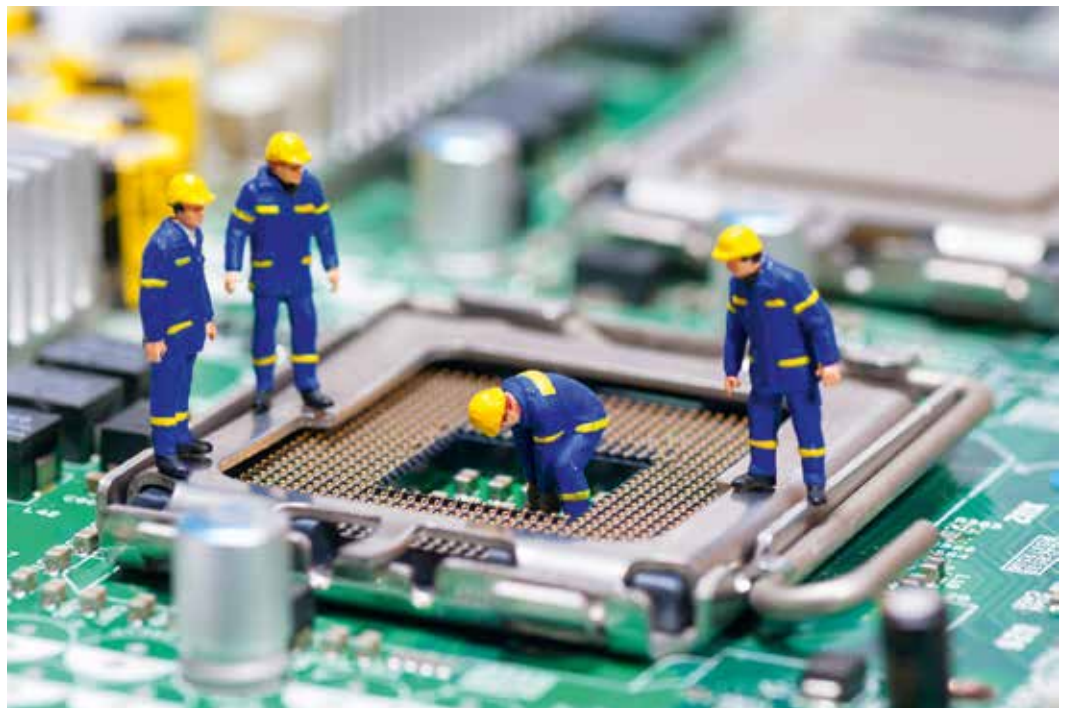


Elektrokorrosion sicher vermeiden

Neue, elektrisch neutrale Compounds verhindern Funktionsausfälle

Komplexe elektrische Baugruppen werden immer kleiner, die Energiedichte in ihnen wird höher, Temperaturen steigen. Nicht selten führt dies zu Elektrokorrosion, die das Bauteil schädigt, sodass wichtige Funktionen ausfallen. Auch Kunststoffe können diese Korrosion beeinflussen. Dies zu verhindern, ist eine der großen Aufgaben für Automobilbauer und ihre Zulieferer.



Downsizing findet auch im E&E-Bereich statt

(Bilder: Akro-Plastic)

Der zunehmende Einsatz von Elektronik hat unser Leben in vielen Bereichen erleichtert und bereichert. Nicht nur in Smartphones und Tablets finden elektronische Bauteile ihre tägliche und mittlerweile selbstverständliche Anwendung. Auch im Automobil sind mehr und mehr integrierte Schaltkreise (englisch: Integrated Circuit, IC) zu finden. Diese kleinen Rechner sind unermüdlich im Einsatz, um viele elektrische Funktionen zu steuern und zu regeln: Sitzverstellung, Ausrichtung der Außenspiegel, Fensterheber oder Scheibenwischer, all diese elektromotorisch unterstützten Bestandteile des Autos werden heute von kleinen Computern gesteuert (**Titelbild**).

Die Mikroelektronik steigert nicht nur den Komfort der Passagiere; essenzielle Bereiche wie die Motorsteuerung würden heute ohne Rechnerleistung nicht mehr funktionieren. Auch die Sicherheitssysteme der Fahrzeuge sind elektronisch aufgerüstet: Airbag-Steuerung, Reifendruck-Überwachung, Antiblockiersystem (ABS), Traktions- und Stabilitätsregelung sind nur einige der bekanntesten Beispiele. In diesen Systemen stehen die fehlerfreie Analyse physikalischer Größen und damit die Regelung entsprechender Vorgänge im Fokus. So nehmen beispielsweise Raddrehzahlsensoren an jedem Rad des Fahrzeugs die momentane Geschwindigkeit auf. Das ABS nutzt diese In-

formationen, um im Regelungsfall die Bremskraft sofort zu reduzieren, wenn die Gefahr des Blockierens entsteht. Stabilitätsregelungen machen dies für jedes Rad einzeln, unabhängig von den anderen Rädern.

Weitere Sensoren bestimmen den Ölstand, teilweise sogar Qualität und Feuchtegehalt des Schmierstoffs, die Geschwindigkeit, den Abstand zu Vorder- und Hintermann oder ob es Probleme mit dem Motor gibt. Weiterhin kann die Verfassung des Fahrers (z.B. Müdigkeit) erkannt werden. Mit den ermittelten Informationen können Maßnahmen wie Notbremsungen eingeleitet werden, schon bevor der Fahrzeugführer selbst handeln kann.

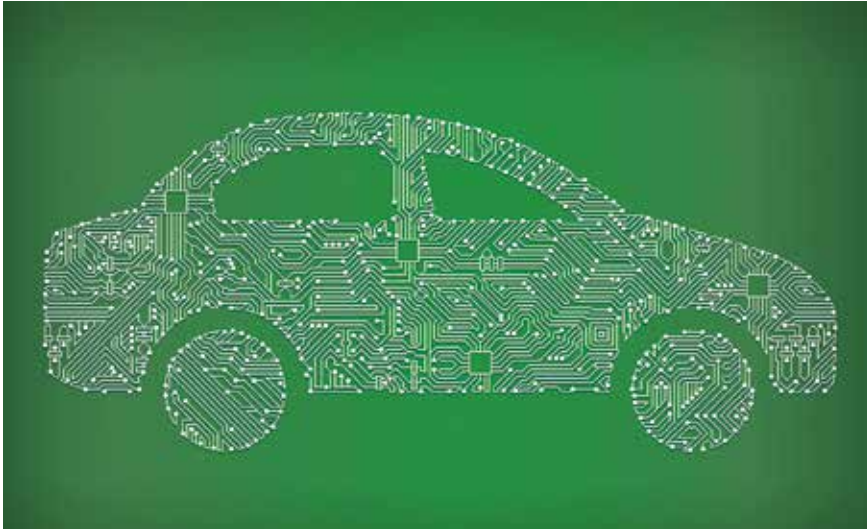


Bild 1. Integrierte Schaltkreise werden im Automobilbau oft eingesetzt

Unfälle können so abgemildert oder sogar ganz verhindert werden.

Der Einsatz von Sensoren und Rechnern im Regelkreis machen das Autofahren heute so komfortabel und sicher wie nie zuvor (**Bild 1**).

Eine funktionierende Elektronik ist somit ein wichtiges Sicherheitsmerkmal im Betrieb eines Fahrzeugs. Sie muss daher so ausfallsicher wie möglich geplant, gestaltet und ausgeführt werden. Herzstück dieser Technologie sind die ICs. Im Laufe der Jahre wurden diese immer leichter und kleiner, was ihren Einsatz in dieser Fülle überhaupt erst möglich machte. Diese Miniaturisierung der Baugruppen macht die Verdrahtung der einzelnen Elemente zu einer technischen Herausforderung. Auf engstem Bauraum werden dutzende elektrische Anschlüsse angebracht.

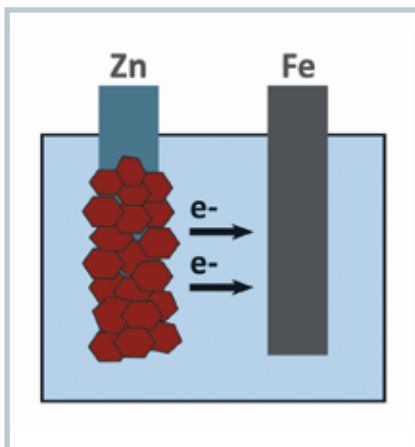


Bild 2. Schematische Darstellung von Elektrokorrosion

Mit herkömmlicher Löttechnologie geht das nicht mehr. Oftmals werden Kontakte mit haarfeinen Drähten hergestellt, die im Ultraschall-Schweißverfahren verbunden werden. Vielfach werden Kontakte an einem IC mit Goldbeschichtung hergestellt. Das stellt sicher, dass die Kontaktoberfläche nicht zu leicht oxidiert. Oxidierte Kontakte würden die notwendige elektrische Qualität beeinträchtigen. Für die Verdrahtung wird dann allerdings kein Golddraht verwendet. Gebräuchlich sind Kupfer, Kupferlegierungen und Aluminium. An den Schweißverbindungen kommt es zur Bildung sogenannter intermetallischer Phasen.

Temperaturen beschleunigen Verschleiß

Die im Automobil zum Einsatz kommenden Baugruppen sind oft hohen Umgebungstemperaturen ausgesetzt. Im Motorraum entstehen sie durch die Abwärme der Maschine, des Abgasstrangs oder der Kühlwasserleitungen, im Innenraum durch Sonneneinstrahlung auf Karosserie und Verglasung. Die Vielzahl von Funktionen in einem modernen Fahrzeug bedingen, dass die Komponenten immer dichter gepackt verbaut werden müssen. Dies führt dann zu einem weiteren Anstieg der Temperatur, da die Wärme aus den Teilen schlecht abgeführt werden kann. Einsatztemperaturen jenseits der 80°C sind für viele Elektronikbauteile eher die Regel als die Ausnahme. Es wurde immer wieder beobachtet, dass bei erhöhter Temperatur die Lebensdauer der verwen- »



Bild 3. Ablagerungen von Metallseifen (links), Detailaufnahme der Ablagerungen (rechts)

deten Elemente und Baugruppen sinkt. Im schlimmsten Falle sind die Teile defekt, bevor das Auto eigentlich ausgemustert werden sollte.

Die Analyse frühzeitig ausgefallener Baugruppen zeigt, dass eine maßgebliche Ursache für den Ausfall die Korrosion an den Kontakten der ICs ist. Kontaktkorrosion entsteht, wenn zwei Stoffe, insbesondere Metalle mit unterschiedlichem elektrochemischen Potenzial, durch einen Elektrolyt (z. B. Wasser oder feuchte Luft) leitend verbunden sind. Dabei bildet das unedlere Metall die Anode und das edlere die Kathode. Diese Polarisierung führt zu einer beschleunigten Auflösung der Anode. Die sogenannte „Opferanode“ aus Zink zum Schutz von Stahlbauteilen (z. B. bei Öltanks, die unter der Erde verbaut werden, oder auf Schiffen im Ozean) ist eine bekannte und häufig eingesetzte Anwendung dieses Wissens (**Bild 2**).

Halogene fördern Elektrokorrosion

In der Automobilindustrie bestehen die Gehäuse und Komponenten von Steuerungen und Steckverbindungen in der Regel aus Polyamid. Polyamide werden verwendet, da diese Werkstoffe die beste Kombination aus Langlebigkeit, Zähigkeit, Festigkeit sowie Temperatur- und Medienbeständigkeit aufweisen. Traditionell werden Polyamide gegen Wärmealterung stabilisiert. Systeme mit Kupferiodid bzw. Kaliumiodid kommen dabei seit vielen Jahren erfolgreich zum Einsatz. Die Verwendung halogenhaltiger Stabilisatoren bringt jedoch einen entscheidenden Nachteil mit sich. Halogene, insbesondere Iod und Brom, wurden als schädlich für

intermetallische Phasen erkannt. Unlängst kamen zusätzlich auch organische Stabilisatoren zum Einsatz. Sie verhindern den Abbau der Polyamide durch thermische Oxidation bis zu 150 °C wirkungsvoll.

Der größte Teil der an elektrischen Bauteilen im Automobilbereich bzw. in der Industrie entstandenen Schädigungen ist auf eine Elektrokorrosion zurückzuführen. Hierbei findet eine Reaktion statt, bei der Iod-Ionen bzw. Brom-Ionen in eine komplexe Interaktion mit den intermetallischen Phasen treten. Diese Ionen stammen aus den Stabilisierungspaketen des Kunststoffes und werden durch die elektrischen Felder gezielt an die Stellen geführt, wo sie ihre schädliche Wirkung entfalten können. Die Kupferanteile aus den anorganischen Stabilisatoren können zu Kontaktkorrosion führen und Bauteile aus Magnesium und Zink angreifen. Tritt eine solche Reaktion zwischen Kunststoff und Metall auf, kommt es zum Ausfall der entsprechenden Funktion im Fahrzeug.

Neben Kupfer-Halogen-Verbindungen kommen auch häufig Metallseifen als Stabilisatoren in der Elektronik zum Einsatz. Auch sie können in Ionen zerfallen, die im elektrischen Feld zu den jeweiligen Polen befördert werden. Dort lassen sich entsprechende Abscheidungen beobachten (**Bild 3**).

Elektrisch neutrale Compounds entwickelt

Solche Ausfälle sicher zu verhindern, ist eine der großen Aufgaben für die Automobilbauer und deren Zulieferer. Dabei wird die wachsende Anzahl elektroni-

Die Autoren

Franziska Munterer ist als Junior Produktmanagerin bei der Akro-Plastic GmbH, Niederrissen, tätig.

Günter Prautzsch ist als Business Development Manager bei der Akro-Plastic GmbH beschäftigt.

Thilo Stier ist Bereichsleiter Innovation & Vertrieb bei der Akro-Plastic GmbH.

Service

Digitalversion

- Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/1099292

English Version

- Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

scher Bauteile im Fahrzeug sowie die parallel dazu verlaufende Entwicklung kostengünstiger Elektromotoren diese Problematik in den nächsten Jahren noch stärker in den Blickpunkt rücken lassen. Die Akro-Plastic GmbH, Niederzissen, hat sich dieser Herausforderung bereits gestellt und eine neue Produktreihe elektrochemisch neutraler Polyamidcompounds mit Wärmestabilisatoren und Gleitmitteln ohne Halogene und Metallseifen entwickelt. Diese Produktreihe trägt den Zusatz „EN“ für elektrisch neutral.

Es wurden bereits verschiedene Typen mit bis zu 50% Glasfaserverstärkung entwickelt. Das Portfolio soll kundenspezifisch erweitert werden. Neben der Rezepturentwicklung ist jedoch der Nachweis der Halogenfreiheit der entscheidende Punkt in diesem Projekt. Zu diesem Zweck wurde eine hochauflösende Analytik entwickelt. Die Dokumentation der Ergebnisse für jede gefertigte Materialcharge kann dem Kunden zur Verfügung gestellt werden. Dabei kann ein Brom- bzw. Iod-Gehalt von weniger als 1ppm bestätigt werden.

Produktionsbegleitend gibt die Akro-Plastic auf allen Abnahmeprüfzeugnissen der EN-Produktreihe den Brom- und Iod-Gehalt mit <1ppm an. Damit bietet sie derzeit die wohl bestauflösende Analytik im täglichen Standardeinsatz. Standardmethoden zur Elementanalyse können meist nur eine Aussage im Bereich >10ppm treffen. Die Methode wird pro-

duktionsbegleitend im eigenen Hause eingesetzt. Die Entwicklung der Methode hat ebenfalls gezeigt, dass einige Additive und Polymere Halogene enthalten, ohne dass diese speziell ausgewiesen sind. Daher hat der Compouneur entsprechende Rohstoffe ausgewählt, die hiervon nicht betroffen sind. Zur Sicherheit werden jedoch bestimmte Rohstoffe bereits im Wareneingang mit der Analyse-Methode geprüft.

Neben der Materialentwicklung und der Messmethodik stellt die Fertigung solcher spezieller Produkte eine große Fehlerquelle dar, denn durch Verschleppung beim Herstellungsprozess kann es zu einer ungewollten Kontamination des Compounds kommen.

Eine mögliche Quelle für Verunreinigungen kann das Kühlwasser für die extrudierten Stränge sein. Hier wurde in Niederzissen festgestellt, dass mit Kupferiodid bzw. Kaliumiodid kontaminiertes Kühlwasser ein eigentlich elektrisch neutrales Produkt verunreinigen und somit unbrauchbar machen kann. Diese Fehlerquelle kann sicher ausgeschlossen werden, wenn jede Anlage einen eigenen, abgeschlossenen Kühlwasserkreis besitzt. Dies wurde in Niederzissen konsequent umgesetzt. Eine andere mögliche Quelle von Verunreinigung durch Iod- oder Brom-Ionen ergibt sich, wenn die Produkte auf Maschinen produziert werden, auf denen zuvor nicht elektrisch neutrale Produkte gefertigt wurden.

Selbst nach einer umfangreichen Reinigung und nach 3h Produktion (bei einem Durchsatz von vielen hundert kg/Stunde) des elektrisch neutralen Compounds konnten immer noch Halogene oberhalb der 1ppm-Grenze nachgewiesen werden. Daher wurde die Serienfertigung der elektrisch neutralen Compounds bei Akro-Plastic auf gesonderte Maschinen- und Peripherietechnik umgestellt, die ausschließlich halogenfreie Rezepturen fertigt. Heute kann somit garantiert werden, dass die Produktion sauber funktioniert und das Produkt in der Analytik mit den gewünschten Iod- und Brom-Gehalten unter 1ppm gemessen wird.

Fazit

Nachweisbar halogenfreie Polyamide werden in zukünftigen Automobilgenerationen einen immer höheren Stellenwert einnehmen. Kunststoffhersteller und Compouneure müssen sich mit ihrer Maschinen- und Analysetechnik auf die zukünftigen Anforderungen in Bezug auf elektrisch neutrale Compounds einstellen, damit ihre Kunden von ausgereiften Produkten profitieren können. Dabei reicht es nicht, bei der Rezeptur auf kritische Stoffe zu verzichten. Eine fortschrittliche Analysetechnik und eine gute Fabrikorganisation können sicherstellen, dass diese Stoffe keinen „Nebeneingang“ in die Produktion finden. ■