

Auf der K 2022 verleiht der GKV/TecPart elf Mal seinen Innovationspreis

Dreidimensionale Puzzles



Acht Unternehmen wurden am ersten Tag der K-Messe mit dem TecPart-Innovationspreis 2022 ausgezeichnet, eines davon doppelt und ein weiteres sogar dreifach. Das Gewinnerfeld dominieren wie bei der letzten Preisverleihung vor drei Jahren kreative Spritzgießlösungen vorwiegend aus dem Fahrzeugbau. In die Riege der Top-Innovatoren haben es aber auch ein Arbeitsschutz- und ein Haushaltsgerätehersteller geschafft.

Am 4. August hatte eine fünfköpfige Expertenjury in Würzburg unter zahlreichen eingesandten Wettbewerbsteilen die diesjährigen Gewinner des TecPart-Innovationspreises gekürt. In die Phalanx der neun mit Spitzenwertungen prämierten Spritzgussbauteile konnten sich diesmal nur zwei Tiefzieherteile drängen, beide vom selben Hersteller – vor drei Jahren lag die Quote noch bei neun zu vier. Auch bei den Spritzgießunternehmen gab es – mit sogar drei Auszeichnungen – einen Mehrfachpreisträger. Dies ist möglich, weil die eingereichten Bauteile anonymisiert bewertet werden.

„Die Wettbewerbsdichte hochwertiger Bauteile war in diesem Jahr so groß wie noch kaum zuvor, letztendlich entschiedenen Nuancen darüber, wer sich das prestigeträchtige Plexiglas-K in die Vitrine stellen kann“, betont GKV/TecPart-Geschäftsführer Michael Weigelt. Der seit 1974 ausgelobte TecPart-Innovationspreis stellt die Bedeutung und Funktion der meist technischen Teile heraus, die oftmals innerhalb komplexer Baugruppen als einzelnes Teil oder System unsichtbar bleiben. In der diesjährigen Wertung trifft diese Beschreibung für sieben Produkte aus dem Fahrzeugbau und eines aus einem Haushaltsgerät zu. Dazu kommen zwei unübersehbare Bauteile ebenfalls aus dem Fahrzeugbau – und eines, das den anderen auf der Nase tanzt.

G. A. Röders GmbH & Co. KG, Soltau

Ventilblock in Anhängerbremsssystem für Nutzfahrzeuge

Verwendetes Material: PBT-GF30

Fertigungsverfahren: Spritzgießen, Ultraschallschweißen, Montage, Lasern

Hauptinnovation: Einsatz verschiedener Kühltechniken zur Verkürzung der Zykluszeit bei der Herstellung der dickwandigen Bauteile

Ursprünglich war der Ventilblock, der in einem Anhängerbremsystem für Nutzfahrzeuge zum Einsatz kommt und die Luftverteilung auf die einzelnen Bremsen regelt, als ein einziges Bauteil geplant. Um dieses komplexe technische Kunststoffteil überhaupt herstellen zu können, musste es in vier einzelne Bauteile aufgeteilt werden, deren Bezeichnungen ihren Platz in der Baugruppe angeben: Main Body, Ovas Body, Top Body und Bottom Body.

Herausforderung dabei: Die Einzelteile müssen maßlich aufeinander abgestimmt werden, damit sie mit den entsprechenden O-Ringen zu einer druckdichten Baugruppe montiert werden können. Sich verschneidende Bohrungen müssen so gestaltet

werden, dass an den Abdichtungen der Kerne kein Grat entsteht – ein dreidimensionales Puzzle der besonderen Art.

Die Aufteilung des Ventilblocks in vier Einzelteile dient zuvorderst dem Zweck, die Wanddicken zu reduzieren. Um die teilweise dennoch vorhandene erhebliche Dickwandigkeit der Bauteile aufzufangen und eine ökonomisch akzeptable Zykluszeit zu erzielen, kombinierte Röders mehrere Kühltechniken wie Jet-Cooling, konturnahe Temperierung und die Verwendung von wärmeleitfähigen Werkzeugstählen und Kupferkernen miteinander. In der kunststoffgerechten Auslegung wurde ebenfalls berücksichtigt, dass der Kunde beim Ovas Body an den Anschlussstutzen Quickkonnektoren einpresst. Damit die Stutzen beim Einpressen nicht platzen, hat Röders in der Formtrennung Überläufe an den Stutzen angebracht, um die Faserorientierung positiv zu beeinflussen. Die Überläufe werden nach der Entnahme aus dem Werkzeug automatisch entfernt.

Die Baugruppe wird aus einem mit 30 % Glasfasern verstärkten PBT (Typ: Ultradur B 4030 G6; Hersteller: BASF) in automatisierten Fertigungszellen hergestellt. Alle Einzelteile entstehen auf Arburg-Spritzgießmaschinen mit 1300 bzw. 2000 kN Schließkraft, der größere Hauptkörper (Main Body) in einem 1-fach-Werkzeug, alle anderen, eher flachen Teile in einem 2-fach-Werkzeug. Beim Spritzgießen gilt es multiple Anforderungen zu erfüllen, um die eng definierten Maß- und Positionstoleranzen sowie die nötige Ebenheit und Oberflächenqualität zu erreichen. Einer der prozesstechnischen Kniffe besteht darin, den Fließfrontverlauf beim Einspritzen so zu steuern, dass sich berührende Kerne durch den Einspritzdruck zusammen- und nicht auseinandergedrückt werden, um Gratbildung zu vermeiden.



Der ursprünglich als ein Bauteil geplante Ventilblock besteht schlussendlich aus vier Einzelteilen, die zur Baugruppe montiert werden. © Röders

Neben der Abtrennung des Überlaufs vom Ovas Body gibt es auch beim Bottom Body einen zusätzlichen Arbeitsschritt: Hier wird eine Bohrung mit einem Deckel durch Ultraschallschweißen verschlossen. Nach dem Spritzgießen des Main Body folgen einige weitere automatisierte Arbeitsgänge: Der Anguss wird entfernt, in der nächsten Station werden Federhülsen in das Bauteil eingepresst, ehe es mit einem DataMatrix-Code belastet und in einen Blister verpackt wird. Auch die anderen Bauteile werden jeweils einzeln verpackt und an den Kunden ausgeliefert, der dann weitere Teile wie Dichtungen oder Kolben montiert und den Ventilblock zusammenbaut. Die Montage erfolgt durch Schrauben – dafür sind die Federhülsen im Main Body.

BBP Kunststoffwerk Marbach Baier GmbH, Marbach am Neckar

Integralheck-Batterieträger

Verwendetes Material: PA6-GF35

Fertigungsverfahren: Spritzgießen

Hauptinnovation: Umspritzen von vier rotationssymmetrischen Stahldiskusscheiben mit Toleranzen im Hundertstelbereich

Das ausgezeichnete Bauteil wird im Rahmenheck des Mercedes-Benz Axor verbaut. Im Integralheckträger sind einige Fahrzeugkomponenten wie Batterien oder Vorratstanks für Druckluft am Heck der Sattelzugmaschine zusammengefasst. Diese Anordnung – oft werden die Batterien stattdessen neben dem Rahmen verbaut – schafft an den Fahrzeugseiten Raum für den Einsatz größerer bzw. zusätzlicher Kraftstofftanks. Nicht weniger wichtig: Auf diese Weise liegt beim Bremsen in Leerfahrt, wenn die Zugmaschine ohne Auflieger unterwegs ist, mehr Gewicht auf der Hinterachse; dies reduziert die Überschlagsneigung und verkürzt den Bremsweg. Das Trägerbauteil nimmt in diesem Fall zwei 24-V-Fahrzeugg Batterien à 75 kg auf sowie drei Druckluftspeicher à 7 kg, die das Fahrzeugbremsystem und die Luftfederung versorgen. Die Bauteilgeometrie ist für alle damit verbundenen relevanten Lastfälle konstruktiv ausgelegt.

Der sogenannte Batterieträger wurde während der Entwicklung, also vor dem Start des Werkzeugbaus, mit unterschiedlichen Softwaretools simuliert. Der Fokus lag dabei auf Festigkeit, Bauteilresonanzen und Kraftfluss an den vier Einspannstellen zum Fahrzeugrahmen. Der Einfluss der Bauteilmasse auf schädliche Schwingungen für die Batterielebensdauer wurde berechnungstechnisch optimiert. Als geeignetsten Kunststoff für den Einsatzfall haben BBP und die Daimler Truck AG ein PA6-GF35 (Typ: Durethan BKV35H2.0 EF 901510; Hersteller: Lanxess) ausgewählt. Mit einem E-Modul (bei Raumtemperatur) von 6700 MPa, einem Biege-E-Modul von 5900 MPa (cond.), einer Biegefestigkeit von 180 MPa (cond.), einer Schlagzähigkeit von 80 kJ/m² und einer Bruchdehnung von 3,5% erfüllt das glasfaserverstärkte Polyamid die Anforderungen punktgenau.

In einer Spritzgießmaschine mit 20 000 kN Schließkraft (Hersteller: KraussMaffei) werden vier rotationssymmetrische Stahldiskusscheiben umspritzt. Die Stahlscheiben werden dazu vollautomatisch im Werkzeug positioniert und zuvor mit einer Korrosionsschutzschicht überzogen. Deren Schichtdicke muss bei der Werkzeugabstimmung berücksichtigt werden, mit maßlichen Toleranzen im Hundertstelbereich bei der Lage der Stahldiskusscheiben im Werkzeug die eigentliche technische Herausforderung. Indem BBP dafür einen zuverlässigen Prozess

entwickelte, war eine Herstellung im Spritzgießverfahren überhaupt erst möglich.

Der Tonnage der Spritzgießmaschine und den Bauteildimensionen entsprechend ist das 4-Backenwerkzeug 25,2 t schwer – allein die nötigen Schieber wiegen insgesamt 2,5 t. Im Prozess müssen rund 10% des Werkzeuggewichts kontrolliert und hochpräzise bewegt werden. Das fertige Bauteil selbst wiegt 10,2 kg. Die Gewichtseinsparung gegenüber dem Vorgängerbauteil aus einem PP mit 40% Langglasfasern beträgt 4,1 kg und somit 28%. Dies kommt der Nutzlast und CO₂-Ersparnis des Fahrzeugs zugute.



Das im Rahmenheck eines Lkws integrierte Bauteil nimmt Batterien und Druckluftspeicher auf. © BBP

ETM – engineering technologie marketing GmbH, Saalburg-Ebersdorf

Reinluftleitung eines Verbrennungsmotors

Verwendetes Material: PBT-GF30 und TPC-ES

Fertigungsverfahren: Spritzgießen

Hauptinnovation: Herstellung eines in der Regel zweiteiligen Bauteils im Bi-Injektionsverfahren ohne Montageschritt

Die Hauptfunktion dieses Automobilbauteils besteht darin, möglichst verlustarm Reinluft vom Luftfilterkasten zum Turbolader zu leiten, ohne dabei Verunreinigungen durch Undichtigkeiten zu erhalten. Dass dies nicht trivial ist, zeigen die herrschenden Bedingungen im Verbrennungsmotor: Die Reinluftleitung muss zusätzlich die Bewegung zwischen Luftfilterkasten und Turbolader ausgleichen (2,5 mm unter 45°), einen Sensor in Position halten und kurzzeitig 160 °C sowie chemischen Belastungen in Form von Blow-by-Gasen standhalten. Die konstruktive Herausforderung bei der Bauteilentwicklung war der begrenzte Bauraum zwischen Turbolader und Luftfilterkasten sowie die hohe Funktionsintegration innerhalb der vorgegebenen Umgebung.

Um die chemischen und thermischen Anforderungen bestmöglich zu erfüllen, besteht das Bauteil aus einem harten und einem weichen Kunststoff. Damit sie die höchste Verbundfestigkeit erreichen, werden die beiden Materialien im sogenannten Bi-Injektionsverfahren direkt aufeinander gespritzt. Die Weichkomponente, ein thermoplastisches Copolyesterelastomer (TPC-ES, Typ: Arnitel; Hersteller: DSM), kann durch ihre Faltengeometrie die Bewegung ausgleichen, während die Hartkomponente, ein PBT-GF30 (Typ: Arnite; Hersteller: DSM), als sichere Aufnahme für den Sensor dient.

Der Spritzgießprozess, aufgesetzt auf einer Zweikomponentenmaschine von Battenfeld mit 1300 kN Schließkraft, verlangt eine gewisse Finesse, denn die Lage der Trennung zwischen harter und weicher Komponente kann nur in einer auf ca. 4 bis 6 mm Breite begrenzten Übergangszone zwischen Faltenbalg und Sensoraufnahme liegen. Dafür hat ETM in mehreren »

Iterationsschleifen die Füllsituation mit Moldex3D ausgelegt, um zu gewährleisten, dass die beiden Fließfronten annähernd parallel aufeinandertreffen. Die Konstruktion des Bauteils wurde dabei so ausgelegt, dass der flexible Bereich mittels Einfallkern hergestellt werden kann. Für die richtige Balance wird der Prozess mit Werkzeuginnendrucksensoren überwacht.

Indem ETM das Bi-Injektionsverfahren nutzt, um ein eigentlich zweiteiliges Bauteil einteilig und kompakt herzustellen, kann das Unternehmen die Vorgabe an den begrenzten Bau- raum erfüllen und auf zusätzliche Werkzeuge und Fertigungs-

schritte verzichten. Durch die gewählte Werkstoff- kombination erfolgt eine sehr gute werkstoffliche Bindung, weil das TPC im Wesentlichen aus den Polyestern PC und PBT besteht und PBT seiner- seits auch die Hartkompo- nente bildet. Somit kann das Produkt deutlich wettbewerbsfähiger pro- duziert werden und außer- dem mit einer signifikant höheren Flexibilität, weil der Faltenbalg mehr Falten beinhaltet, als eine Schweißverbindung es zugelassen hätte. Die Reinluftleitung wurde zum deutschen Patent angemeldet.



Der Faltenbalg wird in einem ausge- klügelten Spritzgießprozess an die Luftleitung montiert. © ETM

G. A. Röders GmbH & Co. KG, Soltau

Ventilgehäuse für Feststellbremse von Nutzfahrzeugen

Verwendetes Material: PBT-GF30

Fertigungsverfahren: Spritzgießen, Ultraschallschweißen, Dichtprüfen

Hauptinnovation: Enorme Zykluszeitverkürzung durch Kühlung sehr langer, dünner Kerne mit Jet-Cooling

Der ausgezeichnete „PRV-Body“ – das Kürzel steht für Park Release Valve – ist das Gehäuse eines funktionalen Bauteils, das die Luftversorgung der Feststellbremse bei Lkw regelt. Hergestellt wird es auf einer Arburg-Spritzgießmaschine mit 2000 kN Schließkraft aus einem mit 30% Glasfasern verstärkten PBT (Typ: Ultradur B 4030 G6; Hersteller: BASF). Das 231 g schwere, sehr verwinkelte und somit hoch komplexe Bauteil stellt hohe Anforderungen an die maßlichen Toleranzen und die Güte der Oberflächen. Eine Maßnahme, um diese zu erfüllen, besteht darin, die langen, dünnen Kerne in der Kavität mit dem sogenannten Jet-Cooling zu kühlen. Dabei wird ein unter Druck stehendes Kältemittel über eine Kanüle in den Werkzeugkern geleitet und dort entspannt. Dadurch verdampft das Kühlmedium (in diesem Fall Wasser) und entzieht der Umgebung Wärme. Einkalkulierter Nebeneffekt: Die Zykluszeit wurde um 25 s verkürzt.

Um die Wanddicken zu optimieren und somit Verzug zu vermeiden, wurde die Bauteilentwicklung kundenseitig mit Simulationen begleitet. Eine besondere konstruktive Herausfor-

derung lag in der Gestal- tung der Schweißgeome- trien des glasfaserverstärk- ten Kunststoffs – im Nach- folgeprozess nach dem Spritzgießen müssen am Bauteil fünf zylinderförmige Öffnungen druckdicht verschweißt werden. Hinter- grund: Die Druckluft soll durch ver- schiedene Kanäle zu den Anschlü- sen transportiert werden; die Kanäle werden durch Schieber gebildet und müssen anschließend verschlossen werden, damit die Luft zu den Anschlü- sen gelangt.

Der Gesamtprozess läuft in mehreren definierten Teilschrit- ten ab. Zu Beginn des Spritz- gießzyklus werden die im End- produkt enthaltenen Metallbuchsen der Anlage zugeführt und automatisch in das 1-fach-Werkzeug eingelegt. Dort werden sie durch pneumatisch betätigte Schieber gehalten. Nach dem Umspritzen der Gewindebuchsen wandert der PRV-Body in die Nacharbeitsstation. Dort werden in einem Arbeitsgang fünf Deckel (ebenfalls aus PBT-GF30) druckdicht mit dem Korpus verschweißt und gleichzeitig ein gesintertes Druckausgleichs- element (DAE) eingepresst. Bevor das finale Bauteil verpackt wird, testet eine Prüfstation das System per Differenzdruckprü- fung auf Dichtigkeit und misst den Durchfluss durch das DAE.



Vor der Auslieferung wird das Bauteil druckdicht mit fünf Deckeln verschweißt. © Röders

Uvex Arbeitsschutz GmbH, Fürth

Einteilige Arbeitsschutzbrille

Verwendetes Material: Polycarbonat (PC)

Fertigungsverfahren: Spritzgießen und Beschichten

Hauptinnovation: Vollautomatische Herstellung einer einkomponentigen, voll recycelbaren Schutzbrille

Die Zielsetzung, eine einkomponentige Schutzbrille zu konstru-ieren, erforderte ein gekonntes Zusammenspiel zwischen Bauteilkonstruktion und Werkzeugauslegung, damit die Umset- zung der ergonomischen Ansprüche an ein solches Produkt nicht die Mechanismen der Entformung aus dem Spritzgieß- werkzeug behindert. Gelöst hat Uvex diesen potenziellen Kon- flikt durch Simulation, um im Fertigungsprozess Probleme beim Füllen, Entformen und bei der Entnahme von vornherein auszu- schließen. Zum Gelingen des Vorhabens trug ebenso der Um- stand bei, dass auch die Ergonomie, hierbei insbesondere die Haltekraft und Flexibilität der scharnierlosen Brillenbügel, simu- liert, bewertet und optimiert werden konnte.

Die größte Herausforderung in der kunststoffgerechten Auslegung der Brille mit Seitenschutz betrifft den für den schar- nierlosen Bügel notwendigen dünnen Bereich, der zu Stagna- tion in der Füllsimulation führte. Gleichzeitig sollten die mecha- nischen Belastungen in diesem Bereich bei der Bügelbewe- gung reduziert werden, weshalb über die Betrachtung der Flächenträgheitsmomente eine ideale Querschnittsgeometrie gefunden wurde. Die Scheiben sind nach optischer Auslegung

2,0 bis 2,6 mm dick (um deren Beschussfestigkeit sicherzustellen), der Scharnierbereich ist 1,3 mm dünn (um dessen Funktionalität zu gewährleisten) und das Bügelende ist wieder 2,0 mm dick (für eine angenehme Ohr Auflage). Zuletzt wurde das Entformungskonzept optimiert, um am Produkt keine scharfkantigen Bereiche zu haben, die in Kontakt mit dem Gesicht stehen.

Die Schutzbrille wird zunächst in einem komplexen und automatisierten Herstellprozess gespritzt, sodann beschichtet, laserbeschriftet und verpackt. Beim konventionellen Spritzgießprozess im 2-Kavitäten-Werkzeug gilt es vor allem die hohen Anforderungen an die optische Qualität der Brille zu beherrschen. Das Produkt mit seinem rahmenlosen Scheibendesign und scharnierlosen Brillenbügeln erfüllt hierbei die Anforderungen der optischen Klasse 1 der EN 166 für Arbeitsschutzbrillen. In der verketteten Fertigungszelle folgen als nächste Schritte die Beschichtung und Aushärtung. Es handelt sich dabei um eine Flutbeschichtung, sodass Uvex unabhängig voneinander die Innen- und Außenseite beschichten kann. Typischerweise wird die Außenseite mit einer Kratzfestbeschichtung und die Innenseite mit einer Antifog-Beschichtung ausgeführt.

Durch die neu entwickelte Produktionstechnik lässt sich die Schutzbrille, erhältlich unter dem Namen uvex pure-fit und insgesamt nur 29 g schwer, vollautomatisiert aus einem Material



Das metallfreie und sortenreine Material macht die Brille vollständig recycelbar. © Uvex

und ohne zusätzliche Montage herstellen. Sie besteht komplett aus einem hoch schlagfesten Polycarbonat und ist somit – genau wie die Produktverpackung – zu 100% recycelbar. Uvex vermarktet das Produkt zudem als nachhaltige Lösung, denn durch den vollautomatischen Prozess sei der CO₂-Ausstoß in der Herstellung im Vergleich zu einer konventionell konzipierten und gefertigten Bügelbrille um rund 50% reduziert worden.

Ros GmbH & Co. KG, Coburg

Klappenmodul für ein Thermomanagementsystem

Verwendetes Material: PPS-GF30 und PPA-CF30

Fertigungsverfahren: Montagespritzgießen

Hauptinnovation: Herstellung in sich verdrehbarer Bauteile aus inkompatiblen Hochleistungskunststoffen mit sehr engen Toleranzen

Das ausgezeichnete Bauteil kommt in einem Kennfeldkühlungsmodul zum Einsatz. Dort, im Motorraum eines Kfz, regelt es durch eine Drehbewegung, die von einem Drehschieber über eine Verzahnung übertragen wird, stufenlos den Volumenstrom des Kühlmediums. Abgedichtet wird es über eine kugel-

förmige Kontur, die an einer PTFE-Dichtung anliegt. Als wesentliche Anforderungen waren definiert: Beständigkeit gegen Wasser/Glykol, Formstabilität bei dauerhaft hohen Temperaturen bis 150°C sowie die Integration dreier Lagerstellen mit definiertem Anlauf- und Gleitdrehmoment möglichst ohne separaten Montageprozess.

Um einen möglichst hohen Wirkungsgrad mit geringen Leckageströmen zu erreichen, muss das Bauteil zudem sehr hohen Toleranzanforderungen, vor allem an die Kugelform der Dichtfläche, genügen.

Das entlang der Hauptachse ca. 60 mm lange Klappenmodul stellt Ros in einem Montagespritzgießprozess her, sodass sich ein zusätzlicher Montageschritt für die Lagerstellen erübrigt. Dabei kommt eine holmlose Maschine von Engel zum Einsatz. Definierte Verstellkräfte bei möglichst geringem Lagerpiel zu erreichen, gelingt hier durch die Kombination zweier für Hochtemperaturanwendungen geeigneter, aber inkompatibler Werkstoffe, wobei deren Schwindungsverhalten zueinander berücksichtigt wurde.

Konkret werden zunächst drei Lagerböcke aus einem PPA-CF30 gespritzt. Zur nachfolgenden Anspritzung des Grundkörpers aus einem PPS-GF30 bei annähernd gleicher Werkzeugtemperatur (150°C) setzt eine Roboterhand die Vorspritzlinge im Werkzeug um. Somit werden werkzeugfallend zueinander bewegliche Teile in einem Einstufenprozess hergestellt. Darüber hinaus findet eine serienbegleitende Leckageprüfung statt.

Um die Verstellbarkeit bei unterschiedlichen Temperaturen und über die Laufzeit gewährleisten zu können, hat Ros für die Lageböcke ein CF-verstärktes Material mit verbesserten tribologischen Eigenschaften ausgewählt. Das PPA, das dafür mit einer etwas höheren Masstemperatur verarbeitet wird, verbindet sich mit der zweiten Komponente (PPS) nicht stoffschlüssig. Dieses niedrigviskose Material neigt aber zur Gratbildung und birgt somit das Risiko von Überspritzungen. Durch den begrenzten Bauraum ergaben sich hier filigrane Werkzeugbereiche mit Tuschierfunktion und damit hohe Präzisionsanforderungen im Werkzeugbau.

Um die benötigte Oberflächenqualität und Präzision innerhalb der kugelförmigen Dichtfläche zu erreichen, wurde die Kavität hartgefräst. Im klassischen Erodierverfahren mit anschließendem Polieren waren die Anforderungen nicht zu erfüllen. Durch die hohe Präzision des Bauteils wird der Wirkungsgrad des Kühlungsmoduls und damit auch der CO₂-Ausstoß des Motors optimiert – ebenso Pluspunkte auf dem Nachhaltigkeitskonto wie die Tatsache, dass durch das Montagespritzgießen und den einteiligen Fertigungsprozess zusätzliche Arbeits- und Montageprozesse weggefallen sind. »



Die Schwierigkeit bei diesem Klappenmodul war die Integration von drei Lagerstellen bei geringem Bauraum ohne separaten Montageprozess. © Ros

Kunststoff Helmbrechts AG, Helmbrechts

Kapazitive Lenkradbedieneinheit

Verwendetes Material: PC, PC+ABS, IML-Folie aus PC

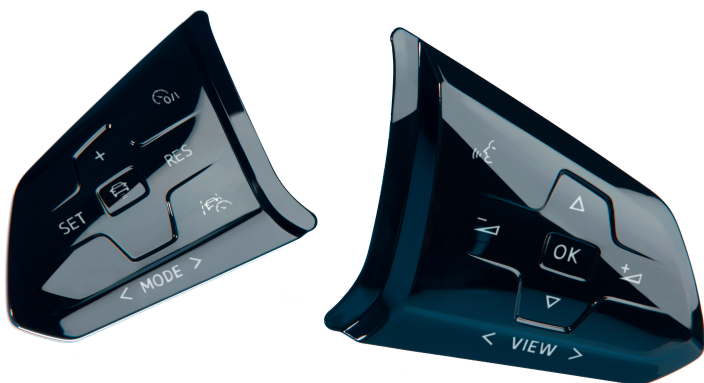
Fertigungsverfahren: Spritzgießen mit IML, Functional Foil Bonding

Hauptinnovation: Konzept für die kapazitive Bedienung eines Kunststoffbauteils mit gleichzeitiger Reduzierung der Teilezahl und der Modulkosten

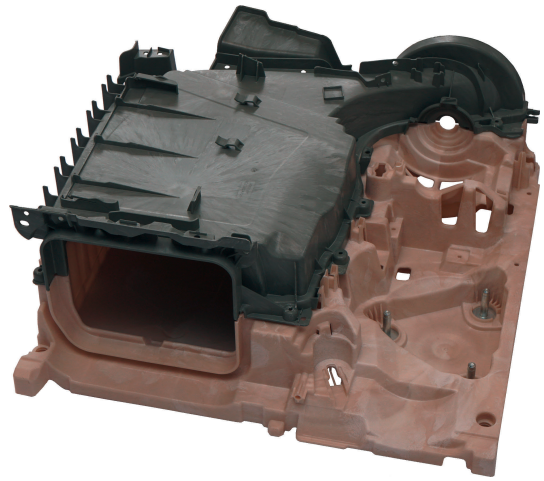
In zunehmendem Maße werden im automobilen Innenraum Bedienfunktionen ins Lenkrad verlagert. Allerdings ist der Bauraum in einem Lenkrad durch den Airbag und die zugehörige Technik stark eingeschränkt, das heißt, die Komplexität der Module steigt. Mit der vorliegenden Baugruppe wurde ein flaches und damit bauraumgerechtes Modul mit kapazitiver Bedienung umgesetzt und die Vielzahl der Tasten, Wippen und Rollräder durch ein einziges Bauteil substituiert. Im Vergleich zum Vorgängermodul konnten so zehn Spritzgießwerkzeuge, die zum Teil in 2K-Technik ausgeführt waren, durch ein einziges einfach aufgebautes Werkzeug ersetzt werden. Da eine Abstimmung einzelner Bauteile aufeinander entfällt, konnten die Projektierungszeit sowie die gesamten Investitionskosten für Werkzeuge deutlich reduziert werden.

In dieser Bedieneinheit hat Kunststoff Helmbrechts (KH) die neu patentierte Technik des Functional Foil Bonding (FFB), die bis dato nur in Demonstratoren getestet wurde, erstmals in einer Serienanwendung (VW ID3) eingesetzt. Für die Serienproduktion des Moduls hat KH eine besondere Fertigungslinie entwickelt. Sie ist in einem separaten Raum mit ESD-Schutz untergebracht und leistet vollautomatisch alle Prozessschritte. Zunächst wird auf einer Spritzgießmaschine von Arburg eine Dekorfolie im IML-Verfahren (In-Mold Labeling) hinterspritzt. Die IML-Folie ist auf der Oberseite beschichtet und besitzt eine Kratzfestigkeit und Chemikalienbeständigkeit entsprechend den Vorgaben der OEM.

Nach Prüfung des Bauteils mit „Piano Black“-Hochglanzoberfläche – diese ist ein wesentliches Designelement des gesamten Lenkrads – wird eine mit Leiterbahnen bedruckte und mit einem Schmelzkleber beschichtete Sensorfolie (Hersteller: PolyIC) in FFB-Technik, einem Prägeverfahren ähnlich dem Heißprägeprozess, auf die Rückseite des IML-Bauteils aufgebracht. Durch die Eigenschaften des Klebers und den gleichmäßigen Anpressdruck ist das Ergebnis des Fügeprozesses blasenfrei. Anschließend wird die Blende mit einem lichtabschottenden Gehäuse, einem Vibrationsmotor für die haptische Rückmeldung der Bedienung und der Gehäuserückseite per Ultraschall verschweißt.



Die Lenkradbedieneinheit zeichnet sich durch eine sensorische Benutzerführung aus. © Kunststoff Helmbrechts



Grundplatte (hell) und Deckel (schwarz) des Bodenmoduls für einen Wäschetrockner werden physikalisch geschäumt. © Miele

Durch die Verwendung einer semitransparent bedruckten IML-Folie aus Polycarbonat (PC) können einzelne Bereiche und damit deren Funktionen wahlweise (Black-Panel-Effekt) entweder mit Starten des Fahrzeugs eingeschaltet werden oder, je nach Buchungsumfang im Rahmen neuer Geschäftsmodelle der Fahrzeughersteller, durch temporäre Freischaltung einzelner Funktionen. Damit entfällt die Fertigung und Lieferlogistik von Modulen mit verschiedener Anzahl an Funktionen, da im Modul alle Funktionen ohne Mehraufwand integriert sind.

Zur Betätigung der einzelnen Funktionen wird das Berühren oder Wischen mit dem Finger kapazitiv ermittelt und ausgewertet. Da schwarze Siebdruckfarben in der Regel leitfähige Ruße enthalten, die eine kapazitive Auswertung verhindern, wurde hier zusammen mit dem Siebdruckfarbenhersteller eine schwarze, nicht leitfähige Farbe entwickelt. Damit die Finger auf der Bauteiloberfläche eine Orientierung haben, ohne den Blick des Fahrers abzulenken, wurden Vertiefungen und erhabene Führungslinien eingebracht.

In der Zwischenzeit wird das Modul in weiteren Baureihen des OEM verwendet und die Technik ist für weitere Bedienmodule im Fahrzeuginnenraum wie zum Beispiel den Fensterheber vorgesehen.

Miele & Cie. KG, Gütersloh/Warendorf

Zweiteiliges Bodenmodul eines Wäschetrockners

Verwendetes Material: PP-T40 + Metalleinleger / rPP-T40 + TPV

Fertigungsverfahren: Spritzgießen

Hauptinnovation: Kombination des thermoplastischen Schaumspritzgießens in einem Bauteil mit hoher Funktionsintegration

Das rund 2,5 kg schwere Bodenmodul mit Abmessungen von 571,5 x 556,7 x 169 mm trägt und positioniert wesentliche Bauteile eines Wäschetrockners wie Antrieb, Pumpe, Kompressor, Wärmetauscher, Gerätefüße und Verkleidung und muss die gesamte statische und dynamische Last des Trockners aufnehmen. Daneben besitzt es Konturen, an denen die Dichtung des zugehörigen Deckels (0,88 kg; 485,9 x 557,4 x 132,9 mm) anliegt. Eine zweite wesentliche Herausforderung besteht darin, dass das Bodenmodul die Toleranzen des gesamten Geräts bis hin zur Schalterblende bestimmt. Daher liegen die geforderten Toleranzen in einem Bereich, der sich durch einen klassischen Spritzgießprozess (Kompaktspritzgießen) nicht mehr wirtschaft-

lich einhalten lässt. Das war mit ein Grund, dieses Bauteil mit einem physikalischen Schaumspritzgießprozess (MuCell-Verfahren) auszuführen.

Das physikalische Schäumen für ein mechanisch hochbelastetes Strukturbauteil mit sehr engen Toleranzen zu qualifizieren, verlangte einen weit überproportionalen Aufwand bei der Artikel- und der Werkzeugkonstruktion. Hier musste Miele darauf achten, dass die mechanischen Belastungen bei Einhaltung der Toleranzen nicht zum Versagen des Bauteils bei den Lebensdauertests führen. Zugleich galt es, kritische Materialanhäufungen und Hotspots in der komplexen Bauteilgeometrie zu vermeiden. Diese hätten sonst – gerade in Verbindung mit dem physikalischen Schäumen – zu Zykluszeitverlusten geführt. Priorität bei der Werkzeugkonstruktion, die unter anderem eine aufwendige Schieberkinematik und Ausdreherkerne integrieren musste, hatte eine sehr gute und gleichmäßige Werkzeugwandkühlung.

Um die CO₂-Bilanz zu verbessern, sollte durch das Schäumen der Einsatz von Neuware reduziert werden. Dabei wurde die zu Projektbeginn ausgegebene Zielmarke, ein um 20% geringerer Materialeinsatz im Vergleich zum Vorgängermodell, mehr als erfüllt. Allein auf den Schäumprozess entfällt ein Anteil von etwas unter 10%. Die restlichen Materialeinsparungen wurden durch eine schäumgerechte Artikelkonstruktion und eine hohe Funktionsintegration erreicht. So betragen die Wanddicken im Bodenmodul in mechanisch gering belasteten Bereichen 2 mm, in höher belasteten Bereichen ca. 2,6 mm (in Rippenbereichen sind die Wanddicken wegen Entformungsschrägen höher). Die Wanddicken beim kompakten Vorgängermodul lagen hingegen durchgehend bei 2,5 mm und mehr.

Die Grundplatte des Bodenmoduls wird auf einer Spritzgießmaschine von KraussMaffei mit 10000 kN Schließkraft und MuCell-Aggregat aus einem mit 40% Talkum verstärkten PP hergestellt, wobei zugleich drei Metallachsen umspritzt werden, die zur Aufnahme des Kompressors dienen. Der Deckel entsteht parallel auf einer 2K-Spritzgießmaschine von Engel mit 9000 kN Schließkraft, die mit einem Drehteller und ebenfalls einem MuCell-Aggregat ausgestattet ist. Die Hauptkomponente ist ein talkumverstärktes PP-Rezyklat, als zweite Komponente wird eine Dichtung aus einem vernetzten thermoplastischen Elastomer (TPV) zykluszeitneutral angespritzt.

G. A. Röders GmbH & Co. KG, Soltau

Bypassventil für Bi-Turbolader

Verwendetes Material: PPA-GF45

Fertigungsverfahren: Spritzgießen, Warmeinbetten, Montage

Hauptinnovation: Ersatz einer Druckgusslösung durch Einsatz eines nachvernetzenden Hochtemperaturmaterials

Die Baugruppe besteht aus einem Ventilstößel und einem Ventilteller aus Kunststoff, die zusammen mit einer Feder, einem O-Ring und einem Sicherungsring zur Ventilbaugruppe für Turbolader montiert werden. Das Gewinnerprodukt, hergestellt aus einem mit 45% Glasfasern verstärkten PPA (Typ: Amodel A-4145 HH; Hersteller: Solvay), ersetzt eine baugleiche Variante aus Aluminium-Druckguss. Die Dauereinsatztemperatur des Leichtbauventils beträgt über 200°C, deshalb wird ein nachvernetzendes PPA eingesetzt, bei dem bei Temperaturen über

180°C der Vernetzungsprozess einsetzt. Außerdem wohnt dem Material ein sogenannter Shielding-Effekt inne, das heißt, beim Erhitzen über 200°C zersetzt sich die äußerste Schicht und bildet eine dichte, schützende Oberfläche.

Diese Eigenschaften erschweren zugleich den Herstellprozess, denn: Die Verweilzeit des PPA im Plastifizierzylinder der Spritzgießmaschine (1300 kN Schließkraft) ist stark eingeschränkt, weil bei jeder Störung sofort der Vernetzungsprozess in der Schnecke einsetzt. Das Gleiche gilt beim Anfahren, da das PPA beim Aufheizen ebenfalls vernetzt.

Den Ventilstößel produziert Röders in einer automatischen Fertigungszelle. Nachdem eine Stange vereinzelt, ausgerichtet und einem Greifer zugeführt wurde, legt ein Roboter sie in das Spritzgießwerkzeug ein. Die Stange wird umspritzt und das Kunststoff-Metall-Hybridteil anschließend in einem zum Patent angemeldeten Verfahren so modifiziert, dass es auch bei hohen Einsatztemperaturen stabil ist. Der Ventilteller wird ebenfalls vollautomatisch hergestellt. In der entsprechenden Fertigungszelle werden zwei Gleitbuchsen vereinzelt, von einem Greifer aufgenommen und in das Werkzeug eingelegt. Nach Umspritzen und Entformung legt der Roboter das Formteil auf ein Förderband. Durch die Automatisierung wird ein unbeabsichtigtes Vernetzen des PPA im Zylinder vermieden, weil der Prozess zum einen gleichmäßiger abläuft und zum anderen schneller als bei manueller Bestückung.

Die halbautomatische Montage der beiden Komponenten läuft so ab: Nachdem ein O-Ring automatisch auf den Ventilstößel aufgezogen wurde, legt ein Mitarbeiter diesen zusammen mit dem Ventilteller, den händisch vereinzeltten Federn und dem Sicherungsring in die Montagevorrichtung ein. Der Montage folgt eine automatische Funktionsprüfung, mit der der Öffnungsdruck des Ventils überwacht wird.



Ventilteller und Stößel werden in einem halbautomatischen Montageprozess zum fertigen Bypassventil zusammengebaut. © Röders

Huber Kunststoff & Technik GmbH, Wiedergeltingen

Leuchtenhalterung für eine Feuerwehrdrehleiter

Verwendetes Material: ASA (Ausgangsmaterial 5 mm), PMMA (4 mm), TPU

Fertigungsverfahren: Tiefziehen, Warmumbiegeverfahren, CNC-Fräsen

Hauptinnovation: Experimentelles Herausfinden der richtigen Shorehärte für ein aufsteckbares Gummiprofil und Erhöhung der Steifigkeit eines Wartungsdeckels

Für die ausgezeichnete Baugruppe hat Huber eine montagefreundliche Lösung entwickelt, um ein Vakuum-Tiefziehteil aus ASA und ein 3D-Biegeteil aus PMMA XT Resist 75 absolut dicht miteinander zu verkleben. Die beiden aneinander gefügten Teile bilden den Abschluss am Heck eines Feuerwehrdrehleiterfahrzeugs. In die hiermit hergestellte Signalleuchte mit den »



Acht LED-Leuchten am Heckträger eines Feuerwehrfahrzeugs machen die Gefahrensituation unübersehbar. © Huber Kunststoff & Technik

Maßen 2080 x 140 x 95 mm kann der Kunde selbst, je nach Bedarf, bis zu acht LED-Blitzer einbauen.

Die besondere Herausforderung war hier, einen dauerhaften Feuchtigkeitseintritt zu verhindern, der die Signalleuchte von innen beschlagen lassen würde. Hierzu hat Huber im haus-eigenen Technikum einige Szenarien getestet, wie zum Beispiel Druck- und Unterwasserprüfungen bis zu 1 m Wassertiefe. Als optimale Lösung, um eine Dichtigkeit der geschraubten Wartungskappen zu gewährleisten, entwickelte der Kunststoffspezialist eigens für diese Baugruppe ein passendes TPU-Formteil. Ausschlaggebend hierbei waren die Bauteilgeometrie und die Shorehärte sowie die Kontur des Gummiprofils.

Um eine hohe Transparenz der 4 mm dicken PMMA-Oberfläche für dieses Bauteil zu erzielen, wurde in diesem Fall das 3D-Biegeverfahren angestrebt. Der basaltgraue ASA-Träger hingegen musste aufgrund der Geometrie im Thermoforming-Verfahren hergestellt werden. Diese beiden Materialien wurden nach Kundenanforderungen mit Bedacht vom Hersteller ausgewählt: einerseits das PMMA, da mögliche Kratzer entfernt werden können; und andererseits das ASA in der im geforderten RAL-Ton durchgefärbten Variante, um die Lackierung zu sparen.

Die Verklebung der beiden Formteile definierte Huber mit einem Abstand von 2,5 mm, um den Scherkräften der beiden Materialien entgegenzuwirken. Als Kleber wird ein 1K-Polyurethankleber verwendet. Nach Abschluss der Endfertigung befestigt der Kunde die fertige Baugruppe mit fünf sogenannten bigHeads am Fahrzeugheck. Die Positionen der Verbindungselemente wurden vorab beim ASA-Träger nach CAD-Daten in Form von Taschen gefräst. Die gemäß CAD gefrästen Klebeflächen für die bigHeads gewährleisten die richtige Lage in x/y/z. Somit ist die Anbausituation für den Kunden denkbar einfach und prozesssicher.

kungs-, Anschraub- und Einrastfunktionen übernehmen – maßgenau zu verheiraten. Die Designlinien auf der Sichtseite, die abschließend beim Kunden von Hand mit einer 0,7 mm dicken Haut beledert wird, waren dabei im Lastenheft festgeschrieben. Die dafür benötigten „Nahtgräben“ musste Huber fertigungstechnisch realisieren.

Das Hauptträgerteil wird aus ABS+PC (Typ: Bayblend) auf einer dafür ausgelegten Vakuum-Tiefziehmaschine gefertigt. Da das Halbzeug, eine 4,5 mm dicke Platte, beim Thermoformen nur eine werkzeugzugewandte Seite hat – aus ihr wird die Sichtseite geformt –, ist die Struktur der Gegenseite der Verstreckung geschuldet. Die Teilungen und Hinterschnitte wurden deshalb so angebracht, dass eine möglichst gleiche Materialverteilung möglich ist. Ein Oberstempel hilft dabei, die gewünschte Dicke zu erzielen. Auch die Fertigung der von anderen Herstellern zugelieferten Spritzgussteile musste bei der Auslegung der Teilung schon berücksichtigt werden. Besondere Sorgfalt erforderte zudem die Auslegung der Werkzeugkühlung und der Umformwerkzeuge (Losteile). Losteile werden zum Entformen von Hinterschnitten eingesetzt, mit dem Tiefziehteil aus dem Werkzeug entnommen und anschließend darin wieder eingelegt.

In das Hauptträgerteil werden nicht nur drei große strukturelle Öffnungen gefräst, sondern auch mehrere Zentriertaschen, damit zwei mit Rasthaken konstruierte Retainer (eine Art Verstärkungsteile) an den gewünschten Positionen in x/y/z-Richtung prozesssicher platziert werden können. Wenn die Retainer mit dem Träger verklebt werden, müssen die Klebelehren die Gutseite am Träger und die Material-Toleranzseite von den weiteren Bauteilen (Retainer und Spritzgussteile) ausgleichen können.

Der OEM stellt hohe Anforderungen an die Optik und Maßhaltigkeit im verklebten Zustand. Dafür, dass beim Verbinden der kleineren Teile mit der großen Blende keine Fehler passieren, sorgen auf dem Schlüssel-Schloss-Prinzip basierende Montageelemente. Jede Anbauposition hat eine eigene Geometrie und ist mit verschiedenen Anklebeflächen versehen, sodass kein Dom oder Klipp in eine andere als die dafür vorgesehene (gefräste) Positionstasche geklebt werden kann. Dieses Vorgehen, das Montagefehler ausschließt, wird mit dem japanischen Ausdruck Poka Yoke beschrieben. ■

Zusammenstellung: Dr. Clemens Doriát, Redaktion

Huber Kunststoff & Technik GmbH, Wiedergeltingen

Trennwand einer Luxuslimousine

Verwendetes Material: ABS+PC

Fertigungsverfahren: Vakuum-Tiefziehen, CNC-Fräsen und Montage

Hauptinnovation: Gefräste Zentriertaschen im Hauptträger, mit angezogenen Rasthaken am Retainer auf exakte Höhe, Breite und Tiefe positioniert

Um die Trennwand zwischen Fahrer und Fond einer Luxuslimousine herzustellen, gilt es eine Vielzahl verschiedener Bauteile – sowohl Tiefzieh- als auch Spritzguss- und Metallteile, die unterschiedliche Funktionen wie zum Beispiel Verstär-



Der Träger wird mit mehreren Anbauteilen verklebt und montiert und auf der (im Bild abgewandten) Sichtseite schließlich beledert.

© Huber Kunststoff & Technik