

Prüfmethoden zu Sondereigenschaften der wichtigsten Dichtungswerkstoffe

Stand der Information: **02/2015**

Autoren: Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Blobner
 Dipl.-Ing. Bernhard Richter

Die Standardprüfungen, wie z.B. Härte, Zugversuch, Druckverformungsrest u.ä. lassen sich an Normprobekörpern aus Prüfplatten von allen elastomeren Dichtungswerkstoffen durchführen. Manche Dichtungswerkstoffe haben aber Besonderheiten im Polymer oder der Mischung, die nur für sie charakteristisch sind. Meist gibt es dann zwei oder mehr Variationen dieses Parameters (*Spalten „Parameter“ und „Eigenschaft des Parameters“*) und dadurch entstehende Sondereigenschaften (*Spalte „Effekt des Parameters“*) des Werkstoffs. Die folgende Tabelle soll die möglichen Prüfmethoden nennen, mit welchen man diesen Sondereigenschaften auf die Spur kommen kann.

Hinweis für den Anwender: Über die Spalte Werkstoff können Sie mit jeder Zeile neu in der Tabelle einsteigen. Sie ist so aufgebaut, dass Sie das Wissen aus vorhergehenden Zeilen nicht benötigen, da alles in der jeweiligen Zeile nochmal erklärt wird. Diese Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sie befasst sich lediglich mit den am häufigsten auftretenden Sondereigenschaften in unserem Prüfalltag. Sollte Ihre spezielle Anforderung bzw. Fragestellung in dieser Auflistung nicht zu finden sein, können Sie uns gerne ansprechen.

Werkstoff	Parameter	Eigenschaft des Parameters	Effekt des Parameters	Mögliche Prüfmethode
NBR	ACN-Gehalt	hoch	<ul style="list-style-type: none"> Geringe Kälteflexibilität Gute Öl- und Kohlenwasserstoff-Beständigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> DSC (Differential Scanning Calorimetry – Bestimmung der Glasübergangstemperatur) TR 10 –Test (ASTM D 1329/ ISO 2921 Test zur Ermittlung der Kälteflexibilität) Einlagerungsversuche (zur Bestimmung der Öl- und Kohlenwasserstoff-Beständigkeit)
		niedrig	<ul style="list-style-type: none"> Gute Kälteflexibilität Geringe Öl- und Kohlenwasserstoff-Beständigkeit 	

Werkstoff	Parameter	Eigenschaft des Parameters	Effekt des Parameters	Mögliche Prüfmethode
NBR	Weichmacher-gehalt	hoch	<ul style="list-style-type: none"> • Starker Schwund in Öl auf Paraffinbasis 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IRM 901-Prüfung (IRM 901 ist ein paraffinisches Öl, das den Weichmacher aus dem Compound löst.) ➤ TGA (Thermogravimetrische Analyse = Bestimmung der Mischungsbestandteile, u.a. auch des Weichmacheranteiles)
NBR	Einsatz von Ozonschutzmitteln (Wachse oder PVC-Anteil)	hoch	<ul style="list-style-type: none"> • Verzögerte Rissbildung (Ozonrisse treten in geringerem Umfang auf, wenn die Dichtung verspannt der Umgebungsluft ausgesetzt ist.) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ozonprüfung (Nach Einlagerung in Ozon wird die Schädigung anhand von Referenzbildern bewertet, siehe ISO 1431, DIN 53509) ➤ TGA (Thermogravimetrische Analyse = Bestimmung der Mischungsbestandteile, u.a. auch als PVC-Nachweis eingesetzt (Chlorabspaltung); mitunter wird der Ozonschutz durch einen PVC-Anteil im Polymer verbessert.)
NBR	Vernetzungssystem	Schwefel Peroxid	<ul style="list-style-type: none"> • Standardvernetzung • Besserer DVR 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DVR (= Druckverformungsrestprüfung, gibt einen indirekten Hinweis über die Vernetzung)
NBR / PVC-Blends	PVC-Gehalt	hoch	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserte Kohlenwasserstoffbeständigkeit • Geringere Kälteflexibilität • Schlechtere Langzeit-Dichtungswirkung (Setzverhalten) • Verbesserte Ozonbeständigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ TGA (Thermogravimetrische Analyse = Bestimmung der Mischungsbestandteile, u.a. auch als PVC-Nachweis (Chlorabspaltung) eingesetzt) ➤ DVR (= Druckverformungsrestprüfung, gibt eine Aussage über das Setzverhalten bei Langzeit- und/oder Hochtemperaturbelastung) ➤ Einlagerungsversuche in stark quellenden Medien (z.B. IRM 903)
HNBR	Hydrierung	teilhydriert	<ul style="list-style-type: none"> • Mäßige Heißluft- und Ozonbeständigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ozonprüfung (Nach Einlagerung in Ozon wird die Schädigung anhand von Referenzbildern bewertet.)
		vollhydriert	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserte Heißluft- und Ozonbeständigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Heißluftalterung (Härteänderung nach Einlagerung in Heißluft)

Werkstoff	Parameter	Eigenschaft des Parameters	Effekt des Parameters	Mögliche Prüfmethode
EPDM	Vernetzungssystem	Schwefel	<ul style="list-style-type: none"> • Schlechter DVR bei 24h / 150°C • Relativ hohe Reißdehnung • Guter Weiterreißwiderstand 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DVR (= Druckverformungsrestprüfung 24h bei 150°C: Schwefelvernetzte Mischungen liegen hier bei einem DVR >50% auch nach idealer Vulkanisation.) ➤ Zugversuch (zur Ermittlung der Reißdehnung) ➤ Weiterreißwiderstand (Eine Elastomerprobe wird unter definierten Bedingungen eingerissen und der Widerstand, den sie dagegen aufbringt gemessen.)
		Peroxid	<ul style="list-style-type: none"> • Guter DVR bei 24h / 150°C • Schlechter Weiterreißwiderstand 	
EPDM	Ethylengehalt im Polymer	hoch (d.h. >60 – 65%)	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Festigkeit • Schlechte Kälteflexibilität 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ TR 10 –Test (ASTM D 1329/ ISO 2921 Test zur Ermittlung der Kälteflexibilität) ➤ DVR bei tiefen Temperaturen (Der Druckverformungsrest bei tiefen Temperaturen ermittelt die Rückfederung eines verpressten Werkstoffes in der Kälte.) ➤ Vergleich DVR, Entspannungsmethoden A+B (nach ISO 815) (Mit der Methode B erhält man bedeutend schlechtere Werte als mit Methode A, da das Polymer bei Raumtemperatur schon teilweise eingefroren ist.)
EPDM	Diengehalt im Polymer	hoch (d.h. >6%)	<ul style="list-style-type: none"> • Schlechte Alterungsbeständigkeit • Schlechter Langzeit-DVR 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Heißluftalterung (Nach Einlagerung in Heißluft werden die Probekörper mechanischen Prüfungen unterzogen. Die Ergebnisse werden mit dem Ausgangszustand verglichen.) Schon nach 70h bei 150°C können sich erhebliche Unterschiede zeigen. ➤ Langzeit-DVR (Druckverformungsrestprüfung über einen Zeitraum von mindestens 168h/150°C bei Compounds mit peroxidischer Vernetzung)

Werkstoff	Parameter	Eigenschaft des Parameters	Effekt des Parameters	Mögliche Prüfmethode
EPDM	Weichmacher-gehalt	hoch	<ul style="list-style-type: none"> • Schlechte Alterungsbeständigkeit • Schwund in Silikonöl, Aceton, Bremsflüssigkeit oder Wasser 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Volumenänderung nach Heißluftalterung (70h bei 150°C) ➤ TGA (Thermogravimetrische Analyse = Bestimmung der Mischungsbestandteile) Es zeigt sich hoher Anteil flüchtiger Bestandteile, geringer Anteil pyrolysierbarer Bestandteile. ➤ Negative Volumenänderung (=Schrumpfung) nach Lagerung in Silikonöl, Aceton, Bremsflüssigkeit oder Wasser
FKM	Vernetzungs-system	Bisphenol	<ul style="list-style-type: none"> • Guter DVR • Höhere Sicherheit bei der Verarbeitung • Schlechtere Beständigkeit gegen Heißwasser und hochadditivierte Öle 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DVR in Heißwasser (= Druckverformungsrestprüfung im Medium Heißwasser) ➤ Einlagerung in additivierten Ölen (Nach Einlagerung in heißen additivierten Ölen werden die Probekörper mechanischen Prüfungen unterzogen. Die Ergebnisse werden mit dem Ausgangszustand verglichen.)
		Peroxid	<ul style="list-style-type: none"> • Bessere Beständigkeit gegen Heißwasser und hochadditivierte Öle 	
FKM	Fluorgehalt	niedrig	<ul style="list-style-type: none"> • Niedrige Glasübergangstemperatur • Höhere Quellung in FAM B 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DSC (Differential Scanning Calorimetry – Bestimmung der Glasübergangstemperatur) ➤ TR 10–Test (ASTM D 1329/ ISO 2921 Test zur Ermittlung der Kälteflexibilität) ➤ Einlagerung in FAM B bzw. M15 (Einlagerung in FAM B bzw. M 15, das viele Elastomere stark quellen lässt ==> Reiner Quelltest genügt!)
VMQ	Hitzestabilisator	hoch	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr gute Hitzebeständigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Heißluftalterung (Nach Einlagerung in Heißluft werden die Probekörper mechanischen Prüfungen unterzogen. Die Ergebnisse werden mit dem Ausgangszustand verglichen. ==> Übliche Einlagerungstemperaturen betragen 200-250°C.)

Werkstoff	Parameter	Eigenschaft des Parameters	Effekt des Parameters	Mögliche Prüfmethode
VMQ	Ausreichende Temperung nach Verarbeitung (4h/200°C)	durchgeführt	<ul style="list-style-type: none"> Guter DVR 	<ul style="list-style-type: none"> DVR (= Druckverformungsrestprüfung 24h bei 150°C: Ausreichend getemperte (=nachvernetzte) Mischungen liegen hier bei einem DVR < 10-20%.)
		nicht durchgeführt	<ul style="list-style-type: none"> Schlechterer DVR 	<ul style="list-style-type: none"> DVR (= Druckverformungsrestprüfung 24h bei 150°C: Nicht ausreichend getemperte (=nachvernetzte) Mischungen liegen hier bei einem DVR > 30 - 40%.)
VMQ	Polymerblend	Polymer mit niedrigem Vinylgehalt gemischt mit kleinem Anteil Polymer mit hohem Vinylgehalt	<ul style="list-style-type: none"> Guter Weiterreißwiderstand (,da Rissfortpflanzung durch unterschiedliche Polymerstruktur behindert wird) 	<ul style="list-style-type: none"> Weiterreißwiderstand nach ISO 34-1 Meth. A Streifenprobe (Eine Elastomerprobe wird unter definierten Bedingungen eingerissen und der Widerstand, den sie dagegen aufbringt gemessen. Gute Werte für den Weiterreißwiderstand liegen hier bei Werten >10N/mm.)
VMQ	Calciumcarbonat gefüllte Mischung	Notwendige Menge um Weiterreißwiderstand zu verbessern	<ul style="list-style-type: none"> Guter Weiterreißwiderstand (>10 N/mm nach ISO 34-1 Meth. A) (,da ungebundene Calciumcarbonatpartikel als Mittelpunkt der Energiedissipation wirken und Rissweiterleitung hindern) 	<ul style="list-style-type: none"> Weiterreißwiderstand nach ISO 34-1 Meth. A Streifenprobe (Eine Elastomerprobe wird unter definierten Bedingungen eingerissen und der Widerstand, den sie dagegen aufbringt gemessen. Gute Werte für den Weiterreißwiderstand liegen hier bei Werten >10N/mm.)
PU (Elastomer, kein TPE!)	Vorherrschende Polyolart im Polymer	Untertyp AU (Polyester-Urethan-Kautschuk)	<ul style="list-style-type: none"> Schlechte Hydrolysebeständigkeit (=schlechte Heißwasserbeständigkeit) 	<ul style="list-style-type: none"> FTIR-Spektroskopie (zerstörungsfreie Prüfung zur Ermittlung des Polymertyps, mit Hilfe eines Infrarotspektrums) Hydrolysetest (Nach Einlagerung in Heißwasser werden die Probekörper mechanischen Prüfungen unterzogen. Die Ergebnisse werden mit dem Ausgangszustand verglichen.)
		Untertyp EU (Polyether-Urethan-Kautschuk)	<ul style="list-style-type: none"> Bessere Hydrolysebeständigkeit 	

Werkstoff	Parameter	Eigenschaft des Parameters	Effekt des Parameters	Mögliche Prüfmethode
TPE-U = Thermo- plast. Elastomer	Ausreichende Temperung nach Verar- beitung	ausreichend durchgeführt	<ul style="list-style-type: none"> hohe Festigkeitswerte 	<ul style="list-style-type: none"> Zugversuch (Getemperte Werkstoffe haben in der Regel bis zu doppelt so hohe Festigkeitswerte wie ungetemperte.)

PRÜFLABOR

RICHTER

O-Ring Prüflabor Richter GmbH
 Amtsgericht Stuttgart HRB 737482
 Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Bernhard Richter
 Sitz der Gesellschaft: Großbottwar

Kleinbottwarer Str.1
 71723 Großbottwar / GERMANY
 Tel. +49 (0)7148 - 92 20 37
 Fax +49 (0) 7148 -92 20 38

www.o-ring-prueflabor.de
 e-mail: info@o-ring-prueflabor.de
 USt.-ID.Nr.: DE 277600966
 Steuernr. 71342/02407

Voba Ludwigsburg BLZ 604 901 50
 Kto.Nr. 820 581 003
 IBAN DE96 6049 0150 0820 5810 03
 BIC: GENODES1LBG