

Das Batteriekastengehäuse für das Bordnetz des Elektrofahrzeugs VW-Pluto erforderte einige Anpassungen bei der Materialauswahl und der Fertigung. Besonders der Verzug stellte die Ingenieure während der Entwicklung vor Probleme

© H & H Gesellschaft für Engineering und Prototypenbau



## Material und Produktion erfolgreich anpasst

### *Batteriekasten für das Bordnetz des Elektrobus VW Pluto*

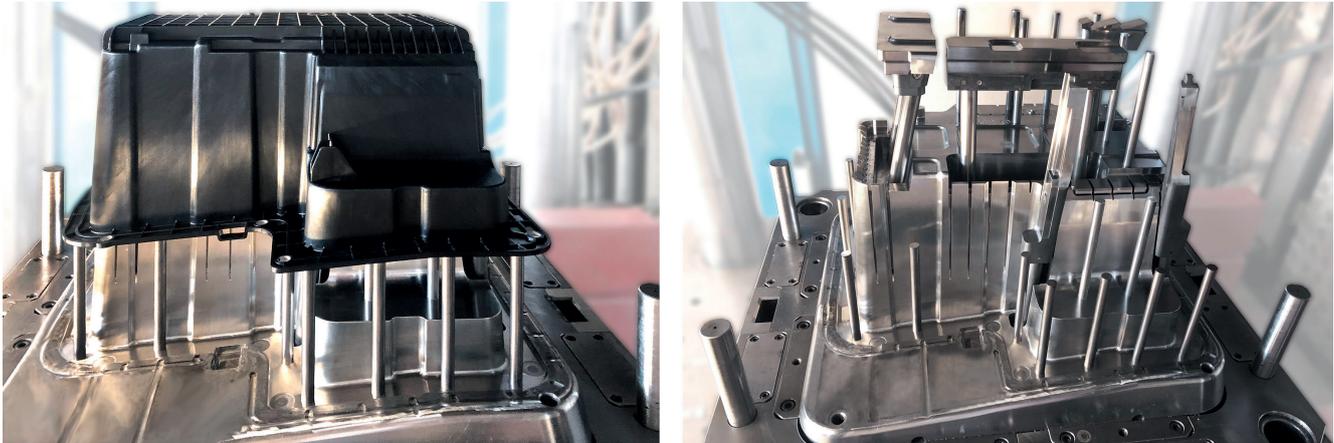
Die Batterien von Elektrofahrzeugen müssen ausreichend gegen mechanische Beschädigungen geschützt werden. Das gilt nicht nur für den eigentlichen Akku, sondern auch für die Batterie des Bordnetzes. Bei der Entwicklung des entsprechenden Batteriekastens des Elektrobusses VW Pluto stieß der Hersteller auf einige Schwierigkeiten in der Fertigung. Um diese in den Griff zu bekommen, musste nicht nur die Bauteilgeometrie, sondern auch das Spritzgießwerkzeug angepasst werden. Eine große Rolle spielte außerdem das für den Batteriekasten verwendete Material.

Der Ridesharing-Anbieter Moia der Volkswagen AG (VW), Wolfsburg, setzt seit 2019 in Hamburg auf die Elektrobusse VW Pluto (**Bild 2**). Der Batteriekasten für das Bordnetz dieses Fahrzeugs wird von dem nordrhein-westfälischen Unternehmen H&H Gesellschaft für Engineering und Prototypenbau mbH, Leopoldshöhe, produziert. Während der Entwicklung stellte sich allerdings der Verzug dieser Bauteile als besondere Herausforderung heraus. Die ersten Prototypen

entsprachen nicht den gewünschten Anforderungen hinsichtlich der Dimensionstreu und damit auch Funktion. Deshalb fragte der Hersteller das Hamburger Unternehmen K.D. Feddersen um Rat. Der Kunststoffdistributor begleitete die Bauteil- und Werkzeugentwicklung bis hin zur Freigabe und half mit seiner Expertise, die Bauteil- und Verzugsproblematik in den Griff zu bekommen.

Von Beginn an ist bei solchen Projekten die kunststoff- und verfahrensgerech-

te Gestaltung der Bauteile entscheidend. Dafür sind sowohl das Werkzeugkonzept, als auch die Auswahl der richtigen Spritzgießmaschine und der finale Fertigungsprozess entscheidend. Gerade bei glasfaserverstärkten Materialien ist besonders auf die Anisotropie der Eigenschaften zu achten, die sich im Speziellen auf Schwindung und Verzug der Bauteile auswirken. Ein Großteil der Arbeit von K.D. Feddersen bestand nach einer ersten Analyse vor Ort darin, gezielte Empfehlungen für



**Bild 1.** Die Batteriekästen werden spritzgegossen. Dafür waren einige Änderungen an den verwendeten Werkzeugen notwendig (links Bauteil auf der Auswerferseite des Werkzeugs, rechts ausgefahrenes Auswerfersystem) © H & H Gesellschaft für Engineering und Prototypenbau

konstruktive Änderungen an der Rippenstruktur sowie der Wanddickenverhältnisse im Bauteil zu geben. Gemäß der Grundregel „dünne Rippen drücken – dicke Rippen ziehen“ wurde die Geometrie der Rippen angepasst. Nicht zuletzt auch im Hinblick auf drohende Einfallstellen muss an dieser Stelle mit sehr feinem Gespür gearbeitet werden. Da der Batteriekasten aus Polypropylen (PP) gefertigt werden sollte, war dabei eine erhöhte Aufmerksamkeit notwendig. Die ausgearbeiteten Ergebnisse wurden dem OEM vorgestellt und nach Genehmigung übernommen.

### Feines Gespür wegen PP notwendig

Nach der Optimierung der Bauteile ging es um die verfahrensgerechte Auslegung

Generischer Kunststoff	Spaltmaß Werkzeugentlüftung [mm]
leichtfließend	0,01
schwerfließend	0,02
PPS	0,005
LCP	0,01

**Tabelle 1.** Empfehlenswerte Dimensionierung der Entlüftungsspalte Quelle: K.D. Feddersen

der Spritzgießwerkzeuge (Bild 1). Wesentliche Aspekte dafür sind vor allem die Angussgestaltung, Entlüftung und Temperierung. Die ersten gefertigten Bauteile zeigten Fehlstellen in Form von Materialverbrennungen am Fließwegende, die typisch für eine nicht ausreichende Werkzeugentlüftung sind. Die Empfehlungen des Distributors halfen dieses Problem zu

lösen. Ideal sind konturnahe Entlüftungskanäle in der Hauptwerkzeugtrennung und ebenfalls an allen beweglichen Schiebern sowie den festen Einsätzen, in der Dimensionierung immer abgestimmt auf den verwendeten Kunststoff und dessen Fließfähigkeit (Bild 3). In diesem Fall war ein Spaltmaß der Entlüftungskanäle von maximal 0,01 mm empfehlenswert (Tabelle 1).

Zu guter Letzt steht am Ende der Kette der verfahrenstechnisch optimal gestaltete Spritzgießprozess. Hauptaugenmerk sind dabei die Materialvorbereitung, die Schmelzeaufbereitung und der Formteilbildungsprozess mit den wichtigsten Kenngrößen Volumenstrom, Umschaltzeitpunkt und Nachdruckversorgung. Abgerundet wird das Ganze durch eine sinnvolle Prozessüberwachung der wesentlichen qualitätsbestimmenden Parameter: Dosierzeit, Restmassepolster, spezifischer Spritzdruck bei der Umschaltung von Füllphase auf Nachdruckphase, die Einspritzzeit und die Vor- und Rücklauf-Temperaturen der Werkzeugtemperierung. »



**Bild 2.** Neue Mobilitätskonzepte in der Praxis: Seit 2019 bietet VW in Hamburg den Ridesharing-Dienst Moia an. Als Fahrzeuge kommen dafür die Elektrobusse VW Pluto zum Einsatz © Volkswagen

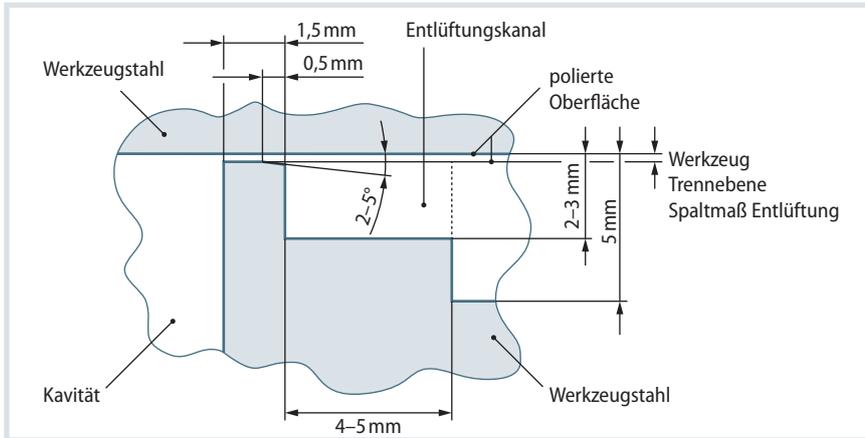
## Der Autor

**Christoph Gerling** ist Business Development Manager bei K.D. Feddersen; christoph.gerling@kdfeddersen.com

## Service

### Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/2020-10](http://www.kunststoffe.de/2020-10)



**Bild 3.** Prinzipische Skizze Werkzeugentlüftung: Zu Beginn der Entwicklung kam es bei Prototypen zu Materialverbrennungen am Fließwegende, die auf eine nicht ausreichende Werkzeugentlüftung hindeuteten. Behoben werden konnte das u. a. durch konturnahe Entlüftungskanäle

Quelle: K.D. Feddersen; Grafik: © Hanser

Eigenschaften	Einheit	PP-GF30 (Standard)	PP-GF30 (hochfest)
Dichte	g/cm <sup>3</sup>	1,13	1,13
Schmelzflussindex (230 °C/2,16 kg)	cm <sup>3</sup> /10 min	1	4,5
Zugmodul	MPa	6500	7500
Zugfestigkeit	MPa	85	100
Kerbschlagzähigkeit bei -30 °C	kJ/m <sup>2</sup>	7,5	8
Wasseraufnahme	%	0,1	0,1
Schwindung (längs)	%	0,25	0,25
Schwindung (quer)	%	1,2	0,92
Anisotropiefaktor	-	4,8	3,68
Verzugsfaktor	-	3,48	2,15

**Tabelle 2.** Vergleich wesentlicher Eigenschaften zweier PP-GF30 Quelle: K.D. Feddersen

Gemeinsam wurden die Verarbeitungsparameter angepasst, sodass die Bauteile letztendlich ohne Fehlstellen gefertigt werden konnten und nun auch die Prüfung zur Wärmealterungsbeständigkeit bestanden wurde. Im Speziellen lag das Augenmerk auf einer schonenden Materialaufschmelzung mit geringer Dosiergeschwindigkeit und niedrigem Staudruck innerhalb des Zyklus. Im Weiteren ging es darum, den Volumenstrom in der Füllphase optimal an die Artikelgeometrie anzupassen. Dabei galt es zu beachten, dass eine gleichmäßige Fließfrontgeschwindigkeit in der Kavität vorherrscht, damit eine kontrollierte Faserorientierung gewährleistet ist, um dadurch letztendlich die geforderte Maßgenauigkeit für die Bauteile, das bedeutet minimalen Verzug, zu erreichen.

Bei der vorangegangenen Werkstoffauswahl konnte der Distributor ebenfalls

unterstützen. Von Seiten des Verarbeiters wurde ein PP mit 30 % Glasfaserverstärkung angefragt, das die geforderte Norm von VW erfüllen sollte. Auf Basis des vorliegenden Lastenhefts mit den bestimmenden Leistungsanforderungen wurde ein PP der Marke Hostacom G3 R05 105555 von LyondellBasell, Rotterdam, ausgewählt. Dabei handelt es sich um ein hochsteifes PP-Glasfaser-Compound, welches im Vergleich zu einem ebenfalls betrachteten Polyamid 66 mit 30% Glasfaserverstärkung (PA-66-GF30) nicht vorge-trocknet werden muss und außerdem eine hohe Dimensionsstabilität aufweist, da es praktisch keine Feuchtigkeit aufnimmt. Die Verarbeitungstemperatur liegt bei 230 °C und somit 50 °C niedriger als bei einem PA 66, die notwendige Werkzeugtemperatur beträgt 40 °C und damit 40–50 °C weniger als bei PA 66.

Dadurch konnten letztlich die Energiekosten ebenfalls deutlich gesenkt werden. Ein weiterer Vorteil ist neben der Festigkeit und der guten Wärmealterungsbeständigkeit die gute Fließfähigkeit des alternativ vorgeschlagenen PP-GF30-Compounds (**Tabelle 2**).

Zusätzlich führt das verwendete hochfeste PP-Compound im Vergleich zu einem Standard PP-GF30 zu einer geringeren Anisotropie der Schwindung. Dadurch wird der Verzug reduziert und das Bauteil kann leichter und besser gefüllt werden, was besonders bei den für das Bauteil verwendeten Metalleinlegern sinnvoll ist. Zudem ist der Werkstoff recyclingfähig und weist ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis auf.

### Hochfestes PP: Geringere Anisotropie

Um die Freigaben durch VW zu erhalten, müssen die Batteriekästen den Anforderungen der VW-Norm 44045 PP10 entsprechen. Diese Norm fordert neben mechanischen Werten zusätzlich eine Wärmealterungsbeständigkeit von 1000 h bei einer Temperatur von 150 °C. Außerdem müssen die Bauteile sowohl an der Oberfläche als auch im Innern frei von Fehlstellen und Fertigungsfehlern wie beispielsweise Fließlinien, Lunkern oder Rissen sein.

Einfallstellen im Bereich des Ansatzes von Rippen und Versteifungen sind nur dann zulässig, falls sie die Funktion und das Aussehen des Bauteils nicht beeinträchtigen. Außerdem muss eine einwandfreie Montage gewährleistet sein. Ferner ist unter dem Zusatz PP10 vermerkt, dass der Anwendungsbereich besonders wärmebeanspruchte Teile mit hohen Anforderungen an die Festigkeit, Steifigkeit und Formbeständigkeit betrifft.

### Batteriekästen auch für den VW-eCrafter

Um diese Anforderungen seitens des OEM zu erfüllen, muss bei der Materialauswahl, Bauteilgestaltung, dem Werkzeugkonzept und der Prozessführung alles stimmen. Durch die von K.D. Feddersen empfohlenen Verbesserungen konnten die Vorgaben der VW-Norm erreicht werden. Außer im VW Pluto werden die Batteriekästen auch in dem Elektrotransporter VW e-Crafter verbaut. Gegenwärtig werden etwa 70 bis 100 dieser Fahrzeuge pro Woche gefertigt. ■