

# Explosive Dekompression und explosive Überhitzung von Dichtungen

BERNHARD RICHTER, ULRICH BLOBNER

Bei der Überprüfung von ausgefallenen Dichtungen oder Schäden an ihnen, kommt es nach der Feststellung und genauen Beschreibung des Schadensbildes darauf an, die richtigen Schlüsse für den jeweiligen Anwendungsbereich zu ziehen. Im vorliegenden Beitrag werden die Dichtungsschäden, die durch explosive Dekompression und explosive Überhitzung, also sehr starke und plötzliche Druck- oder Temperaturänderungen, entstehen können, eingehend erläutert.

## 1. EINORDNUNG DES SCHADENSBIODES

Von den vier Hauptschadensmechanismen werden Montagebeschädigungen der 3. Hauptgruppe zugerechnet:

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

Die dritte Hauptgruppe wiederum lässt sich in drei Untergruppen aufteilen: Falscher Einbauraum, Physikalische Überbeanspruchung durch Betriebsbedingungen und Montagefehler. Dieses Fehlerbild geht auf eine physikalische Überbeanspruchung zurück und zählt innerhalb dieser Gruppe zu den häufigsten Ausfallursachen neben Spaltextrusion und Abrieb.

## 2. FACHLICHES HINTERGRUNDWISSEN ZUM SCHADENSBIOD

### 2.1 Explosive Dekompression

Elastomere sind – je nach Basiselastomer und Füllstoffen – mehr oder weniger permeabel, das heißt, dass Gase in den Gummiwerkstoff eindringen und auch wieder herausdiffundieren können. Je höher ein Gas unter Druck steht, umso leichter kann es in ein Elastomer eindringen. Wird dieser Druck im Dichtsystem schlagartig abgebaut, kann das eingedrungene Gas nicht schnell genug entweichen. Es

erzeugt dann im Dichtungskern Risse, die sich nach außen fortpflanzen. In anderen Fällen bilden sich Blasen an der Oberfläche der Dichtung. Diese können aufplatzen und die Oberfläche beschädigen. Damit es zu einer kritischen Permeation kommt, muss eine Gummidichtung in der Regel mehr als zwei bis vier Stunden unter einem hohen Gasdruck von mehr als 30 bar gestanden haben.

Die Ausprägung des Schadensbildes ist neben der rezepturbezogenen Resistenz des Werkstoffes primär abhängig von der Höhe des Druckabfalls und dem Verhältnis der Drücke vor und nach der Entspannung. Praktisch heißt das, dass man dieses Schadensbild am häufigsten an O-Ringen nach Notabschaltungen findet, wenn unkontrolliert auf Umgebungsdruck entspannt wurde.

Das Schadensbild der „explosiven Dekompression“ ist schon seit vielen Jahrzehnten bekannt und wurde in der Literatur schon oft beschrieben. Weniger bekannt dagegen und in der Literatur kaum zu finden ist ein verwandter Risschadensmechanismus an Dichtungen aus einer Dampfblasenbildung heraus, nämlich die explosive Verdampfung bzw. explosive Überhitzung.

### 2.2 Explosive Überhitzung bzw. explosive Verdampfung

Zur explosiven Überhitzung kommt es, wenn ein

Medium, das durch Quellung in eine Dichtung eingedrungen ist, schnell über seinen Siedepunkt hinaus erhitzt wird. Geht dieses eindiffundierte Fluid schlagartig von der Flüssigphase in die Dampfphase über, können sich im O-Ring kleine Dampfblasen bilden. Ein plötzlicher Übergang in die Dampfphase kann durch eine schnelle Überhitzung oder durch einen schnellen Druckabfall verursacht werden. Auch hier gilt, dass erhöhte Temperaturen die Anfälligkeit für Rissbildungen vergrößern.

### 3. SCHADENSILD

#### 3.1 Beschreibung des Schadensbildes und problematischer Bereiche

Direkt nach der Entspannung finden sich häufig noch Blasen an der Oberfläche, die sich dann meistens wieder zurückbilden. Typische bleibende Schädigungen sind Risse im Kern, die sich zum Teil bis zur Oberfläche fortpflanzen, siehe **Bild 1** und **Bild 2**. Das Schadensbild der explosiven Verdampfung unterscheidet sich nicht prinzipiell von der explosiven Dekompression, siehe **Bild 3** und **Bild 4**.

Bei der explosiven Überhitzung sind in vielen Fällen die Risse zahlreicher und kleinteiliger. Die inneren Rissbildungen sind typisch für den Schadensmechanismus einer explosiven Überhitzung.

#### 3.2 Auswirkungen des Schadens

In der Regel führt dieser Schaden zu einem Ausfall des Dichtsystems und ist in jedem Fall zu vermeiden.

#### 3.3 Abgrenzung zu ähnlichen Schadensbildern

Das Schadensbild der inneren Risse kann sich ebenfalls ergeben durch Spannungsrisse infolge zu hoher Verformung und der gleichzeitigen Einwirkung hoher Temperaturen oder durch Herstellungsmängel bei üblichen Verformungsgraden und typischer Temperatureinwirkung, siehe **Bild 5**.

### 4. PRÄVENTIONSMASSNAHMEN

Findet eine Beanspruchung auf explosive Dekompression zyklisch statt, so sollte auf den Einsatz von Elastomeren ganz verzichtet werden, da Elastomere immer eine begrenzte Inhomogenität im Werkstoff besitzen. Dies begünstigt die Bildung von Mikrorissen, welche sich dann zu Rissen fortpflanzen. Lässt sich dagegen die Anzahl an Entlastungszyklen begrenzen, kann der Einsatz von speziellen Rezepturen (Norsok M 710-Zulassung) weiterhelfen. Bedingt durch das kleinere Verhältnis freier Oberfläche zur Masse nimmt die Anfälligkeit von O-Ringen mit

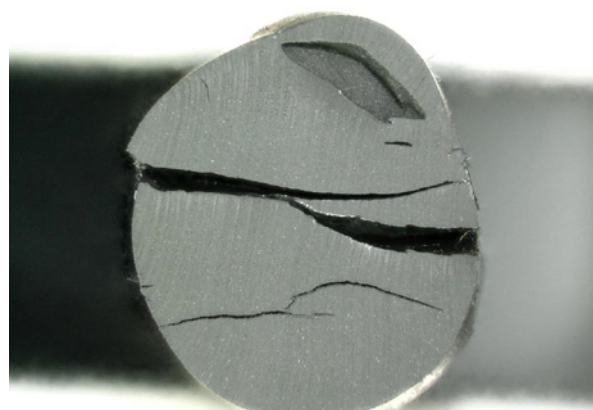


Vergrößerung: X30,0

Neigungswinkel: 0 Grad

0,50mm

**Bild 1:** Blasen an der Oberfläche und Risse in Umfangsrichtung durch explosive Dekompression

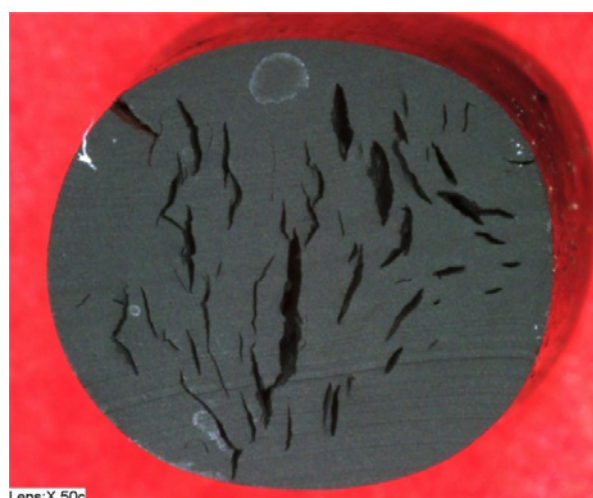


Vergrößerung: X30,0

Neigungswinkel: 0 Grad

0,50mm

**Bild 2:** Risse im Querschnitt durch explosive Dekompression

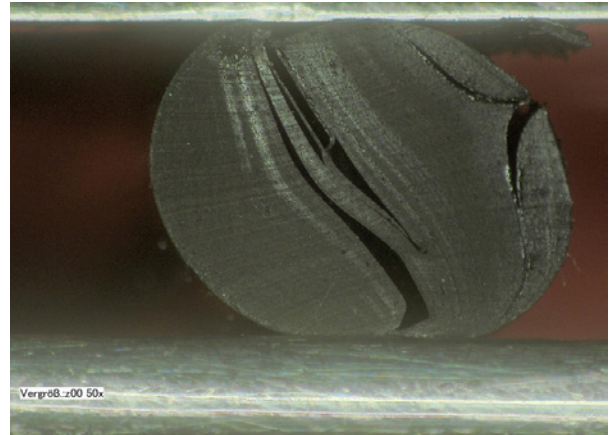


Lens: X 50c

**Bild 3:** Explosive Überhitzung: FFKM O-Ring in einer Gleitringdichtung nach 16 bar und 165 °C in Wasser: Schädigung entweder durch mehrfaches Überhitzen beim Anfahren oder durch vorübergehenden Trockenlauf



**Bild 4:** Innere Risse durch explosive Überhitzung bzw. explosive Verdampfung



**Bild 5:** Ähnlich aussehender Schaden, aber andere Ursache: Risse durch Herstellungsmängel und der Einwirkung üblicher Verformungen und Temperaturen

zunehmender Schnurstärke zu. Auch erhöhte Temperaturen (> 60 °C) erhöhen das Risiko für Rissbildungen, da die Belastungsgrenzen von Elastomeren bei höheren Temperaturen sinken.

### 5. PRAXISTIPPS (PRÜFMÖGLICHKEITEN / NORMEMPFEHLUNGEN)

Mit Hilfe von speziellen Prüfverfahren lässt sich die Widerstandsfähigkeit gegen explosive Dekompression verschiedener Elastomere miteinander vergleichen.

Bekannt sind der Norsok M-710 Standard und NACE-Standards. Diese Tests verwenden die Fachabkürzung RGD (= Rapid Gas Decompression) bei der Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegenüber explosiver Dekompression. Zu berücksichtigen ist, dass diese Tests als positiv bewertet werden, auch wenn sich noch im erheblichen Maße Risse gebildet haben und nur eine sehr begrenzte Anzahl an Druckzyklen geprüft wird.

## Autoren



**DIPL.-ING. BERNHARD RICHTER**

O-Ring Prüflabor Richter GmbH  
71723 Großbottwar  
Tel.: +49 7148 16602-0  
bernhard.richter@o-ring-prueflabor.de



**DIPL. ING. (FH) ULRICH BLOBNER**

O-Ring Prüflabor Richter GmbH  
08648 Bad Brambach  
Tel.: +49 151 23394547  
ulrich.blobner@o-ring-prueflabor.de