

# Aufregendes Design statt aufregender Fertigung

## Prozesssichere und reproduzierbare Marmorierung

Marmorierungen sind bei Kunststoffbauteilen häufig ein echter Hingucker. Die Herstellung dieser Effekte ist allerdings aufwendig und besitzt einige Tücken bei der Reproduzierbarkeit. Mit neuartigen Maschinendüsen für Spritzgießmaschinen und einer speziellen Dosiertechnik lassen sich marmorierte Formteile deutlich einfacher und prozesssicherer produzieren.



Marmorierungen sorgen für ein ansprechendes Design von Kunststoffformteilen, sind in der Produktion allerdings nicht einfach umzusetzen © BASF

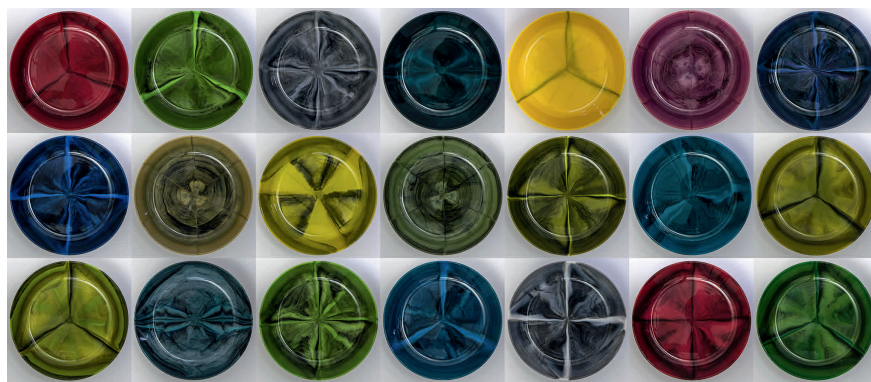
**M**armorierte Formteile aus Kunststoff sind bereits seit Beginn der Kunststoffproduktion bekannt. Käbme und Knöpfe wurden etwa mit entsprechenden Mustern hergestellt. Zum Teil geschah das ungewollt, weil die Homogenisierung in den Kolbenspritzgießmaschinen noch nicht ausreichend gut war. Mit der Einführung der Schneckenspritzgießmaschine, mit der neben einer Erhöhung der Plastifizierleistung eine deutlich bessere Homogenisierung der Schmelze möglich war, konnten dann eingefärbte Formteile ohne Farbschlieren an der Oberfläche erzeugt werden. Zusätzlich dazu werden teilweise gezielt Mischelemente in Einspritzeinheiten eingesetzt, um Mi-

schungen aus ungefärbten Granulaten und Masterbatches zu schlierenfreien Formteilen verarbeiten zu können.

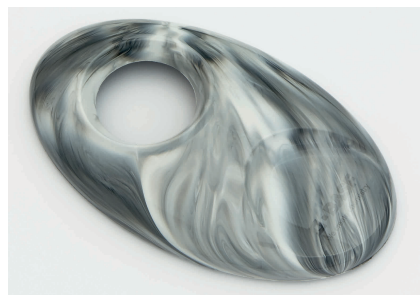
Mittlerweile werden Marmorierungseffekte durch spezielle Marmorierungsschnecken oder über Zwei-Komponenten-Spritzgießmaschinen erzeugt. Bei diesen werden zwei unterschiedlich eingefärbte Formmassen in eine Kavität eingespritzt, zumeist indem sequenziell im Werkzeug oder zwischen Maschinendüse und Werkzeug Ventile öffnen und schließen. Die Herstellung von reproduzierbar marmorierten Formteilen in Zwei-Komponenten-Spritzgießmaschinen ist jedoch relativ aufwendig, da zwei Spritzeinheiten benötigt und betrieben werden müssen.

Da marmorierte Formteiloberflächen häufig sehr ansprechend und individuell aussehen, sind sie trotz dieses aufwendigen Herstellungsprozesses weiterhin gefragt. Wünschenswert wäre allerdings ein Verfahren, durch das sie sich ohne größeren Aufwand prozesssicher und reproduzierbar herstellen lassen. Gezielt Einfluss auf die Marmorierungsmuster nehmen zu können, würde außerdem Designern zusätzliche Freiheiten bei der Gestaltung geben. Die BASF SE, Ludwigshafen, hat ein entsprechendes Verfahren entwickelt, mit dem sich marmorierte Formteile mit geringem Aufwand realisieren lassen.

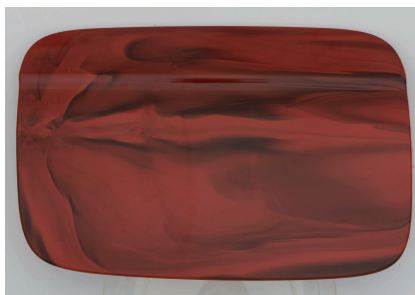
Marmorierte Formteile weisen typischerweise gemusterte Sichtflächen »



**Bild 1.** Abhängig von der verwendeten Kanalgeometrie lassen sich sehr unterschiedliche Marmorierungen erzeugen © BASF



**Bild 2.** Auch dreidimensionale Artikel können mit Marmorierungseffekten spritzgegossen werden. Bei der Herstellung kommt es auf die richtige Dosierung und Kombination von „Kontrast“-Batches und farbgebender Komponente an © BASF



**Bild 3.** Durch Werkzeuge mit Heißkanälen und Tunnelangüssen können ebenfalls sehr attraktive Muster hergestellt werden. Da diese Formteile nicht zentral angespritzt sind, zeigen die Marmorierungsschlieren einen anderen Verlauf © BASF

auf, die Oberflächeneffekte wie Farbschattierungen, farbige Schlieren, Linien und Strukturen zeigen. Die Ausbildung der Marmorierungseffekte ist von den Anteilen der verschiedenen Farben sowie der Grundfarbe des Formteils abhängig. In Serie gefertigte marmorierte Formteile sind visuell nicht vollständig identisch, sehen aber sehr gleichartig aus. Die erreichten Muster ähneln zum Teil der Optik natürlicher Materialien wie Marmor oder Holz. Um kontrastreiche, deutlich abgegrenzte Marmorierungsmuster zu erzielen, darf keine vollständige Homogenisierung der eingemischten Farbatches erfolgen. Trotzdem muss das gesamte Granulat zu einer vollständig aufgeschmolzenen und homogenisierten Schmelze aufbereitet werden, damit die Eigenschaften der gefertigten Formteile den Anforderungen entsprechen.

In ersten Vorversuchen bei BASF hergestellte Formteile wiesen unterschiedliche Muster auf, je nachdem, ob sie mit einer Nadelverschlussdüse oder einer offenen Düse gefertigt wurden. Selbst die Anzahl der Flügel einer Schneckenspitze

war auf den Oberflächen der Formteile wiedererkennbar. Die Muster werden durch das Trennen und Zusammenführen von Schmelzeströmen in der Plastifiziereinheit verursacht. Das gab den Ausschlag, über die Maschinendüse der Spritzgießmaschine nachzudenken und verschiedene Schmelzekanalgeometrien in der Düsenkappe umzusetzen. Dafür wurde in einer Standarddüsenkappe eine Aussparung geschaffen, in die wechselbare Einsätze eingeschoben werden können. Dadurch lassen sich abhängig von der Kanalgeometrie in der Düse sehr viele Muster erzeugen (**Bild 1**). Bei symmetrischer Anordnung von geraden Kanälen ergeben sich etwa symmetrische Muster.

Die Marmorierung kommt besonders bei großflächigen Formteilen zur Geltung. Es lassen sich aber auch sehr ansprechende dreidimensionale marmorierte Artikel herstellen (**Bild 2**). Das Düsendesign und das Angussystem des Werkzeuges entscheiden über das Marmorierungsmuster. Üblicherweise werden die Muster von der Schmelzeausbreitung bestimmt. Einfluss auf den Marmo-

rierungseffekt hat somit ebenfalls die Lage des Anspritzpunkts und das Füllverhalten der Schmelze in Fließrichtung beim Einspritzen in die Kavität. **Bild 1** zeigt die vielfältigen Möglichkeiten bei symmetrischen Bauteilen mit zentralem Anguss. Aber auch durch Werkzeuge mit Heißkanälen und Tunnelangüssen lassen sich attraktive Muster erreichen (**Bild 3**). Diese Formteile sind nicht zentral angespritzt und zeigen daher einen ganz anderen Verlauf der Marmorierungsschlieren im Vergleich zu den Beispielen in **Bild 1**.

Mit Hilfe additiver Fertigung hergestellte Düseneinsätze bieten eine sehr große Gestaltungsfreiheit. Insbesondere lassen sich dadurch strömungsgünstige Kanalgeometrien erzeugen, die für einen Drall der Schmelze auf dem Weg in das Werkzeug sorgen (**Bild 4**). Auf diese Weise können nicht nur spiegel- sondern auch rotationssymmetrische Muster erzeugt werden. Der Drall der Schmelze ist gut im Muster erkennbar (**Titelbild und Bild 1**). Mit herkömmlichen Verfahren waren solche Muster bisher nicht machbar.

Für die Fertigung der Düsen eignen sich additive Verfahren wie Laserschweißen und Schmelzschichtverfahren wie Fused Deposition Modeling (FDM) oder Fused Filament Fabrication (FFF). Zur Herstellung der Düse und von Düseneinsätzen kann etwa auf das Granulat Catamold von BASF zurückgegriffen werden. Dabei wird ein Metallpulver enthaltendes Filament aus Ultraform, einem Polyoxymethylen (POM) von BASF, nach dem FFF-Verfahren gedruckt, anschließend entbindert und gesintert. Im letzten Arbeitsschritt sind noch Anpassungsarbeiten wie das Einpassen des gedruckten Einsatzes in die Düsenkappe notwendig.

### Ein Plastifizieraggregat reicht aus

Die marmorierten Formteile können auf Standard-Spritzgießmaschinen mit nur einem Plastifizieraggregat produziert werden. Lediglich die Materialzuführung muss synchronisiert zum Spritzgießzyklus erfolgen. Die Materialien werden im Trichterbereich in die Zuführöffnung des Plastifizierzylinders eingebracht. Zum Einsatz kommen herkömmliche, nur leicht modifizierte Dosiergeräte mit zwei Trichtern (z.B. der Motan GmbH, Konstanz). Das meistens mit einem Farbbatch vermischte Grundmaterial wird konventionell eindosiert, während ein weiteres kon-

trastreiches Farbbatch, etwa in Schwarz, räumlich getrennt sehr exakt in die Plastifiziereinheit eingebracht wird.

Wie erwähnt lassen sich handelsübliche Spritzgießmaschinen ohne spezielle Ausstattung für den Prozess verwenden. Lediglich die Einspritzeinheit sollte bestimmten Vorgaben, z.B. einem niedrigen Verhältnis von Schussvolumen zur Zylindergröße, entsprechen. Der Spritzgießprozess weicht nicht vom üblichen Verfahren ab. Die Prozessparameter sind in der Regel die gleichen. Die verschiedenen Einflussfaktoren auf die Marmorierung sind in der **Tabelle** zusammengefasst.

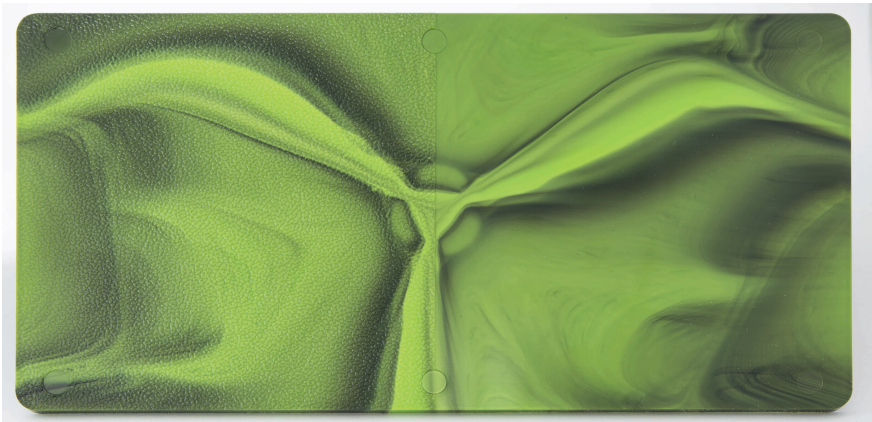
Den Kontrast-Batch richtig dosieren

Bei der Herstellung von marmorierten Formteilen kommt es außerdem auf die richtige Dosierung und Kombination von „Kontrast-Batches“ und der farbgebenden Komponente an. Die Farbkombination hat einen entscheidenden Einfluss auf das Gelingen einer effektvollen Marmorierung. Wird etwa der Kontrast-Batch überdosiert, geht die Brillanz der farbgebenden Komponente schnell verloren.

Schlussendlich entscheiden die Werkzeuggestaltung, die Formteilgeometrie und die verwendete Düse in der Maschine und im Heißkanal über das entstehende Muster. Für die Entwicklung wurden bei BASF sowohl Werkzeuge mit konventionellen Angüssen als auch mit Heißkanälen getestet. Mit beiden ließen sich attraktive Muster erzeugen. Auch die Oberflächenqualität der Werkzeugkavität hat einen Einfluss auf das Erscheinungsbild der Muster. Während hochglanzpolierte Oberflächen die Kontraste intensiv zur



**Bild 4.** Im 3D-Druck hergestellte Düsen-einsätze bieten Designern eine große Gestaltungs-freiheit © BASF



**Bild 5.** Die Oberflächenqualität der Werkzeugkavität beeinflusst das Erscheinungsbild der Muster. Hochglanzpolierte Oberflächen bringen die Kontraste stark zur Geltung. Strukturierte Oberflächen sorgen für ein mattes Erscheinungsbild © BASF

Geltung bringen, führen strukturierte Oberflächen zu einem unaufdringlichen, matten Erscheinungsbild (**Bild 5**), wie es auch bei der Verwendung von glasfaser-verstärkten Materialien entsteht.

Marmorierte Formteile kommen vor allem für dekorative Zwecke im Verbrauchsgüterbereich zum Einsatz. Sie werden als Haushaltsgegenstände wie Schalen, Teller, Becher und als Griffe oder Blenden, in der Modebranche als Knöpfe sowie als dekorative Elemente im Fahrzeuginnenraum etwa als Sichtblenden oder Abdeckungen verwendet. Für viele dieser Anwendungen sollte auf Kunststoffe zurückgegriffen werden, die mindestens über eine Food-Contact-Einstufung (FC) verfügen wie das Polybutylenterephthalat (PBT) Ultradur B4520 FC von BASF. Für den Innenraum von Automobilen eignen sich Polyamide (PA), wie die Ultramid-Deep-Gloss- oder die Ultramid-Vision-Familie von BASF.

Das vorgestellte Verfahren ermöglicht, mit Hilfe neuartiger Düsen-einsätze und einer speziellen Dosiertechnik marmorierte Formteile mit verschiedenen Mustern reproduzierbar auf Standard-Spritzgießmaschinen herzustellen. Außer für PBT und PA eignet es sich auch für weitere thermoplastische Kunststoffe. BASF bietet Kunden neben der Eignungs-

prüfung der vorhandenen Werkzeuge und Maschinen auch Unterstützung beim Düsendesign und bei der Herstellung von Pilotserien im 3D-Druck, der Material- und Farbmittelauswahl und der Prozessführung sowie Begleitung bei der Umsetzung in die Serie. Werkzeugabmusterungen können beim Verarbeiter oder im Technikum von BASF auf kundeneigenen Werkzeugen durchgeführt werden. ■

Einflussgrößen	Auswirkung auf die Marmorierung
Formteilgeometrie	↗
Angussart, Angussposition, Anschnitt	↑
Werkzeuggestaltung (Oberfläche)	↗
Material (Farbe, Viskosität)	↗
Düsendesign	↑
Dosierung	↗
SG-Parameter	→
Verweilzeit	↗

**Tabelle.** Einflussfaktoren auf die Marmorierung und wie stark sich diese auswirken Quelle: BASF

Die Autoren

**Dr. Reinhard Jakobi** ist Head of Performance Materials Processing bei BASF in Ludwigshafen; reinhard.jakobi@basf.com  
**Angelika Homes** und **Susanne Zeiher** sind in der Einheit Performance Materials Processing tätig.

Service

**Digitalversion**  
➤ Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/2020-07](http://www.kunststoffe.de/2020-07)  
**English Version**  
➤ Read the English version of the article in our magazine **Kunststoffe international** or at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)