

Alles auf Elektro?

E-Mobilität, autonomes Fahren, Carsharing und die Folgen für die Kunststoffbranche

Das Automobil der Zukunft soll möglichst wenig CO₂ freisetzen, effizient und automatisiert fahren und von möglichst vielen Menschen genutzt werden können. Das stellt an Kunststoffe und deren Verarbeitungsverfahren unterschiedliche Anforderungen. Sie reichen vom Leichtbau für Karosserie und Antriebsstrang über einen angenehmen Innenraum bis hin zu Beleuchtung oder Sensorik.

Der neue vollelektrische Audi e-tron besitzt einen fast komplett verschlossenen Unterboden aus leichtem LWRT-Werkstoff (Low Weight Reinforced Thermoplastics), der dadurch den elektrischen Verbrauch reduziert

(© Audi)



Ab 2021 dürfen in der Europäischen Union (EU) neu zugelassene Automobile den Grenzwert für CO₂-Emissionen von 95 g/km nicht mehr überschreiten. Bis zum Jahr 2030 soll dieser Wert weiter um 35 % auf knapp 62 g/km sinken. Laut Angaben des Verbands der Automobilindustrie e.V. (VDA), Frankfurt am Main, gelten die vorgeschriebenen Werte als Durchschnitt für die gesamte Flotte, die ein Hersteller anbietet.

Die mit Abstand stärkste Reduktion dieses Durchschnittsausstoßes dürfte in den kommenden Jahren vom steigenden Anteil an Elektroautos kommen. Diese sind im Gesetz als emissionsfrei eingestuft, ungeachtet der Kritik, dass bei der Stromerzeugung CO₂ entsteht. Um diese Ziele zu erreichen, werden die Automobilhersteller den Anteil von Elektroautos an ihren Flotten bis 2030 drastisch erhöhen müssen. Auf diese Form der alternativen Antriebe haben sich sowohl die EU als auch China und einige weitere Länder

für die nahe Zukunft eingestellt. Das betrifft ebenso die automobilen Trends autonomes Fahren und Carsharing.

Der Wandel der Automobilindustrie zwingt die gesamte Kunststoffindustrie sowie die Zulieferer, sich anzupassen. Ihre Entwicklungspipeline enthält zunehmend neuartige Produkte und Bauteile. Dass die Zusammenarbeit zwischen den Partnern funktioniert, zeigen Foren wie der diesjährige internationale Kongress „Plastics in Automotive Engineering (PIAE)“, den die Experten zum intensiven Informationsaustausch nutzen.

Potenziale erschließen

Aus Sicht von Automobilherstellern wie der Volkswagen (VW) AG, Wolfsburg, kommen mit dem Wandel zur E-Mobilität auf die Kunststoffindustrie neue Herausforderungen zu. Dazu gehören bei Kunststoffen angepasste Eigenschaften, z. B. Flammenschutz, elektromagnetische Ver-

träglichkeit sowie elektrische und thermische Leitfähigkeit. Die Vielfalt der künftigen Mobilitätskonzepte und der Wandel zu emissionsfreier Mobilität erfordern laut VW auch nachhaltige Materialkonzepte. Für das Fahrzeuginterieur wird weiterhin ein Mix aus natürlichen Werkstoffen, wie Holz und Naturfasern, metallischen Strukturen und Zierelementen sowie Kunststoffen prognostiziert. Kunststoffe punkten ebenfalls bei der Integration neuartiger Sensoren, Bedienelemente sowie elektronischer Bauteile. Somit lassen sich komplexe Autoteile wirtschaftlicher herstellen. Robuste Kunststoffoberflächen, die leicht zu reinigen sind, werden beispielsweise bei neuen Mobilitätsdiensten oder Carsharing benötigt.

Durch das hochautomatisierte Fahren wandelt sich der Fahrzeuginnenraum zum erweiterten Wohnzimmer. Aus Sicht der BASF SE, Ludwigshafen, nimmt die Anzahl an Sensoren zu. Bereits heute kommen dafür hydrolysestabilisierte Produkte aus

Polybutylenterephthalat (PBT) und Polyamid (PA) zum Einsatz. Mit steigendem Automatisierungsgrad werden jedoch auch viele neue Sensoren, wie Radar- und Lidar-Sensoren (Light-detection-and-ranging) Einzug in das Fahrzeug halten. BASF arbeitet daher an Radar-angepassten Kunststoffen, die die Genauigkeit der zukünftigen Radarsensoren erhöhen [1].

Mit dem Wandel zur Elektromobilität sieht das Kunststoff-Institut Lüdenschied für Kunststoffe weitere Materialentwicklungspotenziale. Leichtbau bzw. Dimensionsstabilität gelingt mit Kunststoffen, die Metalle ersetzen können. Dazu gehören z.B. langglasfaser- oder kohlenstofffaserverstärkte Materialien, Hybride- und Multimaterialien. Auch mit Glashohlkugeln bzw. Schaumstoffen lässt sich dimensionstabiler Leichtbau erreichen. Für ein effektives Thermomanagement müssen Kunststoffe wärmeleitfähig und wärmestabilisiert sein. Elektrische Anforderungen verlangen flammgeschützte Produkte mit EMV-Abschirmung. Medienbeständigkeit traut man ausschließlich Hochleistungskunststoffen zu. Akustische Anforderungen erfüllen z.B. geeignete Materialkombinationen, Schaumstoffe oder Materialien mit spezieller Additivierung für akustische Materialien. Mit Biopolymeren, naturfaserverstärkten Kunststoffen und Rezyklaten kommen nachhaltige Materialien zum Einsatz [2].

Konzept für mehr Reichweite

Die Audi AG, Ingolstadt, hat den Unterboden ihrer vollelektrifizierten Fahrzeuge aerodynamisch und akustisch verbessert. Der Audi e-tron (**Titelbild**) verfügt über einen fast komplett verschlossenen Unterboden. Dadurch verringert sich der Luftwiderstand des Autos, was gleichzeitig den elektrischen Verbrauch mindert und somit die Reichweite erhöht. Die Unterbodenverkleidung besteht aus einem neuartigen LWRT-Werkstoff (Low Weight Reinforced Thermoplastics). Dieser setzt sich aus einem expandierten LWRT mit Polyethylenterephthalat-Oberflies (PET) und PET-Unterflies zusammen. Die gesamte Struktur des Materials, die zusätzliche Luftkammern im Verbund einschließt, bietet bessere Schallabsorption, wodurch sich gute Akustikwerte erreichen lassen. Im Vergleich zu anderen Unterbodenwerkstoffen weist der Unterboden aus dem expandierten LWRT ein



Bild 1. Im Cockpit des aktuellen Ford Fiesta befinden sich zwei Zierleisten mit 3D-Oberflächenstruktur: eine über dem Handschuhkastendeckel und eine hinter dem Touchscreen bis zum Ausströmer an der Fahrerseite (© Ford)

höheres Leichtbaupotenzial auf. So sind gegenüber glasmattenverstärkten Thermoplasten (GMT) Gewichtseinsparungen von bis zu 50 % möglich. Mit einer maximalen Wanddicke des LWRT-Bauteils von 18 mm erreicht das Material sehr hohe Biegesteifigkeit [3].

Im aktuellen BMW 3er ersetzte die BMW AG, München, Magnesium als Werkstoff für den Instrumententräger durch ein langglasfaserverstärktes Acrylnitril-Butadien-Styrol-Terpolymer (ABS-LGF) [4] (siehe **Kunststoffe** 3/2019, S. 72). Der Rohstoffhersteller Trinseo Netherlands B.V., Terneuzen/Niederlande, hatte dafür auf Basis von ABS-LGF (Typ: Enlite LGF2601) ein Compound entwickelt, das mit reinem Polymer (Magnum 3416SC) verdünnt, auch gegenüber PP-LGF oder PA-LGF Vorteile bietet. Diese bestehen in geringerer Schwindung und Wasserabsorption, geringerem Verzug, geringeren Steifigkeitsverlusten bei erhöhten Temperaturen sowie einem niedrigeren linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten (CLTE) und deutlich besserem Fließverhalten.

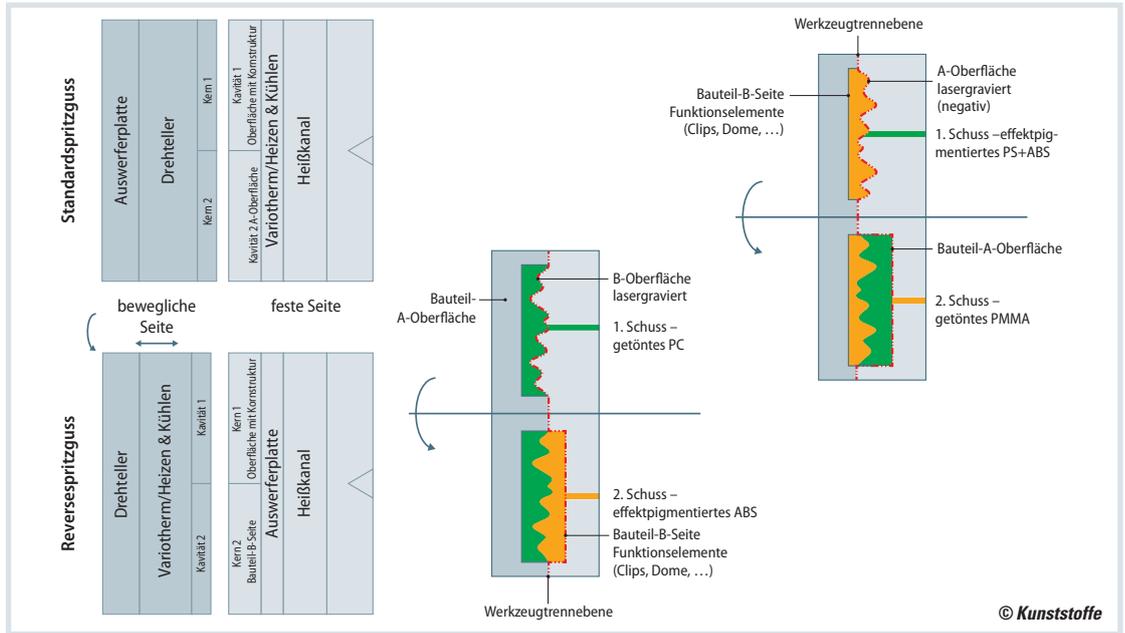
Da Magnesium gegenüber dem ABS-Compound eine etwa fünffach höhere Steifigkeit besitzt, musste das Kunststoffbauteil stark verrippt werden, um eine vergleichbare Steifigkeit zu erzielen. Die Simulationsabteilungen des Bauteilherstellers Dräxlmaier-Group, Vilsbiburg, und Trinseo analysierten den freien Bauraum aus CAD-Daten. Die Prototypen [5] bestätigten die Berechnungen und überzeugten auch bei Kopfaufschlag und Klimawechseltest (KWT). Mit dem ebenfalls ermittelten Glasfasergehalt von 35 % konnte final ein Bauteilgewicht von 430 g gegenüber dem Magnesiumguss mit 570 g erreicht werden.

Hochwertig, aber wirtschaftlich

Mit einer neuen Klasse von Dekorbauteilen haben die Ford Werke GmbH, Köln, den Innenraum des aktuellen Ford Fiesta optisch aufgewertet (**Bild 1**). Die mit einem modifizierten 2K-Spritzgießverfahren erzeugten 3D-Oberflächen sind eine preisgünstige und abfallarme Alternative zu den derzeit verbreiteten Verfahren. Die Kosten stellten bei dieser Entwicklung eine besondere Herausforderung dar. So musste gegenüber hochglänzenden Lackvarianten die Ausschussrate deutlich reduziert und damit die Herstellungskosten vermindert werden. Bei folienhinterspritzten (IML) oder im Werkzeug dekorierten (IMD) Dekorblenden schlagen die erheblichen Kosten der in speziellen Anlagen mit zusätzlichen Werkzeugen hergestellten Folien negativ zu Buche. Zusätzlich sind die gestalterischen Freiheitsgrade deutlich eingeschränkt. Die unvermeidlichen Mengen an schwer rezyklierbaren Beschnitten und Trägerfolien belasten zusätzlich die immer wichtiger werdende Ökobilanz. Für Dekorblenden kommt 2K-Spritzgießen eher selten zum Einsatz. In verschiedenen Premiumfahrzeugen wird die Klavierlackoptik in dieser Technik durch Überspritzen der Tragstruktur mit PMMA erzeugt.

Basierend auf diesen Analysen, wurde der 2K-Spritzguss wegen seines geringen Ressourcenverbrauchs als Basis der Entwicklung gewählt. Es ist ein hocheffektives Verfahren mit wenig Handlingprozessen. Die Herausforderung bestand darin, Werkstoffe und Prozessführung so zu gestalten, dass die „effektbildende Struktur“ der Oberfläche beim Überspritzen der transparenten Deckschicht nicht ver- ➤

Bild 2. Vergleich der Materialströme und der Prozessabläufe von 2K- und Reverse-2K-Spritzgießprozess (Quelle: Ford)



waschen wird (Bild 2). Um die gewünschte Kratz- und Medienbeständigkeit der Blenden zu gewährleisten, werden sie derzeit noch mit einer Dual-Cure-Deckschicht versehen. Durch weiterführende Untersuchungen zum „2K-Texture-Hinterspritz-Verfahren“ und Verbesserungen der Polymere sollen die Innenraumanforderungen ohne kostentreibende Dual-Cure-Lackschicht erreicht werden.

Geruch und Bakterien vermeiden

Mit einem breiten Spektrum an thermoplastischen Elastomeren (TPE) spricht Hexpol TPE GmbH, Lichtenfels, vier der

fünf Sinne der Passagiere künftiger Elektroautos an. TPE erzeugen z.B. Soft-Touch-Oberflächen mit angenehmer Haptik. Als besondere Herausforderung gelten HVAC-Anwendungen (Heizungs-, Lüftungs- und Klimasystem), wo TPE Aufgaben der Geräuschdämmung und als Dichtungselemente übernehmen. Emissionen aus diesem Bereich verteilen sich im ganzen Fahrgastraum. Laut Angaben von Hexpol können mit den dafür entwickelten Typen der Serie Dryflex Interior auch die künftigen noch weiter steigenden Anforderungen von Gesetzgeber und OEM an Geruch und Emissionen erfüllt werden. Sie sind auch flammgeschützt und elektrisch leitfähig erhältlich. Als Reaktion auf knapper werdende Ressourcen und steigendes Umweltbewusstsein werden zuneh-

mend Rezyklate mitverwendet. So enthalten Dryflex-PCW-Typen 30 bis 80 % Gummimehl aus Altreifen [6].

Oberflächen werden in Systemen zum Personentransport wie Bussen, Bahnen, Flugzeugen oder in zunehmendem Maße auch Carsharing-Systemen sehr leicht von Mikroorganismen besiedelt. Gleichzeitig fördert die zunehmende Globalisierung auch die weitere Verbreitung der Mikroorganismen. Dieses zusätzliche Infektionspotenzial (vorrangig über Kontaktinfektion) erfordert höhere Aufmerksamkeit bei Werkstoffauswahl und Design der Fahrzeuginnenräume. Das rasante Wachstum des Carsharing-Sektors verdeutlicht die Dringlichkeit dieser Aufgabe (Bild 3). Untersuchungen zeigen, dass textile Oberflächen und Dekormaterialien

Die Autoren

Dipl.-Chem. Gudrun Klein, Neuburg a.d. Donau, arbeitet als freiberufliche Fachjournalistin mit Schwerpunkt Kunststoffe; gk16fachtexte@web.de

Dipl.-Chem. Bernhard Klein, Neuburg a.d. Donau, berät als Fachexperte für Oberflächen, Werkstoffe und Verfahren Unternehmen aus der Automobilindustrie zum Schwerpunkt Kunststoffe; gb98klein@aol.com

Service

Digitalversion

Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/2019-09

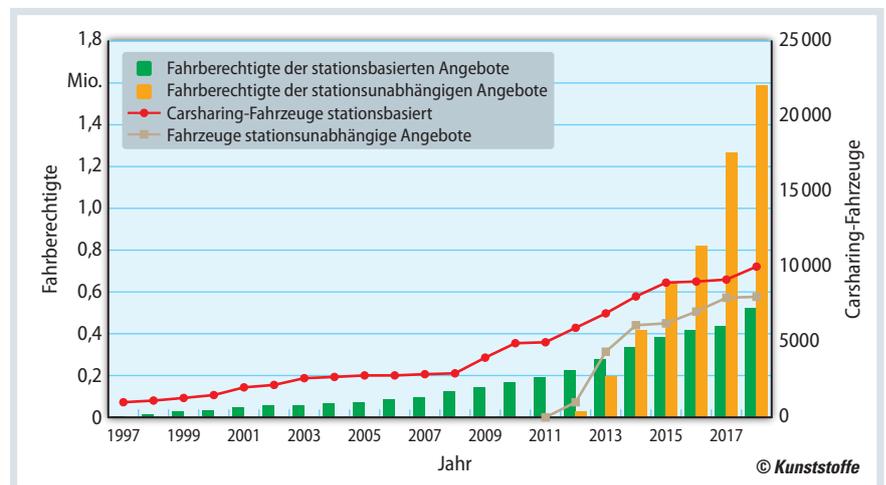


Bild 3. Entwicklung der Carsharing-Angebote und Nutzerzahlen (Quelle: car i.t.a.)

aus Kunststoff sehr schnell von Pilzsporen und anderen Keimen befallen werden. Durch den Wandel von individueller Mobilität zu kollektiver Mehrfachnutzung von Fahrzeugen erlangt diese Tatsache eine ganz neue Bedeutung.

Ein wichtiger Weg, das Infektionsrisiko einzudämmen, sind Oberflächen, die eine Besiedlung mit Keimen behindern oder deren Absterben begünstigen. Dies kann durch Behandlung mit Bioziden oder direkten Einbau der diffusionsfähigen Wirkstoffe in den Werkstoff erfolgen. So kann das Material weder abgewischt werden noch bei direktem Hautkontakt negative Auswirkungen wie Reizungen, allergische Reaktionen oder gar Vergiftungen bei den Passagieren auslösen. Als sehr wirkungsvoll hat sich z.B. Silber erwiesen, das in viele Oberflächenwerkstoffe eingearbeitet werden kann und dort als Depot für die gesamte Nutzungsdauer dient [7]. Bereits eine Konzentration von 2×10^{-11} Mol/l (das sind 2,16 ng/l) unterbindet eine Besiedlung mit Keimen.

Sein erstes Concept Car für autonomes Fahren hat VW konzipiert. Das Elektroauto Sedric (self-driving car) braucht keinen Menschen als Fahrer. Ermöglicht wird das durch ein selbstfahrendes System, das die Steuerung des Fahrzeugs übernimmt. Fahrtüchtigkeit ist deshalb für die Nutzung von Mobilität kein entscheidendes Kriterium mehr. Es ergeben sich neue Freiräume, was wiederum einen starken Einfluss auf die Nutzung und Gestaltung des Innenraums hat. Da es im autonomen Fahrzeug weder Cockpit noch Lenkrad oder Pedale gibt, resultieren neue Nutzungsmöglichkeiten als Lebens-, Arbeits- und sozialer Begegnungsraum. Somit ist zu erwarten, dass das Interieur der Zukunft einen wesentlich höheren Stellenwert erhalten wird. Hinzu kommt, dass durch Carsharing das Interieur stärker beansprucht wird. Der Einsatz nachhaltiger Materialien im Sedric entspricht dem Konzept eines umweltfreundlichen Elektroautos. Großflächig findet sich im Innenraum sogenanntes „Birkenleder“ wieder, ein Werkstoff, der aus der Rinde der Birke geschält wird. Das Naturmaterial dient als Furnier im Boden und als Türverkleidung (Bild 4) [8].

Umwelt und Recycling

Ob die derzeit in Deutschland politisch diskutierte CO₂-Steuer der reinen E-Mobilität zum Durchbruch verhelfen wird, bleibt abzuwarten. Denn sowohl Batterietechnik



Bild 4. Ein Werkstoff, der aus der Rinde der Birke geschält wird, gibt dem Innenraum des Konzeptfahrzeugs „Sedric“ eine umweltfreundliche Anmutung (© VW)

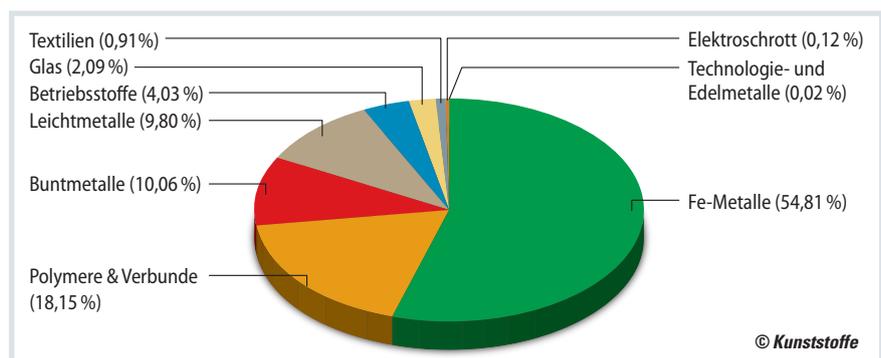


Bild 5. Durchschnittliche Materialzusammensetzung eines Pkw 2015 (Quelle: PlasticsEurope)

als auch flächendeckende Ladeinfrastruktur, notwendige „Tankdauer“ und Reichweite des Fahrzeugs entsprechen heute und in naher Zukunft nur ungenügend dem Serviceumfeld für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Elektroautos erzeugen zwar im Fahrbetrieb keine CO₂-Emissionen. Aktuelle Studien zeigen jedoch, dass für den CO₂-Fußabdruck eines Elektroautos der gesamte Herstellungsprozess vom Auto über die Batterien sowie die Art der Stromerzeugung Berücksichtigung finden müssen. Entscheidend für die tatsächlichen Emissionen des Batterieautos sind die Fertigung der Batteriezellen und der Ursprung des Stroms für den Betrieb. Da Batteriezellen heute überwiegend aus Asien kommen, fällt der größte Anteil an CO₂-Emissionen bei der E-Autoherstellung nicht in Deutschland, sondern in China, Korea und Japan an. Berechnungen von Instituten und VW selbst kommen zu dem Ergebnis, dass Elektroautos erst nach einer Fahrleistung von 100 000 bis 150 000 km wirklich einen CO₂-Einspareffekt haben.

Um Umwelt und Ressourcen zu schonen, verpflichtet die EU die Automobilproduzenten, ihre Altfahrzeuge zurückzu-

nehmen. Dies erfolgt in Deutschland seit 2002 entsprechend der Altfahrzeug-Verordnung über ein flächendeckendes Rücknahmenetz. Nach EU-Vorgaben sind seit 2015 mindestens 95 % des durchschnittlichen Fahrzeuggewichts bei allen Altfahrzeugen pro Jahr wiederzuverwenden und zu verwerten (Bild 5). Die Quote für Wiederverwendung und Recycling liegt derzeit bei 85 %. Die Forderung nach weniger CO₂-Ausstoß begünstigt die Anteile an Kunststoffen im Fahrzeugbau, um das Fahrzeuggewicht zu reduzieren [9]. Nach Angaben des Fachverbands Kunststoffrecycling (bvse), Bonn, verarbeitete die Fahrzeugindustrie in Deutschland im Jahr 2017 insgesamt 1611 kt Kunststoffe. Davon entfielen 77 kt auf den Einsatz von Rezyklat. Nach Überzeugung des bvse steckt im Kunststoffrecycling noch viel Potenzial für die Einsparung von klimaschädlichen CO₂-Emissionen. So könne sich durch Ersatz von Neuware ein Einsparpotenzial bis zu 2,2 kg CO₂-Äquivalent je kg Rezyklat ergeben. Denn Kunststoffrezyklate benötigen nur wenig bzw. kein Erdöl und weniger Energie für ihre Herstellung als Neuware. ■