

Mit den passenden Materialien die Leistung von Elektrofahrzeugen verbessern

Elektrisch, umweltfreundlich, thermoplastisch

Hersteller von Elektrofahrzeugen, die neue Impulse setzen wollen, setzen auf Thermoplaste. Mit ihnen lässt sich die Sicherheit, Leistung und Nachhaltigkeit von E-Autos verbessern. Ansatzpunkte dafür bestehen für die Hersteller bei vielen Komponenten wie Batterie Cases, Sammelschienen, Kühlleitungen und Dichtungen. Sehr interessant ist es dabei, wenn Materiallieferanten Unterstützung in Form von CAE- und Spritzgießanalysen bieten können.



Bei den Batterien von Elektrofahrzeugen spielen Thermoplaste eine wichtige Rolle. Sie helfen etwa die Temperatur im optimalen Bereich zu halten für eine lange Lebensdauer und hohe Leistung der Batterien. © DuPont

Nur wenige Materialien bieten so viele Möglichkeiten zur Verbesserung des Designs von Elektrofahrzeugen wie Thermoplaste. Für komplexe Herausforderungen wie Sicherheit, sehr schnelles Laden, Robustheit und Nachhaltigkeit erweisen sich technische Thermoplaste zunehmend als die optimale Lösung in der Elektromobilität. Ihre Haftfähigkeit auf Metall erleichtert etwa das Überspritzen (Overmolding). Sie bieten niedrige WAK-Werte (Wärmeausdehnungskoeffizient), thermische und elektrische Leitfähigkeit und EMI-Abschirmung.

Eine wichtige Rolle spielen diese Kunststoffe für Batteriesysteme. Eine

längere Batterie-Lebensdauer trägt wesentlich zum Vertrauen der Verbraucher und ihrer Bereitschaft zum Kauf von Elektrofahrzeugen bei. Eine Mehrheit von Autofahrern entscheidet sich wegen der als lang empfundenen Ladezeiten noch immer gegen den Kauf eines Elektrofahrzeugs. Entsprechend intensiv wird die Entwicklung ultraschneller Ladesysteme vorangetrieben. Bei den hierzu erforderlichen Batterien mit hoher Energiedichte ist das Wärmemanagement eine besonders große Herausforderung, zumal wenn die Elektromotoren kompakt, leistungs- und drehmomentstark sind. Zur Erzielung einer längeren Lebens-

dauer dürfen Betriebs- und Ladetemperatur den Temperaturbereich zwischen 15 und 60 °C nicht verlassen. Höhere Temperaturen schädigen die Batterie, verkürzen ihre Lebensdauer und bergen die Gefahr eines thermischen Durchgehens (engl. Thermal Runaway) mit Brandfolgen.

Kälteschutz für Batterien durch Kunststoff-Metall-Kühlung

Schutz der Batteriesysteme ist aber auch vor extremer Kälte erforderlich. Die Metall-auf-Metall-Konstruktion heutiger Kühlplattensysteme führt leicht zu überhöhter Wärmeableitung und somit zu einer zu starken Kühlung der Batterien. Dadurch sinkt deren Leistung und die Reichweite der E-Autos verringert sich. Um das zu verhindern, trennen manche OEM-Hersteller Bodenplatte und Batteriegehäuse durch eine 10 mm dicke Schicht EPP-Schaumstoff (expandiertes Polypropylen), was höhere Kosten verursacht und die Verarbeitung komplizierter macht.

Eine alternative Möglichkeit ist eine Hybrid-Kühlplatte, die kosteneffizienter und sicherer vor Extremtemperaturen schützt. Sie besteht aus einer Aluminiumgrundplatte und einer Kanalplatte aus spritzgegossenem Thermoplast, mit integrierten Ein- und Auslassventilen und Flüssigkeitskanälen. Ein wesentlicher Fortschritt ist dabei die starke chemische Verbindung zwischen den beiden Platten. Der Kunststoffhersteller DuPont hat dafür kürzlich ein spezielles Polyamid (PA) vorgestellt, das diese Verbindung sicherstellt. Das sorgt für einen wirkungsvollen Schutz gegen das

Auslaufen der Kühlflüssigkeit. Die Kombination von Kunststoff und Metall verhindert eine hohe Wärmeableitung und somit eine übermäßige Kühlung der Batterie.

Temperatur- und Kostenvorteil

Umfangreichen Simulationen bei DuPont zeigen, dass nach 12 Stunden Stillstand bei -30 °C die Temperatur in den Batteriezellen bei einer Metall-Metall-Konstruktion auf -22 °C, mit der Hybridkühlplatte aber nur auf -5 °C sinkt. Diese Verbesserung um 17 °C gewährleistet eine höhere Leistung und eine längere Lebensdauer. Für Automobilhersteller sind darüber hinaus die kürzeren Montagezeiten und niedrigeren Gesamtsystemkosten der Hybridkühlplatte sehr interessant. Sie lässt sich zudem im Spritzgießen fertigen, was die funktionale Integration von Clips, Flussführungen, Schnellanschlüssen und anderen Ausstattungen erleichtert.

Thermoplaste bieten sich aber auch für den Schutz anderer Hochspannungskomponenten bei sehr schnellen Ladesystemen an. Ideal sind sie beispielsweise geeignet für die Isolierung von Transformatoren, Ladeanschlüssen und -steckern, Drähten und Kabeln sowie für den Oberflächenschutz. DuPont hat dafür etwa das orange eingefärbte Polybutylenterephthalat (PBT) Crastin FR684NH1 OR168 entwickelt. Es verfügt bei allen in diesen Anwendungen üblichen Temperaturen über dauerhaft konstante elektrische Eigenschaften und ist hydrolysebe-

ständig, weshalb es sich sehr gut zur Herstellung robuster Hochspannungskomponenten eignet.

Verbesserungen mit Thermoplasten lassen sich außerdem bei Sammelschienen (Bus-Bars) erzielen. Diese scheinbar einfach konstruierten Bauteile, in der Regel aus Aluminium, dienen zur Übertragung hoher Spannungen zwischen den Batteriekomponenten. Allerdings haben die Hersteller die Notwendigkeit verbesserter Schutzmaßnahmen gegen das Durchgehen der Batterie erkannt.

Fünf Minuten Erhitzen auf 500 °C ist die übliche Testanforderung für Sammelschienen. Hinzu kommen Temperaturwechselprüfungen (Schocktests) bei abwechselnd -40 und 150 °C über 1000 Stunden. Standardthermoplaste eignen sich nicht für solche extremen Temperaturschwankungen. DuPont hat deshalb spezielle Typen entwickelt, darunter auch flammgeschützte Varianten, die das Overmolding von Aluminiumteilen für die Verbesserung des Wärme-Managements ermöglichen und sich selbst für so hohe Belastungen eignen (Bild 1).

Overmolding von Metallteilen: Risse und lose Überzüge vermeiden

Allerdings lassen sich beim Overmolding von Metallteilen mit Thermoplasten selbst unter günstigen Bedingungen nur schwer langfristig stabile Leistungen erzielen. Die verschiedenen Wärmeausdehnungskoeffizienten führen zu unterschiedlichem Schrumpfungsverhalten,

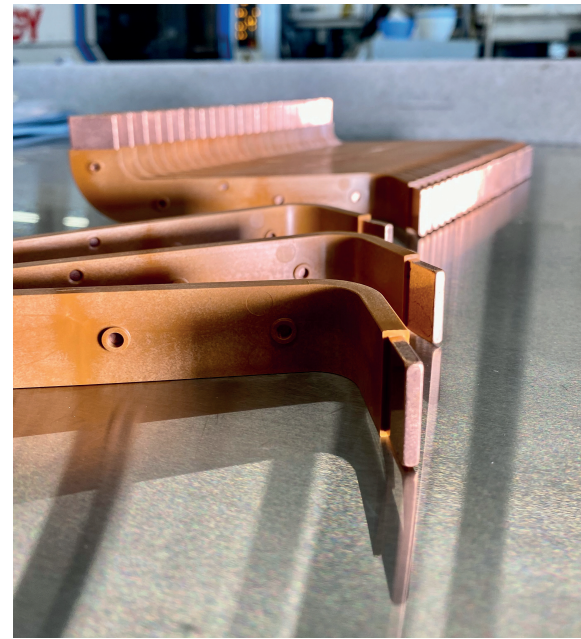


Bild 1. Um einen höheren Schutz gegen das Durchgehen der Batterie zu erhalten, setzen Hersteller zunehmend auf überspritzte Sammelschienen. Die dafür verwendeten Kunststoffe müssen große Temperaturschwankungen aushalten und hydrolysebeständig und kriechstromfest sein. © DuPont

was zu Risse und sogar zur Loslösung des Überzugs führen kann. Das Overmolding von Sammelschienen speziell für Batterien und Motoren von Elektrofahrzeugen ist mit weiteren Herausforderungen verbunden. Die verwendeten Thermoplaste müssen sehr kriechstromfest und hydrolysebeständig sein. Auch die Bindehaftfestigkeit ist ein kritischer Parameter. »

Termin vormerken !

10.-12.
Mai 2022

www.kuteno.de

KUTENO®
Kunststofftechnik Nord

A2 FORUM
RHEDA-WIEDENBRÜCK

Wir
vernetzen
Ent-
scheider!



Bild 2. Kunststoffverarbeiter profitieren stark, wenn ihre Materiallieferanten mit Verarbeitungsmaschinen im Produktionsmaßstab und allen notwendigen Prüfgeräten ausgestattet sind. DuPont führt etwa regelmäßig eigene Spritzgießanalysen durch, um Fehlerquellen zu identifizieren.

© DuPont

Zur Bewältigung dieser Herausforderungen setzt DuPont insbesondere auf CAE-Expertise (Computer Aided Engineering). Dadurch lässt sich die Zahl der „Trial-and-Error“-Versuche deutlich begrenzen. Untersucht wird dabei anhand von Modellen etwa der Einfluss der Glasfaserausrichtung auf die Steifigkeit und den WAK.

Weitere Anwendungsgebiete von CAE sind:

- die Veränderung der Materialeigenschaften über den gesamten Betriebsbereich

- die genaue Berechnung mechanischer Spannungen in Teilen
- die gründliche Evaluierung von Verbesserungen

Hilfreich bei der Entwicklung ist für Hersteller ein Materialzulieferer, der in eigene Spritzgießverfahren investiert. DuPont kann dadurch etwa Sammelschienen in Eigenregie umspritzen, um die Ursachen für Risse (Materialeigenschaften, Teiledesign und Spritzgießparameter) besser zu verstehen. Das hilft den Kunden, wertvolle Zeit zu sparen. DuPont kann dadurch außerdem mit einer Reihe bereits bewährter Lösungen aufwarten, die die OEM-Vorgaben erfüllen. Beides hilft, Kunden bei der schnellen Entwicklung und Erprobung neuer Lösungen zu unterstützen, falls sich die Anforderungen bei Bauteilen verändern (**Bild 2**).

Exzellenzzentren entwickeln nachhaltigere Kühlleitungen

Vor allem der Wunsch nach einer nachhaltigeren Mobilität treibt die Verbreitung und Entwicklung von Elektrofahrzeugen voran. Bis 2030 werden Hybrid- und Elektrofahrzeuge voraussichtlich mehr als zwei Drittel des globalen Automobilbestandes ausmachen. Regulierungsbehörden und Verbraucher erwarten sich von ihnen mehr Umweltverträglichkeit als bei Verbrennern. Zur Erfüllung

ihrer Nachhaltigkeitsziele wenden sich die Fahrzeughersteller dabei zunehmend an ihre Werkstofflieferanten, um neue Konzepte schneller zu validieren. DuPont hat deshalb in letzter Zeit drei internationalen Exzellenzzentren (COE) für Elektromobilität eröffnet.

In diesen wurde beispielsweise eine nachhaltigere Lösung für Kühlleitungen konzipiert. Alle Automobile sind mit Kühlleitungen ausgestattet. Der Bedarf ist jedoch bei Elektrofahrzeuge größer. Bis zu 15 m Kühlleitungen werden in diesen verbaut. Kühlleitungen, die traditionell aus Metall oder Kautschuk hergestellt werden, sind schwer und beeinträchtigen daher die Reichweite der Fahrzeuge. Die dafür eingesetzten Kautschuke weisen in der Regel einen so hohen Vulkanisationsgrad auf, dass es sich um Duroplaste handelt. Sie sind nicht recycelbar. Der derzeit gängigste Thermoplast für Kühlleitungen ist PA 12, das zwar gute funktionale Eigenschaften, aber ein hohes Global Warming Potential (GWP), also eine ungünstige CO₂-Bilanz, aufweist. Eine fünfschichtige Option auf PE-HD-Basis ist kostengünstiger, kommt aber auf einen noch schlechteren GWP-Wert. DuPont hat deshalb für Kühlleitungen eine einschichtige Lösung auf der Basis von PA 612 aus der Zytel-Produktfamilie des Unternehmens entwickelt.

Mehrschichtaufbau aus PA und TPE

Auf Grundlage der OEM-Spezifikationen wurde außerdem eine nachhaltige Mehrschichtlösung auf Basis eines PA 610 und des thermoplastischen Elastomers (TPE) Multiflex entworfen. Nach Versuchen im eigenen Labor konnten auf einer Extrusionsanlage bei DuPont im industriellen Maßstab mehrschichtige Kühlleitungen hergestellt werden. Sie wurden anschließend mit lasergeschweißten Anschlüssen ausgestattet und einer Leistungsprüfung unterzogen. Die Mehrschichtlösung trägt zu einer deutlichen Senkung des GWP-Werts pro Fahrzeug und der Kosten pro Meter Kühlleitung bei. Die Materialkombination ermöglicht zudem ein flexibleres Leitungsdesign auch ohne Wellung. An einem Zweischaufbau, der auf die derzeit noch erforderliche Zwischenschicht verzichtet, wird gegenwärtig gearbeitet.

Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge (BEV) erfordern außerdem leistungsfähige

Info

Autoren

Giacomo Parisi ist Marketing-Direktor von DuPont Auto Electrification und leitet seit 2017 den Bereich Hybrid- und Elektrofahrzeuge von DuPont; giacomo.parisid@dupont.com

Laurent Lefebvre ist Global Automotive Marketing Director von DuPont; laurent.lefebvre@dupont.com

Digitalversion

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

English Version

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

Dichtungen. Aufgrund ihrer sehr guten Druckverformungseigenschaften eignen sich Elastomere dafür besonders gut. Ihre Verformbarkeit macht sie zur richtigen Wahl für den Einsatz bei Schläuchen und Leitungen. Viele Erstausrüster schätzen außerdem ihren Beitrag zur Reduktion von Geräuschen und Vibrationen.

Ethylenacrylat (EA) ist ein vielseitiger Werkstoff für die Dichtung von Öleinfüllstutzen an Elektromotoren. Viele gängige Elastomere wie Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuke (EPDM) bieten nicht die erforderliche Beständigkeit gegenüber Öl. Hochwertige Elastomere wie Fluorkarbonkautschuke (FKM) und Fluorsilikonkautschuke (FVMQ) erfüllen diese Anforderung, sind im Vergleich zu EA aber erheblich teurer. DuPont hat mit der Vamac-Reihe entsprechende EA für Elektrofahrzeuge vorgestellt.

Ethylenacrylat für die Kühlung

Ähnlich sieht es bei der Kühlung für elektrische Fahrzeuge aus. EPDM eignen sich gut für Fahrzeuge, die mit Wasser-Glykol-Gemischen gekühlt werden. Für batterieelektrische Fahrzeuge werden aber zunehmend ölbasierte Kühlmittel verwendet, denn mit ihnen können die Hersteller Motoren und Getriebe über einen einzigen Kreislauf schmieren und kühlen und somit Kosten sparen. Für Elektromotoren und Hochleistungsbatterien ist die Kühlung mit dielektrischen Ölen angedacht. Auch hier erfüllen Lösungen mit Vamac-EA die OEM-Anforderungen, etwa die VW TL52717.

Werden die EA mit halogenfreien Flammschutzmitteln compoundiert, bieten sie außerdem eine effektive Wärmeregulierung und erfüllen das anspruchsvolle UL-94-V0-Protokoll. Sie lassen sich dann ebenfalls zum Wärmemanagement von Batterien verwenden und machen dieses sicherer und effizienter.

Gewichtseinsparungen bei Axialflussmotoren

Gewichtseinsparungen stehen für die Erstausrüster nicht mehr so im Vordergrund wie einst, werden für die Erzielung von Leistungsverbesserungen, Kostensenkungen und Reichweitensteigerung aber weiterhin sehr geschätzt. Ersetzt

man Metallteile durch passende Thermoplaste, ermöglicht deren geringere Dichte verbunden mit der Teilekonsolidierung sehr oft Gewichtsverringerungen und erleichtert die Miniaturisierung von Komponenten.

Sehr interessant sind Gewichtseinsparungen für die Hersteller insbesondere bei den Motoren. Axialflussmotoren stoßen bei den E-Autoherstellern auf zunehmendes Interesse. Das zeigen die jüngsten Übernahmen von Unternehmen, die diese Motoren entwickeln und herstellen, durch Mercedes und Renault. Axialflussmotoren bieten eine hohe Leistung und ein hohes Drehmoment und sind zugleich kompakt. Da sie mehr als 20 kg wiegen können, kommt der Gewichtsverringerung bei ihnen eine wesentliche Bedeutung zu. Deshalb verwenden verschiedene Hersteller dieser Motoren zur Optimierung von Gewicht und Leistung Teile aus dem Polyphthalamid (PPA) Zytel HTN von

DuPont anstatt aus Aluminium. Das Material ist so ausgelegt, dass keine Halogenidionen entstehen, die zu einer elektrolytischen Korrosion an Metallkomponenten führen können. Dadurch trägt es zur Robustheit und Sicherheit der Axialflussmotoren bei.

Mehr als nur Materiallieferant

Dass sich die Umstellung des weltweiten Fahrzeugbestands auf Elektroantriebe nur mit Thermoplasten bewerkstelligen lässt, ist nicht übertrieben. Um erfolgreiche und sichere Elektrofahrzeuge schneller zu entwickeln und auf den Markt zu bringen, ist es für die Hersteller und Zulieferer wichtig einen Partner zu haben, der mehr als nur Materialien liefert. Neben den passenden Polymeren kommt es immer mehr auch auf die gemeinschaftliche Zusammenarbeit über die ganze Wertschöpfungskette hinweg an. ■

Genau wie Sie, wollen wir stets uns steigern. Und deshalb wird das weltweit effizienteste Kühlsystem **noch besser.**

Präzise Steuerung in **1/3 der Stellfläche**



Microgel RCD

Ein Hochleistungs-Chiller und 2-Zonen-Temperiergerät - alles in einer kompakten Hülle - Microgel RCD spart Platz, spart Abfall und spart Energie

 **Frigel**
Intelligent Process Cooling

Mehr Info zu "noch besser" in frigel.com/microgel
Kontakt: Frigel GmbH +49 7623 748 7245