

Elektromobilität – Herausforderungen und Chancen für die Polyurethan-Industrie

Mit Entscheidung der EU zum Verbot von Verbrennermotoren in Personenkraftwagen ab 2035 lässt sich das Aus für Verbrennermotoren und die Zukunft der Elektromobilität nicht mehr aufzuhalten. Zweifelsohne sind für diesen Wandel noch einige Probleme zu lösen. Nicht nur die Zahl der verfügbaren Ladesäulen, der zusätzliche Bedarf an Strom aus erneuerbaren Quellen und die technischen Anforderungen an leistungsstarke Akkus mit kurzen Ladezeiten stellen immense Herausforderungen dar, sondern auch der Fahrzeugbau selbst muss in vielen Punkten neue Wege bestreiten. Der vorliegende Aufsatz zeigt an den Beispielen Batterie-Einhausung, Schall- und Wärmedämmung auf, welche Chancen sich dabei für Polyurethane ergeben.



Die Zukunft gehört der Elektromobilität

Die endgültige Entscheidung der EU zum Verbot von Verbrennermotoren in Personenkraftwagen ab 2035 ist gefallen, das Aus für die Zulassung neuer Diesel- und Benziner ist gesetzt. Lediglich die Ausnahme vom Verbrennerverbot für E-Fuels für Neuwagen weicht das vollständige Ende von Verbrennungsmotoren in der Automobilindustrie etwas auf.

Klar ist jedoch, dass die Zukunft der Elektromobilität eingeläutet und nicht mehr aufzuhalten ist. Das Flottenziel der EU, den gesamten CO₂-Ausstoß neuzugelassener Pkw zu reduzieren, lässt sich ohne Elektroantriebe nicht realisieren: Bezogen auf das Jahr 2021 soll der gesamte CO₂-Ausstoß bis 2025 um 15 %, bis 2030 um 55 % und bis 2035 um 100 % reduziert werden. Die oben erwähnte eventuelle Ausnahme für E-Fuels wären nur außerhalb der Flottengrenzwerte relevant, also nur für Kleinserien bis 1000 Autos oder für Spezialfahrzeuge, z.B. Feuerwehr- oder Krankenwagen.

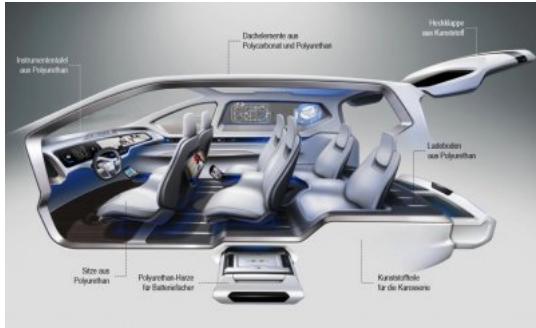
Zweifelsohne sind für diesen Wandel einige Probleme zu lösen. Nicht nur die Zahl der verfügbaren Ladesäulen, der zusätzliche Bedarf an Strom aus erneuerbaren Quellen und die technischen Anforderungen an leistungsstarke Akkus mit kurzen Ladezeiten stellen immense Herausforderungen dar, sondern auch der Fahrzeugbau selbst muss in vielen Punkten neue Wege bestreiten.

Bei der Optimierung der Konstruktion und des Designs von Elektrofahrzeugen spielen Kunststoffe eine besondere Rolle, um neuartige Spezifikationen zu erfüllen, die im klassischen Fahrzeugbau irrelevant oder zumindest weniger wichtig waren.

Auch Urlaubsziele mit Elektrofahrzeugen erreichbar

Die begrenzte Kapazität selbst der leistungsstärksten Akkus für den Automobilbereich und deren hohes Gewicht schränken die Reichweite von Elektrofahrzeugen stark ein. Der tägliche Einkauf in der Stadt, der Pendelverkehr im Beruf oder ein Wochenendausflug sind problemlos zu bewältigen, aber eine Urlaubsfahrt ins Ausland muss gut geplant sein, nicht zuletzt wegen der derzeit noch geringen Anzahl verfügbarer Ladestationen. Um die Reichweiten zu erhöhen arbeiten Wissenschaftler rund um die Welt an verbesserten

Batterie-Technologien, aber die Gesetze der Physik lassen sich nun mal nicht aushebeln. Einen weiteren vielversprechenden Ansatz zur Erhöhung der Reichweiten verfolgen viele Hersteller, indem sie sich die Reduzierung des Gesamtgewichts der Elektrofahrzeuge um bis zu 50 % zum Ziel gesetzt haben. Dadurch können kleinere (und leichtere) Motoren mit geringerer Leistung eingesetzt und der Energieverbrauch für den Antrieb gesenkt werden. Hier bietet sich der Einsatz faserverstärkter Kunststoffe anstelle von Metallen für den Karosseriebau an.



Quelle: Covestro AG

Das Thema Leichtbau in Automobilanwendungen ist nicht neu. Bereits 2016 hat der FSK – Fachverband Schaumkunststoffe e.V. die Arbeitsgruppe „Leichtigkeit PUR“ ins Leben gerufen, in dem sich ein Expertengremium mit der Leichtbauweise unter dem Einsatz des Werkstoffes Polyurethan beschäftigt. Die Arbeitsgruppe Leichtigkeit PUR veranstaltet halbjährlich Fachveranstaltungen, in denen Brancheninsider sowie Branchenfremde Informationen zu aktuellen Entwicklungen in speziellen Anwendungsbereichen erhalten. Die Vielzahl von Beispielen für den Einsatz von Leichtbau im Bereich Automobil aufzuzählen würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen, aber die beiden Vorträge [1] und [2] geben einen guten Überblick über die Möglichkeiten, die Polyurethan bietet.

Wohlige Wärme auch ohne Verbrennungsmotor

Da Elektromotoren im Gegensatz zu Verbrennungsmotoren kaum Wärme abgeben, stellt die Klimatisierung des Fahrzeuginneren eine neue Herausforderung dar. Die Heizung im Winter kommt nicht mehr „frei Haus“ aus der Abwärme des Motors, sondern muss elektrisch betrieben werden ebenso wie die Kühlung im Sommer. Um die damit verbundene weitere Reduzierung der Reichweite zu minimieren, sind neue Designkonzepte des Fahrgastrumes und die Verwendung von Fahrzeugteilen mit wärmedämmenden Eigenschaften erforderlich. Hier ergeben sich insbesondere für Schaumkunststoffe, insbesondere für Polyurethanschaumstoffe, neue Chancen.

Keine störenden Motorgeräusche mehr – wirklich ein Vorteil?

Insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten sind Elektromotoren praktisch geräuschlos. Das bringt aber nicht nur Vorteile mit sich, sondern birgt auch Gefahren, da Passanten langsam heranfahrende Fahrzeuge nicht hören. Daher sind gemäß einer EU-Verordnung seit 2020 Elektrofahrzeuge mit einem Sound-Generator ausgerüstet, der bis 30 km/h ein gut wahrnehmbares Geräusch erzeugt. Bei höheren Geschwindigkeiten nehmen Fahrwind und Rollgeräusche schnell zu, werden aber durch die teilweise als unangenehm empfundenen Motorgeräusche nicht mehr überdeckt. Das gilt natürlich auch für alle anderen Nebengeräusche wie zum Beispiel Knack- oder Quietschgeräusche. Daher sind für Elektrofahrzeuge völlig neue Konzepte der Schallisolierung nötig. Auch hier bieten sich Lösungen auf Basis expandierter Kunststoffe an.

Elektrofahrzeuge – Steigende Nachfrage nach geschäumten Bauteilen

Durch Anwendung expandierter Kunststoffe kann der Innenraum von Kraftfahrzeugen sowohl schall- und vibrationsgedämmt als auch wärmedämmt werden. Daher wird die Nachfrage nach Bauteilen aus Schaumstoffen in Zukunft steigen. Mit ihrer Vielseitigkeit können Polyurethane helfen, Bauteile mit komplexen Geometrien herzustellen, die hochwertige strukturierte Oberflächen aufweisen und gleichzeitig die Anforderungen bezüglich guter Schalldämmung durch hohe Offenzelligkeit erfüllen.

So produziert Fa. Polytec bereits seit 2020 eine Polyurethan-Motorabdeckung für einen Mild-Hybrid-Antrieb eines deutschen Automobilherstellers in Serie. In Zukunft sollen mehr als 600.000 Einheiten dieser

anspruchsvollen Abdeckung pro Jahr vom Band laufen [3]. Darüber hinaus beschäftigen sich Material- und Prozessexperten damit, wie man zukünftig Polyurethan-Rezyklate dem Fertigungsprozess wieder zuführen kann, um Ressourcen zu schonen.

Auch Fa. FoamPartner arbeitet in Kooperation mit der Rinspeed AG an der Entwicklung von hochwertigem Fahrzeuginterieur auf Polyurethanschaum-Basis [4]. „Die Automobilwelt ist im Umbruch“, sagt Kay Kosar, Leiter der Globalen Geschäftseinheit Acoustic & Thermal Solutions (A&TS) bei FoamPartner. „Nicht nur Smart Cities, Autonomes Fahren, Car Sharing und Künstliche Intelligenz verlangen visionäre Mobilitätslösungen. Auch die zunehmende Elektrifizierung des Straßenverkehrs ... verdeutlicht den Trend zu ganzheitlich wertschöpfenden Konzepten, die ... das Fahrerlebnis signifikant steigern.“

Das von Rinspeed entwickelte Konzeptfahrzeug microSNAP illustriert diesen umfassenden Ansatz. Der 2019 auf der Consumer Electronics Show in Las Vegas und auf dem Genfer Autosalon vorgestellte microSNAP profitiert von mehreren innovativen Lösungen zur Schall- und Wärmedämmung auf Basis gerucharmer Polyurethanester- und Polyurethanetherschaumstoffe für Fahrzeuginterieur wie Dachhimmel, Türverkleidungen und Armauflagen.



Quelle: ©Rinspeed AG

Jeder hat sein brandgefährliches Päckchen zu tragen

In modernen Elektrofahrzeugen kommen keine klassischen Blei-Akkus, sondern Lithium-Ionen- oder Lithium-Polymer-Akkus zum Einsatz, die sich durch höhere Energiedichten pro Kilogramm auszeichnen, deren Temperaturmanagement jedoch wesentlich komplizierter ist. Um einen guten Wirkungsgrad zu erzielen, sollten Lithium-Ionen-Akkus bei Temperaturen von +20 °C bis +40 °C betrieben werden. Das bedeutet, dass sie im Winter vor Fahrtantritt vorgeheizt werden sollten und dass sie im Sommer bei Gebrauch gegebenenfalls gekühlt werden müssen. Wegen der hohen chemischen Reaktivität des Lithiums besteht bei Überhitzung der Akkus Brandgefahr. Auch eine Beschädigung der luftdichten Versiegelung der einzelnen Akkuzellen, zum Beispiel bei einem Unfall, können Brände auslösen. Daher wird von den Automobilherstellern ein besonderes Augenmerk auf das Design und die mechanische Festigkeit des Batteriekastens gelegt. Eine weitere Herausforderung besteht darin, die stabile Batterieumhüllung mit möglichst niedrigem Gewicht herzustellen. Derzeit entfallen ca. 20 – 30 % des Gesamtgewichts eines Fahrzeugs auf die Einhüllung der Batterie [5]. Faserverstärkte Kunststoffe können hier helfen, Gewicht einzusparen und Akkus bei Unfällen gegen mechanische Schäden zu schützen und so Batteriebrände zu vermeiden.

Wie Polyurethane dabei helfen können, zeigt Covestro eindrucksvoll mit seinem neuen Akkukonzept. Dabei wird mittels Pultrusionstechnologie ein stabiles crashsicheres Gehäuse hergestellt und durch Verwendung wärmeleitender Lückenfüller und Kleber auf Polyurethanbasis als thermische Zwischenlagermaterialien (TIMs) die Batterieleistung verbessert [6].

Autohersteller benötigen modulare, leichte und stabile Batterierahmen, die viele Lithium-Ionen-Akkuzellen auf begrenztem Raum aufnehmen können und dabei im Vergleich zu herkömmlichen Materialien extrem fest und steif bleiben. Mit dem etablierten Pultrusionsverfahren lassen sich Verbundrahmenteile aus langlebigem Polyurethanharz und Glas- oder Kohlefasern herzustellen: Endlosfasern werden durch eine gehärtete Pultrusionsdüse gezogen, während flüssiges Polyurethan eingespritzt wird. Das Material wird dann geformt und ausgehärtet, bevor es in die gewünschten Formen und Größen geschnitten wird. Dies ergibt ein stabiles, leichtes Batteriegehäuse in einem einzigen, kostengünstigen Herstellungsprozess.



Quelle: Leonello – www.istockphoto.com

Die so hergestellten Batteriegehäuse von Covestro übertreffen Benchmarkmaterialien in mehreren Crashtestsimulationen. Eine Reihe von Batteriegehäusekonstruktionen wurde getestet, bei denen pultrudiertes Polyurethan in der Bodenplatte, den Streben und dem Rahmen verwendet wurde. In zwei wichtigen Simulationen – einem Crashtest nach chinesischer Norm und einem Seitenpolcrashtest nach NCAP-Anforderungen – übertraf die pultrudierte Konstruktion den Benchmark aus aktuellen Materialien. Bei der Simulation wurden Energieabsorption und Verformung gemessen und die Ergebnisse zeigten eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung der Batteriezellen mit dem neuen Design. Auch in drei UNECE R100-Tests zur Bewertung der mechanischen Integrität, des mechanischen Stoßes und der Vibration erzielte das Covestro-Batteriedesign hervorragende Ergebnisse.

Die Lückenfüller und Klebstoffe aus Polyurethan werden im Batteriegehäuse verbaut, um die Wärmeübertragung von den Batteriezellen zu den Kühlvorrichtungen zu verbessern. Verbesserte Wärmeleitung bedeutet ein höherer Durchsatz der Batteriezellen. TIMs, in die Polyurethane integriert sind, sind viel leichter und wärmeleitfähiger als herkömmliche Materialien auf Aluminiumoxidbasis, wodurch das Elektrofahrzeug mehr Leistung bringt und ein schnelleres Aufladen möglich ist. Außerdem isolieren sie überhitzte Zellen voneinander, wodurch die Brandgefahr verringert wird.

„Dieser innovative Akkusatz bietet nicht nur Crashsicherheit und übertrifft bei Crashtests deutlich die Leistung von Benchmarkmaterialien, sondern ist zudem auch leicht und modular“, so Galen Greene, Marketing Manager Transportation, Covestro.

Vielfältige Herausforderungen – Lösungen können helfen

Batterie-Einhäusungen und Schall- und Wärmedämmung der Fahrgastzelle aus Polyurethan-basierten Materialien sind nur ein kleiner Ausschnitt aus der Vielzahl möglicher Anwendungsbereiche von Kunststoffen im Elektro-Automobilbau der Zukunft. Der FSK und seine Mitglieder verfügen über eine breit gestreute Expertise zu Schaumkunststoffen und arbeiten gemeinsam an nachhaltigen Lösungen für die Zukunft der Elektromobilität.

Literatur

- [1] Cannon, Hennecke, Krauss Maffei, „PUR Verarbeitungstechnologien im Leichtbau“, FSK Tagung Leichtbau PUR, 2020
- [2] D. Schneider, IKV Aachen, „Leichtbau mit PUR-basierten Composites für Automotive-Anwendungen“, FSK Tagung Leichtbau PUR, 2022
- [3] Polytec-Group, “Pianissimo in der Elektromobilität“, 2021
(<https://www.polytec-group.com/ueber-polytec/blog>)
- [4] FoamPartner, Pressemeldung 2019-03 „Mobilitätslösungen-fuer-morgen“
- [5] future zone, „Autobatterien im Test“, 2020
(<https://futurezone.at/science/autobatterien-im-crash-test/401067762>)
- [6] Covestro, Story „Polyurethanakkusatz für Crashsicherheit in Elektroautos“, 2020
(<https://solutions.covestro.com/de/highlights/artikel/stories/2020/polyurethan-akkusatz-crashsicherheit>)

Weitere Informationen zum Fachverband Schaumkunststoffe und Polyurethane e.V. (FSK) und dessen Veranstaltungen sowie zur Arbeit der Fachgremien sind online erhältlich unter: www.fsk-vsv.de oder telefonisch: 0711 993 751- 0.

Fachverband Schaumkunststoffe und Polyurethane e. V.

Sitz: Frankfurt am Main

Postanschrift: Stammheimer Str. 35, D-70435 Stuttgart

Tel.: 0711 993 751 0, Fax: 0711 993 751 11

E-Mail: fsk@fsk-vsv.de

Website: www.fsk-vsv.de

Büro Brüssel: 2 rue de l'Amazone, B-1050 Brüssel

Vertretungsberechtigt: Der Vorsitzende, die Vorstandsmitglieder und der Geschäftsführer

Vereinsregisternummer: 73 VR 5283