

In wenigen Schritten zum Wunschgewicht

KraussMaffei-Kunde Takata reduziert Bauteilgewicht von 560 auf 275 Gramm

Das von KraussMaffei entwickelte FiberForm-Verfahren kombiniert das Thermoformen von Organoblechen und das Spritzgießen in einem Prozess. Das Ergebnis sind besonders leichte und zugleich mit einem hohen Festigkeitsniveau versehene faserverstärkte Kunststoffbauteile, die vor allem im Fahrzeugbau eingesetzt werden. Zusammen mit dem Automobilzulieferer Takata hat KraussMaffei das Verfahren bei der Fertigung eines Airbag-Gehäuses weiterentwickelt und damit das Bauteilgewicht auf die Hälfte reduziert.

Bauteile aus Faserverbundwerkstoffen entsprechen dem Trend unserer Zeit. Sie bieten eine hohe Festigkeit bei äußerst geringem Gewicht und damit Vorzüge, die im Fahrzeugbau immer stärker gefragt sind. Im Hinblick auf die genannten Anforderungen ist das Spritzgießen thermoplastischer Kunststoffe besonders geeignet, weil es eine hohe Gestaltungsfreiheit, kurze Zykluszeiten sowie die Implementierung von Endlosfaserstrukturen und metallischen Inserts ermöglicht.

„FiberForm“ bezeichnet das Thermoformen und Hinterspritzen von Organoblechen, also plattenförmigen Halbzeugen mit Endlosfasern aus Glas, Kohlenstoff oder Aramid, die in eine thermoplastische Matrix, etwa aus Polyamid (PA) oder Polypropylen (PP), eingebettet sind. Im Prozess werden diese Halbzeuge zunächst aufgeheizt, im Spritzgießwerkzeug umgeformt und anschließend mit einem ebenfalls faserverstärkten Kunststoff hinterspritzt. Verglichen mit Bauteilen, die rein aus kurzfaserverstärktem Spritzgießmaterial bestehen, verfügen Teile mit integrierten Organoblechen über deutlich bessere mechanische Eigenschaften.

Erster Entwicklungsschritt: Übergang zum Organoblech

In einem gemeinsamen Projektteam optimierten die Takata AG, Aschaffenburg, und die KraussMaffei Technologies GmbH, München, innerhalb eines Jahres

ein Airbag-Gehäuse, das neben dem gefalteten Luftsack auch den Gasgenerator beherbergt. Bei Unfällen muss es der Explosion und dem Druck beim Aufblasen des Airbags standhalten, weshalb im



Noch mehr Leichtigkeit mit faserverstärkten Thermoplasten: Das von Takata mit dem FiberForm-Verfahren gefertigte Airbag-Gehäuse

(© KraussMaffei)

Kompaktspritzgießen hergestellte Teile Wanddicken von bis zu 3 mm benötigen. Nach drei Entwicklungsschritten liegt man nun bei 0,5 bis 1 mm – und einer Gewichtsreduktion um knapp 51%.

Den Ausgangspunkt bildete ein kompakt in Serie hergestelltes Referenzbauteil aus PA6 mit 40% Kurzglasfaserverstärkung und einem Teilegewicht von 560 g. Im ersten Schritt setzten die Ingenieure 2014 ein Organoblech mit Polyamidmatrix und Glasfaserverstärkung ein. Bereits hierdurch verringerte sich das Gewicht auf 330 g.

Beim damaligen Anlagenkonzept, das auf der NPE im März 2015 präsentiert wurde, handhabte ein Linearroboter mit

Standardkonfiguration (Typ: LRX-150) das Organoblech über den gesamten Prozess: von der Aufnahme aus dem Magazin, über das Einlegen in eine Zentrierstation und nachfolgend den Infrarotofen

bis zur Positionierung im Werkzeug. Die Produktion der Airbag-Gehäuse erfolgte freifallend, denn den Organoblech-Einlegeprozess und die Bauteilentnahme zu kombinieren, hätte relativ komplexe und schwere Greifer erfordert. Außerdem hätte sich die Zykluszeit verlängert, weil beide Aufgaben von einem Linearroboter hätten übernommen werden müssen.

Zweiter Schritt: Umstellung auf langfaserverstärktes Polypropylen

Unmittelbar nach der NPE folgte der nächste Entwicklungsschritt. Das Projektteam wechselte sowohl beim Organoblech als auch beim Spritzgießmaterial

von Polyamid auf Polypropylen, wählte eine Langglasfaser- statt der bisher verwendeten Kurzglasfaserverstärkung und konnte den Faseranteil so auf 30% verringern. Die Waage zeigte nun ein Gewicht von 275 g – eine weitere Ersparnis von 55 g.

Zudem veränderte das Projektteam das komplette Layout der Fertigungszelle. Betrachtet man den heutigen, auf der Fakuma im Oktober 2015 vorgestellten Produktionsablauf für das Airbag-Gehäuse, so fällt auf, dass zwei LRX-350-Linearroboter im Einsatz sind, die etwas tun, was man auf den ersten Blick für umständlich halten könnte: Sie übergeben einander das Organoblech. Tatsächlich können dadurch nun mehrere Prozessschritte parallel ablaufen. Zum einen erlaubt diese Konstellation die Bauteilentnahme unter Einhaltung einer kurzen Zykluszeit. Zum anderen ermöglicht sie die Integration eines Wiegeprozesses (zur Kontrolle der Schussgewichtskonstanz) und die geordnete Ablage der Teile auf einem Förderband. Die Waage wie auch das Förderband sind hierbei platzsparend in die Standard-Schutzeinhausung der Spritzgießmaschine CX 300 integriert.

Roboter 1 greift das mithilfe einer Vorrichtung direkt zentrierte Organoblech auf und übergibt es Roboter 2, der es der Infrarotheizstation zuführt. Danach fährt Roboter 1 in Warteposition für die Bauteilentnahme. Mit Beendigung des Spritzgießzyklus entnimmt Roboter 1 das fertige Gehäuse, legt es zur Gewichtskontrolle auf die Waage, danach auf das Förderband und hebt das nächste Halbzeug an. Parallel hierzu transferiert Roboter 2 das biegeschlaffe Organoblech nach dem Aufheizprozess in das Spritzgießwerkzeug, in dem es durch zwei pneumatisch betätigte Klemmstifte fixiert wird. Das Werkzeug befindet sich zu diesem Zeitpunkt bereits auf einer Zwischenposition, um kurze Transferzeiten erzielen zu können.

Das Handling des im Infrarotofen auf etwa 180°C erwärmten Organoblechs stellt eine Herausforderung dar. Damit es beim anschließenden Umformprozess nicht zum Bruch der Fasern kommt, muss die Kerntemperatur über der Erweichungstemperatur des Matrixmaterials liegen. Dies erfordert eine möglichst kurze Transferzeit von der IR-Heizstation bis zur Positionierung im Werkzeug. Klemmgreifer führen – so sie unbeheizt sind – zur partiellen Wärmeabfuhr und können deshalb nur an Stellen eingesetzt werden, die später



Parallele Prozessschritte: Mit zwei Linearrobotern auf einer gemeinsamen Z-Achse sind die Entnahme des Bauteils und das Einlegen des Organoblechs voneinander entkoppelt (© KraussMaffei)

im Werkzeug nicht umgeformt werden müssen.

Dank der mechanischen Kopplung der beiden Linearroboter auf einer gemeinsamen Z-Achse und eines Längsausstrags für die fertigen Teile verringerte sich die für die Anlage benötigte Stellfläche gegenüber der NPE-Version um 25%. Sechs statt fünf Maschinen auf gleicher Fläche, wenn man den Abstand zwischen zwei Maschinen mit berücksichtigt: Die Produktivität einer Halle steigt deutlich an. Der gesamte Herstellprozess wurde räumlich und steuerungstechnisch vollständig integriert. Alles findet in der Standard-Schutzeinhausung der CX 300 sowie innerhalb der MC6-Maschinensteuerung statt, die nun sowohl die Waage zur Prüfung des Schussgewichts als auch den Infrarotofen mitbedient.

Sensibler Aufheizprozess

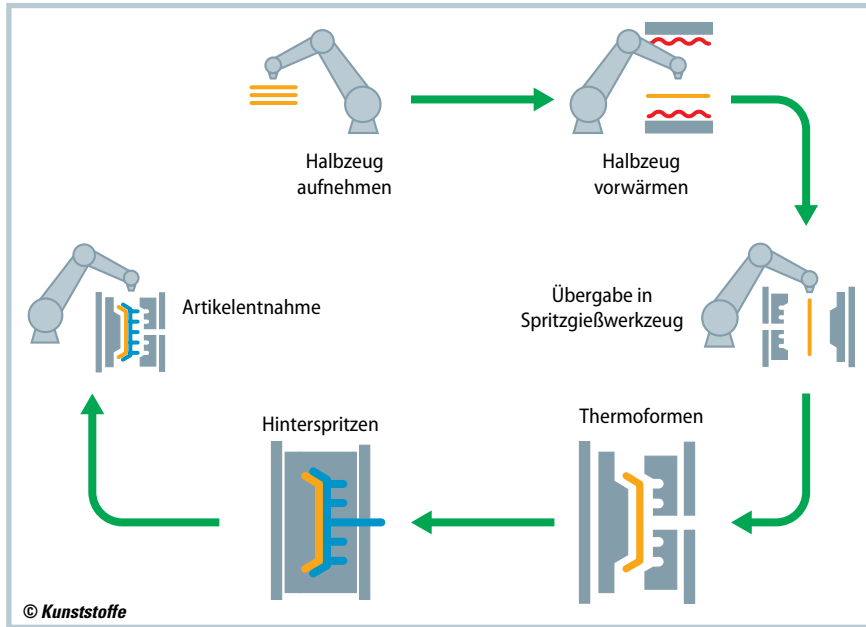
Der Aufheizvorgang ist ein essenzieller Schritt in diesem Prozessablauf. Gegenüber Umluftanlagen ist die Aufheizzeit per Infrarot deutlich kürzer, allerdings bleibt die Regelung der leistungsstarken Strahler oft kritisch, denn ein Überhitzen der Halbzeug-Oberfläche und die daraus resultierende thermische Degradation der Matrix führen zu Ausschussteilen. Abhängig von der Materialdicke dauert der Aufheizprozess ca. 15 bis 60 s. Er gliedert sich in die Zeit, welche die Oberfläche braucht, um auf Solltemperatur zu kommen, und die sogenannte Durchwärmzeit, bis auch der Kern des Materials diese Temperatur erreicht.

Mit der Steuerung MC6 kann der Einrichter jeden einzelnen Heizvorgang be-



Kompakte Produktionszelle: In der Schutzeinhausung der Spritzgießmaschine CX 300 sind die Logistik für die Bereitstellung des Organoblechs, Waage und Förderband integriert (© KraussMaffei)

obachten und kontrollieren, ohne sich von der Maschinensteuerung entfernen zu müssen. Zusätzlich werden die wesentlichen Parameter beim Aufheizen ebenso wie die Spritzgießparameter lückenlos in den Ist-Werten dokumentiert. Damit kann der Herstellprozess transparent nachvollzogen werden, was besonders bei sicherheitsrelevanten Bauteilen wichtig ist. Mit Toleranzbändern, die für Parameter wie die Aufheizzeit festgelegt werden, lässt sich schon während der Produktion eine Unterscheidung in Gut- und Schlechteile vornehmen. Damit ist auch mit einem Infrarotofen die zuverlässige Erwärmung von Organoblech-Zuschnitten gewährleistet. »



Das FiberForm-Verfahren gliedert sich in sechs elementare Prozessschritte (Quelle: KraussMaffei)

Die Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Jochen Mitzler ist Leiter des strategischen Produktmanagements der KraussMaffei Technologies GmbH, München;

Jochen.Mitzler@kraussmaffei.com

Dipl.-Ing. (TU) Stefan Fenske ist Produkt- und Technologiemanager FiberForm bei KraussMaffei;

Stefan.Fenske@kraussmaffei.com

Dank

Der besondere Dank von KraussMaffei gilt den an diesem Projekt beteiligten Firmen:

- Takata AG, Aschaffenburg
- Christian Karl Siebenwurst GmbH & Co. KG, Dietfurt
- Borealis Polyolefine GmbH, Linz/Österreich
- Bond-Laminates GmbH, Brilon
- Motan-Colortronic GmbH, Isny
- Oni Temperiertechnik Rhytemper GmbH, Großröhrsdorf

Service

Digitalversion

- » Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/1304828

English Version

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

Dritter Schritt: Materialmischung zum Kosten sparen

Durch die Umgestaltung des Bauteils und die Optimierung des Anlagenkonzepts waren beim Airbag-Gehäuse konstruktiv alle Möglichkeiten der Einsparung ausgeschöpft – allerdings noch nicht beim Material: Hier lautete die letzte Zielvorgabe eine weitere Kostensenkung. PP-Langfasergranulate sind – fast unabhängig vom Faseranteil – rund 30% teurer als unverstärkte PP-Granulate und das bedeutet: Selber mischen spart Geld. Benötigt man wie beim Airbag-Gehäuse einen Langfasergehalt von 30%, bietet es sich an, zu gleichen Teilen ein hochkonzentriertes PP-Granulat mit einem LGF-Anteil von 60% und ein PP-Verdünnungspolymer zu verwenden.

Allein dadurch lassen sich 10 bis 15% Materialkosten einsparen, hinzu kommt ein Gewinn an Flexibilität. Kunststoffverarbeiter können den Fasergehalt an individuelle Erfordernisse anpassen sowie eigene Rezepturen entwickeln. Voraussetzung dafür sind eine präzise Zuführung und Dosierung, um Gewichts- und Homogenitätsschwankungen und damit fehlerhafte Teile zu vermeiden.

KraussMaffei nutzte sein Wissen aus der Kunststoffextrusion und entwickelte, gemeinsam mit Motan-Colortronic, eine integrierte Lösung mit speziellen Dosiermodulen, die erstmals im diskontinuierlichen Spritzgießverfahren zum Einsatz

kamen. Sie dosieren das PP-LGF60-Granulat und das Verdünnungspolymer zu gleichen Teilen und minimal unterfüttert in die Plastifiziereinheit, wo sie gemischt und aufbereitet werden. Auf diese Weise umgeht man Entmischungseffekte, die aufträten, würden die beiden Materialien trocken vermengt.

Aufgrund der komplexen Rieseleigenschaften erfordert insbesondere die Dosierung des Hochkonzentrats ein besonderes Förderkonzept. Durch den Einsatz des Motan-Walkwand-Dosierers C-Flex M kann für diesen Granulattyp ein konstanter Massestrom gewährleistet werden. Im Vergleich zu konventionellen Mischkonzepten ließen sich die Schwankungen bei der Einstellung des Fasergehalts so deutlich reduzieren. Aktuelle Messungen zufolge liegen sie in einer Größenordnung, die den Chargenschwankungen der Materialhersteller entspricht.

Kein Wunder also, dass Udo Gaumann, Manager Core Engineering Materials bei Takata, das gesamte Projekt mit der Umgestaltung des Bauteils und dem Einsatz von Langfasergranulaten positiv bewertet: „In Kombination mit dem großen Leichtbaupotenzial des FiberForm-Verfahrens rentiert sich die Investition sehr schnell und kann somit als kostengünstige Leichtbaulösung betrachtet werden.“

Garantierte Gewichtskonstanz

Der FiberForm-Prozess mit seinem zwar leicht zu steuernden, aber inhaltlich komplexen Ablauf aus Aufheizen des Organoblechs und Hinterspritzen mit faserverstärktem Kunststoff profitiert in besonderem Maße auch von einer weiteren Entwicklung von KraussMaffei: Adaptive Process Control (APC). Diese Maschinenfunktion gleicht Schwankungen im Spritzgießprozess, wie sie durch Chargenwechsel oder Abweichungen im Aufheizprozess des Organoblechs entstehen können, aus, indem über eine Online-Messung der Schmelzeviskosität der Umschaltzeitpunkt von Einspritzdruck zu Nachdruckphase an jeden einzelnen Schuss angepasst, also ständig verändert wird. Das Ergebnis sind extrem gewichtskonstante Teile. Da die Nachfrage nach gewichtsreduzierten faserverstärkten Bauteilen vor allem im automobilen Bereich konstant zunimmt, werden sich sicher noch viele Gelegenheiten für den Einsatz dieses Lösungspakets ergeben. ■