

EPP-Formteil: Partikelschäume mit hervorragenden Isolationseigenschaften werden für energiesparende Heizungsanlagen eingesetzt (Foto: Kaneka)

Partikelschäume. Mit typischen Dichten im Bereich von 15 bis 80 kg/m³ gehören Partikelschäume wie EPS, EPE und EPP auch innerhalb der Polymerschäume zu den Fliegengewichten. Sie bestehen zu mehr als 90 % aus Luft und zeichnen sich trotzdem, oder besser gesagt gerade deshalb, durch sehr gute spezifische mechanische Eigenschaften, gute thermische Isolierfähigkeit und ein enormes Leichtbaupotenzial aus.

Klasse statt Masse

**CHRISTIAN TRASSL
HANS WÖRTHWEIN**

Wie „ein Flaschengeist“ entstieg 1949 ein fester weißer Schaum aus einer Schuhcremedose. Es war das Material, aus dem der Tüftler Fritz Stastny einen Jahrhundertwerkstoff entwickelte: Styropor. So beschreibt die BASF die Erfindung des expandierbaren Polystyrols (EPS) vor über 60 Jahren (Bild 1). Heute liegt der Weltbedarf an EPS bei ca. 4,7 Mio. t pro Jahr, wobei hier, aufgrund der hervorragenden Dämmeigenschaften, die Bauindustrie den größten Anteil beiträgt [1].

Bereits Mitte der 1970er-Jahre kamen Partikelschaumstoffe aus Polyethylen (EPE) parallel in Japan und Europa auf den Markt. Aufgrund der guten Stoßdämpfungseigenschaften, des viskoelastischen Verformungsverhaltens und der großen Flexibilität über einen weiten Temperaturbereich fand EPE insbesondere zum Schutz stoßempfindlicher, hochwertiger Güter breite Anwendung [2]. Mitte der 1980er-Jahre wurde dann, einhergehend mit einer deutlichen Stei-

gerung der Performance, das expandierte Polypropylen (EPP) am Markt eingeführt. Ergänzt wird das Spektrum der Partikelschäume durch die relativ zeitgleich zum EPP entwickelten PS-PE-Copolymerisate, wie z. B. Piocelan (Hersteller: Sekisui Plastics), Arcel (Hersteller: Nova Chemicals) oder ganz aktuell seit 2009 E-por (Hersteller: BASF), die vor allem im Verpackungsbereich Verwendung finden und dort die Lücke zwischen EPS und EPP schließen.

Rohmaterialherstellung

Thermoplastische Partikelschäume entstehen aus Treibmittel-beladenem Mikrogranulat mit einem Durchmesser von rund 1 mm. Die weitere Verarbeitung, das sogenannte Vorschäumen des Mikrogranulats zu Schaumperlen im gewünschten Dichtebereich, wird vor allem durch die Glasübergangstemperatur (T_g) und das damit einhergehende Diffusionsverhalten des verwendeten Grundpolymers bestimmt. Aus der T_g von Polystyrol, die mit ca. 100°C deutlich oberhalb der Raumtemperatur liegt, ergibt sich eine geringe Diffusionsgeschwindigkeit des Treibmittels. Dies hat zur Folge, dass die Vorschäumung auch noch nach mehreren Tagen

direkt beim Endverarbeiter stattfinden kann. Vorteile bietet diese Möglichkeit vor allem durch geringere Transportkosten und eine weniger aufwendige Lagerlogistik. Nachteilig wirken sich höhere Investitionskosten für zusätzliche Vorschäumer aus. Für weiterführende Informationen zur EPS-Herstellung sei an dieser Stelle auf den Artikel „Druck erfordert Gegendruck“ von Horst Müller [1] verwiesen.

Bei Polyolefin-basierten Partikelschäumen ist die Vorschäumung beim Verarbeiter nicht möglich. Da hier die Glasübergangstemperaturen deutlich unter-



Bild 1. Erfindung von EPS im Jahr 1949

(Foto: BASF, Unternehmensarchiv)

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU110494

halb der Raumtemperatur im Bereich zwischen -100°C bis -10°C liegen, wäre die Treibmittelkonzentration im Mikrogranulat bereits nach wenigen Minuten soweit abgesunken, dass keine ausreichenden Aufschäumgrade mehr erzielt werden könnten. EPE- und EPP-Rohmaterial muss somit bereits in der gewünschten Schüttdichte vom Rohstoffhersteller bezogen werden.

Ergänzend sei erwähnt, dass EPP-Rohmaterial auch mittels Schaumextrusion hergestellt werden kann. Hier wird aus einer Treibmittel-beladenen Schmelze mithilfe von Lochdüsen ein Schaumstrang erzeugt, der mittels rotierender Messer zu Schaumperlen granuliert wird [3].

Von der Schaumperle zum Formteil

Die Herstellung von Partikelschaum-Formteilen im Formteilautomat (**Bild 2**) erfolgt prinzipiell in fünf Stufen:

- Schließen des Werkzeugs (1),
- Füllen der Werkzeugkavität mit gleichzeitiger Kompression der Partikel unter Einsatz von Druckluft (2),
- Erweichen, Expandieren und Versintern der Schaumstoffpartikel durch den Einsatz von Wasserdampf (3),
- Kühlen und Stabilisieren durch Kühlwasser, ggf. mit Vakuumunterstützung (4) und
- Entformen (5) und ggf. aus Gründen der Maßhaltigkeit Trocknen in Temperöfen [4].

In **Bild 3** ist die Formteilherstellung schematisch dargestellt.

Aus einem Vorrats-Silo werden die Schaumperlen in die Druckfüllanlage gesaugt und komprimiert. Die vorkomprimierten Partikel werden mittels Druckluft durch Injektoren in die Werkzeugkavität gefüllt. Die Komprimierung der Partikel beeinflusst die spätere Formteildichte. Üblicherweise befinden sich in der Werkzeugkavität Düsen mit Durch-

messern im Zehntelmillimeterbereich, deren Aufgabe es ist, die Entlüftung während der Füllung und die Einleitung des Prozessdampfes zu gewährleisten. Der Prozessdampf erweicht die Schaumperlen soweit, dass eine Versinterung zum Formteil stattfinden kann. Ein Kühlsystem im Werkzeug beschleunigt die Stabilisierung des Schaumstoff-Formkörpers und sorgt damit für eine relativ zügige Entformbarkeit nach einer Gesamtzykluszeit von ca. 60 bis 180 s je nach Bauteilgeometrie.

EPS: für Häuser, Fische und mehr

Als Platten- und Blockware dient EPS seit vielen Jahrzehnten als Dämmstoff für Bauanwendungen. Eingesetzt als Außenisolation, als Dachdämmung oder unter Estrichen als Trittschalldämmung, zeigen sich die typischen Eigenschaften des nied-

rigen Wärmedurchgangs und der hohen Druckfestigkeit. Das geringe Gewicht spiegelt gleichzeitig einen geringen Materialeinsatz und somit verhältnismäßig geringe Rohstoffkosten wider. Ein weiteres Einsatzgebiet im Baubereich ist die Verwendung als Dämmputz, als Flachdachisolation sowie als Deckensichtplatte. Seit etwa 15 Jahren wird das Spektrum der EPS-Dämmplatten durch das mit Grafitpartikeln ausgestattete Neopor (**Bild 4**, Hersteller: BASF) ergänzt. Die Reflexion der Wärmestrahlung durch das Grafit macht es möglich, die Dämmeigenschaften nochmals deutlich zu verbessern.

Neben dem Einsatz als Block- oder Plattenware wird EPS in großem Umfang zu Formteilen verarbeitet. Auch dabei sind das Stoßdämmvermögen und die thermischen Isoliereigenschaften von großem Nutzen. Häufig

unbeachtet werden Formteile aus EPS als maßgebliches Element innerhalb einer Kühl- und Temperaturkette verwendet. Repräsentative Beispiele finden sich im Einsatz als Verpackung für leicht verderbliche Lebensmittel wie Fisch, Meeresfrüchte oder Milchprodukte, warme Fertiggerichte, Pharmaka und Blutkonserven.

Das hohe und vor allem definierte Stoßdämmvermögen von EPS führte in den letzten Jahren zu immer komplexeren Verpackungs- und Transportschutzlösungen. Allgemein bekannte Anwendungen umfassen die Verpackung von Glas- und Keramikprodukten sowie den Transportschutz von Elektrogeräten. Des Weiteren profitiert man bei sicherheitsrelevanten Bauteilen wie Fahrradhelmen, Kindersitzen, Protektoren in Motorradbekleidung und Crash-Absorbern im Auto von den positiven Stoßdämmeigenschaften. Speziell im Automobilbau erlauben die berechenbaren Crash-Eigen-



Bild 2. Formteilautomat zur Herstellung von Partikelschaum-Formteilen

(Foto: Kurtz)

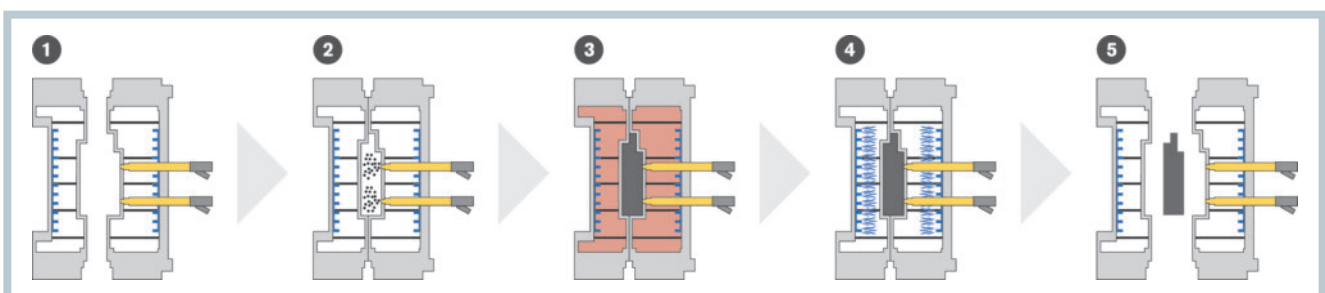


Bild 3. Schematische Darstellung des Partikelschaumprozesses (Bild: Neue Materialien Bayreuth GmbH)



Bild 4. Dekorative Wärmedämmelemente aus dem mit Graphitpartikeln ausgestatteten EPS-Sondertyp Neopor (Foto: BASF)

schaften von EPS-Konstruktionen ein Höchstmaß an Insassensicherheit.

EPE: leicht, elastisch und stoßdämpfend

EPE dient meist als Halbzeug zur Herstellung von manuell gefertigten Schutzverpackungen und Polstern für kleine Mengen und Unikate. Die Herstellung der Teile erfolgt durch Sägen, Stanzen oder den Einsatz von Wasserstrahlanlagen. Zweidimensionale Einzelteile können durch das Verschweißen mit Heißluft relativ einfach zu komplexen Gebilden zusammengesetzt werden. Der Vorteil dieser Herstellungsweise ist eine schnelle Produktion ohne aufwendige Formen und Werkzeuge. Zu Formteilen verarbeitet, lassen sich mit EPE-Partikelschaum Transport- und Schutzverpackungen für besondere Ansprüche herstellen. Das ausgeprägt elastische Verhalten von EPE ermöglicht die Konstruktion von extrem schwingungs- und stoßdämpfenden Formteilen. So

werden hoch präzise Messgeräte oder empfindliche optische und optisch-elektronische Baugruppen mithilfe von EPE-Formteilen sicher verpackt und transportiert.

EPP: der „Hidden Champion“

Der Einsatzschwerpunkt von EPP ist stark geprägt von der Automobilbranche. Mehr als 80 % des in Europa verwendeten EPP-Partikelschaums werden direkt in der Automobilindustrie eingesetzt. Die Anwendungen basieren auf der positiven Eigenschaft von EPP, dass bei niedrigen Teilgewichten eine hohe Energieabsorption erreicht wird. Aufgrund des guten Rückstellverhaltens nach dynamischer oder statischer Belastung sind die fahrzeugspezifischen Anwendungen breit gestreut. Da die Formteildichten zudem weitgehend auf die spezifischen Anforderungen der verschiedenen Bauteile eingestellt werden können, die Formteile zusätzlich in einem großen Temperaturbereich funktions sicher sowie gegenüber Chemikalien und Ölen beständig sind und eine nur geringe Wasseraufnahme zeigen, erweitert sich der Einsatz im Fahrzeugbau ständig. Vielfältige Recyclingmöglichkeiten und die Verarbeitung ohne FCKW runden das positive Verwendungsbild weiter ab.

Über viele Jahre standen bei der Verwendung von EPP mehrheitlich die physikalischen Eigenschaften des Werkstoffs im Vordergrund. Versteckt eingebaut in Stoßfängern, Türverkleidungen, Kopfstützen, Sonnenblenden oder als Crash-Pad im Bodenbereich, wurden vor allem das geringe Gewicht, die Energieaufnahme und die Elastizität von EPP genutzt. Optische Ansprüche standen hierbei meist im Hintergrund. Das verändert sich in den vergangenen Jahren, als EPP auch als Designwerkstoff entdeckt wur-

de. Parallel dazu wurden mehrere farbige Materialtypen am Markt eingeführt und auch Sonderausführungen, wie zum Beispiel antistatisches und leitfähiges EPP, fanden den Weg zu den Endanwendern.

Inzwischen beschäftigen sich alle Rohmaterialhersteller und viele Verarbeiter damit, EPP-Formteile optisch zu verfeinern, sodass sie als sichtbares Bauteil oder eigenständiges Produkt am Markt auftreten. Das hat bei vielen Designern das Interesse geweckt, sich intensiver mit dem Werkstoff EPP zu beschäftigen. Ebenfalls zu erwähnen sind abgeschlossene Entwicklungen, Folien oder Stoffe direkt mit EPP zu hinterschäumen oder EPP-Formteile mit speziell konzipierten Lacken (**Bild 5**) zu beschichten. Unterstützt wird dieser Weg von dem vor

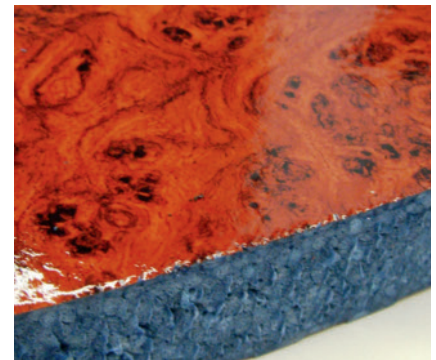


Bild 5. Lackiertes EPP mit Wurzelholzoptik für neuartige Designlösungen (Foto: Neue Materialien Bayreuth GmbH)

vier Jahren gegründeten EPP-Forum e. V. – einer Marketingplattform, auf der sich Rohstoffhersteller, Anlagenbauer, Verarbeiter und Dienstleister gemeinsam präsentieren.

Aber auch in versteckten Anwendungen geht dieser Entwicklungsprozess noch weiter. Eine der aktivsten Entwicklungen der vergangenen Jahre ist wieder im Automobilbereich zu finden. So ist heute bei einer Vielzahl von Sitzen und Sitzstrukturen EPP als Konstruktionselement in Verbindung mit massiven Kunststoffen oder Metallen zu finden (**Bild 6**). Diese Art der Anwendung ermöglicht es, sehr steife und gleichzeitig leichte Baugruppen zu bilden. Speziell im Hinblick auf die ständige Notwendigkeit der Gewichtseinsparung stellt diese Art der Anwendung eine weitere vielversprechende Lösung dar.



Bild 6. Sitz des Opel Insignia: EPP dient als Konstruktionselement (Foto: BASF)

Resümee und Blick in die Zukunft

Die Familie der Partikelschäume kann auf eine bewegte Geschichte zurückblicken.

Speziell EPS wurde in der Vergangenheit oft negativ und kritisch betrachtet, obwohl der Rohstoff schon immer ökologisch und ökonomisch sehr hoch zu positionieren war. Gerade die heutige Zeit, geprägt davon, rohstoff- und energiesparend zu denken, hat zur Entwicklung neuer EPS-Materialien geführt, die bei der Lösung vieler Fragen der Zukunft erfolgreich eingesetzt werden können. Neu entwickelte Polystyrol-Copolymere und speziell weiterentwickelte Sondertypen, wie z. B. Partikelschäume mit gesteigerten Isolationseigenschaften (**Titelbild**), werden auch in Zukunft gute Dienste leisten.

Polyolefin-basierte Partikelschäume stehen hingegen selbst nach Jahren der aktiven Marktpräsenz in vielen Bereichen am Beginn der Umsetzung neuer Anwendungen und Lösungen. Der Einsatz dieser Partikelschäume wird in Zukunft maßgeblich dazu beitragen, mit einem sehr geringen Materialeinsatz bedeutende Konstruktionsaufgaben zu übernehmen. Durch diesen hoch effizienten Materialeinsatz können herausragende Fortschritte bei der weiteren Gewichtsreduzierung und somit der Einsparung von Energie erzielt werden. In der Forschung beschäftigt man sich aktuell damit, diese besonderen Partikel-

schaumeigenschaften auch auf andere Kunststoffe, z. B. auf Basis von Biopolymeren, auszudehnen, sodass auch zukünftig mit stetigen Neu- und Weiterentwicklungen zu rechnen sein wird. ■

LITERATUR

- 1 Müller, H.: Druck erfordert Gegendruck. Kunststoffe 100 (2010) 2, S. 20–23
- 2 Domas, F.: Eigenschaftsprofile und Anwendungsübersicht von EPE und EPP. Thermoplastische Partikelschäume – Aktuelle Produkte, Verfahren und Anwendungen. VDI Verlag GmbH, Düsseldorf (1993)
- 3 Pohl, M.: Extrudierter PP-Partikelschaum – Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen. Thermoplastische Partikelschäume: Aktueller Stand und Perspektiven, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf (1996)
- 4 Keppeler, U.: Partikelschäume aus Polystyrol und Polypropylen, Polymerschäume, Perspektiven und Trends. Süddeutsches Kunststoffzentrum, Würzburg (2005)

Kontakt

Neue Materialien Bayreuth GmbH
D-95448 Bayreuth
TEL +49 921 50736-118
→ www.nmbgmbh.de

DIE AUTOREN

DIPL.-ING. CHRISTIAN TRASSL, geb. 1978, ist bei der Neue Materialien Bayreuth GmbH als stellvertretender Bereichsleiter Kunststoffe und Gruppenleiter Partikelschäume tätig. In seiner Nebentätigkeit ist er seit der Gründung im Jahr 2006 Geschäftsführer der Marketingplattform EPP-Forum e. V.; christian.trassl@nmbgmbh.de

DIPL.-ING. (FH) HANS WÖRTHWEIN, geb. 1961, ist mit dem Beratungs- und Vertriebsbüro W-EPP technologies selbstständig. Ehrenamtlich ist er Vorstandsvorsitzender der Marketingplattform EPP-Forum e. V.; hans.woerthwein@w-ep.de

SUMMARY

LESS IS MORE

PARTICLE FOAMS. With typical densities ranging from 15 to 80 kg/m³, particle foams such as EPS, EPE and EPP are flyweights, even among polymer foams. They consist of up to 90 % air and yet, despite this, or rather, precisely because of it, they offer very good specific mechanical properties, good thermal insulation behavior and enormous potential for lightweight construction.

Read the complete article in our magazine

Kunststoffe international and on

www.kunststoffe-international.com