

≡ Wie Anforderungen an technische Sauberkeit auch zukünftig beherrschbar bleiben

Von Bettina Kremer, Weil im Schönbuch

Die Bedeutung von Technischer Sauberkeit steigt stetig an. Und entsprechend wachsen die Anstrengungen, Partikelverunreinigungen in Bauteilen oder Baugruppen zu verhindern. Ebenso gilt es, sich an aktualisierte Richtlinien und Leitfäden für die Herstellung sauberkeitssensibler Teile, Baugruppen und Systeme im Sinne der Anforderung Technische Sauberkeit anzupassen. Was in den 1990er-Jahren die Automobilindustrie initiierte, trieb danach maßgeblich die Elektronikindustrie voran und kehrt nun im Rahmen der E-Mobilität mit Niedervolt- und Hochvoltkomponenten wieder zur Mobilitätsindustrie zurück. Dabei wird der Nachweis einer Sauberfertigung von Produktion über Logistik bis zu Verpackung und Transport auch durch den steigenden Fachkräftemangel immer wichtiger.

Die zunehmende Forderung nach technischer Sauberkeit stellt vielen Herstellern und Zulieferern immer größere Aufgaben. Dabei sind es nicht nur immer mehr Bereiche und Branchen, die eine verbindliche technische Sauberkeit verlangen, sondern auch immer höhere Anforderungen an die Qualität der gelieferten Teile. Zudem geht es nicht nur um die tatsächliche Sauberkeit, sondern auch um die Einhaltung von Normen sowie die Dokumentation und den Nachweis, dass diese Prozesse durchgeführt und eingehalten wurden. Betroffen davon sind sowohl die Herstellung von Bauteilen und Baugruppen als auch die innerbetriebliche Logistik sowie die Verpackung und der Transport zum Kunden bis in dessen Fertigungs- und Montagebereiche. Trotz großer Anforderungen können es auch kleine Unternehmen schaffen, die Forderungen nach technischer Sauberkeit einzuhalten, ohne ihr finanzielles Potenzial zu überreizen.

Technische Sauberkeit – umfassende Regelwerke

Ausgehend von der Automobilindustrie in den 1990er-Jahren mündet die Forderung nach technischer Sauberkeit von Bauteilen, die verbaut werden sollten, sehr schnell in hohe Forderungen, Normen und Dokumentationspflichten. Im Regelwerk VDA, Band 19 *Prüfung der technischen Sauberkeit – Partikelverunreinigung, funktionsrelevanter Automobilteile* sind 2004 Extraktions- und Analyseverfahren sowie die Dokumentation der Prüferergebnisse festgelegt. Mit der Norm ISO 16232 erhielt dies auch internationale Geltung. Mit der zunehmenden Verbreitung von leistungsstarken elektronischen Bauteilen und Baugruppen in Automobilen ab den 2000er-Jahren hat die Elektrotechnik das

Thema übernommen und im Leitfaden *Technische Sauberkeit in der Elektrotechnik* festgeschrieben. So soll die Herstellung von sauberkeitssensiblen Teilen, Baugruppen und Systemen im Sinne der technischen Sauberkeit als so genannte *Sauberfertigung* erfolgen. Entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Rohmaterial bis zur Endnutzung sollen dabei die Bereiche Fertigung, Montage, Personal, Reinigung, Verpackung, Lagerung und Transport berücksichtigt werden.

E-Mobilität sorgt für neue und größere Herausforderungen

Mit dem Einsatz von elektronischen Baugruppen in batterie- oder akkubetriebenen Systemen kehrt das Thema über die Elektromobilität mit Wucht in die Mobilindustrie mit Auto- und Fahrradmotoren zurück. Ebenso nutzen die Bereiche Elektrowerkzeuge und Haushaltsgeräte verstärkt Akkus als Energiequelle. In diesem Zusammenhang erhält die Hochvoltrichtlinie für die Leistungselektronik aus dem Jahr 2014 immer mehr Bedeutung. Sie legt Partikelgrenzwerte im Hinblick auf elektrische Abstände, Luft- und Kriechstrecken, Prozesssicherheit und Wiederholgenauigkeit in der Serienfertigung sowie den Umgang mit nichtmetallischen Partikeln und Fasern fest.

Für die Herstellung, die Veredelung und den Einsatz von Elastomerdichtungen bedeutet dies einen immer größeren Aufwand in der Herstellung sauberer und funktionsfähiger Teile; insbesondere, wenn die Baugruppen immer kleiner und leistungsfähiger werden und immer mehr Funktionalitäten innerhalb einer Baugruppe verbaut sind. Damit brauchen auch immer kleiner werdende Dichtungen eine besondere Behandlung, bevor sie ihren langlebigen Einsatz antreten dürfen.



Die leistungsfähige Beschichtung OVE40SL auf Elastomeren erfordert porentiefe und verbrieftete Reinigung der Dichtungsringe (Bild: OVE Plasmatec)

Wenn das Volumen einer Dichtung immer kleiner wird, ist das Verhältnis von herstellungsbedingten Restpartikeln zum gesamten Teil immer ungünstiger. Umso wichtiger ist es, diese Partikel zu entfernen, bevor die Dichtungen beschichtet beziehungsweise oberflächenbehandelt werden. Dementsprechend hoch ist die Anforderung an die Technische Sauberkeit. Die OVE Plasmatec GmbH meistert diese Herausforderungen gerade erfolgreich bei einer nur erbsengroßen Dichtung für E-Bike-Elektromotoren.

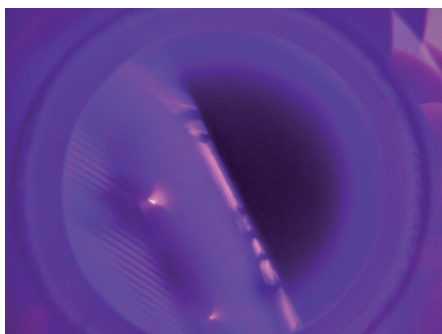
Kleine Teile, große Verantwortung – mit Plasma in die Tiefe

Fakt ist: Mit dem Beschichten von Elastomerdichtungen werden aus einfachen Dichtungen leistungsfähige Hightech-Teile. Damit lassen sich Reibwerte ebenso verbessern, wie deren dynamische Funktionen. Durch Vereinzeln und optionale Farben erleichtert sich die Montage und das macht die automatisierte Verarbeitung der Dichtungen oftmals erst möglich. Gleichzeitig entfällt das aufwändige, manuelle Aufbringen herkömmlicher Fertigungs- und Montagehilfen. Die Beschichtung mit einer wasserbasierten

OBERFLÄCHEN

Gleitlackschicht ist hauchdünn und hochelastisch. Wichtigste Voraussetzung für deren Aufbringung ist dabei die absolute Sauberkeit und verbriefte LABS-Konformität. Das Ergebnis sind grundgereinigte Elastomerdichtungen. Darüber hinaus gibt es beim Reinigen heute vom einfachen Waschen über das tiefenwirkende Plasmareinigen ebenso geprüfte LABS-Konformität nach verschiedenen Werksnormen.

Beim Plasmaverfahren kommen die grundgereinigten Elastomere in eine Niederdruckplasmaanlage, in der zunächst ein Vakuum erzeugt wird. Ein Hochfrequenzgenerator liefert elektrische Spannung, die gemeinsam mit Umgebungsluft beziehungsweise Sauerstoff eingebracht wird. So entsteht ein elektrisch leitfähiges Gas, das Plasma, das die Oberflächeneigenschaften der Dichtungsrin-



Beim Plasmaverfahren werden die grundgereinigten Elastomere in eine Niederdruckplasmaanlage unter Vakuum mittels Sauerstoffplasma bearbeitet (Bild: OVE Plasmatec)



Durch das Plasmaverfahren werden neben verbliebenen oberflächlichen Fertigungshilfsmitteln je nach Materialzusammensetzung auch diffundierte, ungebundene Mischungsbestandteile wie Weichmacher aus Elastomeren herausgelöst (Bild OVE Plasmatec)

ge verändert, indem die Moleküle angeregt werden. Bei dieser Feinstreinigung bilden sich Sauerstoffradikale (O^*) und Ozon (O_3). Die freien Radikale mit den ausdiffundierenden nicht-elastomeren Stoffen verbinden sich mit Rückständen der Fertigungshilfsstoffe und oxydieren als Gas (CO_2) und H_2O . So werden nicht nur verbliebene oberflächliche Fertigungshilfsmittel entfernt, sondern auch, je nach Materialzusammensetzung, diffundierte, ungebundene Mischungsbestandteile wie Weichmacher aus Elastomeren herausgelöst.

Nachgewiesene LABS-Konformität gefordert

LABS ist ein Akronym für Lackbenetzungsstörende Substanzen. Diese Substanzen verhindern eine gleichmäßige Benetzung der zu lackierenden Oberflächen und verursachen so trichterförmige Störstellen und Krater in der Lackschicht. Seit der Einführung von lösemittelarmen Lacken in der Automobilindustrie wird für Produktionsmaterial, Anlagen und Werkzeuge die LABS-Konformität gefordert. Auch in der Vorbehandlung von Klebeflächen sind Störstellen nicht erwünscht, weil sie die Haftung reduzieren. Da nicht bekannt ist, welche Substanzen zu diesen Störungen führen, werden Materialien, Bauteile und Baugruppen auf LABS-Konformität geprüft. Während bei Metallen und vielen Kunststoffen durch intensive Reinigung die oberflächlich haftenden Fertigungshilfsmittel sicher entfernt werden können, genügt bei Elastomeren eine Oberflächenreinigung nicht. Hier schafft erst das Plasmaverfahren LABS-Konformität.

Wo Normwerte fehlen, ist Expertenwissen gefragt

Neben den Anforderungen aus den Regelwerken und Normen werden auch Kundenanforderungen häufiger, die eine Reinigung nach diesen Normen einfordern. Dabei wird eine erhöhte Anfrage nach dokumentierter technischer Sauberkeit festgestellt, seit das Thema Fachkräftemangel in den Fokus rückt. Was früher auf Vertrags- und Vertrauensbasis zwischen zwei Geschäftspartnern auch ohne verbriefte Ergebnisse möglich war, rückt immer mehr in den Hintergrund. Stattdessen wachsen die Forderungen nach zertifizierter technischer Sauberkeit. Kunden verlangen also genau diese Leistungen, die auch in den Regelwerken und Normen festgelegt sind. Also Produkte, Komponenten und Bauteile, die den entsprechenden Grad der Reinheit aufweisen und sicherstellen, dass keine unerwünschten Partikel, Verunreinigungen und



Staubfilter an Fenstern und Aerapur-Luftreiniger sorgen für hochsaubere Produktionsbedingungen ohne Reinraumtechnologie

(Bild: OVE Plasmatec)

Rückstände auf den Oberflächen vorhanden sind, die die Qualität, Funktionalität und Lebensdauer beeinträchtigen könnten. Daraus resultieren individuelle Anforderungen basierend auf VDA Band 19, wie beispielsweise der CCC-Code.

KMUs müssen vor steigenden Standards nicht kapitulieren

Das Ergebnis zeigt, dass auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) nicht vor den steigenden Anforderungen, Richtlinien und Verordnungen nach technischer Sauberkeit zurückschrecken müssen. Es ist möglich, Partikelverunreinigungen auf Bauteiloberflächen oder in Baugruppen zu verhindern und Richtlinien sowie Leitfäden für die Herstellung sauberkeitssensibler Teile, Baugruppen und Systeme im Sinne des Regelwerks Technische Sauberkeit einzuhalten, ohne dass dies die finanziellen Möglichkeiten der KMU sprengt.

OVE macht Dichtungen leistungsstärker

Das 1990 gegründete Familienunternehmen OVE Plasmatec GmbH kümmert sich als hochprofessioneller Dienstleister um die Oberflächenveredelung von Elastomeren. Das umfasst die Prozesse Reinigen, Beschichten, Behandeln und Service. Einzigartig ist nach Mitteilung des Unternehmens das Niederdruck-Plasmaverfahren, mit dem Dichtungen maschinell tiefengereinigt werden. Umfangreiche Serviceleistungen, wie beispielsweise Prüfen, Sonderverpacken oder Beschriften erleichtern Dichtungsherstellern und -anwendern die Abläufe. Qualitätsprüfungen mit Reib-

OBERFLÄCHEN

wert- oder Drehmomentmessungen sowie Tests auf LABS-Freiheit und die dazugehörigen Dokumentationen geben Kunden die gewünschte Sicherheit. Mit rund 30 Mitarbeitern und einem professionellen Maschinenpark werden jeden Monat nach eigenen Angaben im Durchschnitt 80 Millionen Teile bear-

beitet. Mit einem 2024 eröffneten eigenen Technikum gestalten die innovativen Pioniere der Hochleistungsbeschichtungen für Elastomere die Zukunft der Reinigungs- und Beschichtungstechnik aktiv mit. Immer im Blick haben die hochprofessionellen Dienstleister für die Oberflächenveredelung von Elasto-

meren dabei Partikelreinheit, Keimfreiheit sowie geprüfte und zertifizierte LABS-Freiheit. Das entsteht durch die Reinigungs- und Beschichtungsprozesse und betrifft neben den Produkten auch die Verpackungen.

➔ www.ove-plasmatec.de