

Transparent und bis 100 °C temperaturbeständig

Kooperationsprojekt für kreislauffähige Verpackungen

Sukano und Illig verbindet eine langjährige Entwicklungspartnerschaft auf dem Gebiet des Thermoformens. Die neueste Entwicklung für kreislauffähige und temperaturbeständige PET-Anwendungen für Verpackungen heißt CPET-light. Sukano hat einen Nucleating Masterbatch entwickelt, mit dem sich eine transparente und bis 100 °C formstabile Folie extrudieren lässt. Illig prüfte das Ergebnis im hauseigenen Technologiezentrum auf seine Einsatzmöglichkeiten.



Ziemlich transparent: Drei Werkstoffe traten im Praxistest gegeneinander an. Links im Bild APET, in der Mitte CPET-light und rechts im Bild PP © Illig

Die Nachhaltigkeit einer Kunststoffverpackung wird immer mehr von ihrer Kreislauffähigkeit bestimmt. Circular Economy ist der Megatrend. Polyethylenterephthalat (PET) ist ein häufig recycelter Kunststoff der Welt und eignet sich hervorragend für das Verpacken von Lebensmitteln. Auf diesem Wissen aufbauend, haben Sukano und Illig den Versuch gestartet, den Einsatz von PET in Bechern und Schalen für Mikrowellen und Heißabfüllungen zu ermöglichen. Das Ergebnis ist eine Alternative zu den heute oft verwendeten PS- und PP-Anwendungen, die entweder nicht recyclebar oder nicht lebensmittelkonform sind.

Für temperaturbeständige Anwendungen wie bis zu 220 °C hitzebeständige CPET-Schalen kommen heute kristalline und opake CPET-Varianten zum Ein-

satz. Die niedrigere und meist nur kurz andauernde Temperaturschwelle von 100 °C, typisch bei Mikrowelleneinsätzen und Heißabfüllungen, erreichen herkömmlich thermogeformte APET-Becher (amorphes PET) und -Schalen nicht. Jedoch muss auch nicht unbedingt das hochtemperaturbeständige CPET als Verpackungsmaterial erhalten. Der Schweizer Spezialist für Additiv- und Masterbatches Sukano und der deutsche Hersteller von Thermoformsystemen Illig haben hier einen neuen Werkstoff entwickelt.

CPET-light schließt die Lücke

Ausgehend von der CPET-Thermoform-Technologie haben die beiden Unternehmen das temperaturbeständige CPET-light entwickelt. Ziele hierbei waren die

Realisierung einer transparenten Anwendung für den Einsatz in Mikrowellen und für Heißabfüllungen bei gleichzeitiger Steigerung der Produktivität des eingesetzten Thermoformsystems.

Illig entwickelte in diesem Projekt einen effizienteren Thermoformprozess, der eine höhere Produktivität im Vergleich zu konventionellem CPET bietet. Mit einer exakten Temperaturführung der mit dem Sukano Masterbatch nukleierten Folie und einem speziell entwickelten Werkzeug, entstehen Becher aus CPET-light. Sie haben den Vorteil, dass sie wieder im PET-Rohstoffkreislauf für Lebensmittelverpackungen Verwendung finden und bieten eine Alternative zu PS und PP.

Herstellung transparenter Becher zur Heißabfüllung

Das Gemeinschaftsprojekt hatte zum Ziel, heißabfüllfähige Becher für Molkereiprodukte herzustellen, die ausreichend Transparenz und eine Temperaturbeständigkeit von 100 °C aufweisen. Für diese Versuchsreihe wurde im Illig Technology Center eine RDM 70K-Thermoformmaschine und ein Einkavitäten-Formstanzwerkzeug verwendet. Als Referenz wurden Muster aus PP-H (PP-Homopolymer) und APET mit identischem Formwerkzeug hergestellt. Der Masterbatch Spezialist stellte für die Testreihe im hauseigenen Technikum auf dem Laborextruder sowohl transparente als auch weiße CPET-light-Folien mit 1,1 mm Dicke und 240 mm Breite her. Somit ergab sich eine Versuchsreihe mit PP-H, APET, CPET-light (weiß) und CPET-light (transparent).

Während der Thermoformversuche wurde die Taktzahl für die Becher aus CPET-light optimiert. Die maximal erreichte Taktzahl betrug hier 20 Takte/min. Die Becher aus PP-H und APET wurden ebenfalls mit 20 Takten/min hergestellt. Wichtig war es, vergleichbare Wanddickenverteilungen zu erreichen, um aussagekräftige Ergebnisse für die optischen und mechanischen Prüfungen zu erhalten.

Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt:

- Wanddickenvermessung der Becher an charakteristischen Punkten nach 24 h Lagerung
- Bestimmung der Werkzeuggeschwindigkeit nach 24 h Lagerung
- Stauchdruckmessung der geformten Becher
- Temperaturbeständigkeit im Ofentest
- Temperaturbeständigkeit mit heißem Wasser
- Transparenzmessung

Die Messungen der Wanddicke zeigten deutlich, dass mit Ausnahme der APET-Becher (Boden zu dünn ausgeformt) und der weißen CPET-light-Becher (Abriss unter dem Siegelrand) die im Thermoformprozess erreichten Wanddickenverteilungen sehr vergleichbar waren. Dadurch konnten die Top-Load Messungen aussagekräftig durchgeführt werden. Es wurden je fünf Becher mit dem Magna Mike 8600 Halleffekt-Dickenmesser geprüft.

Bestimmung der Werkzeuggeschwindigkeit nach 24 h Lagerung

Vorversuche hatten bereits angedeutet, dass die Werkzeuggeschwindigkeit von APET und CPET-light vergleichbar sind. Sie entsprachen den in der Werkzeugkonstruktio-



Bild 1. Position der Wanddickenmessung in mm Position vom Siegelrand entfernt

Quelle: Illig; Grafik: © Hanser

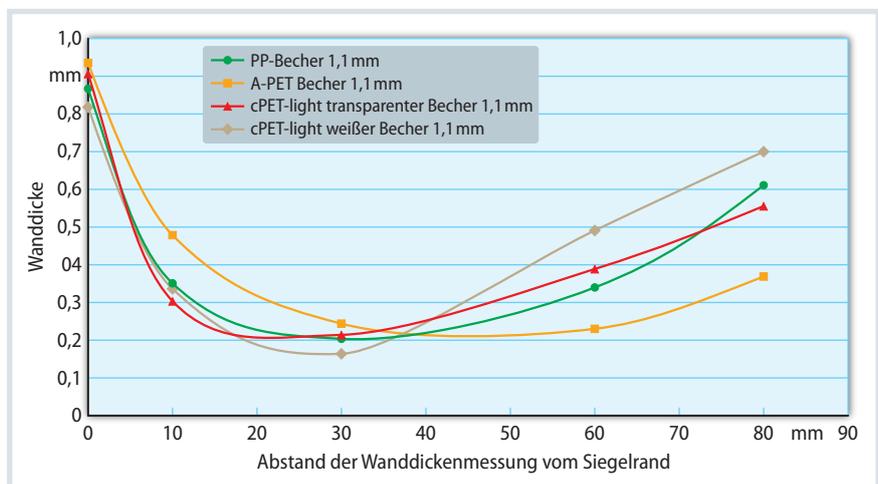


Bild 2. Wanddickenvermessung der Becher an charakteristischen Punkten nach 24 h

Lagerung Quelle: Illig; Grafik: © Hanser

| Parameter | Einstellwert |
|-------------------------|--------------|
| Vorkraft | 0,5 N |
| Vorkraftgeschwindigkeit | 10 mm/min |
| Prüfgeschwindigkeit | 50 mm/min |
| Kraftabschaltswelle | 10 % Fmax |

Tabelle 1.

Prüfkriterien der Stauchdruckprüfung

Quelle: Illig

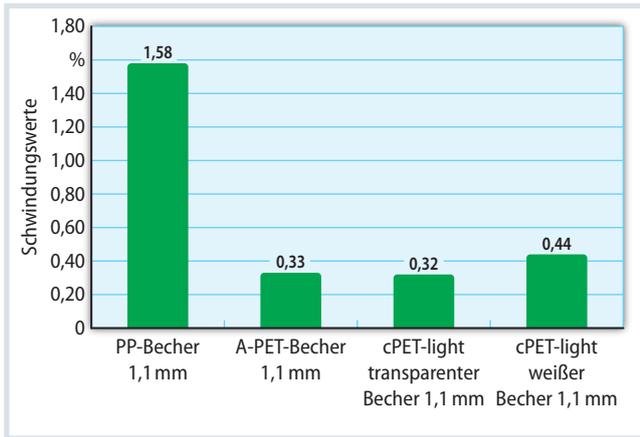


Bild 3. Werkzeugschwindungswerte PP-Becher, APET Becher und CPET-light Becher mehr als 24 h nach Produktion ermittelt Quelle: Illig; Grafik: © Hanser

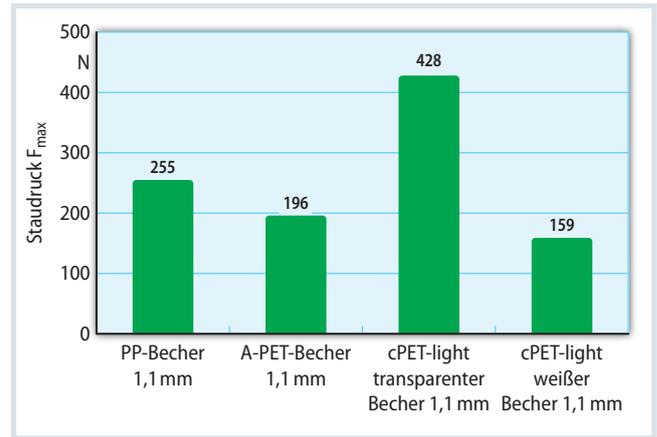


Bild 4. Fmax-Werte aus den durchgeführten Staudruckprüfungen Quelle: Illig; Grafik: © Hanser

on bekannten Werten von ca. 0,5 %. Auch der Schwindungswert von 1,58 % für PP lag innerhalb des Toleranzbereiches. Tendenziell waren die ermittelten Schwindungswerte für APET, CPET-light und PP etwas geringer, was auf die Temperierung im beheizten Werkzeug zurückzuführen war. Pro Folienwerkstoff wurde der Durchmesser von fünf Bechern optisch gemessen und mit dem der Stanzkontur verglichen.

Es wurden ebenfalls Staudruckmessungen der geformten Becher durchgeführt (Top-Load-Messungen). Dazu waren eine Zwick/Roell zwickiLine 2.5 kN und zwei planparallele Druckplattenwerkzeuge im Einsatz. Die Prüfmethode wurde an die DIN 55440 Staudruckprüfung angelehnt. Die Prüfkriterien sind in **Tabelle 1** dargestellt.

Es wurden je Versuchspunkt 10 Becher getestet. Bei der Betrachtung der maximalen Kraftwerte (F_{max}) aus den Prüfungen, ließ sich folgendes erkennen. Die geringere Wanddicke der weißen CPET-light Becher unterhalb des Siegelrands wirkte sich negativ auf die maximale Staukraft der Becher aus (**Bild 2**). Dies konnte auch während der Prüfung in Form einer früher einsetzenden Deformierung beobachtet werden. Die APET-Becher mit ihrer dünneren Wanddicke im Boden zeigten ein ähnliches Verhalten mit einem früheren Deformieren und niedrigeren F_{max} -Wert. Beim Vergleich der PP-Becher mit den transparenten CPET-light-Formteilen war ein deutlicher Unterschied der F_{max} -Werte zu erkennen, der

auf die Unterschiede beim E-Modul von PP (ca. 2000 MPa) und PET (ca. 3800 MPa) zurückzuführen ist.

Temperaturbeständigkeit im Ofentest

Die Bechermuster wurden im Ofentest 30 Minuten mit 100 °C beaufschlagt. Anschließend wurden die Schwindungswerte optisch mit der Messung der Becherdurchmesser am Siegelrand geprüft.

Die APET-Becher konnten aufgrund der massiven Deformation nicht mehr vermessen werden (**Bild 5**). Die Abnahme der Becherhöhe fiel bei den PP-Bechern am geringsten aus (**Tabelle 2**). Die Deformation der CPET-light-Muster wurde durch eine optimierte Werkzeuggeometrie jedoch noch verringert.

Die Becher wurden mit ca. 95 °C heißem Wasser randvoll gefüllt. Nach einer Minute wurde das Wasser wieder entleert und nach weiteren 30 Minuten die Becherdimensionen vermessen (**Tabelle 3**). Die Transparenz wurde mit einem Hazemessgerät – Hazegard plus von BYK Gardner nach ASTM D-1003 gemessen.

Die Autoren

Daniel Ganz arbeitet als Global Product Manager für Thermoformanwendungen bei der Sukano AG; daniel.ganz@sukano.com

Janine Wyss ist Marketing Communication Manager bei Sukano;

Sven Engelmann ist Head of Packaging Technology und leitet das Illig Technology Center (ITC); sven.engelmann@illig.de

Christoph Stoye ist als Packaging Developer im ITC tätig; christoph.stoye@illig.de

Georg Sposny arbeitet als Marketing Communication Manager bei Illig; georg.sposny@illig.de

Service

Literatur & Digitalversion

Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/onlinearchiv

Tabelle 2. Messung der Becherhöhe vor und nach dem Ofentest Quelle: Illig

| Muster | Höhe vor dem Ofentest | Höhe nach dem Ofentest |
|---------------------------------|-----------------------|------------------------|
| PP-Becher | 54,52 mm | 54,39 mm |
| CPET-light transparenter Becher | 54,38 mm | 50,38 mm |
| CPET-light weißer Becher | 54,37 mm | 52,18 mm |

| Muster | Höhe vor Heiß-Wasser-Test | Höhe nach Heiß-Wasser-Test |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| PP Becher | 54,43 mm | 54,17 mm |
| CPET-light transparenter Becher | 54,39 mm | 52,89 mm |
| CPET-light weißer Becher | 54,33 mm | 53,04 mm |

Tabelle 3. Becherhöhe vor und nach dem Heiß-Wasser-Test 95 °C, 60 sec Quelle: Illig



Bild 5. Vergleich der geprüften Muster vor und nach 30 Minuten Ofentest bei 100 °C © Illig

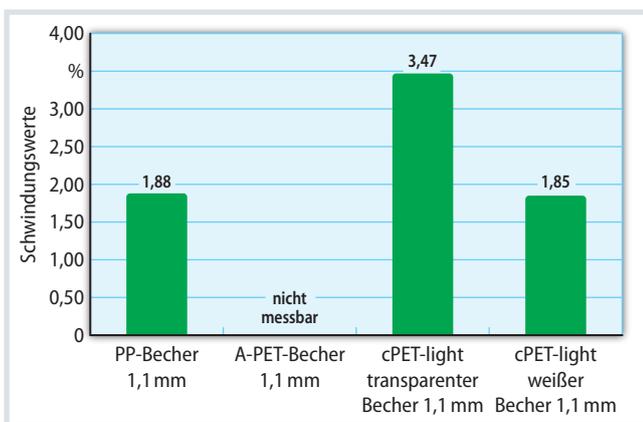


Bild 6. Ofenschwindungswerte nach dem Ofentest optisch vermessen

Quelle: Illig; Grafik: © Hanser

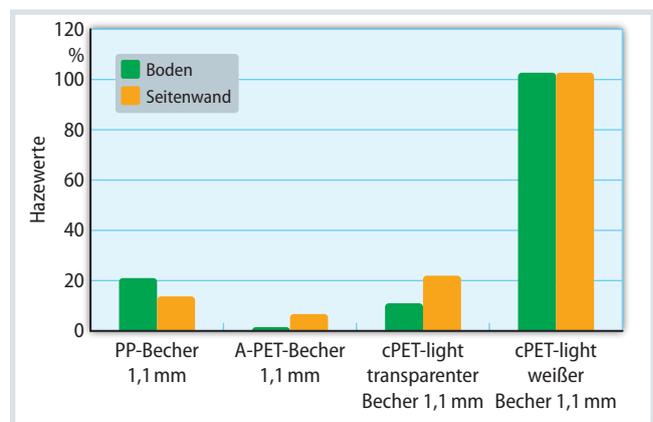


Bild 7. Vergleich der Becher-Tranparenz mit Hilfe von Haze-Werten

Quelle: Illig; Grafik: © Hanser

Dabei zeigte der transparente CPET-light-Becher im Vergleich zum APET-Becher nur eine geringe Erhöhung der Haze-Werte (Tabelle 4). Bei optischer Betrachtung konnten CPET-light transparent und PP als optisch gleichwertig betrachtet werden.

CPET-Light Becher als effiziente und recyclingfähige Alternative

Die Kombination aus der mit dem Sukano Masterbatch nukleierten Folie, dem entsprechenden Formwerkzeugen- und

Maschinenequipment beim Thermformen und dem langjährigen Know-how der beiden Unternehmen, haben zu einer erfolgreichen Entwicklung eines CPET-light Bechers mit einer Temperaturbeständigkeit bis 100 °C geführt. Durch die guten Barriereigenschaften von PET sind die Becher auch fettbeständig und mit einer Maschinengeschwindigkeit bis 20 Takte/Minute ist zudem eine effiziente Produktion sichergestellt.

Die transparente Variante, die mit dem speziell formulierten Nukleierungsmasterbatch des Schweizer Spezialisten

Sukano additiviert ist, bietet zudem eine mögliche Alternative zu den heute oft verwendeten Bechern aus PP. Durch die hervorragende Recyclingfähigkeit von PET, insbesondere für lebensmittelkonformes Recycling, kann maßgeblich zu einer erfolgreichen Kreislaufwirtschaft beigetragen werden. ■

Was ist CPET-light?

- Thermogeformte teilkristalline Anwendung aus PET
- Als opake oder transparente Anwendung verfügbar
- Temperatur-Beständigkeit bis zu 100 °C dank formulierter Additivierung und speziellem Verarbeitungsprozess
- Geeignet für die Mikrowelle und Heißabfüllung
- Recyclingfähig
- Gute Barriereigenschaften durch PET

| Becher | Dicke Boden µm | Haze Boden % | Dicke Wand µm | Haze Wand % |
|------------------------|----------------|--------------|---------------|-------------|
| APET | 342 | 2,08 | 410 | 6,38 |
| CPET light transparent | 512 | 10,6 | 276 | 22,2 |
| CPET light weiß | 586 | 103 opak | 278 | 103 |
| PP transparent | 513 | 21,3 | 263 | 14,4 |

Tabelle 4. Messung der Wanddicken und der Transparenz Quelle: Illig