

20. Problemlösungen

O-Ring Ausfall

Der Ausfall eines O-Ringes im Betrieb kann üblicherweise einer Kombination von Ursachen zugeordnet werden. Es ist daher für eine Erhöhung der Dichtungslebensdauer und -zuverlässigkeit wichtig, gute Konstruktionsgewohnheiten zu gebrauchen sowie eine korrekte Compoundauswahl, vorherige Praxisprüfungen und kontinuierliche Schulungen und praktische Ausbildungen der Mitarbeiter durchzuführen. Die folgende kurze Übersicht von O-Ring Ausfallbildern soll Konstrukteuren einen kurzen Überblick über die häufigsten Arten von Ausfällen sowie Vorschläge zur Beseitigung dieser geben. Es werden die häufigsten Ursachen von Dichtungsversagen genannt. Eine komplette Auflistung von O-Ring Ausfallarten finden Sie in der AIR1707, „Patterns of O-ring Failure“, erhältlich über die SAE Inc.

Extrusion und Knabbern

Ausfallbild: typisch für Hochdruck-Systeme, kann dieses Bild durch viele kleine Bisse (Abknabberungen) an der nachgeschalteten (Niederdruck) Seite identifiziert werden.

Problemquelle: übermäßige Dichtspalte, übermäßige Systemdrücke, zu weicher O-Ring Werkstoff, Angriff auf den O-Ring durch die Systemflüssigkeit, unregelmäßige Spaltmaße aufgrund Exzentrizität, ungenaues Spanen, scharfe Kanten oder die O-Ring Abmessung ist zu groß für die Nut.

Lösungsvorschlag: verringern Sie die Dichtspalte durch entsprechende Konstruktion und Fertigung der Bauteile, benutzen Sie Stützringe um Extrusion zu vermeiden, verwenden Sie härtere O-Ringe, prüfen Sie erneut die Eignung des Elastomers, verbessern Sie die Konzentrizität, brechen Sie scharfe Kanten oder bauen Sie O-Ringe mit einer geeigneteren Größe ein.

Spiralfehler

Ausfallbild: im Allgemeinen oft anzutreffen bei hydraulischen Stangendichtungen mit langen Hüben und geringem Druckunterschied. Die Oberfläche des O-Rings hat viele tiefe, spiralförmige, im 45° Winkel liegende Einschnitte.

Problemquelle: Spiralfehler werden verursacht, wenn bestimmte Teile des O-Ringes gleiten, während andere Teile gleichzeitig rollen. An einem einzigen Punkt seines Umfangs wird der O-Ring von einem exzentrischen Bauteil oder der Zylinderwand festgehalten, was zu einer Verwindung führt, welche wiederum 45° winklige Schnitte in die Oberfläche des O-Rings verursacht.

Lösungsvorschlag: prüfen Sie die Zylinderbohrung auf Unrundheit, verringern Sie den Dichtspalt, bearbeiten Sie Metalloberflächen bis zu einer Rauheit von 10-20 Micro Inch, verbessern Sie die Schmierung, benutzen Sie O-Ringe mit interner Schmierung, verwenden Sie Stützringe, verwenden Sie X-Ringe oder in schwierigen Fällen T-Dichtungen.

Abrieb

Ausfallbild: tritt meistens in dynamischen Anwendungen mit wechselseitiger, pendelnder oder drehender Bewegung auf. Dieses Ausfallbild kann durch eine einseitig abgeflachte Oberfläche des O-Rings oder durch Verschleißlinien an der parallel zur Bewegung liegenden Oberfläche identifiziert werden.

Problemquelle: Metalloberflächen zu rau (wirken wie ein Scheuermittel), Metalloberflächen zu glatt, so dass unangemessene Schmierung entsteht, ungenügende Schmierung, übermäßige Temperaturen oder das System ist mit abrasiven Fremdkörpern verunreinigt.

Lösungsvorschlag: verwenden Sie empfohlene Oberflächenfinishes, sorgen Sie für ausreichende Schmierung, überprüfen Sie die Werkstoffbeständigkeit mit der Systemtemperatur oder beseitigen Sie Verunreinigungen mit abrasiven Fremdkörpern durch geeignete Filter.

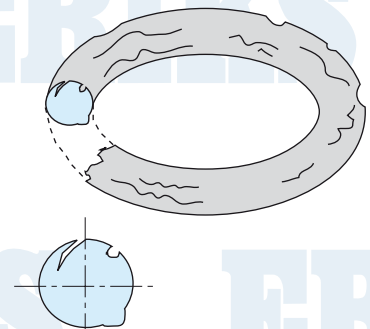


Bild eines extrudierten, angeknabberten O-Rings

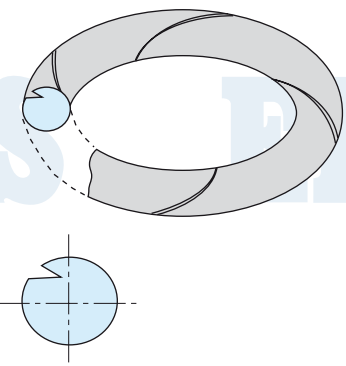


Bild eines O-Rings mit Spiralfehler

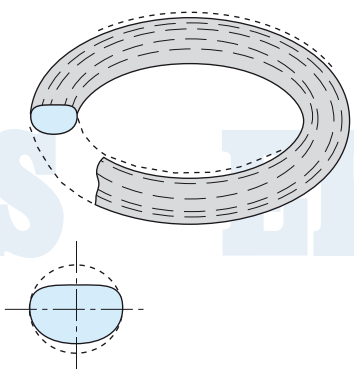


Bild eines abriebbeschädigten O-Rings

20. Problemlösungen

Bleibende Verformung (oder: „Druckverformungsrest“)

Ausfallbild: Bei dynamischer wie statischer Beanspruchung liefern Ausfälle aufgrund bleibender Verformung das gleiche Erscheinungsbild: an beiden Seiten des O-Rings im verpressten Bereich ein abgeflachter Querschnitt.

Problemquelle: Auswahl eines Elastomers mit besonders schlechtem Druckverformungsrest, der Systemdruck ist zu hoch, übermäßiges Quellen des O-Ring Werkstoffs in der Systemflüssigkeit, zu hohe Verpressung, um eine ausreichende Dichtwirkung zu erreichen, nicht komplette Vulkanisation des Elastomers oder übermäßige Systemtemperaturen.

Lösungsvorschlag: verwenden Sie ein Elastomer mit niedrigem Druckverformungsrest, spezifizieren Sie ein O-Ring Werkstoff, der die betriebs- und reibungsbedingte Temperatur widersteht, überprüfen Sie die Beständigkeit des O-Rings gegenüber den einwirkenden Chemikalien, reduzieren sie wenn möglich die Verpressung des O-Rings oder prüfen Sie eingehende O-Ringe hinsichtlich deren Maßhaltigkeit.

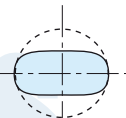
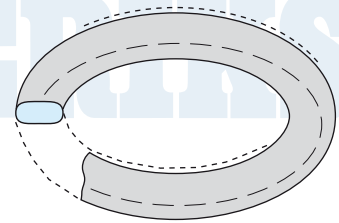


Bild eines O-Rings mit bleibender Verformung

Witterungseinflüsse oder Ozonschäden

Ausfallbild: tritt sowohl in dynamischen als auch statischen Dichtungen auf, die Atmosphären mit Ozon oder anderen luftverunreinigenden Stoffen ausgesetzt sind. Dieses Schadensbild wird durch viele kleine, rechtwinklig zur Belastungsrichtung angeordnete Oberflächenrisse deutlich.

Problemquelle: Ozon greift ungesättigte Knoten oder Doppelbindungen in einigen Polymerketten an, was zu einer Spaltung der Kette führt. Risse an der Oberfläche des O-Rings sind die Folge.

Lösungsvorschlag: verwenden Sie elastomere O-Ringe, die gegen Ozon beständig sind.

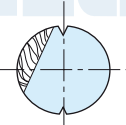
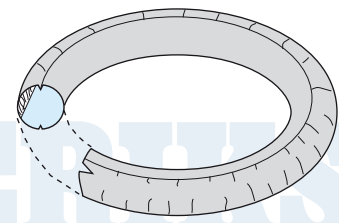


Bild eines O-Rings mit Rissbildung

Hitzealterung und Oxidation

Ausfallbild: anzutreffen in sowohl dynamischen als auch statischen Dichtungen in der Pneumatik oder Luftanwendungen. Die O-Ring Oberfläche erscheint körnig und/oder gerissen, oft begleitet von Abflachungen im Querschnitt durch hohe bleibende Verformung.

Problemquelle: übermäßige Umgebungstemperaturen führen zu übermäßiger Verhärtung des Elastomers, Verdunstung von Weichmachern und Rissbildung durch Oxidation.

Lösungsvorschlag: verringern Sie die Betriebstemperatur oder spezifizieren Sie einen hochtemperatur- und oxidationsbeständigen O-Ring Werkstoff.

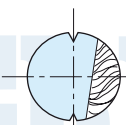
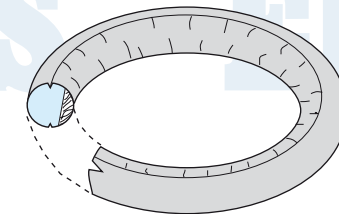


Bild eines verhärteten und oxidierten O-Rings

Extraktion von Weichmachern

Ausfallbild: anzutreffen in sowohl dynamischen als auch statischen Dichtungen, vorzugsweise in Kraftstoff-Anwendungen. Dieses Schadensbild geht mit kleinen Rissen in dem Belastungsbereich des O-Rings sowie dem Verlust von physikalischen Eigenschaften einher.

Problemquelle: Extraktion von O-Ring Weichmachern durch einwirkende Chemikalien und Flüssigkeiten in einer Austrocknungs-Situation.

Lösungsvorschlag: verwenden Sie einen chemisch beständigen O-Ring Werkstoff mit nahezu keinen extrahierbaren Weichmacheranteilen.

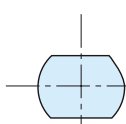
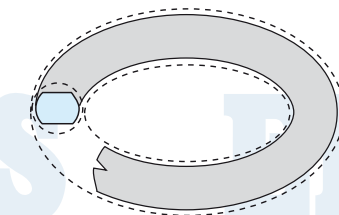


Bild eines durch die Extraktion von Weichmachern ausgefallenen O-Rings

20. Problemlösungen

Einbauschäden

Ausfallbild: anzutreffen in sowohl dynamischen als auch statischen Anwendungen. Dieses Schadensbild ist gekennzeichnet durch kurze Einschnitte, Kerben oder einer teilweise geschälten O-Ring Oberfläche.

Problemquelle: scharfe Kanten von aneinanderliegenden Metallteilen der O-Ring Nut, scharfe Gewinde, über die der O-Ring während der Montage geführt werden muss, unzureichende Einführschrägen, Kammern und Bohrungen in Ventilblöcken, überdimensionierter O-Ring Innendurchmesser für Kolben, unterdimensionierter O-Ring Innendurchmesser für Stange, Verdrehen oder Abscheren des O-Rings oder keine Schmierung des O-Rings während der Montage.

Lösungsvorschlag: brechen Sie scharfe Kanten von aneinanderliegenden Metallteilen, überdecken Sie Gewinde mit Hülsen oder überkleben Sie diese bei der Montage des O-Rings, verwenden Sie eine Einführschräge von ungefähr 20°, brechen Sie scharfe Kanten der Schräge und O-Ring Nut, verwenden Sie richtig dimensionierte O-Ringe und beim Einbau Schmierfett.

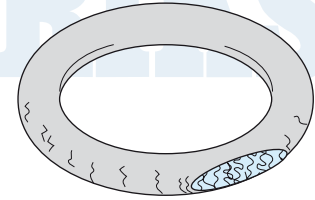


Bild eines beschädigten O-Rings

Explosive Dekompression

Ausfallbild: gekennzeichnet durch zufällig angeordnete, kleine Risse oder Brüche, die tief in die O-Ring Schnur gehen. Falls der O-Ring erstmalig entfernt wird, kann die Oberfläche des O-Rings darüber hinaus mit kleinen Bläschen bedeckt sein.

Problemquelle: Absorbierung von Gas durch den O-Ring in Hochdruckanwendungen. Anschließend schnelle Abnahme des Systemdrucks führt zu einer Ausdehnung des aufgenommenen Gases in den Mikroporen des O-Rings. Das Gas versucht aus dem O-Ring auszuweichen; an der Oberfläche bilden sich Bläschen und Risse.

Lösungsvorschlag: vergrößern Sie die Zeit der Dekompression, vergrößern Sie die O-Ring Härte auf 80° bis 95° Shore A, verringern Sie die O-Ring Schnurstärke oder verwenden Sie einen drucksturzbeständigen Werkstoff, wie zum Beispiel einen härteren NBR oder den speziellen ERIKS Viton® Compound 514162.

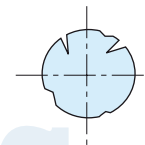
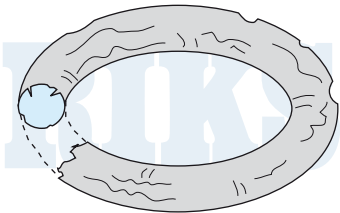


Bild eines explodierten O-Rings

Stützringschäden

Ausfallbild: nur in dynamischen Dichtungsanwendungen anzutreffen. Die O-Ring Oberfläche ist anliegend an den Schrägschnitt oder der Überlappung des Stützrings eingekerbt oder angeknabbert.

Problemquelle: Temperaturwechsel, Druckstöße und Extrusion des Stützrings in den Dichtspalt.

Lösungsvorschlag: prüfen Sie die Dichtungsauslegung und ziehen Sie den Einsatz von festeren Stützringen in Betracht. Verwenden Sie PEEK oder andere harte Werkstoffe.

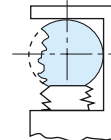
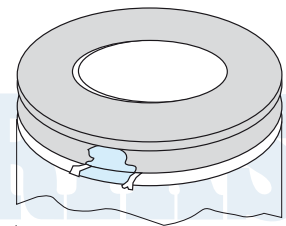


Bild eines beschädigten Stütz- und O-Rings