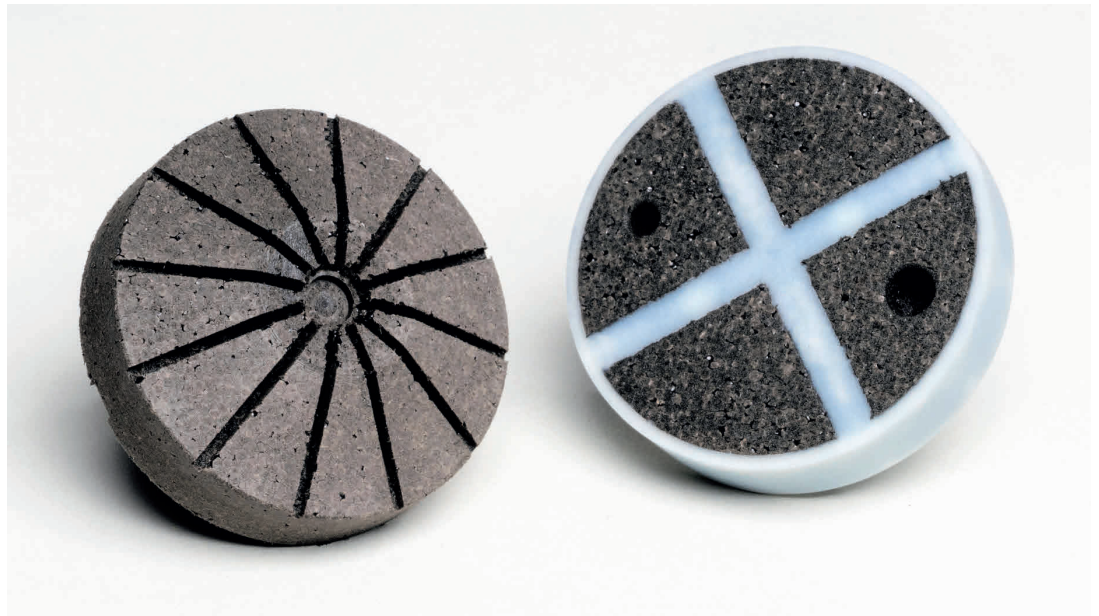


EPA erweitert die Gestaltungsmöglichkeiten

PA-Schaum mit PA überspritzen

Polyamid-Partikelschaum (EPA) besitzt eine höhere Steifigkeit, Festigkeit und Dichte als übliche Polymer-schäume. Bauteile aus EPA lassen sich außerdem mit PA überspritzen. Das eröffnet interessante Gestaltungsmöglichkeiten für Schaumbauteile.

Der relativ großvolumige EPA-Kern (links) lässt sich überspritzen. Das erweitert die Designfreiheit und ermöglicht großvolumige, aber doch vergleichsweise leichte Bauteile (rechts). © BASF



Polyamid-Partikelschaum (EPA) ist ein recht neues Material im Vergleich zu bekannten Polymerschäumen, die beispielsweise auf Polystyrol (EPS) oder Polypropylen (EPP) basieren. Im Vergleich zu einem üblichen PP-Schaum verfügt EPA über eine wesentlich höhere Steifigkeit bei gleichzeitig höherer Einsatztemperatur (siehe **Tabelle S. 50**). EPA kann ohne Vorbohren direkt verschraubt werden. Mit den üblichen Schweißverfahren für Kunststoffe lassen sich gespritzte Bauteile einfach mit EPA-Bauteilen verbinden. Auch Kleben ist mit den für PA bekannten Klebesystemen problemlos möglich (**Bild 1**). BASF bietet EPA unter dem Markennamen Ultramid Expand an.

Für Eignungstests und schnelle Prototypen kann der Schaum durch Fräsen in entsprechende Geometrien überführt werden. Zug-, Druck- und Biegeversuche nach den gängigen Normen ermöglichen eine Modellierung des Materialverhaltens mit den bekannten Material-

modellen für Schäume. Damit lässt sich das Verhalten virtuell vorhersagen. Das CAE-Tool Ultrasim von BASF verfügt über nichtlineare und dehnratenabhängige Materialmodelle, die beispielsweise auch die Vorhersage des Crash-Verhaltens (Energieaufnahme) erlauben. Kunden können auf entsprechende Materialkarten für eigene Simulationen zurückgreifen (**Bild 2**).

Die hohe Temperaturbeständigkeit bei gleichzeitig hoher Drucksteifigkeit und -festigkeit ermöglicht es, den PA-Schaum mit herkömmlichen Kunststoff-spritzgießmassen zu überspritzen. Bei BASF wurde das anhand von aus Platten gefrästen, relativ großvolumigen EPA-Kernen getestet. Diese wurden in ein Spritzgießwerkzeug eingelegt und mit PA überspritzt (**Titelbild links**). Das

Vorteile auf einen Blick: Ultramid Expand (EPA)

- hohe Wärmeformbeständigkeit
- hohe Temperaturbeständigkeit
- sehr gute mechanische Eigenschaften bei Temperaturen > 120 °C
- chemische Beständigkeit gegen übliche Kfz-Flüssigkeiten
- laserbeschriftbar
- Drop-in-Lösung für EPP-Werkzeuge (Dampfdruckverfahren)
- recyclebar
- Simulationsmodelle verfügbar
- verarbeitbar durch kathodische Tauchlackierung

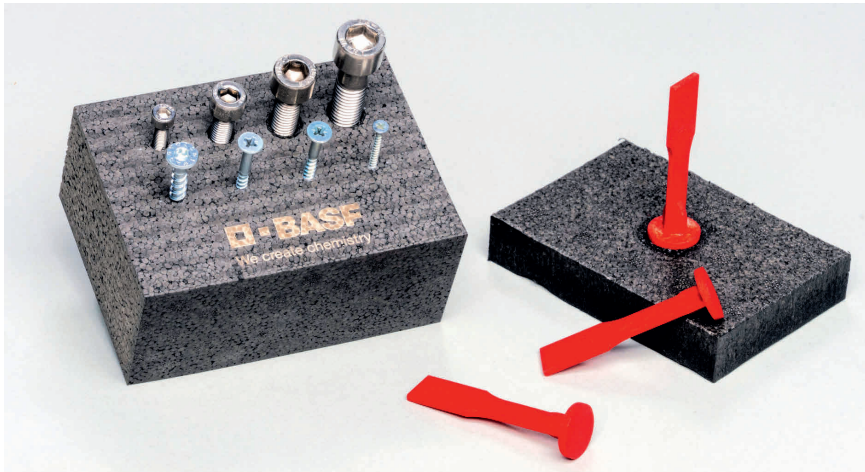


Bild 1. EPA eignet sich zum Verschrauben mit und ohne Vorbereitung (links) und zum Verschweißen mit gespritzten Zusatzbauteilen (rechts). © BASF

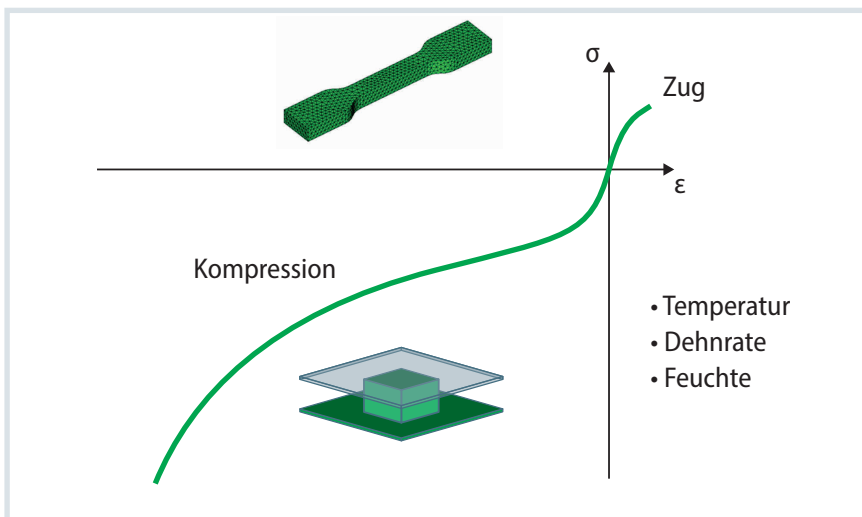


Bild 2. Das CAE-Tool Ultrasim von BASF verfügt über nichtlineare und dehnratenabhängige Materialmodelle, die beispielsweise auch die Vorhersage des Crashverhaltens ermöglichen.

Quelle: BASF; Grafik: © Hanser

Überspritzen gelang auf Anhieb. Der in das Spritzgießwerkzeug eingelegte EPA-Kern wird an der Oberfläche durch die Spritzgießmasse angeschmolzen, da die Masstemperatur weit über der EPA-Schmelztemperatur liegt. Es ergibt sich ein sehr fester, inniger Hybrid-Verbund aus sortenreinem PA, was auch beim Recycling Vorteile bietet.

Überspritzen von EPA mit PA erhöht die Designfreiheit

Das Überspritzen von EPA-Kernen ermöglicht zudem das einfache Ausfüllen von Hohlräumen und erweitert außerdem die Designfreiheit in der Bauteilgestaltung durch eine intelligente Formgebung des EPA-Kerns. Jede Aussparung im EPA-Kern stellt eine wirkungsvolle Erweiterung der

Spritzgießkavität dar. Sind beispielsweise Nuten im EPA-Kern enthalten, werden diese zu Rippen im Spritzgussbauteil. Löcher und Durchbrüche im EPA-Kern bilden Fließkanäle, die sich wie eine Art inneres Skelett in einem ansonsten hohlen Bauteil realisieren lassen (**Titelbild rechts**). Auf diese Weise können großvolumige, aber doch vergleichsweise leichte Bauteile konzipiert werden.

Die Spritzgießmasse kann in üblichen Wanddicken in den Lastpfaden angeordnet werden und das EPA-Bauteil nutzen, um die Schmelze gezielt zu leiten und Masseanhäufungen zu vermeiden. Die Kombination von Schaum und Spritzgießmasse kann außerdem das Bauteil gezielt stabilisieren. Das ermöglicht komplexe Geometrien und vereinfacht die Werkzeuge.

Beim thermoplastischen Spritzgießen steigen die Fülldrücke immer weiter. Jede Oberfläche im Werkzeug, die mit der Schmelze in Kontakt ist, erfährt diesen zeitlich veränderlichen Druck als mechanische Belastung während des Herstellprozesses. Im Falle eines EPA-Kerns mit einer im Vergleich zu Metall sehr niedrigen Steifigkeit besteht daher eine erhöhte Gefahr einer ungewollten Verlagerung des Kerns, der sogenannte Kernversatz.

Hält der Schaum den Fülldruck aus?

Um zu testen, ob das EPA auch hohen Fülldrücken standhält und ob es dabei zu Kernversatz kommt, wurde bei BASF ein geschäumter und verrippter Behälter aus EPA gefertigt (**Bild 3**). Das Schäumwerkzeug für dieses Bauteil erlaubt durch Wechsel der Einsätze sowohl eine vollständige Füllung der Außengeometrie als auch Rippenmuster mit 3 und 5 mm Wanddicke. Die mit 3 mm recht dünne Wanddicke für ein geschäumtes Bauteil stellt für den EPA-Schaum kein Problem dar, da neben den handelsüblichen Partikelgrößen von 2,5 mm Durchmesser auch eine Version mit 1 mm großen Partikeln existiert.

Eine numerische Simulation (CAE) für die Behälter liefert eine erste Abschätzung: Eine Füllsimulationssoftware führt zunächst eine Standard-Füllanalyse durch und schreibt den dabei ermittelten Druck, der auf den EPA-Kern wirkt, als Funktion von Zeit und Ort als Ergebnis hoch aufgelöst raus. Dieses Skalarfeld (Druck) wird dann mit dem CAE-Tool »

Info

Text

Dipl.-Ing. Andreas Wüst ist Senior Principal Scientist und Teamleiter CAE, Ultrasim, bei BASF in Ludwigshafen. Er arbeitet seit 1991 bei BASF im Bereich CAE und Bauteilentwicklung Engineering Plastics.

Dipl.-Ing. Torsten Hensel ist Senior Specialist Simulation Engineering, Ultrasim, bei BASF in Ludwigshafen. Er arbeitet seit 2006 für BASF im Bereich CAE und Bauteilentwicklung Engineering Plastics.

Service

Weitere Informationen unter
www.ultrasim.basf.com

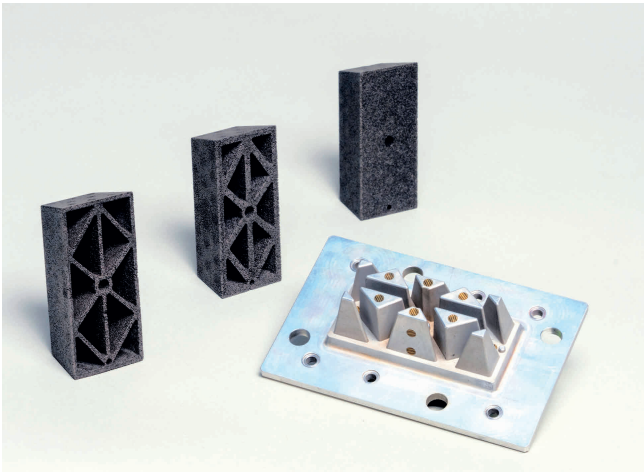


Bild 3. Ein Wechseln der Einsätze im Schäumwerkzeug ermöglicht unterschiedliche Wanddicken bei dem geschäumten und verrippten Behälter. © BASF

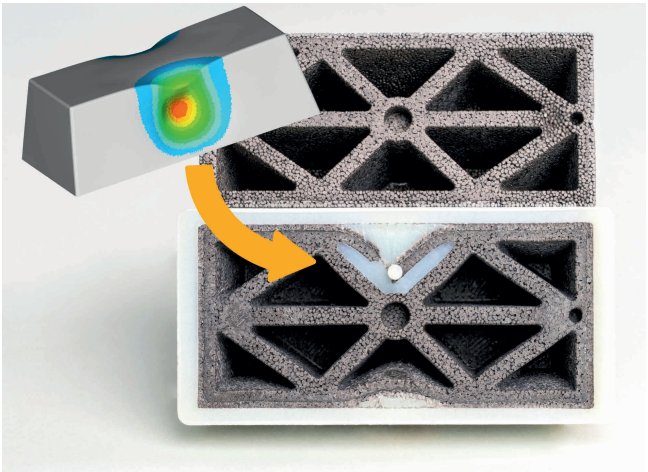


Bild 4. Die numerische Kernversatzanalyse links oben sagte den Kollaps der mittleren Seitenwände voraus, was sich beim realen Versuch rechts unten bestätigte. © BASF

Ultrasim auf ein mechanisches FE-Computermodell des Bauteils übertragen. Im Ultrasim-Ansatz ist es möglich, ein von der Füllsimulation entkoppeltes, mechanisches FE-Programm zu verwenden, das auch die Berücksichtigung von Kontakten und nichtlinearem Materialverhalten des EPA-Kerns ermöglicht. In der Füllphase zeigen sich bei den Simulationen nur kleine Deformationen, während in der Nachdruckphase ein deutlicher Kollaps in der Mitte der längeren Außenwände vorhergesagt wird (**Bild 4**).

Der Realitätscheck: Von der Simulation in die Produktion

Um die Ergebnisse zu überprüfen, wurden im Anschluss EPA-Kerne mit PA überspritzt. Zunächst geschah das mit den voll mit Schaum ausgefüllten Kernen. Als Überspritzmaterial kam das PA-GF30 Ultramid B3EG6 von BASF zum Einsatz. Nach Einstellen der Standard-Maschinenparameter hatten die Teile bereits nach einigen Schüssen eine gute Qualität. Bei der Verwendung von Schaumkernen mit den 5 mm dicken Rippen bestätigte sich der in der Kernversatzsimulation vorhergesagte Kollaps der mittleren Seitenwände (**Bild 4 rechts**). Nachfolgend zeigte sich, dass sich dieser Effekt durch eine Reduktion des Nachdrucks vermeiden lässt.

Es existiert außerdem noch eine andere Möglichkeit, überspritzte Bauteile mit sogar noch höherem Nachdruck herzustellen. Dafür werden die entsprechenden Wände im Schaumbauteil

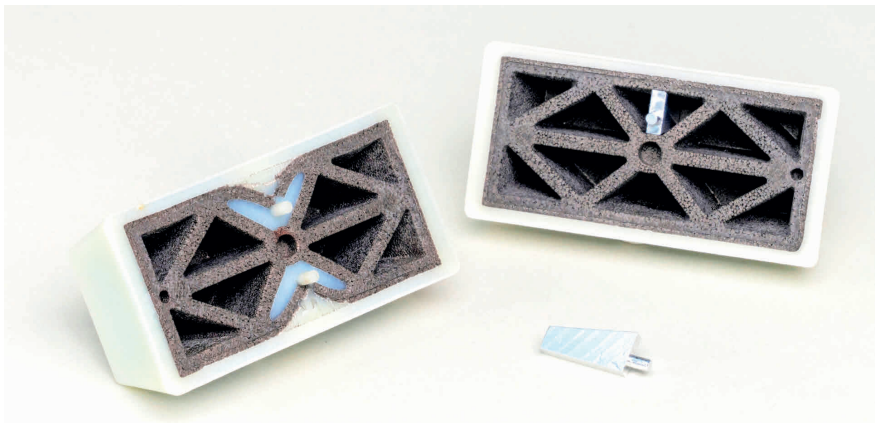


Bild 5. Aufbauend auf der Simulation wurden Metallstützen in den Schaumkern an den gefährdeten Stellen eingebracht, was den Kollaps der Seitenwände verhinderte. © BASF

Eigenschaft	Partikelgröße 1 mm	Partikelgröße 2,5 mm
Dichte	400 g/l	340 g/l
Maximale Einsatztemperatur	150 °C; einige Stunden wärmostabil bis 190 °C	150 °C; einige Stunden wärmostabil bis 190 °C
Schmelztemperatur, DSC	216 °C	216 °C
Kompressionsspannung bei 10 % (cond.)	6 MPa	3 MPa
E-Modul bei Raumtemperatur (cond.)	223 MPa	139 MPa

Tabelle. Daten des EPA-Schaums Ultramid Expand. Quelle: BASF

gezielt gegen den Kollaps unterstützt. Aufbauend auf der vorab durchgeführten Simulation wurden dafür Stützen aus Metall gefräst und in den Schaumkern an den gefährdeten Stellen eingebracht. Anschließend Tests bestätigten die Wirksamkeit dieser Stützen (**Bild 5**).

Fazit

Der EPA-Schaum Ultramid Expand eröffnet neue Einsatzgebiete für Partikel-

schäume. Die Möglichkeit, das Material zu überspritzen, vergrößert die Gestaltungsfreiheiten für Spritzgussbauteile erheblich. Die durchgeführten Versuche zeigen, dass auch dünnwandige EPA-Kerne trotz hoher Spritzdrücke überspritzbar sind. Die Kernversatzsimulation mit Ultrasim lieferte im Vorfeld wichtige Hinweise auf das zu erwartende Verhalten bei der Herstellung und ermöglichte dadurch eine präzise Auslegung von überspritzten Bauteilen. ■