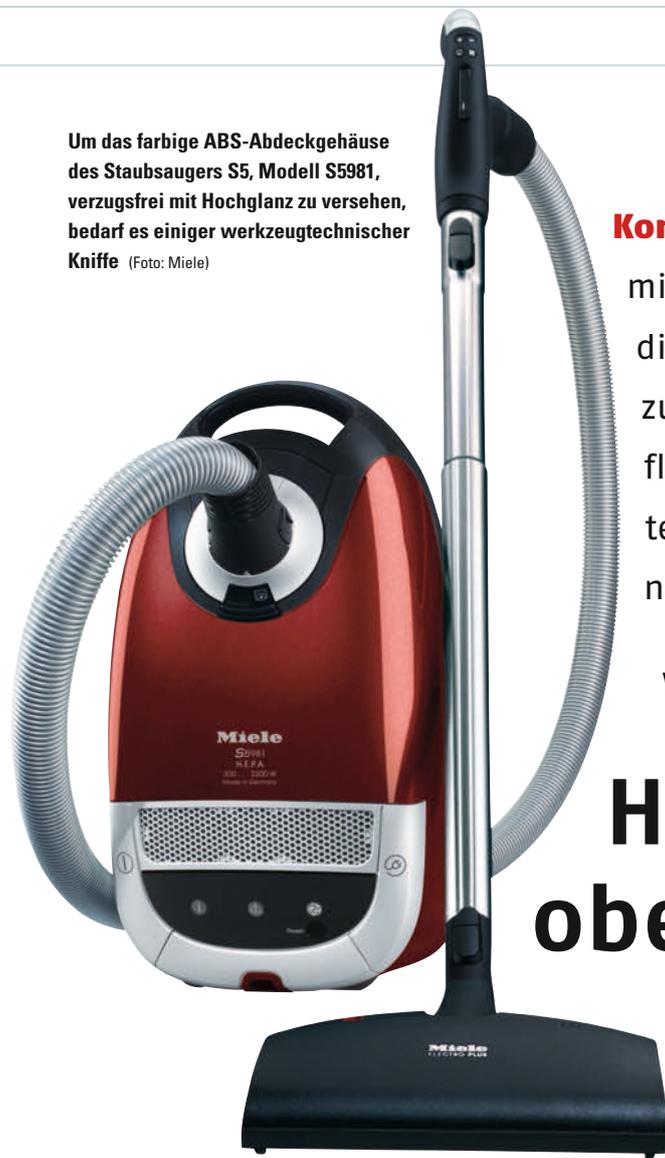


Um das farbige ABS-Abdeckgehäuse des Staubsaugers S5, Modell S5981, verzugsfrei mit Hochglanz zu versehen, bedarf es einiger werkzeugtechnischer Kniffe (Foto: Miele)



GUIDO RADIG

Der Produktlebenszyklus für eine durchschnittliche Serie von Waschmaschinen und Trocknern liegt bei rund sieben Jahren. Bei Staubsaugern sind die Zyklen etwas kürzer. Nach Auskunft von Dr. Jürgen Jahn, Werksleiter Kunststofftechnik bei Miele in Warendorf, wird eine neue Generation von Geräten entworfen und nach mehrstufigen Markt- und Produkterprobungen zur Werkzeug- und Prozessentwicklung ins Kunststoffwerk delegiert, wenn sich ein Lebenszyklus seinem Ende nähert. Hier entwickeln die Fachleute geeignete Produktionsprozesse, konzipieren die entsprechenden Werkzeugtechniken in Zusammenarbeit mit externen Formenbauern und planen Automationslösungen und Werkslogistik. „Im Mittelpunkt“, so Jahn, „stehen Spritzgießwerkzeuge, deren Verfügbarkeit, kunststoffgerechte Auslegung und Stückkosten über

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU110812

Konturnahe Temperierung. Werkzeugeinsätze mit konturnahen Temperierkanälen bieten die Möglichkeit, Wärme gezielt zu- und abzuführen. Dies führt zu hochwertigen Oberflächen und vermeidet Einfallstellen und Bauteilverzug. Die Zykluszeiten verkürzen sich je nach Bauteilgeometrie um 10 bis 30 %.

Verzugsfreie Hochglanzoberflächen

einen langen Produktionszyklus gesehen eine hohe Wirtschaftlichkeit im Drei-Schicht-Betrieb sicherstellen.“ In Warendorf werden neben den aktuellen Generationen auch Ersatzteile für die Serien der letzten 15 Jahre produziert.

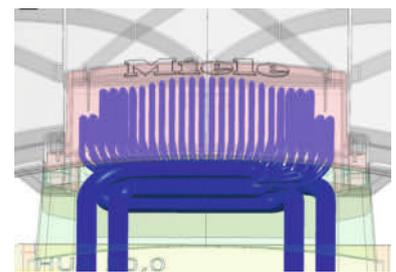
Dass die Haushaltshilfen von Miele einen guten Ruf genießen, kommt nicht von ungefähr. Die Geräte werden fast vollständig in Deutschland hergestellt, lediglich Endmontagen gibt es in Tschechien oder China. Diese Philosophie schlägt sich auch bei der Kunststoffteileproduktion nieder, sichtbar an der Eigenfertigungsquote von 70 %.

Vernetzte Fertigungszellen

Die Türen der neuen Waschmaschinen mit 7 kg Fassungsvermögen (**Bild 1**) werden mit vernetzten Fertigungszellen produziert. Sie vermählen das Glasbullaue der Waschmaschinentüre mit einem Blendenmodul. Für die Produktion des 2K-Blendrings, des Grundträgers und der Blendenteile werden Werkzeuge der Hoffmann Innovation Group aus Lichtenfels eingesetzt. Das 2K-Werkzeug für die äußere Blende enthält Einsätze mit konturnaher Kühlung, die mit dem Laser- →

! Miele Kunststoffwerk

Das Werk Warendorf produziert seit 1974 Kunststoffteile. Im Jahr 2010 wurde mit 220 Mitarbeitern ein Umsatz von 53,9 Mio. EUR erzielt. Der jährliche Materialverbrauch liegt etwa bei 7200 t, davon entfallen 60 % auf



Modellzeichnung der konturnahen Kühlung eines Werkzeugeinsatzes für eine neue Produktgeneration

PP, 28 % auf ABS und 12 % auf andere Kunststoffe. 42 Spritzgießmaschinen mit Schließkräften zwischen 800 und 10 000 kN fertigen monatlich über drei Millionen Bauteile. Die Eigenfertigungsquote im Kunststoffbereich liegt bei ca. 70 %. Das Werk verfügt über einen eigenen Werkzeugbau. Ungefähr 700 Werkzeuge befinden sich im aktiven Einsatz, davon sind 70 mit konturnaher Kühlung ausgestattet.



Bild 1. Ein Mitarbeiter aus der Produktion mit dem Waschmaschinentürmodul: Das Werkzeug mit konturnaher Kühlung läuft auf einer Wendeplattenmaschine

Cusing-Verfahren hergestellt wurden (Bild 2), um Verzug und Zykluszeit im Bereich der Verrippungen zu reduzieren. Dieses Werkzeug in Wendeplattentechnik läuft auf einer Spritzgießmaschine KM 650 (Hersteller: KraussMaffei Technologies GmbH, München). Die maximale Leistung liegt bei 400 000 Türen pro Jahr. Die dicken, tief gewölbten Glasschei-

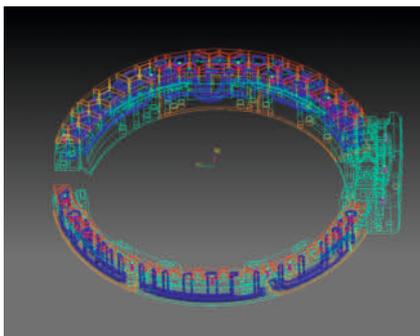


Bild 2. Konstruktionszeichnung der konturnahen Kühlung für den LaserCusing-Einsatz des Werkzeugs, das die äußere Blende der Waschmaschinentür fertigt (Bilder außer Titelfoto: Werkzeugbau Siegfried Hofmann)

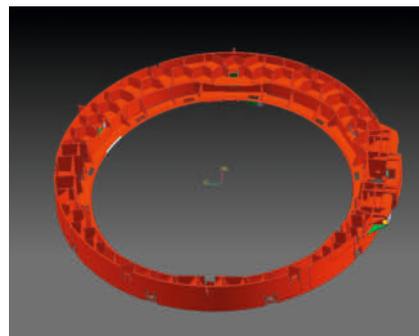
ben werden dort inline mit den Blendenringen, den Verschlüssen und den Frontblenden aus PC (Klarsichtkomponente) und ABS (hinterspritzt) zu fertigen Baugruppen verarbeitet.

In der Staubsaugerfertigung dient ABS als Material für die Gehäuseoberteile. Hochwertige Oberflächen in Hochglanz oder Matt prägen die Herausforderungen. Die matten Oberflächen sind neu im Markt und erwecken eine metallische Anmutung. Den Schwerpunkt bilden jedoch die Staubsaugergehäuse in Hochglanzoptik (Titelbild) – das Lackieren fertiger Spritzgussteile bleibt dabei, nicht zuletzt aus Preisgründen, die Ausnahme. Um durchgefärbte Bauteile aus ABS stattdessen direkt im Spritzgießprozess mit hochglänzenden Oberflächen auszustatten, benötigt das Werkzeug eine beheizte Oberfläche. Wegen der innenliegenden Verrippung ist darüber hinaus eine zu-

sätzliche Kühlung erforderlich. Daher spielt bei den Werkzeugen, die Hofmann für Miele entwickelt und baut, das thermische Konzept eine tragende Rolle. Den Kernpunkt bildet eine konturnahe Kühlung im Werkzeugkern. Im Werkzeugstahl würden die klassischen Bohrungen für Kühlkanäle nicht nahe genug an die Kontur der Kavität reichen. Die Kühlung wird daher durch Werkzeugeinsätze gewährleistet.

Gezielte Kühlung in Problembereichen

Diese Werkzeugeinsätze stellt Hofmann vorwiegend generativ im LaserCusing-Verfahren (siehe Kasten) her. Auf diese Weise können die Kühlkanäle bis zu 2 oder 3 mm unter die Formkontur eingebracht werden. Das Kühlmedium zirkuliert somit nahe an der Kontur, um bestimmte Nasen, Stege oder Flächen der Kontur schneller zu kühlen. Materialanhäufungen, die sich aus der Formteilgeometrie ergeben, müssen besonders inten-



siv gekühlt werden. Durch die Integration von LaserCusing-Einsätzen in das Werkzeug kann die Wärme an genau diesen Problemstellen schneller abgeführt werden. Auf diese Weise lassen sich Verzug und Einfallsstellen verringern und gleichzeitig Zykluszeiten verkürzen. Jahn (Bild 3) dazu: „Die Kühlung an Problemstellen durch konturnah ausgelegte Kanäle kann dem Teil genau dort die Wärme schneller entziehen.“ Je nach Geometrie und Komplexität verkürzt sich die Zykluszeit um 10 bis 30 %.

Die Kühlkanäle haben teilweise einen sehr geringen Querschnitt. Daher muss sichergestellt werden, dass sie sich nicht zusetzen. Entscheidend ist dabei ein sauberes Kühlmedium, das im geschlossenen System zirkuliert und frei von Partikeln, Schwebstoffen und Keimen ist. Miele verwendet einen Korrosionsinhibitor, der Ablagerungen an den Rohrwandungen

verhindert. Die Werkzeuge für die Staubsaugeroberteile enthalten sowohl beheizte als auch gekühlte Zonen. Das Temperaturmedium soll bei rund 15 °C als konturnahe Kühlflüssigkeit wirken, während es an den sichtbaren Stellen mit rund 50 °C für Hochglanzoberflächen sorgt. Diese „thermische Differenzierung“ wird durch die im Werkzeug integrierten LaserCusing-Einsätze unterstützt.

Die Wirkung kann durch die Verwendung einer Parallelkühlung im LaserCusing-Einsatz noch gesteigert werden. Dabei wird mehr Kühlmittel an die Kavität

! LaserCusing

Beim LaserCusing wird feines pulverförmiges Metall durch einen die Bauteilkontur nachzeichnenden hochenergetischen Faserlaser lokal aufgeschmolzen. Nach dem Erkalten verfestigt sich das Material. Auf diese Weise können Schicht für Schicht – durch Absenkung des Bauraumbodens, Neuauftrag von Pulver und erneutes



Werkzeug des verrippten Staubsaugeroberteils mit konturnaher Kühlung

Schmelzen – mechanisch und thermisch belastbare metallische Bauteile mit hoher Präzision hergestellt werden. Die Schichtdicke liegt dabei zwischen 20 und 50 µm. Zum Einsatz kommen je nach Anwendung Edelmetalle und Werkzeugstähle, Aluminium- oder Titanlegierungen, nickelbasierte Superlegierungen, Kobalt-Chrom-Legierungen oder auch Edelmetalle wie Gold- oder Silberlegierungen.

Die Besonderheit der Anlagen der Concept Laser GmbH ist eine stochastische Ansteuerung der Slice-Segmente (auch „Islands“ genannt), die sukzessive abgearbeitet werden. Das patentierte Verfahren reduziert die Spannungen im Bauteil signifikant. Für eine einteilige Herstellung steht ein maximaler Bauraum von 300 mm x 350 mm x 300 mm zur Verfügung.

→ www.concept-laser.de
www.hig-ag.de

oder die Formteilerfläche gebracht als bei einer einfachen konturnahen Kühlung mit einem langen Kühlkanal. Bei einem langen Kühlkanal nimmt die Kühlleistung kontinuierlich mit der Strecke ab. Weiterhin wird bei der Parallelkühlung jede Kühlschleife mit frischem Kühlmedium versorgt, was eine gezieltere Kühlung zur Folge hat. Ergebnis ist daher eine dynamische und gleichmäßige Kühlung.

Lange Laufzeiten bei niedrigen Stückkosten

Die Funktionssicherheit der Werkzeuge wird bei Hofmann vor der Auslieferung mit drei verschiedenen Methoden überprüft. Nach einer Strömungssimulation wird der Mediendurchfluss am fertigen Werkzeug überprüft und gemessen. Schließlich wird eine Funktionskontrolle mit Wärmebildern durchgeführt. Eine Thermokamera gibt dabei Aufschluss, wie die Temperatur sich beim Durchfluss des kühlenden bzw. wärmenden Mediums verändert. Auf diese Weise kann Hofmann bei Auslieferung des Werkzeugs die Temperiereffekte zweifelsfrei nachweisen.

Auf den ersten Blick könnte man vermuten, dass sich das Material des Laser-

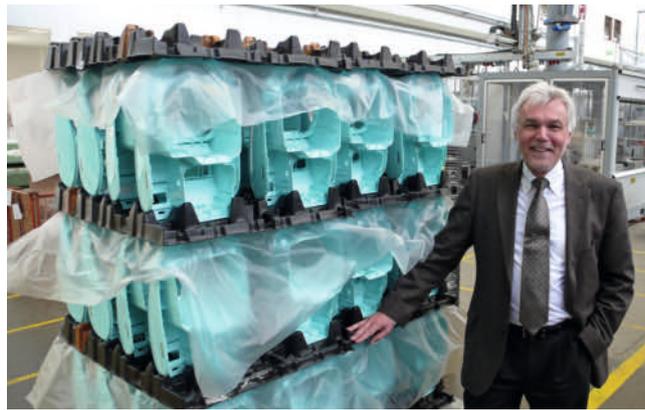


Bild 3. Dr. Jürgen Jahn: „Die Temperierung an Problemstellen durch konturnah ausgelegte Kanäle kann dem Teil genau dort die Wärme schneller entziehen.“

Cusing-Einsatzes bei hohen Werkzeugbelastungen schneller abnutzt. Dies ist allerdings nicht der Fall, da der Einsatz durch den Metall-Laserschmelzprozess nahezu ideale Materialeigenschaften erhält. Werksleiter Jahn bezieht sich auf die „Langläufer“ unter den Werkzeugen, mit denen seit Herbst 2004 stark verrippte Komponenten der Staubsaugeroberteile der S5-Serie gefertigt werden: „Pro Tag wurden seitdem auf drei Werkzeugen mit LaserCusing-Einsätzen im Durchschnitt 4000 Teile produziert – pro Jahr etwa 880 000 Teile. Bei bislang rund sieben aktiven Jahren wurden mit den drei Werkzeugen insgesamt sechs Millionen Teile

gefertigt, das bedeutet: zwei Millionen Teile je Werkzeug. Auch nach dieser Zeit, in der die üblichen Wartungsintervalle eingehalten wurden, ist die Funktion der konturnahen Kühlung voll gewährleistet.“

Besonders bedeutsam: Die Werkzeuge mit konturnaher Kühlung liefern tendenziell weniger Ausschuss. Die Quote für die Staubsaugergehäuse beträgt 3 bis 4%. Jahn ist zufrieden: „Das ist für ABS-Hochglanzteile ein ordentlicher Wert.“ ■

DER AUTOR

GUIDO RADIG, geb. 1961, ist freier Journalist. Sein Büro (Provido) hat er in Bergkirchen.