

Schlüsselelektronik ungeschützt, zur Demonstration nach Verguss wieder halb geöffnet und in der Gehäusefassung vergossen

Raue Umgebungen dürfen Baugruppen nicht zerstören

## Schutzanzug für empfindliche Elektronik

Packungsdichte und Empfindlichkeit moderner Elektronik wird immer höher. Dennoch drängt Elektronik auch immer mehr in Anwendungen mit rauen Umweltbedingungen, welche die elektronischen Komponenten nicht nur beeinträchtigen, sondern gar zerstören können. Wie kann man die sensiblen Baugruppen effektiv und kostengünstig gegen diese Einflüsse schützen?

» Markus Steidl, Andreas Schimanski



Beim 2K-Silikonvergiessprozess, wie hier beim Autoschlüssel, gelangen beide Komponenten von oben separat in den Dosierkopf

Kaum ein Auto wird heute noch mechanisch mit einem Schlüssel geöffnet. Funkschlüssel öffnen oder schliessen das Fahrzeug auf Distanz per Knopfdruck, betätigen Fenster, Kofferraumdeckel oder Alarmanlagen. Dies erfolgt über RFID-Transponder über die Distanz von einigen Metern und muss zuverlässig und sicher funktionieren. Um das zu realisieren, hält höchst komplexe und kompakte Elektronik Einzug in unseren Autoschlüssel. Aus der Vergangenheit sind wir es gewohnt, dass der Schlüssel im Hosensack mit widrigen mechanischen Umständen wie Münzen oder anderen Metallgegenständen genauso unbeschadet zurechtkommt wie beim unweigerlichen Sturz aus der Hand in den Rinnstein, der natürlich mit Wasser gefüllt ist. Wie sieht das nun mit einem Funkschlüssel, vollgepackt mit empfindlicher Elektronik, unter diesen Randbedingungen aus?

### Funkschlüssel für die Automobilindustrie

«Schutz gegen Schock, Vibration, Temperatur und Feuchtigkeit ist das A und O für Elektronik im täglichen Leben», bestätigt Erich Meier, VR-Präsident und Verantwortlicher für Produktion und Qualität beim Schweizer Elektronikdienstleister Elfab AG. «Dieser Schutz für

die Elektronik muss aber in der industriellen Serienfertigung nicht nur zuverlässig, sondern auch zu vertretbaren Kosten realisierbar sein.» Das Unternehmen fertigt Funkschlüssel für die Automobilindustrie in sechsstelliger Stückzahl pro Jahr.

Dies bedeutet neben Kostendruck und generellen Qualitätsanforderungen der Automobilbranche, auch den praktischen Anforderungen dieser anspruchsvollen Anwendung gerecht zu werden. Das heisst, die Schlüsselelektronik muss komplett vergossen sein. Der Verguss muss verlässlich kompletten Schutz gegen Feuchtigkeit und Vibration auch bei grossen Temperaturschwankungen bieten und die Elektronik muss dennoch kostenoptimiert umgossen werden. «In Europa geht das nur mit höchstem Automatisierungsgrad, hochwertigen Vergussmassen und modernsten Maschinen», fährt Meier fort, «und mit gut ausgebildeten

### Autoren

Markus Steidl, Gossenbacher Systeme AG, und Andreas Schimanski, Elfab AG und Gossenbacher Systeme AG

und versierten Mitarbeitern. Unsere Firma ist auf Fertigung komplexer und anspruchsvoller Elektronik spezialisiert und verfügt über einen modernen Maschinenpark und geschultes Fachpersonal für das selektive Lackieren und Vergiessen. Die Rückverfolgbarkeit und die Qualitätsanforderungen speziell in der Automobilindustrie erfüllen wir mit unserem eigens entwickelten Produktionsplanungs- und Überwachungssystem.»

**Auf die richtige Beschichtungsart kommt es an**

Damit die Elektronik optimal geschützt und auch der wirtschaftliche Faktor gewahrt ist, muss man immer die passende Beschichtungsart wählen. Hier spricht man vom Dünnschichtlackieren, Dickschichtlackieren oder Vergiessen. Wenn die Beschichtungsart feststeht, folgt die Auswahl des für die Anforderung geeigneten Beschichtungsmaterials. Eine entscheidende Anforderung an das Material ist natürlich die leichte Verarbeitbarkeit, aber auch geringe Schrumpfung und Wärmeentwicklung, mechanische Beständigkeit, hohe Elastizität, Temperaturbeständigkeit, Isolation sowie hohe Kriechstromfestigkeit.

Darüber hinaus sind auch die Anforderungen für die Einhaltung der UL-Vorgaben und Sicherheitsnormen, z.B. an eine niedrige Entflammbarkeit, zu beachten. Die chemische Einteilung der Beschichtungsmaterialien geschieht in der Regel in Acrylatharzlacke, Epoxidharzlacke, Silikone und Polyurethan. Der Aushärtprozess wird nach der Trocknungsart – physikalisch trocknend, oxidativ härtend, chemisch härtend, strahlungshärtend – definiert.

**Es gibt viele verschiedene Vergussmasseprodukte**

Vergussmaterialien sind unterschiedlichen Gruppen zugeordnet, die verschiedene Eigenschaften aufweisen. Zum einen gibt es Polyurethan und Epoxidharze, die man als 2K-Verguss (2 Komponenten) einsetzt. Diese Materialien werden nach dem Aushärten sehr spröde und haben zur Folge, dass im Reparaturfall kein beschädigungsfreies Trennen des Vergusses von der Elektronik möglich ist. Weiterhin muss die Vergussmasse beim Vergiessen aufgewärmt werden, um sie danach in eine Form oder direkt in ein Gehäuse zu gießen. Ein wesentlicher Vorteil ist, dass es auf dem Markt viel Vergussmasseprodukte gibt.

*Beim Einspritzen vermischen sich die Komponenten und der Verguss verteilt sich auf der Leiterplatte in der Gehäuseform*



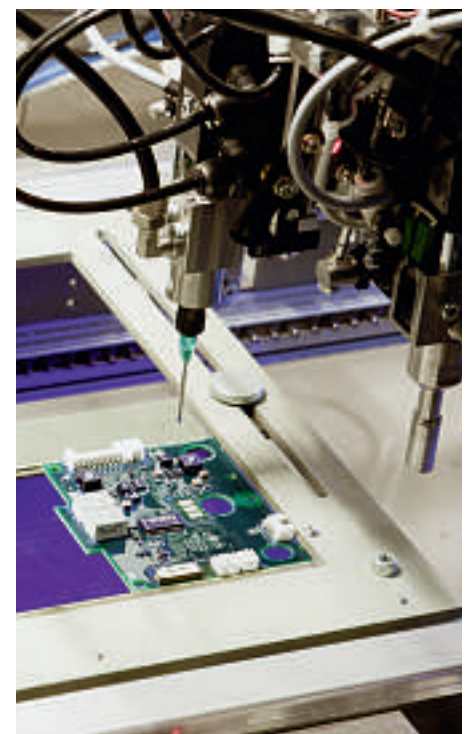
Je nachdem welche Masse zur Anwendung kommt, lässt sich Einfluss auf die Elastizität, Härte und Farbe des ausgehärteten Vergusses nehmen.

Weiterhin gibt es das 2K-Vergiessen mit Silikonmaterialien. Hier bleibt die Vergussmasse auch nach der Trocknung in der Regel flexibel. Dies gestattet ein beschädigungsfreies Trennen der Vergussmasse von der Elektronik. Das Verarbeiten ist einfach und kann ohne Vorwärmen der Vergussmasse geschehen. Das Vergussergebnis ist ohne besondere Prozessvorkehrungen blasenfrei. Auch hier ist für den Verguss eine Füllform notwendig, wenn nicht direkt in ein Gehäuse gegossen werden kann. Auf dem Markt findet man viele unterschiedliche und ausgereifte Silikonvergiessmassen; je nach benutzter Masse lässt sich Einfluss auf Härte, Elastizität, Farbe und Mischverhältnisse nehmen.

**Macromelt Moulding ist eine innovative Verarbeitungstechnik**

Das 1K-Macromeltvergiessen ist von der Firma Henkel entwickelt worden. Das Macromelt Moulding ist geeignet zum Umspritzen von Einlegeteilen. Aufgrund der guten Haftung von Macromelt lassen sich hier hohe Dichtheiten und Festigkeiten mit dem umspritzten Formteil erzielen und es eröffnen sich damit dem Anwender eine Vielzahl neuer konstruktiver Varianten.

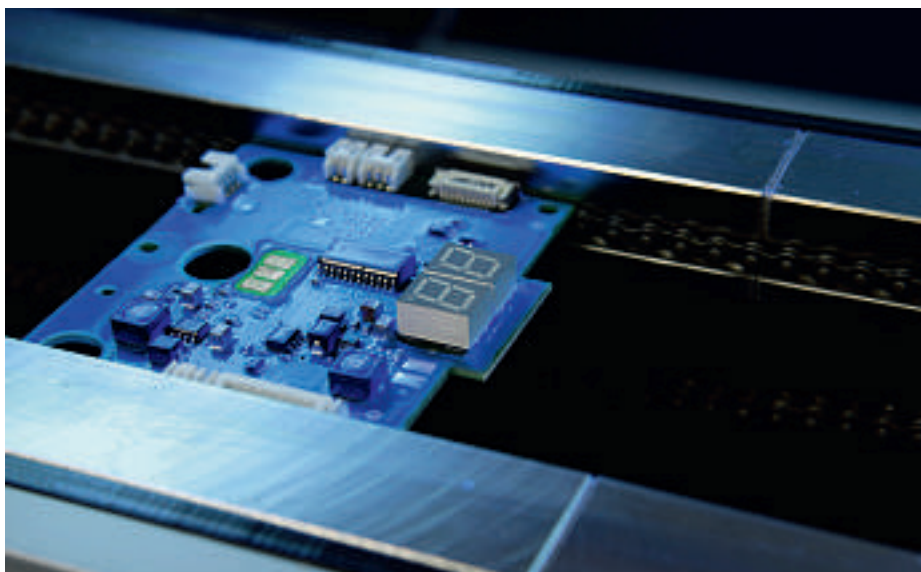
Macromelt Moulding stellt eine innovative Verarbeitungstechnik dar, die eine Eigenschaft des Werkstoffs Macromelt berücksichtigt, nämlich die relativ niedrige Viskosität. Mit nur geringem Druck kann man so das dünnflüssige Macromelt in die Spritzform pumpen, wo es selbst filigrane Bauteile schonend umspült und somit abdichtet und schützt. Die



*Bei selektiven Lackieranlagen kann man mit verschiedenen Düsen um die Bauteile herum und auch darunter lackieren*

Vorteile liegen somit in dem vereinfachten Spritzgießen bei relativ niedriger Temperatur.

Zum Vergleich benötigen Thermoplaste beim Verarbeiten in der Regel Temperaturen ±250°C, Macromelt nur kurzfristig 120 bis 150°C. Das Material ist relativ günstig, aber die Maschinenkosten von 60 000 bis 80 000 Franken sind sehr hoch, da man ein Spritzgusswerkzeug benötigt. Das vollständige Einschliessen der Elektronikkomponente gelingt hier nur in zwei Arbeitsschritten, was auch zusätzliche Kosten bedeutet. ➔



Im UV-Licht sind die selektiv lackierten Abschnitte sichtbar – in der Bildmitte gut erkennbar: Durch den Damm mit höherer Viskosität bleiben die Kontaktflächen der Leiterplatte lackfrei

### Gründliche Reinigung ist Basis für guten Schutz

Wenn das Beschichtungsmaterial, die Beschichtungsmethode und der Aushärteprozess bekannt sind, kommt die Vorbereitung der Elektronik auf die Beschichtung. Damit der Schutzüberzug auf der Platine haften kann, ist es wichtig, dass lackabweisende Stoffe wie Fett, Öl und Fingerabdrücke sowie Flussmittelrückstände durch eine gründliche Reinigung entfernt werden. Beim Reinigungsvorgang ist darauf zu achten, dass die Bauteile für die jeweils ausgewählte Reinigungsmethode geeignet sind; zum Beispiel kann man Baugruppen mit ungekapselten Relais nicht in automatischen Waschanlagen reinigen, da sonst Rückstände der Reinigungsflüssigkeit unter dem Gehäuse Schaden verursachen können. Eine höhere Qualität erreicht man auch, wenn die zu beschichtende Oberfläche mit einem Kunststoffhaftmittel vorbehandelt ist.

Alle Kontakte an Stecker, Bauteil und Leiterplatte sowie metallisierten Montagelöchern sind vor dem Lack durch Abkleben oder Aufsetzen von Hüllen zu schützen. Dieser Schutz muss auch von unten wirken, sonst gelangt der noch flüssige Lack durch die Kapillarwirkung von der Leiterplattenoberfläche über die Kontakte bis zu den Kontaktflächen. Dieser Vorbereitungsschritt ist aufwendige Handarbeit, die unnötig Ressourcen und Kosten verschlingt. Dieser Arbeitsschritt lässt sich durch den Einsatz der selektiven Lackieranlage bei der Elfab AG umgehen. Eine selektive

Lackieranlage lackiert softwaregesteuert und automatisiert nur an den Stellen, wo auch der Lack hingehört. Durch eine Anlagenoption kann man auch durch einen dickflüssigen Lack ein Damm um sensible Bauteile legen, sodass die Kapillarwirkung keine Chance hat.

### Auch Bahnanwendungen verlangen nach lackierter Elektronik

Ein Funkschlüssel für die Automobilindustrie ist sicherlich die Königsdisziplin, was die Anforderung an Produktionsprozesse, Zuverlässigkeit und Preis angeht. Lackieren und Vergiessen ist aber auch in vielen anderen Anwendungen erforderlich. Nicht zu unterschätzen ist auch die Produktion von Elektronik für Bahnanwendungen nach DIN EN 50155. Hier ist neben niederfrequenten Vibrationen vor allem der Effekt der Betauung durch Tunnellein- und -ausfahrten zu beachten. Von daher ist das Lackieren von Elektronik für Bahnanwendungen zwingend notwendig. Generell gilt dies für alle elektronischen Baugruppen, die grossen Temperaturschwankungen, Feuchtigkeit generell, aggressiven Medien und auch besonderen mechanischen Ansprüchen ausgesetzt sind.

«Über die Jahre konnten wir uns ein breites Know-how für die industriellen Lackier- und Vergussprozesse aneignen. Beim Justieren und Einfahren der Prozesse und Abstimmen der Maschinen braucht es viel Erfahrung und Feingefühl», schliesst Elektronikfachmann Meier. «

### Normen und Experten

Der Schutz von elektronischen Baugruppen ist in diversen internationalen und nationalen sowie einsatzspezifischen Richtlinien und Normen geregelt und festgelegt. Ein Leitfaden für die Reinigung von Leiterplatten und Baugruppen ist in der IPC-TR-65 hinterlegt, andererseits findet man in der IPC-CC-830 die Qualifizierung und Leistung elektrischer Isoliermasse für Leiterplatten. Hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Elektronik sind auch im militärischen Bereich wichtig. So steht in der MIL-I-46058C die militärische Spezifikation von Isoliermassen im Elektrobereich für die Beschichtung von bestückten Leiterplatten. Im industriellen Umfeld greift die IEC 61086, in der die Beschichtungen für bestückte Leiterplatten (Schutzlacke) definiert sind. Abnahmekriterien von elektronischen Baugruppen sind in der IPC-A-610 hinterlegt. Auch die Bahnnorm EN 50155 für elektronische Einrichtungen auf Schienenfahrzeugen hat spezielle Anforderungen an den Schutz von Elektronikbaugruppen.



Kompaktanlage zum automatisierten Lackieren und Vergiessen

Die Elfab AG mit Hauptsitz in Mellingen ist seit über 30 Jahren auf die Realisierung anspruchsvollster Elektronik spezialisiert. Hierzu gehört u.a. auch ein moderner Maschinenpark zum Lackieren und Vergiessen von Elektronikbaugruppen. Im Verbund von Schweizer Elektronikexperten arbeitet die Firma eng mit der Tochtergesellschaft Elfab Suisse Romande SA, Corcelles, NE, und dem Partnerunternehmen Grossebacher Systeme AG, St. Gallen, zusammen. Damit können die Kunden auf über 250 kompetente und engagierte Mitarbeiter in der Gruppe zugreifen und haben die Kompetenz immer in unmittelbarer Nähe.

### Infoservice

Elfab AG  
Stetterstrasse 25, 5507 Mellingen  
Tel. 056 481 80 20, Fax 056 491 01 82  
info@elfab.ch, www.elfab.ch