

Hydraulikdichtungen – Praxislösungen für Anwenderfragen

Das Angebot an Hydraulikdichtungen, sei es für Stangen- oder Kolbenkonstruktionen, ist so vielfältig, dass es dem Anwender oft schwer fällt, das geeignete Produkt für seinen Anwendungsfall zu finden. Die Vorschriften der reduzierten Lager- und Ersatzteilkhaltung führen oft dazu, dass bestehende Elemente mit neuen Anforderungen konfrontiert werden. Die eingeschränkte Auswahl verhindert oft, dass das optimale Dichtungssystem, also die Synergieeffekte zwischen den Konstruktionselementen, für eine ideale Produktlösung realisiert werden können. Universalkomponenten können diese Probleme lösen.

Stangendichtungen haben die Aufgabe, den variablen Arbeitsraum zur Umgebung optimal abzuschließen. Nutringdichtungen aus thermoplastischen Elastomeren oder Kautschuk erfüllen diese Aufgabe nach dem Stand der Technik am besten. Erkauft wird diese Dichtheit jedoch im Allgemeinen durch hohe Reibung, speziell im Vergleich mit leichtgängigen PTFE Gleitring-O-Ring Dichtungen. Dieser Verlust an Wirkungsgrad konnte oft toleriert werden, da Arbeitsmaschinen über entsprechende Reserven verfügten. In den modernen Konstruktionen, die aus Gründen des Leichtbaues oder vorgegebener maximaler Baugrößen in komplexen Anlagen optimiert werden müssen, spielt dieser Faktor aber eine immer bedeutendere Rolle. Nicht von ungefähr kommt die Antwort auf den Wunsch, beide Vorteile zu verbinden, von einem Dichtungshersteller, der, wenn auch unabhängig, im Firmenverbund einer Hydraulikgruppe mit einem der namhaftesten Zylinderwerke angesiedelt ist.

Nutringdichtung und Gleitringdichtung sind in Tandembauweise zu einem Element vereint. Die linienförmig aufliegende Elastomerdichtkante stellt die Primärdichtung dar, der im nachfolgenden Dichtungsrücken zur bewegten Kontaktfläche angeordnete Gleitring aus PTFE Compound verhindert unnötige Reibung des komprimierten Dichtungskörpers mit der idealer weise bereits trocken laufenden Stange. Eine vorgesehene zweite Dichtkante hält sogar Schleppöl im Nanometerbereich zurück und gewährleistet die Rückführung ins System beim Rückhub.

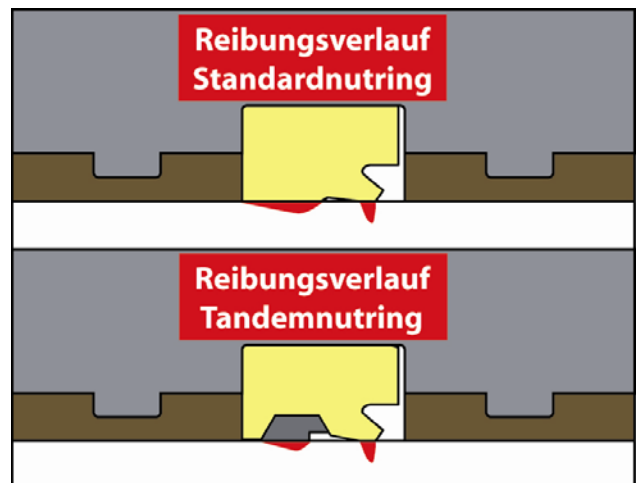


Abb. 1: Reibungsverhältnisse am Stangennutring



Die Vorteile dieser Konstruktion sind so eindeutig, dass sich das Element weltweit als das „Non plus Ultra“ für Aufzugszylinder etabliert hat.

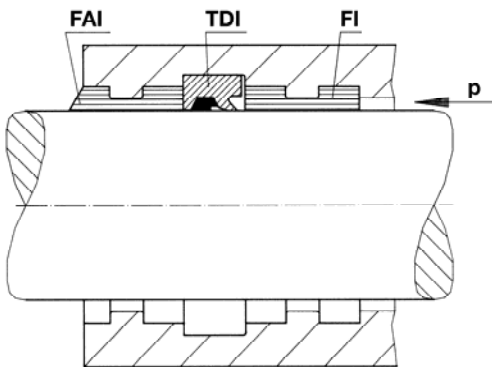
Abb. 2: Anwendung: Aufzugshydraulik (Foto Fa. Leistritz)

Wo liegt die universale Einsetzbarkeit des Elementes? Die Auswahl der Werkstoffe ermöglicht mit dem Standardelastomer Polyurethan PUR den Einsatz bei herkömmlichen Hydraulikmedien auf Mineralölbasis und den meisten modernen synthetischen Estern. Nitrilkautschuk NBR erfüllt die Anforderungen der Wasserhydraulik, HFA / HFB und schwer entflammbare Wasser / Glycol Medien HFC und deckt den Tieftemperaturbereich bis -45°C in der Luftfahrt ab. Fluorkautschuk FPM widersteht aggressiven Medien und Chemikalien ebenso wie Temperaturen bis $+200^{\circ}\text{C}$ in Stahlwerken. Selbst Ethylkautschuk EPDM für DOT 4 Bremsflüssigkeiten ist im Repertoire. Die unterschiedlichen Gleitring-Compounds auf PTFE Basis variieren von Bronze-Compound für Standardhydraulik über Kohle-Graphit für Pneumatikeinsatz bis zum reinen PTFE mit FDA Zulassung für den Lebensmitteleinsatz oder DVGW Anwendungen.



Abb. 3: Tandemdichtsatz TDI

Wo liegt die vereinfachte, weil reduzierte Lagerhaltung? Das Dichtelement ist in seinem vereinfachten und daher platz sparend und günstig herstellbaren Einbauraum bis 360 bar Betriebsdruck einsetzbar.



Die Stangendichtung wird direkt auf einen Führungsring abgestützt angeordnet. Der für die in dynamischen Einsätzen kritische Spaltextrusion verantwortliche Spalt am Dichtungsrücken ist Idealerweise gleich null.

Abb. 4: Tandemdichtung TDI bis 360 bar

Ein höherer Druckbereich erfordert kein anderes Dichtelement, sondern lediglich einen geänderten Einbauraum. Der das Dichtelement stützende Führungsring wird druckabgewandt auf halber Höhe gekammert, ein zusätzlicher Stützring schützt die Stangendichtung im Stoßspalt des Führungsringes sowie vor elastischem Kontakteinzug in den dynamischen Passungsspalt. Systemdrücke bis 450 bar werden zuverlässig ermöglicht.

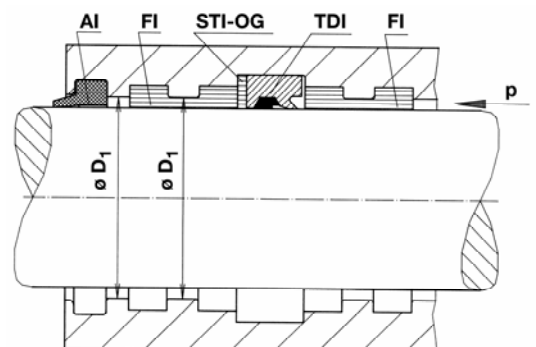
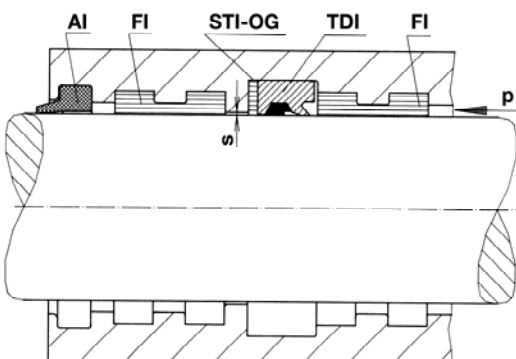


Abb. 5 Tandemdichtung TDI bis 450 bar



Den Wunsch nach Druckbereichen bis 630 bar beantwortet das gleiche Dichtelement bei metallischer Abstützung mit Backring. Der um 5mm Stützbreite verlängerte Einbauraum ist nach Erfahrung in nahezu jede bestehende Konstruktion integrierbar.

Abb. 6: Tandemdichtung TDI bis 630 bar

Ähnliche Variantenvielfalt bietet sich auf der Kolbenseite. Eine Standardkonstruktion mit integrierten Stütz- und Führungsringen deckt im Allgemeinen die komplette Kolbenkonstruktion ab. Elastomermaterialien der Vorspannelemente sind wie bereits unter den Stangendichtungen aufgezählt verfügbar. Führungselemente aus Hochtemperaturkunststoff Polyetheretherketon PEEK erlauben die Kompaktdichtung in Stoßdämpfern und Federbeinen bis zu aus Reibungswärme resultierenden Temperaturen von +200°C einzusetzen.

Der Vorteil der unterschiedlichen Druckbereiche bei gleicher Dichtung ist auch am Kolben berücksichtigt. Der ungekammerte „schmale“ Einbauraum ist bis 360 bar möglich, die beidseitige Kammerung des Kolbendichteelementes erweitert die zulässigen Systemdrücke ebenfalls bis 630 bar.

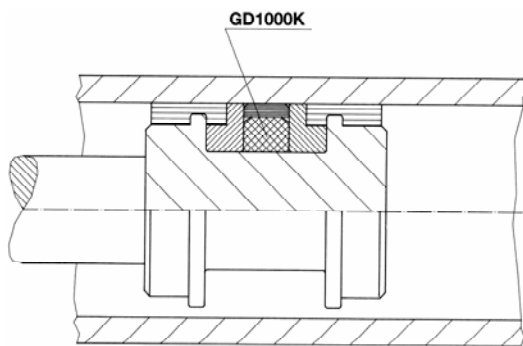


Abb. 7: Der Kolben ist vollkommen vom Zylinderrohr abgeschirmt. Metallischer Kontakt wird hierdurch ausgeschlossen. Auch bei Undichtheit aufgrund von Verschleiß bleiben der Kolben und das Zylinderrohr unbeschädigt.

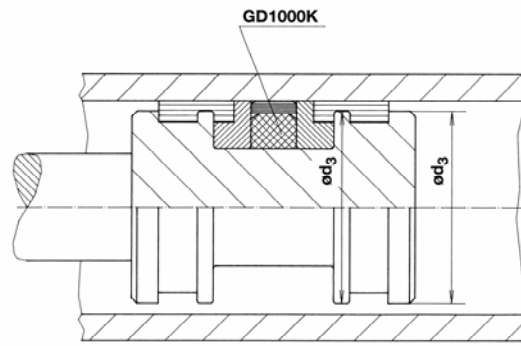


Abb. 8: Der große Abstand zwischen Kolben und Zylinderrohr schließt die Gefahr einer metallischen Berührung aus. Auch bei niedrigerem Arbeitsdruck bietet diese Anordnung höhere Betriebssicherheit gegenüber Druckstößen und Querkräften. Durch Angleichen des Kammerungsdurchmessers und des Stegdurchmessers (beide d_3) sind die Herstellkosten für die Einbauträume gering.

Genauso variabel ist der Einsatz der Dichtungen in den vorgesehenen Einsatzfällen. In Differenzialbauweise ermöglichte die Anordnung der Dichtelemente sowohl den Einsatz als „Zugzylinder“, wie er z.B. in Spannvorrichtungen oder als Seilzugzylinder im Lift und Aufzugsbereich zur Anwendung kommt oder als „Druck“- oder „Stützzyylinder“ z.B. im Kranbetrieb oder der Mobilhydraulik eingesetzt wird. Die hochdichte Elastomerdichtung riegelt den Arbeitsdruckraum ab, während die leichtgängige Kolbendichtung mit Elastomer- Gleitringpaket den Rückhub bzw. die Positionierung exakt und reibungsarm verrichtet.

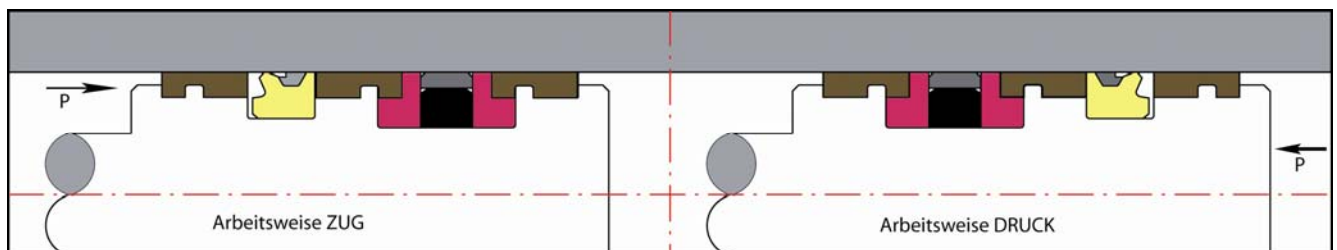


Abb. 9: Kolben mit Kolbenkompaktdichtsatz GD1000K und Tandemdichtung TDA auf Zug / Druck

Bekanntermaßen ist die Lebensdauer einer dynamischen Hydraulikkomponente besonders stark von der Güte des Abstreifelementes abhängig. Seine Aufgabe ist es, die innenliegenden Dichtungen und Führungselemente vor eindringendem Schmutz und an der Kolbenstange anhaftenden Fremdkörpern zu schützen. Allgemein geht der Trend von einlippigen Formteilen aus NBR Gummi zu höherwertigen thermoplastischen Polyestern, die neben der deutlich höheren Witterungsbeständigkeit (Feuchtigkeit, UV-Licht und Ozon) über eine geringere Reibung und höheren Verschleißwiderstand verfügen.

Dennoch sind hier den Elastomermaterialien und der einfachen Montage durch Einschnappen in eine eingestochene Nut Grenzen gesetzt. Oft handelt es sich im durch die Stange kontaktierten Bereich um Zonen, die durch stark adhäsive Medien (Umwelt- u. Entsorgungstechnik, Komunalfahrzeuge) oder Metallpartikel mit hohen Temperaturen (Stahlwerkszylinder, Schweißroboter) verunreinigt sind. So genannte „Eisabstreifer“ gebieten durch metallische Primärlippen Einhalt und leiten die Schmutzpartikel, Schlackespritzer oder Schweißperlen vehement von Einzugsbereich der Kolbenstange ab. Selbstverständlich werden auch die dem Namen nach bei tiefsten Temperaturen vorkommenden Eisschichten auf der Oberfläche, wie sie in der Mobilhydraulik oder im Stahlwasserbau auftreten, konsequent entfernt. Noch weitgehend in Unwissenheit sind die Anwender jedoch darüber, dass die bisher als marktüblich bekannten Elemente aus Pressblech mit Messinglippe und Kautschuksekundärlippe zu universellen Bauteilen weiter entwickelt wurden. So stehen einbaugleiche Elemente in NIRO Ausführung für höherwertige Verwendung (Luftfahrt, Lebensmittelindustrie) ebenso auf Abruf wie Hochtemperatursausführungen bis +200°C für den Stahlwerkssektor oder Lackier / Einbrenntechnik. Auch für die stärker aufkommenden Anwendungsfälle der Mobilhydraulik mit biologisch abbaubaren Medien, die den Einsatz von NBR meist nicht dauerhaft erlauben, sind PUR oder FPM Ausführungen verfügbar.

Somit ist sichergestellt, dass die Forderungen nach gleichen oder einbaugleichen Zulieferteilen sich besonders im Dichtungsbereich hervorragend realisieren lassen. Dem Anwender stehen bei minimalem konstruktivem Aufwand maximale Freiheiten in der Aufgabe eine optimale Hydraulikkomponente zu realisieren zur Verfügung.

Die Basis hierfür bildet die ständige Weiterentwicklung und das technologische Know-how der Dichtungsindustrie, die sich längst nicht mehr unternehmensintern sondern in übergreifenden Arbeitskreisen der Fluidtechnik unter Unterstützung durch Forschungsinstitute und technische Hochschulen und Universitäten abspielt.

Autor:

Dipl.-Ing. Dieter Albert
Leiter Entwicklung/Projekt
Hunger DFE GmbH
Alfred-Nobel-Str. 26
97080 Würzburg
www.hunger-dichtungen.de

Text Infokasten:

Dichtungsmaterialien

Die schlechte Nachricht vorab – den Universalwerkstoff für alle Dichtungsprobleme gibt es nicht. Doch die gute Nachricht lässt nicht lange auf sich warten – der Dichtungsindustrie stehen mittlerweile für nahezu alle Anwendungsfälle geeignete Werkstoffe zur Verfügung.



Abb. 10: Dichtungsmaterialien

Hochtemperaturwerkstoffe für Elastomere (Fluorkautschuk FPM, PTFE, PEEK etc), chemisch resistente Materialien, hochfeste glas- oder kohlefaserverstärkte Thermoplaste haben Einzug in den früher durch maximal mit Gewebeverstärkung ausgestatteten Kautschuk geprägten Dichtungsalltag gehalten.

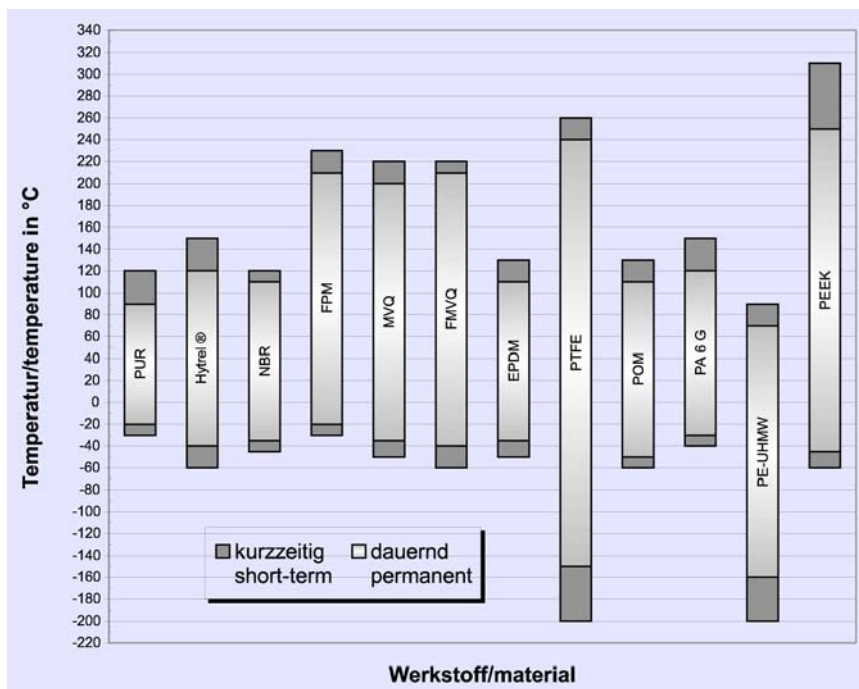


Abb 11: Temperaturverhalten diverserer Materialien

Die Forderungen entstehen aus steigenden dynamischen Belastungen und der Verwendung langzeitstabilerer, temperaturbelastbarer oder biologisch Verträglicherer Hydraulikmedien. Standardelemente auf Basis Nitrilkautschuk werden von synthetischen Estern (HEES, HFD) und auf Pflanzenöl basierenden Medien (HETG) ausgebremst. Polyurethane geraten durch die Hydrolyse neigung im Wasserkontakt (HFA, HFB, HFC) ins Abseits. Fluorkautschuke bieten eine hohe chemische Resistenz, die jedoch durch manches Biofluid und die geringen mechanischen Eigenschaften getrübt wird.