesser: 50 mm
 Max. Wellendrehzahl: 6500 min⁻¹
 Abdichtendes Medium: Getriebeöle
 Max. Mediumtemperatur: 150°C
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DGS 50x62x9 LF01



Einbaustelle: Zentralschaltwelle
 Wellendurchmesser: 15 mm
 Axialhub: 25 mm
 Abdichtendes Medium: Getriebeöl / Fett
 Max. Mediumtemperatur: 150°C
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DFS 15x21x5/7 T02



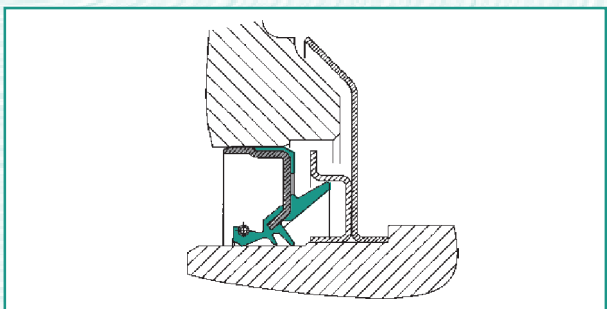
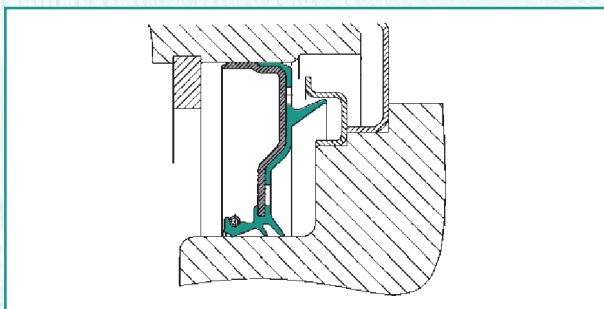
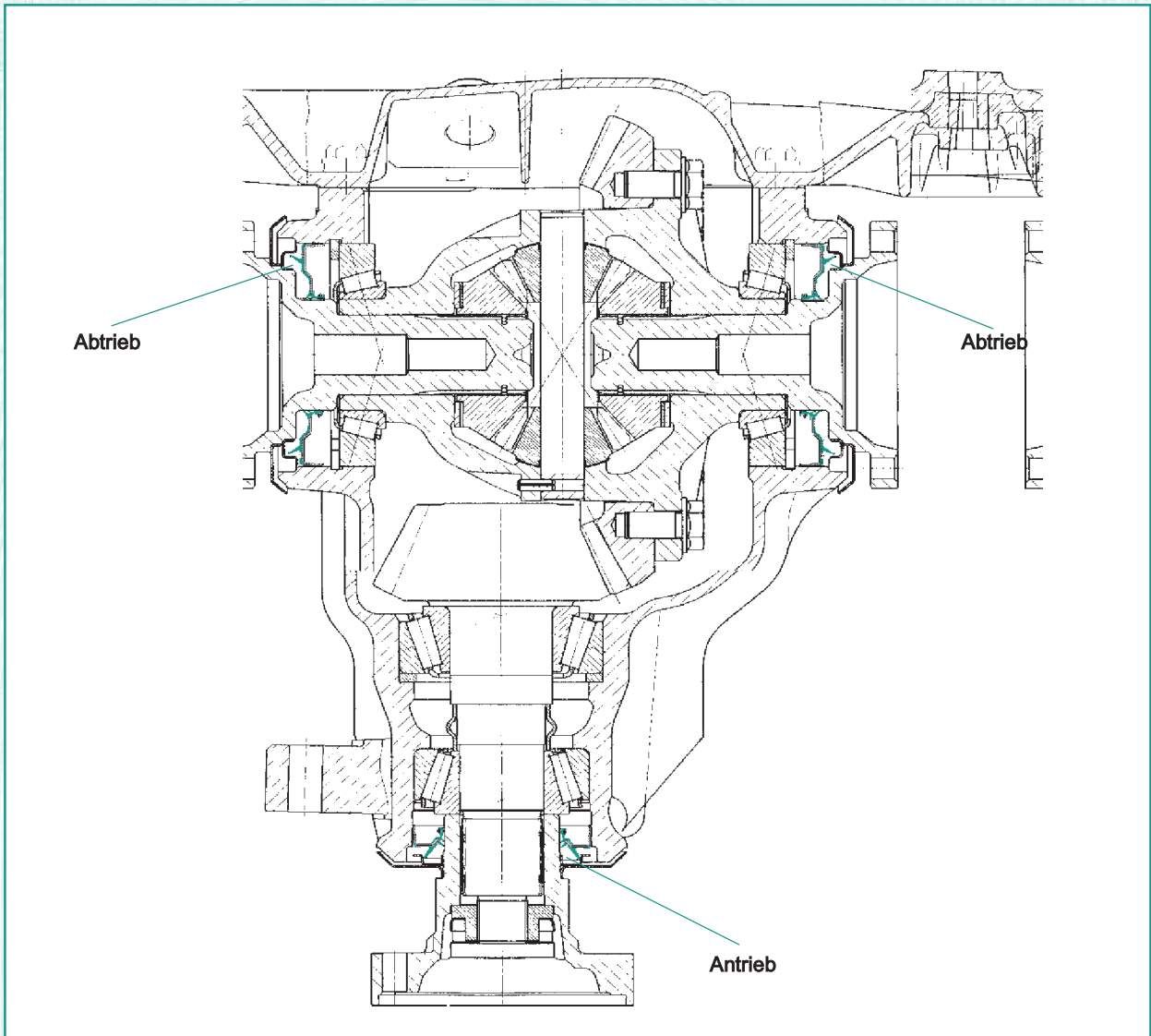
Einbaustelle: Antrieb
 Wellendurchmesser: 39,9 mm
 Max. Wellendrehzahl: 6500 min⁻¹
 Abdichtendes Medium: Getriebeöle
 Max. Mediumtemperatur: 150°C
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DFS 39,9x70x9 RTF01



ABDICHTUNG BMW-HINTERACHSGETRIEBE



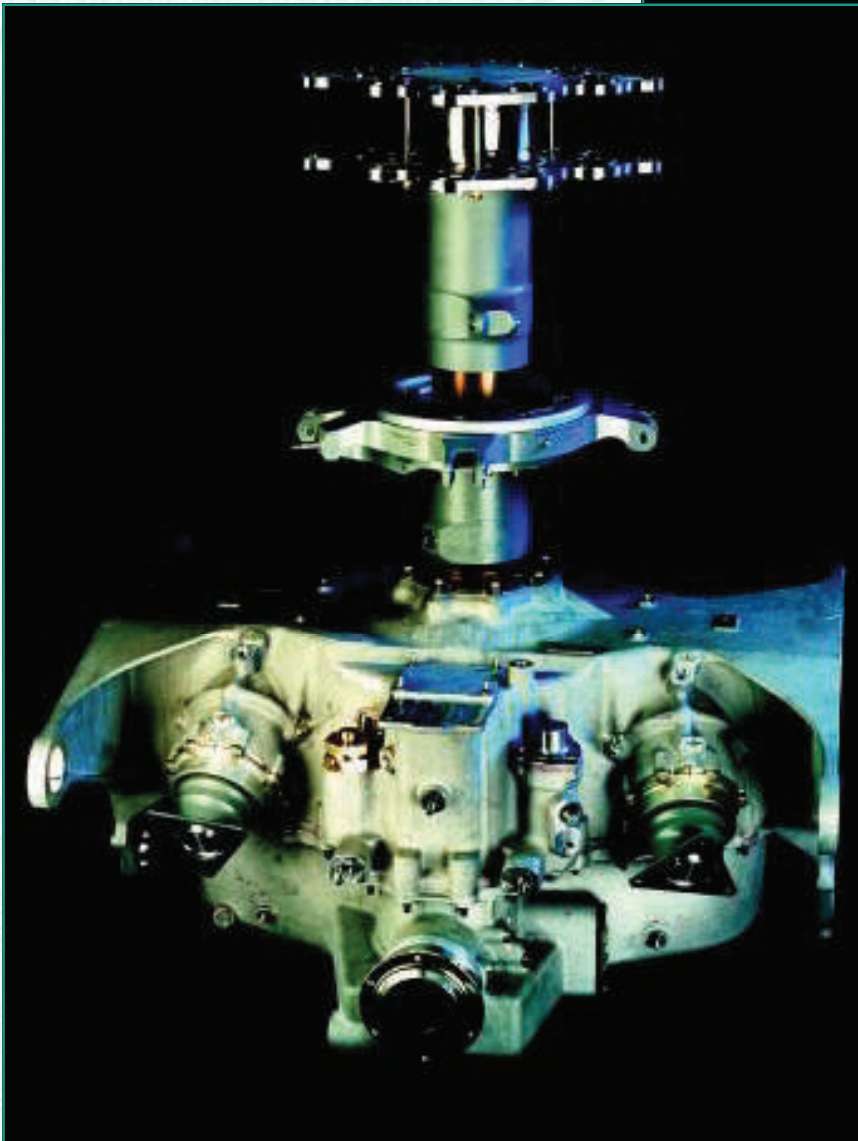
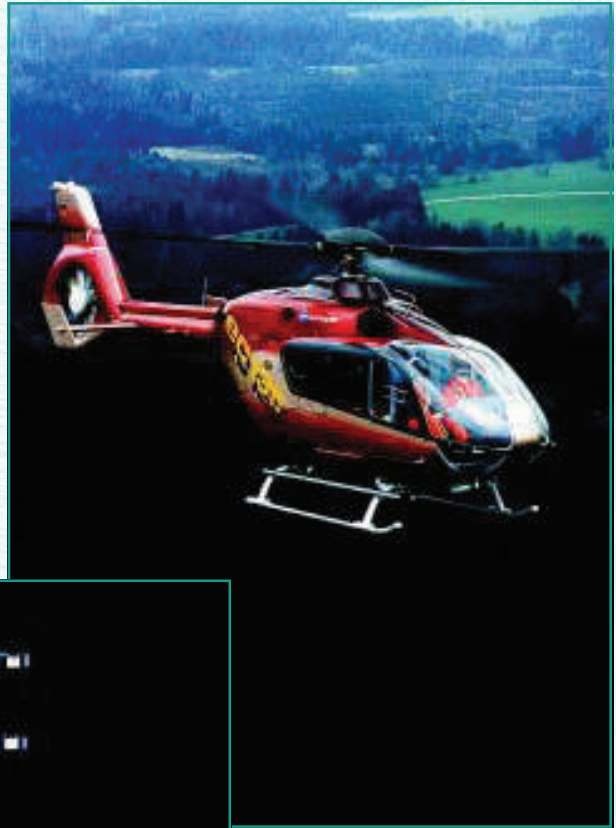
EINBAUBEISPIELE



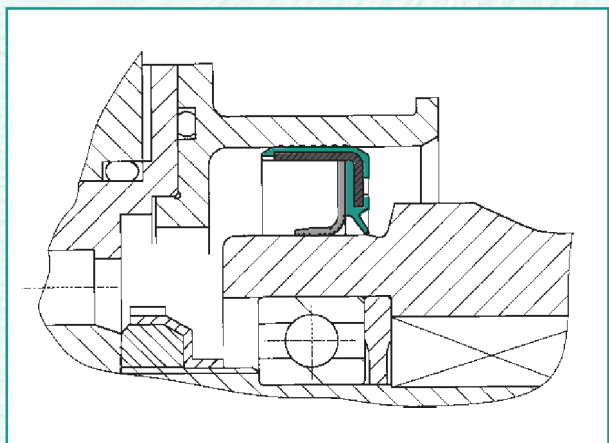
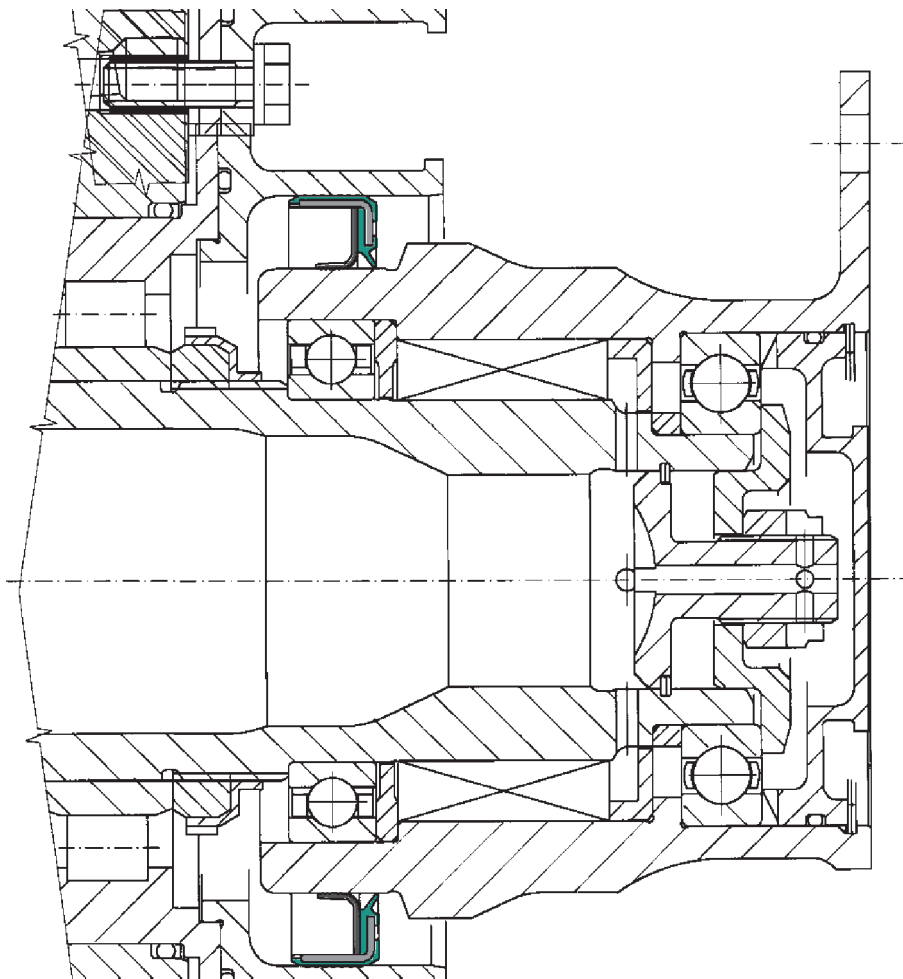
Einbaustelle: Abtrieb
 Wellendurchmesser: 50 mm
 Max. Wellendrehzahl: 2500 min⁻¹
 Abdichtendes Medium: Getriebeöle
 Max. Mediumtemperatur: 150°C
 Eingesetzter RADIA® -
 Wellendichtring: DSS 50x100,1x10/15 WTDF 01

Einbaustelle: Antrieb
 Wellendurchmesser: 50 mm
 Max. Wellendrehzahl: 8000 min⁻¹
 Abdichtendes Medium: Getriebeöle
 Max. Mediumtemperatur: 150°C
 Eingesetzter RADIA® -
 Wellendichtring: DSS 50x78x10/15 RTDF 01

ABDICHTUNG ZF HUBSCHRAUBERGETRIEBE



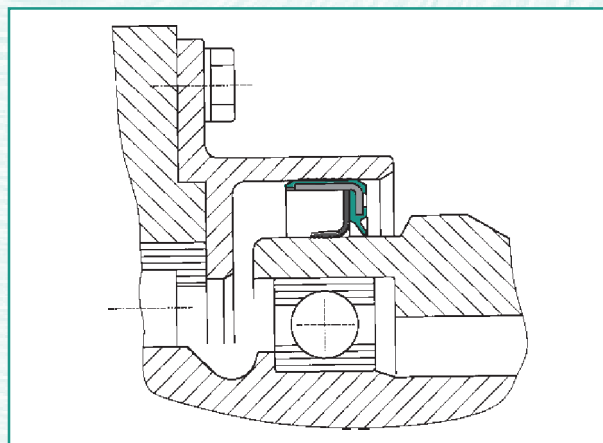
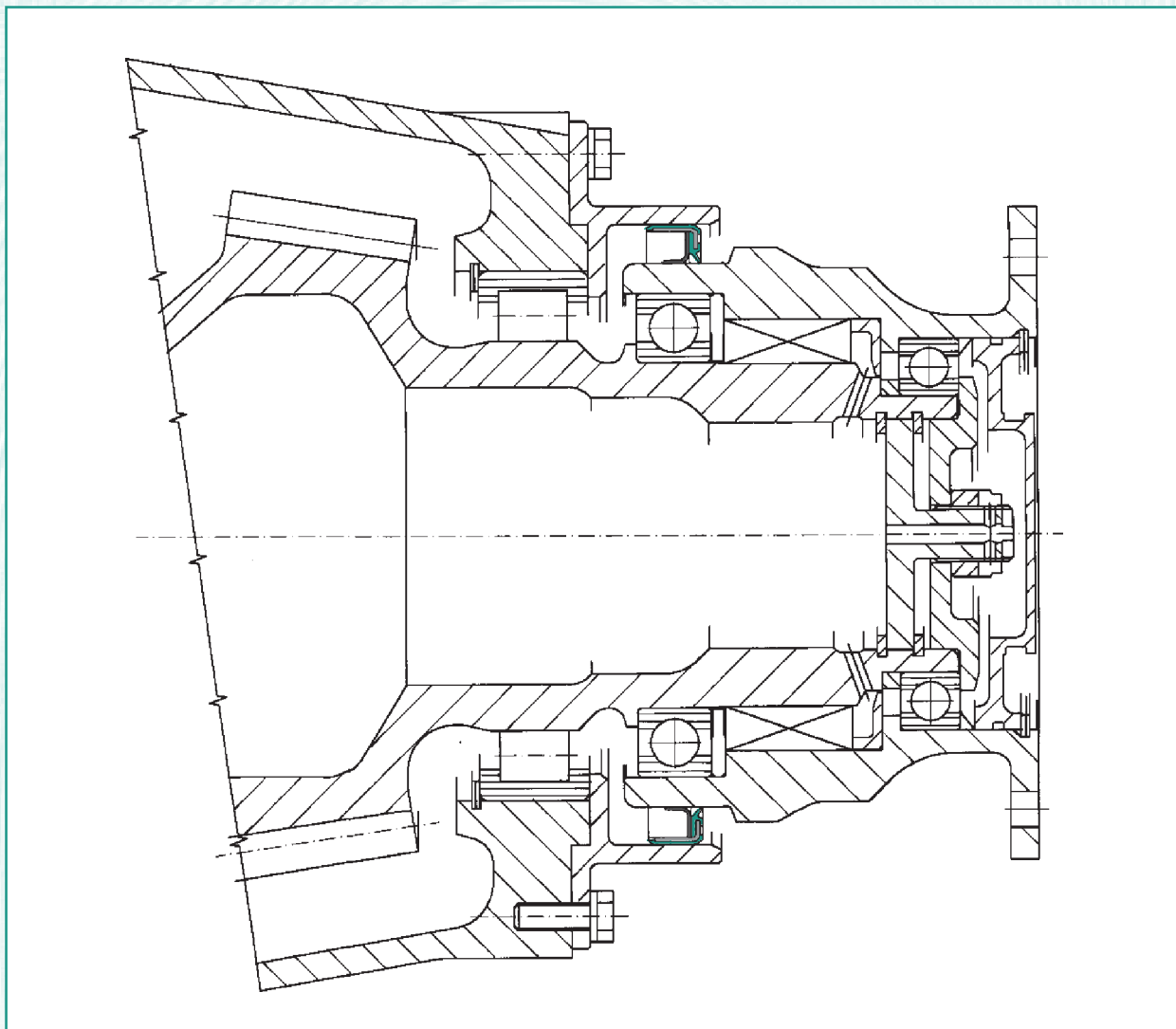
EINBAUBEISPIELE



Einbaustelle: Hubschrauberge triebe, Antriebswelle
 Wellendurchmesser: 86 mm
 Max. Wellendrehzahl: 6000 min⁻¹
 Abzudichtendes Medium: Öl
 Max. Mediumtemperatur: 120°C
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DEST 86x106x12 R01



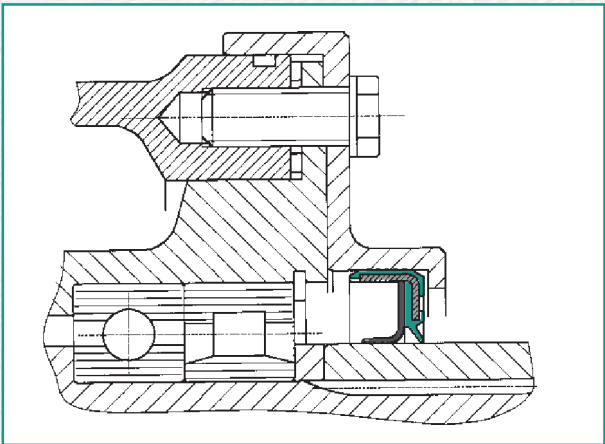
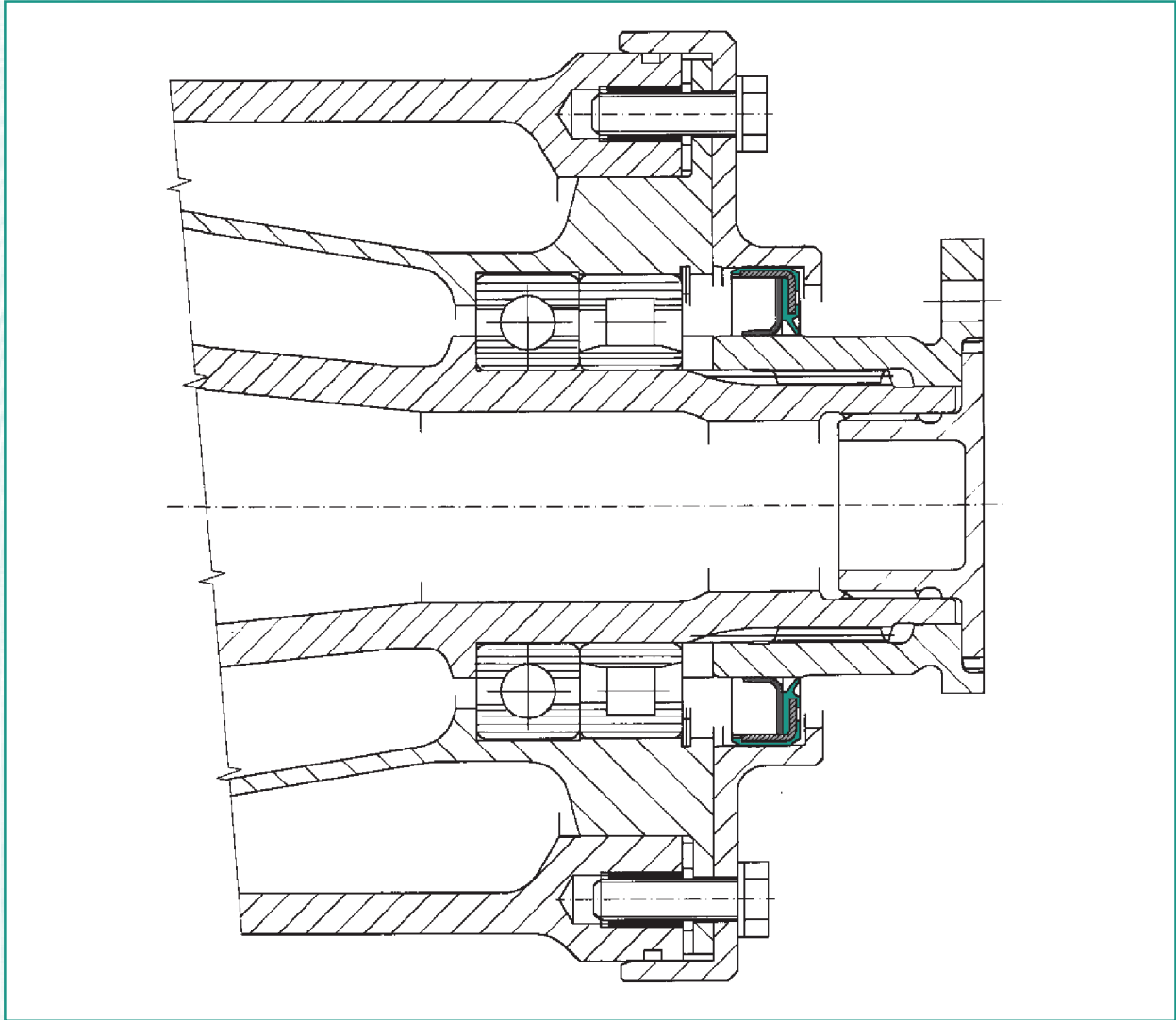
ABDICHTUNG ZF-HUBSCHRAUBERGETRIEBE



Einbaustelle: Hubschraubergetriebe, Antriebswelle
 Wellendurchmesser: 118 mm
 Max. Wellendrehzahl: 6000 min⁻¹
 Abdichtendes Medium: Öl
 Max. Mediumtemperatur: 120°C
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DEST 118x135x12 R01

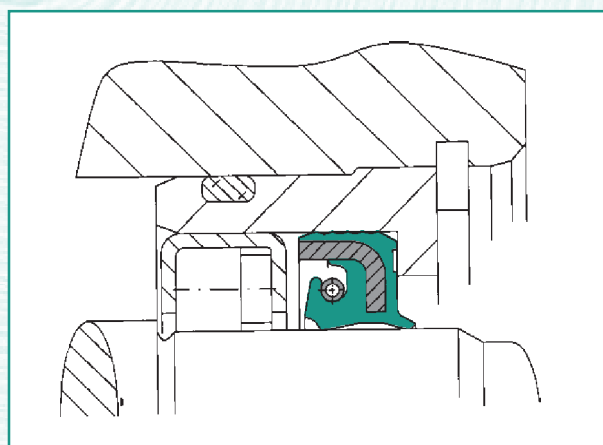
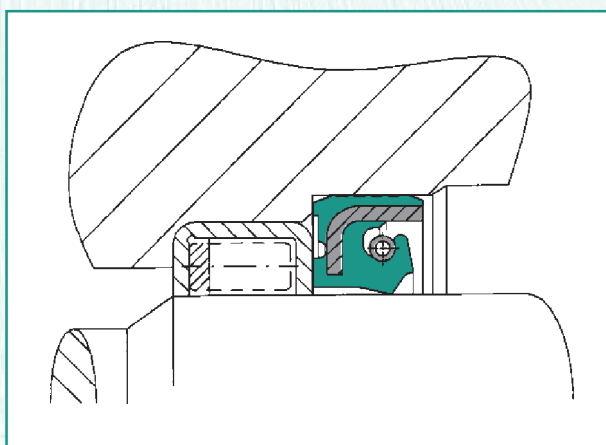
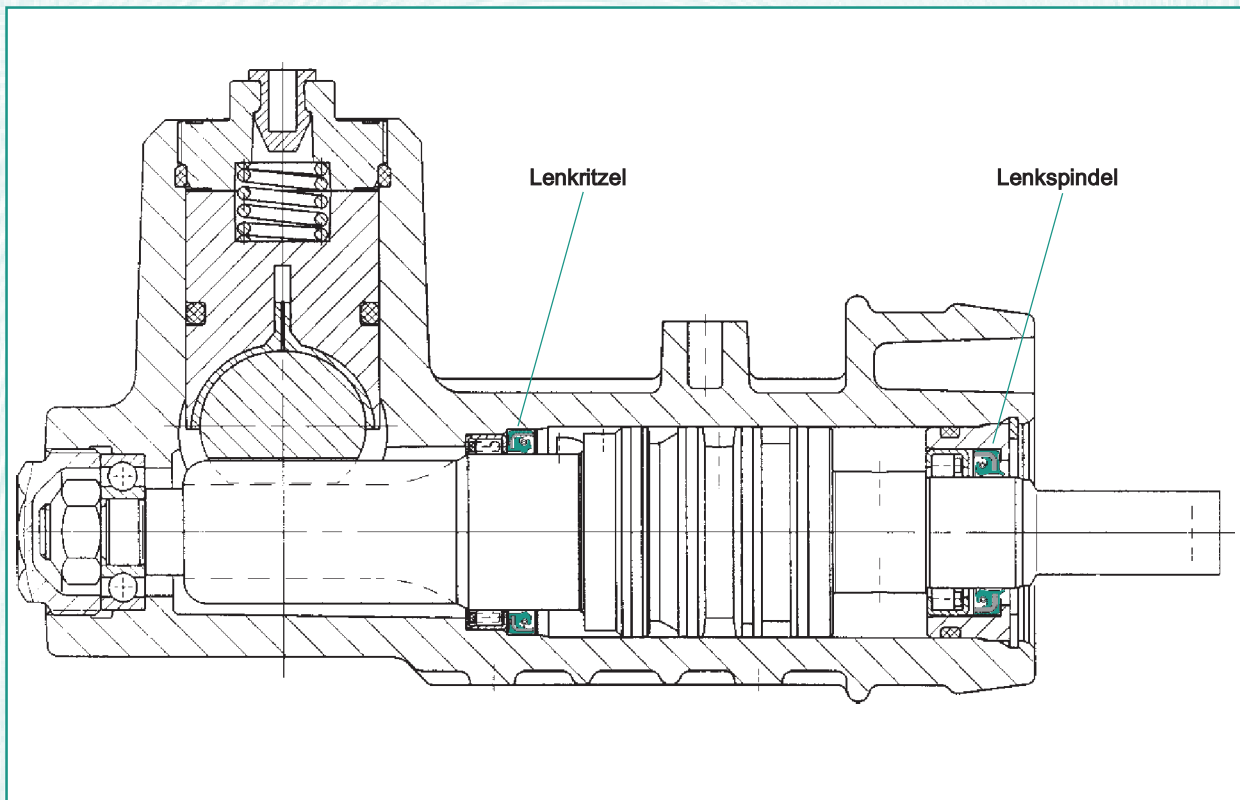
EINBAUBEISPIELE

ABDICHTUNG ZF-HUBSCHRAUBERGETRIEBE



Einbaustelle: Hubschraubergetriebe, Heckrotorabtrieb
 Wellendurchmesser: 50 mm
 Max. Wellendrehzahl: 3300 min⁻¹
 Abzudichtendes Medium: Öl
 Max. Mediumtemperatur: 120°C
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DEST 50x70x10 L01

**ABDICHTUNG
ZF-LENKGETRIEBE**

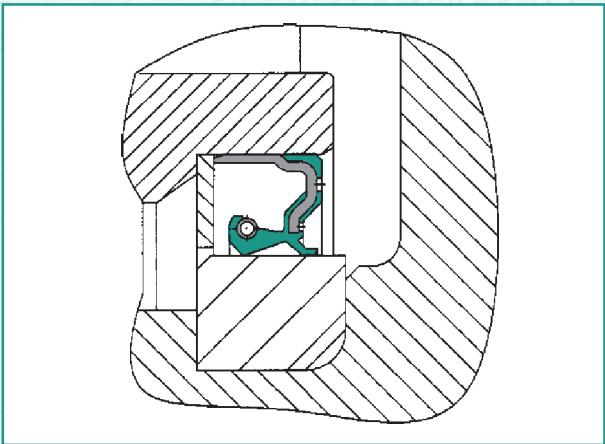
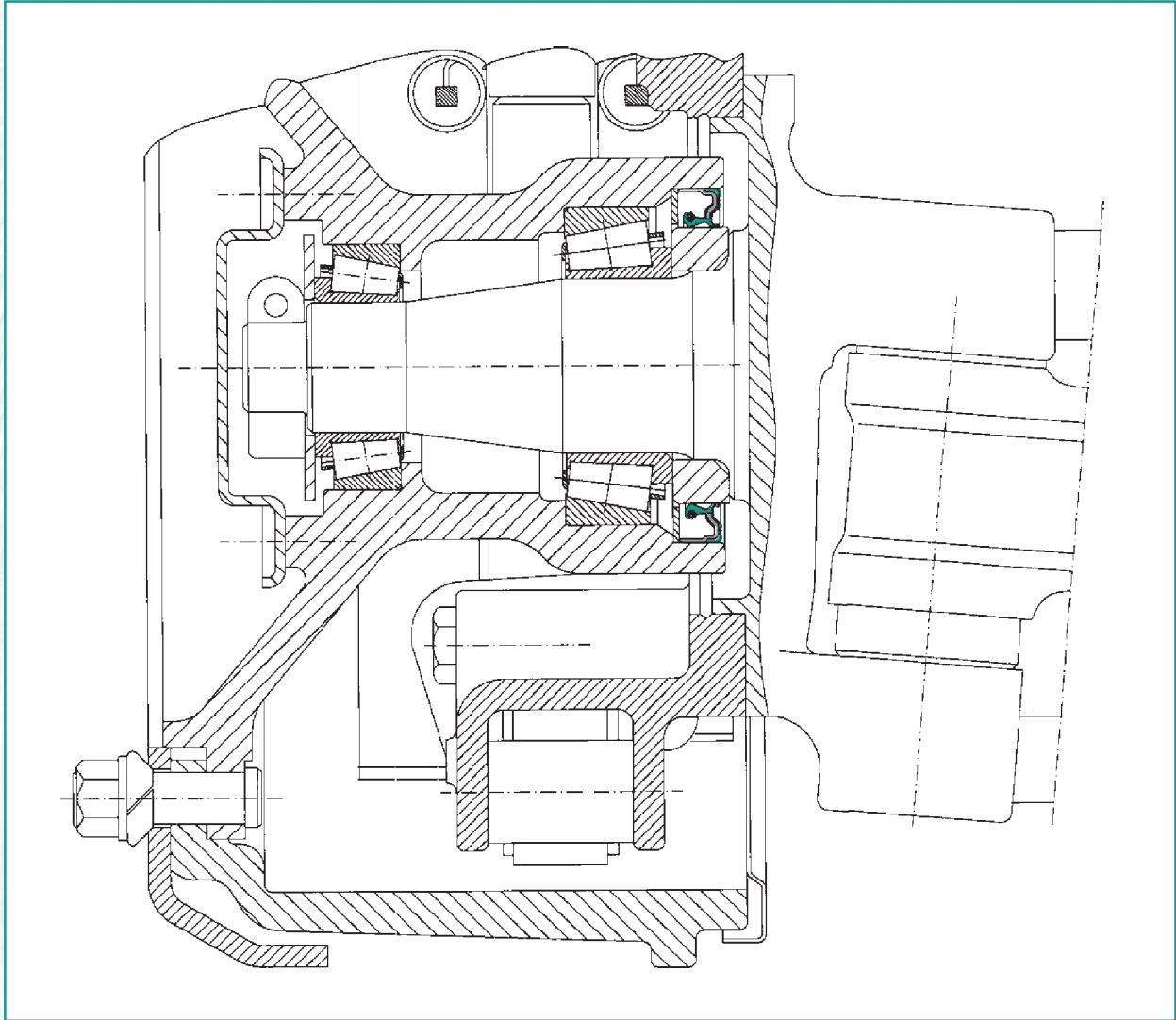


Einbaustelle: Lenkritzel
 Wellendurchmesser: 28 mm
 Schwenkbewegung: 60° / 120 min⁻¹
 Abdichtendes Medium: ATF-Öl
 Max. Mediumtemperatur: 140°C
 Druck: 0 - 20 bar
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DG 28x37x5 VF02

Einbaustelle: Lenkspindel
 Wellendurchmesser: 20 mm
 Schwenkbewegung: 60° / 120 min⁻¹
 Abdichtendes Medium: ATF-Öl
 Max. Mediumtemperatur: 140°C
 Druck: 0 - 20 bar
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DGS 20x30x5/6 VF01

EINBAUBEISPIELE

ABDICHTUNG RADNABENABDICHTUNG EINER LKW HINTERACHSE

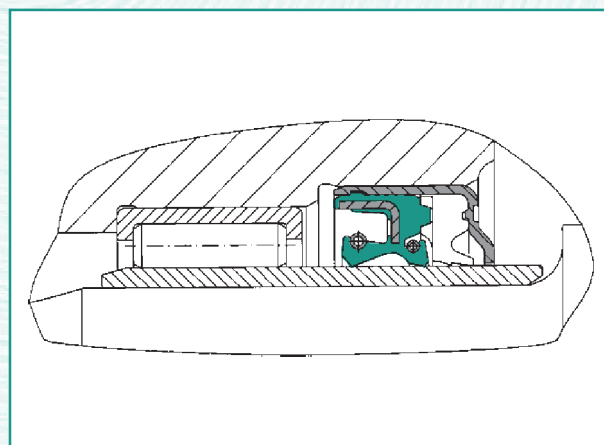
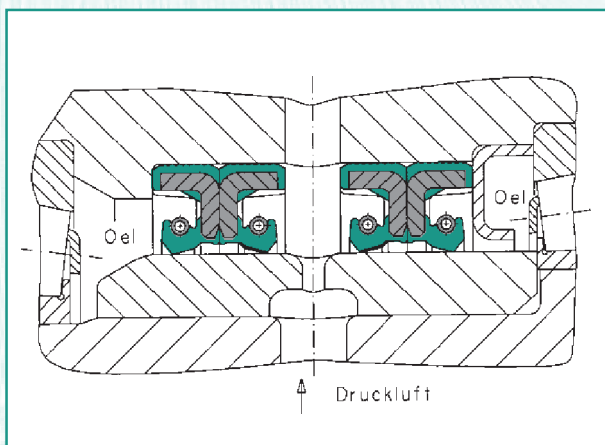
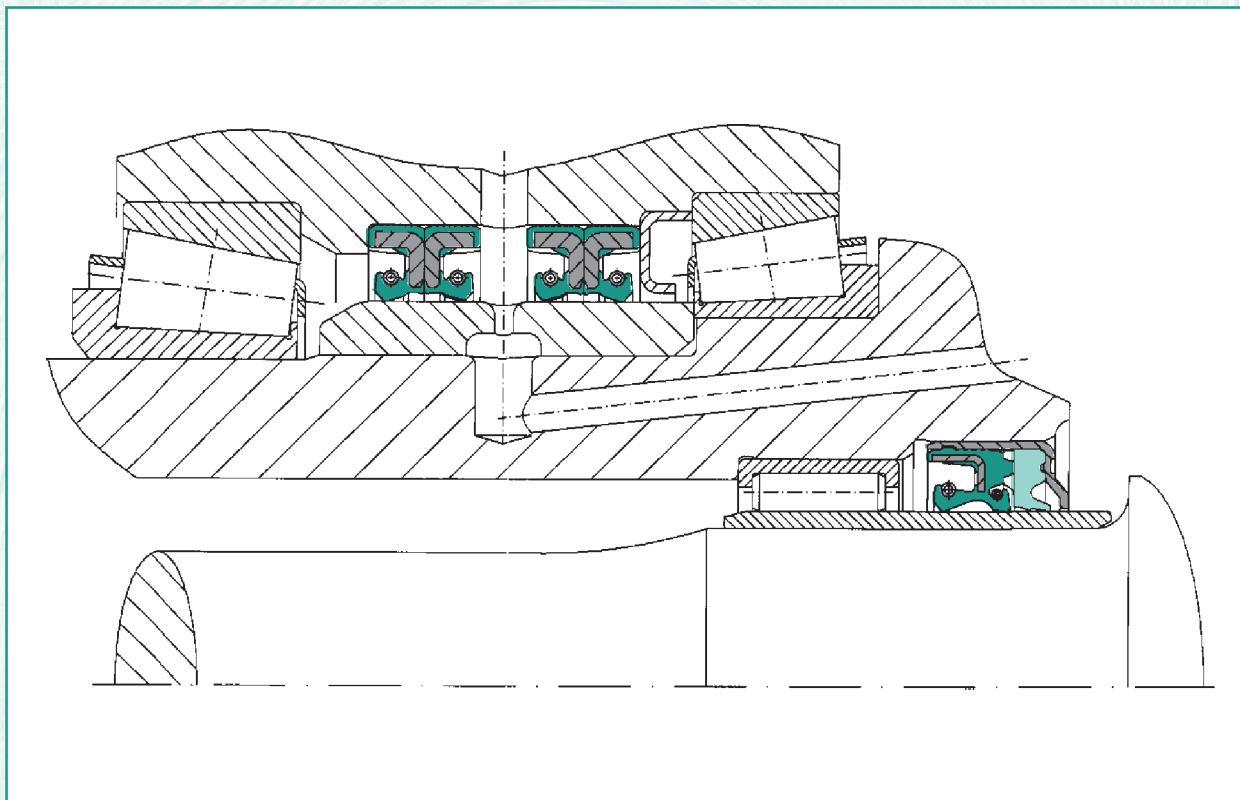


Einbaustelle: Radlagerung
 Wellendurchmesser: 145 mm
 Max. Gehäusedrehzahl 500 min⁻¹
 Abdichtendes Medium: Hypoidöl / Wälzlagerfett
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DFS 145x175x16 WT...



ABDICHTUNG

REIFENDRUCKREGELANLAGE MIT ANGETRIEBENER LKW-ACHSWELLE

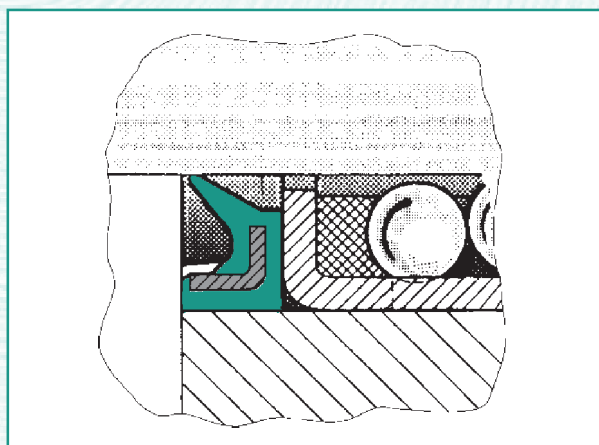
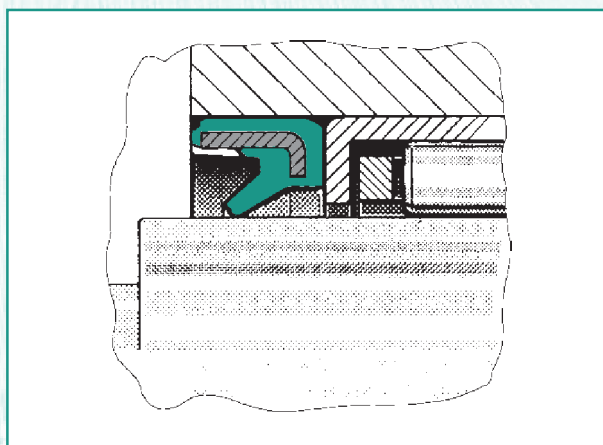
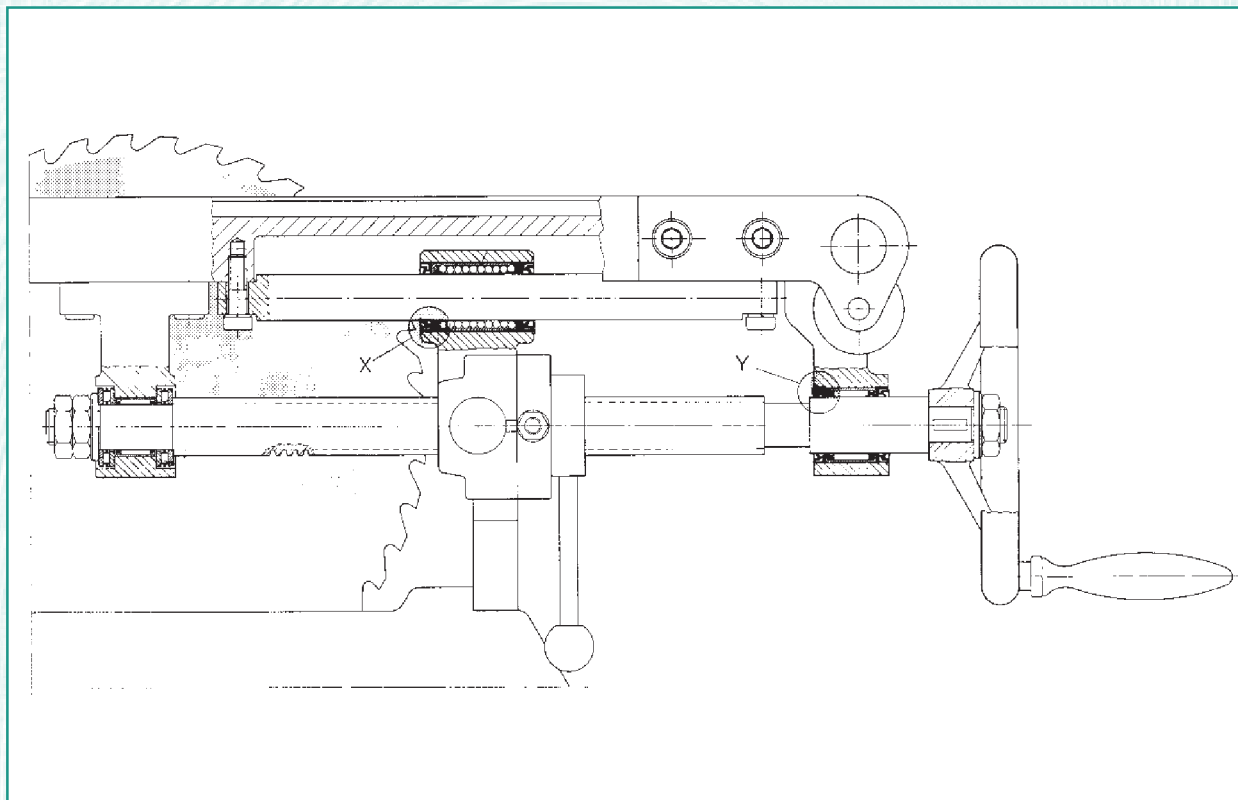


Einbaustelle: Reifendruckregelanlage
 Wellendurchmesser: 112 mm
 Max. Drehzahl Gehäuse: 600 min⁻¹
 Abdichtendes Medium: Druckluft / Öl
 Max. Mediumtemperatur: 120°C
 Druck: 8 bar
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DG 112x132x7,5 UPK
 DG 112x132x7,5 UP

Einbaustelle: Angetriebene LKW-Achswelle
 Wellendurchmesser: 50 mm
 Max. Wellendrehzahl: 1600 min⁻¹
 Drehzahlüberlagerte Hublänge 6 mm
 Abdichtendes Medium: Hypoidöl
 Max. Mediumtemperatur: 80°C
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DSS 50x70x18/20

EINBAUBEISPIELE

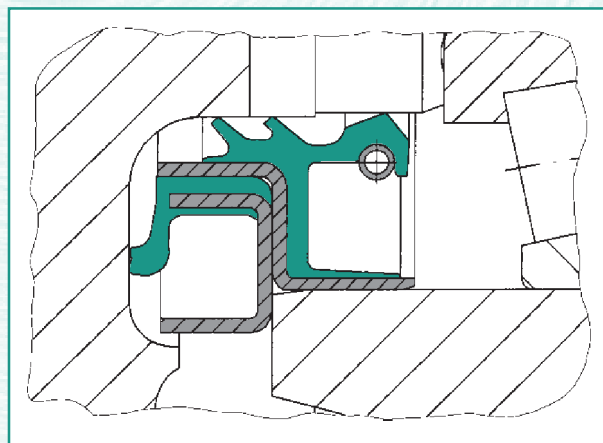
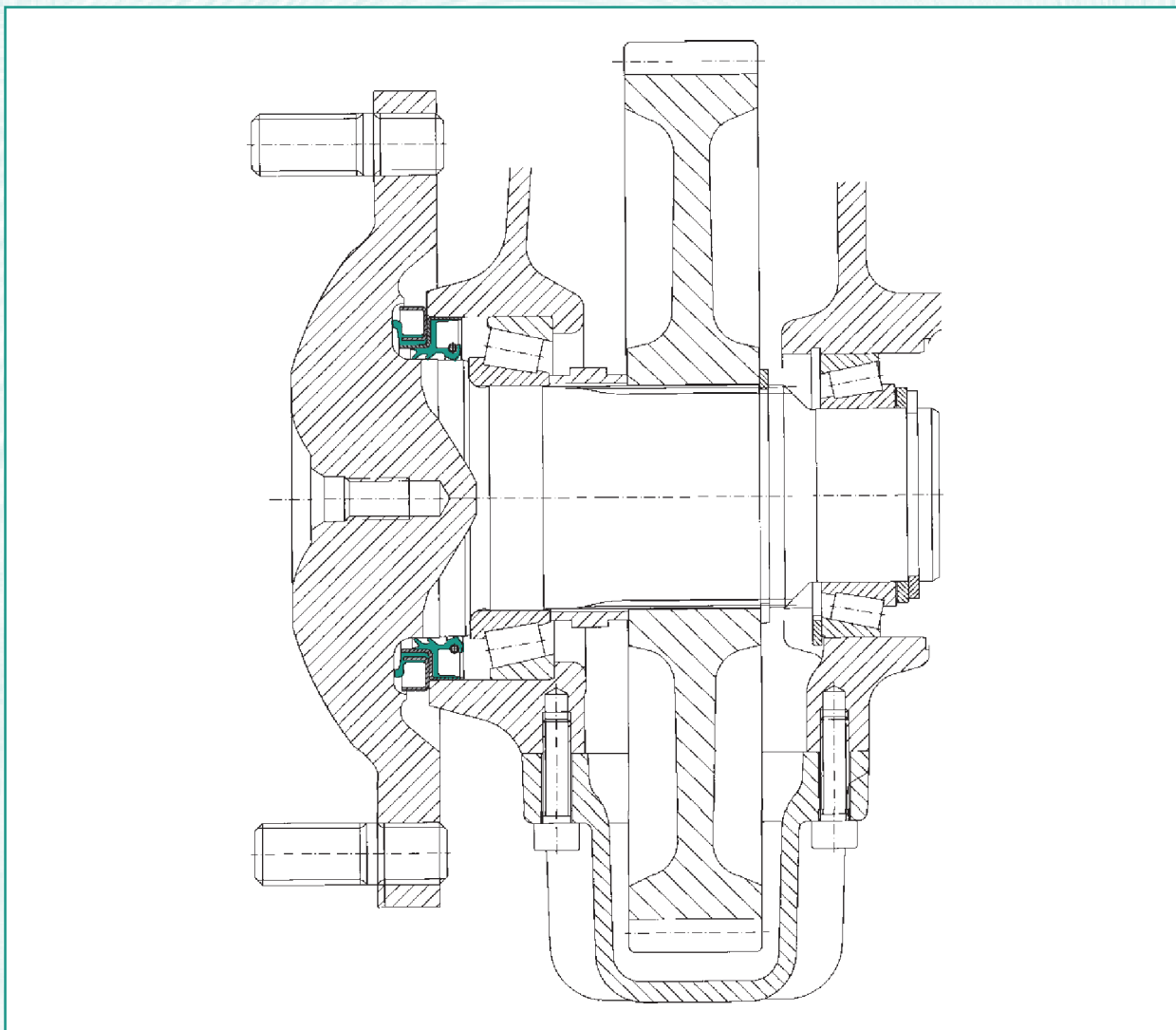
ABDICHTUNG INA-TISCHFÜHRUNG FÜR KREISSÄGE



Einbaustelle: Gewindespindel
 Wellendurchmesser: 8 - 70 mm
 Drehzahl: Handbetrieb
 Abdichtendes Medium: Schmutz
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DHG-Baureihe

Einbaustelle: Tischführung
 Wellendurchmesser: 8 - 70 mm
 Axialbewegung: max. 200 mm
 Drehzahl: Handbetrieb
 Abdichtendes Medium: Schmutz
 Eingesetzter RADIA®-
 Wellendichtring: DHG-Baureihe

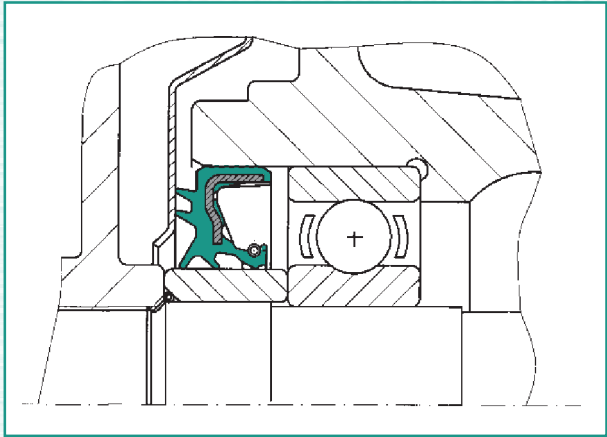
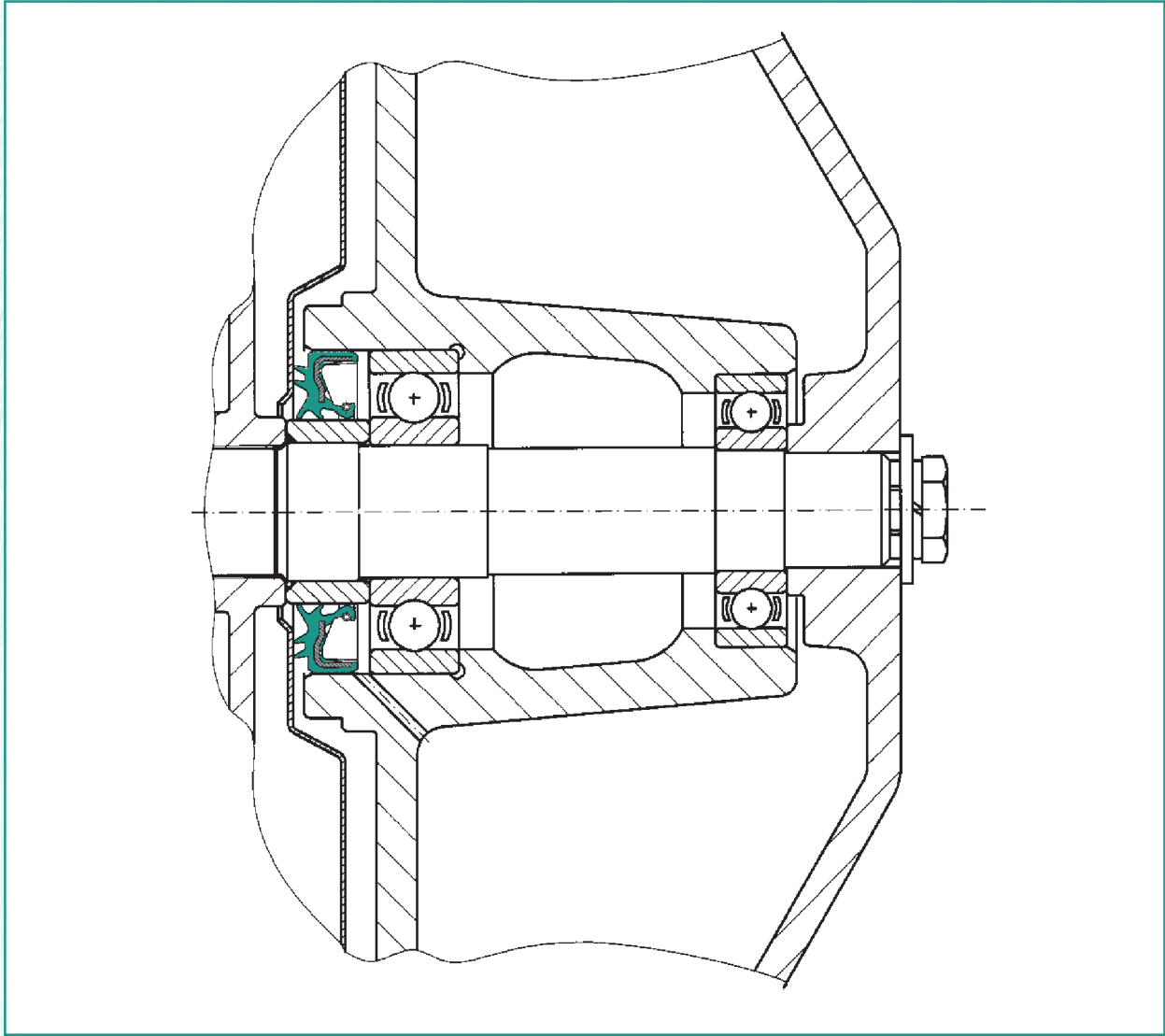
**ABDICHTUNG
 FENDT SCHLEPPER**



Einbaustelle: Achsgetriebe Hinterachse
 Wellendurchmesser: 80 mm
 Abdichtendes Medium: Hypoidöl
 Max. Mediumtemperatur: 60 - 80°C
 Eingesetzter RADIA®
 Wellendichtring: DSS 80x105x10/18 TD01
 Eingesetzter Axial-Abstreifer DS 89x111x9,7/01

EINBAUBEISPIELE

ABDICHTUNG TROMMELLAGERUNG EINER HAUSHALTSWASCHMASCHINE



Einbaustelle: Trommellagerung einer
Haushaltswaschmaschine
Wellendurchmesser: 28 mm
Max. Wellendrehzahl: 1200 min⁻¹
Abzudichtendes Medium: Spritzwasser, Waschlauge
Max. Mediumtemperatur: 95°C
Eingesetzter RADIA®-
Wellendichtring: DSS 28x52x9/11,5 UDF



SYSTEMLÖSUNGEN

Systeme mit integrierten Dichtelementen für KFZ- und Hausgeräte-industrie

Systeme mit Sensoren für KFZ - Anwendungen

Systeme für einfache Montage

Systeme einbaufertig und funktionsgeprüft



AXIA®- GLEITRINGDICHTUNGEN

Kundenspezifische Lösungen für Großserien

Automobil- und Haushaltsgeräte-industrie

Maschinen- und Pumpenbau



DICHTELEMENTE FÜR PNEUMATIK UND HYDRAULIK

Komplettkolben für einfache und sichere Montage in der Groß- und Kleinserie

Kostenoptimierte Dichtelemente aus Polyurethan für die Pneumatik-industrie

Sonderdichtelemente mit mehreren Dichtfunktionen für alle Großserien-anwendungen

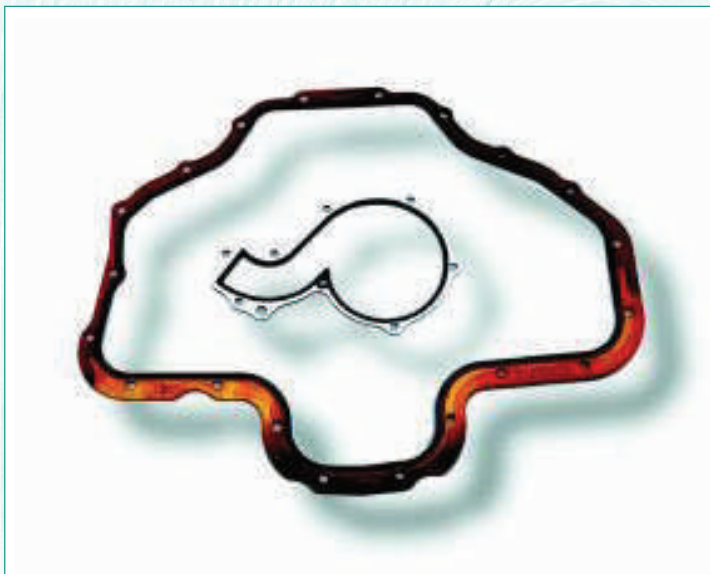
Standarddichtelemente für Normzylinder



SCHLÄUCHE

Formschläuche mit Anschlüssen und Abzweigstücken für die KFZ-Industrie

Kombination modernster Materialien



FLACHDICHTUNGEN

Umfangreiche Investitionen in Entwicklung und Produktqualität ermöglichen kundenorientierte Konzepte in der KFZ-Industrie



SABÓ Sistemas Automotivos Ltdà.

Av. Santa Marina, 1423
 Agua Branca - Sao Pãulo - SP
 Tel.: 00 55 (11) 38 74-50 38
 Fax: 00 55 (11) 28 74-50 55



KACO GmbH + Co. KG

Zentraler Vertrieb und Anwendungstechnik
 Rosenbergstraße 22 Postfach 23 61
 D-74072 Heilbronn D-74013 Heilbronn
 Tel.: (0 71 31) 6 36-0
 Fax: (0 71 31) 6 36-4 13
 E-mail: vid@kaco.de
 Internet: www.kaco.de



KACO GmbH + Co. KG

Heilbronner Straße 11
 D-74388 Talheim
 Tel.: (0 71 33) 98 04-0
 Fax: (0 71 33) 98 04 58



KACO GmbH + Co. KG

Industriestraße 19
 D-74912 Kirchartd
 Tel.: (0 72 66) 91 30-0
 Fax: (0 72 66) 91 30 60



KACO Dichtungstechnik Ges.m.b.H.

Gewerbestraße 398
 Postfach 3
 A-5582 St. Michael im Lungau
 Tel.: 00 43 (64 77) 89 89-0
 Fax: 00 43 (64 77) 89 89-20



KACO Hungary Kft.

Györi út 13
 H-9143 Enese
 Tel.: 00 36 (96) 562-201
 Fax: 00 36 (96) 562-212



VERTRETUNGEN INLAND

Max Michl GmbH	86165 Augsburg-Lechhausen Zusamstraße 7	Telefon: (08 21) 27 26 10 Telefax: (08 21) 27 26 15 0
Wünschmann GmbH	10969 Berlin Lobeckstraße 36	Telefon: (0 30) 6 16 98 60 Telefax: (0 30) 6 15 25 63
Reuschenberg + Pieper GmbH + Co. KG	33609 Bielefeld Auf der Großen Heide 13	Telefon: (05 21) 3 10 82 Telefax: (05 21) 32 45 20
FAMO GmbH Fahrzeug- u. Motorenteile	01067 Dresden Friedrichstr. 52	Telefon: (03 51) 4 39 49-59 Telefax: (03 51) 4 94 24 14
WWC Wälzlager- Centrale GmbH	47259 Duisburg Düsseldorfer Landstraße 286	Telefon: (02 03) 78 10 55 Telefax: (02 03) 78 02 88
Dederichs Industriebedarf GmbH	53879 Euskirchen Kölner Straße 219	Telefon: (0 22 51) 9 41 61 Telefax: (0 22 51) 94 16 40
Wilhelm Kempf GmbH + Co. KG	60388 Frankfurt/M. Bessemerstraße 17	Telefon: (0 61 09) 73 65 10 Telefax: (0 61 09) 73 65 30
Carl Croonen GmbH	20537 Hamburg Wendenstraße 331	Telefon: (0 40) 25 17 27-0 Telefax: (0 40) 25 17 27-99
Josef Blässinger GmbH + Co.	74076 Heilbronn Dieselstraße 16	Telefon: (0 71 31) 17 10 72 Telefax: (0 71 31) 16 58 58
INA Wälzlager Schaeffler oHG nur für die Bauarten DH und DHG	91074 Herzogenaurach Industriestr. 1-3	Telefon (0 91 32) 82-0 Telefax: (0 91 32) 82-49 91
Heinrich Otto Jürgens GmbH + Co. KG	30916 Isernhagen-NB Dieselstraße 13	Telefon: (05 11) 73 80 18 Telefax: (05 11) 77 31 01
Max Michl GmbH	81827 München-Waldtrudering Drosselweg 17	Telefon: (0 89) 43 90 09-0 Telefax: (0 89) 43 90 09 43
Autoteile Scheuenstuhl GmbH + Co. KG	90478 Nürnberg Gottfriedstraße 6	Telefon: (09 11) 46 30 61 Telefax: (09 11) 49 97 39
Kurt Lutzeier GmbH	78628 Rottweil-Neufra Mörikestraße 27	Telefon: (07 41) 22 08 10 Telefax: (07 41) 2 20 84
Hellmut Springer GmbH + Co.	28816 Stuhr Carl-Zeiss-Straße 4	Telefon: (04 21) 8 77 66-0 Telefax: (04 21) 8 77 66 55
Filialen:	27572 Bremerhaven-F. 26789 Leer/Ostfriesland 27356 Rotenburg/Wümme 48377 Vechta	
Kurt Lutzeier GmbH	70372 Stuttgart-Bad Cannstatt Daimlerstraße 103	Telefon: (07 11) 56 02 34 + 56 09 43 Telefax: (07 11) 56 94 73



BELGIEN (100)	Interpieces S.A. Havendoklaan 14 (Cargovil) B-1804 Vilvoorde	Vorwahl: 0032-2- Telefon: 255-78-80 Telefax: 255-79-80
CHILE (110)	Distribuidora de Rodamientos Ltda. Gorbea 2348 RCH-Santiago/Chile	Vorwahl: 0056-2- Telefon: 6890852 Telefax: 6890892
CS (120)	Vaclav Bohacek Na Kuthence 3/843 CS-16000 Praha 6	Vorwahl: 00420-2- Telefon: 24310 Telefax: 24310
DÄNEMARK (130)	INA Lejer A/S Meterbuen 32 DK-2740 Skovlunde	Vorwahl: 0045-42- Telefon: 841-300 Telefax: 842-223
ECUADOR (140)	Ivan Bohmann C.A. KM 6 ½ Via Daule P.O. Box 1317 EC-Guayaquil	Vorwahl: 00593-4- Telefon: 254 111 Telefax: 254 159 Telex: 4.3205
FRANKREICH (160)	ERIKS 52, avenue du General Lumière F-78196 Trappes Elancourt	Vorwahl: 0033-1 Telefon: 34821000 Telefax: 34821049
GROßBRITANNIEN (170)	Technical Services (UK) LTD. Highfield House 31 Intake Road GB-Bradford West Yorksh. BD2 3 JP	Vorwahl: 0044-1274 Telefon: 637851 Telefax: 637852
INDIEN (180)	Jayant International Arvind Rachana Lane No. 15 Prabhat Road IND-Pune 411004	Vorwahl: 0091-212- Telefon: 35 87 27 Telefax: 35 76 20 Telex: 01457333
IRAN (195)	Federal General Trading (LLC) P.O. Box 4045 Air Port Road UAE-Dubai	Vorwahl: 00971-4- Telefon: 82 63 73 Telefax: 82 72 62
ITALIEN (200)	INA Rullini SpA Strada Statale 229 KM 17 I-28015 Momo-Novara	Vorwahl: 0039-321- Telefon: 92 92 54 Telefax: 92 93 04
JORDANIEN (210)	Ghantous & Sons P.O. Box 4 76 HKJ-Amman	Vorwahl: 00962-6- Telefon: 635-183 657-728 Telefax: 651-349
LIBANON (410)	Paul H. Kleinknecht P.O. Box 35-38 RL-Hadath, Beirut	Vorwahl: 00961 Tel./Fax: 1464879 Mobil Tel: 3717151
MALAYSIA (225)	Europarts (M) SDN. BHD. No. 5A, Jalan Midah Timur Taman Midah Cheras MAL-56000 Kuala Lumpur	Vorwahl: 0060-3- Telefon: 9311233 9714472 Telefax: 9716406
(235)	New Era Motor Agency 92-2 Rod East (East Road) Jingjang Utara MAL-52000 Kuala Lumpur Malaysia	Vorwahl: 0060-3- Telefon: 6265439 Telefax: 6214286



NORWEGEN (240)	INA Norge A/S Postboks 6404 Etterstad N-0604 Oslo	Vorwahl: 0047-22- Telefon: 648-530 Telefax: 645-411
ÖSTERREICH (250)	WMH-Herion Antriebstechnik GmbH Hirschengasse 10 A-1061 Wien	Vorwahl: 0043-1- Telefon: 597 7451 Telefax: 597 098025
SCHWEDEN (270)	INA Nallager AB Lindberghs gata 11 S-19561 Arlandastad	Vorwahl: 0046-8- Telefon: 595 109 00 Telefax: 595 109 19
SCHWEIZ (280)	Radia [®] -Wellendichtringe und Axia [®] -Gleitringdichtungen Hans Saurer Kugellager AG Niederfeld 38 CH-9320 Stachen	Vorwahl: 0041-71 Telefon: 446-8585 Telefax: 446-7083
(290)	für alle übrigen Dichtungen: Kubo Tech AG/SA Im Langhag 5 CH-8307 Effretikon	Vorwahl: 0041-52- Telefon: 354 18 18 Telefax: 354 18 89
SINGAPUR (245)	New Era Motor Agency 92-2 Rod East (East Road) Jingjang Utara MAL – 52000 Kuala Lumpur Malaysia	Vorwahl: 0060-3- Telefon: 6265439 Telefax: 6214286
SPANIEN (310)	DIESSA Distribuciones Especiales SA Virgen del Puig 1 E-28027 Madrid	Vorwahl: 0034-91- Telefon: 4045194 Telefax: 4032824
SÜDAFRIKA (320)	INA BEARINGS (PTY) LTD 103-13th Ave/Cor. De Wet St P.O. Box 11 64 ZA-Edenvale 1610	Vorwahl: 0027-11- Telefon: 4522356/7/8/9 Telefax: 4526564 Telex: 750942
SYRIEN (330)	Maurice Farra Auto Spare Parts 66, Residence les Pins SYR-Aleppo	Vorwahl: 00963-21- Telefon: 217453 216729 Telefax: 246900
TÜRKEI (390)	Cit-Ak Makina Parca Ticareti A.S. Zahit Bey Sokak No.: 18/3 TR-81030 Kiziltoprak/Istanbul	Vorwahl: 0090-216- Telefon: 414 70 00 Telefax: 414 70 03
USA (350)	CRP 1 Minue Street Carteret USA-New Jersey 07008 – 1198	Vorwahl: 001- Telefon: 908-969 2200 Telefax: 908-969 3751 Telex: 6858039
YEMEN (360)	Sultan Al-Zubairi P.O. Box No. 4221 Hodeidah Republik Yemen	Vorwahl: 00967- Telefon: 231633 Telefax: 232898 Telex: 5688



Unsere Lieferungen erfolgen ausschließlich aufgrund der VDA-Konditionenempfehlung in Verbindung mit den nachfolgenden Ergänzungen. Den Originaltext der VDA-Konditionenempfehlung stellen wir Ihnen auf Wunsch gerne kostenlos zur Verfügung.

1. Anwendungsbereich der VDA-Empfehlungen

Die Abschnitte VII und XI der VDA-Empfehlungen gelten nur, wenn unser Kunde Kaufmann ist, ohne zu dem in § 4 HGB bezeichneten Personenkreis zu gehören.

2. Eigentumsvorbehalt

2.1 Die von uns gelieferte Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung aller unserer Forderungen aus der Geschäftsverbindung mit dem Besteller unser Eigentum. Bei laufender Rechnung sichert das Vorbehaltseigentum unsere Saldoforderung.

2.2 Der Besteller ist bis auf Widerruf ermächtigt, die von uns gelieferte Ware im Rahmen eines ordnungsgemäßen Geschäftsganges weiterzuveräußern und zu verarbeiten. Andere Verfügungen über die Ware sind ihm untersagt.

2.3 Veräußert der Besteller die Ware weiter, tritt er hiermit schon jetzt die ihm aus der Veräußerung entstehenden Forderungen gegen seine Abnehmer mit allen Nebenrechten an uns ab, und zwar in Höhe des jeweiligen Rechnungsbetrages einschließlich Mehrwertsteuer.

2.4 Bei Verbindung unserer Ware mit anderen beweglichen Sachen im Sinne von § 947 Abs. 2 BGB oder bei Verarbeitung unserer Ware im Sinne von § 950 Abs. 1 BGB sind wir uns mit dem Besteller bereits heute darüber einig, daß uns der Besteller Miteigentum einräumt, soweit die neue (Haupt-)Sache ihm gehört. Unser Miteigentumsanteil entspricht dem Verhältnis unseres Warenanteils zu dem Warenanteil der weiteren verbundenen bzw. verarbeiteten Sachen, jeweils gerechnet nach ihrem Einkaufspreis, ersatzweise nach ihrem ortsüblichen Wert. Wir sind uns mit dem Besteller darüber einig, daß er die neue Sache ab Verbindung oder Verarbeitung auch für uns besitzt und unentgeltlich verwahrt. Der Besteller ist auf Verlangen verpflichtet, uns unmittelbaren Mitbesitz an der neuen Sache einzuräumen. Für den Fall der Weiterveräußerung der neuen Sache tritt hiermit der Besteller seine Forderung gegen seinen Abnehmer in der Höhe an uns ab, in der sich unser Miteigentumsanteil berechnen würde.

2.5 Kommt der Besteller uns gegenüber in Zahlungsverzug, stellt er seine Zahlungen ein oder wird ein gerichtliches oder außergerichtliches Insolvenzverfahren beantragt, können wir die Weiterveräußerungs- und Einziehungsermächtigung widerrufen und unsere Vorbehaltsware, soweit tunlich nach Fristsetzung mit Verwerfungsandrohung in unseren unmittelbaren Besitz nehmen und freihändig ohne gerichtliches Verfahren im eigenen Namen oder im Namen des Bestellers verwerten. Der Besteller

ist verpflichtet, an der Verwertung der Vorbehaltsware nach besten Kräften mitzuwirken. Die Rücknahme unserer Vorbehaltsware gilt nicht als Rücktritt vom Vertrag, wenn wir nicht bei Rücknahme ausdrücklich schriftlich etwas anderes bestimmen.

2.6 Der uns aus der Verwertung der Sicherheiten zufließende Erlös wird abzüglich einer etwa abzuführenden Umsatzsteuer dem Kundenkonto des Bestellers bei uns bis zu dessen Ausgleich gutgeschrieben. Ein Überschuß gebührt dem Besteller.

2.7 Übersteigt der Wert unserer Sicherheiten nach diesen Bestimmungen unsere Forderungen gegen den Besteller um mehr als 15 % (Deckungsgrenze), verpflichten wir uns, auf Verlangen Sicherheiten nach Wahl des Bestellers bis zu diesem Wert freizugeben. Für die Bewertung der Sicherheiten ist bei Forderungen ihr Nominalwert, bei Vorbehaltsware ihr Einkaufspreis netto ohne Umsatzsteuer und bei Miteigentum der Anteil am Wert der Hauptsache maßgeblich. Von diesem Wert werden vorrangige Sicherungsrechte Dritter abgezogen, der Höhe nach begrenzt auf die Höhe ihrer hierdurch gesicherten Forderungen zum Zeitpunkt des Freigabeverlangens.

2.8 Nach vollständiger Befriedigung unserer Ansprüche sind wir verpflichtet, die Sicherheiten auf den Sicherungsgeber zu übertragen, es sei denn, wir wären gesetzlich oder vertraglich verpflichtet, die Sicherheiten auf einen Dritten zu übertragen.

2.9 Wir verpflichten uns, bei der Wahrnehmung unserer Rechte aus diesen Vereinbarungen auf die berechtigten Belange des Bestellers und Rechte Dritter Rücksicht zu nehmen.

3. Aufrechnungsverbot

Der Besteller kann gegen unsere Zahlungsansprüche nur mit unbestrittenen oder rechtskräftig festgestellten Gegenforderungen aufrechnen.

4. Gerichtsstand und Erfüllungsort

Gerichtsstand und Erfüllungsort für unsere Lieferungen ist ausschließlich Heilbronn, wenn der Besteller Kaufmann ist, ohne zu den in § 4 HGB bezeichneten Gewerbetreibenden zu gehören oder keinen allgemeinen Gerichtsstand im Inland hat oder sein Wohnsitz oder gewöhnlicher Aufenthaltsort im Zeitpunkt der Klageerhebung nicht bekannt ist.

KACO GmbH + Co. KG Dichtungswerke
Stand: 1. Oktober 1996



GEWÄHRLEISTUNG

WICHTIGE HINWEISE

Dichtelemente sind funktionswichtige und teilweise sicherheitsrelevante Bauteile. Unsachgemäße Handhabung bzw. fehlerhafter Einbau kann zu schweren Personen- und Sachschäden führen. Der Wechsel darf nur von fachkundigen Personen vorgenommen werden.

Unsere Haftung beschränkt sich – im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen – auf die Bauteile selbst. Für Montagefehler übernehmen wir keinerlei Haftung.

Lieferungen erfolgen nur nach unseren Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB), die wir Ihnen auf Wunsch gerne zur Verfügung stellen, bzw. gelten die AGB des jeweiligen KACO-Lagerhalters. Auch er stellt Ihnen seine AGB auf Wunsch gerne zur Verfügung.

Dieser Katalog ersetzt alle früheren Ausgaben, die mit Erscheinen dieses Kataloges ungültig werden. Für Druckfehler übernehmen wir keine Haftung. Technische Änderungen bleiben uns vorbehalten.

Heilbronn, 01.04.1998

Eingetragene Warenzeichen

**AXIA® • KACO® • Axiaseal® • Kaco's-Capseal® • Sygu® • Axring® • Kacoring® • Sygucryl® • Bilip®
Kacoseal® • Syguflon® • Constanit® • O-Lip® • Sygum® • Cybu® • Olip® • Sygumin® • Pneulip®
Der grüne Wäla-Dichtring® • Sygumin grün® • Dezisol® • RADIA® • Sygupan® • Dila® • Radiaring®
Syguthan® • Dilag® • Resipan® • Twilip® • Dilax® • Resisthan® • Twinlip® • Elax® • Resistin®
Vitalast® • Elaxin® • Sicalit® • Vitolast® • Estalon® • Siga® • Wäla® • Frigosol® • Sigalit® • Wedi®
Guring® • Sigarit® • Isomol® • Sigatex® • IOS® • IOSS® • OBS® • on bearing seal®**



Sabó-Gruppe

KACO GmbH + Co. KG Dichtungswerke

Rosenbergstraße 22 • D-74072 Heilbronn

Postfach 23 61 • D-74013 Heilbronn

Telefon: (0 71 31) 6 36-0

Telefax: (0 71 31) 6 36-4 13

E-mail: vid@kaco.de

Internet: <http://www.kaco.de>