

Auslegung von O-Ringen

Fachwissen aus der Dichtungswelt für die Industrie

Inhaltsverzeichnis

#1	Auslegung von O-Ringen Entscheidend für eine leistungsfähige Dichtung_____	1
#2	Diese Fehlerschwerpunkte sollten Sie vermeiden _____	1
#3	Den passenden Werkstoff auswählen _____	2
#4	Den Einbauraum gestalten _____	4
#5	Sichern Sie sich Expertenwissen _____	6

Autor: Luke Williams

Erstellt am: 29.10.2019

#1 Auslegung von O-Ringen: Entscheidend für eine leistungsfähige Dichtung

Geringe Kosten, simple Montage und hohe Leistungsfähigkeit haben den O-Ring zum Dichtungselement mit der weitesten Verbreitung gemacht. Doch die stets zunehmenden Anforderungen an Wirtschaftlichkeit und Funktion können die Bauteile nur dann erfüllen, wenn sie mit der nötigen Sorgfalt behandelt werden. Das beginnt bei der Wahl des Werkstoffs und geht über die gewissenhafte Herstellung und die normgerechte Gestaltung des Einbauraumes bis zur schonenden Montage.

Angesichts der herausfordernden Betriebsbedingungen und der Produktvielfalt an O-Ringen, werden als Antwort darauf die Fehlermöglichkeiten immer vielfältiger. So verwundert es kaum, dass unabhängige Prüfinstitute für die Qualitätskontrolle und Schadensanalyse von O-Ringen an Präsenz gewinnen. Dabei können industrielle Anwender von Dichtsystemen selbst viel tun, um die häufigsten Ausfallursachen von O-Ringen zu vermeiden.

#2 Diese Fehlerschwerpunkte sollten Sie vermeiden

In unserem Beitrag zu den häufigsten Schadensursachen können Sie es nachlesen: Fachleute unterscheiden mit unzulässiger physikalischer Belastung, Temperatur und Alterung, Medieneinwirkung sowie Herstellung vier für das Versagen von O-Ringen verantwortliche Fehlerkategorien. Die Analyse der Schadensfälle zeigt, dass Unachtsamkeiten bei der Gestaltung des Einbauraums und der Montage sowie eine zu sorglose Vorgehensweise bei der Werkstoffauswahl zu den Fehlerschwerpunkten gehören.



Dabei ist eins ganz klar: Wer seine Mitarbeiter und Partner zur sorgfältigen Arbeitsweise anhält und qualifiziert, der handelt langfristig wirtschaftlicher. Denn im Vergleich dazu können die Folgen einer unberechenbar versagenden Dichtung zur deutlich größeren Belastung werden. (Bildquelle: Cherries / Shutterstock.com)

#3 Den passenden Werkstoff auswählen

Zwar gibt es Ausnahmen, doch O-Ringe bestehen in der Regel aus Elastomeren, die sich durch ihre gummielastische Eigenschaft auszeichnen. Das heißt, die Materialien kehren nach einer von außen bewirkten Formänderung eigenständig wieder in den Ausgangszustand zurück. Das Ausgangsprodukt sind Polymere, deren Makromoleküle während der Vulkanisation die notwendigen Querverbindungen zueinander aufbauen.

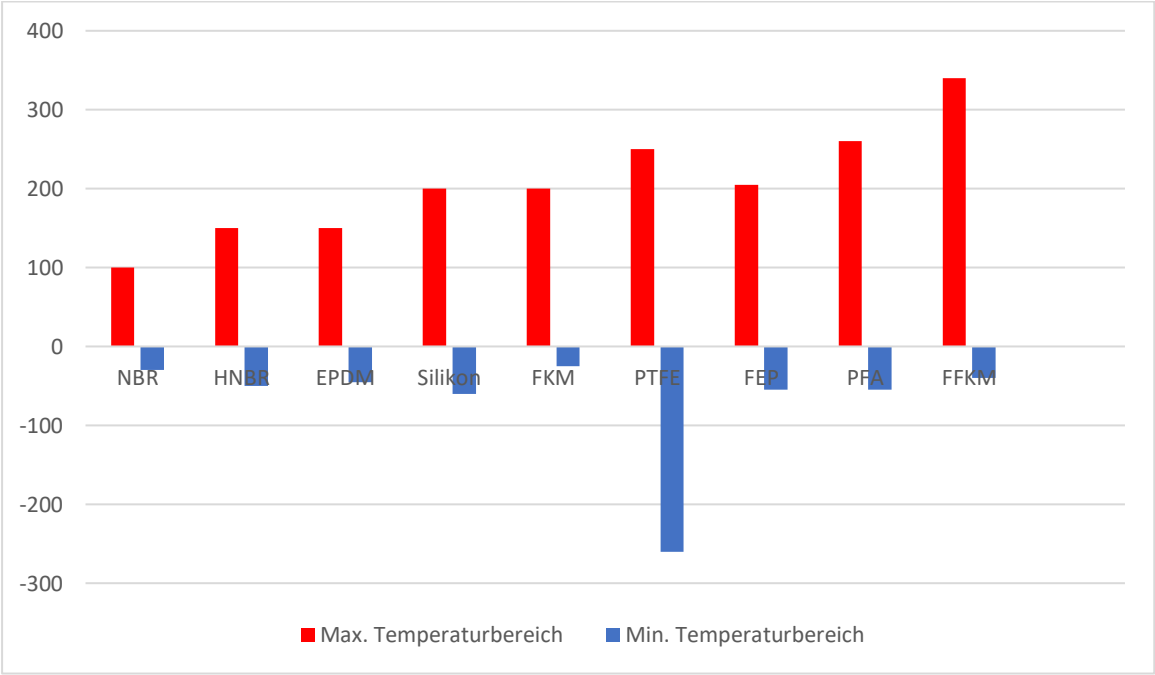
Doch in den Prozess der Vulkanisation geht weit mehr ein, als das Polymer selbst. Aus dem natürlich oder synthetisch hergestellten Basispolymer, vor der Vulkanisation auch als Kautschuk bezeichnet, wird durch die Zugabe vieler weiterer Stoffe ein technischer Gummiwerkstoff. Dabei sind die Rezepturen genauso zahlreich wie komplex: Aus Basispolymer, Füllstoffen, Weichmachern, Verarbeitungshilfsmitteln, Alterungsschutzmitteln und weiteren Komponenten entsteht eine kaum zu überblickende Vielzahl an Rezepturen oder Compounds. Marktübliche Mischungen enthalten heute 10 bis 20 Bestandteile, wobei sich die Einteilung der Werkstoffe nach DIN ISO 1629 an der Zusammensetzung des Polymers orientiert. Gebräuchliche Kautschuke sind unter anderem NBR (Acrylnitril-Butadien-Kautschuk), FKM (Fluor-Kautschuk) und FFKM (Perfluor-Kautschuk).



Quelle: ivandan / Shutterstock.com

Die Schwierigkeit bei der Werkstoffauslegung: Der Kautschuk gibt die grundlegenden Eigenschaften des Vulkanisates hinsichtlich Alterungsbeständigkeit, Kälteflexibilität und vor allem Medienbeständigkeit vor. Durch die Füllstoffe lassen sich diese und viele weitere Eigenschaften aber weiter beeinflussen. Die Auswahl des für den vorliegenden Anwendungsfall passenden Compounds gestaltet sich daher nicht immer einfach. Ein Beispiel: Mit einem steigenden Anteil von Acrylnitril nimmt die Öl- und Kraftstoffbeständigkeit von NBR-Kautschuken zu, wobei unter anderem Kälteflexibilität und Elastizität leiden. Hier muss der Anwender also abwägen.

Elastomere erbringen innerhalb eines bestimmten Temperaturkorridors eine zuverlässige Leistung. Nach unten begrenzt die Glasübergangstemperatur den Anwendungsbe- reich. Fällt die Einsatztemperatur unter diese Schwelle, verliert das Polymer vorüber- gehend seine Elastizität und wird anfällig für mechanische Belastungen. Dieser Vorgang ist reversibel, denn steigt die Temperatur über -35 Grad bei NBR und über -15 Grad bei FFKM, erhalten diese Werkstoffe in gängigen Standardrezepturen ihre ursprünglichen Eigenschaften zurück. Dagegen führt die Überschreitung der oberen Temperaturein- satzgrenze zur dauerhaften Zerstörung des Materials. Bei NBR tritt das bereits bei 120 Grad ein, dagegen halten FFKM Temperaturen von bis zu 340 Grad aus. Zu beachten ist: Die Temperaturbereiche gelten jeweils bezogen auf ein Umgebungsmedium, in die- sem Fall Luft.



Die Einwirkung von Medien kann zu physikalischen und chemischen Schäden am Elastomer führen. Eine übermäßige Volumenänderung durch Quellung und Schrumpfung gilt es ebenso durch die Werkstoffauswahl zu vermeiden wie eine Spaltung der Polymerkette. Entsprechend gehört die Beachtung der vom O-Ring-Hersteller herausgegebenen Beständigkeitslisten zur Grundvoraussetzung für eine korrekt ausgelegte Dichtung.

#4 Den Einbauraum gestalten

Die Dichtwirkung erzeugt der O-Ring, indem er sich unter Druck elastisch in seinem Einbauraum, der Nut, verformt. Dabei nimmt der im Ausgangszustand kreisförmige Querschnitt eine elliptische Form an. Unter der Flächenpressung verschließt er zu einer Seite die Dichtfläche und zur anderen Seite den Nutgrund. Die Verpressung gibt ausgehend von der Schnurstärke im Ausgangszustand an, um welchen Anteil sich der O-Ring-Querschnitt in der Einbaulage verringert.

Ausschlaggebend für die Verpressung ist zuerst einmal das Verhältnis zwischen Schnurstärke und Tiefe der Nut. Bei zunehmender Schnurstärke und einer konstanten prozentualen Verpressung steigen die Verformungskräfte an. Damit diese nicht zu groß werden, verringern die Konstrukteure die prozentuale Verpressung beim Einsatz größerer Schnurstärken. Richtwerte für die Verpressung von O-Ringen verschiedener Dimensionen lassen sich aus Tabellen entnehmen. Hier ist aber eine Unterscheidung notwendig: Während die Hersteller für den statischen Einsatz Werte zwischen 15 und 30 Prozent vorsehen, sollten die Konstrukteure für den dynamischen Einsatz größere Nuttiefen einplanen. Hier sind Verpressungen zwischen 6 und 20 Prozent üblich. Zu beachten ist auch, dass die Tabellen meist zwischen den drei gängigen Einbauarten von O-Ringen als Flansch-, Kolben- und Stangendichtung unterscheiden. Während es bei der Abdichtung eines Flansches oder Deckels zur axialen Verformung des Querschnitts des O-Rings kommt, bewirkt der Druck bei der Kolben- und Stangendichtung eine radiale Verformung des O-Ring-Querschnitts hin zur Mitte des Rohres oder Bolzens.

Zusammenfassung: In 5 Schritten zur perfekten Nutauslegung

- Die Verpressung sollte bei statischen Anwendungen ca. 20% betragen
- Die Verpressung sollte bei dynamischen Anwendungen 6-20% betragen
- Immer eine möglichst hohe Schnurstärke wählen
- Volumenänderung aufgrund des Mediums beachten
- Fertigungstoleranzen vom Bauteil und dem O-Ring beachten

Doch nicht nur der mechanische Druck auf den O-Ring zwischen Dichtfläche und Nutgrund erzeugt die Verpressung. Bei vielen Einbausituationen wirkt dazu noch ein druckbeaufschlagtes Medium auf den O-Ring. Findet dies bei der Auslegung ausreichende Beachtung und vorausgesetzt, der Druck steigt nicht zu hoch, kann sich das sogar positiv auf die Dichtwirkung auswirken. Grundsätzlich gilt: Der Druck presst das Dichtungselement an die druckabgewandte Seite der meist rechteckig ausgeführten Nut. Der O-Ring sollte bereits nach der Montage an dieser Nutflanke anliegen und ist entsprechend zu dimensionieren. Bringt erst der Mediendruck den O-Ring in diese Position, kommt es zu einer starken mechanischen Belastung des Materials, die vorzeitigen Verschleiß verursacht. Bei einer Flanschdichtung sollte der Konstrukteur der O-Ring je nach Wirkrichtung des Drucks so dimensionieren, dass dieser am Außen- oder Innendurchmesser der Nut anliegt und entsprechend gestaucht oder gedehnt wird.

Die Nutbreite sollte so gestaltet sein, dass neben der Dichtung noch ein Freiraum besteht, in den das Medium eintreten kann. So lässt sich eine gleichmäßige Druckbelastung des O-Rings erzielen. Einen Anhaltspunkt stellt die 85-prozentige Füllung der Nut durch den Dichtring dar. Sie lässt noch ausreichend Raum für die Quellung oder thermische Dehnung des O-Rings. Damit der Druck den O-Ring nicht in den Dichtspalt pressen kann, sollte dieser bei der Zeichnungserstellung nicht zu groß vorgesehen werden. Bei der sogenannten Spaltextrusion kommt es sonst zur dauerhaften Verformung des O-Rings. Die Folge ist meist eine deutlich herabgesetzte Haltbarkeit der Dichtung. Mit steigender Härte sinkt die Anfälligkeit eines O-Rings für die Spaltextrusion. Gleichzeitig steigen jedoch die Anforderungen an die Oberflächengüte. Auch beim tatsächlichen Einstecken der Nut mit Drehmeißel oder Fräser können noch Fehler passieren. Für geringe Toleranzen und eine hohe Oberflächengüte sollten die Fachleute ein besonderes Augenmerk auf die Wahl des passenden Fertigungsverfahrens mit stimmigen Prozessparametern legen.

#5 Sichern Sie sich Expertenwissen

Ein O-Ring kann nur dann optimal abdichten, wenn das Material zur Beanspruchung passt und die Nutabmessungen gleichermaßen präzise bestimmt und ausgeführt sind. Die Beständigkeitslisten und Tabellen mit Richtwerten für die Nutausslegung von NH Dichtungsservice stellen eine wertvolle Arbeitshilfe für die Konstrukteure dar.

Im Einzelfall muss die Dimensionierung aber weitere Einflussfaktoren berücksichtigen. Die Vielfältigkeit der Betriebsbedingungen, etwa mit Drücken und Einsatztemperaturen, macht die Anwendungsunterstützung durch unsere Experten für unsere Kunden so wertvoll.