



Optimierte
Hanffaser-
pellets für
die Extrusion

Pellets für die Extrusion

Naturfaserverstärkte Kunststoffe. Die Dosierung von Naturfasern für Spritzgieß- und Extrusionsanwendungen stellte bisher vielfach den Flaschenhals in der Prozesskette dar. Durch die Verwendung optimierter Naturfaserpellets kann dieses Problem gelöst werden.

KATHARINA HAAG U. A.

Dem breiten Einsatz von heimischen Naturfasern wie Hanf und Flachs in spritzgegossenen und extrudierten Bauteilen steht vielfach die aufwendige Verfahrenstechnik und Faseraufbereitung entgegen, die die Herstellung von Bauteilen mit homogener Faserverteilung und geringer Faserschädigung erschwert. Häufig werden die nicht rieselfähigen Fasern aufwendig zum Beispiel zu Kardenbändern aufbereitet, um sie dann dem Compoundierprozess zuführen zu können.

Einen anderen Ansatz stellt die Faserdosierung in Form von Pellets dar. Diese lassen sich gravimetrisch dosieren und dadurch gleichmäßig dem Prozess zuführen. Allerdings stellt auch diese Verfahrenstechnik – neben der Wirtschaftlichkeit des Prozesses – hohe Anforderungen an die Homogenität, Faserschädigung, Transportierbarkeit und Auflösbarkeit der Agglomerate in der Kunststoffschmelze. Für die Entwicklung einer Naturfaserpelletproduktion stellten sich daher folgende Leitfragen:

- Ist die industrielle Herstellung compoundierbarer Naturfaserpellets möglich?

- Welchen Einfluss hat die Pelletierung auf die Fasern?
- Kann der Prozess so gestaltet werden, dass er eine Direktextrusion der Naturfaserpellets ohne vorhergehende Compoundierung ermöglicht?
- Sind solche Prozesse aus ökonomischer Sicht konkurrenzfähig zu konventionellen Techniken (z. B. unterschiedliche Compoundiertechniken)?

Optimierungsschleife Extrusion

Im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekts entwickelte die Badische Naturfaseraufbereitung BaFa GmbH, Malsch, eine Anlage zur Pelletierung von Naturfasern. Hierbei wurden im Speziellen Hanffaserpellets für die Extrusion optimiert. In **Bild 1** sind unterschiedliche im Doppel- →

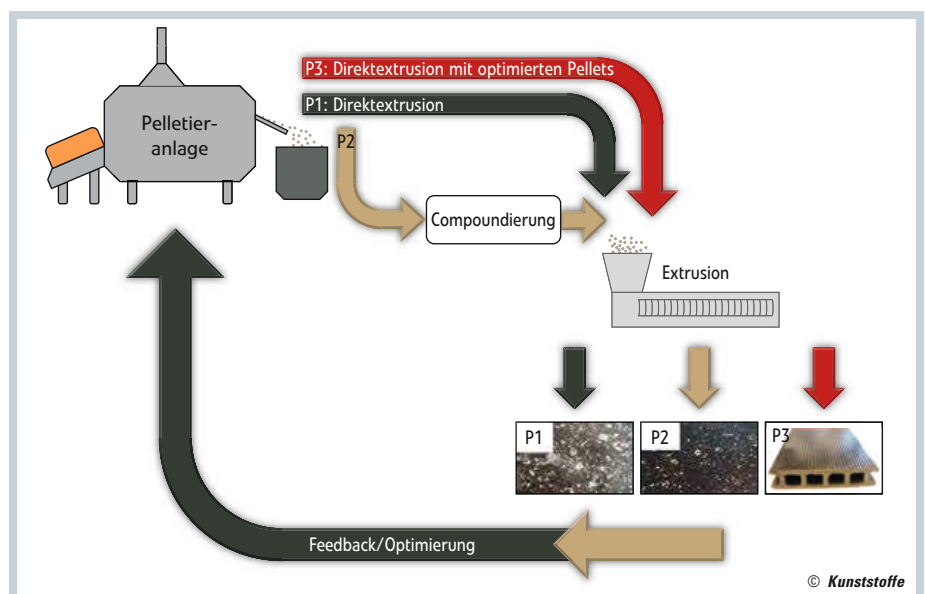


Bild 1. Darstellung der Optimierungsschleife der hergestellten Extrusionsprofile P1 bis P3. Von P1 und P2 sind jeweils die (inhomogenen) Profilerflächen dargestellt

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU111335

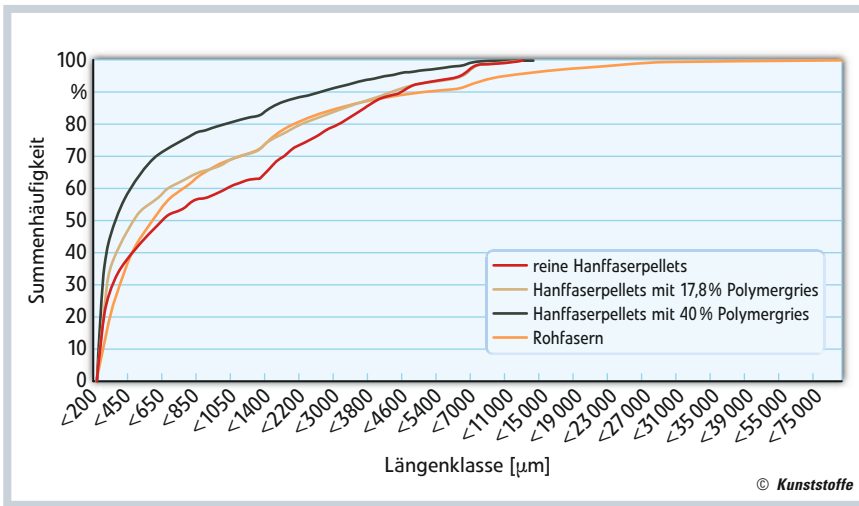


Bild 2. Summenhäufigkeitsverteilung der Längen der Fasern/Faserbündel vor (Rohfasern) und nach der Pelletierung mit unterschiedlichen Polymeranteilen, die während des Pelletierprozesses im BaFa-Verfahren beigemischt wurden (Bilder: AG Biologische Werkstoffe der Hochschule Bremen)

schneckenextruder hergestellte Extrusionsprofile bzw. ihre Oberflächen dargestellt: Die Ausgangslage stellen noch nicht optimierte Hanffaserpellets (P1) dar: Diese Pellets lösten sich im Direktextrusionsprozess sehr schlecht auf, was in der Aufnahme der Profilloberfläche erkennbar ist. Durch einen zusätzlichen Compoundierschritt konnte die Auflösung der Ausgangspellets im Vergleich zur Direktextrusion zwar verbessert werden (P2), die Ergebnisse waren jedoch noch nicht zufriedenstellend. Erst mit optimierten Pellets mit verbesserter Auflösbarkeit, wie sie für P3 verwendet wurden, konnte eine homogene Verteilung der Fasern im Kunststoff gewährleistet werden und zusätzlich auf den Bearbeitungsschritt der Compoundierung verzichtet werden.

Einfluss der Pelletierung auf die Fasern

Zur Analyse der Längen und Breiten wurden die Fasern/Faserbündel aus den Granulaten und Profilen extrahiert. Dabei wurden die Faserlängen und -breiten mithilfe der Bildanalysesoftware FibreShape V5.1 (Hersteller: IST AG, Vilters, Schweiz) bestimmt. Hierbei stellte sich heraus, dass sehr lange Faserbündel (> 10 mm) bei der Pelletierung eingekürzt werden. Die maximale Länge in den Pellets beträgt etwa 10 mm (Bild 2). Durch Zumischen von Polypropylengries im Pelletierprozess konnten die Fasern zusätzlich beeinflusst werden: Je höher der Polymeranteil im Pellet ist, desto kürzer sind die Fasern.

In der Pelletieranlage werden feine, staubartige Anteile abgesaugt bzw. bleiben durch elektrostatische Effekte an Anlageteilen zurück. Dies führt dazu, dass in den reinen Faserpellets weniger Feinstan-

teile mit geringer Verstärkungswirkung vorhanden sind als in den Rohfasern (Bild 2 und 3).

Eine Compoundierung der Pellets vor der Extrusion (P2) führt zwar im Vergleich zur Direktextrusion (P1) zu einer geringfügig verbesserten Auflösbarkeit der Pel-

lets (weniger Agglomerate in den Oberflächen von P2 als von P1 erkennbar, Bild 1), stellt aber gleichzeitig einen zusätzlichen Verarbeitungsschritt dar, der mit einer thermischen Belastung der Naturfasern einhergeht. Mit Farbmessungen an den drei beschriebenen Profilen P1 bis P3 kann dies bestätigt werden: Das vorcompoundierte Profil P2 weist deutlich geringere L*- , a*- und b*-Werte auf als die direktextrudierten Profile P1 und P3 (Bild 4).

Besonders deutlich wird die Optimierung der Faserpellets beim Betrachten der mechanischen Eigenschaften: Von P1 zu P3 ist eine Steigerung hinsichtlich Biegesteifigkeit, Biegefestigkeit und Charpy-Schlagzähigkeit um bis zu 60 % feststellbar. Gleichzeitig nimmt die Streuung der Ergebnisse deutlich ab (Bild 5). Die verbesserte Homogenität bezüglich der Auflösung der Pellets und der Faserverteilung kann anhand von REM-Aufnahmen an Bruchflächen dokumentiert werden (Bild 6).

Die Marktpreise der reinen Hanffaserpellets hängen zu über 70 % von den

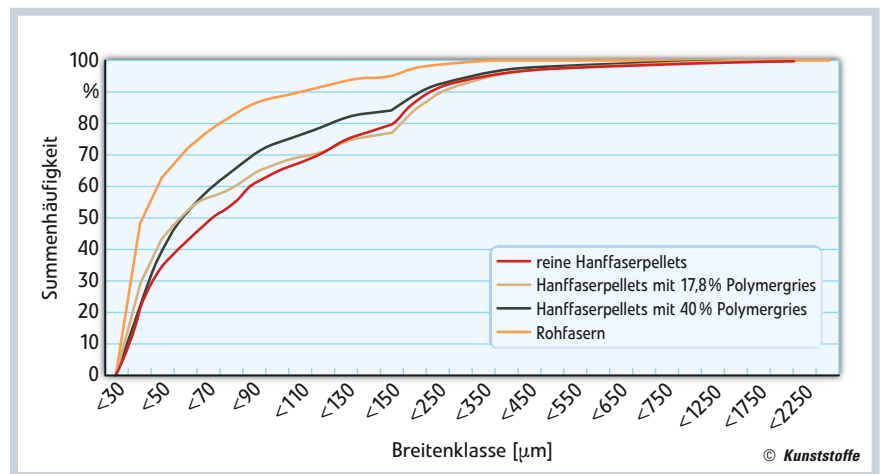


Bild 3. Summenhäufigkeitsverteilung der Breiten der Fasern/Faserbündel vor (Rohfasern) und nach der Pelletierung mit unterschiedlichen Polymeranteilen, die während des Pelletierprozesses im BaFa-Verfahren beigemischt wurden

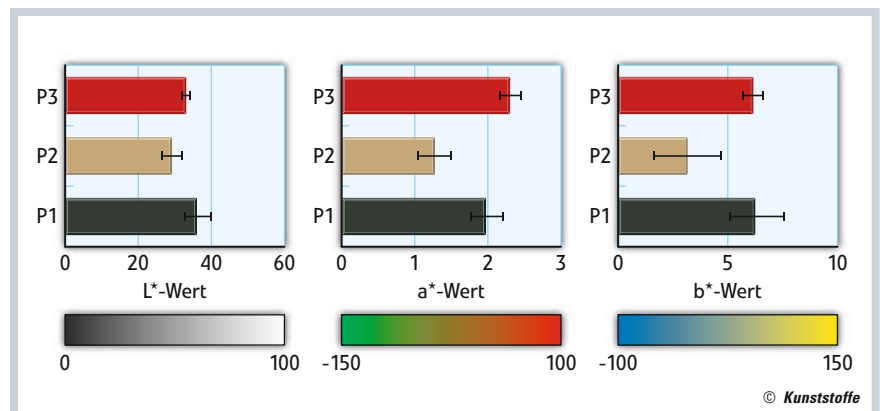


Bild 4. Ergebnisse der Farbmessungen an den Extrusionsprofilen

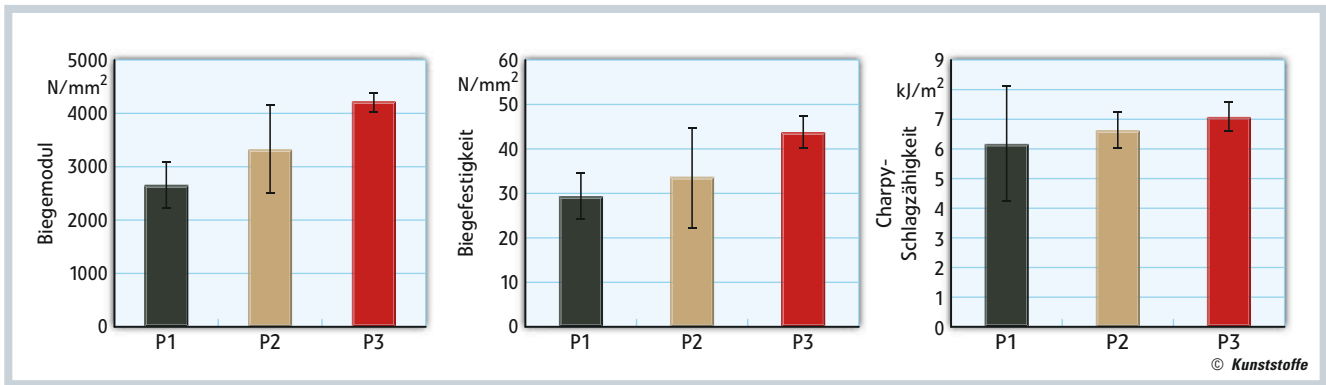


Bild 5. Mechanische Eigenschaften der Extrusionsprofile

Rohstoffkosten ab. Wenn bereits im Pellet ein Kunststoff zugemischt ist, liegt der Anteil sogar noch höher. Je nach Zusammensetzung liegen die Preise für die Hanffaser-Pellets zwischen 1,00 und 1,20 EUR/kg – für die meisten industriellen Teilnehmer des Workshops „Naturfaserpellets für Spritzguss und Extrusion“, der am 16. April 2012 im Zentrum für Umweltkommunikation der DBU, Osnabrück, durchgeführt wurde, war das ein attraktiver Preis für die Lösung des Zufuhrproblems.

Ökonomische und ökologische Betrachtung der Prozesskette

Der Primärenergiebedarf zur Produktion der Hanffaser-Pellets liegt mit 5,4 GJ/t verglichen mit anderen Werkstoffen sehr niedrig. Typische Kunststoffe liegen bei mindestens dem Zehnfachen. Interessant ist zudem, dass der Schritt der Pelletierung nur 0,4 GJ/t (7,4 %) ausmacht (Bild 7). Die größten Anteile kommen von der Düngung (37 %), vom Landmaschineneinsatz (24,1 %) und von der Faseraufbereitung (16,7 %). Pestizide kommen beim Hanfanbau nicht zum Einsatz; bei anderen Kulturen tragen auch sie relevant zum Energiebedarf bei. Werden durch den Zusatz von Kunststoffen und Additiven Faserpellets hergestellt, die eine Direktextrusion erlauben, können notwendige weitere Prozessschritte (Compoundierung) ersetzt werden. Dies wirkt sich zusätzlich günstig auf den Energiebedarf und die Kosten aus.

Fazit

Generell ist die Herstellung von Naturfaserpellets, die dem Compoundierprozess zugeführt werden können, mit dem BaFa-Verfahren möglich. Durch den Pelletierprozess tritt keine wesentliche Faserschädigung auf, es werden lediglich Feinstfaseranteile mit geringer Verstärkungswir-

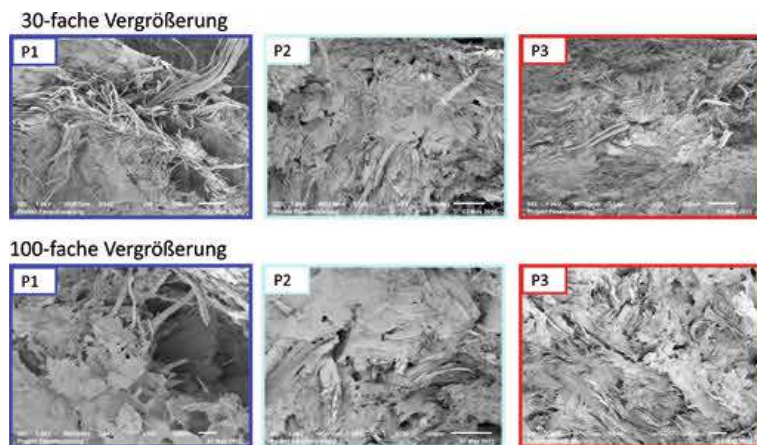


Bild 6. Bruchflächen der Extrusionsprofile P1-P3 im Rasterelektronenmikroskop bei 30-facher (oben) bzw. 100-facher Vergrößerung (unten)

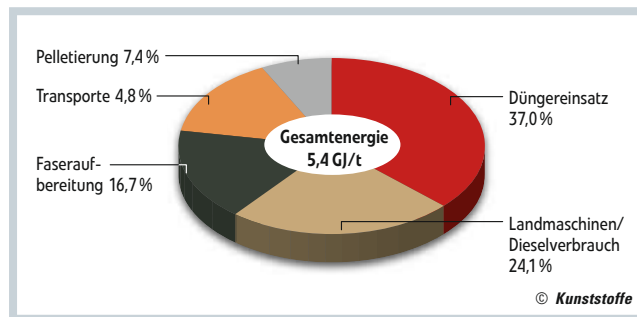


Bild 7. Primärenergiebedarf für die Produktion von Hanffaserpellets in GJ/t. Der Anteil der Pelletierung ist gering

kung entfernt. Eine Direktextrusion der Faserpellets mit zugemischtem Polypropylengries in den Pellets ist möglich und führt zu einer geringeren thermischen Belastung der Naturfasern und zur Einsparung eines Prozessschritts bei optimierten Eigenschaften.

Die Prozesse sind vor allem bei Direktextrusion im Vergleich zu herkömmlichen Prozessen ökonomisch tragfähig und erweitern die Möglichkeiten für die industrielle Anwendung naturfaserverstärkter Kunststoffe. ■

DANK

Die Ergebnisse wurden im Rahmen des Projekts „Entwicklung einer industriellen Naturfaser-Pellet-Produktion zur Nutzung von Naturfasern als Verstärkung von (Bio-) Kunststoffen in Spritzguss und Extrusion“ – AZ

27717-34, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU, gewonnen.

DIE AUTOREN

B. SC. KATHARINA HAAG, geb. 1987, ist Projektmitarbeiterin an der Hochschule Bremen, Fakultät 5 – Fachrichtung Bionik / AG Biologische Werkstoffe.

DIPL. WIRTSCH.-ING. LENA SCHOLZ, geb. 1984, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin bei der nova-Institut GmbH, Hürth.

DR. ARNE SCHIRP, geb. 1970, ist Projektleiter am Fraunhofer Institut für Holzforschung (Wilhelm-Klauditz-Institut WKI).

DIPL.-PHYSIKER MICHAEL CARUS, geb. 1956, ist Geschäftsführer der nova-Institut GmbH, Hürth.

PROF. DR.-ING. JÖRG MÜSSIG, geb. 1968, ist Professor an der Hochschule Bremen, Fakultät 5 – Fachrichtung Bionik / AG Biologische Werkstoffe; jmuessig@bionik.hs-bremen.de