

# Schaumperlen im Gleitflug

## *Oberflächenqualität von Partikelschaumbauteilen glänzend verbessert*

Über fehlendes Interesse seitens potenzieller Anwender kann sich die Partikelschaumszene nicht beklagen. Das betrifft etwa die Nachfrage nach Produkten mit funktionellen und optisch hochwertigen Oberflächen. Allerdings stagniert die Entwicklung, seit das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Verbundforschungsprojekt SamPa ausgelaufen ist. Dabei besteht ein gewaltiger Handlungsbedarf.



Vor dem Überfluten mit PUR muss die EPP-Oberfläche aktiviert werden

(© Plasmamatreat)

**E**in Jahr nach Erscheinen des Statusberichts „Schaumperlen im Aufwind“ (*Kunststoffe* 2/2019, S. 21–28) ist es Zeit für eine Bestandsaufnahme. Auch nach dem Auslaufen des SamPa-Verbundforschungsprojekts (Integrale Fertigung von hybriden Leichtbau-Sandwich-Strukturen im Partikelschaum-Verbundspritzgießen für die Großserie; Plattform Forel) gehen die Arbeiten – mit neuen Partnern – weiter, wenn auch eher hinter den Kulissen und im „Gleitflug“. Eine entscheidende Rolle spielt hierbei das im Sommer letzten Jahres gegründete ThiM-Netzwerk (**Kasten vis-à-vis**). Es versucht, die Fragen des Marktes in Eigeninitiativen zu beantworten, auch, um weiteren Entwicklungen den Weg zu ebnen.

Hintergrund ist, dass die ersten im SamPa-Projekt erarbeiteten Ergebnisse noch nicht die insgesamt hohen Anforderungen der potenziellen Anwender erfüllen. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang beispielsweise Themen wie

Oberflächenqualität, Prozesssicherheit, Genauigkeitsanforderungen, Simulation und Visualisierung, Brandsicherheit oder das komplexe Thema Qualitätssicherung. Aber es zeichnen sich die ersten Zwischenergebnisse ab.

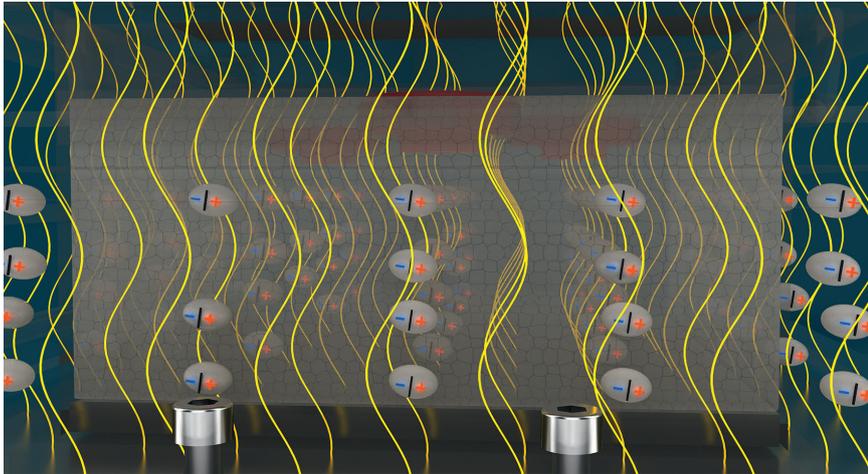
### *Elektromagnetische Wellen statt Dampf*

Ein großer Schritt auf diesem Weg ist der Kurtz GmbH, Kreuzwertheim, gelungen, die mit der Vorstellung des Wave Foamer (**Bild 1**) auf der K 2019 eine Weltpremiere feierte. Die neuen Formteilautomaten arbeiten nicht wie konventionelle Maschinen bisher mit Dampf, sondern mit elektromagnetischen Wellen. Hierbei bringt ein dielektrisches Wechselfeld (Radiofrequenz mit 27,12 MHz und Hochspannung von bis zu 10 000 V) polare Molekülketten zum Schwingen; die dadurch entstehende Reibung erzeugt in der Folge Wärme. Für die Verarbeitung von unpolarem Material werden polare Additive zugesetzt.

Das Verfahren eignet sich für neue Materialien mit Prozesstemperaturen bis 250 °C, was einem Dampfdruck von bis zu 40 bar entspricht. Die Verschweißung erfolgt – anders als beim Dampfverfahren – von innen nach außen. Mittlerweile befindet sich die RF-Technologie in der Markteinführungsphase; erste Labormaschinen stehen bereits zur Verfügung.

### *Verhuten für eine bessere Oberflächenqualität*

Die Oberflächenqualität von Partikelschaumbauteilen bereitet Designern wie Technikern vielfach Kopfzerbrechen. Problematisch ist nicht nur die sichtbare Partikelstruktur mit Dampfdufenabdrücken, Zwickeln sowie vereinzelt auch Farbunterschieden. Hinzu kommen die Empfindlichkeit der Partikeloberflächen gegenüber Abrieb und Beschädigungen sowie der Umstand, dass Flüssigkeiten in das Bauteil eindringen könnten. Eine



**Bild 1.** Im Wave Foamer bringen elektromagnetische Wellen die Polymerketten zum Schwingen, sodass sich die Schaumperlen von innen nach außen erwärmen (© Kurtz)

Kernforderung aus dem Markt ist jedoch eine geschlossene, kratz feste Oberfläche, die zudem einen optisch hochwertigen Eindruck vermittelt und sich im Idealfall nicht von einem Spritzgussteil unterscheidet (**Bild 2**).

Um die Oberfläche von Partikelschaumteilen zu veredeln, kommen verschiedene Verfahren in Betracht. Technisch anspruchsvoll ist das Hinterschäumen von Textil- oder Dekorfolien. Das Bekleben mit Folien und das Bedrucken oder Lackieren sind ebenfalls Möglichkeiten, Schaumbauteile zu kaschieren. Und schließlich lassen sich die Oberflächen mit Laserstrukturen im Werkzeug veredeln, wobei jedoch keine geschlossene Oberfläche entsteht.

Im Rahmen aktueller Entwicklungsarbeiten untersucht das ThiM-Netzwerk das sogenannte Verhuten und das Überfluten von Partikeloberflächen mit Polyurethan.

Verhuten ist das Verflüssigen oder Aufschmelzen von aufgeblasenen Partikelschaumperlen an der Innenseite der Kavität, um in einem Arbeitsgang ein Bauteil mit geschlossener, glatter und ho-

mogener Oberfläche zu erzeugen. Allerdings ist das gleichmäßige Aufschmelzen und Verschweißen der Perlen mit Wasserdampf wegen des damit verbundenen hohen Verschleißes der Werkzeuge – aufgrund der hohen Temperaturen und des hohen Dampfdrucks – kritisch. Ein bis heute praktizierter Ausweg ist der Einsatz von Widerstandsheizungen, um die Energie von außen nach innen näher an die Kavität zu bringen.

### Vorteile der variothermen Werkzeugtemperierung

Eine zukunftsweisende Alternative ist das Verhuten in Verbindung mit einer variothermen konturnahen Temperierung des Werkzeugs (**Bild 3**), wie sie die T. Michel Formenbau GmbH & Co. KG, Lautert, und die gwK Gesellschaft Wärme Kältetechnik mbH, Meinerzhagen, vorgestellt haben. Bekannt ist das Prinzip der variothermen Werkzeugtemperierung als kontur- oder kavitätsnahes Temperieren beim Spritzgießen.

Zum Verhuten werden nach dem Werkzeugschließen EPP-Schaumperlen mit einem speziellen Füllverfahren auf eine zuvor thermisch überhitzte Kavitätsoberfläche in das Werkzeug eingeblasen. Trifft das Material auf die heiße Metalloberfläche, bricht die Zellstruktur der Perlen zusammen, sie schmelzen. Bedingt durch das ständige Nachdrücken bzw. Weiterfüllen baut sich in der Form Druck auf, wobei das Material weiter nach vorne in Richtung der überhitzten Fläche geschoben wird. Dabei bildet sich eine Haut aus geschmolzenem EPP, die maxi- »



**Bild 2.** A-Säule aus Partikelschaum mit texturierter Oberfläche (© T. Michel)

## Das ThiM-Netzwerk

Fünf Industriepartner,

- die KraussMaffei Technologies GmbH,
- die Kurtz GmbH,
- die Kaneka Belgium NV,
- die T. Michel Formen GmbH & Co. KG und
- die Werkzeugbau Siegfried Hofmann GmbH,

sowie zwei Forschungseinrichtungen – die Neue Materialien Bayreuth GmbH sowie das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der Technischen Universität Dresden – haben Mitte 2019 die offene Plattform „ThiM“ (Technologieplattform hybride innovative Material-Schaumsysteme) ins Leben gerufen. Ihr Ziel: neue Kunststoffverarbeitungs-Technologien und Schaumsysteme entwickeln und miteinander kombinieren, innovative Werkzeuge und Anlagen bauen, Prozesse wirtschaftlicher machen sowie neue Anwendungen generieren.

Im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen Partikelschäume, deren Anwendungsspektrum wegen ihrer herausragenden Eigenschaften sehr vielfältig ist. Das Netzwerk bündelt Kompetenzen, um die vom Markt gestellten Fragen und Forderungen zielgerichtet zu beantworten.

» [www.thim-network-factory.com](http://www.thim-network-factory.com)

## Die Autoren

**Dr.-Ing. Erwin Bürkle** ist Innovationsmanager und auf freiberuflicher Basis für verschiedene Unternehmen der Kunststoffindustrie tätig.

**Dipl.-Ing. Mathias Lindemann** ist Geschäftsführer der ThiM network factory GmbH, Berlin; [m.lindemann@thim-network-factory.com](mailto:m.lindemann@thim-network-factory.com)

**Dipl.-Ing. Thomas Schwachulla** ist freier Journalist für kunststofftechnische Fachthemen; [thomas.schwachulla@web.de](mailto:thomas.schwachulla@web.de)

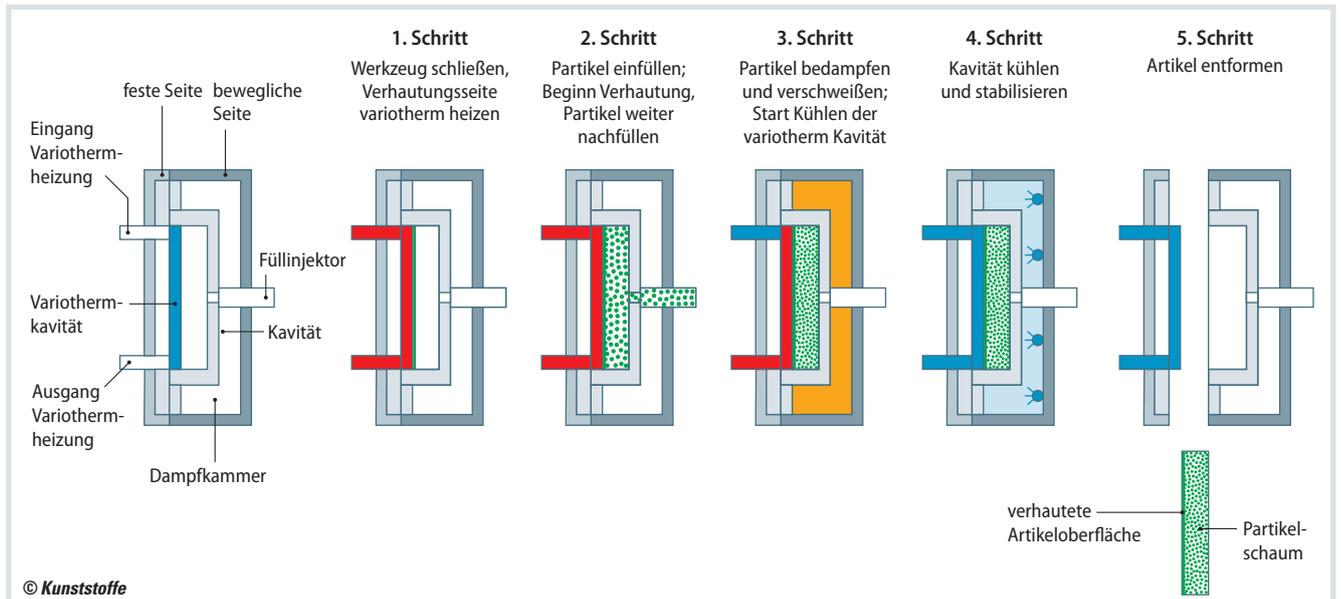
## Service

### Digitalversion

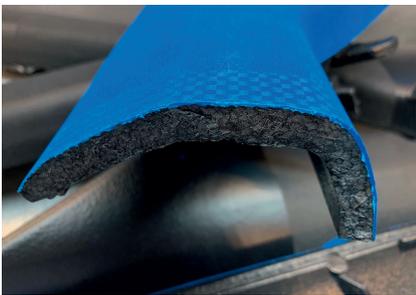
- » Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/2020-03](http://www.kunststoffe.de/2020-03)

### 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)



**Bild 3.** Schematische Darstellung des Verhautens in fünf Schritten (© T. Michel)



**Bild 4.** Schnitt durch eine A-Säule, hergestellt im IMPFC-Verfahren (© T. Michel)

mal ein bis 1,2 mm dick sein kann. Nach dem Verhauten läuft ein Standard-Partikelschäumprozess ab, wobei der Dampf in diesem Fall hinter der Haut durch die Schaumperlen strömt, um sie zu verschweißen. Schlussendlich entsteht so ein sortenreiner, stoffschlüssiger Verbund.

Eine aktuelle Weiterentwicklung von T. Michel dieses Prinzips ist das patentierte IMPFC-Verfahren (In-Mold Particle Foam Coating). In diesem Fall wird über ein Eintragsystem zunächst ein Kunststofflayer in das Werkzeug eingebracht, wobei sich eine homogene Oberflächenschicht bildet. Direkt anschließend startet der Partikelschäumprozess. So entsteht in einem Arbeitsgang ein stoffschlüssiger Monomaterialverbund (z. B. PP/EPP oder PS/EPS) mit einer kompakten, dichten Außenschicht, die in unterschiedlichen Texturen ausgeführt werden kann. Bei freier Farbauswahl lässt sich diese Schicht auch mit verschiedenen Materialmodifikationen herstellen (**Bild 4**).

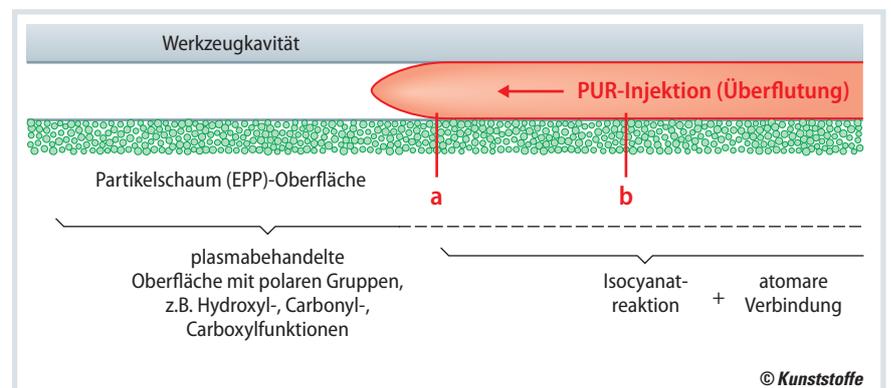
Für die Herstellung von Bauteilen mit sehr hochwertigen Oberflächen sind die von der KraussMaffei Technologies GmbH, München, entwickelten Spritzgieß-Sonderverfahren SkinForm und ColorForm seit Jahren etablierter Stand der Technik. Während das SkinForm-Verfahren speziell für haptische Softtouch-Oberflächen entwickelt wurde, eignet sich das ColorForm-Verfahren besonders für kratzfeste, hochglänzende und farbige Oberflächen.

### **EPP-Oberfläche mit Plasma „gefügt“ machen**

Bei beiden Verfahren wird ein thermoplastischer Grundkörper im Werkzeug mit Polyurethan (PUR) überflutet. Da liegt es nahe, das Verfahrensprinzip auf Partikelschaumteile zu übertragen. Hintergrund

sind Forderungen der OEM nach entsprechenden Oberflächen. Um diese Verfahrensoption auszuloten, holte sich das ThiM-Netzwerk mit der Plasmatrete GmbH, Steinhagen, und der Rühl Puromer GmbH, Friedrichsdorf, zwei externe Partner ins Boot. Als Technologiedemonstrator wurde ein Fahrradsattel aus EPP gewählt. Das Material stellte die Kaneka Belgium NV, Westerlo-Oevel/Belgien, bereit.

Da es sich bei EPP um einen unpolaren Kunststoff handelt, ist vor dem Überfluten mit PUR eine Vorbehandlung erforderlich, um die Materialoberfläche zu aktivieren und deren Benetzbarkeit zu erhöhen. Grund ist die bei geringer Polarität zu niedrige Oberflächenenergie. Voraussetzung für eine sichere Haftung ist jedoch, dass die Oberflächenenergie des festen Werkstoffs größer ist als die Ober-



**Bild 5.** Zur Aktivierung der EPP-Oberfläche kommt es durch die chemische und physikalische Wechselwirkung zwischen Plasma und Kunststoff; a) Reaktion einer Isocyanatfunktion mit der PUR-Schicht; b) feste atomare Verbindung zwischen PUR und EPP (Quelle: Plasmatrete)

flächenspannung der aufzubringenden Flüssigkeit – hier also PUR.

Um die EPP-Oberfläche zu aktivieren, wurde sogenanntes Openair-Plasma verwendet, das unter normalen Umgebungsbedingungen erzeugt wird (**Titelbild**). Auf Kunststoffen bewirkt es in einem Arbeitsschritt die Feinreinigung, eine statische Entladung sowie die Aktivierung der Materialoberfläche. Durch die Anpassung der Plasma-Parameter lässt sich die Benetzbarkeit für unterschiedliche Medien einstellen (**Bild 5**).

Für die anschließenden Machbarkeitsuntersuchungen wurden Musterteile mit verschiedenen PUR-Formulierungen überflutet, die mit einem internen Trennmittel ausgerüstet waren. Verarbeitet wurden sowohl Lacke (Typ: Puroclear, in Klavierlackschwarz und Rot eingefärbter Klarlack) als auch ein Halbhartschaum (Typ: Puroskin) von Rühl. Ziel war es nachzuweisen, dass sich auch Partikelschäume mit optisch ansprechenden Oberflächen, auch mit 3D-Tiefenwirkung, aufwerten lassen. Am Beispiel einer überfluteten gedruckten Schaltung wurde zudem die Funktionalisierung von Partikelschaumbauteilen untersucht (**Bilder 6 und 7**).

### Prozessüberwachung verlangt komplexe Sensorik

Über die auf das Material Partikelschaum bezogenen Anforderungen hinaus besteht seitens der OEM der Wunsch nach einer mit dem Spritzgießen vergleichbaren Prozesssicherheit und Prozesstransparenz. Das betrifft das Themenspektrum Qualitätssicherheit und Qualitätsmanagement ebenso wie die Prozessdatenerfassung, somit letztlich auch eine Verknüpfung von Werkzeug und Maschine.

Im Zuge der Untersuchungen mit dem Verhauten wurden in das Werkzeug verschiedene Sensoren eingebaut. Beim Füllen der Kavität wird der Werkzeuginnen- und der Werkzeuginnendruck überwacht. Sobald ein vorgegebener Innendruck erreicht ist, stoppt der Füllvorgang. Die Schichtdicke der Haut und deren Oberflächenqualität hängen ab von der Rohdichte der Schaumperlen, der Dauer des Nachfüllens, dem Werkzeuginnendruck, der Temperatur und nicht zuletzt von der Aufheizzeit.

Während des gesamten Prozesses werden kontinuierlich der Werkzeuginnendruck und die Temperaturen des Par-



**Bild 6.** Nach einer Vorbehandlung mit Plasma lässt sich EPP mit einem Halbhart-Schaum überfluten, der bei diesem Muster mit einem weiteren PUR-System überflutet wurde (© ThiM-Netzwerk)



**Bild 7.** Technologiedemonstrator EPP-Sattel: funktionalisiert mit einer gedruckten Schaltung und überflutet mit Klarlack zur Untersuchung der Tiefenwirkung (links); überflutet mit „pianoblack“-PUR (rechts) in unterschiedlichen Schichtdicken (0,5 mm, 1,5 mm, 2,5 mm), um die Farbintensität zu verdeutlichen (© ThiM-Netzwerk)

tikelschaums erfasst und aufgezeichnet; die Temperatur der Werkzeughälfte auf der festen Seite über Temperaturfühler von gwK, alle übrigen Daten mit Mic-Probe-Sensoren, einer Eigenentwicklung von T. Michel. Hinzu kommt ein Schaumdrucksensor, um den Schaumdruck zu messen. Auch der Dampfdruck und die Dampftemperatur werden erfasst und aufgezeichnet.

Als Nächstes plant das ThiM-Netzwerk den Aufbau einer Pilotanlage, um die Prozessüberwachung seriennah zu untersuchen und deren Güte nachzuweisen. Dazu gehört auch, die Simulation sowie die Visualisierung des Herstellprozesses weiter zu verbessern. Dafür entwickeln sowohl Mitglieder des Netzwerks als auch externe Partner aktuell geeignete Werkzeuge sowie Softwaremodelle.

### Ausblick

Aktuelle Beispiele für Formteile mit verhauteten Oberflächen sind vielfach innen verhautete Transportboxen, etwa Medi-

zin- oder Lebensmittel-Transportbehälter. Auch Luftverteilungselemente und Kinnteile von Motorradhelmen werden verhautet. Im Fahrzeugbau sind zahlreiche Anwendungen denkbar, im Interieur etwa Türinnenverkleidungen oder A-, B-, C-Säulenverkleidungen, aber auch Spoiler und Schweller; sogar über Stoßfänger wird nachgedacht. Kurz: alles, was eine funktionalisierte, optisch ansprechende Oberfläche benötigt, leicht sein soll und in einem Arbeitsgang hergestellt werden kann.

Auch lassen sich gezielt unterschiedliche Dichten innerhalb eines Bauteils erzeugen, weshalb derartige Monomaterialsysteme mit gradierten Eigenschaften (z.B. die Dichte) völlig neue Perspektiven hinsichtlich ihres Einsatzspektrums eröffnen. Diese sind auch im Zusammenhang mit ihrer Recyclingfähigkeit von Interesse. Ein Schwerpunkt auf der Materialseite ist die Entwicklung flammgeschützter Formulierungen, die eine Voraussetzung für den Einsatz in Flugzeugen oder der Bahn sind. ■