



*Oberflächenmodifikation von  
elastomeren Bauteilen*

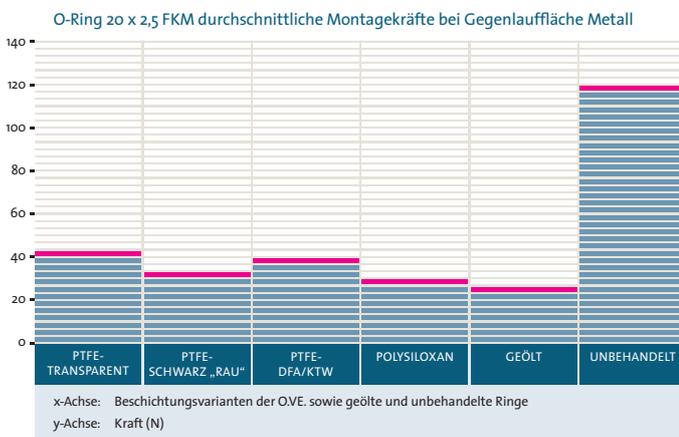
Dichtungen sind eine weit differenzierte Klasse wichtiger Konstruktionselemente für nahezu jedes Produkt. Die Palette reicht vom **Auto** über **Küchenmaschinen, Flugzeuge, Kraftwerke, verfahrenstechnische Anlagen** und selbst die **Möbelindustrie** ist auf den Geschmack gekommen. Eine Dichtung hat originär die Aufgabe, zwei funktionsmäßig verschiedene Räume so zu trennen, dass

kein – oder nur ein zulässiger – Stoffaustausch zwischen ihnen stattfinden kann. **Elastomere sind mit ihrem Eigenschaftenprofil ein idealer Werkstoff für Dichtungen.** Leider ist aber auch in diesem Eigenschaften-Portfolio eine hohe Reibung enthalten, die nicht nur bei Montage und Funktion zu Schwierigkeiten führen kann. **Oberflächenmodifikationen können hier Abhilfe schaffen.**

## » PROBLEMSTELLUNGEN

Viele Anwender haben mit folgenden Schwierigkeiten zu kämpfen:

- Verklebte und zusammenhaftende Teile erschweren die Montage bzw. führen zu Unterbrechungen während des automatischen Montageprozesses.
- Hohe Reibung erschwert bzw. verhindert die automatische Zuführung.



- Verschmutzungsprobleme bei Anlieferung der ‚frisch‘ produzierten Teile durch Öl-, Trennmittel, Silikonrückstände.
- Fehlende farbige Kennzeichnung von Dichtelementen und somit ein erhöhtes Verwechslungsrisiko.
- Nicht nur bei dynamischen Anwendungen führen hohe Reibwerte zu einem vorzeitigen Verschleiß und somit zu einer Verringerung der Standzeiten.
- Knarz- und Quietschgeräusche.
- Hohe Losbrechkräfte.
- Verkürzte Lebensdauer.
- Verflüchtigung von Schmierstoffen während der Lebenszeit. Das Elastomer nimmt einen Teil des Schmierstoffes in sich auf und gibt den Rest in die Umgebung ab.

Abbildung: Vergleich Montagekräfte

Um diese akuten Probleme zu beseitigen ist ein finanzieller Mehraufwand oftmals nicht zu vermeiden. Zusätzliche Aufwendungen für Band- oder Maschinenstillstände, Eilfertigungen und -lieferungen, Sortierkosten, eventuell sogar Neukonstruktionen bestimmter Bauteile sind nicht alleine zeitliche Verzögerungen, sondern erzeugen Kosten, welche im Planungs- und Konstruktionsprozess nicht vorhergesehen waren.

Eine wissenschaftliche Definition dieses Dilemmas – die ‚Rule Of Ten‘ belegt, dass die Kosten für die Fehlerbehebung von der Produktidee bis zur Marktreife exponentiell ansteigen. Diese Verzehnfachungsregel sagt hierbei aus, dass als Faustformel eine Verzehnfachung der Fehlerkosten in jeder weiteren Stufe angenommen werden kann.

Daraus ergibt sich, dass es kostengünstiger ist, potenzielle Fehler zu vermeiden, als entstandene Fehler zu beseitigen. Lieferanten sollten deshalb bereits in die Produktentwicklung mit einbezogen werden. Dies bedeutet, Nutzung von Know-how dort, wo es am besten verfügbar ist, also Einbeziehung von Lieferanten nicht nur als Zulieferer auf Abruf oder verlängerte Werkbank, sondern durch strategische Zusammenarbeit für eine langfristige Bindung und Partnerschaft, nicht fallweises Austauschen von Lieferanten.

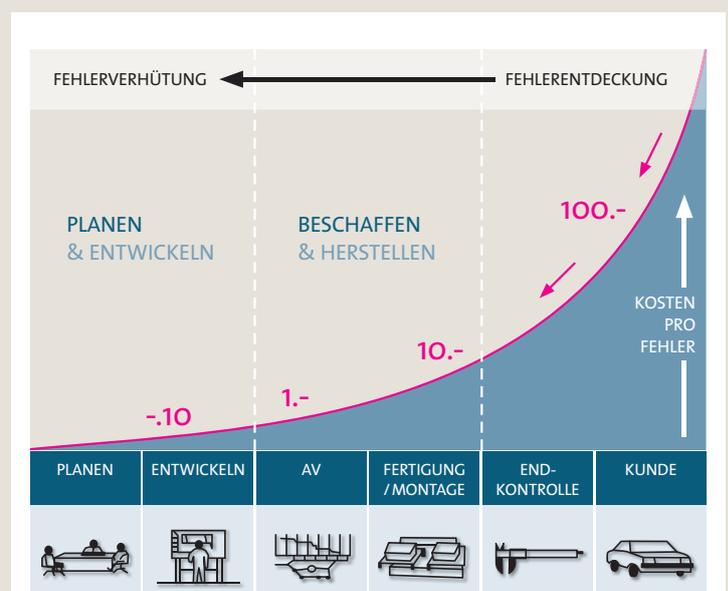


Abbildung: Verzehnfachungsregel

## >> LÖSUNGSANSÄTZE

### Einfache Schmierstoffe

Eine gängige und kostengünstige Praxis zur Reduzierung der Reibung und Ermöglichung von Montage ist das Ölen, Fetten oder Talkumieren der zu verarbeitenden Teile. Die Aufbringung der Schmierstoffe erfolgte und erfolgt noch heute größtenteils manuell durch händisches Auftragen oder durch nicht prozesssichere Verfahren wie Trommeln, Schütteln, Tauchen etc. Dies birgt jedoch eine Reihe von gravierenden Nachteilen und potenziellen Fehlern:

- **Zu viel Schmierstoff** verursacht Verschmutzungen des Bauteils, der Umgebung, von Montageanlagen und etwaigen Kontrollsensoren. Zudem können bei Endkontrollen, z.B. im Automobilbau, zusätzliche Kontrollen durch das Auffinden von überschüssigem Schmiermittel anfallen.
- **Zu wenig Schmierstoff** erhöht die 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 sind grundsätzlich flüchtig und nicht dauerhaft auf elastomere Werkstoffe applizierbar. Je nach Lagerdauer, Umgang mit den Teilen, dem Aussetzen von UV-Strahlung etc. haben sich die Schmierstoffe im Lauf der Zeit verflüchtigt und damit auch die erwünschten Eigenschaften hinsichtlich Reibungsreduzierung und Montageverbesserungen. Elastomere sind – im Gegensatz zu Metallen – dynamische Werkstoffe, die während der Einsatz-

dauer Schmierstoffe in sich aufnehmen oder auch im Inneren verkapselte Fertigungsrückstände an die Umgebung abgeben. So ist z.B. aus der Praxis bekannt, dass ein auf ein Elastomer aufgetragenes Silikonöl innerhalb von einer Woche nicht mehr auf der Oberfläche existent sein kann. Soll 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 sollten dabei bedacht werden.

- **Keine LABS-Freiheit möglich** – LABS (lackbenetzungsstörende Substanzen) verhindern eine gleichmäßige Benetzung der zu lackierenden Oberfläche und verursachen so trichterförmige Störstellen und Kraterbildungen in der Lackschicht. Seit Einführung der Lackierung mit nahezu lösemittelfreien Lacken (Lösemittelanteil > 3%) in der Automobilindustrie wird für Produktionsmaterial, Anlagen und Werkzeuge LABS-Freiheit gefordert. Da nicht bekannt ist, welche Substanzen zu diesen Störungen führen, werden Materialien, Bauteile und Baugruppen auf LABS-Freiheit geprüft. Mit gängigen Schmierstoffen kann keine LABS-Freiheit erreicht werden.
- **Keine Indikationsmöglichkeit** – der Auftrag von sich verflüchtigendem bzw. transparentem Schmiermittel lässt keine eindeutige Bestimmung zu, ob ein Schichtauftrag stattgefunden hat.

### Gleitlackbeschichtungen – leistungsfähig und einfach anpassbar

Mit Gleitlacken veredelte Dichtungen finden in den verschiedensten Branchen Anwendung: Automobil-, Maschinenbau-, Lebensmittel-, Pneumatik-, Sanitärindustrie, Medizintechnik etc. Letztlich überall dort, wo Dichtungen im Einsatz sind.

Trockene und grifffeste Oberflächen garantieren eine saubere Montageumgebung. Der gesamte Prozess von der Vorbehandlung der Teile bis zur Lackierung erfolgt computergesteuert und wird für jeden einzelnen Auftrag dokumentiert. Jeder Kundenauftrag hat dabei seine individuelle Historie und damit ein personalisiertes tribologisches System mit eigenen Rezepturen. In Abhängigkeit der Anwendungsparameter, wie z.B. Gegenauflfläche, Temperaturbereich, eingesetzte Medien, Umgebungs- und Verpressungsdruck, Montagekräfte, Werkstoffauswahl etc., wird die optimale Lösung aus einer Vielzahl verschiedenster Methoden zur Modifizierung der elastomeren Oberfläche gewählt.

Wurde ein erfolgversprechendes System identifiziert, wird der entsprechende Gleitlack auf das Dichtelement aufgetragen. Der Lackauftrag erfolgt in dünnen und flexiblen Schichten (2-8 µm), welche die Topografie der Teile nicht verändern, sondern lediglich Schmiertaschen in der Oberfläche bilden. Dadurch wird eine sehr gute Haftung zwischen Elastomer und Lackschicht erzielt. Selbst Aufdehnungen von 150% sind kein Problem und ein Abplatzen der Beschichtung kann ausgeschlossen werden. Die einhergehende Abriebfestigkeit der Beschichtung dient somit dem zusätzlichen Schutz des Elastomers.

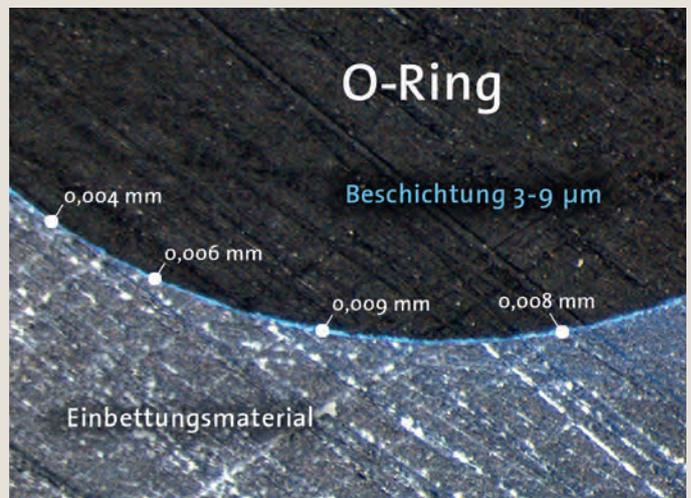


Abbildung: Schichtdickenmessung

Alle elastomeren Werkstoffe sind beschichtbar und selbst für Silikonwerkstoffe ist mittlerweile ein Lack verfügbar, der eine sehr gute Haftung garantiert. Eine farbliche Unterscheidung ist möglich durch das Einfärben der Lacke. Farbige Lacke sind verfügbar als Funktions- oder Dekorbeschichtung. So bieten sich z.B. gelbe Beschichtungen für Gasanwendungen an. Zudem ist die Mehrzahl der applizierbaren Gleitlacke LABS-frei. Das heißt, dass ein LABS-frei gereinigtes Dichtelement mit einer LABS-freien Beschichtung versehen werden kann. Zur Bestimmung, ob Dichtungselemente beschichtet sind, werden UV-Indikatoren eingesetzt. Mittels UV-Licht lässt sich somit eindeutig bestimmen, ob das eingesetzte Dichtelement gemäß Vorgabe behandelt wurde. Der Einbau von unbehandelten Teilen kann dadurch ausgeschlossen werden.

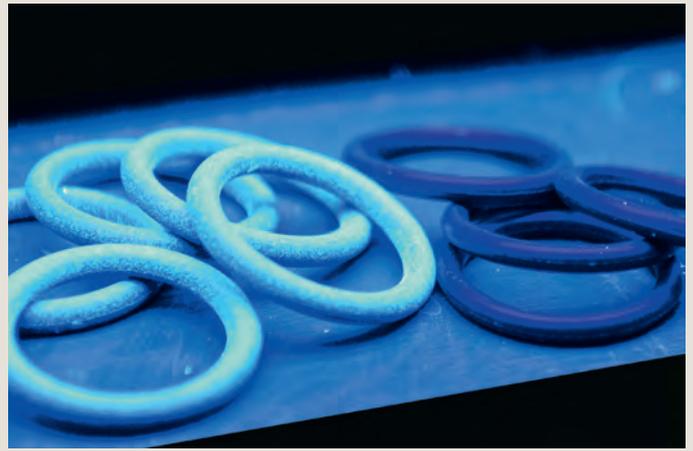


Abbildung: beschichtete Dichtungen mit UV-Indikator (links)

Alle Vorteile der Oberflächenbeschichtung zusammengefasst bedeuten eine mittel- und langfristige Einsparung von Zusatzkosten. Für den Konstrukteur bieten sich so neue Möglichkeiten, da die Steckkräfte und Drehmomente von abzudichtenden Verbindungsstellen erheblich reduziert werden können. Zudem lassen sich Stick-Slip vermeiden und der Verschleiß reduzieren. Selten betätigte Ventile oder Schalter kleben nicht und eine LABS-Freiheit ist möglich. Einkäufer sollten bedenken, dass erhöhten Beschaffungskosten deutliche Einsparungen durch eine reibungslose Montage und Reduzierung von potenziellen

Funktionsmängeln entgegenstehen. Zudem kann die erhöhte Leistungsfähigkeit und erweiterte Funktionalität Einsparpotenziale mit sich bringen. Für Qualitätsmanager bietet die Oberflächenbeschichtung eine Steigerung der Zuverlässigkeit etwa durch reduzierte „Langzeit“-Klebeigung.

Ein weiterer positiver Aspekt ist die Umweltfreundlichkeit der wasserbasierenden Gleitlacke. Umweltschädliche Lösemittel und chemische Vorbehandlungen werden komplett vermieden.

## » KOMPETENZ IST GEFRAGT

Es gilt, mögliche Stolperfallen zu berücksichtigen, da keine hochwertige Beschichtung ohne einen intensiven Vorbehandlungsprozess und Material-Know-how möglich ist.

Unser Vorreinigungsprozess läuft in mehreren Schritten und umfasst u.a. eine Nassreinigung der Oberfläche sowie eine Niederdruckplasmabehandlung.

Grundsätzlich gilt: Der Anlieferzustand der Teile beeinflusst das Ergebnis der Beschichtung nicht. Der richtige Vorbehandlungsprozess eliminiert alle ‚störenden‘ Substanzen wie Öle, Fette, Trennmittelrückstände, Talkum- oder sonstige Pulver vor dem Beschichten. Damit ist eine hervorragende Haftung gegeben.

Die Kenntnis der verschiedenen elastomeren Werkstoffe (NBR, FKM, EPDM, Silikone, ACM etc.) und der unterschiedlichen Shore-Härten etc. ist elementar für eine hochwertige Beschichtung.

Das Verhalten unterschiedlicher Werkstoffe variiert – selbst bei vermeintlich gleichen Werkstoffen aus verschiedenen Produktionsstandorten – stark.

Und nur wer in der Lage ist, diese Heterogenität zu handhaben, kann dauerhaft prozesssicher fertigen. Vor diesem Hintergrund ist das entsprechende Know-How des Beschichters zu hinterfragen.

OVE. Plasmatec GmbH verfügt über mehr als 25 Jahre Know-How im Bereich der Dichtungstechnik. Bei der Gleitlackbeschichtung auf Elastomeren mit Lacken auf Wasserbasis entwickeln wir seit über zehn Jahren kundenspezifische tribologische Systeme.

## » KAPAZITÄTEN

Produktionsfläche:	2.400 m <sup>2</sup>
Nassreinigung:	40 Waschautomaten
Plasmakapazität:	7 Niederdruckplasmaanlagen mit 13.550 Liter Volumen gesamt
Beschichtung:	11 Trommel-Sprüh-Beschichtungsautomaten
Abwasser:	Abwasseraufbereitungsanlage

**OVE Plasmatec GmbH**  
Carl-Zeiss-Straße 10  
D-71093 Weil im Schönbuch  
Telefon +49 (0) 7157 / 526 95-0  
Telefax +49 (0) 7157 / 526 95-22  
info@ove-plasmatec.de  
www.ove-plasmatec.de