

Technische Information TP-TI 2

Technologie der SCONA Kunststoffmodifikatoren

Grundlagen

Bei der Verarbeitung von Kunststoffen werden eine Reihe von Additiven eingesetzt, um die Verarbeitung selbst zu optimieren und um die Qualität der fertigen Kunststoffteile zu verbessern. Additive zur Benetzung von Feststoffpartikeln, Entlüfter, Weichmacher, UV-Stabilisatoren, Antioxidantien und Flammschutzmittel sind nur einige davon. BYK Kometra hat sich in diesem Bereich auf eine ganz spezielle Gruppe von Produkten konzentriert, die als **SCONA Kunststoffmodifikatoren** für thermoplastische Kunststoffe vermarktet werden. Je nach Einsatzbereich werden sie auch als Koppler, Haftvermittler, Verträglichkeitsvermittler oder Schlagzähmodifikatoren bezeichnet.

Kunststoffe haben, im Vergleich zu vielen anderen Werkstoffen, eine deutlich geringere Dichte und können in vielen Anwendungsbereichen erheblich zur Gewichtsreduzierung beitragen und dadurch auch zu geringerem Energieverbrauch und reduzierten Energiekosten. Die geringere mechanische Festigkeit der Kunststoffe lässt sich durch Kombination mit mineralischen Füllstoffen oder faserförmigen Verstärkungsmaterialien (Glasfasern, Naturfasern) wesentlich verbessern. Verstärkte Kunststoffe haben sich so viele Einsatzgebiete erobert, die früher allein metallischen Werkstoffen vorbehalten waren; der erfolgreiche Einsatz für konstruktive Bauteile im Automobilbau zeigt das deutlich. Bei gefüllten und verstärkten Kunststoffen dienen die SCONA Modifikatoren dazu, die Füll- und Faserstoffe gleichmäßiger in der Polymermatrix zu verteilen und den mechanischen Verbund zwischen beiden zu erhöhen. Die Compoundierung der Kunststoffe wird erleichtert und die mechanischen Eigenschaften der Fertigteile werden verbessert.

Zum Teil kommt es hierbei sogar zu chemischen Reaktionen zwischen den Modifikatoren und den anderen beteiligten Materialien. Die Modifikatoren wirken in diesem Fall als Koppler oder Haftvermittler (Coupling agents). Als Ergebnis ist eine deutliche Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des Verbundes aus thermoplastischem Polymer und den Füll- und Verstärkungsstoffen messbar.

Wichtige Märkte dieser Art (Abbildung 1) sind für SCONA Kunststoffmodifikatoren die Wood Plastic Compounds (WPC) und glasfaserverstärktes PP oder PA. Bei den WPC handelt es sich um mit Holzfasern verstärktes PP und PE, das beispielsweise bei Boden-Paneeelen im Außenbereich eingesetzt wird oder bei Sichtschutzwänden. Die Modifikatoren tragen hier wesentlich zur guten Witterungsbeständigkeit der Compounds bei. Glasfaserverstärktes PP und PA werden hauptsächlich im Automobilbau verwendet und die SCONA Modifikatoren bewirken hier nicht nur eine deutliche

Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, sondern führen gleichzeitig zu niedrigeren Emissionen (VOC) im Vergleich mit konventionell hergestellten Produkten.

Aber auch in nicht gefüllten Kunststoffen finden die Modifikatoren Verwendung, z.B. zur Erhöhung der Schlagzähigkeit von Polyamid, als Verträglichkeitsvermittler (Compatibilizer) für Mischungen von Polyamid mit anderen Polymeren und zur Erhöhung der Weiterreißfestigkeit von PET-Bändern. Eine spezielle Anwendung gibt es noch in dem als „Overmolding“ bekannten Prozess, bei dem harte Kunststoffoberflächen in Teilbereichen mit weichen, elastischen Kunststoffen überzogen werden. Bei vielen Werkzeuggriffen, oder auch bei Zahnbürsten und medizinischen Geräten wird so die Griffigkeit erhöht. SCONA Modifikatoren werden in diesem Fall als Haftvermittler zwischen den harten und den weichen Polymeren eingesetzt.

Wichtige Märkte für SCONA Kunststoffmodifikatoren



Abbildung 1

Chemie der SCONA Kunststoffmodifikatoren

Polymere und Monomere für Pfropf-Copolymere

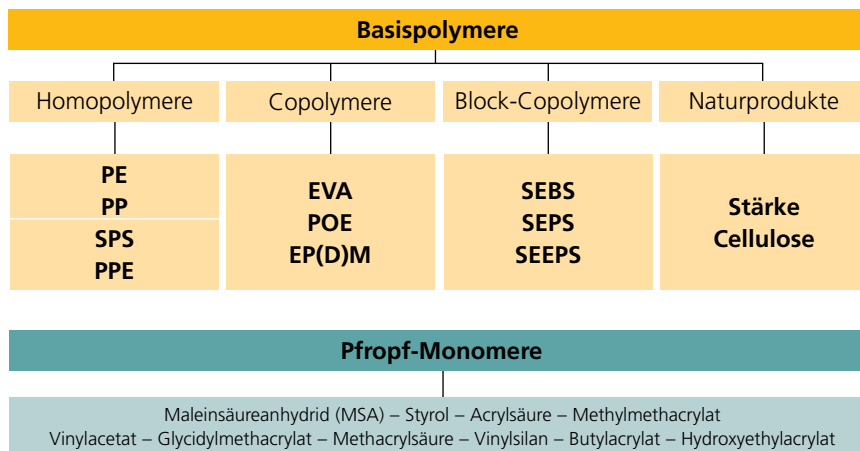
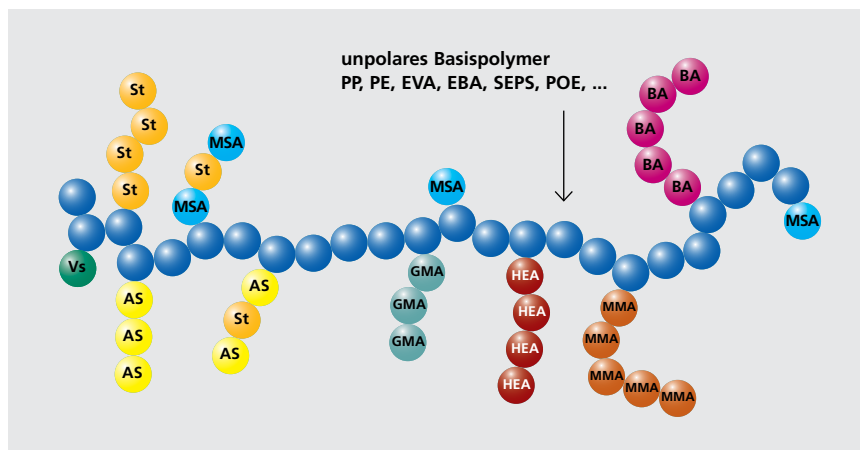


Abbildung 2

Schematische Struktur der SCONA Kunststoffmodifikatoren



- | | | |
|---|--|---|
| ● MSA = Maleinsäureanhydrid | ● GMA = Glycidylmethacrylat | ● BA = Butylacrylat |
| ● St = Styrol | ● HEA = Hydroxyethylacrylat | ● AS = Acrylsäure |
| ● Vs = Vinylsilan | ● MMA = Methylmethacrylat | |

Abbildung 3

Wenn auch die Einsatzbereiche der SCONA Kunststoffmodifikatoren recht unterschiedlich sein können, so steckt doch immer eine recht ähnliche chemische Grundstruktur dahinter. In allen Fällen handelt es sich um gepfropfte Polymere, d.h. ein – in der Regel – recht unpolares Basispolymer (z.B. PE oder PP) wird mit unterschiedlichen Pfropf-Monomeren chemisch funktionalisiert (Grafting).

Durch das Einbringen solcher funktionellen oder reaktiven Gruppen erhält man Polymere, die durch diese aktiven Zentren in der Lage sind mit bestimmten Bestandteilen eines Kunststoffcompounds (z.B. den Füllstoffen) verstärkt in Wechselwirkung zu treten oder sogar zu reagieren. Es ist klar, dass sich dadurch Eigenschaften des Compounds verändern lassen und es ist immer das Ziel, die Compoundierung selbst und schließlich auch die Eigenschaften der produzierten Kunststoffteile positiv zu beeinflussen.

Abbildung 2 zeigt eine Auswahl der möglichen Basispolymere und Pfropf-Monomere die verwendet werden können. Bei den Basispolymeren kommen PP und PE sicherlich am häufigsten zum Einsatz und bei den Monomeren ist MSA der deutliche Spitzenreiter. Aber es wird auch deutlich, dass es sehr viel mehr Möglichkeiten gibt, die – je nach Problemstellung – zum Einsatz kommen können. In Abbildung 3 ist schematisch dargestellt, wie die Struktur solcher Pfropf-Copolymere aussehen kann.

Herstellungs-Technologie

Möglicher Polymerabbau bei der Pfpfung von PP

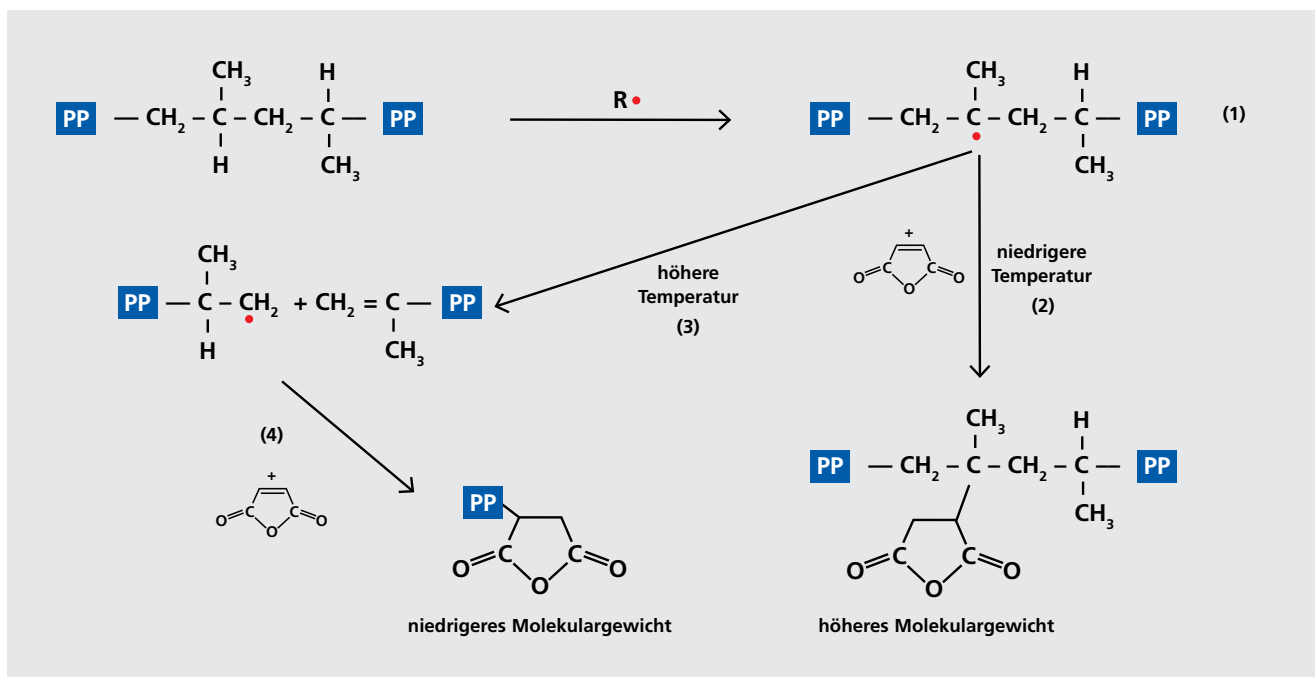


Abbildung 4

Die Herstellung derartiger Pfropf-Copolymere erfolgt üblicherweise in einem reaktiven Extrusionsprozess, bei dem das Polymer im Extruder aufgeschmolzen wird und unter Verwendung eines Katalysators mit den Pfropf-Monomeren umgesetzt wird.

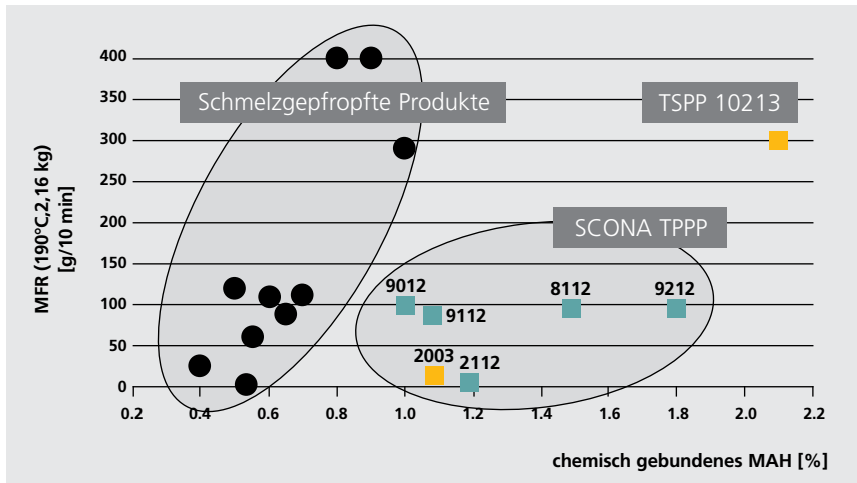
BYK Kometra hat ein patentiertes Verfahren entwickelt, bei dem die Pfropfreaktion nicht in der Schmelze, sondern in der Festphase stattfindet (Solid phase grafting). Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass die chemische Umsetzung bei niedrigerer Temperatur unter schonenderen Bedingungen stattfindet und damit die Schädigung des Polymers (thermischer Abbau) geringer ist. Das Schema in Abbildung 4 zeigt die möglichen Reaktionen bei der Pfpfung

von PP mit MSA. Im Unterschied zur Schmelzefpftung, bei der Schritt (3) der einzige Reaktionsweg ist, kann in der Festphasenfpfung die Reaktion so gesteuert werden, dass ein vorgegebenes Molekulargewicht erreicht wird.

Messtechnisch lässt sich dieser Polymerabbau über die Schmelze-Fließraten MFR und MVR nachweisen. Abbildung 5 zeigt, dass mit der Pfpfung in der Schmelze Produkte mit hohem Molekulargewicht (= niedrige MFR) realisierbar sind, der MSA-Gehalt dabei aber sehr niedrig liegt ($< 0,7\%$). Produkte mit einem höheren MSA-Gehalt (maximal 1%) sind zwar auch realisierbar, durch den Polymerabbau ist die MFR dann aber deutlich höher (= niedriges Molekulargewicht). Im Gegensatz dazu lassen sich mit der Festphasen-Technologie

hohe MSA-Gehalte ($> 1\%$) bei gleichzeitig niedriger MFR erzielen. Solche hochmolekularen Produkte mit hohem MSA-Gehalt sind durch Schmelzefpftung nicht herzustellen. Für die praktische Anwendung bedeutet das, dass mit in der Festphase gepfropften Modifikatoren bessere mechanische Eigenschaften der Compounds erreichbar sind und sich auch andere wichtige Eigenschaften verbessern; so wird beispielsweise die Wasseraufnahme hochgefüllter WPC Compounds verringert. Durch den speziellen Herstellprozess ist BYK Kometra in der Lage, die MFR und damit das Molekulargewicht mehr oder weniger gezielt einzustellen. Durch die deutlich höheren MSA-Gehalte kann zusätzlich die Dosierung der Modifikatoren im Compound reduziert werden.

Eigenschaften von MAH-festphasengepfropftem Polypropylen



- Statistisches PP Copolymer
- PP Homopolymer

- Vorteile der Festphasengepfropfung:
- höherer gebundener MAH-Anteil
 - geringere VOC-Emissionen
 - Einstellung der Schmelzviskosität (MFR) möglich

Abbildung 5

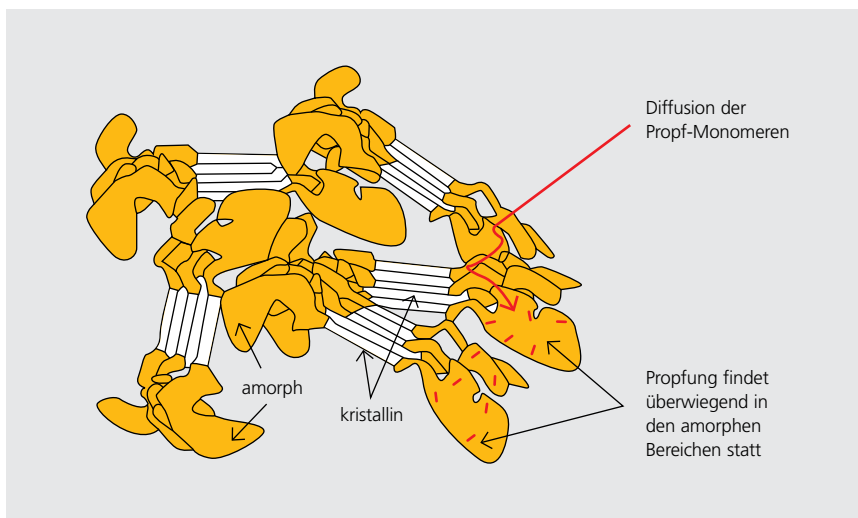
Ein weiterer Vorteil des Festphasen-Prozesses besteht darin, dass in einem Spülprozess mit Stickstoff der Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC = Volatile Organic Compounds) gezielt reduziert werden kann. Das ist ein Aspekt, der bereits heute wichtig ist und die Verringerung von Emissionen wird in Zukunft noch wichtiger werden.

Zusätzlich weisen die Modifikatoren durch den schonenderen Prozess weniger Verfärbungen auf, was besonders für den Einsatz in transparenten Compounds von Interesse ist. Und schließlich kann man durch die Festphasengepfropfung von nicht-schmelzenden Polymeren Modifikatoren erhalten, die über die Schmelzgepfropfung gar nicht realisierbar wären.



Festphasen-Pfropfung

Pfropfung in teilkristallinen Polymeren



Bei der Festphasenpfropfung wird das zu pfropfende Polymer als feines Pulver eingesetzt, um für eine optimale chemische Umsetzung eine möglichst große Oberfläche zur Verfügung zu stellen. Als weitere Voraussetzung müssen im Polymer amorphe Bereiche vorhanden sein, in die die Pfropf-Monomere diffundieren können (Abbildung 6). Die Pfropfung findet also überwiegend in diesen amorphen Segmenten statt, da in den kristallinen Segmenten aufgrund der starken Orientierung des Polymers der freie Raum sehr gering ist.

Die Anlage zur Festphasenpfropfung ist zusammen mit den einzelnen Prozess-Schritten in Abbildung 7 zu sehen.

Abbildung 6

Anlagenschema zur Festphasen-Pfropfung und die einzelnen Prozess-Schritte

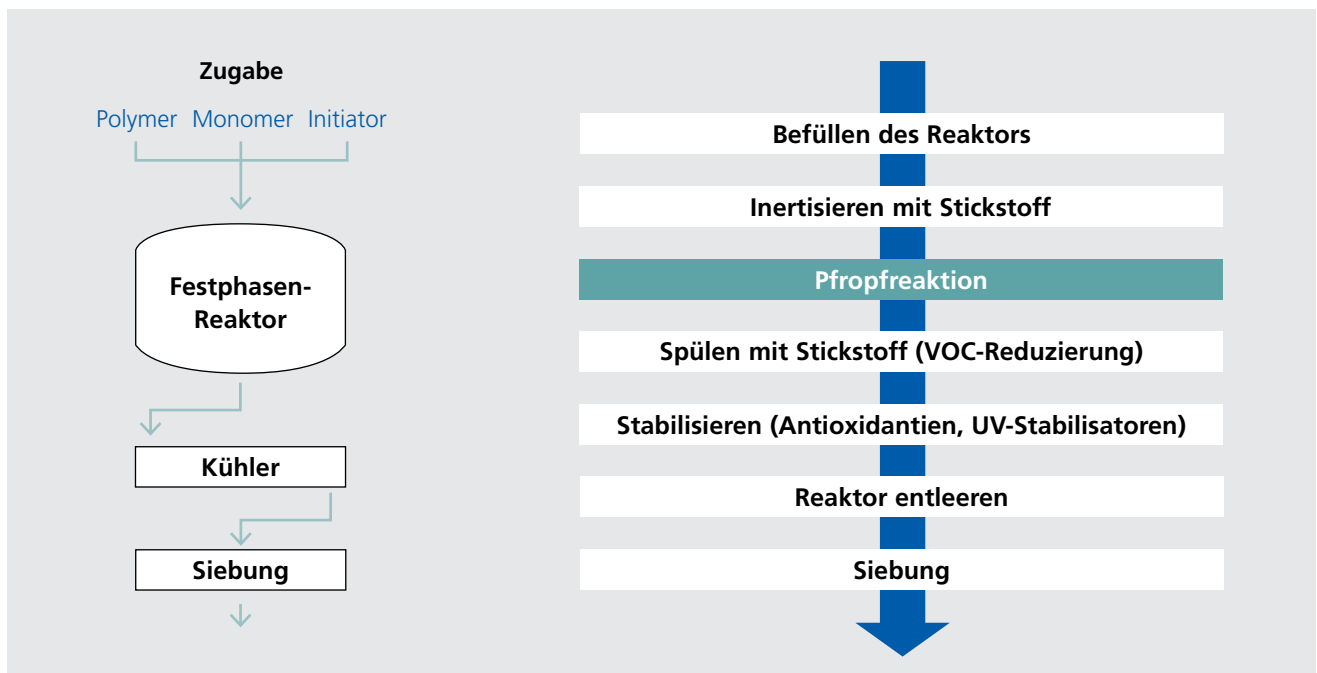


Abbildung 7

Da das zu pfpfende Polymer bei der Festphasen-Pfpfung als Pulver zum Einsatz kommt, fällt auch das gepfpfte Produkt (der verkaufsfertige Modifikator) als Pulver an. Viele Kunden würden aber statt mit einem Pulver lieber mit einem Granulat arbeiten. Dazu wird der Modifikator in einem Extrusionsprozess zu einem Granulat weiterverarbeitet.

Schließlich bietet die Technologie auch noch die Möglichkeit, in einem zweistufigen Prozess zu grafted. In der ersten Stufe erfolgt ein normales Festphasen-Grafting, an das sich dann in der zweiten Stufe ein Schmelze-Grafting anschließt (Abbildung 8). Durch diese Kombination lassen sich noch höhere Pfpfgrade erzielen.

SCONA Modifikatoren, die nur nach dem Festphasen-Prozess hergestellt wurden, sind die „SCONA **TP**...“-Produkte. Durch den kombinierten Prozess entstehen die „SCONA **TS**...“-Produkte.

Eine schematische Übersicht über alle Möglichkeiten ist in Abbildung 9 zu sehen.

Kombiniertes Festphasen-/Schmelze-Grafting

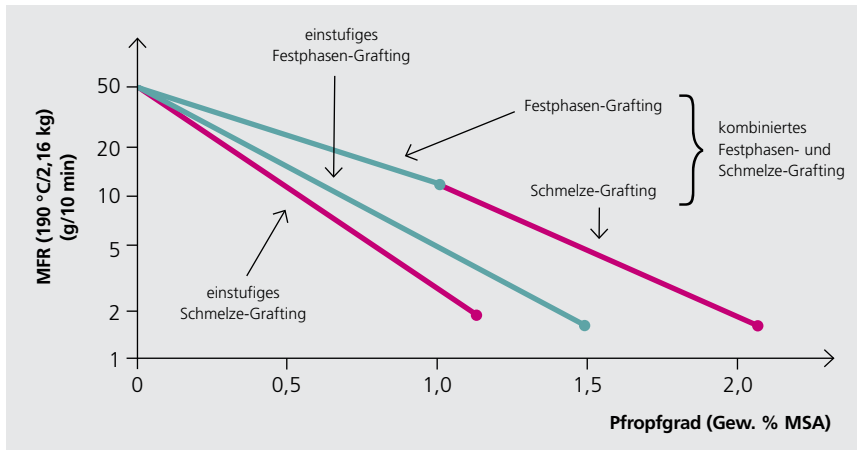


Abbildung 8

Übersicht

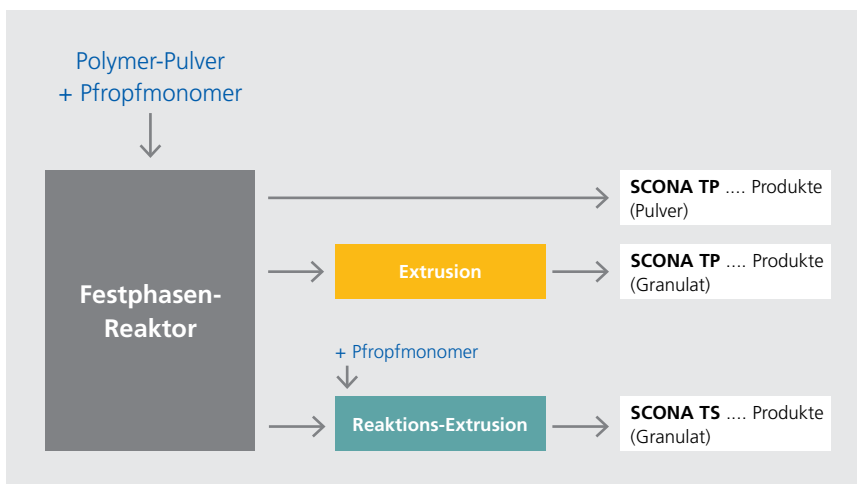


Abbildung 9

Weitere Informationen zu unseren Additiven und Instrumenten, sowie zu Additiv-Musterbestellungen finden Sie unter:

www.byk.com

Additive:

BYK-Chemie GmbH
Postfach 10 02 45
46462 Wesel
Deutschland
Tel +49 281 670-0
Fax +49 281 65735

info@byk.com

Instrumente:

BYK-Gardner GmbH
Postfach 970
82534 Geretsried
Deutschland
Tel +49 8171 3493-0
+49 800 427-3637
Fax +49 8171 3493-140

info.byk.gardner@altana.com



Additive Guide



ACTAL®, ADD-MAX®, ADD-VANCE®, ADJUST®, ADVITROL®, ANTI-TERRA®, AQUACER®, AQUAMAT®, AQUATIX®, BENTOLITE®, BYK®, BYK®-DYNWET®, BYK®-SILCLEAN®, BYKANOL®, BYKETOL®, BYKJET®, BYKO2BLOCK®, BYKOPLAST®, BYKUMEN®, CARBOBYK®, CERACOL®, CERAFK®, CERAFLOUR®, CERAMAT®, CERATIX®, CLAYTONE®, CLOISITE®, DISPERBYK®, DISPERPLAST®, FULACOLOR®, FULCAT®, GARAMITE®, GELWHITE®, HORDAMER®, LACTIMON®, LAPONITE®, MINERAL COLLOID®, MINERPOL®, NANOBYPK®, OPTIBENT®, OPTIFLO®, OPTIGEL®, PAPERBYK®, PERMONT®, PRIEX®, PURE THIX®, RHEOCIN®, RHEOTIX®, SCONA®, SILBYK®, TIXOGEL®, VISCOBYK® und Y 25®
sind eingetragene Warenzeichen der BYK Gruppe.

Die vorstehenden Angaben entsprechen unserem derzeitigen Kenntnisstand. Sie beschreiben abschließend die Beschaffenheit unserer Produkte, stellen jedoch keine Garantie im Rechtssinne dar. Vor der Verwendung unserer Produkte obliegt es dem Verwender, die Qualität und Eignung unserer Produkte für die von ihm geplante Verarbeitung und Anwendung zu prüfen. Dies gilt auch für eine etwaige Verletzung von Schutzrechten Dritter. Wir behalten uns Änderungen der vorstehenden Angaben aufgrund technischen Fortschritts und betrieblicher Weiterentwicklungen vor.

Diese Ausgabe ersetzt alle bisherigen Versionen – Gedruckt in Deutschland