



ANWENDUNGSINFORMATION **ADDITIVLÖSUNGEN FÜR RECYCLINGANWENDUNGEN**



Inhalt

- 03** Ein neues Leben für Rezyklate
- 04** BYKs Beitrag für ein effizientes Recycling von Thermoplasten
- 06** Restabilisierung von rezyklierten Thermoplasten
- 09** Rezyklate aus der Automobilindustrie
- 12** Rezyklate aus der Verpackungsindustrie
- 16** Faserverstärkte Kunststoffe mit Rezyklaten
- 18** Reduzierung von VOC und Gerüchen

Ein neues Leben für Rezyklate

Thermoplastische Werkstoffe sind aufgrund ihrer Vielseitigkeit sehr gefragt und werden weltweit in einer Vielzahl von Branchen und Anwendungen eingesetzt, von der Automobilindustrie über Elektronikprodukte bis hin zur Bauwirtschaft sowie der Folien- und Verpackungsindustrie.

Wenn diese Produkte ihr Verwendungsende erreichen, landet ein immer größerer Teil nicht auf Mülldeponien oder in Verbrennungsanlagen, sondern findet über das Recycling seinen Weg zurück, um ein weiteres Mal verwendet zu werden.

Das PET-Flaschenrecycling ist ein bemerkenswertes Beispiel der letzten Jahrzehnte, um eine sehr hohe Rücklaufquote mit einem gleichzeitig qualitativ hochwertigen Materialstrom zu erreichen. Im Idealfall führt dies zu Getränkeflaschen, die zu 100 % aus wiederverwertetem PET bestehen.

Ökologische und wirtschaftliche Interessen, regulatorische Anforderungen der Politik sowie die öffentliche Meinung sorgen für ein branchenübergreifendes erhöhtes Interesse am Recycling von Kunststoffen und der Steigerung der Nachhaltigkeit in allen Bereichen. Untertrends wie Quellenreduzierung, Leichtbau, biologisch abbaubare Materialien und weniger gefährliche Chemikalien sollen eine umweltfreundlichere Wirtschaft rund um den Recyclingmarkt schaffen.

Für weitere Informationen über Additive und technische Themen, wenden Sie sich bitte an uns:
Thermoplastics.BYK@altana.com

Additivvorschläge für den Bereich Recycling von Thermoplasten finden Sie in der Broschüre TP-G 2: **Recycling von Thermoplasten**

Hinweis

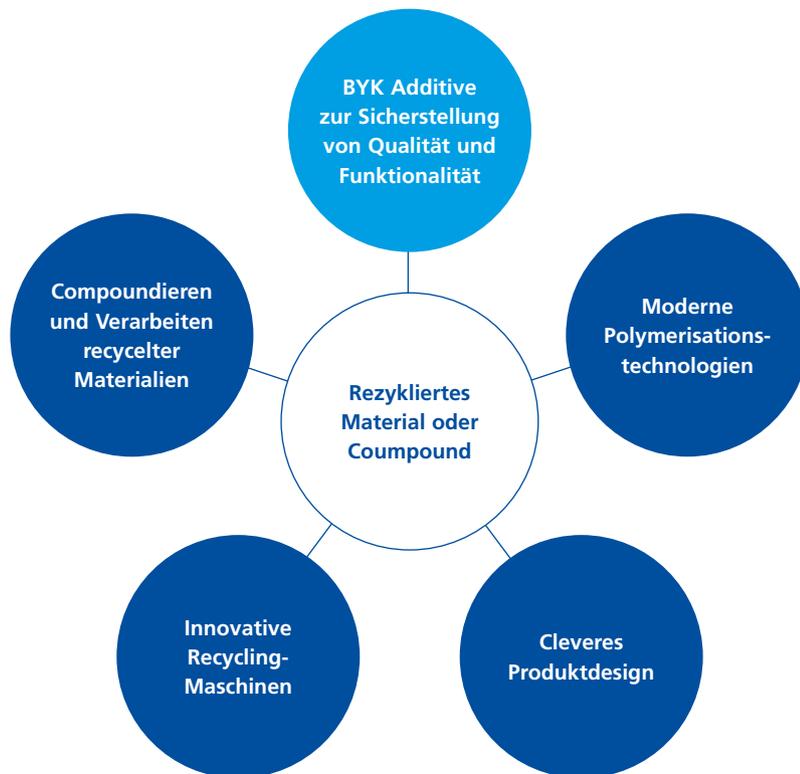
Für eine optimale Ansicht mit vollem Funktionsumfang bitte in Adobe Acrobat öffnen.

BYKs Beitrag für ein effizientes Recycling von Thermoplasten

Die Anforderung, immer größere Mengen an wiederverwendeten Polymeren in Endformulierungen einzusetzen, und die nahezu unbegrenzte Anzahl unterschiedlicher Polymerkombinationen, Füllstoffe und anderer Inhaltsstoffe stellt die Industrie vor eine große Zahl an Herausforderungen.

Zur Bewältigung dieser Herausforderungen ist ein ganzer Werkzeugkasten und ein mehrstufiger Lösungsansatz erforderlich, um die gewünschten Eigenschaften zu erreichen:

Werkzeugkasten zur Bewältigung von Recycling-Herausforderungen



BYK ist ein weltweit führender Anbieter von Spezialchemie. Die innovativen Additive und differenzierten Lösungen des Unternehmens optimieren Produkt- und Materialeigenschaften sowie Produktions- und Applikationsprozesse. Auch das Recycling von Thermoplasten wird durch den Einsatz von BYK Additiven unterstützt.

BYK entwickelt fortwährend neue Additive und erarbeitet gemeinsam mit Kunden neue Lösungen für gegenwärtige und zukünftige Herausforderungen. Unsere modernen und professionell ausgestatteten Labore ermöglichen es, die Wirksamkeit in realistischen Anwendungsfällen zu erproben und zu testen.

Laborgebäude



Doppelschneckenextruder (Ø 25 mm, LD 40)



Foliengießanlage



Spritzgussanlage



Brennkammer

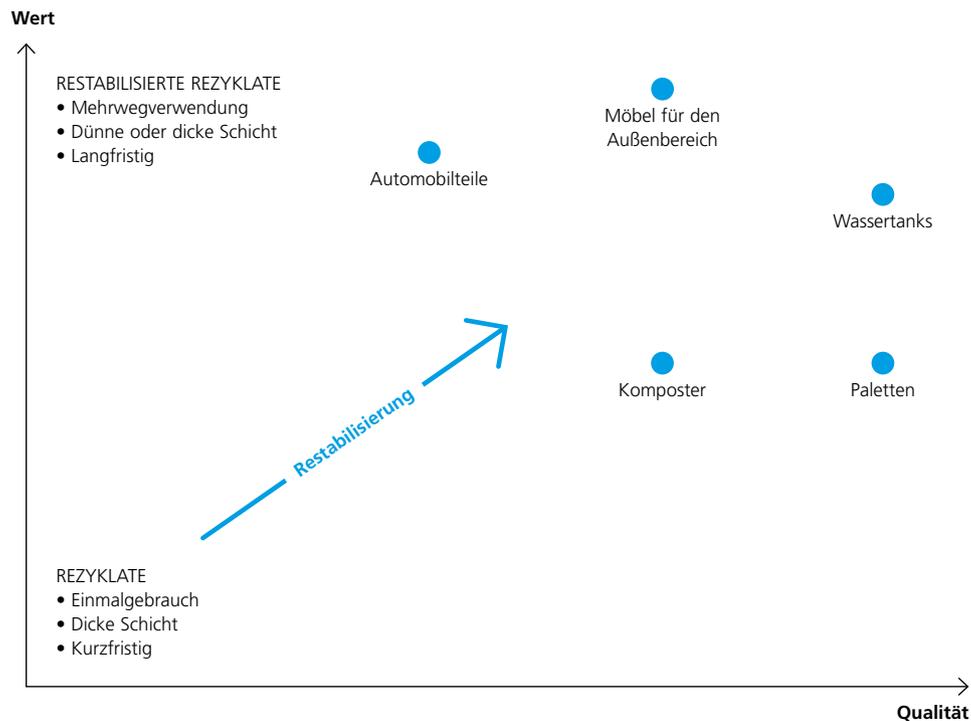


Messlabor



BYK bietet eine Vielzahl von Produkten an, um die wiederaufbereiteten Kunststoffe zu restabilisieren und die mechanischen Eigenschaften zu verbessern. Verbesserte mechanische Festigkeit und langfristige thermische Stabilität bei gleichzeitiger Erhaltung rheologischer Eigenschaften erhöhen die Einsatzmöglichkeiten des Rezyklats. So können die Endprodukte auch Einsatz in hochqualitativen Anwendungen finden (G. 03).

Einsatz restablierter Rezyklate



Einsatzgebiete

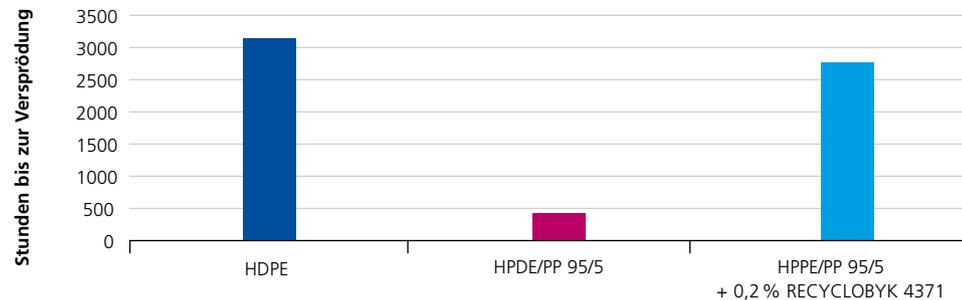
- Polyolefin-Mischungen mit verschiedenen Zusammensetzungen, z. B. Flaschenfraktionen oder Mehrschichtfolien
- Mit anderen Polymeren verunreinigtes Polypropylen
- Aggressiven Substanzen ausgesetztes Polypropylen, z. B. in Rezyklaten aus Batteriegehäusen
- Gemischte Kunststoffe aus Haushalts- und Industrieabfällen
- Langfristiger UV-Belastung ausgesetzte Polyolefine für den Einsatz in Außenanwendungen, z. B. Gittern, Tonnen, Paletten und Gartenmöbeln

Restabilisierung von rezyklierten Thermoplasten – Praxisbeispiele

Versprödung von HDPE/PP-Blends (z. B. Flaschenfraktionen)

Ein typischer Blend, der zum Beispiel bei Flaschenrecycling anfällt, ist eine Mischung aus HDPE (Flasche) und PP (Deckel). Reines HDPE weist eine gute Beständigkeit gegenüber Versprödung bei Wärmealterung auf. Die Stabilität wird durch die Mischung mit PP, selbst in einem geringen Mischungsverhältnis (HDPE/PP 95/5) deutlich reduziert. Durch den Einsatz von RECYCLOBYK kann die Dauer bis zur Versprödung des Blends nahezu versechsfacht werden (G. 04).

Versprödung von HDPE/PP-Blends (Alterung bei 120 °C)

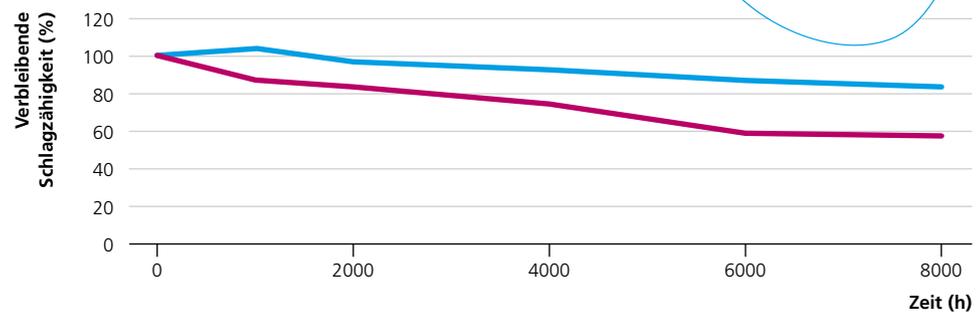


G. 04

Alterung von rezykliertem HDPE (z. B. Gartenmöbel)

Rezykliertes HDPE (rHDPE) versprödet mit zunehmender Alterung. Da zum Beispiel Gartenmöbel unterschiedlichen Witterungsbedingungen ausgesetzt sind, ist der Einsatz von rHDPE im Außenbereich nur bedingt möglich. Nach ca. 3000 Stunden künstlicher Bewitterung beträgt die Schlagzähigkeit nur noch 80 % des Ausgangswertes. Um rHDPE auch in diesem Bereich anwenden zu können, kann RECYCLOBYK eingesetzt werden. Auch nach 8000 Stunden beträgt die Schlagzähigkeit noch über 80 % des Ausgangswertes (G. 05).

Verbleibende relative Schlagzähigkeit von rHDPE bei künstlicher Bewitterung



● rHDPE ● rHDPE + 0,2% RECYCLOBYK 4372

G. 05

Rezyklate aus der Automobilindustrie

Gerade in der Automobilbranche haben Kunststoffbauteile mittlerweile viele ursprüngliche Materialien ersetzt. Bauteile aus Kunststoffen sparen Gewicht und erlauben eine große Formfreiheit, um den Designansprüchen gerecht zu werden. In Europa ist die Automobilbranche jedoch verpflichtet, einen größer werdenden Anteil dieser Kunststoffe aus Rezyklaten zu fertigen.

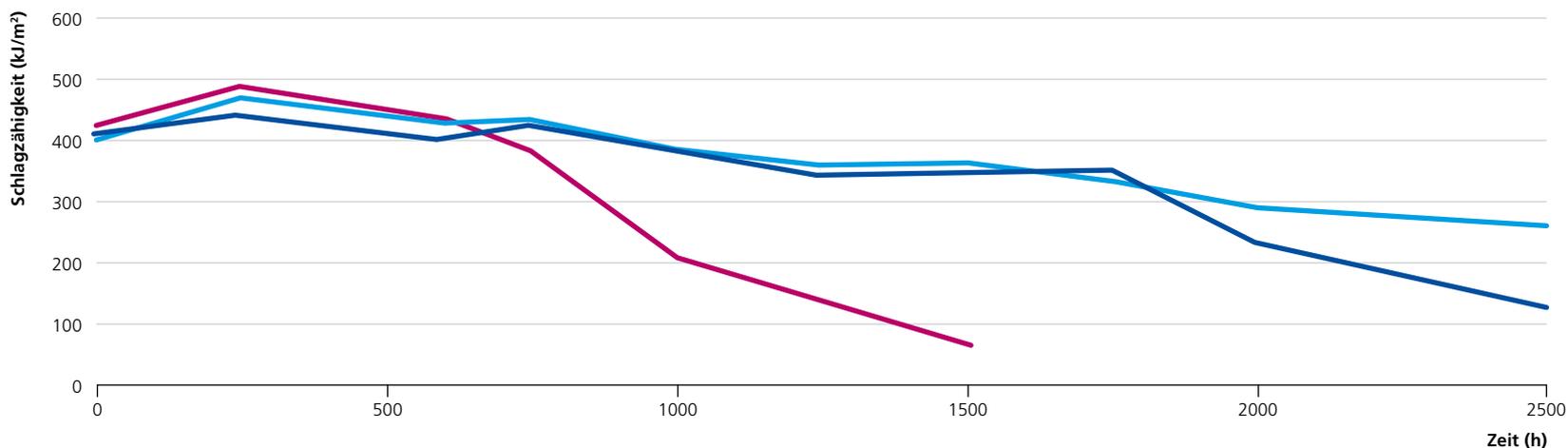
Ein typisches Beispiel hierfür sind Stoßfänger. Das dafür verwendete PP wird mit EPDM schlagzäh eingestellt sowie mit Füllstoffen versetzt, um das gewünschte Preis- und Festigkeitsniveau zu erreichen.

Das Rezyklat kann feste Verunreinigungen wie Lackreste enthalten. BYK Produkte neutralisieren den negativen Effekt dieser Verunreinigungen und erhöhen so die Schlagzähigkeit.

Bereits 0,2 % Lackreste im Rezyklat sorgen für einen deutlichen Abfall der Schlagzähigkeit während der Alterung. Nach etwa 1500 Stunden ist ein Verlust auf etwa 15 % des Ursprungswertes messbar. RECYCLOBYK Produkte sorgen für eine Kompatibilisierung der Lackverunreinigungen und eine Restabilisierung, sodass nach 1500 Stunden noch immer 90 % der ursprünglichen Schlagzähigkeit vorhanden sind (G.06).



Schlagzähigkeit von mit Lackresten verunreinigtem Rezyklat (Alterung bei 135 °C)



Ein weiteres, spezielles Anwendungsbeispiel ist das Recycling gebrauchter Batteriegehäuse. Über ein Rücknahmesystem werden Batterien aus Automobilen mit sehr hoher Rücklaufquote von Herstellern oder Vertragsunternehmen gesammelt und dort wiederverwertet. Auch in Elektroautos werden neben der Hochspannungsbatterie für den Antrieb weiterhin 12-V-Batterien verwendet, da die Hauptbatterie unter anderem im ausgeschalteten Zustand vom Fahrzeugnetz getrennt wird.

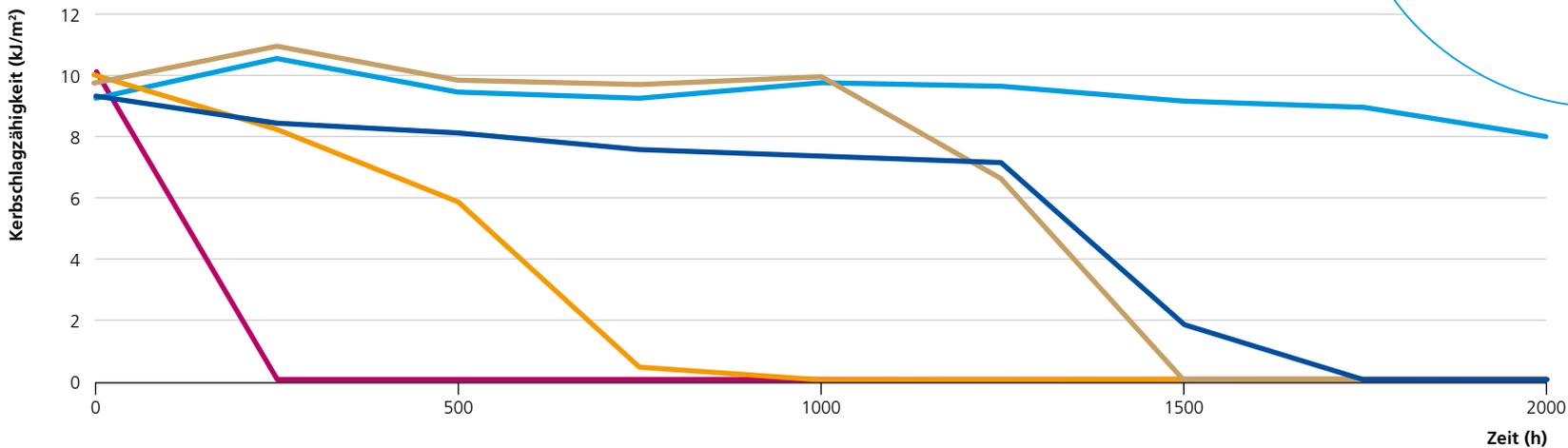
Die in den Gehäusen eingesetzten Polymere (in diesem Fall PP) sind während ihrer Nutzungsdauer aggressiven

Substanzen ausgesetzt, sodass die gewonnenen Rezyklate trotz Reinigung noch Säure- und Metallrückstände enthalten können. Eine direkte Wiederverwendung würde die Alterung des Kunststoffes erheblich beschleunigen. Aus diesem Grund ist der Einsatz besonderer Additive, wie von RECYCLOBYK Produkten, zur Restabilisierung erforderlich.

Zur Prüfung werden Probenkörper beschleunigten, künstlichen Wärmealterungsbedingungen bei 135 °C oder 155 °C ausgesetzt und die Zeit bis zur Versprödung gemessen. Ohne Additive beträgt die Lebensdauer in dem hier gezeigten Beispiel bei beschleunigter Wärmealterung weniger als

250 Stunden für die nicht stabilisierte Mischung. Durch den Einsatz von 0,2–1,0 % RECYCLOBYK kann diese Zeit auf mehr als 2000 Stunden ausgedehnt werden, was ein Standard-Stabilisatorenpaket (1250 Stunden) deutlich übertrifft (G.07).

Schlagzähigkeit von mit Säuren- und Metallrückständen verunreinigtem Rezyklat (Alterung bei 135 °C)



Die Ergebnisse zeigen, dass die Verwendung eines Standard-Stabilisatorenpakets zwar die Alterungseigenschaften verbessert, aber selbst mit 1% nur etwa die Leistung von 0,2% RECYCLOBYK erreicht.

- verunreinigtes Rezyklat
- + 0,2% Standard-Stabilisatorenpaket
- + 1,0% Standard-Stabilisatorenpaket
- + 0,2% RECYCLOBYK 4371
- + 0,5% RECYCLOBYK 4371

Die verbesserte Leistung zeigt sich in Bezug auf Dehnung, Zugfestigkeit und -modul sowie Charpy-Schlagzähigkeit.

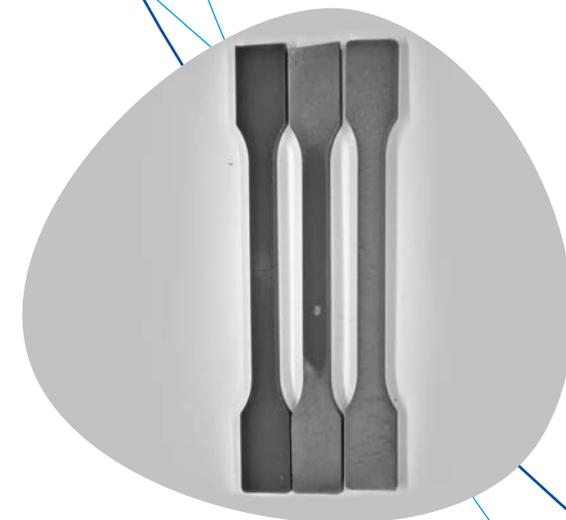
Additive im Vergleich zur nicht stabilisierten Nullprobe (= 100 %) vor Alterung

| Stunden bei 135 °C | Nullprobe | Standard-Stabilisatorenpaket | | | RECYCLOBYK 4371 | | |
|--------------------|-----------|------------------------------|------|------|-----------------|------|------|
| | | 0,2% | 0,5% | 1,0% | 0,2% | 0,5% | 1,0% |
| 250 | 0 | 101 | 108 | 111 | 105 | 110 | 114 |
| 500 | 0 | 89 | 100 | 108 | 99 | 109 | 108 |
| 1000 | 0 | 0 | 96 | 107 | 92 | 109 | 110 |
| 1250 | 0 | 0 | 46 | 89 | 89 | 105 | 107 |
| 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 105 | 105 |
| 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 99 | 102 |

Standard-Stabilisatorenpaket: B-2

T.01

Die Ergebnisse zeigen die kombinierte relative Leistung in Bezug auf Dehnung, Zugfestigkeit und -modul sowie Charpy-Schlagzähigkeit im Vergleich zur nicht stabilisierten Nullprobe (= 100 %). Die Verwendung eines Standard-Stabilisatorenpakets verbessert zwar die Alterungseigenschaften, erreicht aber selbst mit 1 % nur etwa die Leistung von 0,2 % RECYCLOBYK.



Rezyklate aus der Verpackungsindustrie

Selten erfüllt ein Polymer direkt das komplette geforderte Eigenschaftsprofil. Da Stärken und Schwächen der verschiedene Polymere sehr unterschiedlich sind, werden gerne die Eigenschaften kombiniert. Die Kombination kann in Form eines Blends (z. B. PC/ABS oder HIPS) erfolgen, oder durch Verbinden der nicht gemischten Polymere wie zum Beispiel bei einer Mehrschichtfolie oder eines Hart-Weich-Verbundes. Obwohl diese Polymerkombinationen in ihrem Erstgebrauch äußerst vorteilhaft sind, führen sie bei der Wiederverwertung zu erheblichen Herausforderungen.

LLDPE und Polyamid in Mehrschichtfolien

Ein besonders anspruchsvoller Anwendungsbereich ist daher das Recycling von Mehrschichtfolien. Diese kombinieren in der Regel die einzigartigen Eigenschaften verschiedener Polymere, um die erforderliche Leistung zu erzielen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Verlängerung der Haltbarkeit von Lebensmitteln durch die Bereitstellung einer guten Barriere gegen Sauerstoff und Feuchtigkeit. Eine hierfür häufig verwendete Polymerkombination ist Polyamid und LLDPE. Die guten Barriereigenschaften bei hoher Festigkeit eines Polyamids ergänzen die Vorteile von LLDPE, wie eine hohe Schlag- und Durchstoßfestigkeit.

Die Trennung der beiden Polymerschichten ist bei der Aufbereitung in industriellem Maßstab derzeit nicht möglich, da die weniger dominante Phase (hier PA) bei der Regranulierung aufgrund der unterschiedlichen Oberflächenenergien große Polymerdomänen in der LLDPE-Matrix bildet. Dies verschlechtert die optischen Eigenschaften (insb. die Transparenz) des Materials. Die unzureichende Verträglichkeit der beiden Polymere führt zudem zu geringen mechanischen Beständigkeiten, insbesondere in Bezug auf Dehnung und die Schlagzähigkeit. Die Kompatibilisierung durch Verwendung eines hochfunktionalisierten SCONA-Modifikators ermöglicht es, das unpolare LLDPE mit dem polaren PA verträglich zu machen.



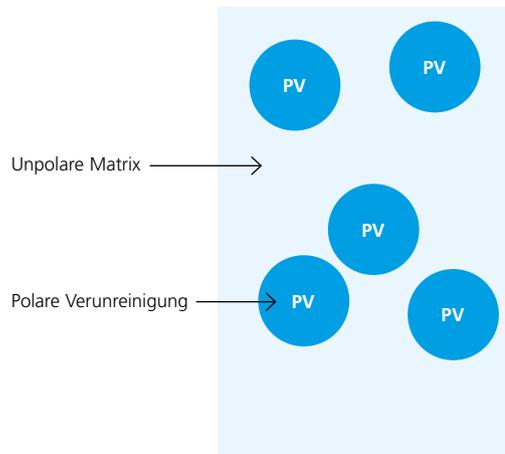
Kompatibilisierung mit SCONA

In-situ-Bildung des amphiphilen Kompatibilisators

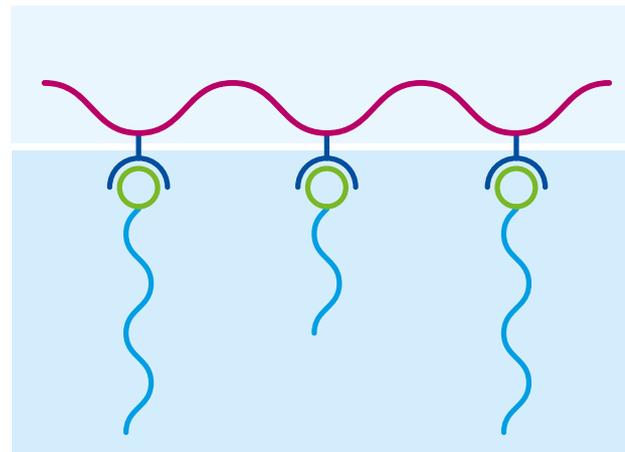


Schlechte Dispersion:

Niedrige Grenzflächenhaftung = schlechte mechanische Eigenschaften



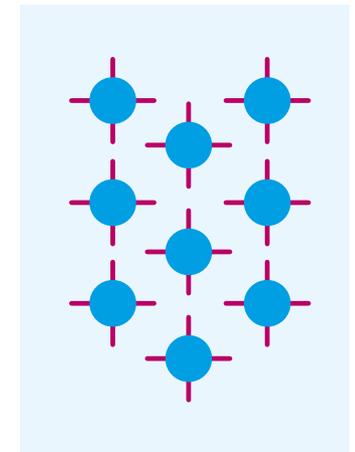
Unpolare Komponente



Polare Komponente

Gute Dispersion:

Hohe Schlagzähigkeit



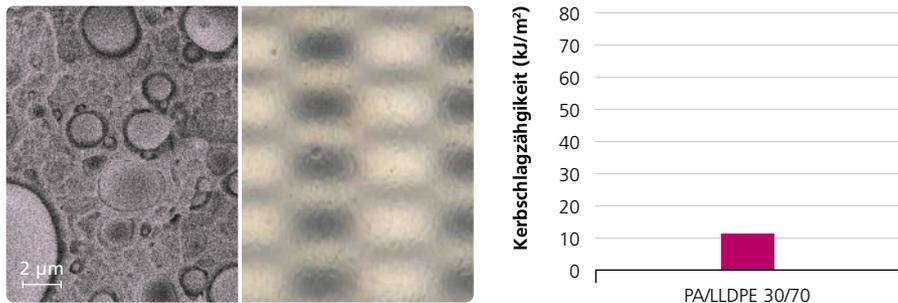
● Säure/Anhydrid-Gruppe ● Amin-Gruppe ● SCONA-Modifikator ● Polyamid

* Vereinfachtes Reaktionsschema mit der Amin-Endgruppe, jedoch können auch die internen Amidgruppen an der Reaktion beteiligt sein.

Mechanische und optische Eigenschaften von PA/LLDPE-Blends

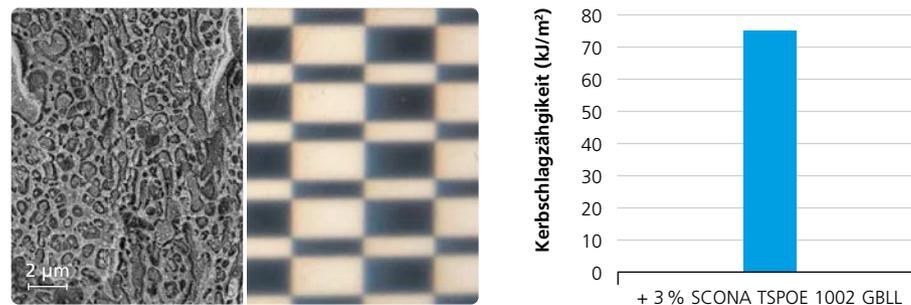
PA/LLDPE 30/70

Inhomogenes Material mit schlechter Verträglichkeit, schlechten optischen Eigenschaften sowie geringer mechanischer Beständigkeit.



Mit SCONA-Modifikator

Mit hochfunktionalisiertem SCONA-Modifikator für hervorragende Kompatibilität und verbesserten mechanischen und optischen Eigenschaften.



Der Einsatz des Modifikators führt zu einer besseren Anbindung des Polyamids an die Polyolefinphase und somit zu einer feineren Verteilung. Dadurch werden die mechanischen und optischen Eigenschaften verbessert. Die bestmögliche Verteilung wird durch den Einsatz eines Doppelschneckenextruders erzielt.

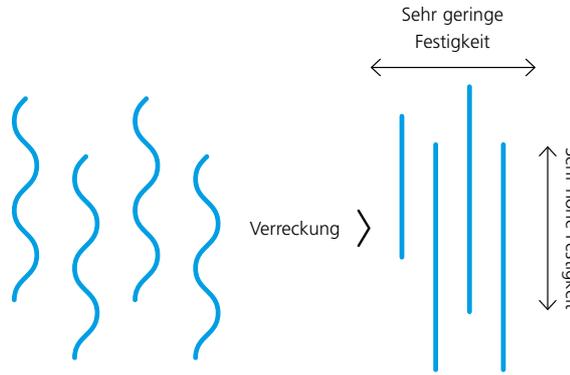
PET-Umreifungsbänder

Rezykliertes PET kann in unterschiedlichen Qualitätsstufen vorliegen. Qualitativ hochwertiges rPET kann zur Herstellung von Getränkeflaschen aus 100 % rPET verwendet werden, wohingegen geringere Qualitäten für Umreifungsbänder eingesetzt werden.

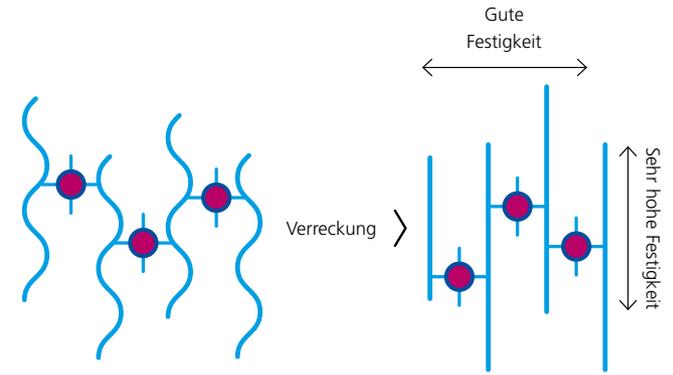
PET-Umreifungsbänder werden bei der Herstellung bis zu fünfmal in Fließrichtung verreckt. Dies führt zu der erforderlichen Zugfestigkeit, verursacht aber eine schlechte Weiterreißfestigkeit entlang der durch die Verreckung parallel ausgerichteten PET-Moleküle. Das Umreifungsband ist spleißanfällig. SCONA-Modifikatoren können die notwendigen chemischen Bindungen zwischen den einzelnen PET-Molekülketten herstellen, um ein Weiterreißen zu verhindern.

Verbesserung der Festigkeit in PET-Umreifungsbändern

Nicht modifiziert

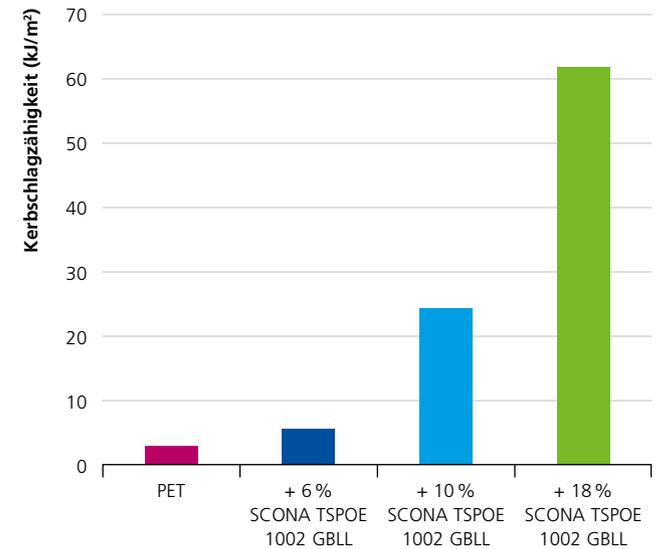
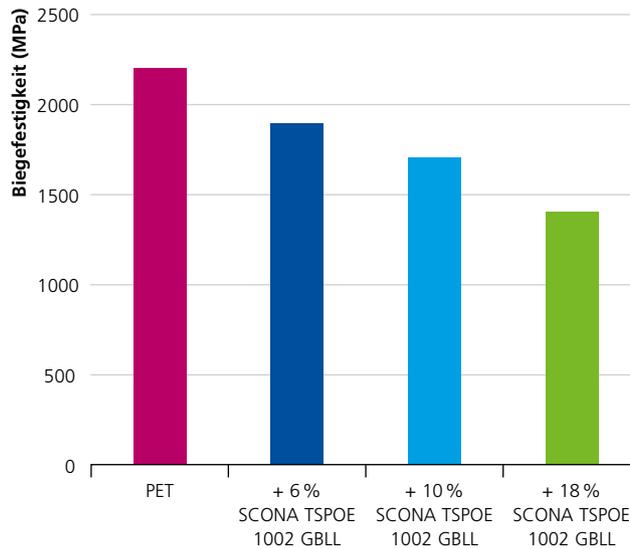
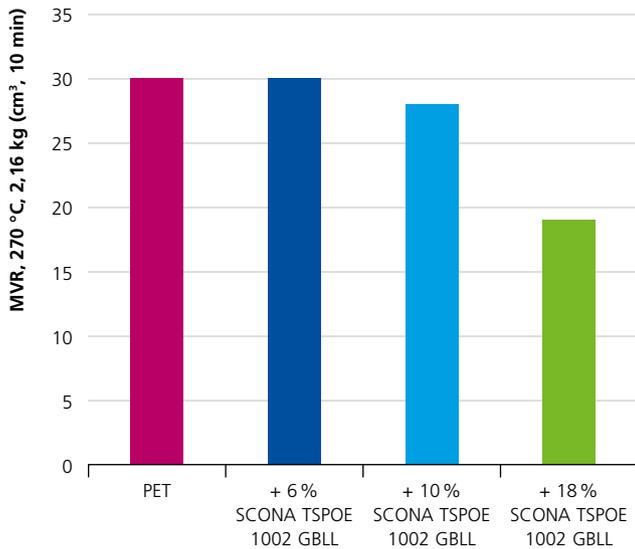


Mit SCONA-Modifikator



G. 10

Der Einsatz von SCONA-Modifikatoren hat Einfluss auf MVR (Melt Volume Rate), Biegefestigkeit und Kerbschlagzähigkeit.



G. 11

Faserverstärkte Kunststoffe mit Rezyklaten

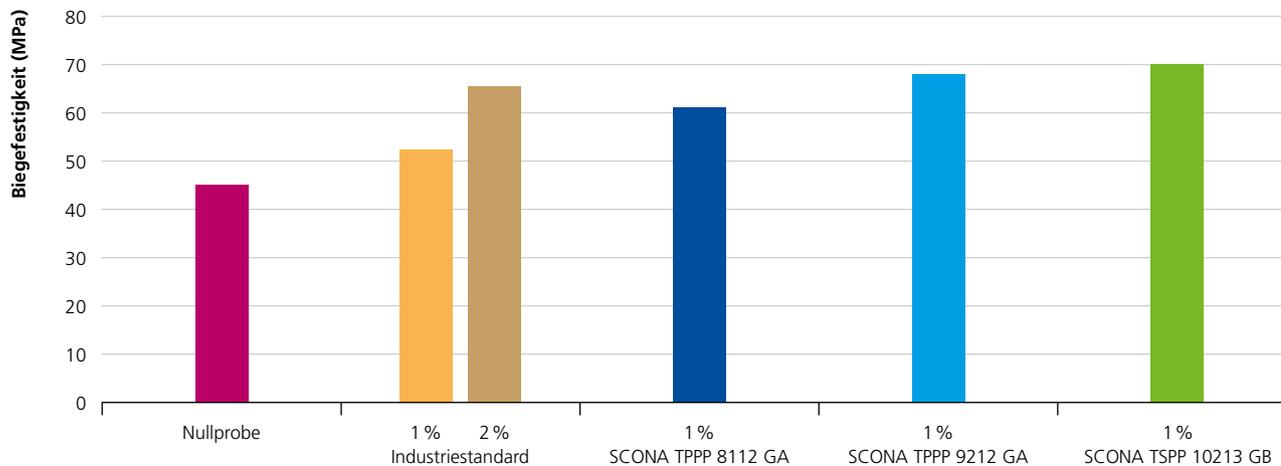
Zur Verbesserung der Eigenschaften von Rezyklaten können verschiedene Fasern eingesetzt werden. Dies kann aus Preisgründen, aber auch aus Umweltschutzaspekten oder zur Verstärkung von Eigenschaften erfolgen. Grundsätzlich kann hierbei zwischen zwei verschiedenen Arten von Rezyklaten unterschieden werden:

Einerseits können Fasern in thermoplastischen Rezyklaten eingesetzt werden, wie zum Beispiel bei holzfaserverstärkten Kunststoffen (WPC) auf Basis von rezyklierten Polyolefinblends. Andererseits können auch rezyklierte Carbonfasern aus Sekundärquellen (rCF) in PP eingesetzt werden (PP-rCF), was insbesondere in der Automobilindustrie an Beliebtheit gewinnt.

In der Regel haben Rezyklate keine einheitliche Qualität, insbesondere PE- und PP-Gemische sind häufig zu finden. Die Unverträglichkeit von PE und PP, kombiniert mit dem Polymerabbau, abgebauten Verarbeitungshilfen sowie verbrauchten Licht- und Hitzestabilisatoren stellen eine Herausforderung zum Erzielen guter Ergebnisse mit konventionellen Haftvermittlern zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften in WPC-Anwendungen dar.

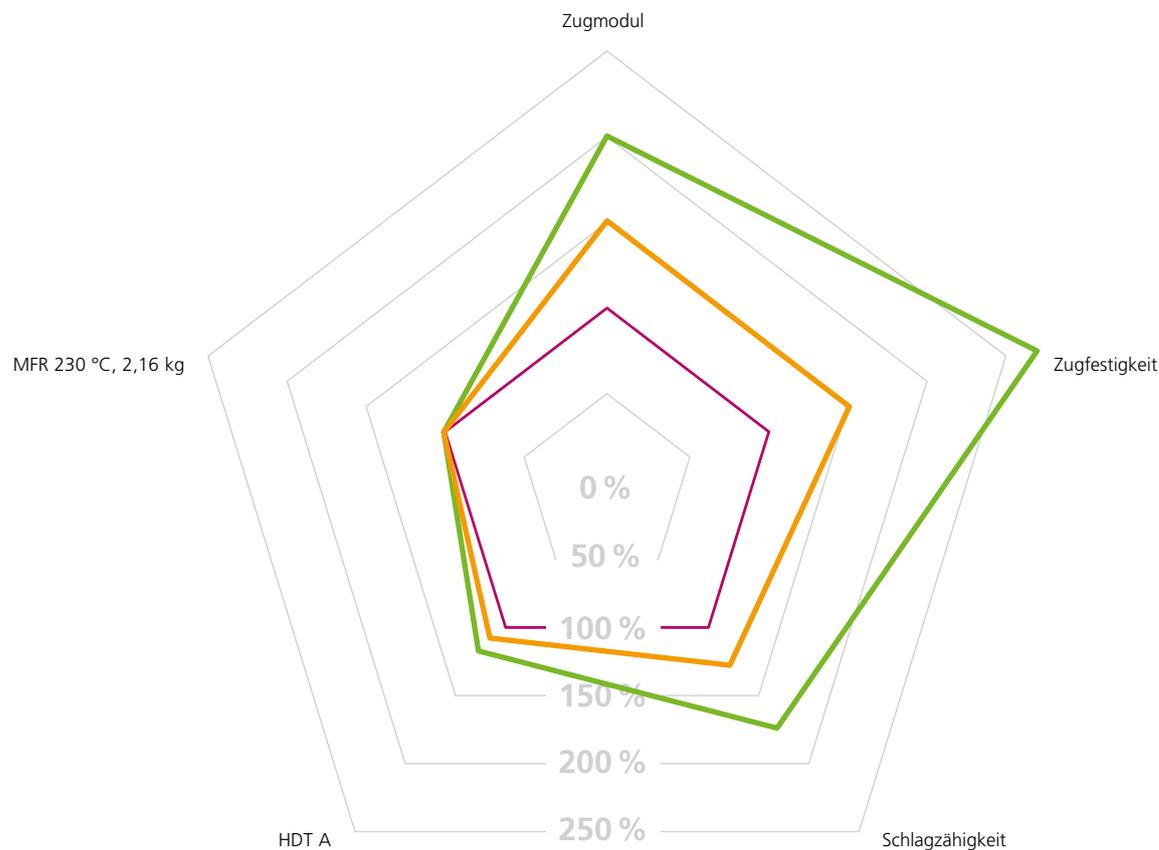
Durch den Einsatz von BYK Produkten können selbst bei niedrigen Einsatzmengen, z. B. auf Grund von einem sehr hohen Pfropfungsgrad, gute Eigenschaften von holzfaserverstärkten Rezyklaten erzielt werden (G. 12).

Mechanische Eigenschaften von Rezyklaten (PE/PP), die mit Holzfasern (50 %) verstärkt wurden



Carbonfaser enthaltene Abfälle und Bauteile aus dem Automobilsektor lassen sich wiederaufbereiten, und die so gewonnenen rezyklierten Carbonfasern können in Thermoplasten mit nur geringem Kostenunterschied gegenüber Glasfasern verwendet werden. Im Gegensatz zu Glasfasern verfügen solche wiederaufbereiteten Carbonfasern jedoch nicht über eine Schlichte, die eine bessere Verträglichkeit mit Polyolefinen wie z. B. Polypropylen ermöglicht. Um dennoch eine gute Haftung zwischen Matrix und Faser zu erreichen, ist ein Haftvermittler mit hohem Funktionalisierungsgrad erforderlich. Für diesen Zweck sind BYK Produkte hervorragend geeignet.

Relatives Eigenschaftsprofil von 4 % SCONA TSPP 10213 GB in PP mit 30 % Carbonfaser im Vergleich zum Industriestandard und zu einer Nullprobe ohne Haftvermittler



Reduzierung von VOC und Gerüchen

Beim Recycling von Thermoplasten kann die Art der Vorwertung einen erheblichen Einfluss auf die Qualität des Endprodukts haben. Zusätzlich zum Einfluss auf die physikalischen Eigenschaften und Widerstände können sich bei der Verarbeitung Gerüche und flüchtige organische Verbindungen in den wiederverwerteten Kunststoffen verstärken. Das Waschen des Rezyklats ist nur sehr begrenzt möglich, da dabei nur die Oberfläche erreicht wird, VOC (Volatile Organic Compounds) aber im gesamten Kunststoff vorhanden sind und zurück zur Oberfläche und Umgebungsluft migrieren. Eine erste bekannte Möglichkeit ist der Einsatz

von Vakuumentgasung während der Verarbeitung. Das Mischen des Materials maximiert die Oberfläche, und die hohe Temperatur sowie das Vakuum erhöhen die Mobilität der VOC, sodass sie teilweise beseitigt werden. Weitere Hilfsmittel sind die Verwendung von Aktivkohle, Zeoliten oder Schleppmitteln wie Wasser, CO₂ oder Stickstoff.

An dieser Stelle setzen die Produkte von BYK an. Am konkreten Beispiel von BYK-MAX P 4200 lässt sich die zweistufige Wirkweise anschaulich verdeutlichen:

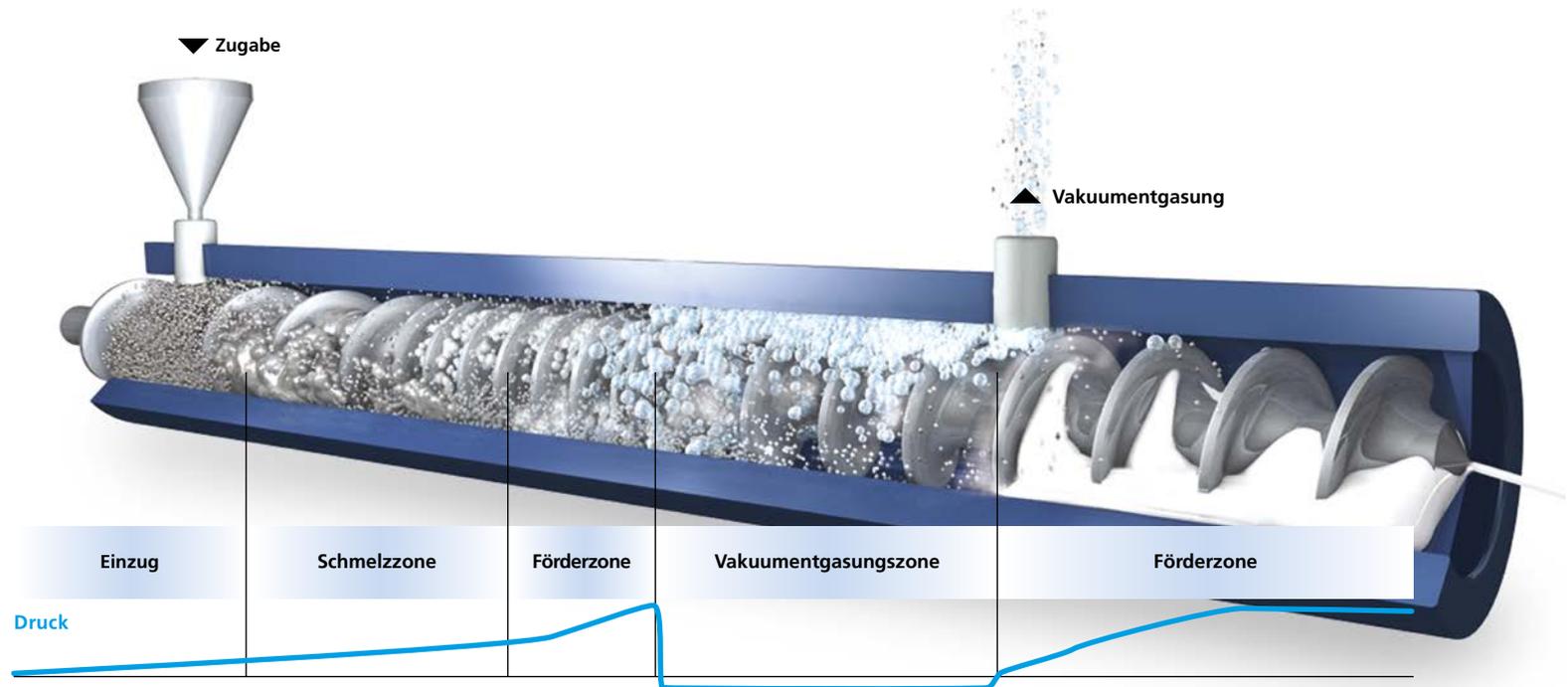
Schritt 1

Während der Extrusion wird die Wirksubstanz freigesetzt. In Wechselwirkung mit den Temperaturen im Extruder und den Scherkräften entsteht Mikroschaum in der Schmelze, der Geruch und VOC-Bestandteile absorbiert.

Schritt 2

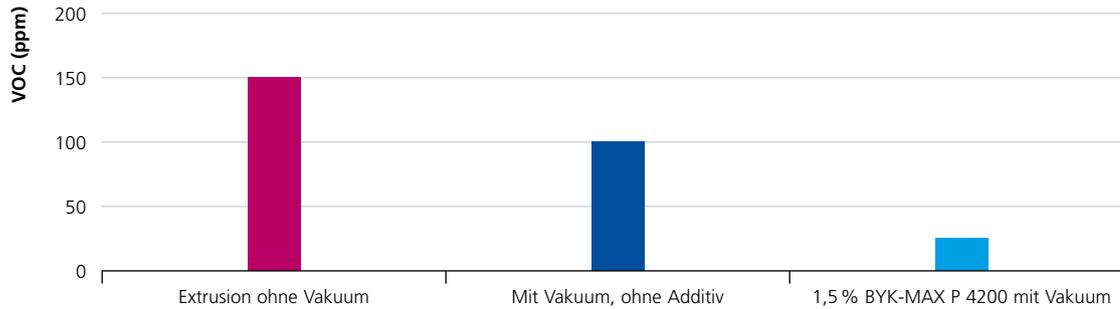
Bei der anschließenden Vakuumentgasung wird der Mikroschaum zusammen mit den darin enthaltenen Verunreinigungen aus der Schmelze entfernt.

Eine starke Entgasung ist erforderlich



Druckaufbau während der Extrusion

VOC-Reduktion in fertigen Teilen aus PP-GF (30 %) mit BYK-MAX P 4200, gemessen nach VDA 277



G.15

Geruchsreduzierung mit BYK-MAX P 4200 nach VDA 270 in fertigen Teilen aus PP-GF (30 %)

| | VDA 270 |
|---|---------|
| Extrusion ohne Vakuum | 4–5 |
| Vakuum mit 50 mbar | 4–5 |
| 1,5 % BYK-MAX P 4200 und 50 mbar Vakuum | 2–3 |

T.02

Geruch

Wie wird Geruch heute am besten bestimmt? Durch Riechen. Auch wenn es bereits Ansätze zur analytischen Geruchsmessung mit Messgeräten gibt, ist die menschliche Wahrnehmung von Geruch immer noch die bevorzugte und einfachste Methode. Eine definierte Menge der Probe wird in einem Glasbehälter aufbereitet und anschließend nach dem deutschen Schulnotensystem bewertet:

Eine 1 bedeutet, dass überhaupt kein Geruch wahrgenommen wird, eine 6 steht für unerträglichen Geruch. Eine 2–3 – wahrnehmbarer Geruch, aber nicht störend. Bei den hier gezeigten Ergebnissen wurde die Probe zwei Stunden lang 80 °C ausgesetzt.

BYK-Chemie GmbH
 Abelstraße 45
 46483 Wesel
 Deutschland
 Tel +49 281 670-0
 Fax +49 281 65735

info@byk.com
www.byk.com

ADD-MAX®, ADD-VANCE®, ANTI-TERRA®, AQUACER®, AQUAMAT®, AQUATIX®, BENTOLITE®, BYK®, BYK-AQUAGEL®, BYK-DYNWET®, BYK-MAX®, BYK-SILCLEAN®, BYKANOL®, BYKCARE®, BYKETOL®, BYKJET®, BYKO2BLOCK®, BYKONITE®, BYKOPLAST®, BYKUMEN®, CARBOBYK®, CERACOL®, CERAFK®, CERAFLOUR®, CERAMAT®, CERATIX®, CLAYTONE®, CLOISITE®, DISPERBYK®, DISPERPLAST®, FULACOLOR®, FULCAT®, GARAMITE®, GELWHITE®, HORDAMER®, LACTIMON®, LAPONITE®, MINERPOL®, NANOBYK®, OPTIBENT®, OPTIFLO®, OPTIGEL®, POLYAD®, PRIEX®, PURABYK®, PURE THIX®, RECYCLOBLEND®, RECYCLOBYK®, RECYCLOSSORB®, RECYCLOSTAB®, RHEOBYK®, RHEOCIN®, RHEOTIX®, SCONA®, SILBYK®, TIXOGEL® und VISCOBYK® **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 des technischen Fortschritts und betrieblicher Weiterentwicklungen vor.

Diese Ausgabe ersetzt alle bisherigen Versionen.

