

Schadensanalyse von Gummi-Metall- Bauteilen

Dipl.- Ing. Timo Richter

Einleitung

Gummi-Metall-Bauteile spielen eine wesentliche Rolle in zahlreichen industriellen Anwendungen, insbesondere in der Automobil-, Maschinenbau- und Bauindustrie. Die zuverlässige Verbindung zwischen Gummi und Metall ist entscheidend für die Langlebigkeit und Funktionalität dieser Bauteile. Schäden an der Verbindung können zu vorzeitigem Versagen und hohen Kosten führen. Dieses Whitepaper beleuchtet die Ursachen von Schäden und stellt bewährte Analysemethoden zur Identifikation und Vermeidung dieser Probleme vor.

Grundlagen der Haftung zwischen Gummi und Metall

Zwischen Gummi und Metall besteht von Natur aus keine ausreichende Haftung. Daher müssen spezielle Haftvermittlersysteme eingesetzt werden. Diese Systeme lassen sich in zwei Kategorien unterteilen:

- **Einschichtige Haftvermittler**
- **Zweischichtige Haftvermittler**, bestehend aus Primer und Cover

Ein korrekt angewendetes Haftvermittlersystem verhindert eine adhäsive Trennung zwischen Metall und Gummi. Stattdessen sollte ein kohäsiver Bruch innerhalb des Elastomers auftreten, wenn das Bauteil versagt.

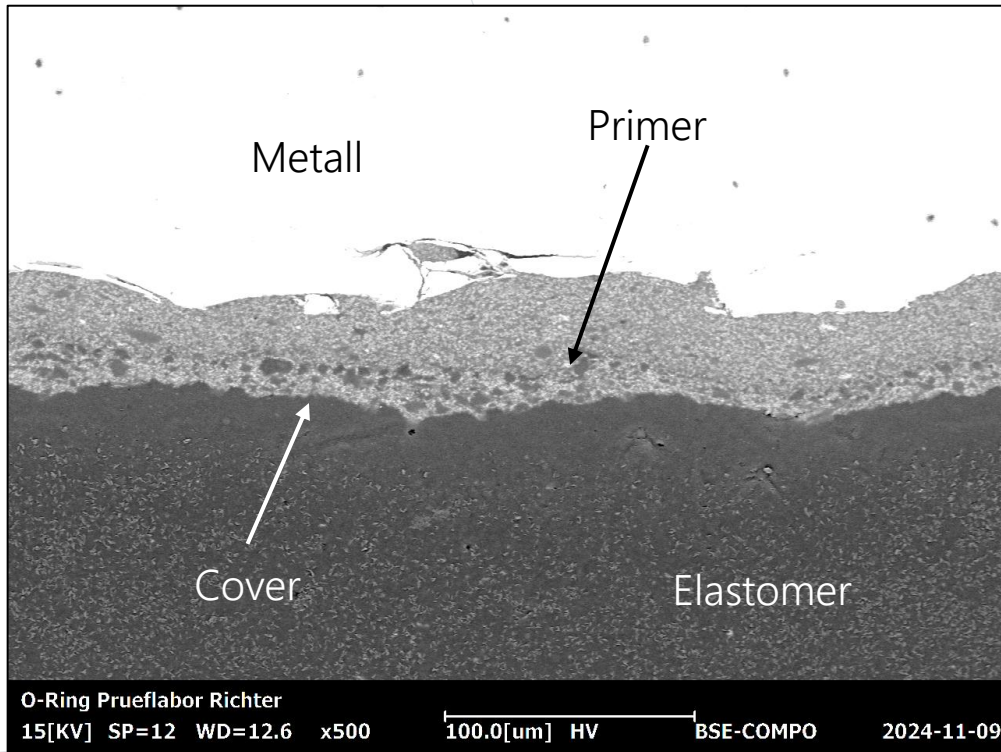


Abbildung 1: REM-Aufnahme eines Querschnitts eines Gummi-Metall-Bauteils

Typische Schadensbilder und deren Ursachen

Schäden an Gummi-Metall-Bauteilen äußern sich meist in einer flächigen Ablösung zwischen den Komponenten. Zur Identifikation der Schadensursache ist es essenziell, den genauen Bruchmechanismus zu bestimmen:

1. **MP-Bruch:** Ablösung zwischen Metall und Haftvermittler
2. **PC-Bruch:** Ablösung zwischen Primer und Cover
3. **RC-Bruch:** Ablösung zwischen Cover und Gummi

Mögliche Ursachen für Schäden

- **Verunreinigungen der Metallbauteile:** Öl, Fett oder Oxidation auf der Metalloberfläche können die Haftung beeinträchtigen.
- **Fehlende oder falsche Schichtdicken des Haftvermittlers:** Eine ungleichmäßige oder zu dünne Schicht kann die Verbindung schwächen.
- **Falsche Art des Haftvermittlers:** Die Wahl eines ungeeigneten Haftvermittlers kann zu einer unzureichenden Haftung führen.
- **Ungeeignete Vulkanisationsbedingungen:** Zu hohe Werkzeugtemperaturen oder ungeeignete Einspritzgeschwindigkeiten beeinflussen die Haftung negativ.
- **Vorgeschädigte Gummimischung:** Eine schlechte Materialqualität kann die Haltbarkeit der Verbindung reduzieren.
- **Beständigkeit des Haftvermittlersystems:** Mangelhafte Beständigkeit gegenüber Kontaktmedien wie Ölen oder Lösungsmitteln kann die Verbindung aufweichen und zerstören.

Analyseverfahren zur Schadensanalyse

Eine gründliche Analyse der Bruchstelle ist entscheidend, um die Ursache für das Versagen des Bauteils zu bestimmen. Folgende Methoden haben sich bewährt:

- 1. Anfertigen von Querschliffen:** Mittels mikroskopischer Analyse an Querschliffen kann die Art des Versagens ermittelt werden und der richtige Aufbau des Haftvermittlersystems überprüft werden.
- 2. REM/EDX-Analyse (Rasterelektronenmikroskopie und energiedispersive Röntgenspektroskopie):** Zur Identifikation von Cover- und Primer-Schicht ist die REM/EDX-Analyse ein bewährtes Verfahren.
- 3. Infrarotspektroskopie (FTIR):** Durch Infrarotspektroskopie an den Grenzflächen eines Bruchs können mögliche Verunreinigungen identifiziert werden.
- 4. GC/MS-Analyse (Gaschromatographie/Massenspektrometrie):** Mittels GC/MS-Analyse lassen sich organische Verunreinigungen noch präziser identifizieren als mit der Infrarotspektroskopie.

Präventive Maßnahmen und Optimierungsmöglichkeiten

Zur Vermeidung von Schäden und zur Erhöhung der Zuverlässigkeit von Gummi-Metall-Bauteilen sollten folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- **Sorgfältige Oberflächenvorbereitung:** Reinigung der Metallteile durch geeignete Verfahren (z. B. Sandstrahlen, chemische Behandlungen) zur Sicherstellung einer optimalen Haftung.
- **Kontrolle der Haftvermittleranwendung:** Sicherstellung der richtigen Auswahl, Dosierung und Trocknung des Haftvermittlers.
- **Optimierung der Vulkanisationsbedingungen:** Anpassung der Temperatur- und Druckparameter an die jeweiligen Materialanforderungen.
- **Materialprüfung vor der Verarbeitung:** Sicherstellung der Qualität und Beständigkeit der Gummimischung und des Haftvermittlers gegenüber Umwelteinflüssen.

Fazit

Wenn Gummi-Metall-Bauteile ausfallen ist eine gründliche Analyse von Schad- und Neuteilen möglich. Hierzu können eine Vielzahl mikroskopischer und analytischer Verfahren angewendet werden. Oft liegt die Ursache für Schäden an Gummi-Metall-Bauteilen im Herstellprozess.

Falls Sie Unterstützung bei der Schadensanalyse benötigen oder spezifische Herausforderungen im Bereich der Gummi-Metall-Haftung haben, stehen wir Ihnen gerne unverbindlich zur Verfügung.