Mit Rezyklaten den CO_2-Fußabdruck von Dichtungen und Interieur-Bauteilen reduzieren

Weich, elastisch und recycelt

Der Einsatz von TPE-Materialien mit Rezyklatanteil hilft bei der Umsetzung der Nachhaltigkeitsanforderungen der Automobilindustrie. Aufbereitete Kunststoffe werden dabei zunehmend auch für anspruchsvolle Teile im Fahrzeug verwendet. Beispielsweise kommen sie trotz hoher Geruchs- und Emissionsanforderungen immer öfter in sensiblen Innenraumanwendungen zum Einsatz.

Die passende Auswahl an hochwertigen Rezyklaten ermöglicht den Einsatz in anspruchsvollen Automobilanwendungen.

© iStock, Yakobchuk Olena

In den letzten Jahren ist die Nachhaltigkeit der verwendeten Materialien verstärkt in den Fokus von Industrie und Verbrauchern gerückt. Besonders deutlich zeigt sich das in der Automobilindustrie. Viele OEM haben sich ehrgeizige Ziele für den Rezyklateinsatz gesetzt. Volvo möchte beispielsweise bis 2025 in jedem neuen Auto mindestens 25 % an Rezyklaten einsetzen [1]. Renault erreicht bereits gegenwärtig eine Rezyklateinsatzquote von 33 % bei in Europa produzierten Fahrzeugen [2]. Ein ähnlicher Wert wird auch von BMW und Mercedes-Benz angestrebt. Bis 2030 soll bei beiden der Anteil an Sekundärrohstoffen in allen Modellen auf durchschnittlich 40 % ansteigen [3, 4].

Eine höhere Quote stellt jedoch viele neue Anforderungen an die Materialien, da auch komplexere Bauteile mit Rezyklaten umgesetzt werden müssen. Gute Beispiele dafür sind Interieur-Sichtteile und Dichtungen. Beide waren bis vor Kurzem mit aufbereiteten Kunststoffen noch nicht produzierbar. Mit neuen thermoplastischen Elastomeren (TPE) können mittlerweile aber sogar solche anspruchsvollen Anwendungen realisiert und damit die Rezyklatquote erhöht sowie der CO_2-Fußabdruck gesenkt werden.

© Carl Hanser Verlag, München. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind ohne Lizenzierung durch den Verlag nicht gestattet.

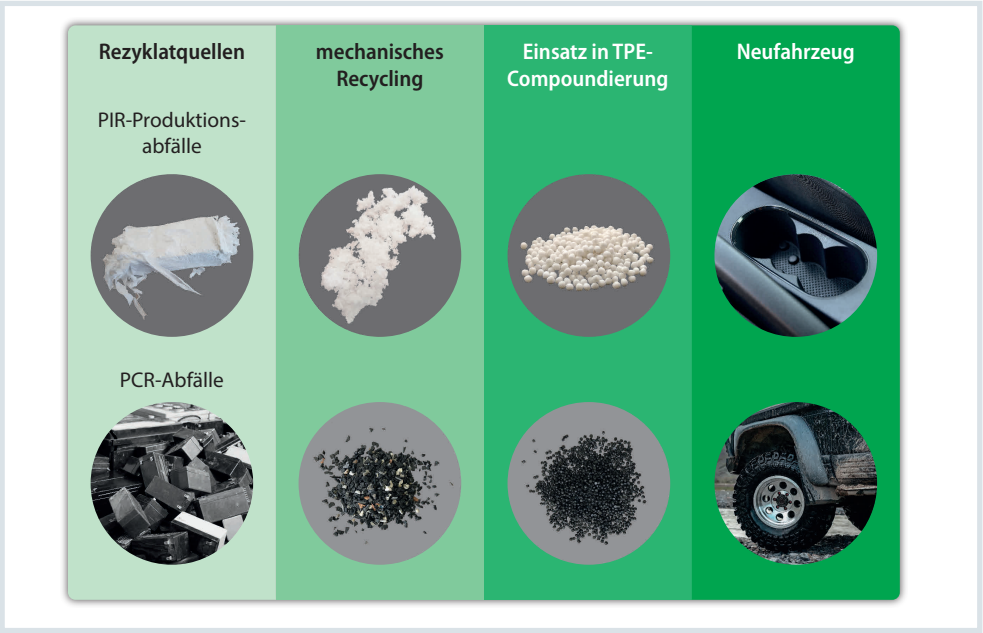

Bild 1. Beispiel für einen typischen Recyclingprozess aus PIR- und PCR-Quellen: In der Regel ist die Qualität bei PIR höher und sie lassen sich einfacher erneut für Kunststoffprodukte verwenden.
© Hexpol TPE

Im Allgemeinen gibt es derzeit auf dem Markt zwei verschiedene Arten von recycelten Kunststoffabfällen: Post-Industrial- (PIR), auch Pre-Consumer-Rezyklat genannt, und Post-Consumer-Rezyklat (PCR). Die Unterscheidung erfolgt dabei in aller Regel nach der Norm ISO 14021. Sie definiert die Kategorien folgendermaßen: PIR wird aus dem Abfall gewonnen, der in einem Produktionsprozess anfällt. Dabei dürfen allerdings keine Reste eingesetzt werden, die sich im ursprünglichen Produktionsprozess erneuten hätten nutzen lassen. Möglich sind Spritzgussangüsse und Extrusionsrandbeschnitte, bevorzugt aus hochwertigen Produkten wie beispielsweise Lebensmittel-, Hygiene- und Medizinanwendungen.

Im Gegensatz dazu wird PCR aus den Abfällen von Endverbrauchern gewonnen. Denkbar sind beispielsweise Quellen aus der Altfahrzeugverwertung und aus Wertstoffsammlungen. Bereits aus diesen Definitionen lässt sich leicht erkennen, dass PIR generell einfacher in sortenreiner Qualität und auch hellen Farben zu erhalten ist als PCR (**Bild 1**). Letzteres ist außerdem meist von geringerer Qualität.

Den richtigen Rezyklattyp auswählen

Kunststoffabfälle, beispielsweise aus der Industrie oder Wertstoffsammlungen, werden beim mechanischen Recycling zerkleinert, getrennt und anschließend zu einem Mahlgut oder Regranulat verarbeitet. Dieses wird dann als Rohstoff etwa für TPE-Compounds benutzt, die schlussendlich mittels Spritzgießen oder Extrusion zum jeweiligen Bauteil verarbeitet werden. Aufgrund der unterschiedlichen Qualität der Abfälle ist es sehr wichtig, abhängig von Marktsegment und Herkunft, den richtigen Typ von Rezyklat auszuwählen.

Ergänzend zu solchen mechanischen Rezyklaten wird derzeit auch intensiv daran gearbeitet, Rezyklate auf chemischem Wege zu generieren, beispielsweise durch Pyrolyse oder Depolymerisation. Diese Verfahren sind jedoch größtenteils noch in der Versuchsphase und kommerziell relevante Mengen kaum verfügbar.

Rezyklateinsatz im Automobil

Der Automobilbereich ist historisch gesehen eines der wichtigsten Segmente für den Einsatz von Rezyklaten, obwohl die technischen Anforderungen an die Materialien in der Regel hoch sind. Damit ein Material für ein Bauteil eingesetzt werden kann, muss sichergestellt sein, dass die Materialqualität über »

Info

Text
Florian Dresel, M.Sc., ist Central Research Engineer bei Hexpol TPE.
Dr. Thomas Köppl ist Group Product Manager bei Hexpol TPE; thomas.koeppl@hexpoltpe.com
Dipl.-Chem. Michael Walter ist Business Development Manager bei Hexpol TPE.

Im Profil
Hexpol TPE ist eine weltweit operierende Unternehmensgruppe im Bereich des Polymer-Compoundings, die sich auf thermoplastische Elastomere spezialisiert hat. Die hergestellten TPE werden für Anwendungen im Konsumgütermarkt, der Medizinbranche, der Verpackungsindustrie, dem Automobilsektor, der Elektronikindustrie und dem Baugewerbe eingesetzt. Der deutsche Standort befindet sich im oberfränkischen Lichtenfels.
www.hexpol.com

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

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

© Carl Hanser Verlag, München. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind ohne Lizenzierung durch den Verlag nicht gestattet.

Bild 2. Der Einsatz von Recyclingkunststoffen bei Luftsteuerelementen erfordert eine sehr hohe Rezyklatqualität. © iStock, Maciej Laska

die komplette Laufzeit konstant bleibt. Außerdem muss unabhängig von der genauen Anwendung gewährleistet sein, dass ausreichend Material über die gesamte Modelllaufzeit geliefert werden kann. Die Rezyklatquelle muss somit ausreichend groß und zuverlässig sein. Trotzdem hat sich die Automobilbranche die erwähnten, hohen Ziele für den Rezyklateinsatz gesetzt. Für jedes Bauteil muss deshalb evaluiert werden, ob und wie es mit Rezyklat umgesetzt werden kann.

Der naheliegendste Fall für den Einsatz von Rezyklaten sind Exterieur-Anwendungen wie Radhausschalen, Trittleisten und Schmutzfänger. Je nach Härte der Anwendung sind dabei auch sehr hohe Rezyklatanteile von > 50 % möglich. Es kann außerdem sogar PCR eingesetzt werden. PCR-Materialien haben meist einen stärkeren Geruch, der bei solchen Anwendungen allerdings weniger relevant ist. Nur solche Bauteile mit Shore-Härte D und geringen Anforderungen sind jedoch nicht ausreichend, um einen hohen Anteil an aufbereiteten Kunststoffen im Fahrzeug zu erreichen. Deshalb werden zunehmend auch weichere Anwendungen auf beispielsweise TPE mit Rezyklatanteil umgestellt.

Passende Materialien für Dichtungen

Zu solchen Anwendungen gehören verschiedene Dichtungen im Bereich der Luft- und Wassertrennung sowie Scheibendichtungen, die meist im Härtebereich von etwa 60 bis 90 Shore A ausgeführt werden. Neben der geringeren Härte müssen solche Materialien auch ein ausreichendes Rückstellverhalten und eine entsprechende Dichtfunktion bieten, um ihre Funktion zu erfüllen. Des Weiteren haben solche Bauteile häufig lange Fließwege und relativ komplexe Geometrien, weshalb sehr fließfähige Materialien benötigt werden. Für Profildichtungen sind stabil extrudierbare Materialien mit einem niedrigen Druckverformungsrest unter 40 % (bei 70 °C und 22 h) notwendig.

Für Anwendungen im Motorraum können ebenfalls TPE mit Rezyklatanteil eingesetzt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, mit welchen Medien sie in Kontakt kommen und welchen Temperaturen sie ausgesetzt sind. Bei solchen hohen Anforderungen muss unter Umständen auf vulkanisierte TPE (TPV) ausgewichen werden. Bei diesen lässt sich zwar auch Rezyklat verwenden, aber der prozentuale Anteil ist stärker limitiert.

Ein schwierigeres Anwendungsfeld für TPE mit Rezyklatanteil ist der Automobilinnenraum. In diesem existieren viele Anforderungen an die Materialien, die sich mit mechanische aufbereiteten Kunststoffabfällen nur schwer umsetzen lassen.

TPE mit Rezyklatanteil für das Interieur

Zum Beispiel ist es im Interieur unbedingt erforderlich, dass die eingesetzten Materialien nicht riechen. Das ist besonders wichtig, da der Geruch der Werkstoffe durch den begrenzten Raum im Fahrzeug und erhöhte Temperaturen durch Sonneneinstrahlung um ein Vielfaches verstärkt wird. Aus diesem Grund werden Geruchstests im Automobilsektor bei erhöhter Temperatur, beispielsweise bei 80 °C, durchgeführt.

Neben diesen Anforderungen müssen TPE für den Innenraum gut verarbeitbar sein, um optisch einwandfreie Oberflächen herstellen zu können. Typische Anwendungen sind beispielsweise Matten, Luftsteuerelemente und weiche Elemente zum Klapperschutz etwa in der Mittelkonsole (**Bild 2**). Die weiteren Anforderungen der OEM für den Innenraum wie Emissionsgrenzwerte, Mechanik, Wärmebeständigkeit sowie Lichtechtheit sind selbstverständlich auch von Materialien mit Rezyklatanteil zu erfüllen. Diese Anforderungen und auch die

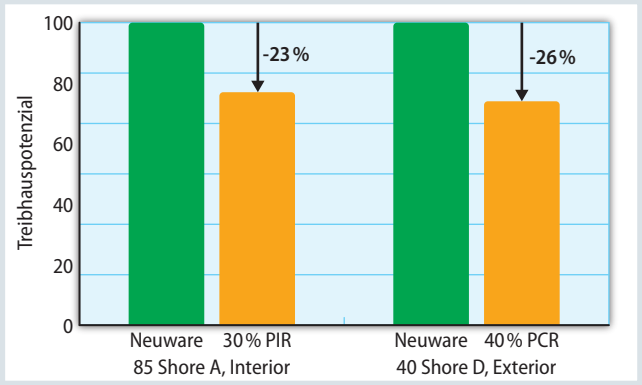

Bild 3. Reduzierung des Treibhauspotenzials durch Rezyklate (berechnet in kg CO_2e/kg Material): Sowohl mit PIR- als auch PCR-Materialien sind deutliche Einsparungen möglich. Quelle: Hexpol TPE; Grafik: © Hanser

regulatorische Unbedenklichkeit, beispielweise die Einhaltung der GADSL- und Reach-Vorgaben, müssen auch von Rezyklatmaterialien langfristig gewährleistet sein.

Wie erwähnt, waren insbesondere der Geruch und die Emissionen von Rezyklaten in der Vergangenheit problematisch, weshalb erst jetzt die ersten für den Innenraum einsetzbaren TPE mit Rezyklatanteil verfügbar sind. Ein Beispiel dafür sind Dryflex Circular TPE mit PIR-Rezyklatanteil von Hexpol TPE. Ihre Emissionswerte liegen deutlich unter den üblichen, von OEM geforderten Grenzwerten (**Tabelle**). Je nach Härte und genauen Anforderungen des Bauteils sind im Innenraum Rezyklatanteile von ca. 20 bis 50 % realisierbar.

Durch den Einsatz von Rezyklaten ist es außerdem möglich, den CO_2-Fußabdruck von TPE-Compounds zu reduzieren. Die Höhe der Reduzierung hängt ab von den eingesetzten Rohstof-

© Carl Hanser Verlag, München. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind ohne Lizenzierung durch den Verlag nicht gestattet.

Messmethode	markttypische Anforderung	65 Shore A, 20 % PIR	85 Shore A, 30 % PIR
Geruch (VDA 270, B3)	≤ 3,0	2,0	2,5
Thermodesorption (VOC, VDA 278)	≤ 500 µg/g	60 µg/g	49 µg/g
Thermodesorption (Fog, VDA 278)	≤ 2000 µg/g	594 µg/g	700 µg/g

Tabelle. Typische Geruchs- und Emissionswerte von Dryflex Circular TPE mit Rezyklatanteil

Quelle: Hexpol TPE

Bild 4. Auch biobasierte TPE lassen sich in Interieur-Anwendungen, etwa für Einlegematten, sehr gut einsetzen. © iStock, Roman Vyshnikov

fen und der Art des verwendeten Recyclingtyps. Weiterhin spielt die Kalkulationsmethode und das verwendete Modell mit dessen Systemgrenzen eine wichtige Rolle. Für intermediäre Produkte wird häufig der Cradle-to-Gate Ansatz nach ISO 14040, ISO 14044 und ISO 14067 verwendet.

CO_2-Fußabdruck von Rezyklaten

Die wesentlichen Einflussfaktoren auf den CO_2-Fußabdruck eines TPE-Compounds sind die eingesetzten Rohstoffe, der Transport der Rohstoffe sowie die Compoundierung und die Verpackungsmittel. Der größte Anteil mit > 85% entfällt dabei auf die verwendeten Rohstoffe. Dieser ergibt sich aus dem hohen, oft noch fossilen Energieaufwand zur Synthese der Monomere und deren Polymerisierung. Im Vergleich dazu ist der Energieaufwand und der damit verbundene CO_2-Ausstoß zur Aufbereitung von Rezyklaten meistens geringer.

Nach Berechnung von Hexpol TPE kann das Treibhauspotenzial bei einem 85-Shore-A-Material um 23 % sinken, wenn 30 % PIR eingesetzt wird. Ein ähnliches Resultat ergibt sich durch den Einsatz von 40 % PCR in einem 40-Shore-D-TPE: Das Treibhauspotenzial reduziert sich um 26 % (**Bild 3**).

Neben Materialien mit Rezyklatanteil ist es auch möglich, TPE mit biobasiertem Anteil für Anwendungen im Automobilbereich einzusetzen. Als Rohstoffe dafür können beispielsweise Polymere, Weichmacher oder Füllstoffe auf Basis von Ölpflanzen, Zuckerrohr oder Faserpflanzen dienen. Hexpol TPE hat zum Beispiel bereits eine biobasierte Einlegematte realisiert (**Bild 4**), die die üblichen Anforderungen für den Automobilinnenraum etwa hinsichtlich der Lichtbeständigkeit und der niedrigen Emissionswerte erfüllt. Als Biofüllstoff bringt auch Kork diverse Vorteile wie eine niedrige Dichte, interessante Designaspekte und einen geringen CO_2-Fußabdruck.

Fazit

Es ist möglich, mit der richtigen Rohstoffauswahl auch Automotive-Anwendungen im Shore-A- und -D-Härtebereich mit Rezyklatanteilen umzusetzen. Je nach Anwendungen lassen sich auf diese Weise Recyclinganteile bis 50 % umsetzen. Das ermöglicht es Zulieferern und OEM, ihre Zielsetzungen für mehr Nachhaltigkeit zu erreichen. Mit weicheren Rezyklaten und mehr wiederverwerteten Materialien wird es in Zukunft möglich sein, den Recyclinganteil noch mehr zu erhöhen, ohne dabei Kompromisse bei der Materialperformance machen zu müssen.

Durch eine enge Zusammenarbeit von OEM, Zulieferern, Compoundeuren, Recyclern und Rohstoffherstellern lässt sich der Umstieg auf nachhaltigere Materialien im Fahrzeugbau beschleunigen. Neben verschiedenen OEM-Kooperationen ist Hexpol TPE auch Teil des Polestar-0-Projekts, in dem ein klimaneutrales Fahrzeug entwickelt wird [5]. Eine Kooperation mit Almaak ermöglicht außerdem die passgenaue Kombination von TPE und technischen Thermoplasten mit Rezyklatanteil für das 2K-Spritzgießen [6]. ■

© Carl Hanser Verlag, München. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind ohne Lizenzierung durch den Verlag nicht gestattet.