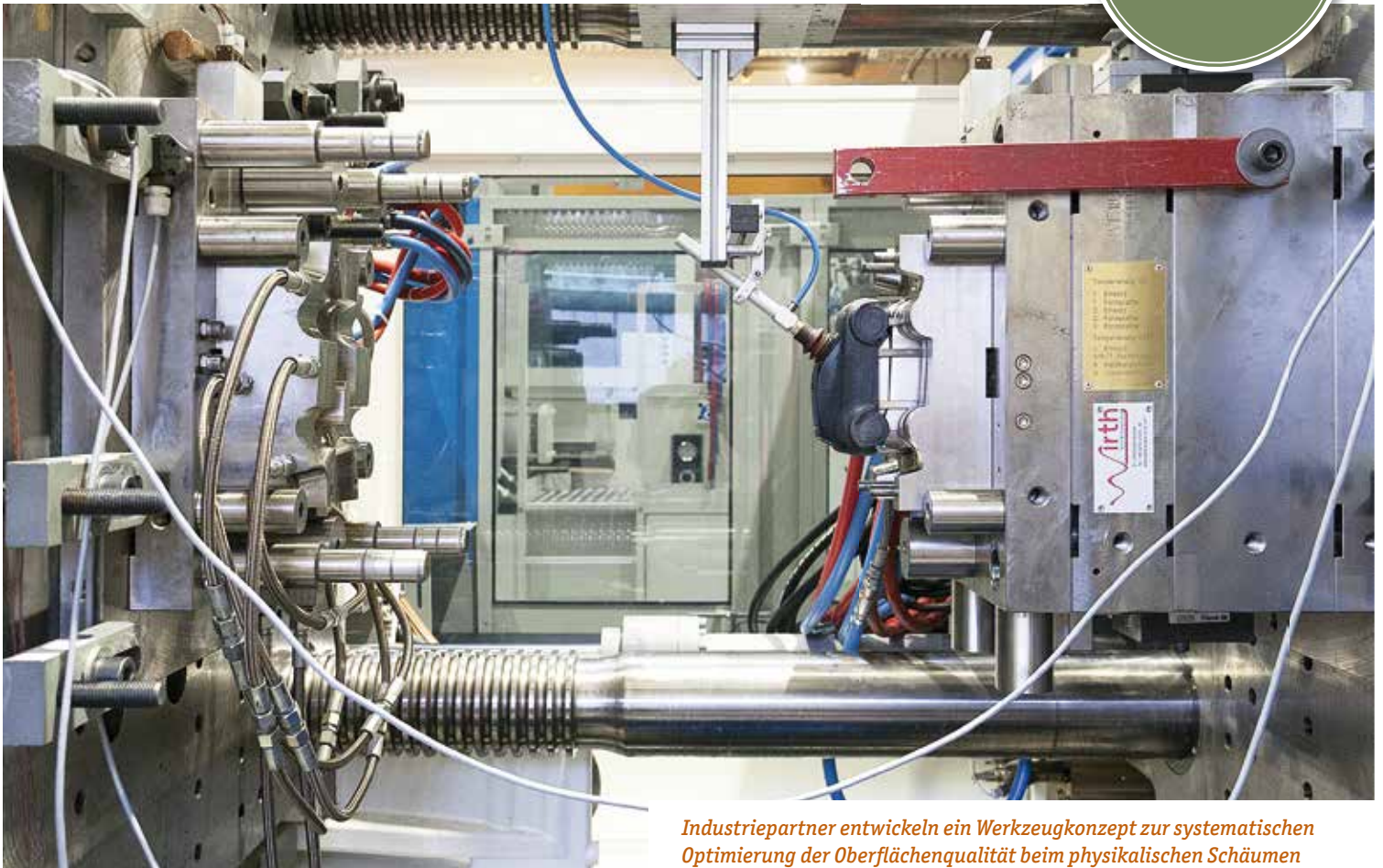


K-PROFI

SONDER-
DRUCK



Industriepartner entwickeln ein Werkzeugkonzept zur systematischen Optimierung der Oberflächenqualität beim physikalischen Schäumen

Von der Narbung bis zum Hochglanz



Von der Narbung bis zum Hochglanz

Industriepartner entwickeln ein Werkzeugkonzept zur systematischen Optimierung der Oberflächenqualität beim physikalischen Schäumen

Physikalisches Schäumen kann die Qualität von Kunststoff-Spritzgussteilen steigern und ihr Gewicht drücken. Die Viskositätsabsenkung reduziert die notwendigen Innendrucke und Schließkräfte. Schwachstelle ist bislang die Darstellung von Top-Oberflächen. Mehrere Industriepartner verfolgen das Ziel, mit einer geeigneten Werkzeug- und Temperiertechnik für das physikalische Schäumen unterschiedliche Oberflächen aus möglichst vielen Kunststoffen herzustellen. Sie haben ein Werkzeug konzipiert, dessen thermischen Bauraum reduziert, eine dreidimensionale variotherme Temperierung etabliert und die Zykluszeiten unter eine Minute gedrückt. Parametervariationen und alle denkbaren Flüssigkeits-Temperierstrategien sollen jetzt alle Oberflächenanforderungen mit möglichst vielen verschiedenen Kunststoffen darstellbar machen – bei möglichst geringem Energiebedarf. K-PROFI besuchte eine Projektbesprechung im Technikum der Wirth Werkzeugbau GmbH in Helmrechts und fragte die Protagonisten nach dem aktuellen Stand.



Der Schnitt durch einen generativ erzeugten Werkzeugeinsatz zeigt die konturnahе Temperierung und den reduzierten Rückraum.

Text: Dipl.-Ing. Markus Lüling, Chefredakteur K-PROFI

„Die ideale Vorstellung ist die Steuerung des Spritzgießprozesses über die Werkzeugwandtemperatur“, erklärt Joachim Hannebaum, „aber leider gibt es keine masselose Werkzeugwand mit einstellbarer Wärmeleitfähigkeit, mit der ich die Temperatur dem Prozess anpassen kann“, bedauert er. „Ziel wäre, in der Füllphase die Wandtemperatur möglichst hoch zu wählen, und wenn eine Randschicht definiert ausgebildet hat, massiv Wärme abzuführen. Dabei hilft, den thermischen Bauraum in der Masse zu reduzieren und die Kühlung sehr konturnah zu gestalten“, zeigt der Inhaber des gleichnamigen Ingenieurbüros aus Aalen den Lösungsweg auf. „Das Schäumen hat den Vorteil geringerer Innendrucke. Damit brauche ich nur einen Bruchteil der mechanischen Festigkeit des Werkzeugs und gewinne Freiheiten im Rückraum“, berichtet Joachim Hannebaum.

Mit dieser Prämisse definierten Hannebaum und Partner eine Reihe von Projektanforderungen. So sollte das Werkzeug konstante Teilequalität mit minimalstem Verzug herstellen. Dazu wurden flinke, störunanfällige Werkzeuge und Einsätze gesucht, die eine Minimierung der thermischen Masse durch Rückraumreduzierung ermöglichen und ein hinsichtlich Gestaltung und thermischer Trennung optimiertes Heißkanalsystem aufnehmen. Weiter sollte die Hochtemperatur-High-Flow-Wechseltemperierung korrosions- und ablagerungsfrei arbeiten, Werkzeugwandtemperaturen bis zu 190 °C und Temperaturdifferenzen von bis zu 100 °C darstellen. Eine Datenerfassung soll die Werkzeugwandtemperaturen mitschreiben, alle Prozessdaten aufnehmen und den Gesamt-Energieverbrauch der Fertigungszelle ermitteln. Insgesamt soll das System einen geringen Instandhaltungsaufwand sowie eine minimale Umweltbelastung verursachen.

2015 überlegte Joachim Hannebaum, welche Partner aus Lasergenerierung, Temperiertechnik und Werkzeugbau notwendig wären, um ein solches Projekt anzugehen. Er stieß auf die Wirth Werk-

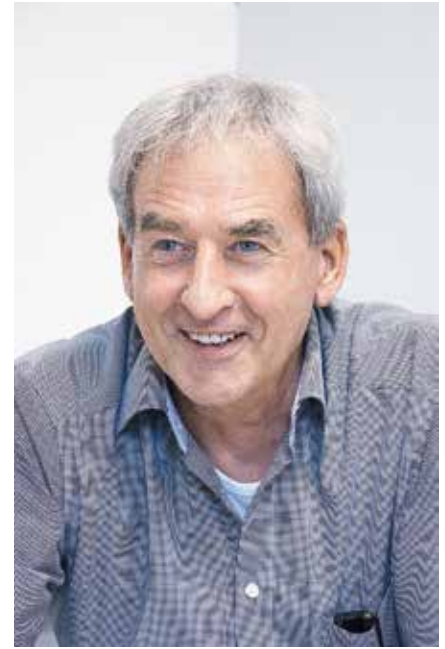
Das Musterformteil mit der Kontur eines Pkw besitzt Wanddicken zwischen 1 und 4 mm sowie Oberflächen zwischen Hochglanz und tiefen Konturen, die sich zur Beurteilung der Oberflächenabformung beim Spritzgießen eignen.



Werner Wirth, Geschäftsführender Gesellschafter der Wirth Werkzeugbau GmbH.



Hans G. Kammermeier, Leiter Technologie, Entwicklung und Marketing bei Wirth.



Joachim Hannebaum, Geschäftsführer des Ingenieurbüro Hannebaum.

zeugbau GmbH in Helmbrechts, „einen Werkzeugbau mit fünf Jahren Mucell-Erfahrung und mit einem richtig guten Technikum hinten dran.“ Letztlich wurde die Innovationsgruppe „Zukunft Spritzguss“ gegründet, und das Kern-Projektteam besteht neben Hannebaum (verantwortlich für Innovation, Projektleitung, Simulation) und Wirth (Entwicklung, Konstruktion, Simulation, Technikum) aus der Trexel GmbH in Wiehl (Mucell-Technologie, Technikum), der E. Braun GmbH in Kammerstein (Temperier- und Prüftechnik) und der bkl-lasertechnik in Rödental (Lasergenerierung und -strukturierung). Unterstützung leisteten Covestro, Rössel Messtechnik, Plastec, Schneider Electric und Simpatec.

Das entwickelte Demonstrations-Musterformteil mit der Kontur eines Kompakt-Pkw besitzt Dick- und Dünnstellen zwischen 1 und 4 mm Wanddicke und verschiedenste Oberflächenstrukturen zwischen Hochglanz und tiefen Konturen, die sich zur Untersuchung der Oberflächenabformung beim Spritzgießen eignen.

Die Prozessführung auf der Düsenseite des Werkzeugs für die Nicht-Sichtseite ist isotherm, auf der Auswerferseite variotherm. Joachim Hannebaum dazu: „Denken von beiden Seiten reduziert den Verzug.“ Auf der Auswerferseite wurde in zwei Entwicklungsschritten eine sehr konturnahe Temperierung gesintert – mit viel Luftraum



Dr. Hartmut Traut, Business Director Europe von Trexel.

und einem „Gitter“ aus Andreaskreuzen, das mit Temperierkanälen kombiniert ist, in denen definierter Durchfluss herrscht. „Neben der Auswahl des Werkzeugwerkstoffes kann ich mit den Medien den Wärmehaushalt beeinflussen – mit Wasser, Öl und Temperfluiden – und dazu mit allen Temperiertechniken – mit klassischer isothermer Temperierung, Impulstempereierung, variothermer Temperierung und mit

variablen Durchflussgeschwindigkeiten.“ Hier sind Temperatursensoren platziert – 0,3 mm hinter der Werkzeugoberfläche und im Rückraum – erstere zur Erkennung der Schmelzefront und zur Verfolgung der Wandabkühlung, zweite zur Messung der Bauraumerwärmung. Dazu kommen die Aufzeichnung von Durchflussmengen, Ist-Temperaturen und Energieverbräuchen, um in der nachgelagerten Offline-Datenanalyse Korrelationen bilden zu können zwischen Qualitätsmerkmalen, Prozessparametern und Energieverbrauch.

In den Entwicklungsschritten wurde sukzessive ein aktiver Wechsel der tatsächlichen Wandtemperaturen im Zyklus beschleunigt, um bei minimaler Zykluszeit Teile in geforderter Qualität herzustellen. „So ist es gelungen, mit den unterschiedlichen Qualifikationen und Erfahrungen Lösungen hervorzubringen, an die man vorher nie gedacht hätte“, sagt Dr. Hartmut Traut, Business Director Europe von Trexel. Auch wenn die Gesamtkostenrechnung sehr komplex ist, glauben alle Beteiligten fest an die Wirtschaftlichkeit des Schäumens. Joachim Hannebaum: „Wir haben Gewichtsreduzierungen zwischen 8 und 10 % erreicht, bekommen eine gute Oberfläche mit allen von Kunden hauptsächlich gewünschten Oberflächenstrukturen, Narbungen und Strukturabbildungen. Wir wissen natürlich auch, wie wir Formschrägen anpassen müssen, um Ziehspuren zu vermeiden.“

Hans G. Kammermeier, Leiter Entwicklung, Technik und Marketing bei Wirth, ergänzt: „Das pauschale Ziel der Automobilisten ist immer eine Zykluszeit unter einer Minute. Wir sind inzwischen mit dem synthetischen Temperfluid, das sich drucklos für Temperaturen bis 250 °C eignet, von 120 auf 43 Sekunden herunter. Es gibt für jedes Teil den optimalen Zyklus, und den gilt es herauszufinden“, zeigt er das Potenzial auf, „mit unserem Werkzeug geben wir dem Verarbeiter einen breiten Weg, auf dem er laufen kann.“

Den Weg zum aktuellen Status, Details zu den Erkenntnissen und praktische Anwendungen stellen die Projektpartner bei einem Expertentag am 5. September 2017 in Wiehl vor (www.zukunft-spritzguss.de). Im Technikum diskutierte K-PROFI mit den Experten noch einige Fragen.

Welche Anwendungen werden aktuell mit Mucell bedient? Welche kommen perspektivisch dazu?

Als Technologieanbieter hat Dr. Hartmut Traut den besten Marktüberblick: „Sichtteile sind sicher in der Minderheit.“ Werkzeugbau-Geschäftsführer Werner Wirth berichtet aus seiner Projekterfahrung: „Wir haben sowohl Sicht- als auch Strukturteile in MuCell dargestellt, darunter Stoßfängerasteifungen und viele andere. Die Erkenntnisse aus dem neuen Werkzeug werden uns weiter voranbringen.“ Traut bekräftigt das: „Die Variothermie ist bislang noch nicht weit verbreitet in den Mucell-Applikationen.“

Gibt es besondere Hemmnisse?

„Hinderungsgründe für die Verbreitung der Technologie waren die selbstgemachten Probleme mit unserer Lizenzpolitik vor 2005 und die Herausforderung der Oberflächenproblematik des Schäumens“, stellt Dr. Hartmut Traut fest, „in Europa muss auch die Standardisierung von Schäumen vorangebracht werden. In Asien sind die Funktionsteile von Bürogeräten alle aus Mucell. Dimensionsstabilität, Temperaturwechselbeständigkeit und Maßhaltigkeit sind hier die Kriterien. Hier geht es nicht um Materialeinsparung. Das muss man differenziert sehen. In Europa ist das Auto als Anwendung dominant, aber die Weiße Ware wächst. Sichtbauteile sind im Kommen, sicher noch mehr, wenn die Oberflächenproblematik gelöst ist. Dazu ist dieses Projekt ein Siebenmeilenschritt. Ein anderes Hemmnis war immer der hohe Energieverbrauch bei der Wechseltemperierung. Auch deshalb ist das Projekt hier Pionierarbeit.“

Die meisten Erfahrungen haben die Projektpartner mit PC/ABS gesammelt. Welche Werkstoffalternativen sind in Sicht?

„PC/ABS ist nach wie vor dominant“, erklärt Hans G. Kammermeier, „aber neben dem Standard-Blend haben wir auch glasklares Polycarbonat mit Schaum gespritzt. Das glasklare Material bringt die Blasenverteilung optisch im Detail zur Geltung und lässt so Optimierungspotenziale erkennen.“ „Die Kunststoffhersteller haben bereits andere Werkstofftypen für MuCell erfolgreich etabliert“, erklärt Dr. Hartmut Traut, „ihr Bestreben, das Portfolio weiter auszubauen, ist aber erkennbar.“

Wie weit ist der Einsatz von Standardkunststoffen bei Mucell?

„Ziel muss es vor allem sein, Sichtteile auch aus Polypropylen zu schäumen, um die Rohstoffkosten zu senken“, stellt Hans G. Kammermeier klar. „Wir haben schon das Expansionsprägen von Un-



Das Wechseltemperieraggregat von E. Braun.



Die Mucell-Einheit auf der Rückseite der Maschine.



Das Werkzeug in der KraussMaffei CellForm GX400-3000 mit 4.000 kN Schließkraft.

Bauteile aus glasklarem PC (rechts: kompakt; 2.v.r.: geschäumt) erlauben eine schnelle Sicht-Beurteilung von Blasengröße und -verteilung im Bauteil, die an Musterteilen aus durchgefärbtem PC/ABS (1. und 2.v.l.) schwerlich möglich ist.



terbodenteilen aus PP-GF30 mit Mucell in Serie, werden mit PP aber noch nicht am Ende sein“, ist sich Werner Wirth sicher: „PP funktioniert im Schäumen und vor allem auch beim Fügen. Öfter als heute PP zu schäumen, ist unser Ziel.“

Wie valide sind die Simulation und Strukturanalysen?

Joachim Hannebaum: „Wir rechnen mit Moldex 3D, das ist in den Paketen von Simpatec enthalten, und haben sehr viel Erfahrung im absoluten High-End-Bereich gesammelt. Bei der Standardkühlung kommt die Simulation ziemlich genau an die Praxisergebnisse heran, aber die Rückraumreduzierung ist sehr schwierig zu erfassen. Dünne Metallstreben und Luft dazwischen – das ist nicht sauber zu vernetzen. Hier braucht es noch Ersatzmodelle. Die thermische Analyse und die Strukturmechanik des Werkzeugeinsatzes sind noch etwas wackelig. Schließlich haben wir 50 % Massereduktion im Vergleich zum Vollmaterial – das wirkt auf den thermischen Bauraum und auf die Wandtemperatur. Insgesamt ist die Simulation einer lasergenerierten Werkzeugstruktur schwierig. Aber der intensive Abgleich von Simulation und Praxis wird die Vorhersagegenauigkeit steigern. Unser virtueller Prüfstand wird besser.“

Sehen Sie Potenzial nur im ganzen Werkzeug oder auch in Hälften oder Einsätzen?

Hans G. Kammermeier: „Das Prinzip funktioniert nicht nur an ganzen Werkzeugen oder komplett konzipierten Hälften. Es ist ganz klar auch für Einsätze an kritischen Stellen denkbar.“

Eines erscheint im Gespräch mit den Aktiven klar: Das Einsatzpotenzial für das Schäumen ist noch lange nicht ausgereizt. Dr. Hartmut Traut: „Selbst wenn man mal alle Nicht-Sichtteile umstellen würde, wäre schon viel gewonnen. Und wenn man die Kontakttemperatur im Griff hat, gibt es sogar eine schöne Oberfläche.“

www.hannebaum.de
www.werkzeugbau-wirth.de
www.trexel.com
www.bkl-lasertechnik.de
www.e-braun.de

Wirth Werkzeugbau GmbH

Die Wirth Werkzeugbau GmbH wurde 1989 von Werner Wirth mit zwei Angestellten in Helmbrechts (Landkreis Hof in Oberfranken) gegründet und seither laufend erweitert. Heute entwickeln und produzieren 100 Mitarbeiter im zweischichtigen Betrieb Spritzgießwerkzeuge bis 40 t Gewicht.

Spezialität sind Etagen-, Press- und PUR-Werkzeuge für hochintegrierte High-Gloss- und Class-A-Dekorteile für den Fahrzeuginnenraum. So werden Echtholz-, Aluminium- und Carbon-Einleger hinterspritzt und anschließend mit PUR, Glasklar-PC oder PMMA geflutet. Zum weiteren Portfolio gehören u.a. Mehrkomponentenwerkzeuge für Belüftungssysteme, Mittelkonsolen, Handschuhfächer, Heckklappenverkleidungen, Stoßfänger, Heckspoiler, Einstiegsleisten und Radlaufblenden. Das Unternehmen setzt auf die eigene Innovationskraft und vergibt so gut wie keine Tätigkeiten nach außen. Zusätzlich und um sich technisch weiter vom Markt abzuheben, forciert Wirth die Entwicklung von Heißkanälen mit Verteilern und hydraulisch betätigten Düsen für das Kaskadenspritzgießen.

Neben dem Formenbau betreibt Wirth ein 800 m² großes Technikum mit vier Spritzgießmaschinen zwischen 4.000 und 10.000 kN Schließkraft für Abmusterungen, Vor-, Null- und Kleinstserien. Alle Maschinen verfügen über eine Mucell-Ausstattung, eine 10.000-kN-Maschine von KraussMaffei zusätzlich über eine Tandemspritzeinheit, Indexplattenantrieb und einen maschinengebundenen Drehteller. Darüber hinaus hat der Werkzeugbauer soeben die erstmalig gebaute Maxima 1000 P der erweiterten Baureihe MPS installiert, die ihm Milacron zur Erprobung überlassen hat.

In einem Datenlogger von Schneider Electric laufen alle Prozessdaten aus Maschine und Peripherietechnik zusammen.





K-PROFI

Kunststoff-Profi Verlag GmbH & Co. KG
Saalburgstr. 157, D-61350 Bad Homburg
Tel. +49 6172 9606-0, www.k-profi.de

© Kunststoff-Profi Verlag, Bad Homburg.
Der Verlag behält sich alle Rechte inkl. der des Nachdrucks,
der fotomechanischen Wiedergabe, der Vervielfältigung,
Verbreitung und der Übersetzung vor.