

# FACHWISSEN SCHADENSANALYSE VON ELASTOMERBAUTEILEN

Ein Angebot des

**O RING**

**PRÜFLABOR**

**RICHTER**

PRÜFEN BERATEN ENTWICKELN

Quelle: [www.o-ring-prueflabor.de](http://www.o-ring-prueflabor.de)

Stand der Information: 07/2017

## **Ozonrisse an elastomeren Dichtungen und Bauteilen – Eine häufige, aber vermeidbare Ausfallursache**

Autoren:

Dipl.-Ing. Bernhard Richter,

Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Blobner

### **1. Einordnung und Häufigkeit des Schadensbildes**

Von den vier Hauptschadensmechanismen werden Ozonrisse der zweiten Gruppe der unten dargestellten Hauptgruppen zugeordnet:

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

Die Auswertung von über 2000, von unserem Labor bearbeiteten, Schadensfällen zeigt, dass das Schadensbild Ozonrisse zu den 5 häufigsten Ausfallursachen von elastomeren Dichtungen gehört.

## 2. Fachliches Hintergrundwissen zum Schadensbild

Ozon ist reaktiver Sauerstoff (O<sub>3</sub>), der in Erdnähe überwiegend bei der Reaktion von Stickoxiden mit Sauerstoff unter Einwirkung von UV-Strahlung entsteht.<sup>1</sup> „Die Ozonkonzentration in Erdnähe beträgt je nach Umwelteinfluss (Temperatur, Feuchtigkeit, Wind, Schadstoffbelastung, Jahreszeit etc.) 2-50 pphm.“<sup>2</sup>.

Bereits seit über 150 Jahren<sup>3</sup> ist bekannt, dass Naturkautschuke durch in der Umgebungsluft vorkommendes Ozon stark geschädigt werden können. Anfang des 20. Jahrhunderts wurden die Zusammenhänge von HARRIES<sup>4</sup> genauer erforscht. Später wurde festgestellt, dass auch einige Synthesekautschuke von diesem Phänomen betroffen sind. Trotz dieser Erkenntnisse ist dieser Schaden auch heute noch oft in der Praxis anzutreffen.

Eine wichtige Voraussetzung für Ozonrisse ist, dass die Dichtungen unter Spannung stehen bzw. verformt sind. Dabei können bereits bei kleinen Dehnungen (z.B. 5%) einzelne tiefe Risse entstehen, nimmt die Dehnung dann zu, entstehen mehr Risse. Wegen der großen Tiefe der Risse stellt das in der Regel ein K.o.-Kriterium für die Anwendung dar. Anfällig für Ozonrisse sind alle ungesättigten, also Dien-Kautschuke, die in der Hauptkette Doppelbindungen aufweisen. Letztere können durch das Ozon angegriffen werden. Dien-Kautschuke kann man durch das „R“ in ihrer Kurzbezeichnung erkennen (z.B. NBR, SBR, NR, BR,...). Eine Ausnahme bildet ein vollhydrierter HNBR, der eine relativ gute Beständigkeit gegen Ozonrisse aufweist.

M-, Q- und O-Kautschuke (wie z.B. FPM, VMQ, ECO) gelten als gut bis sehr gut ozonbeständig.

<sup>1</sup> TRIMBACH, Jürgen: Schutz von dienhaltigen Elastomeren gegen Ozonrisse in: GAK – Gummi Fasern Kunststoffe, Dr. Gupta-Verlag, Ratingen, Heft1 / 2015, 68.Jg., S. 30

<sup>2</sup> Ebd., S. 30

<sup>3</sup> „Ozonisirter [sic] Sauerstoff greift die Gutta[percha] stark an.“ in: KOPP, H und WILL, H. (Hrsg.): Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und verwandter Theile anderer Wissenschaften für 1859, J. Ricker'sche Buchhandlung, Giessen, 1860, S. 519

<sup>4</sup> HARRIES, Carl Dietrich: Ueber den Abbau des Parakautschuks vermittelt Ozon in: Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Commissionsverlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin, 37. Jg., Juni 1904, S. 2708-2711

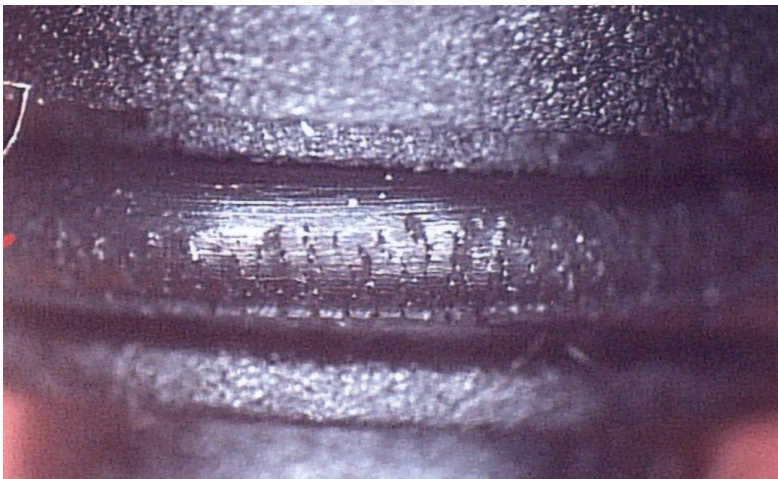
### 3. Schadensbild

#### 3.1 Beschreibung des Schadensbildes und problematischer Bereiche

Ozonrisse entstehen immer senkrecht zur Richtung der Spannung, die Risse sind tief und können bis zum Durchriss der Dichtung führen. Der Schaden ist irreversibel und kann nur durch einen Dichtungstausch behoben werden.



**Abb. 1:** Vormontierter NBR O-Ring, der nach einigen Wochen Lagerung sehr stark rissig wurde



**Abb. 2:** Die Entstehung der Ozonrisse ähnelt der Entstehung von Ermüdungsrissen, Beispiel NBR O-Ring



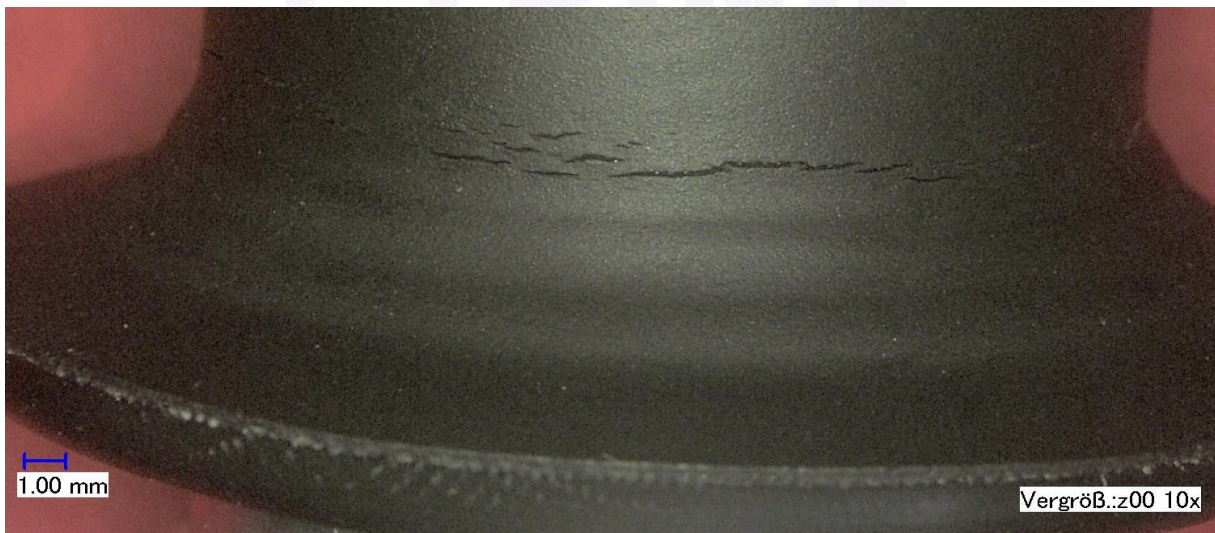
**Abb. 3:** Risse an einem statisch vorgedehnten Faltenbalg aus einem BR/IR-Elastomer

### 3.2 Auswirkungen des Schadens

Durch die Ozonrisse kann es zu Leckagen bis hin zu einem totalen Dichtungsausfall (Durchreißen der Dichtung) und damit zu einem Versagen des Gesamtsystems kommen.

### 3.3 Abgrenzung zu ähnlichen Schadensbildern

Das Schadensbild der Ozonrisse ähnelt sehr dem Schadensbild von Ermüdungsrisse durch eine zyklische dynamische Beanspruchung. Wenn man die Vorgeschichte, das heißt, die Art der Beanspruchung kennt, ist eine klare Abgrenzung möglich. Der Unterschied zu einem chemischen Angriff zeigt sich in der stärkeren Tiefe der Risse und in einer spannungsabhängigen, das heißt in der Regel parallelen Ausrichtung der Risse. Häufig finden sich Ozonrisse an vormontierten Baugruppen, wenn diese während der Zwischenlagerung direkt der Umgebungsluft ausgesetzt sind. Risse können schon nach wenigen Tagen entstehen.



**Abb. 4:** Ermüdungsrisse an einer FKM-Membran



**Abb. 5:** Risse infolge chemischen Angriffs (Vergrößerung 30-fach)

## 4. Präventionsmaßnahmen

- Veränderung der Gummirezeptur (z.B. Verwendung von Ozonschutzmitteln oder Ozonschutzwachsen)
- Beschichtung der Dichtungen, die den Ozonangriff verringern, bereits ein Fett oder Öl kann zu einer erheblichen Verbesserung des Ozonschutzes führen
- Verschneiden des angegriffenen Kautschuks mit ozonbeständigen Kautschuken oder PVC
- Verwendung eines höherwertigen und ozonbeständigen M-, Q- oder O-Kautschukes (jedoch meist mit höheren Kosten verbunden)
- Konstruktive Maßnahmen (z.B. Reduzierung des Umgebungsluftzutritts an die geschädigte Dichtung oder durch Umströmung mit Fluiden den Gaszutritt minimieren)
- Logistische Maßnahmen: Ozonrissanfällige Dichtungen niemals im gespannten Zustand lagern

## 5. Praxistipps (Prüfmöglichkeiten / Normempfehlungen)

Bei Einsatz von ungesättigten Elastomeren, welche in der Anwendung über einen längeren Zeitraum der Umgebungsluft im verformten Zustand ausgesetzt sind, wird eine Beständigkeitsprüfung gegen Ozon (ISO 1431) empfohlen (siehe **Abb. 6**), möglichst direkt am Fertigteil, um die Wirksamkeit des im Compound verwendeten Ozonschutzes zu überprüfen. Im O-Ring Prüflabor Richter stehen dazu zwei Ozonprüfschränke zur Verfügung (siehe **Abb. 7**). Die Ozonprüfung wurde 2016 im O-Ring Prüflabor akkreditiert, beide Ozonschränke werden kontinuierlich von einer zusätzlichen Ozonmessstelle überwacht.



**Abb. 6:** Beispiel eines Elastomerprobekörpers nach einer Ozonprüfung (Zustand nach 48h / 40°C / 20% Dehnung / 50 pphm Ozonkonzentration / 55% rel. Feuchte): Probe befindet sich noch im gedehnten Zustand und weist lange, mäßig breite Risse auf ( = Stufe 2, bewertet nach DIN 53509) (Vergrößerung 10-fach)



**Abb. 7:** Durchführung einer Ozonprüfung: Mitarbeiterin des O-Ring Prüflabor Richter vor einem geöffneten Ozonschrank

## 6. Sonstiges

# RICHTER

Dieser Artikel erschien in einer Kurzfassung in der Zeitschrift DICHT!, Ausgabe 01/2017.

O-Ring Prüflabor Richter GmbH  
Kleimbottwarer Str. 1  
71723 Großbottwar

Telefon 07148 / 16602-0  
Fax 07148 / 16602-299  
info@o-ring-prueflabor.de  
[www.o-ring-prueflabor.de](http://www.o-ring-prueflabor.de)

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Bernhard Richter  
Ust-ID-Nr. DE 277600966  
Steuer-Nr. 71342/02407 FA LB

Sitz der Gesellschaft:  
Großbottwar  
Amtsgericht Stuttgart  
HRB 737482

Volksbank Ludwigsburg  
IBAN DE96 6049 0150 0820 5810 03  
SWIFT GENODES1LBG