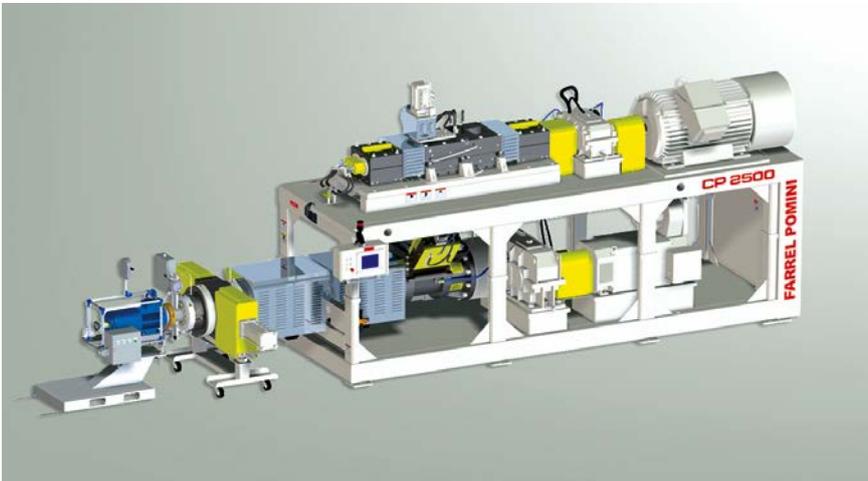


Spezialist für hochgefüllte Compounds

Kontinuierlich compoundieren mit gegenläufigen, nicht ineinandergreifenden Rotoren

Das Kunststoff-Zentrum SKZ und der Maschinenhersteller Farrel Pomini, ein Unternehmen der HF Mixing Group, kooperieren seit einigen Jahren erfolgreich bei der Herstellung technischer Compounds. Hierzu wird im Verarbeitungstechnikum des SKZ ein CP125, Farrel Pominis kleinster Compact Processor mit einer Ausstoßleistung von 125 kg/h, eingesetzt.



Der Farrel Pomini Compact Processor CP2500 mit gegenläufigen, nicht ineinandergreifenden Rotoren (Bild: Farrel Pomini)

Der Farrel Pomini Compact Processor (CP) ist ein etabliertes Compoundiersystem, bei dem das Mischen und Austragen in zwei separaten Stufen erfolgt. Das System besteht aus einem Mischer zum kontinuierlichen Plastifizieren, Dispergieren und Homogenisieren des Compounds mit gegenläufigen, nicht ineinandergreifenden Rotoren sowie aus einem Schmelzeextruder für den Austrag bzw. den Druckaufbau zur weiteren Verarbeitung. Das gesamte System ist platzsparend übereinander auf einem Trägerrahmen mit Schaltschrank montiert (**Bild 1**).

Die kurze Mischkammer des kontinuierlich arbeitenden Mixers enthält zwei beidseitig gelagerte Rotoren ($L/D=6$) und ist für eine leichte Reinigung und Montage horizontal aufklappbar (**Bild 2**). Die obere Hälfte der Mischkammer ist segmentiert, um die Entgasung, die nachgeschaltete Zugabe von Bestandteilen und die

Flüssigkeitseinspritzung zu ermöglichen. Ein oder mehrere Mischdämme können anstelle dieser Segmente montiert werden, um die Mischintensität zu erhöhen. Diese verbessern die Schmelzehomogenität, die Verteilung der Zusatzstoffe und die Temperaturgleichmäßigkeit. Die Mischdämme können automatisch über die Steuerung oder manuell in den Mischprozess eingebracht werden. Für die Erwärmung der Mischkammer werden elektrische Heizpatronen verwendet. Die Temperatur wird von Sensoren überwacht und durch eine SPS als geschlossene, automatische Temperaturregelung gesteuert. Der Mischkammereinzug und die eigentliche Mischkammer können hierbei separat geregelt werden. Die Kühlung erfolgt durch Wasser. Die Rotoren sind tiefgebohrt und mit Kühlleitungen ausgestattet, wodurch eine selektive und kontrollierte Kühlung der Rotoren erfolgt.

Je nach Materialspezifikation können scherintensivere oder scherungsarme Rotoren sowie eine Kombination aus beiden eingesetzt werden (**Bild 3**). Die Rotoren sind hinsichtlich ihrer Geometrie in vier Bereiche unterteilt. Im Anschluss an den Förderbereich beginnt eine vorwärtsgerichtete Spirale (Forward Helix), die sich bis zur Spitze jedes Rotors erstreckt. Dieser schraubenförmige Abschnitt drückt das Material vorwärts zum Austrittsende der Mischkammer. Unmittelbar nach der Spitze beginnt eine rückwärtsgerichtete Spirale (Reverse Helix). Dieser Teil des Rotors drückt das geknetete und bereits anplastifizierte Material entgegen die Prozessrichtung gegen das neu hinzukommende, kalte Material. Dadurch wird das Compound stark distributiv durchmischt und zusätzlich eine niedrige Mischtemperatur erzielt. Bei Erreichen der gewünschten spezifischen Schmelzeviskosität wird das Compound vom Mischbereich in die Neutralzone gefördert und anschließend durch eine beheizbare, PTFE-beschichtete Auslassklappe und einem darunter positionierten Schacht dem Austragsextruder übergeben. Die Klappenöffnung hat direkten Einfluss auf die Verweilzeit, die Scherung, den spezifischen Energieeintrag und die Mischgüte und kann im laufenden Prozess über die Steuerung variiert werden.

Die Compoundierung erfolgt ohne Druckaufbau in einer 50 bis 70 % gefüllten Mischkammer. Das freie Volumen ist aufgrund der nicht ineinandergreifenden Rotoren und großer Abstände zwischen Rotorflanken und Kammerwand (2,5 bis 4 mm, je nach Baugröße) bei gleicher Prozesslänge bis zu 5-mal größer als bei anderen Aufbereitungsverfahren. Dies er-

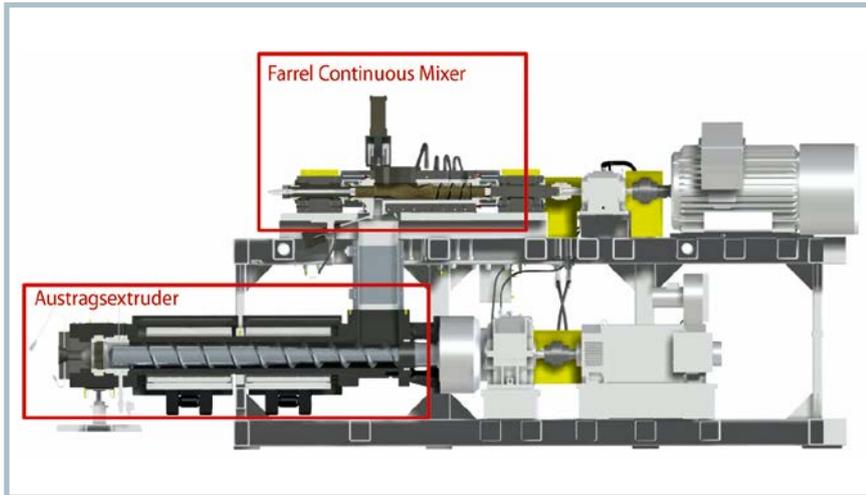


Bild 1. Schnittbild des Compact Processors mit kontinuierlich arbeitendem Mischer (oben) und Austragsextruder (unten) (Bild: Farrel Pomini)

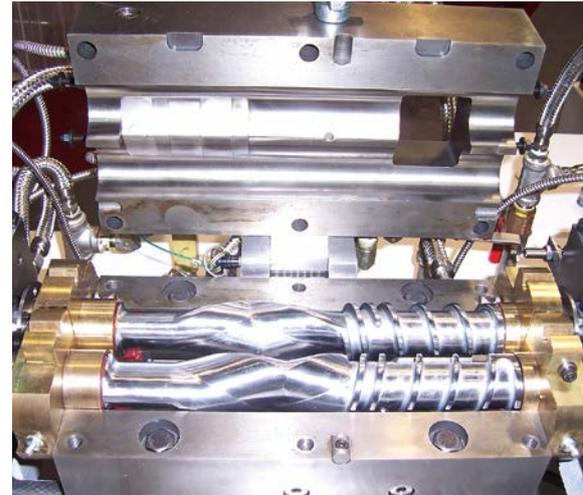


Bild 2. Geöffnete Mischkammer mit beidseitig gelagerten Rotoren und Segmenten in der oberen Kammerhälfte (Bild: Farrel Pomini)

möglicht eine Dosierung hoher Füllstoffanteile ohne Sidefeeder und eine scherreduzierte Verarbeitung mit geringerer thermischer Belastung für das Material. Durch die ständige Oberflächenerneuerung des Materials und das große freie Volumen hat der CP eine gute atmosphärische Entgasung mit der sich auch hochgefüllte Compounds ohne Vakuum-entgasung herstellen lassen. Erst im folgenden Einschnecken-Austragsextruder mit Schmelzeeinzug und kurzer Austragschnecke erfolgt schonend der erforderliche Druckaufbau für die weitere Verarbeitung bzw. Granulierung des Materials [1].

Einsatzbereiche im Wandel

Der Compact Processor von Farrel Pomini wurde Anfang der sechziger Jahre für die Gummiindustrie und die Herstellung

hochgefüllter mineralischer Compounds entwickelt und seitdem kontinuierlich optimiert und weiterentwickelt.

Heute wird der CP überwiegend in der Kunststoffverarbeitung zur Herstellung hochgefüllter sowie scher- und temperatursensibler Compounds eingesetzt [2]. Es lassen sich mit der Maschine bis zu 85%ige CaCO₃- und Weiß-Masterbatche, Schwarz-Masterbatche mit bis zu 50 % Ruß sowie Farbmasterbatche mit organischem und anorganischem Pigment problemlos herstellen. Der CP eignet sich ist außerdem für die Verarbeitung von Hart- und Weich-PVC-Rezepturen mit hohem Füllstoffgehalt. Angeboten wird der Compact Processor in unterschiedlichen Baugrößen (CP125 – CP4000) mit Ausstoßleistungen von 10 bis 4400 kg/h je nach Rezeptur und Rohstoffeigenschaften.

Neue Anwendungsbereiche bestätigt

Zur Erarbeitung weiterer Potenziale dieser Maschinenteknik und Erschließung neuer Einsatzbereiche wurden am SKZ umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. So konnten mit hervorragenden Ergebnissen Wood Plastic Composites (WPC) und Kreide/PE-LLD-Compounds hergestellt »

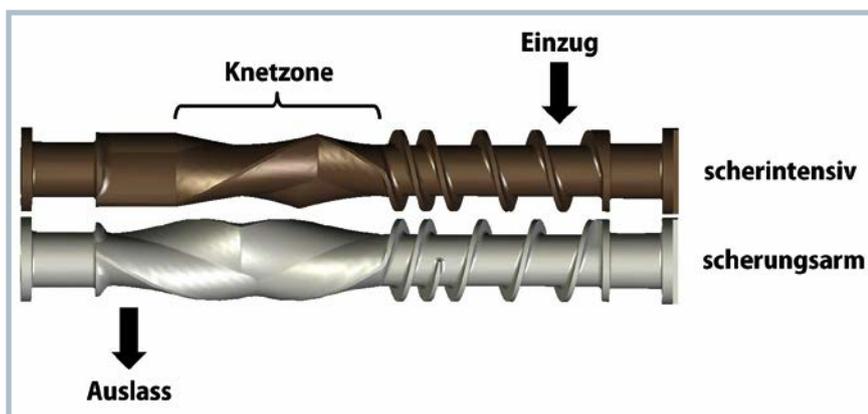


Bild 3. Schematische Darstellung der scherintensiven (oben) und schersensitiven Rotoren (unten) (Bild: Farrel Pomini)

Die Autoren

- Dipl.-Ing. Christina Hirt** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im SKZ, Würzburg; c.hirt@skz.de
- Dr.-Ing. Marieluise Lang** ist Leiterin des Geschäftsfelds Compoundieren/Extrudieren im SKZ; m.lang@skz.de
- Dr.-Ing. Peter Heidemeyer** ist Geschäftsführer der Forschung und Entwicklung im SKZ; p.heidemeyer@skz.de
- Prof. Dr.-Ing. Martin Bastian** ist Institutsdirektor des SKZ; m.bastian@skz.de
- Dipl.-Ing. Peter Gohl** arbeitet im Vertrieb für Farrel Pomini, Leingarten; pgohl@farrel.com

Service

Literatur & Digitalversion

- » Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/1055115

English Version

- » Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

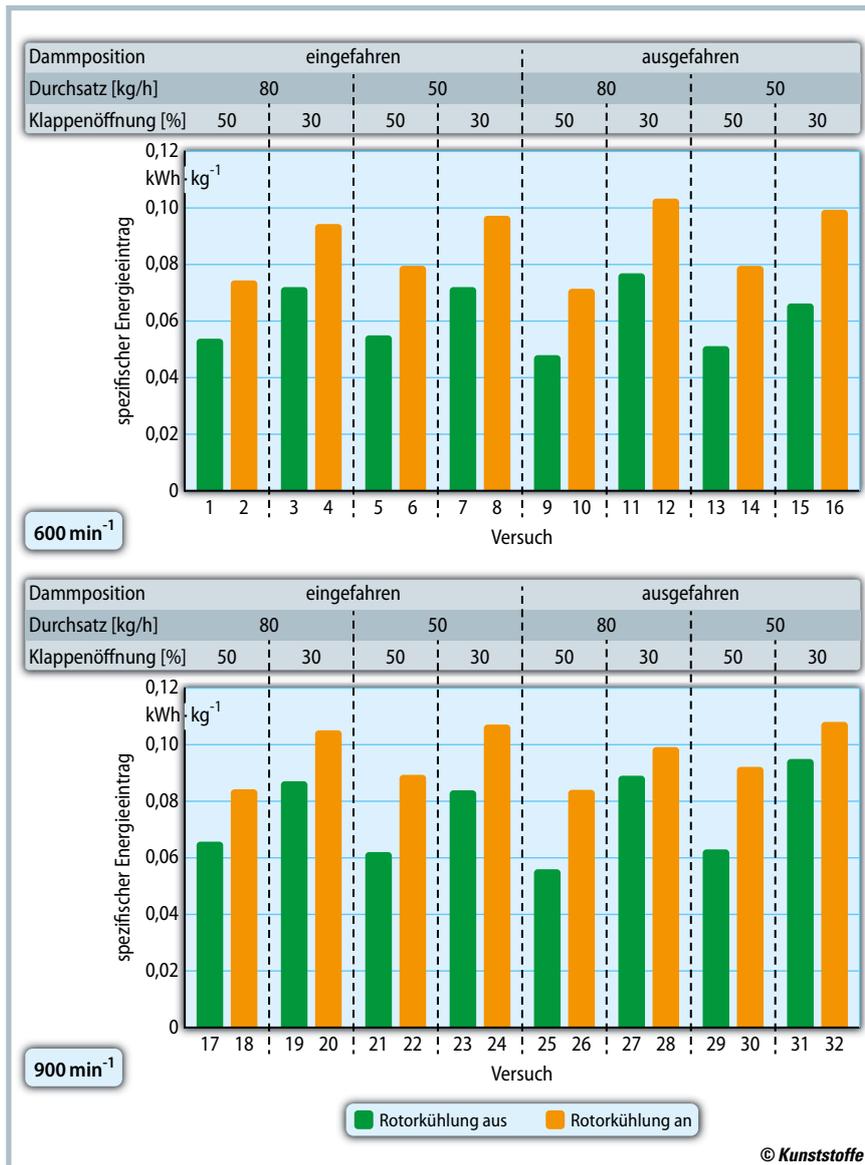


Bild 4. Einfluss der Maschinenparameter auf den spezifischen Energieeintrag bei der Herstellung von Kreide/PE-LLD-Compounds unter Variation der Rotordrehzahl 600 min⁻¹ (oben) und 900 min⁻¹ (unten)

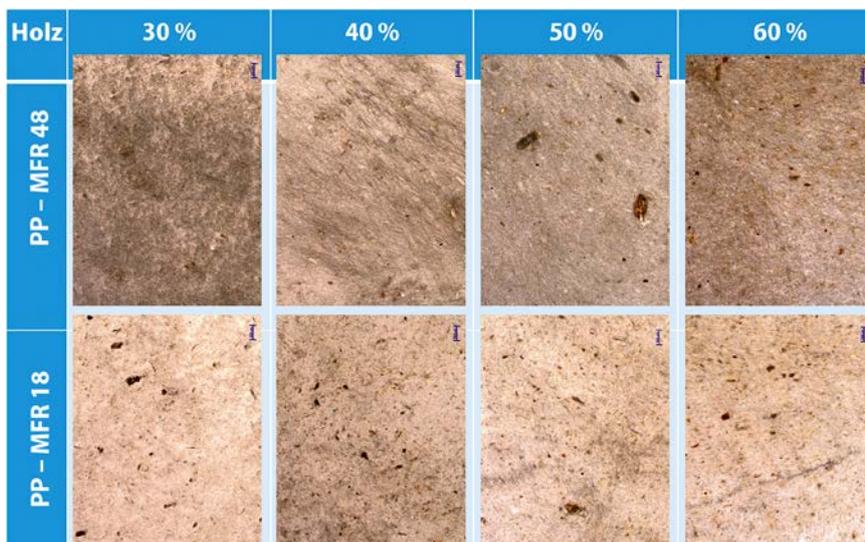


Bild 5. Dispergierqualität der Holzfasern im WPC in Abhängigkeit des Holzfaseranteils und der Viskosität des Matrixpolymers bei 10-facher Vergrößerung

werden. Für diese Untersuchungen wurden zwei scherintensive Rotoren in der Mischkammer und am Austragsextruder eine Unterwassergranulierung eingesetzt.

Ein umfangreicher Versuchsplan mit Variation aller einstellbaren Regelgrößen des CP125 unter Verwendung einer PE-LLD-Rezeptur mit 70Gew.-% Kreide brachte wichtige Erkenntnisse bezüglich der Einflüsse von Rotordrehzahl, Durchsatz, Klappenposition und Rotorkühlung. So konnte festgestellt werden, dass mit höherer Rotordrehzahl ein höherer und mit eingeschalteter Rotorkühlung ein deutlich höherer spezifischer Energieeintrag ins Material erzielt werden kann. Eine kürzere Verweilzeit des Materials in der Mischkammer durch eine größere Auslassöffnung reduziert den Energieeintrag ebenso wie eine Erhöhung des Durchsatzes (**Bild 4**). Zur Untersuchung der Dispergierqualität des Maschinenkonzepts wurden die hergestellten Compounds rheologisch analysiert und mittels Druckfiltertests die Dispergiergüte bestimmt. Die Dispergierung der Kreide war bei allen Maschineneinstellungen sehr gut, sowohl ohne (eingefahren) als auch mit (ausgefahren) Scherdam. Eine schrittweise Erhöhung des Kreideanteils auf 82Gew.-% mit nur einer Dosierung am Materialeinlass des Mischers unter Anpassung der Maschinenparameter im konstant laufenden Betrieb war ebenfalls möglich.

Mit dem CP125 wurden außerdem WPC-Rezepturen mit 30 bis 60Gew.-% Holzfasern in zwei PP-Typen mit unterschiedlicher Viskosität aufbereitet. Die Holzfasern konnten ohne Probleme mit dem Polymer und den Additiven über den Haupteinzug dosiert werden. Eine separate Vortrocknung der Fasern war nicht notwendig. Die enthaltene Feuchtigkeit konnte aufgrund der Teilfüllung der Mischkammer gut über den Einzug rückwärts entgast werden ohne diesen zu verkleben. Zusätzlich wurde die Kammer am Ende des Mischbereichs mithilfe des sogenannten Vent-Plungers atmosphärisch entgast. Die anschließenden Analysen der Holzfaserverteilungen zeigten keine Agglomeratbildung und eine durchweg homogene Dispergierung bei allen Anteilen und Matrixmaterialien (**Bild 5**). Auch die Untersuchung der mechanischen Eigenschaften anhand spritzgegossener Probekörper ergab gute Eigenschaften in linearer Abhängigkeit des Holzfaseranteils. Die geringen Schwankungsbreiten in den erreichten mechanischen Eigenschaftswerten

ten bestätigen nochmals die gute Homogenität aller auf dem CP125 aufbereiteten WPC-Compounds (**Bild 6**).

Auch die Verarbeitung von reinem Polylactid (PLA) konnte auf dem CP125 erfolgreich umgesetzt werden. Hierbei wurden die Einflüsse des Durchsatzes und der Öffnungsposition der Auslassklappe zur Variation der Verweilzeit in der Mischkammer untersucht.

Fazit und Ausblick

Sowohl im Rahmen eigener Forschungsarbeiten als auch bei industriellen Kooperationen arbeitet das SKZ eng mit den Verfahrenstechnikern von Farrel Pomini zusammen. Ziel hierbei ist die Ermittlung der idealen spezifischen Maschinenkonfiguration und der passenden Verarbeitungsparameter für neue Materialien. Die im Technikumsmaßstab am SKZ erzielten Ergebnisse können im Anschluss auf eine Produktionsanlage CP550 im Technikum von Farrel Pomini in Rochdale/Großbritannien, übertragen werden. Weiterhin

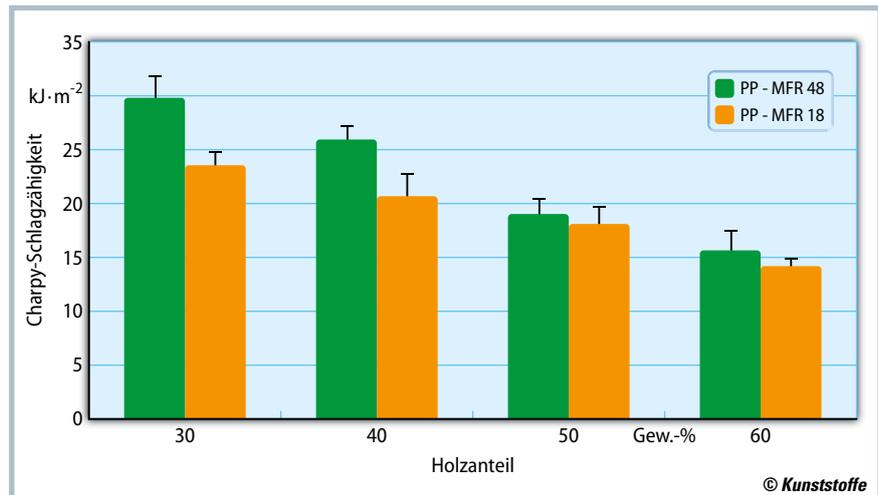


Bild 6. Charpy-Schlagzähigkeit der hergestellten Compounds in Abhängigkeit des Holzfaseranteils für zwei PP-Typen unterschiedlicher Viskosität

nutzt der Maschinenhersteller den CP125 am SKZ für Kundenvorfürungen und Präsentationen sowie für die Entwicklung neuer Anwendungen.

Die bislang durchgeführten Untersuchungen zeigen das enorme Potenzi-

al dieses Maschinenkonzepts für vielfältige Einsatzbereiche. Für die Zukunft ist ein gemeinsames Forschungsprojekt in Planung, um weitere Einsatzgebiete im Detail zu erforschen und weiter zu optimieren. ■