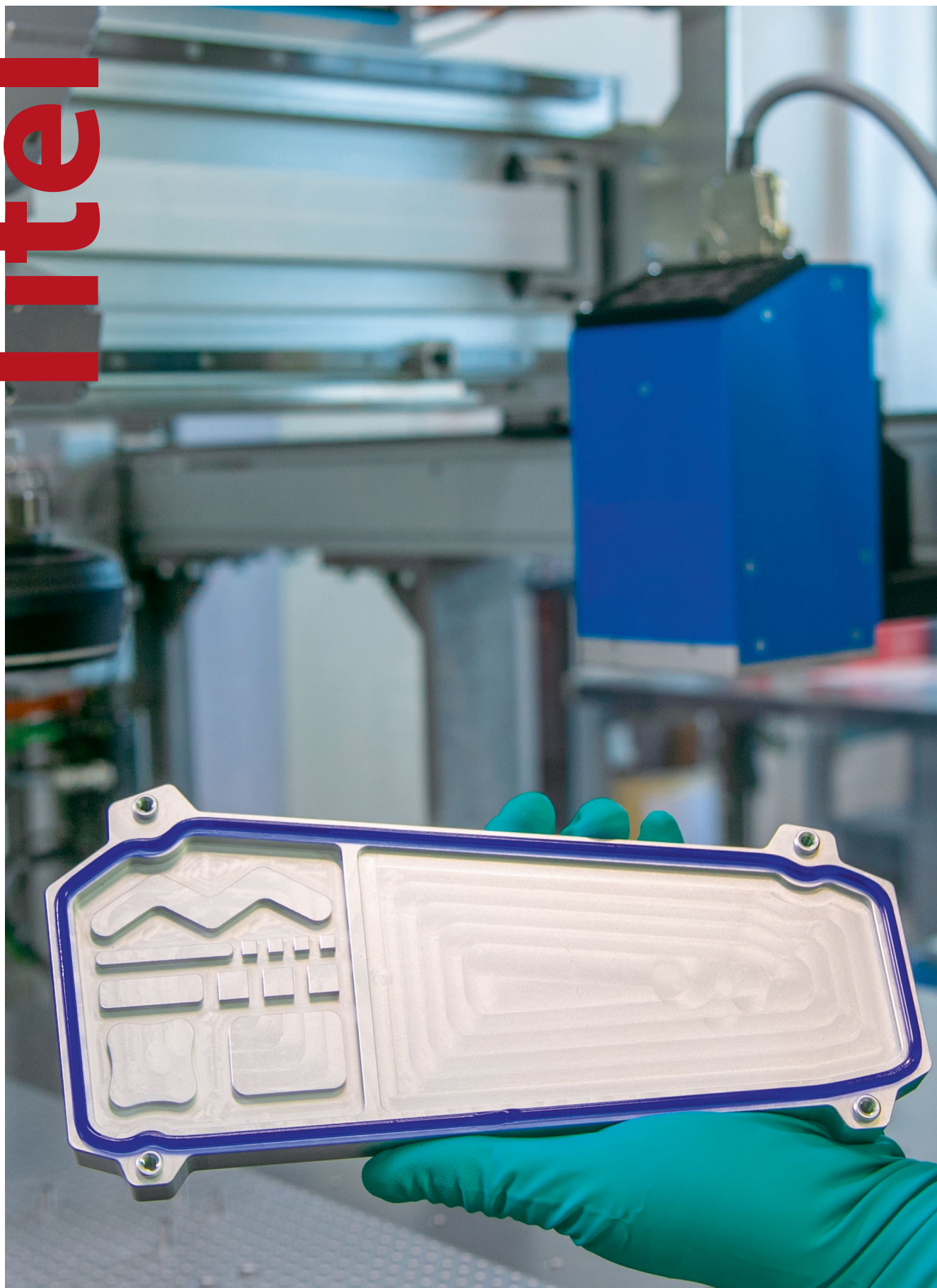


Titel



UV-lichthärtende CIPG für Elektronikgehäuse

Die Miniaturisierung elektronischer Systeme erhöht die Anforderungen an Dichtprozesse. Zugleich rücken Aspekte wie Energieeffizienz, Designfreiheit und Reparaturfähigkeit stärker in den Fokus. Am Beispiel eines UV-lichthärtenden Cured-in-Place-Gasket (CIPG)-Dichtstoffs und einer Dosier- und Inspektionslösung zeigt der Beitrag, wie kurze Zykluszeiten, Präzision und Qualitätssicherung bei der Serienfertigung elektronischer Baugruppen und Gehäuse realisiert werden können.

Marc Reuter, Sebastian Schmitt

Elektronikgehäuse werden kleiner, die Anforderungen an ihren Schutz größer. Steuergeräte, Leistungselektronik, Sensoren, Displays und Batteriemanagementsysteme werden kompakter, leistungsfähiger und stärker integriert. Mit der zunehmenden Elektrifizierung von Fahrzeugen und Industrieanlagen steigen die Anforderungen an die Gehäuseabdichtung. Neben einer zuverlässig reproduzierbaren Dichtfunktion müssen Dichtsysteme heute den Anforderungen hochautomatisierter Fertigungsprozesse gerecht werden und zugleich Energieeffizienz, konstruktive Freiheiten sowie reparaturfreundliche Produktkonzepte unterstützen.

UV-lichthärtende CIPG bieten hierfür einen Ansatz. Am Beispiel eines neu entwickelten Polyacrylat-Dichtstoffs von Hoenle Adhesives zeigt der Beitrag, welches Potenzial diese Technik für moderne Elektronikgehäuse bietet.

Höhere Anforderungen an Dichtsysteme

Dichtsysteme müssen empfindliche Elektronik dauerhaft vor Feuchtigkeit, Staub, Spritzwasser, Chemikalien und thermischen Belastungen schützen – und sich dabei wirtschaftlich, automatisierbar und reproduzierbar verarbeiten lassen. Schon kleinste Abweichungen in Raupengeometrie oder Materialauftrag können

die Schutzfunktion beeinträchtigen und zu Nacharbeit, Ausschuss oder Funktionsausfällen führen. Mit fortschreitender Miniaturisierung steigen daher die Anforderungen an Material, Dosierprozess und Qualitätskontrolle gleichermaßen.

Automatisierte Dosierprozesse unterstützen kurze Zykluszeiten bei gleichzeitig hochpräzisem Auftrag der Dichtraupe – auch bei engen Flanschradien. Inkonsistente Raupen und unzureichende Prozess-

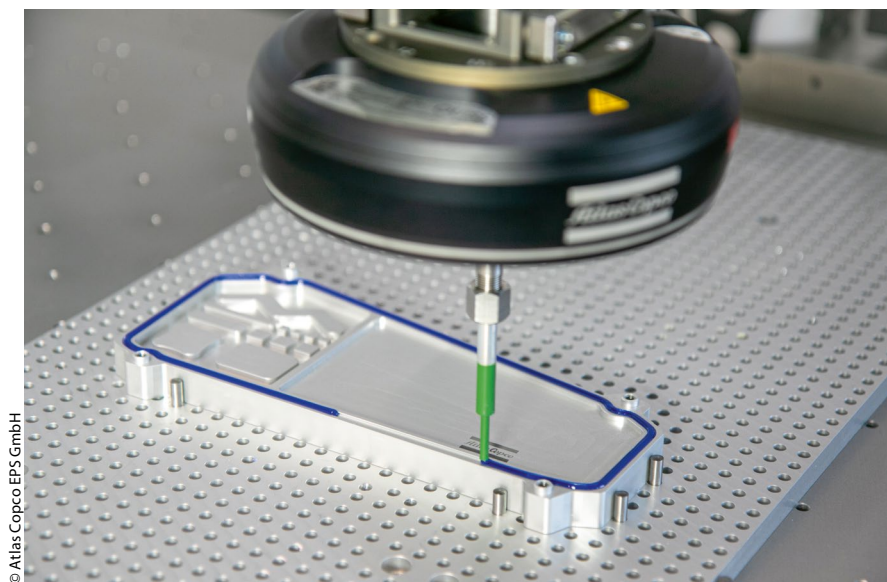
überwachung können zu Undichtigkeiten führen. Besonders in der Automobil-, Industrie- und Medizintechnik muss eine Dichtung nicht nur funktionieren, sondern auch nachweislich reproduzierbar appliziert werden.

Konventionelle Stanz- oder Feststoffdichtungen stoßen dabei an ihre Grenzen. Komplexe Gehäusekonturen, unterschiedliche Flanschgeometrien und kurze Produktlebenszyklen treiben die Varianten-



Mit der zunehmenden Elektrifizierung von Fahrzeugen und Industrieanlagen steigen die Anforderungen an die Dichtsysteme für die Gehäuseabdichtung.

© Atlas Copco EPS GmbH



Dosierung eines Dichtstoffs mit einem Hochgeschwindigkeits-Kolbendosierer.

vielfalt: Jede Geometrie erfordert eigene Werkzeuge und eine entsprechende Logistik, was Entwicklungs- und Produktionskosten erhöht. Zugleich steigt das Risiko von Montagefehlern durch falsch positionierte oder beschädigte Dichtungen.

Flüssigdichtungen schaffen konstruktive Freiheiten

Eine Alternative sind flüssig applizierte CIPG-Dichtungen: Der Dichtstoff wird direkt auf den Gehäuseflansch dosiert und anschließend ausgehärtet. So entsteht die Dichtung exakt entlang der erforderlichen Kontur und kann softwaregestützt an unterschiedliche Geometrien angepasst

werden. Werkzeuggebundene Änderungen entfallen, Entwicklungszeiten können sich verkürzen und Varianten einfacher umgesetzt werden. Da der Dichtstoff nur dort aufgebracht wird, wo er benötigt wird, kann zudem der Materialeinsatz sinken. Gleichzeitig lässt sich der Dosierprozess vollständig automatisieren und in bestehende Fertigungslinien integrieren.

UV-Polyacrylat für anspruchsvolle Elektronikanwendungen

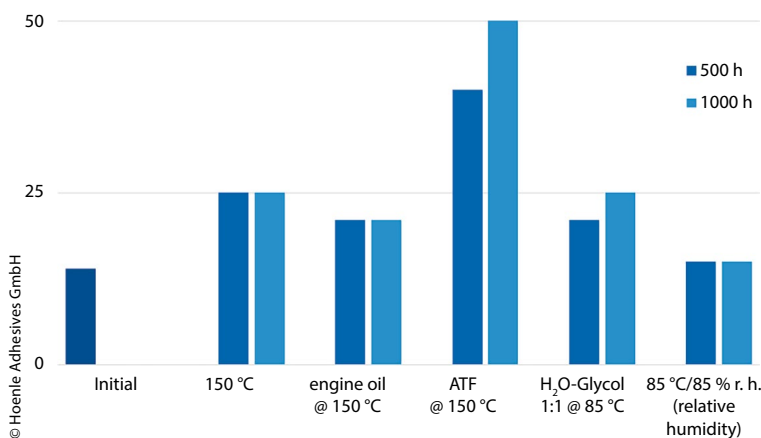
Für diese Anforderungen hat Hoenle Adhesives ein UV-härtendes Polyacrylat-CIPG entwickelt, das speziell auf den Einsatz in Elektronikgehäusen abgestimmt

ist. Der Dichtstoff verbindet eine hohe Medienbeständigkeit mit thermischer und mechanischer Stabilität sowie kurzen Aushärtezeiten.

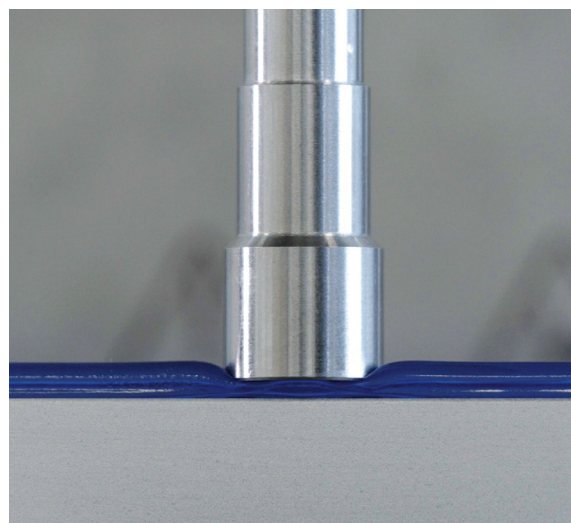
Die Dauergebrauchstemperatur liegt bei 150 °C, kurzzeitig sind bis zu 200 °C möglich, ohne dass sich die mechanischen Eigenschaften der Dichtung nach Herstellerangaben wesentlich verändern – das Material eignet sich damit auch für Anwendungen in der Nähe thermisch belasteter Baugruppen. Hinzu kommt eine hohe Beständigkeit gegenüber Motoröl, Automatikgetriebeöl und Wasser-Glykol-Gemischen, wie sie in der Automobil- und Industrieelektronik gefordert wird. Den sogenannten 85/85-Test, bei dem das Dichtmittel 1.000 h bei 85 % relativer Luftfeuchtigkeit und 85 °C in der Klimakammer verweilt, bestand das Material nach Angaben des Herstellers ohne wesentliche Veränderungen seiner mechanischen Eigenschaften.

Ein weiterer relevanter Materialkennwert ist der Druckverformungsrest: Er beschreibt das Rückstellvermögen einer Dichtung nach längerer thermischer Belastung und gilt als wichtiger Indikator für die langfristige Dichtwirkung. Untersuchungen nach ASTM D395-2 und DIN ISO 815 zeigen ein stabiles elastisches Verhalten auch nach anspruchsvollen Alterungsversuchen – Grundlage für eine gleichmäßige Flächenpressung über die gesamte Lebensdauer der Baugruppe. Das Material erfüllt außerdem die Schutzarten IPX5 und IPX7 sowie die Klassifizierung UL 94 HB. Es ist frei von CMR-Stoffen und enthält keine zyklischen Methylsiloxane der Gruppen D4 bis D10, deren

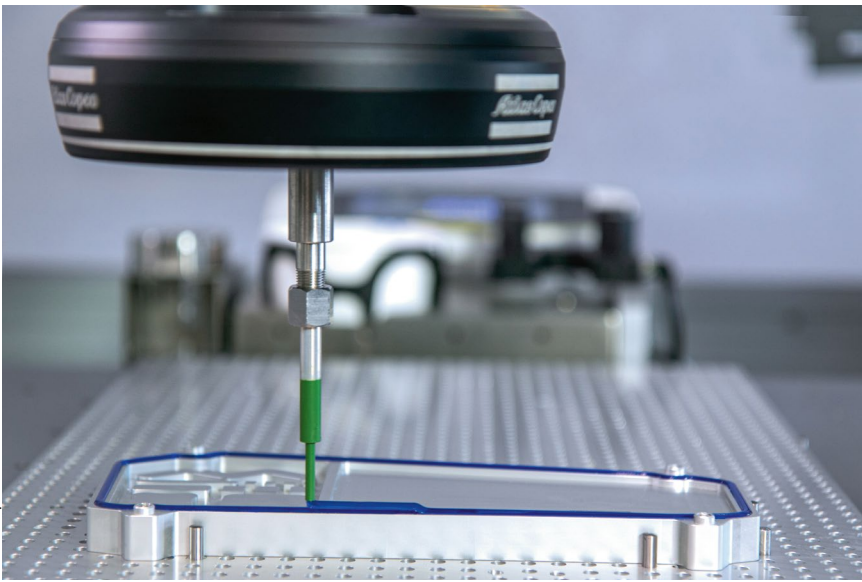
Vitalit CIPG 60200
Compression Set (%)



Materialprüfung / Referenzaufnahme (Der Druckverformungsrest bleibt auch nach Auslagerung bei 150 °C in aggressiven Automobilmedien weitgehend stabil).



Durch das Rückstellvermögen verformt sich das Material nach der Komprimierung komplett zurück.



„Bead-on-Bead“ (Raupe-auf-Raupe)-Dosierung.



Hochgeschwindigkeits-Dosiersystem mit Einkomponentendosierer für Serien-Sealing-Applikationen.

Einsatz regulatorisch zunehmend eingeschränkt wird.

Verarbeitbarkeit als Schlüssel für die Serienfertigung

Neben den Werkstoffeigenschaften entscheidet die Verarbeitbarkeit über die industrielle Eignung eines Dichtsystems. Das Polyacrylat ist scherverdünnend und lässt sich sowohl per Nadeldosierung als auch im kontaktlosen Jetting-Verfahren applizieren – vom großvolumigen Dichtprofil bis zur feinen Raupe im Bereich weniger hundert Mikrometer re-

produzierbar. Aufgrund seiner thixotropen Einstellung ist eine „Bead-on-Bead“ (Raupe-auf-Raupe)-Dosierung möglich, welche größere Querschnittsverhältnisse von Raupenhöhe/Raupenbreite ermöglicht, was den Gestaltungsspielraum bei miniaturisierten und hochintegrierten Baugruppen erweitert.

Präziser Raupenauftrag bei hoher Geschwindigkeit

Für die Applikation dieser CIPG-Dichtstoffe hat Atlas Copco die Scheugenpflug-8000-Serie für die Hochvolumenproduk-

tion entwickelt. Das Dosiersystem appliziert komplexe Dichtkonturen bei kurzer Zykluszeit. Funktionen wie On-the-fly-Dosierung sowie die Entkopplung von Achs- und Dosiergeschwindigkeit ermöglichen eine hohe Dosierqualität auch bei komplexen Geometrien.

Der Dosierer ist auf hohe Dosiergeschwindigkeit, kurze Ventilschaltzeiten und schnelle, geführte Nachfüllvorgänge ausgelegt. Dadurch bleibt die Raupengeometrie auch in engen Radien stabil und reproduzierbar.

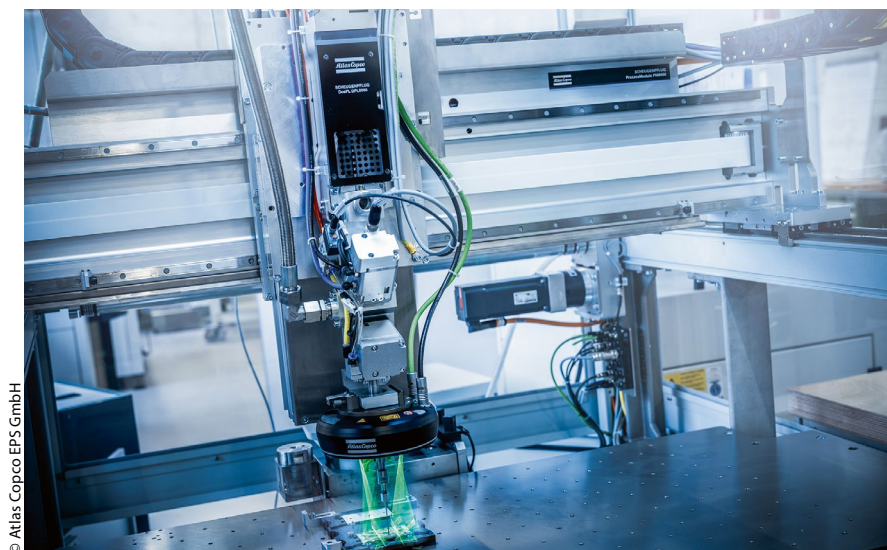
In Kombination mit einem integrierten Bildverarbeitungssystem und einer integrierten Prozessüberwachung eignet sich das Dosiersystem insbesondere für die automatisierte Serienfertigung elektronischer Baugruppen und Gehäuse mit hohen Qualitätsanforderungen. Die Secure-by-Design-Architektur unterstützt eine sichere Datenverarbeitung und eine anwenderfreundliche Nutzung.

Integriertes Bildverarbeitungssystem dokumentiert Qualität

Zur Sicherstellung der Applikationsqualität dient die integrierte Inline-Prüfung mit den Machine-Vision-Systemen RTVision.3d und RTVision.t. Je nach Kundenanforderung liefern beide Systeme direkt nach der Applikation eine berührungslose OK/NOK-Bewertung über das Human-Machine-Interface (HMI). Diese ermöglicht eine unmittelbare Fehlerzuordnung und stellt statistische Daten für die Produktionsübersicht bereit. Damit lassen sich Qualitätsdaten nicht nur prüfen, sondern auch dokumentieren. In Branchen mit hohen Nachweispflichten – etwa der Automobilindustrie, der Medizintechnik oder der sicherheitsrelevanten Industrielektronik – ist diese Rückverfolgbarkeit ein zentraler Bestandteil moderner Fertigungsprozesse. Nach der Inspektion erfolgt die Aushärtung mittels UV-Licht direkt in der Dosieranlage.

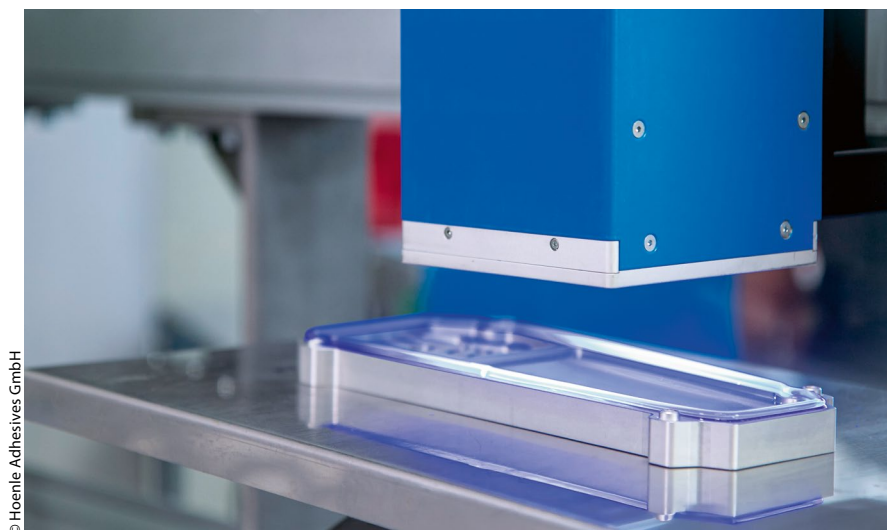
Schnelle UV-Härtung

Konventionelle bei Raumtemperatur vulkanisierende Silikone (RTV-Silikone) benötigen für ihre Endfestigkeit oft mehrere Stunden bis Tage. Zudem beeinflussen Temperatur und Luftfeuchtigkeit die Vernetzung dieser Materialien. UV-lichthärtende Systeme dagegen härten innerhalb weniger Sekunden: Je nach Lichtquelle lassen sich für Dichtraupen mit vier Milli-



© Atlas Copco EPS GmbH

Qualitätssicherung durch 2D- oder 3D-Inline-Inspektion der Dichtkontur.



© Hoenle Adhesives GmbH

UV-Aushärtung der Dichtraupe.



© Atlas Copco EPS GmbH

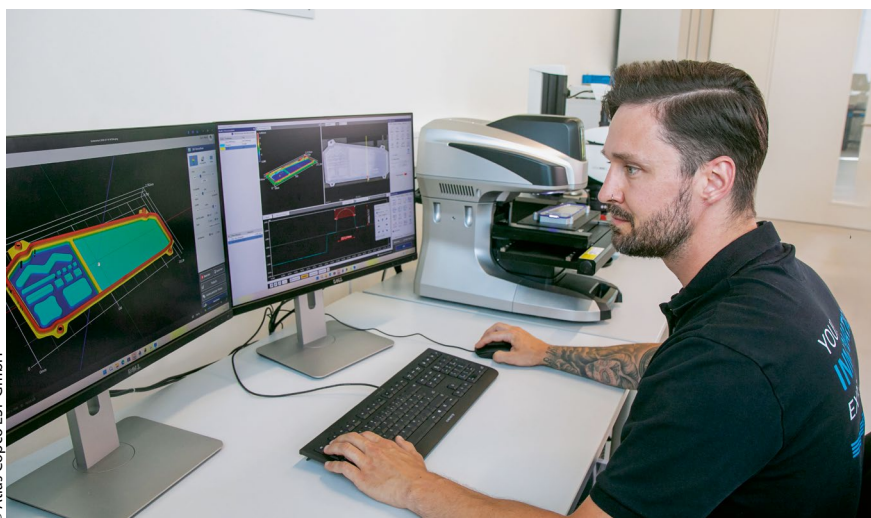
MRO-fähig: Die Dichtraupen lassen sich einfach und rückstandslos abziehen.

metern Durchmesser Aushärtezeiten zwischen 10 und 25 s realisieren – je nachdem, ob eine vergleichsweise trockene oder klebrige („tacky“) Oberfläche erzeugt werden soll. Damit können Bauteile direkt im Anschluss einer Dichtheitsprüfung unterzogen und ohne Wartezeit in den weiteren Fertigungsprozess überführt werden. Da nur der applizierte Dichtstoff selbst aushärtet und nicht die gesamte Baugruppe erwärmt werden muss, kann der Energiebedarf gegenüber thermischen Ofenprozessen reduziert werden. Dies wirkt sich auch auf Energieverbrauch und CO₂-Bilanz der Fertigung aus.

Zahlreiche CIPG-Systeme am Markt benötigen zur Aushärtung nach wie vor Gasentladungslampen. Das neu entwickelte Polyacrylat lässt sich dagegen zusätzlich mit UV-LED-Technologie im Wellenlängenbereich von 365 oder 405 nm aushärten. UV-LED benötigen weniger Energie, halten länger und senken den Wartungsaufwand, da weder Lampenwechsel noch Aufwärmzeiten anfallen. Je nach Fertigungskonzept kommen stationäre LED-Flächenstrahler – mit vollflächiger oder konturnachbildender Bestrahlung – oder Hochleistungs-LED-Linienstrahler für den kontinuierlichen Durchlauf zum Einsatz. Die UV-Dosis, die für die Aushärtung einer 4-mm-Dichtraupe benötigt wird, beträgt im Benchmarking mit vergleichbaren Systemen lediglich 30 bis 50 %.

Reparaturfähigkeit unterstützt nachhaltige Produktkonzepte

Mit der wachsenden Bedeutung der Kreislaufwirtschaft rückt auch die Reparaturfähigkeit elektronischer Systeme in den Fokus: Hochwertige Steuergeräte oder Leistungselektronik sollen künftig häufiger instand gesetzt statt ersetzt werden. UV-lichthärtende CIPG-Systeme können dies unterstützen, da sich über die Einstellung des Aushärtungsprozesses die Oberflächeneigenschaften gezielt beeinflussen lassen. Für wartungsfähige Gehäuse kann so eine vergleichsweise trockene Dichtungsoberfläche erzeugt werden. Die Dichtung verbleibt beim Öffnen auf dem Flansch und lässt sich nach Abschluss der Servicearbeiten erneut verwenden. Dadurch können Materialverbrauch, Ersatzteilbedarf und Stillstandszeiten reduziert werden. Elektronikgehäuse erfordern heute Dichtsysteme, die über den reinen Schutz vor Umwelteinflüssen hinausgehen und eine hohe Zuverlässigkeit mit einer wirt-



3D-Vermessung der Bauteil- und Raupengeometrie mit dem 3D-Profilometer.

schaftlichen Fertigung auch komplexer Baugruppen verbinden. UV-lichthärtende CIPG-Dichtungen können diese Anforderungen erfüllen, indem sie konstruktive Freiheit mit kurzen Taktzeiten und reproduzierbaren Dosierprozessen verbinden.

Hinzu kommen die thermische, chemische und mechanische Beständigkeit von Material und Applikation. Mit der fortschreitenden Elektrifizierung von Fahrzeugen und Industrieanlagen dürfte die Bedeutung dieser Tech-

nologie weiter zunehmen. Besonders relevant ist sie dort, wo kompakte Bauformen, hohe Prozesssicherheit und reparaturfreundliche Konzepte gefragt sind. //

Die Autoren | Kontakt

Marc Reuter, Sales & Market Expert Automotive,
Hoenle Adhesives GmbH
marc.reuter@hoenle.com

Sebastian Schmitt, Global Key Account Manager
Electronics Dispensing, Atlas Copco EPS GmbH
sebastian.schmitt@atlascopco.com

Hoenle Adhesives GmbH
Stierstädter Straße 4
61449 Steinbach / Taunus
info@hoenle.com
www.hoenle.com

