

Unbekannte Technologie mit Potenzial für mehr

Induktive Werkzeugtemperierung: Von anspruchsvollen Oberflächeneffekten bis zur Materialersparnis

Die induktive Werkzeugtemperierung in der Spritzgießtechnik ist ein „Vieleskötter“. Mit ihr lassen sich Fehlerbilder beseitigen, attraktive Designs im wirtschaftlichen Einstufenprozess erzeugen oder Material und Zykluszeit sparen. KraussMaffei und Roctool kooperieren, um die Technologie weltweit voranzutreiben.



Spannende Oberflächeneffekte entstehen mit der induktiven Werkzeugtemperierung (rechts) und eröffnen damit neue Designmöglichkeiten im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren (links) © KraussMaffei

Wer als Kunststoffverarbeiter erfolgreich am Markt bestehen will, sieht sich mit einem ganzen Bündel an technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen konfrontiert. Zunächst einmal gilt es, makellose Teile zu produzieren, doch an vielen Stellen lauern Probleme: Bindenähte oder Bauteilverzug können schnell Ausschuss verursachen, Dünnwandartikel

lassen sich vielleicht nicht komplett füllen oder eine ins Werkzeug eingebrachte Struktur ist am Kunststoffteil kaum mehr sichtbar. Hinzu kommen die Kosten. Technische Kunststoffe, insbesondere hochtemperaturbeständige, sind teuer, doch bei der Reduktion von Wanddicken gerät man oft an verfahrenstechnische Grenzen. Und manchmal zwingen schon ver-

gleichsweise simple Designs zum Einsatz kostenintensiver Veredelungsverfahren.

Einen möglichen Lösungsansatz für all diese Herausforderungen bietet die induktive Werkzeugtemperierung, also die gezielte zyklische Erhitzung von exakt definierten Bereichen des Spritzgießwerkzeugs. Mit dieser Variante der dynamischen Werkzeugtemperierung lassen

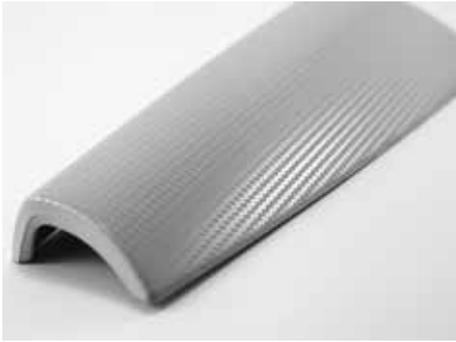


Bild 1. Bauteil für den Fahrzeuginnenraum mit Laserstrukturierung (© Roctool)

sich Fertigungsprobleme beseitigen, Einsparungspotenziale nutzen und attraktive Oberflächeneffekte erzielen. Am Markt sind verschiedene Varianten der dynamischen Temperierung erhältlich, etwa mit Keramikeinsätzen, Wasser/Wasser- oder Wasser/Dampf-Systemen oder sogar laserbasierten Verfahren. Was die Dynamik beim Aufheizen und die erzielbare Höchsttemperatur betrifft, bleiben aber alle Alternativen hinter der von Roctool patentierten induktiven Technologie „HD Plastics“ (High Definition Plastics) zurück.

Die Nutzungsmöglichkeiten sind so vielfältig, dass der französische Werkzeugspezialist Roctool und der Münchner Maschinenbauer KraussMaffei ein Abkommen für die weltweite Zusammenarbeit („Global Collaboration Agreement“) geschlossen haben. Beide Partner haben bereits in der Vergangenheit zusammengearbeitet. Daher sind die Technologie HD Plastics und die Spritzgießmaschinen von KraussMaffei bereits gut aufeinander abgestimmt. Typische Endprodukte mit definierten Oberflächenanforderungen sind zum Beispiel Gehäuseblenden für Kaffeemaschinen, Fitnessracker, Bauteile für den Automobilinnenraum (**Bild 1**), Computer und Laptops sowie Spielekonsolen. Nun soll die Zusammenarbeit intensiviert werden, mit dem Ziel, neue Anwendungen und Märkte weltweit zu erschließen.

Bei der induktiven Werkzeugtemperierung werden dicht unter der Kavitätsoberfläche eine konturnahe Kühlung sowie Bohrkanäle eingebracht, durch die Kupferdraht geführt wird; dieser ist über eine Kondensatorbox

mit einem Generator verbunden. Ähnlich wie beim Induktionsherd entsteht, sobald Strom fließt, ein elektromagnetisches Wechselfeld, das Wirbelströme induziert. Der Werkzeugstahl wandelt die Energie dieses Magnetfelds in Wärme um und durch Wärmeübertragung heizt sich die Werkzeugoberfläche rasant auf. Auf diese Weise sind Temperatursteigerungen von bis zu 25 K pro Sekunde und eine maximale Temperatur von 400 °C möglich, während die zusätzlichen Energiekosten im Vergleich mit anderen Methoden geringer bleiben. Die induktive Temperierung kann in einer oder beiden Werk-

zeughälften eingesetzt werden und sie kann auf beiden Seiten unterschiedliche Temperaturen erzeugen.

Konturnahe Kühlung und durch Bohrkanäle geführter Kupferdraht

Mit Unterstützung von KraussMaffei und Roctool können Anwender sehr einfach in die neue Technologie einsteigen und komplett ausgestattete Produktionszellen erhalten. Diese umfassen neben Spritzgießmaschine und Automation auch den Generator für den Betrieb der induktiven Temperierung sowie ein Paket an In- »

Vorteile des Verfahrens

Bei den Möglichkeiten der induktiven Werkzeugtemperierung sind der Fantasie kaum Grenzen gesetzt, und das Verfahren steht fast noch am Anfang. Schon jetzt bietet es eine einfache und effiziente Lösung für viele Anliegen im Fertigungsalltag. Es verbessert die Abbildungsgenauigkeit und ermöglicht so die attraktive Dekoration von Artikeln im wirtschaftlichen One-Shot-Verfahren. Bauteilfehler wie Bindenähte und unzureichende Füllung lassen sich beseitigen und geschäumte Teile erhalten damit eine Hochglanzoberfläche. Durch die partiell höhere Fließfähigkeit können Wände dünner ausgeführt werden, und auch Recycling-Kunststoffe werden nun für Sichtteile attraktiv. Die Kooperation zwischen KraussMaffei und Roctool ermöglicht es Neuanwendern, mit der Sicherheit eines weltweiten Servicenetzes in diese Technologie einzusteigen.

- » www.roctool.com
- » www.kraussmaffe.com

Die Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Jochen Mitzler ist Leiter Strategisches Produktmanagement bei der KraussMaffei Technologies GmbH, München;
Jochen.Mitzler@kraussmaffe.com

Mathieu Boulanger ist Chief Executive Officer bei Roctool S. A., Le Bourget du Lac/Frankreich;
Matt.Boulanger@roctool.com

Service

Digitalversion

- » Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/4215735

English Version

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

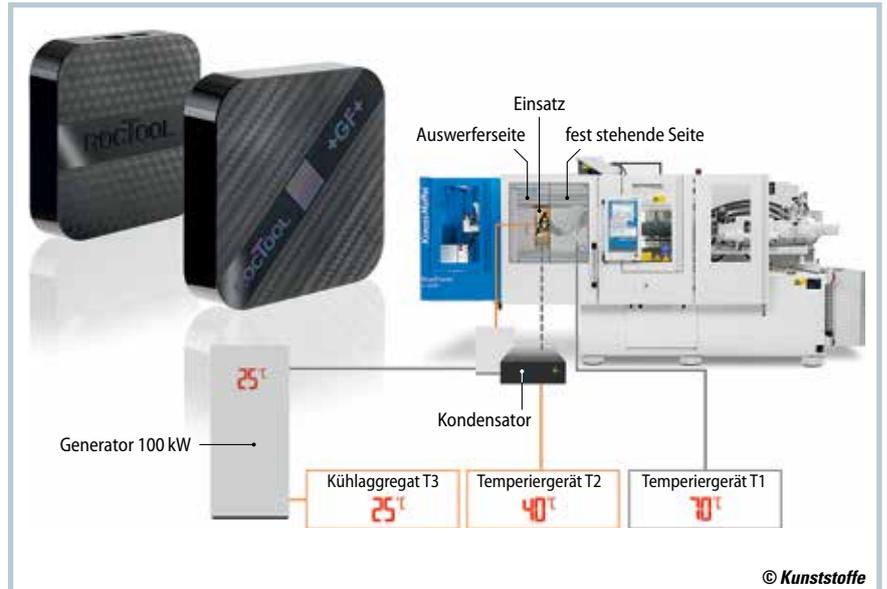


Bild 2. Mit der Komplettanlage von KraussMaffei kann der Anwender komfortabel verschiedene Temperaturzonen steuern (© KraussMaffei)

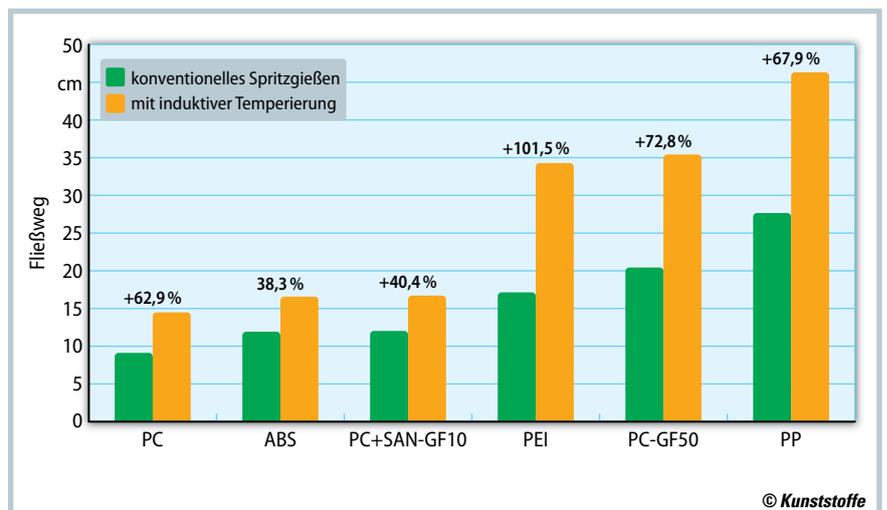


Bild 3. Die dynamische Werkzeugtemperierung (hier für 1,5 mm Wanddicke und 1000 bar Einspritzdruck) verbessert die Fließigenschaften je nach Material um bis zu 100 % (Quelle: Roctool)

genieurdienstleistungen für die Teile- und Werkzeugauslegung (Bild 2). Damit lässt sich die Technologie für die drei Haupteinsatzgebiete nutzen: die Beseitigung typischer Fehlerbilder beim Spritzgießen, die Gestaltung neuer anspruchsvoller Oberflächendesigns und zum Einsparen von Material und Zykluszeit.

Bindenähte und Probleme bei der Werkzeugfüllung

In einem konventionell betriebenen Werkzeug kühlt der Kunststoff, der die Stahlkontur berührt, schneller ab als die innere „Seele“, und wo erkaltende Schmelzfließfronten aufeinandertreffen,

bilden sich Bindenähte. Sie sind durch eine abweichende Farbe oder einen anderen Glanzgrad am fertigen Produkt deutlich sichtbar, zudem kann das Bauteil an dieser Stelle so geschwächt sein, dass es später in der Anwendung bricht. Erhöht man hier punktuell die Werkzeugtemperatur – und macht die Abkühlung des Materials rückgängig, bevor die Fließfronten aufeinandertreffen –, bleiben Oberfläche und Funktion tadellos.

Mechanik und Rheologie bestimmen die Mindestwanddicke eines Artikels. Für optimalen Materialeinsatz strebt man möglichst dünnwandige Produkte an. Immer wieder kommt es vor, dass die gewählte Wanddicke für die mechanischen



Bild 4. Makellose Hochglanzoberflächen lassen sich mit der induktiven Werkzeugtemperierung leicht verwirklichen – auch bei faserverstärkten oder geschäumten Bauteilen (© Roctool)

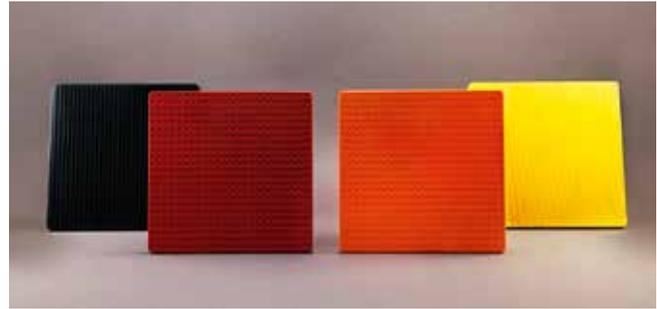


Bild 5. Die dynamische Werkzeugtemperierung ermöglicht ein breites Spektrum an Farb- und Oberflächenbeschaffenheiten ohne den Schritt einer zusätzlichen Lackierung (© Roctool)

Eigenschaften ausreichen würde, aber die Füllung der Kavität nicht vollständig gelingt, weil der Kunststoff vorher abkühlt und erstarrt. Dies kann beispielsweise im Eckenbereich von Displayumrandungen der Fall sein. Durch die induktive Temperierung verbessert sich die Fließfähigkeit je nach dem verwendeten Kunststoff um bis zu 100% und die Füllung gelingt vollständig (**Bild 3**).

Hier öffnet sich die Tür zur Bauteiloptimierung: Wenn Wände oder Rippen

dünnere gestaltet werden können, reduziert sich einerseits die Gefahr von Einfallstellen, die durch Materialanhäufung entstehen, andererseits ergeben sich Einsparpotenziale. Denn dünnere Wände bedeuten kürzere Zykluszeiten und weniger Material, also geringere Kosten. Vor allem bei Produkten, die während ihrer Lebenszeit dauerhaft hohen Temperaturen ausgesetzt sind, wie in Motoren oder Wasserboilern, wo Kunststoffe zunehmend Metall substituieren, kann diese Material-

einsparung schnell beachtliche Größen erreichen. Schließlich muss man für hochtemperaturbeständige Kunststoffe Kilopreise von rund 15 bis 20 EUR veranschlagen.

Hochglanz für faserverstärkte und geschäumte Teile

Wenn transparente Artikel Spannungen oder Bindenähte aufweisen, beeinträchtigt das ihre Funktion. Displayfenster »

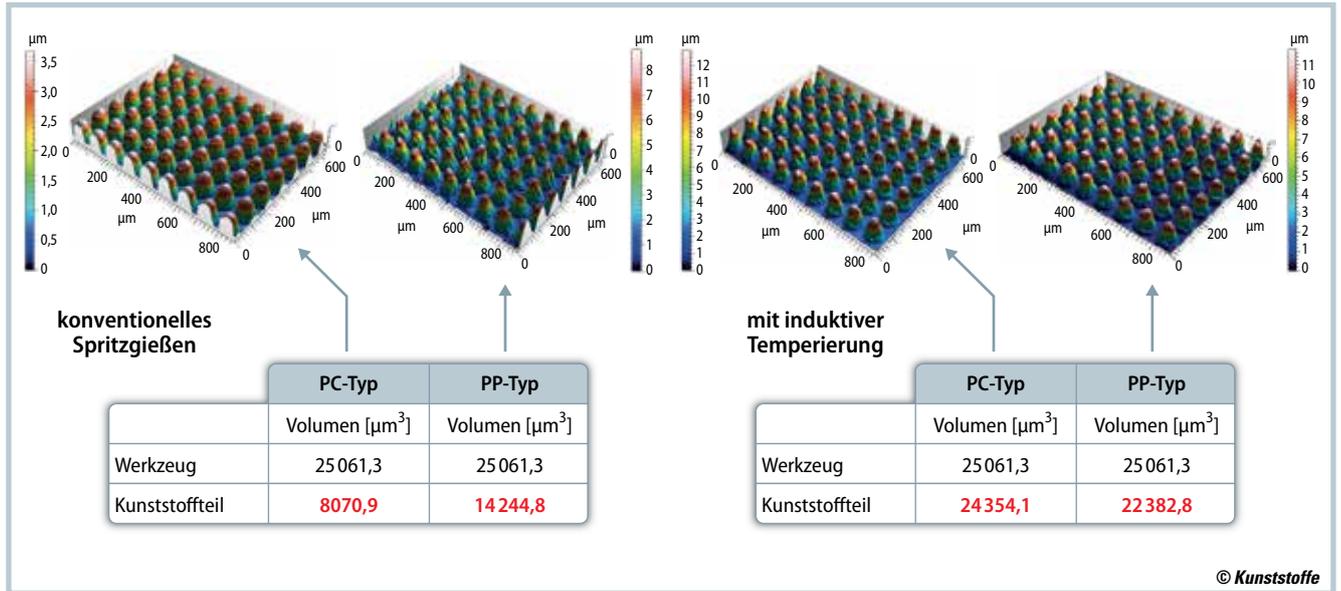


Bild 6. Fein strukturierte Werkzeugoberflächen lassen sich genauer abbilden. Das Ergebnis sind deutliche bessere Eigenschaften der Bauteiloberflächen; links: Replikation bis zu 57 %, rechts: Replikation bis zu 97 % (Quelle: Roctool)

bieten keinen klaren Durchblick und bei Lichtleitern ist die Leistungsfähigkeit vermindert. Der moderne Autoinnenraum stellt aber immer höhere Anforderungen an das Lichtdesign und benötigt dafür Bauteile mit absolut verlässlichen Lichtleitungs- und Lichtstreuungseigenschaften. Mit Hilfe der induktiven Werkzeugtemperierung erhält man diese spannungs- und fehlerfreien Produkte. Sogar die Fertigung ultradünner Linsen erscheint damit möglich.

Bislang galt: Faserverstärkte und geschäumte Kunststoffe liefern keine schönen Oberflächen, weil sich Strukturen oder Schlieren zeigen, die durch die beigefügten Fasern bzw. das austretende Gas (Treibmittel beim Schaumspritzgießen) entstehen. Erhöht man an den kritischen Stellen die Werkzeugtemperatur durch Induktion (oder ein alternatives Verfahren), sind mit beiden Materialien auch Hochglanzoberflächen möglich (Bilder 4 und 5).

Feine Strukturen abbilden und Hologrammeffekte erzeugen

Beim Design eröffnet die induktive Werkzeugtemperierung sogar die Möglichkeit, im wirtschaftlichen One-Shot-Verfahren ansprechende Effekte umzusetzen – ganz ohne nachgelagerte Veredelungsschritte. Ein Beispiel dafür ist der Glanzgrad. Kombiniert man verschiedene matte und hochglänzende Flächen, wirken

sie ohne gezielte Temperierung oft nicht so brillant wie beabsichtigt, weil der erhaltende Kunststoff feine Strukturen im Werkzeug unzureichend abbildet.

Dieses Phänomen ist unter dem Mikroskop deutlich sichtbar (Bild 6) und lässt sich auch messen. Erodierete Flächen stuft man gemäß ihrer mittleren Rauheit R_a ein, wobei Werte zwischen $R_a 0,4 \mu\text{m}$ und $R_a 18 \mu\text{m}$ möglich sind. Bei einem Artikel aus Polycarbonat (PC) und konventioneller Prozessführung mit einer Werkzeugtemperatur von 80°C reduziert sich die im Werkzeug vorhandene Rautiefe von $1,43$ auf $0,8 \mu\text{m}$ an der Bauteiloberfläche. Die Abbildungsgenauigkeit beträgt somit nur 56%. Erhöht man die Werkzeugtemperatur mit HD Plastics kurzzeitig auf 160°C , lässt sie sich wesentlich steigern: Die Narbungstiefe am Kunststoff beträgt dann $1,22 \mu\text{m}$, was einer Abbildungsgenauigkeit von 85% entspricht.

Per Laser Etching lassen sich sogar Werkzeugstrukturen im Nanometerbereich realisieren. Sind diese im Winkel unterschiedlich angelegt, reflektieren sie das einfallende Tageslicht in allen Farben. So entstehen verblüffende Hologrammeffekte, die bisher nur durch kostenintensive Oberflächentechnologien möglich waren. Mit der induktiven Werkzeugtemperierung hingegen kann man – verglichen mit dem Folienhinterspritzen im IML-Verfahren – eine Reihe von Fertigungsschritten einsparen: das Bedrucken, Umformen und Stanzen der IML-Folie so-

wie das Einlegen des Inserts ins Werkzeug. Hologramme können etwa als Originalitätsnachweis für fälschungssensitive Produkte dienen, z.B. bei hochwertiger Kosmetik. Doch auch wer als Hersteller sein Logo auf einem Gerät der Unterhaltungselektronik anbringen will, erhält eine optische und wirtschaftliche Alternative zu Verfahren wie Lackieren, Tampondruck oder Heißprägen.

Alles auch mit Recyclingmaterial

Alle bisher genannten Effekte sind auch mit Recyclingkunststoffen möglich, etwa rezykliertem ABS. Normalerweise zeigt das Material an der Bauteiloberfläche eine unschöne Wolkenbildung, sodass man es kaum für Sichtteile verwenden kann. Dieses Phänomen verschwindet unter der induktiven Wärmezufuhr und das zu 100% recycelte Material liefert nun eine ebenso perfekte Optik wie Neuware – bei etwa halbem Preis.

Es wäre interessant zu testen, inwieweit es dadurch auch für eine nachfolgende Verchromung geeignet ist. Bekanntermaßen verstärkt das Galvanisieren jede Art von Oberflächendefekten, sodass rezykliertes ABS dafür bislang nicht in Frage kam. Neben die Kosteneinsparung tritt ein Umweltaspekt: Die induktive Werkzeugtemperierung kann ein Schritt auf dem nachhaltigen Weg sein, Kunststoffe zu 100% wiederzuverwerten. ■