

Dichten → Auch die Dichtungstechnik ist gefordert S. 10

Kleben → Freie Fahrt für Klebstoffe S. 24

Polymer → Standard-Materialien sind selten eine Lösung S. 34

# DICHT!

[www.isgatec.com](http://www.isgatec.com)

Dichten. Kleben. Polymer. verstehen

Dichten

**Zusätzlicher Berührschutz bei  
Elektrofahrzeugen** S. 18

**Sonderausgabe E-Mobility & Co. 2020**



# Standard-Materialien sind selten eine Lösungen

## E-Mobility & Co. brauchen komplexe Materiallösungen

(Bild: AdobeStock\_xiaoliangge)

**AUTOMOTIVE ROHSTOFFE/MISCHUNGEN**  
– Dichtungs- und Klebtechnik sind Werkstofftechniken. Diese Binsenweisheit bewahrheitet sich aktuell auch bei E-Mobility & Co. Dabei kommen auf Dicht- und Verbindungsmaterialien viele neue Aufgabenstellungen zu.

Die Werkstofftrends in der E-Mobility und Brennstoffzellentechnik sind nicht grundlegend anders als bei Verbrennern. Mit Materialmix und modifizierten Werkstoffen werden die Aufgabenstellungen gelöst. Werkstoffseitig kommen viele bekannte Materialien zum Einsatz, bei Flüssigdichtstoffen, Vergussmassen und Klebstoffen der jeweiligen Aufgabenstellung entsprechend gefüllt. So kommen mit den neuen Antriebskonzepten auch wenig wirklich neue (Dichtungs-)Themen dazu, lediglich ihre Gewichtung und Bedeutung unterscheidet sich gravierend – sei es durch die deutlich höheren Drehzahlen von E-Motoren oder durch das komplexere Thermomanagement. Letzteres betrifft bei diesen Fahrzeugen den Elektromotor, die Antriebsbatterie und die Leistungselektronik. Hier wird viel geklebt, vergossen und abgedichtet.

### Batterie-Thermomanagement

Heute sind meist Lithium-Ionen-Batterien Bestandteil und Maßstab der Elektromobilität. Aber allen Batterietypen ist die Anfälligkeit für thermische Risiken gemeinsam. Wird eine bestimmte Temperatur überschritten, kommt es zu einem „thermischen Durchgehen“ (engl. Runaway). Laut Wikipedia bezeichnet dies die Überhitzung einer exothermen chemischen Reaktion oder einer technischen Apparatur aufgrund eines sich selbst verstärkenden Wärme produzierenden Prozesses. Dieses Durchgehen führt häufig zu Brand oder Explosion und bewirkt infolgedessen eine Zerstörung der Apparatur durch Überdruck (Zerbersten). Ursachen können mechanische Beschädigungen oder elektronische Fehlfunktionen sein. Infolge eines Runaway können in sehr kurzer Zeit Temperaturen von > 1.000 °C entstehen und die

Energie wird explosionsartig freigesetzt. Eine stetig steigende Energiedichte verschärft die Problematik.

Das Wärmemanagement ist aber auch im Zusammenhang mit der Leistungsfähigkeit der Lithium-Ionen-Batterien wichtig. Ihre größte Leistungsfähigkeit und damit Fahrzeugreichweite erzielen diese in einem Temperaturfenster zwischen 20 °C und 35 °C. Niedrigere und höhere Temperaturen reduzieren i.d.R. die Reichweite und führen damit zu signifikanten Nutzungseinschränkungen der Fahrzeuge. Damit Wärme schnell von den Batteriemodulen zum Temperierungssystem geführt wird, darf zwischen den Teilen kein Luftspalt sein, da Luft ein sehr schlechter Wärmeleiter ist. Demzufolge werden die Spalten i.d.R. mit Gap-Fillern gefüllt, sodass die Fügepartner miteinander verbunden sind. In den meisten Fällen verwendet man derzeit hierfür Silikonprodukte, die im Vergleich zu organischen Polymeren nicht altern.

Inzwischen stehen verschiedene Lösungen zur Verfügung, die unterschiedliche Ansätze verfolgen bzw. Detailprobleme lösen. Ein Ansatz ist z.B. ein Hitzeschild, der in prismatischen und Pouchzellen, die eine höhere Energiedichte als prismatische Zellen haben, nahezu bauraumneutral eingesetzt werden kann. Hier wird die Hitzebeständigkeit eines Silikons mit der hohen Wärmeisolierung der Luft kombiniert. Die Hitzeschilde können in Batterien entweder mit einem festen Zellrahmen oder auf Basis einer Profilvariante fixiert werden. Beim fixen Zellrahmen wird die Batteriezelle in einen relativ harten thermoplastischen Rahmen eingelegt. Die Kontaktstelle zwischen Rahmen und Zelle wird durch eine weiche, elastomere Dichtung verbunden, die umfänglich auf der Siegelnaht aufliegt. So ist die Zelle vibrationsreduziert und schlaggeschützt gelagert.

Beim Wärmemanagement ist der Lambda-Wert eines Materials eines der wichtigsten Auswahlkriterien. Daneben müssen natürlich auch die physikalische Bauteilform,

notwendige Haftung, beanspruchte Verarbeitungszeit, Haltbarkeit etc. berücksichtigt werden. Materialseitig bieten sich verschiedene Lösungsansätze auf Basis von Epoxies, siloxanfreiem PUR, SMP, SIPU-Lösungen und von Silikonen an.

Ein anderer Ansatz zur Verhinderung eines Runaway sind Multilayer aus Glasgeweben und Folien auf der Basis von Polyolefinen und anorganischen Bestandteilen wie Aluminiumhydroxid und Magnesiumhydroxid. Kommt es zu einem Runaway eines Moduls, werden chemisch gebundenes Wasser und CO<sub>2</sub> freigesetzt, sodass weitere Batteriemodule geschützt sind.

### Gehäuselösungen

Moderne Fahrzeuge bestehen aus einem Materialmix unter Einsatz von Metallen, Kunststoffen und Verbundstoffen. Diese verhalten sich bei Wärme unterschiedlich, was bedeutet, dass die eingesetzten Dicht- und Klebstoffe zunehmend thermische Spannungen ausgleichen und trotzdem auf schwierigen Kunststoffoberflächen haften müssen. Hier stehen heute verschiedene Klebstoffe mit hoher Temperaturfestigkeit und guter Haftung auf Metallen zur Verfügung. Mit Keramik gefüllt wirken sie auch elektrisch isolierend.

Vor diesem Hintergrund wird auch die 2K-Technologie an Bedeutung gewinnen. So werden heute im 2K-Spritzguss Batteriemodule hergestellt, deren Zellrahmen aus einem teilaromatischen Spezialpolyamid mit 40% Glasfaserverstärkung hergestellt werden. Sie haben einen sehr geringen Verzug, eine geringe Wasseraufnahme und eine der höchsten Flammenschutzklassen (V0/0,8 mm nach UL94). Die Weichkomponente besteht aus einem thermoplastischen Elastomer TPE-V (EPDM/PP) mit 45 Shore Härte. Der Transport erfolgt in ESD-Behältern aus antistatischem Material und um die Korrosion des Kupfers zu verhindern, sind die Bauteile in einem VCI-Beutel eingeschlossen, um einen Luftaustausch zu verhindern.

Ein anderer Ansatz ist ein hochtemperaturbeständiges Gehäuse für Lithium-Ionen-Systeme.

me, da Batterien bei Transport und Lagerung als gefährliche Güter eingestuft sind und auf keinen Fall höheren Temperaturen ausgesetzt sein dürfen. Das Gehäuse verfügt über ein Thermomanagement mit High-Performance-Kühlung.

### Entgasung

Bei Batterien müssen nicht nur Runaways vermieden werden, sondern auch das Batteriedruckmanagement muss, z.B. bei Notentgasungen, funktionieren. Ziel eines Druckmanagementsystems ist, durch eine hohe Gasdurchlässigkeit Druckunterschiede zwischen Innen- und Außenseite zu begrenzen. Zudem muss Wassereintritt verhindert werden. Fehlfunktionen einer Zelle führen zu Überdruck, der eine Notentgasung erforderlich macht, um ein Bersten des Batteriegehäuses zu verhindern. Hier wurde z.B. ein Bauteil entwickelt, das reversibel den Notbetrieb sicherstellt und aus einer patentierten Mehrlagen-Vliesstoffkombination mit einer Schirmmembran besteht. Auch Ausgleichsventile mit einer PTFE-Membran, die schon bei 25 mbar Druck öffnet und dadurch auch Versagen durch Kontamination verhindert, dienen diesem Zweck.

### Abschirmung

Ein weiteres Thema ist die Abschirmung vor Stromschlägen. Hier kommen z.B. textile Schutzhüllen für Gleichspannungswandler zum Einsatz, um bei Unfällen die Bauteile vor Stromschlägen zu schützen. Basis eines Schutzes ist ein Aramidgewebe, das sehr reißfest ist und damit auch das Eindringen von

Trümmern verhindert. Das Gewebe wird mit einer speziellen Beschichtung versehen, die eine UV- und Feuchtigkeitsresistenz und eine hohe elektrische Durchschlagsfestigkeit bewirkt. Der Isolationswiderstand liegt bei 10MΩ.

### Brennstoffzellen-Membranen

Die MEA, die Membran-Elektroden-Einheiten, und die Protonenaustauschmembran-Brennstoffzellen, auch bekannt als Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzellen (PEM – Proton Exchange Membrane) sind die zentralen Elemente einer Brennstoffzelle. Dem gegenüber gibt es auch PEMFCs, einen Typ von Brennstoffzellen, der hauptsächlich für Transportanwendungen sowie für stationäre Brennstoffzellenanwendungen und tragbare Brennstoffzellenanwendungen entwickelt wurde. Sie unterscheiden sich von den MEA durch niedrigere Temperatur-/Druckbereiche (50 °C bis 100 °C) und eine spezielle protonenleitende Polymerelektrolytmembran. PEMFCs erzeugen Strom und arbeiten so im Gegensatz zur PEM-Elektrolyse, die Strom verbraucht. Darüber hinaus benötigen Brennstoffzellen Flachdichtungen, z.B. hergestellt aus Silikon. Sie dienen der Abdichtung der Zellen zwischen Membran und Bipolarplatte und auch der Wasserkühlung beim Stackaufbau. Das Oberflächenprofil ermöglicht bereits bei geringem Anpressdruck eine hohe Gas- und Wasserabdichtung der Zelle.

Auch die Gasdiffusionsanlagen müssen abgedichtet werden. In Brennstoffzellen sorgen Gasdiffusionsanlagen dafür, dass Wasserstoff

als Energieträger und Sauerstoff als Reaktionspartner möglichst gleichmäßig über die Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM) verteilt werden. Die Dichtungen werden direkt an der Gasdiffusionsanlage angebracht, die sehr dünne Bauformen und eine einfache Montage ermöglichen. Zudem gleichen die Membranen Toleranzen aus, die wärmebedingt bei der Ausdehnung der unterschiedlichen Komponenten entstehen. Die Geometrie gewährleistet ein hohes Maß an Abdichtwirkung. Grundlage ist ein Elastomer, das gut beständig gegen hohe Feuchtigkeit, Temperaturen von 80 °C bis 90 °C, gegenüber Kühlmedien sowie saurer Umgebung ist und vor allem auch eine niedrige Permeation aufweist.

### Fazit

Dieser kurze Ausblick zeigt, wie vielfältig die Aufgabenstellungen sind, die heute mit modernen Dicht- und Klebstoffen bereits gelöst werden und zukünftig gelöst werden müssen. Derzeit sind wir mitten in einer dynamischen Entwicklungsphase, was es schwierig macht, eindeutige Trends zu identifizieren. Zwar kann Silikon in vielen Bereichen erfolgreich eingesetzt werden, aber andere Werkstoffe behalten ihre Bedeutung und Multimateriallösungen sind weiter auf dem Vormarsch.

### Weitere Informationen

ISGATEC GmbH  
www.isgatec.com



Von Karl-Friedrich Berger, Geschäftsführender Gesellschafter, Consultant



DICHTdigital: VSE liefert Volumensensoren für die Batterieherstellung

## Solutions for e-mobility

# Durchflussmessung für die Batterieproduktion

# VSE<sup>®</sup>.flow



**Volumenzähler mit höchster Auflösung und Präzision.**

Hocheffiziente Dosierüberwachung.

**Anspruchsvoll. Zuverlässig. Leistungsstark.**