

# Leitfaden zur Qualitätsprüfung von EMI-Dichtungen

---

zusammengestellt von:

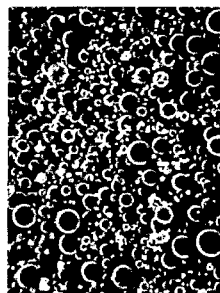
**Charles Kuist**  
**Vize-Präsident und**  
**Chef-Wissenschaftler von**  
**CHOMERICS INC.**

---

Leitende, metallgefüllte Elastomerdichtungen müssen präzise abgestimmte Eigenschaften besitzen, um sowohl gegen Umgebungseinflüsse als auch gegen elektromagnetische Felder wirksam abdichten zu können. Eine gute Dichtung gegen Umgebungseinflüsse, die gleichzeitig gute, dauerhafte elektrische Leitfähigkeit besitzt, verbunden mit ausreichender Festigkeit und Elastizität, muß einen genügend hohen Metallgehalt haben (durchschnittlich 60 bis 85 Gewichts-Prozent). Um optimale Leistung zu erzielen, müssen die Metallpartikel (Silber, silberplattiertes Kupfer, silberplattiertes Aluminium) im Elastomer gleichmäßig verteilt werden. Die Partikel müssen eine raue Oberfläche und unregelmäßige Form besitzen, das Elastomer fachgerecht gepreßt und ohne schädliche Zusätze fachgerecht ausgehärtet sein.

Herstellung im Schnellverfahren oder unzureichende Prozeßsteuerung ergeben mangelhafte oder kurzlebige Produkte. Vollständige und laufende Qualitätskontrollen fertiger Produkte sind unerlässlich. Es gibt jedoch eine grundlegende „Krankheitslehre“ leitender Elastomere, die typische Produktmängel definiert. Im folgenden werden neun häufige Produktmängel einschließlich Beschreibung der Symptome und schneller

Nachweistests aufgeführt. Zusätzlich zu diesen Schnelltests, die innerhalb kürzester Zeit grob fehlerhaftes Material erkennen lassen, empfehlen wir nachdrücklich eine äußerst sorgfältige Wareneingangskontrolle aller leitenden Elastomermaterialien.



**Abb. 1** Glatte, gleichmäßig runde Füllpartikel aus versilbertem Glas ergeben Dichtungen mit schlechter EMP-(Atomexplosions-effekt) und Vibrationsfestigkeit.



**Abb. 2** Dichtungen auf der Basis unregelmäßig geformter Metallpartikel (z.B. silberplattiertes Kupfer oder Aluminium) mit rauher, gezackter Oberfläche bieten gute EMP- und Vibrationsfestigkeit

**CHOMERICS** 

## UNGLEICHMÄSSIGE VERTEILUNG DER METALLPARTIKEL

**Symptome:** Einerseits harzreiche Stellen mit geringer oder fehlender Leitfähigkeit, andererseits partikelreiche Stellen, die spröde sind und schlecht gegen Umgebungseinflüsse abdichten. (Bitte beachten Sie, daß bei 10 GHz eine Viertelwellenlänge nur 7,5 mm beträgt,

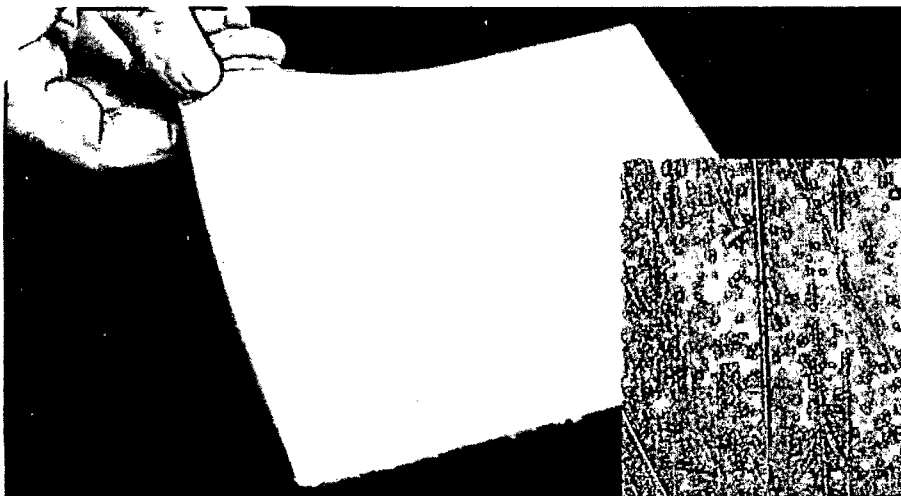
so daß diese Stellen nicht unbedingt sehr groß sein müssen). Solche Dichtungen versagen sowohl elektrisch als auch mechanisch.

### Schnelltest:

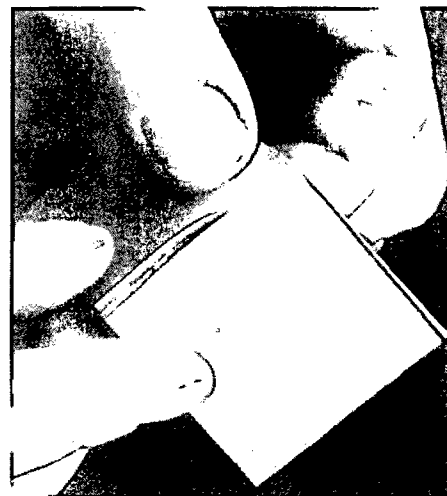
**a)** Sichtbare Anzeichen: Farbunterschiede auf der Oberfläche – im Extremfall marmoriertes oder gestreiftes Aussehen.

Blasenbildung oder Löcher auf der Oberfläche.

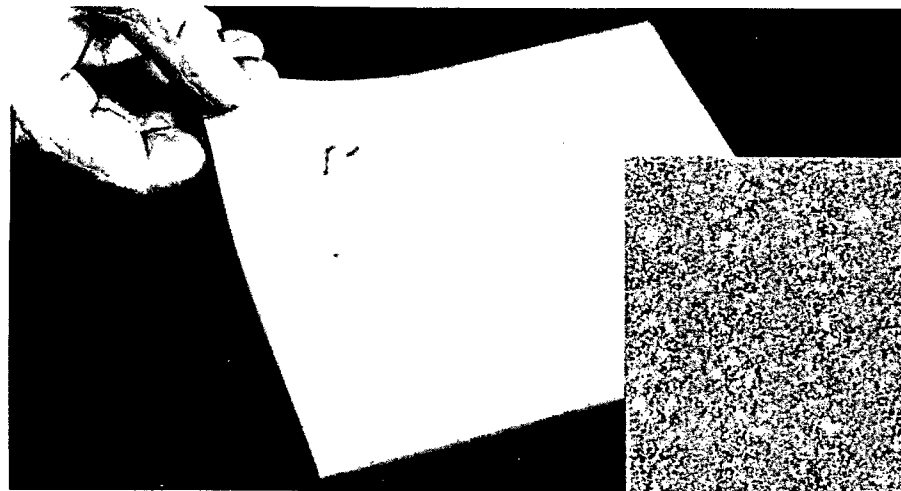
**b)** Material um 180° biegen und falzen. Bricht das Material an der Falzkante, können partikelreiche Stellen die Ursache sein.



**Abb. 3** Farbunterschiede an der Oberfläche zeigen ungleichmäßige Partikelverteilung an. Schirmdämpfung und Dichtungseigenschaften werden beeinträchtigt.



**Abb. 5** Ungleichmäßige Partikelverteilung führt zur Brüchigkeit. Falzen des Materials verursacht Brüche oder Risse.



**Abb. 4** Gleichmäßig verteilte Füllpartikel ergeben eine Oberfläche mit einheitlichem Aussehen.



**Abb. 6** Der Falztest darf eine Qualitätsdichtung nicht beschädigen.

## 2 NICHT VOLL AUSGEHÄRTETES HARZ

**Symptome:** Instabile mechanische und elektrische Eigenschaften, geringe Elastizität, hohe Druckverformung – im Extremfall kittartige Konsistenz. Tritt vornehmlich bei Strangpreßprodukten auf. Diese Dichtungen versagen sowohl mechanisch als auch elektrisch.

**Schnelltest:**

a) Stranggepreßtes Material mehrfach schnell hintereinander um 25 bis 50% wie ein Gummiband dehnen. Verliert das Material nach zwei- oder mehrmaligem Dehnen seine Elastizität oder elektrische Leitfähigkeit oder treten Farbveränderungen auf, ist dies ein Zeichen für schlechte Aushärtung und mangelhafte Vernetzung des Harzes.

b) Streifen um 180° biegen und falzen. Weißliche Verfärbung an der Falzstelle, Brüche und/oder erhöhter elektrischer Widerstand können ungenügende Vernetzung anzeigen.

c) Probestreifen vom Plattenmaterial abschneiden und Dehnungseigenschaften beobachten. Übermäßige Dehnung (über 250-300%) und auffallend geringe Materialerholung zeigen ungenügende Aushärtung und Vernetzung an.



Abb. 7 Die weiße Bruchkante ist ein Zeichen für ungenügende Aushärtung – elektrische und physikalische Eigenschaften werden beeinträchtigt.



Abb. 8 Vollvernetztes Material kann ohne Oberflächenveränderung gebogen und gefalzt werden.

## 4 VERWENDUNG VON WEICHMACHERN

**Symptome:** Instabile mechanische Eigenschaften, „Ausschwitz“ des Weichmachers auf der Oberfläche des Elastomers, Versprödung mit zunehmendem Alter. Diese Dichtungen versagen mechanisch und elektrisch.

**Schnelltest:**

a) Probe zwischen zwei Blatt braunes Hartpapier legen und über Nacht bei 70° in einen Ofen legen. Jeglicher Fettrückstand auf dem Papier zeigt die Verwendung eines kriechenden Weichmachers an.

b) Den Verpackungskarton, der mit dem Elastomer in Berührung gekommen ist, auf Ölrückstände untersuchen



Abb. 11 Weichmacher beeinträchtigen sowohl die elektrischen als auch die mechanischen Eigenschaften der Dichtungen. Die Ölrückstände von Dichtungen mit Weichmachern hinterlassen sichtbare Zeichen auf dem Verpackungsmaterial.



Abb. 12 Ohne Weichmacher vernetzte Dichtungen hinterlassen keine Ölrückstände.

## 3 ZU STARK AUSGEHÄRTETES HARZ

**Symptome:** Sprödes Elastomer mit geringer Dehnung und geringer Verformung unter Druck. Kurzlebige elektrische Leitfähigkeit. Weniger häufig als die unter 2. genannte Fehlerquelle.



Abb. 9 Überzogene Aushärtung führt zu spröden Dichtungen, die beim Falztest häufig brechen oder reißen.

Überhärtete Dichtungen versagen sowohl elektrisch als auch mechanisch

**Schnelltest:**

Material um 180° biegen und falzen. Rissbildung bzw. Bruch der Materialprobe zeigt Übervernetzung an.



Abb. 10 Fachgerecht ausgehärtete Dichtungen halten außerordentlichen physikalischen Beanspruchungen, wie z.B. Falzen, stand und behalten ihre Elastizität.

## 5 UNVOLLSTÄNDIGE VERSILBERUNG DER FÜLLPARTIKEL

**Symptome:** Verlust der Leitfähigkeit im Laufe der Zeit und mögliche Korrosionsgefahr. Diese Dichtungen versagen elektrisch.

### Schnelltest:

Beschleunigte Alterung – dazu Probe 48 Stunden lang bei 150° C in den Ofen legen. Eine erhebliche Verschlechterung der elektrischen Leitfähigkeit zeigt unvollständig versilberte Füllpartikel.

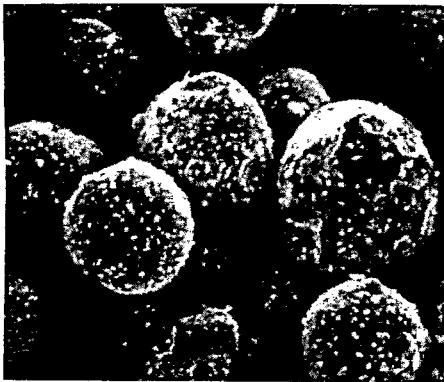


Abb. 13 Das mit dem Rasterelektronenmikroskop aufgenommene Foto von unvollständig versilberten Partikeln zeigt an der Oberfläche größere unplattierte Stellen. Diese Stellen oxidieren mit zunehmendem Alter und führen zu erhöhtem elektrischen Widerstand der Dichtung.

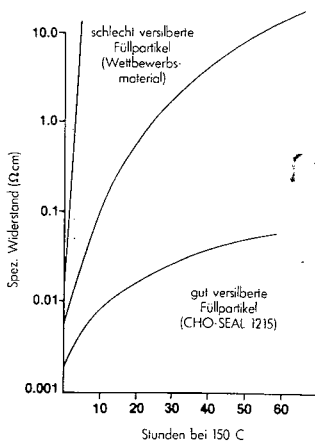


Abb. 14 Tests unter erhöhter Temperatur sind ein wirksames Verfahren, den Alterungsprozeß elastomerer EMI-Dichtungen zu beschleunigen. Elektrische Instabilität ist ein deutlicher Hinweis auf schlechte Partikelversilberung.

## 6 UNGENÜGENDE BINDUNG DER FÜLLPARTIKEL IM ELASTOMER

**Symptome:** Verschlechterung der Leitfähigkeit bei mechanischem Bearbeiten oder Verbiegen und ungenügende Vibrationsfestigkeit. Verschlechterung der Leitfähigkeit an den Oberflächen und Kanten der Dichtung aufgrund abgeriebener loser Partikel (und damit möglicherweise Kurzschluß elektronischer Bauteile). Diese Dichtungen versagen elektrisch.

### Schnelltest:

Probe mit scharfem Messer durchschneiden. Mit Äthanol oder Wasser abspülen. Dann Kante mehrmals gegen schwarzes Klebeband pressen. Von der Kante abgelöste, auf dem Klebeband verbleibende Partikel bedeuten ungenügende Partikelverbindung im Elastomer.

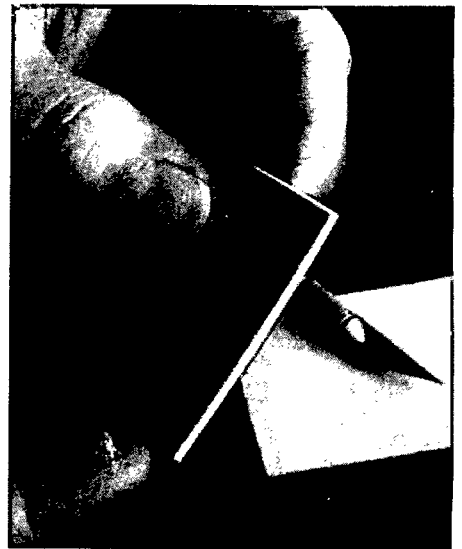


Abb. 15 Sind die Füllpartikel nicht fachgerecht im Harz gebunden, lösen sie sich leicht von Oberflächen und Kanten.

## 7 UNEINHEITLICHE PLATTENSTÄRKE (BEI FLACHEN DICHTUNGEN)

**Symptome:** Unzureichende Dichtung gegen Umgebungseinflüsse trotz ausreichender elektrischer Dichtung. Diese Dichtungen versagen mechanisch.

### Schnelltest:

a) Feinmeßlehre (Mikrometer) beliebig über eine Dichtung führen. Abweichungen in der Dicke müssen innerhalb der angegebenen Toleranzen liegen.

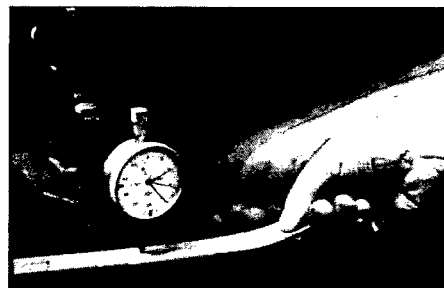


Abb. 16 Da sich metallgefüllte Elastomere nicht sehr verformen (außer bei Hohlquerschnitten), darf die Dicke nicht außerhalb der Toleranzgrenzen liegen. Zu hohe Abweichungen in der Dicke verschlechtern die Abdichtungseigenschaften.

b) Auf Oberflächenunregelmäßigkeiten achten – Blasenbildung, Vertiefungen, etc.

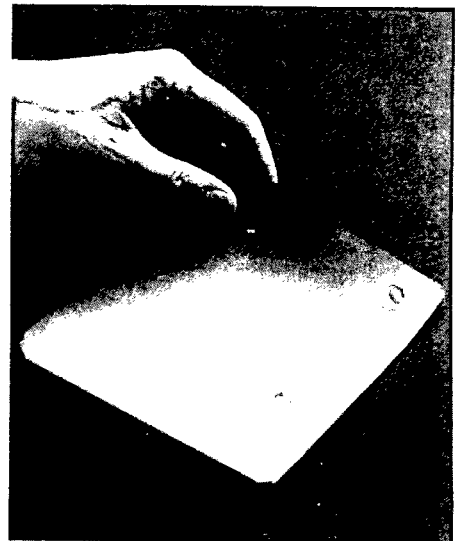


Abb. 17 Oberflächenunregelmäßigkeiten beeinträchtigen ebenfalls die Dichtungs- und Abschirmeigenschaften.

## 8 UNEINHEITLICHE WANDSTÄRKE (BEI STRANGGEPRESSTEN HOHLDICHTUNGEN)

**Symptome:** Unzureichende Dichtung gegen Umgebungseinflüsse, auch bei ausreichender elektromagnetischer Abschirmung. Diese Dichtungen versagen mechanisch.

### Schnelltest:

Probe an mehreren Stellen der Extrusion zwischen Daumen und Zeigefinger zusammendrücken. Jede fühlbare Veränderung kann dann mit einer gewöhnlichen Zug/Druck-Prüfmaschine oder eines Verformungsmessers eindeutig nachgewiesen werden.

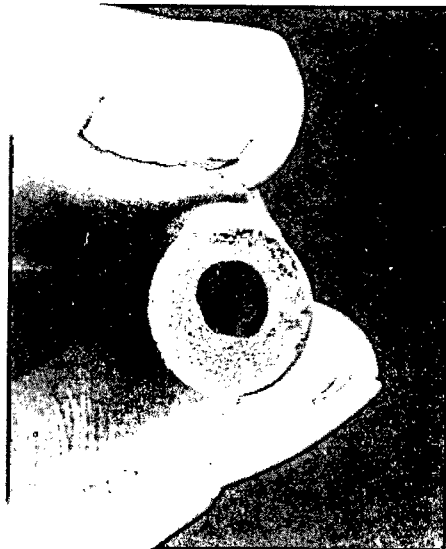


Abb. 18 Unsachgemäß stranggepreßte (oder formgepreßte) Hohl dichtungen besitzen uneinheitliche Wandstärken. Daraus resultiert eine erhebliche Beeinträchtigung der Abdichteigenschaften.

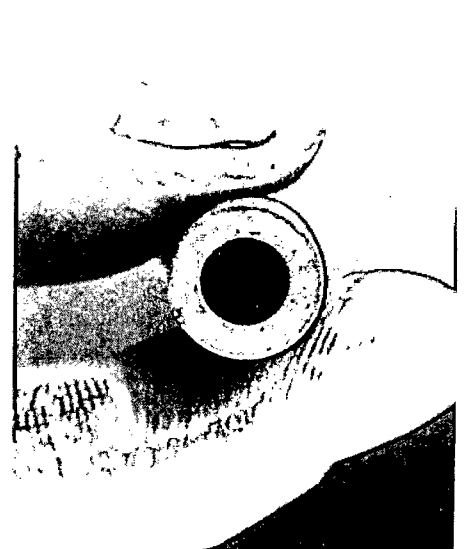


Abb. 19 Das Strangpressen von metallgefüllten Elastomeren ist komplizierter als das gewöhnlicher Gummidichtungen. Fachgerecht stranggepreßte Hohl dichtungen besitzen einheitliche Wandstärken.

## 9 UNSACHGEMÄSSE STUMPFVERBINDUNGEN

**Symptome:** Uneinheitliche Verformung unter Druck entlang der Dichtung. Geringere elektrische Leitfähigkeit an der Verbindungsstelle. (Bitte beachten Sie, daß einige als Strangpreßprodukte verkaufte Materialien in Wirklichkeit formgepreßt und mit Stumpfverbindungen zusammengefügt sind!) Diese Dichtungen versagen mechanisch, und elektrisch.

### Schnelltest:

a) Probe an und zwischen den Verbindungsstellen zwischen Daumen und Zeigefinger zusammendrücken. Jede fühlbare Veränderung kann dann mittels einer gewöhnlichen Zug/Druck-Prüfmaschine eindeutig nachgewiesen werden.

b) Elektrischen Widerstand mittels Ohmmeter an und zwischen den Verbindungsstellen messen. Unterschiedliche Meßwerte sind Zeichen unsachgemäßer Stumpfverbindungen.

c) Verbindungsstelle um 25 bis 50% dehnen. Eine fachgerecht vulkanisierte Stumpfverbindung hält diesem Test stand.

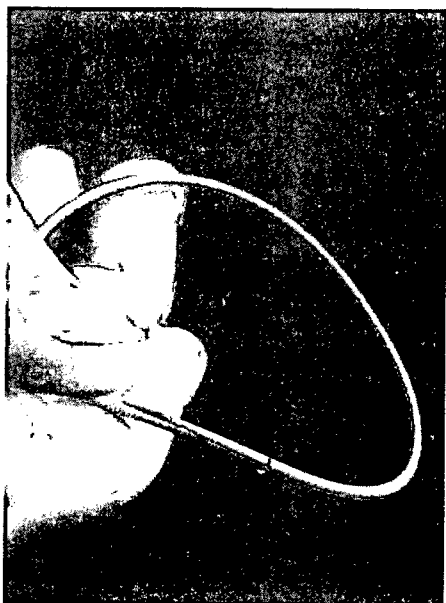


Abb. 20 Unsachgemäß gespleißte Verbindungen führen zu Abdichtungsproblemen und Wartungsschwierigkeiten.

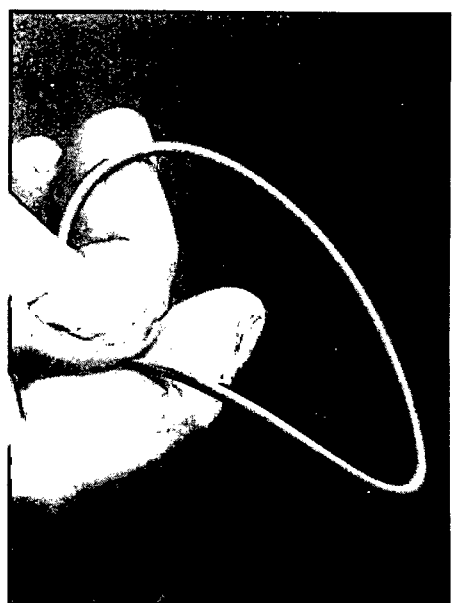


Abb. 21 Gespleißte Verbindungsstellen müssen so fest wie das leitfähige Elastomer selbst sein. Der Spleiß muß durch Vulkanisieren eines leitenden Vulkanisiermaterials an der Verbindungsstelle unter Wärme und Druck in einer Preßform hergestellt werden.