

FACHAUFSATZ

Artikelserie „Schadensanalyse von Elastomerbauteilen“

Schrumpfrisse an O-Ringen (Backrinding) – Ursachen, Auswirkungen, Prävention

Erstveröffentlichung: 02/2025

Abstract

Das Schadensbild des *Backrinding* entsteht durch thermische Ausdehnung und vorzeitiges Vernetzen des Materials, was zu Einkerbungen an den Trennebenen führt. Diese Fehler können die Dichtheit von O-Ringen beeinträchtigen, insbesondere in Hochdruckgasanwendungen. Der Artikel erläutert verschiedene Erklärungsansätze zur Entstehung von Backrinding und bietet detaillierte Präventionsmaßnahmen. Zudem werden spezifische Abhilfemaßnahmen für verschiedene Herstellungsverfahren vorgestellt. Normative Vorgaben und Prüfmöglichkeiten zur Qualitätssicherung werden ebenfalls diskutiert. Der Artikel bietet somit wertvolle Einblicke und praktische Lösungen zur Vermeidung und Begrenzung von Schrumpfrissen, um eine verlässliche Leistungsfähigkeit von O-Ring-Dichtungen zu gewährleisten.

Backrinding on O-rings – causes, effects and prevention

The failure caused by backrinding results from thermal expansion and premature cross-linking of the material, which leads to indentations on the parting lines. These defects can impair the tightness of O-rings, especially in high-pressure gas applications. The article explains various explanations for the development of backrinding and offers detailed preventive measures. Specific remedial measures for various manufacturing processes are also presented. Standardised specifications and testing options for quality assurance are also discussed. The article thus offers valuable insights and practical solutions for preventing and limiting backrinding in order to guarantee a reliable performance of O-ring seals.

1. Einordnung und Häufigkeit des Schadensbildes

Das Fehlerbild „Backrinding“, welches auch mit den deutschen Begriffen „Einkerbungen“ oder „Schrumpfrisse“ benannt wird, führt bei O-Ringeinbauträumen – welche dem Stand der Technik entsprechen – zu keiner Grobleckage. Dieses Fehlermerkmal kann jedoch das Leistungspotential einer radialen O-Ring Abdichtung bezüglich Dichtheit so stark einschränken, dass die verbliebene Restleckage bereits als unzulässige Leckage eingestuft würde. Somit können Schrumpfrisse in Ausnahmefällen als herstellungsbedingter Schadensmechanismus eingestuft werden. Die mit diesem Fehler verbundenen Herausforderungen liegen nicht in der Erkennung, sondern in der Vermeidung bzw. Begrenzung, weshalb dieses Thema in der technischen Literatur zur Schadensanalyse kaum behandelt wird. Für Anwender von Hochdruck-Gasanwendungen hat es eine hohe praktische Relevanz, die sich jedoch nicht in Ausfallstatistiken abbildet, weil dies lediglich zu einer Erhöhung der Gasdurchlässigkeit führt, nicht aber zum Ausfall der O-Ring Dichtung.

Dieses Fehlerbild wird auch in einschlägigen Normen zu Oberflächenabweichungen von O-Ringen beschrieben (z.B. ISO 3601-3 oder SAE AS 871B). Dieser Schadensmechanismus wird der Hauptgruppe der Herstellungsfehler zugeordnet.

- ▶ 1. Medien
- ▶ 2. Temperatur / Alterung
- ▶ 3. Mechanisch / physikalische Einwirkungen
- ▶ 4. **Herstellungsfehler**

Autoren:

Dipl.-Ing. Maschinenbau

Bernhard Richter,

Geschäftsführer, OPR Group GmbH

E-Mail:

bernhard.richter@oprgroup.de

Dipl.-Ing. (FH) Kunststofftechnik

Ulrich Blobner,

Consultant, OPR Group GmbH

2. Fachliches Hintergrundwissen zum Schadensbild

In dem englischen Begriff dieses Herstellungsfehlers bei O-Ringen („Backrinding“, mitunter auch als „Backrind“ bezeichnet) steckt das Wort „rind“, was mit Schale, Kruste oder Rinde übersetzt werden kann. Es handelt sich um Ausfressungen im Bereich der Trennebene. In der deutschen Übersetzung der ISO 3601-3 wird dieser Fehler mit dem Begriff „Einkerbung“ wiedergegeben und in der Erläuterung dieses Fehlers in Kap. 3.1 der ISO-Norm heißt es lediglich: „umlaufende Einzugsstelle mit einem weiten „U“-förmigen oder „W“-förmigen Querschnitt.“¹, ohne weitere Angaben zur Entstehung dieses Fehlers.

In der SAE-Norm AS871B hingegen werden bei der Beschreibung schon mögliche Fehlerursachen beschrieben: „Ein eingerissener oder ausgehöhlter Zustand (Vertiefung), der an den Formtrennlinien auftritt und durch thermische Ausdehnung über scharfe Formkanten oder durch vorzeitiges Vernetzen verursacht wird.“²

Im Gegensatz zu den meisten anderen in der ISO 3601-3 beschriebenen Fehlerarten erfordert dieser Fehler etwas mehr technisches Fachwissen. Außerdem gibt es in der Literatur leicht unterschiedliche Erklärungsansätze zur Fehlerentstehung, die im Folgenden kurz aufgezeigt werden.

2.1 Erklärungsansatz nach John G. Sommer

Nach SOMMER³ entsteht das zerfurchte Fehlerbild im Bereich der Trennebene im Herstellungswerkzeug nach Beginn der Vernetzung. Es wird verursacht durch die thermische Expansion der Mischung. Teile der vernetzten Mischung werden in die Trennebene gepresst. Da der Compound durch die Vernetzung nicht mehr fließen kann, reißt er als festes Material ab. Hauptsächlich zeigt sich dieser Fehler beim Pressen, weniger beim Spritzgießen oder dem Transfermoulding von Elastomeren. Er tritt v.a. bei einem niedrigen Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis (A/V-Verhältnis) eines Bauteils auf. Am kritischsten sind folglich Kugeln, da diese das niedrigste mögliche A/V-Verhältnis aller geometrischen Formen aufweisen.

2.2 Erklärungsansatz nach Van Walworth

WALWORTH differenziert das Fehlerbild noch genauer und weist darauf hin, dass es viele unterschiedliche Ursachen haben kann. Allgemein anerkannt ist, dass an der heißen Werkzeugwandung eine dünne Schicht des Compounds schneller ausvulkanisiert. Der noch flüssige innere Teil expandiert thermisch und drückt einen kleinen Teil der vulkanisierten Schicht in die Trennebene. WALWORTH unterscheidet zwei Fehlerentstehungsarten nach dem Zeitpunkt des Auftretens im Herstellungsprozess: „Nach dem Öffnen des Werkzeugs am Ende des Vernetzungszyklus schrumpft der [zu Beginn des Einspritzvorgangs] abgesicherte und aufgerissene Gummi zurück und/oder wird in sich selbst zurückgezogen, wodurch ein Riss an der Trennebene entsteht. Eine zweite Art des Backrinding tritt seltener auf, nämlich dann, wenn sich das Werkzeug beim Nachlassen der Schließkraft öffnet und der Gummi unmittelbar nach dem ersten Öffnen der Trennebene an der Trennebene reißt. Bei dieser weniger häufigen Variante des Backrindings sehen die Risse ähnlich aus wie bei der häufigeren Variante, aber der Zeitpunkt des Backrindings liegt ganz am Ende des Vulkanisationszyklus und nicht am Anfang des Vulkanisationszyklus.“⁴

Letztere Variante tritt v.a. bei Präzisionswerkzeugen im Spritzguss auf, während erste Variante sich beim Pressen und Transfermolding zeigen kann.

2.3 Erklärungsansatz nach Karl-Heinz Graf

Der Vollständigkeit halber sei noch der Erklärungsansatz von GRAF aus den 1980er Jahren erwähnt. Er deutete Backrinding als eine Sonderform der explosiven Dekompression im Bereich der Trennebene. Diese Theorie ist aber an keiner anderen Stelle der Literatur zu finden und beinhaltet auch einige Ungereimtheiten, so dass sie nicht weiter erläutert wird.⁵

¹ DIN ISO 3601-3: Fluidtechnik – O-Ringe – Teil 3: Form und Oberflächenabweichungen (ISO 3601-3:2005), August 2010, S.5, Kap. 3.1

² SAE AS871B: Manufacturing and Inspection Standards for Preformed Packings (O-Rings), 2019-10-17, S.11, Appendix A : (<https://www.sae.org/standards/content/as871b/>)

³ SOMMER, John G.: Elastomer Molding Technology, Elastech,

Hudson, 2003, S. 80ff.

⁴ WALWORTH, Van: Rubber Molding Principles, TechnoBiz, ²2017, S.121

⁵ GRAF, Karl-Heinz: Vulkanisationsverfahren (Kap. 6) in: CHARLES, Joachim (Hrsg.): Technologische Verfahren der Elastverarbeitung, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1983, S. 220f.

3. Schadensbild

3.1 Beschreibung des Schadensbildes und problematischer Bereiche

Der Schaden kommt häufiger bei fast kugelförmigen oder zylindrischen Bauteilen, rechteckigen Blöcken oder Kegeln⁶ und bei O-Ringen im Bereich der Trennebene vor. Die umlaufende Einkerbung ist gut zu erkennen.

Im Folgenden werden aber nur Schrumpfrisse an O-Ringen beschrieben. Der Fehler kann am ganzen Umfang des O-Rings auftreten oder auch nur in einzelnen Bereichen der Trennebene.



Abb. 1: Schrumpfriss umlaufend entlang der Trennebene eines O-Rings (Bild: OPR Elastolabs)



Abb. 2: In manchen Fällen zeigt sich das Backrinding nicht umlaufend, sondern nur im Anschnittbereich der O-Ringe (Bild: OPR Elastolabs)

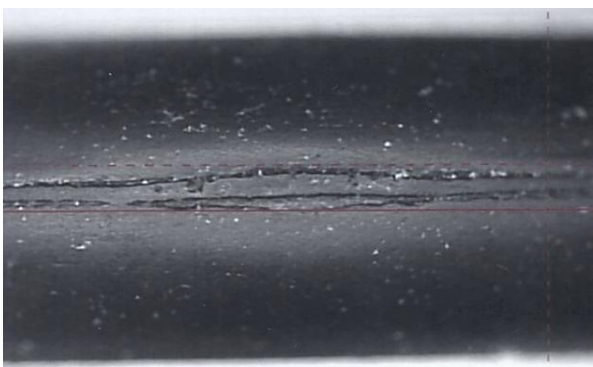


Abb. 3: Schrumpfriss auf einem O-Ring in der Draufsicht bei 40-facher Vergrößerung (Bild: OPR Elastolabs)



Abb. 4: Querschnitt des O-Rings aus Abb. 3, die U- bzw. W-förmige Einzugsstelle ist unter 70-facher Vergrößerung gut zu erkennen. (Bild: OPR Elastolabs)

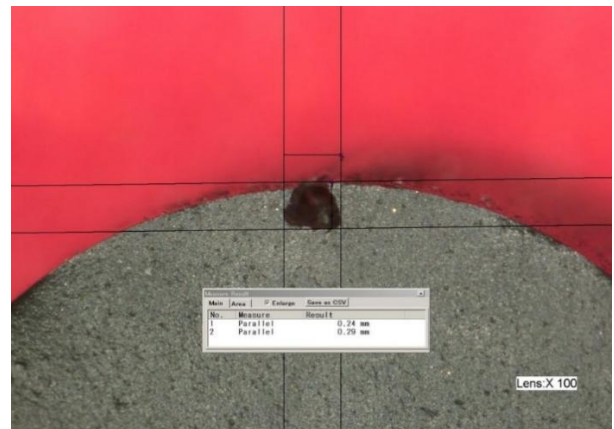


Abb. 5: Beispiel einer unzulässigen Abweichung nach ISO 3601-3: Der O-Ring hat eine Schnurstärke von 5,33 mm (Schnurstärkenbereich 4,50 – 6,30 mm), die dabei zulässige Breite ist $g=0,53\text{mm}$, die zulässige Tiefe $u=0,1\text{mm}$, gemessen wurde $u=0,24\text{mm}$, d.h. es handelt sich um ein Ausschussteil (Bild: OPR Elastolabs)

3.2 Auswirkungen des Schadens

Dieses Fehlerbild ist bei O-Ringen nach DIN ISO 3601-3⁷ bei den Sortenmerkmalen N und S bis zu einer begrenzten Ausprägung zulässig. Bei typischen Verpressungen gemäß ISO 3601-2⁸ kann davon ausgegangen werden, dass dies – auch bei verdreht montierten O-Ringen – zu keiner kritischen Gasleckrate führt. Erst, wenn entweder die Ausprägung der Einkerbungen über die nach ISO 3601-3 vorgegebenen Grenzwerte hinausgeht oder die für O-Ringe empfohlenen Mindestverpressungen unterschritten

⁶ STANGOR, Embert L.: Backrinding of molded products in: Rubber Age, Vol. 60, No. 4, January 1947, S. 439

⁷ DIN ISO 3601-3: Fluidtechnik – O-Ringe – Teil 3: Form und

Oberflächenabweichungen (ISO 3601-3:2005), August 2010

⁸ DIN ISO 3601-2: Fluidtechnik – O-Ringe – Teil 2: Einbauräume für allgemeine Anwendungen (ISO 3601-2:2008), August 2010

Schrumpfrisse an O-Ringen (Backringing) – Ursachen, Auswirkungen, Prävention

werden, kann es in Verbindung mit verdreht montierten O-Ringen in Kolben- und Stangen-einbaukäufen zu signifikant erhöhten Gasleckraten führen.

Bei O-Ringen nach ISO 3601-3 Sortenmerkmal CS sind Schrumpfrisse generell nicht erlaubt. Während in Europa die ISO 3601-3 meist zur Anwendung kommt, gibt es v.a. in den USA noch andere O-Ring Normen (**Tab. 1**), welche zulässige max. Abmessungen von Schrumpfrissen definieren.

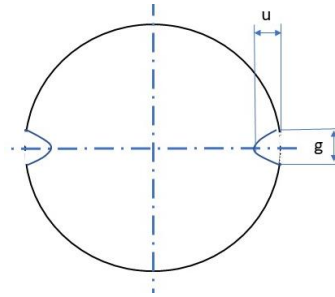


Abb. 6: Querschnitt eines O-Rings mit Einkerbungen in der Trennebene: Darstellung, der in Tab.1 durch Normung begrenzten Schadensbereiche für backringing

O-Ring Norm	Max. zulässige Breite g	Max. zulässige Tiefe u
ISO 3601-3 Sortenmerkmal N (Amendment 1) ⁹	Schnurstärkenbereich >0,8 / ≤2,25: 0,18mm >2,25 / ≤3,15: 0,27mm >3,15 / ≤4,5: 0,36mm >4,5 / ≤6,3: 0,53mm >6,3 / ≤8,4: 0,70mm >8,4 / ≤10,0: 0,90mm >10,0 / ≤12,0: 1,10mm >12,0 / ≤14,0: 1,30mm	Schnurstärkenbereich >0,8 / ≤2,25: 0,08mm >2,25 / ≤3,15: 0,08mm >3,15 / ≤4,5: 0,10mm >4,5 / ≤6,3: 0,10mm >6,3 / ≤8,4: 0,13mm >8,4 / ≤10,0: 0,16mm >10,0 / ≤12,0: 0,16mm >12,0 / ≤14,0: 0,18mm
ISO 3601-3 ¹⁰ Sortenmerkmal S	Schnurstärkenbereich >0,8 / ≤2,25: 0,10mm >2,25 / ≤3,15: 0,15mm >3,15 / ≤4,5: 0,20mm >4,5 / ≤6,3: 0,20mm >6,3 / ≤8,4: 0,30mm	Schnurstärkenbereich >0,8 / ≤2,25: 0,05mm >2,25 / ≤3,15: 0,08mm >3,15 / ≤4,5: 0,10mm >4,5 / ≤6,3: 0,10mm >6,3 / ≤8,4: 0,13mm
ISO 3601-3 Sortenmerkmal CS	Backringing nicht zulässig	Backringing nicht zulässig
SAE AS 708 B ¹¹	Keine Vorgaben, jedoch führt jeder Defekt >0,005 inch (0,127mm) zu einer Zurückweisung	Keine Vorgaben, jedoch führt jeder Defekt >0,005 inch (0,127mm) zu einer Zurückweisung
SAE AS 871 ¹²	Backringing nicht zulässig	Backringing nicht zulässig
RMA OR-1 ¹³ Category A	Schnurstärke: 1,778mm: none 2,616mm: 0,127mm 3,530mm und 5,335mm: 0,152mm 6,985mm: 0,254mm	Schnurstärke: 1,778mm: none 2,616mm: 0,76mm 3,530mm und 5,335mm: 0,102mm 6,985mm: 0,127mm

⁹ ISO 3601-3: Fluid power systems – O-rings – Part 3: Quality acceptance criteria, second edition 2005-11-01, Amendment 1, 2018-12

¹⁰ ISO 3601-3: Fluid power systems – O-rings – Part 3: Quality acceptance criteria, second edition 2005-11-01

¹¹ SAE AS 708 REV. B (SAE Aerospace Standard): Top Visual Quality (TVQ) O-ring Packings and Gaskets - Surface Inspection Guide and Acceptance Standard, 2014-03-23 (<https://www.sae.org/standards/content/as708b/>)

¹² SAE AS871B: Manufacturing and Inspection Standards for Preformed Packings (O-Rings), 2019-10-17 : (<https://www.sae.org/standards/content/as871b/>)

¹³ Dieser Industriestandard wurde erstmalig 1964 von der Rubber Manufacturers Association, Inc. (RMA) herausgegeben. Weitere Ausgaben erfolgten 1974 und 1986 (<https://www.worldcat.org/de/title/1378323387>), andere oder aktuell gültige Ausgaben sind den Autoren dieses Textes nicht bekannt. Er entstand in Zusammenarbeit zwischen der O-Ring Division der RMA mit zwei Komitees der SAE (Society of Automotive Engineers). Der Industriestandard hatte zwei „Categories“ (Sortenmerkmale): A und B, wobei A für die höhere Qualitätsstufe stand. Die zitierten Normvorgaben stammen aus der Ausgabe von 1974.

O-Ring Norm	Max. zulässige Breite g	Max. zulässige Tiefe u
RMA OR-1 Category B	Schnurstärke: 1,778mm: 0,127mm 2,616mm: 0,178mm 3,530mm und 5,335mm: 0,203mm 6,985mm: 0,381mm	Schnurstärke: 1,778mm: 0,076 2,616mm: 0,076mm 3,530mm und 5,335mm: 0,102mm 6,985mm: 0,127mm

Tab. 1: Vergleich der maximal zulässigen Abmessungen für Schrumpfrisse (Backrinding) in verschiedenen O-Ring Normen¹⁴

3.3 Abgrenzung zu ähnlichen Schadensbildern

Am ehesten könnte das Schadensbild der Schrumpfrisse („backrinding“) mit Sonderfällen der Spaltextrusion („Nibelling“ bzw. „angeknabberte Oberfläche“) verwechselt werden. Ein zweiter Blick auf den Fehler sollte jedoch ausreichen, um diese Fehlerbilder gegeneinander klar abzugrenzen. Typisch für das Fehlerbild der Schrumpfrisse ist ausschließlich eine Schädigung direkt in der Trennebene (innen und außen), während eine Schädigung durch Spaltextrusion von radial verpressten O-Ringen allenfalls im begrenzten Umfangsbereich in der Trennebene und druckabgewandten Seite der O-Ringe zu finden ist.

4. Präventionsmaßnahmen

Die Präventionsmaßnahmen liegen v.a. in den Verarbeitungsparametern und der Mischungszusammensetzung, aber es gibt auch Lösungspotential im Bereich der Werkzeugauslegung.

4.1 Abhilfemaßnahmen nach John G. Sommer

John G. SOMMER nennt folgende Abhilfemaßnahmen¹⁵:

- Die Scorchzeit muss verlängert werden, also die Zeit bis die Vernetzung richtig startet. Dies kann durch einen Verzögerer, durch die Reduktion von Beschleunigern in der Mischung geschehen oder durch eine Absenkung der Werkzeugtemperatur, allerdings auf Kosten einer verlängerten Zykluszeit.
- Bei den meisten Herstellungsprozessen entstehen Grate durch Austrieb über die Trennebene. Sollte dies vermieden werden, wären extrem hohe Maschinenzuhaltekraften notwendig. Wo technisch und optisch möglich, kann eine zusätzliche Öffnung im Werkzeug (nicht im Bereich der

Trennebene) den Druck im Werkzeuginneren reduzieren.

- Beim Pressen können die Vorformlinge bzw. Rohlinge vor Einlegen in das Pressenwerkzeug vorgeheizt werden. Dadurch wird die thermische Expansion reduziert.
- Für besonders verarbeitungskritische Materialien, wie FFKM, gibt es auch spezielle Werkzeugkonstruktionen mit vergrößerten Bereichen am Kavitätsüberlauf im Bereich der Trennebene. Dies erfordert aber dann ein Abschneiden des vergrößerten Grates.
- Durch die Erhöhung des Füllstoffgrades einer Mischung wird die thermische Ausdehnung einer Mischung reduziert.

4.2 Abhilfemaßnahmen nach Van Walworth

VAN WALWORTH¹⁶ nennt eine Vielzahl von Abstellmaßnahmen, die er nach den drei Verarbeitungsverfahren Pressen, Transfermolding und Spritzgießen gliedert. Im Folgenden werden nur auszugsweise wichtigere Maßnahmen – welche nicht bereits von SOMMER erwähnt wurden – für das Spritzgießen genannt:

- Druckzeit nach dem Einspritzen reduzieren
- Evtl. Schussvolumen reduzieren
- Wo möglich Mischungstemperatur in der Schnecke erhöhen, falls dadurch kein Scorchen der Mischung ausgelöst wird.
- Werkzeugentlüftung überprüfen und verbessern
- Mischung auf Feuchtigkeit überprüfen
- Düsenverweilzeit reduzieren
- Scharfe Kanten im Bereich der Trennebene leicht brechen
- Falls möglich, Härte der Mischung erhöhen
- Heißeinreißfestigkeit der Mischung verbessern
- Weichmacher in der Mischung reduzieren

¹⁴ Vgl. Seal Design Guide: Troubleshooting Backrind, Internetinformation der Apple Rubber Products, Lancaster, Webseite zuletzt aufgerufen am 21.06.2024: <https://www.applerrubber.com/seal-design-guide/troubleshooting-help/backrind/>

¹⁵ SOMMER, John G.: Elastomer Molding Technology, Elastech, Hudson, 2003, S. 81f.

¹⁶ VAN WALWORTH: Rubber Molding Principles, TechnoBiz, 2017, S.121f.

- Verhindern, dass sich die Werkzeugtrennebene während der Schüsse öffnet

4.3 Abhilfemaßnahmen nach Karl-Heinz Graf

GRAF¹⁷ weist darauf hin, dass die Platten eines Werkzeuges genau parallel sein sollten. Andernfalls kann es bei der Werkzeugöffnung zu Rissen an der Trennebene kommen.¹⁸

Können die Kavitäten in einem Austriebwerkzeug mit genau so viel Material beschickt werden, dass es gerade zu keinem Austrieb kommt, tritt Backrinding nicht auf. Allerdings ist dies in der betrieblichen Praxis kaum umzusetzen und es besteht die Gefahr einer leichten und daher schwierig erkennbaren Unterfüllung von Bauteilen.

4.4 Abhilfemaßnahmen nach Embert L. Stangor

STANGOR verwendete in seiner Studie zu Backrinding aus dem Jahr 1947 eine NR-Mischung, da sie damals eine größere Wärmeausdehnung als die meisten synthetischen und gefüllten Gummimischungen hatte, um dadurch besser Backrinding-Effekte erforschen zu können. Um backrindingsichere Mischungen zu erhalten, empfahl er Mischungen mit einer möglichst geringen Wärmeausdehnung bei Vernetzungstemperatur zu entwickeln. Er sah aber auch großes Potential bei der Werkzeugauslegung. Viele Backrinding Probleme können vermieden werden, wenn „das Werkzeug so konstruiert ist, dass beim Öffnen des Werkzeugs am Ende der Vernetzung keine lokale Druckkonzentration auf den Artikel entsteht.“¹⁹

Idealerweise sollte eine Mischung vor der Verarbeitung auf die Verarbeitungstemperatur aufgeheizt werden, so dass keine zusätzliche thermische Ausdehnung während der Verarbeitung auftritt.²⁰ Dies ist aber nicht praktikabel, weil dann bereits die Vernetzungsreaktion während der Vorwärmung einsetzen würde. Auf der anderen Seite ließe sich Backrinding stark reduzieren, wenn man bei niedrigeren Temperaturen vernetzen würde. „Durch das Abkühlen des Werkzeugs unter Druck wird

[Backrinding] vollständig beseitigt. Die Werkzeugzuhaltekraft hat keine Auswirkungen, muss aber natürlich hoch genug sein, um das Werkzeug während des gesamten Vernetzungsvorgangs dicht geschlossen zu halten.“²¹ Hier werden aber schnell die Grenzen einer wirtschaftlichen Produktion erreicht. Außerdem empfiehlt STANGOR Füllstoffe mit einer geringeren Wärmeausdehnung zu bevorzugen.²²

4.5 Weitere Abhilfemaßnahmen

Lässt sich Backrinding in bestimmten Fällen nicht gänzlich vermeiden, kann manchmal der geschädigte Bereich durch eine kleine konstruktive Änderung in einen unkritischen Bereich eines Elastomerbauteiles verlegt werden. SOMMER zitiert eine Literaturquelle, in welcher durch Hinzufügen einer Rippe, die Schrumpfrisse an einem Zündkerzenstecker in einen unwichtigeren Bereich verschoben werden. Durch die Erhöhung mit Hilfe der Rippe, konnte auch am ganzen Stecker die notwendige Mindestwandstärke erreicht werden.²³

Im europäischen Patent EP0047984A1-1982-03-24²⁴ von Louis HIMELREICH (Firma DuPont), welches im Jahr 1982 veröffentlicht wurde, wird ein Presswerkzeug für FFKM beschrieben, welches Backrinding ausschließen bzw. stark reduzieren soll. Normalerweise werden O-Ringe so hergestellt, dass das überschüssige Material über einen sehr dünnen Gratbereich am Umfang des O-Ringes austritt, um dann in einen größeren umlaufenden Hohlraum zu fließen. Der hauchdünne Grat am O-Ring erleichtert später die (Hand-)entgratung. Im vorliegenden Patent wird der normalerweise umlaufende hauchdünne Bereich relativ dick ausgeführt, dann folgt ein dünner Bereich und schließlich noch ein dicker Überlaufbereich. Dadurch wird das Backrinding stark reduziert bzw. in unkritische Bereiche verlegt. Nachteilig erweist sich der höhere Aufwand für das Entgraten, was z.B. über Stanzen erfolgen kann. Dies birgt aber auch wieder die Gefahr der Verletzung des O-Rings. Diese Herstellungsmethode wird vermutlich nur bei sehr hochpreisigen Materialien, wie FFKM

¹⁷ GRAF, Karl-Heinz: Vulkanisationsverfahren (Kap. 6) in: CHARLES, Joachim (Hrsg.): Technologische Verfahren der Elastverarbeitung, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1983, S. 221

¹⁸ Vgl. STANGOR, Embert L.: Backrinding of molded products in Rubber Age, Vol. 60, No. 4, January 1947, S. 441: „The importance of parallel press platens in controlling backrinding cannot be over-emphasized.“

¹⁹ Vgl. ebd., S. 442

²⁰ Vgl. ebd., S. 440

²¹ Vgl. ebd., S. 442

²² Vgl. ebd., S. 442

²³ Vgl. BURTON, W.E. (Hrsg.): Engineering with Rubber, McGraw-Hill, New York, 1949, S.339 zitiert in: SOMMER, John: Troubleshooting Rubber Problems, Carl Hanser Verlag, München, 2013, S. 98

²⁴ Europäisches Patent EP0047984A1, veröffentlicht: 1982-03-24, Erfinder: HIMELREICH, Louis, Eugene, Jr., Anmelder: DuPont: Pressform für O-Ringe aus Perfluorelastomer, Patent digital verfügbar, zuletzt aufgerufen am 08.08.2024: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DEP0047984A1>

sinnvoll sein, bei denen eine erhöhte Ausschussquote durch Backrinding mehr ins Gewicht fällt als die Zusatzkosten durch spezielle Entgratungstechniken.

5. Praxistipps (Prüfmöglichkeiten/Normempfehlungen)

5.1 Prüfmöglichkeiten zur Prävention (Qualifikations- und Wareneingangsprüfungen)

Die entscheidende Prüfmöglichkeit ist die Sichtprüfung nach bzw. besser schon während der O-Ring Produktion. In letzterem Fall kann rechtzeitig in den Herstellungsprozess eingegriffen werden.

Bei großvolumigen Aufträgen erfolgt heutzutage bei Qualitäts-O-Ringen diese Sichtprüfung zu 100% zerstörungsfrei durch Kontrollautomaten gemäß den erlaubten Toleranzen der ISO 3601-3, d.h. dass auch Schrumpfrisse und Einkerbungen bis zu einer gewissen Ausprägung zulässig sind (siehe **Tab. 1** oben).

Bei Kleinserien oder größeren O-Ringen wird die Sichtprüfung klassisch durch unterwiesenes Personal durchgeführt. Diese ist natürlich weniger reproduzierbar als die maschinelle Kontrolle. Hier zeigt sich in der Praxis, dass es bei empfindlichen Anwendungen sinnvoll ist, dass der Anwender selbst bei seiner Wareneingangskontrolle nochmals die gelieferten O-Ringe auf Fehlerfreiheit untersucht.

6. Sonstiges

Dieser Artikel ist eine inhaltliche Ergänzung zum Fachartikel *„Sichtprüfung von Elastomerbauteilen – Eine zu Unrecht stiefmütterlich behandelte Prüfmethode und warum „Augen zu und durch“ keine gute Idee ist...“*.