

Gleitlackbeschichtungen auf Elastomerteilen

H. Friedrich*

Trockene, saubere Gleitlackbeschichtungen auf elastomeren Substraten verdrängen vermehrt rustikale Fertigungs- und Montagehilfen wie Öle, Fette und andere Schmierstoffe. Seit Jahren werden Teile der deutschen Automobilindustrie mit beschichteten Dichtungen beliefert, die eine deutlich erhöhte Prozesssicherheit und Qualität garantieren. Diese Dichtungen profitieren von einer maschinell applizierten Gleitlackbeschichtung auf Wasserbasis. Das Portfolio der zur Verfügung stehenden Gleitlacke wächst stetig und die positive Resonanz der Anwender, die mit Gleitlack ausgerüstete Elastomerteile einsetzen, ist ungebrochen. Entgegen dem aktuellen Trend gilt hier: Mikro schlägt Nano.

Clean, dry solid film coatings on elastomeric substrates are increasingly replacing rustic manufacturing and assembling aids, such as oils, fats, and other lubricants. Several clients producing for the German automotive industry have already been supplied with coated seals for years. These parts guarantee significantly increased process reliability and quality. The seals benefit from a mechanically applied water-based dry film lubricant coating. The portfolio of solid film coatings available is steadily increasing, and the positive feedback from the users of coated elastomer parts remains uninterrupted. Contrary to the current trend the following motto applies: micro beats nano.

1. Einleitung – Status quo

Eine gängige und kostengünstige Praxis Reibung zu reduzieren und die Montage zu ermöglichen, ist das Ölen, Fetten oder Talcumieren der zu verarbeitenden Teile. Die Aufbringung der Schmierstoffe erfolgte und erfolgt noch heute teilweise manuell durch händisches Auftragen oder durch nicht prozesssichere Verfahren wie Trommeln, Schüttern, Tauchen etc. Dies birgt jedoch eine Reihe von gravierenden Nachteilen und potenziellen Fehlern, die sich mit einer korrekt ausgeführten Gleitlackbeschichtung umgehen lassen.

2. Fehlermöglichkeiten beim Schmierstoffeinsatz

Die nachfolgend aufgeführten Fehlerbeispiele sollen die angesprochene Problematik der althergebrachten Verfahrensweisen verdeutlichen.

- Zu viel Schmierstoff: Verursacht Verschmutzungen des Bauteils, der Umgebung, von Montageanlagen und optischen Kontrollsensoren. Zudem können bei Endkontrollen, beispielsweise im Automobilbau, zusätzliche Kontrollen durch das Auffinden von überschüssigem Schmiermittel anfallen.
- Zu wenig Schmierstoff: Gefahr der Beschädigung des Bauteils beim Einbau (Abscheren, Quetschen etc.). Wird die beschädigte Dichtung beim Einbau nicht erkannt, sind folgenschwere Schäden möglich. Gesetzt den Fall, dass eine beschädigte Dichtung vor dem Einbau gefunden wird, so führt dies zu Montage- bzw. Produktionsunterbrechungen.
- Verflüchtigung des Schmierstoffes: Schmierstoffe wie die bereits erwähnten sind grundsätzlich flüchtig und nicht

dauerhaft auf elastomere Artikel applizierbar. Je nach Lagerdauer, Umgang mit den Teilen, Einwirkung von Licht/UV-Strahlung etc. werden sich die Schmierstoffe im Lauf der Zeit verflüchtigt haben und damit auch die erwünschten Eigenschaften hinsichtlich Reibungsreduzierung und Montageverbesserungen. Elastomere sind im Gegensatz zu Metallen dynamische Werkstoffe, welche im Lauf ihres Lebenszyklus Schmierstoffe in sich aufnehmen oder auch im Inneren verkapselte Fertigungsrückstände an die Umgebung abgeben. So ist zum Beispiel aus der Praxis bekannt, dass ein auf ein Elastomer aufgetragenes Siliconöl innerhalb von einer Woche nicht mehr auf der Oberfläche existent sein kann. Sollte die Aufbringung von Schmierstoffen auf eine Dichtung und deren anschließende Montage erfolgreich sein, so darf nicht außer Acht gelassen werden, welche Verschmutzungen hinsichtlich Montageanlage, Bauteil, Umgebung und Mitarbeiter dabei grundsätzlich entstehen. Folgekosten für Reinigung und erhöhter Wartungsaufwand sind dabei zu bedenken. Leider ist diese Kostenproblematik nicht bei allen Anwendern präsent. Der Vergleich dieser Folgekosten gegenüber den leicht erhöhten Einkaufskosten beschichteter Teile wird nur sehr selten vollzogen.

- Keine LABS-Freiheit mit Schmierstoffen möglich: Lackbenetzungsstörende Substanzen (LABS) verhindern eine gleichmäßige Benetzung der zu lackierenden Oberfläche und verursachen so trichterförmige Störstellen und Kraterbildungen in der Lack-schicht. Seit Einführung der Lackierung mit nahezu lösemittelfreien Lacken (Lösemittelanteil < 3 %) in der Automobilindustrie unterliegen Produktionsmaterial, Anlagen und Werkzeuge der Forderung nach LABS-Freiheit. Da nicht bekannt ist, welche Substanzen zu diesen Störungen führen, werden Materialien, Bauteile und Baugruppen auf Abwesenheit von LABS geprüft. Mit gängigen Schmierstoffen kann keine LABS-Freiheit erreicht werden.
- Keine Identifizierungsmöglichkeit: Der Auftrag von sich verflüchtigendem bzw. transparentem Schmiermittel gestattet keine eindeutige Zuordnung, ob ein Schichtauftrag stattgefunden hat. Damit

* Dipl.-Kfm. (FH) Heiko Friedrich
heiko.friedrich@ove-plasmatec.de
Geschäftsführer, O.V.E. Plasmatec GmbH,
Weil im Schönbuch

Erstveröffentlichung in
Dichtungstechnik Jahrbuch 2012,
Sandra Kiefer/Karl-Friedrich Berger (Hrsg.)

existiert ein erhöhtes Qualitäts- und somit ein potenzielles Kosten- und Funktionsrisiko.

3. Gleitlackbeschichtung – innovative Reibungsreduzierung

Mit modernen Gleitlacken ausgerüstete Elastomerteile haben in vielen Anwendungsgebieten Eingang gefunden. Zu den Abnehmern gehören u. a. die Automobil-, Maschinenbau-, Sanitär-, Lebensmittelindustrie, die Medizintechnik sowie viele andere Bereiche, in denen die Reibungsreduzierung für einwandfreie Funktion und Montage erforderlich ist.

Trockene und grifffeste Oberflächen garantieren eine saubere Montageumgebung. Der gesamte Prozess von der Vorbehandlung der Teile bis zur Lackierung erfolgt computergesteuert und wird in jedem Einzelfall dokumentiert.

Jeder Fertigungsauftrag hat seine individuelle Historie und damit ein personalisiertes tribologisches System mit eigenen Rezepturen. In Abhängigkeit von den Anwendungsparametern des Kunden wie etwa Gegenlauffläche, Temperaturbereich, eingesetzten Medien, Umgebungs- und Verpressungsdruck, Montagekräften, Werkstoffauswahl wird die optimale Lösung aus einer Vielzahl verschiedener Möglichkeiten zur Modifizierung der elastomeren Oberfläche gewählt.

Nach Identifizierung eines Erfolg versprechenden Systems trägt man den entsprechenden Gleitlack in einem kontrollierten und gesteuerten Prozess (**Abb. 1**) auf das Dichtelement auf. Der Lackauftrag erfolgt in dünnen und flexiblen Schichten (3–8 µm), welche die Topografie der Teile nicht verändern, sondern lediglich Schmieraschen in der Oberfläche bilden. Dadurch lässt sich eine sehr gute Haftung zwischen Elastomer und Lackschicht erzielen. Selbst Aufdehnungen von 150 % sind kein Problem und ein Abplatzen der Beschichtung kann ausgeschlossen werden. Die einhergehende Abriebfestigkeit der Beschichtung dient somit einem zusätzlichen Schutz des Elastomers. Zu beobachten sind dabei unter anderem erhöhte Resistenzen gegenüber diversen Chemikalien.

3.1 Anwendungsfälle

Zur Montageerleichterung werden ein-komponentige Dispersionen von PTFE-Feststoff, organischem Binder und Wasser aufgetragen. Nach dem Trocknen entsteht eine grifffeste Schicht. Die Teile sind dauerhaft vereinzelt, gleiten gut durch die Zuführung und erleichtern die Montage durch reduzierte Steckkräfte. Diese Beschichtung ist leicht milchig-transparent.

Eine Besonderheit in dieser Produktgruppe stellt das System PTFE-FDA + KTW dar. Es wurde für die spezifischen Bedürfnisse der Lebensmittelindustrie entwickelt und entspricht den Bestimmungen des deutschen Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetzes (LMBG, § 5 Absatz 1, § 31 Absatz 1). Die verwendeten Rohstoffe sind konform zu den Anforderungen der Food and Drug Administration (FDA). Die Schicht ist leicht grautransparent und enthält keinen UV-Indikator.

Für bedingte dynamische Anwendungen gelangt PTFE-transparent, eine zweikomponentige Dispersion von PTFE-Feststoff, organischem Binder und Wasser, zum Einsatz. Vor der Verarbeitung wird ein Härter zugesetzt. Die Schicht ist transparent, verschleißfest und gut beständig gegen eine Vielzahl von Chemikalien. Die Beschichtung eignet sich besonders bei Kunststoffgegenlaufflächen.

Eine sehr geschmeidige Oberfläche bei guten Montageeigenschaften wie auch eine Eignung für leichte dynamische Anwendungen garantiert die Beschichtung mit Polysiloxan. Die Weiterentwicklung Supersiloxan bietet sich bei der Beschichtung von Siliconwerkstoffen an.

Für dynamische Anwendungen mit Gegenlaufflächen aus Metall eignet sich die Beschichtung mit PTFE-schwarz. Durch die Beimischung von Karbonpartikeln wird eine strukturierte Oberfläche erzeugt, welche die Reib- und Verschleißigenschaften günstig beeinflusst.

Nahezu alle elastomeren Werkstoffe sind beschichtbar und eine sehr gute Haftung wird garantiert. Eine farbliche Unterscheidung ist möglich durch das Einfärben der Lacke. Farbige Lacke sind verfügbar als Funk-

tions- oder Dekorbeschichtung. So bieten sich beispielsweise gelbe Beschichtungen für Gasanwendungen an. Zudem ist die Mehrzahl der applizierbaren Gleitlacke lackbenetzungsstörungsfrei. Das heißt, dass ein LABS-frei gereinigtes Dichtelement mit einer LABS-freien Beschichtung versehen werden kann.

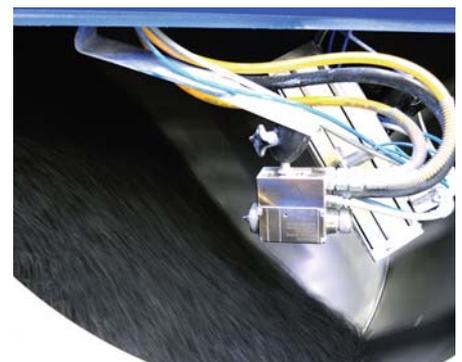
3.2 Prüfung

Zur Bestimmung, inwieweit Dichtungselemente beschichtet sind, werden UV-Indikatoren eingesetzt. Mittels UV-Licht lässt sich somit eindeutig ermitteln, dass das eingesetzte Dichtelement gemäß Vorgabe behandelt wurde. Als 100%iges Kriterium, ob eine Beschichtung das im kundenspezifischen Rezept definierte Leuchtverhalten erreicht, kann der UV-Indikator jedoch nicht dienen. Der Einbau von unbehandelten Teilen kann dadurch aber zuverlässig ausgeschlossen werden (**Abb. 2**).

3.3 Umweltaspekte

Ein weiterer positiver Faktor ist die Umweltfreundlichkeit der wasserbasierenden Gleitlacke. Umweltgefährdende Vorbehandlungen finden nicht statt. Vielmehr ist die lange und damit schonende Vorbehandlungszeit ein entscheidendes Merkmal. Auf den Einsatz von lösemittelbasierten Gleitlacken kann dadurch verzichtet werden. Die zum Einsatz kommenden Gleitlacke basieren auf Wasser und haben lediglich einen zu vernachlässigenden Anteil von Lösemitteln von weniger als 3 %. Dieser niedrige Anteil an Lösemitteln gefährdet nicht die Umwelt und sorgt für ein gesundes Arbeitsumfeld, sowohl für den Beschichtungsdienstleister als auch für den Kunden.

Abb. 1: Beschichtung per Sprühverfahren in der Trommel



3.4 Praxisaspekte

Elastomerartikel fehlerfrei zu beschichten, erfordert weitreichendes Know-how zu den einzelnen Materialien. Zudem ist keine gute Beschichtung ohne intensiven Vorbehandlungsprozess möglich.

Der Vorreinigungsprozess läuft in mehreren Schritten und umfasst unter anderem eine schonende Nassreinigung der Oberfläche sowie eine Niederdruckplasmabehandlung. Der Anlieferungszustand der Teile beeinflusst das Ergebnis nicht, denn der Vorbehandlungsprozess eliminiert alle störenden Substanzen wie Öle, Fette, Trennmittelrückstände, Talkum- oder sonstige Pulver vor dem Beschichten. Nur so kann eine hervorragende Haftung des Gleitlacks auf der Elastomeroberfläche gewährleistet werden (Abb. 3).

Exzellente Kenntnisse zu den verschiedenen elastomeren Werkstoffen, seien es NBR, FPM, EPDM, ACM oder Silicone in unterschiedlichen Härteeinstellungen, sind eine elementare Voraussetzung, materialgerechte, hochwertige Beschichtungen ausführen zu können. Das Verhalten der diversen Elastomere variiert stark, selbst bei vermeintlich gleichen Werkstoffen aus verschiedenen Produktionsstandorten. Sogar bei gleichen Werkstoffen von ein und demselben Lieferant sind Unterschiede in der Verarbeitbarkeit der Dichtungen beispielsweise je nach Jahreszeit zu beobachten. Auf dem Papier und strengen Qualitätsrichtlinien nach dürfte dies zwar nicht vorkommen, aber Lohnbeschichter

bzw. Dienstleister für die Dichtungstechnik können davon zur Genüge berichten. Folglich kann nur das Unternehmen, welches in der Lage ist, diese Heterogenität zu handhaben, dauerhaft prozesssicher fertigen.

Die Bedeutung von qualifizierten und motivierten Mitarbeitern kann nicht hoch genug angesiedelt werden. Die Behandlung und Beschichtung von elastomeren Werkstoffen sind keine standardisierten Schubladenverfahren. Es bedarf permanenter Kontrolle und Prüfung während der einzelnen Prozessschritte. Viele in der Praxis realisierbare Prüfungen beruhen auf Haptik und Optik. Geschultes und verantwortungsvolles Personal hinsichtlich Werkstoffverhalten und -flexibilität ist unabdingbar und enorm wichtig sein ständiges Bewusstsein, dass jedes einzelne Dichtelement, das behandelt wird, essenziell das Funktionieren eines weiteren Bauteils verantwortet. Auch wenn Millionen von Teilen pro Monat veredelt werden, darf keine Routine aufkommen. An dieser Stelle noch ein oft unterschätzter Faktor: Möglichst alle Mitarbeiter müssen wissen, welchem Einsatzzweck ein jedes Dichtelement dient und welche Funktion es im Einsatz erfüllen muss. Zwar wird nahezu jedes befragte Unternehmen von sich behaupten, die besten und fähigsten Mitarbeiter zu haben, doch den Beweis dafür treten letztlich nur die gelieferte Qualität und die fachgerechte Beratung rund um die angebotenen Dienstleistungen an.

Die typischen Diskussionen zum Thema „meine Kostenstelle, deine Kostenstelle“

werden häufig als Hemmschuh unterschätzt. Hierbei handelt es sich weniger um ein rein technisches Phänomen, als vielmehr um eine isolierte Sichtweise auf die eigene Kostenstelle im Unternehmen. Die höheren Einkaufspreise verursachen zwar deutliche Kosteneinsparungen, aber ungünstigerweise nicht im Bereich des Einkaufs. Die Einsparungen werden im Bereich einer reibungsfreien Produktion, Montage und Funktion deutlich: weniger Maschinenstillstände, geringere Wartungs- und Einstellungskosten, weniger Aufwand für Reinigung, Erhöhung der Qualität, Bauteilsicherheit und -funktion. Eine ganzheitliche Sicht auf die Einsparpotenziale für das jeweilige Unternehmen wäre wünschenswert, wird aber leider allzu oft nicht wahrgenommen.

4. Zusammenfassung

Die Gleitlackbeschichtung von Elastomerartikeln weist gegenüber den immer noch verwendeten Schmiermitteln erhebliche Vorteile auf. Wegen der trockenen und sauberen Oberfläche der beschichteten Teile sind sie letztendlich kostengünstiger verarbeitbar und eröffnen Einsatzbereiche, die bisher so nicht denkbar waren. Außerdem resultiert aus dem exakt kontrollierbaren Beschichtungsverfahren eine konstante Qualität, die dem Anwender zu einer erhöhten Sicherheit seiner eigenen Prozesse verhilft. Die Fortentwicklung der schon bekannten Gleitlackssysteme wird ihr Einsatzspektrum kontinuierlich erweitern.

Abb. 2: Beschichtete (links) und unbeschichtete Teile unter UV-Licht

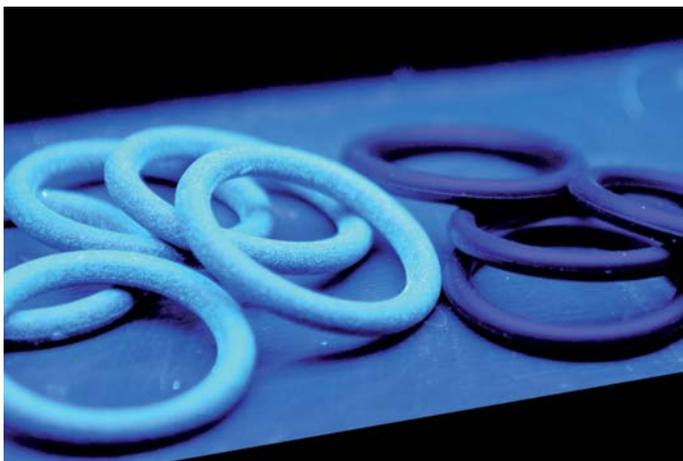


Abb. 3: Ablätternder Lack wegen mangelhafter Beschichtung

