

Biopolyamide. Sie sind keine Wegwerfprodukte, haben keine zeitliche Nutzungsbegrenzung und führen zu keinerlei technischen Schwächen. Im Gegenteil: Biopolyamide sind langlebig, beständig und bieten anspruchsvolle Einsatzmöglichkeiten, beispielsweise in der Automobilindustrie.



Biopolyamide verursachen 50 % weniger CO₂-Emissionen, wovon auch das Auto profitiert (Quellen: Evonik)

Beständig und umweltfreundlich

BENJAMIN BREHMER

Im Gegensatz zu anderen biobasierten Polymeren gehören Biopolyamide zu den Hochleistungspolymeren. Bereits heute werden Bauteile wie hydraulische Kupplungsleitungen, Druckluftbremsleitungen und Kraftstoffleitungen aus Biopolyamiden geprüft, zugelassen und teilweise schon eingesetzt. Nicht nur Leitungssysteme sind möglich, auch viele andere Fahrzeugbauteile können aus diesen neuen Werkstoffen hergestellt werden.

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU110975

Die ökologischen Ansprüche an die Mobilität stellen hohe Anforderungen an konventionell angetriebene Fahrzeuge. Technologische Fortschritte haben die Effizienz dieser Fahrzeuge erheblich verbessert. Neben Optimierungen des Antriebsstrangs und Leichtbaukonzepten können auch emissionsarme Produktionsmaterialien die Ökobilanz eines Fahrzeugs erheblich verbessern. Polymere sind seit längerem etablierte Materialien für die Produktion eines modernen Fahrzeugs. Ihr Anteil am Fahrzeuggewicht liegt heute schon bei bis zu 25 %.

Herkömmliche Polymere basieren bis zu 99 % auf fossilen Ausgangsstoffen.

Biobasierte Polymere hingegen werden aus Monomeren hergestellt, die von nachwachsenden Rohstoffen stammen. Deren Einsatz ist allerdings fast ausschließlich auf die Verpackungsindustrie beschränkt: also auf Tüten, Folien oder Joghurtbecher. Aber nicht alle biobasierte Polymere verhalten sich gleich.

Besonders Hochleistungspolymere sind klassische Produkte der Petrochemie, doch lassen sich auch Polymerketten ganz oder teilweise aus biobasierten Bausteinen synthetisieren. Biopolyamide sind ein fester Bestandteil des Portfolios an Hochleistungspolymeren des Spezialchemieunternehmens Evonik Industries AG,

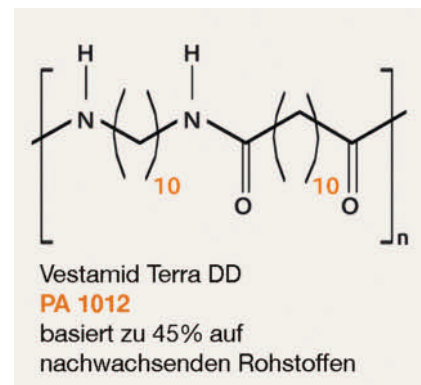
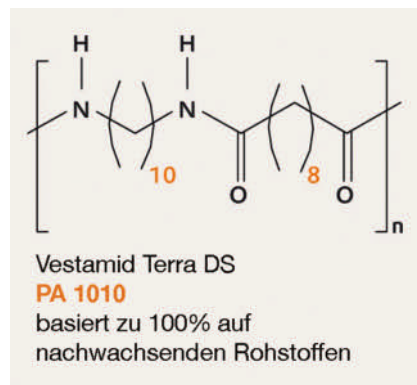
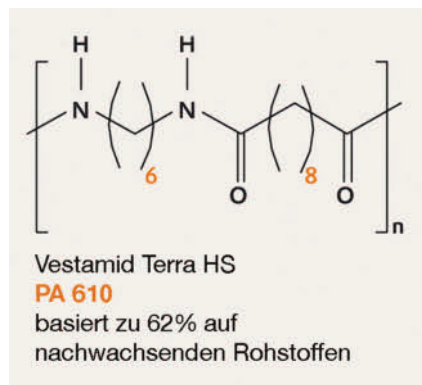


Bild 1. Die chemischen Formeln der Biopolyamide: Entscheidend für Biopolyamide ist die Kohlenstofflänge zwischen den Amid-Verbindungen (CONH); je nach Verhältnis und Länge der Kohlenstoffkette variieren die technischen Eigenschaften

Marl. Solche Biopolyamide gewinnen selbst in technisch anspruchsvollen Einsatzbereichen der Automobilindustrie immer mehr an Bedeutung. Aber im Gegensatz zu petrochemischbasierten Polyamiden haben Biopolyamide eine günstigere CO₂- und Energiebilanz (**Titelbild**).

Die positive Bilanz verdanken die Biopolyamide der Nutzpflanze Rizinus Communis, auf Deutsch „Wunderbaum“. Die Biopolyamide basieren auf Monomeren, die direkt oder indirekt aus der Rizinus-Ölpflanze gewonnen werden. Evonik bietet die drei verschiedenen Biopolyamid-Typen PA610, PA1010 und PA1012 unter dem Namen Vestamid Terra an (**Bild 1**).

Das kurzkettige PA610 ist hochtemperaturbeständig und deshalb besonders für heiße Umgebungen geeignet, etwa als Motorabdeckung im Auto. Das mittelkettige PA1010 hat eine hohe Steifigkeit und ist deshalb besonders für mechanisch anspruchsvolle Bauteile interessant. Das langkettige PA1012 hat eine hohe Schlagzähigkeit und ist ideal geeignet für Bauteile, die sich in steinschlaggefährdeten Bereichen befinden (**Tabelle 1**).

Generell gilt für semikristalline Polyamide: Je länger die Kohlenstoffkette, desto höher sind Schlagzähigkeit und Lö-

i
Kontakt

Evonik Industries AG
Performance Polymers
D-45772 Marl
TEL +49 236549-9227
→ www.evonik.com

semittelbeständigkeit. Wasseraufnahme und Kriechneigung sinken hingegen. Im Umkehrschluss heißt das: Je kürzer die Kette ist, desto temperaturbeständiger wird das Material. Biopolyamide haben eine Spannbreite von relativ kurzkettigen bis zu relativ langkettigen Varianten und können deshalb dem Lastenheft und dem Anforderungsprofil vieler Automobilbauteile entsprechen. Kaum ein anderer polymerer Werkstoff liefert so viele Möglichkeiten in dieser Preisklasse.

Für hydraulische Kupplungsleitungen

Hydraulische Kupplungsleitungen gehören zu den hochanspruchsvollen Automobilbauteilen, die vorwiegend aus Polymeren gefertigt werden. Antriebsmotor

hierfür sind die stetig steigenden Anforderungen an die Designfreiheit. Die Leitungen werden unter innerem Öl-Druck betätigt und befinden sich in der unmittelbaren Nähe des Motors. Eine hohe Temperaturbeständigkeit ist also Pflicht. Zum Vergleich: Die Schmelztemperatur von PA610-Compounds ist ca. 40°C höher als bei den klassischen PA12-Compounds. Da die Leitungen ungeschützt montiert werden, müssen sie zudem langfristig chemisch beständig sein, z. B. gegen Öl und Salzwasser.

Als Hauptbestandteil des Lastenhefts wird die Berstumfangsspannung gemessen. Auch bei höheren Einsatztemperaturen dürfen die Leitungen nicht platzen oder versagen. Bei Temperaturen von über 100°C weist das PA610-HL ein besseres Druckverhalten auf als die bestehenden PA12-HL-Systeme (**Bild 2**). PA610-HL vereint damit exemplarisch die vermeintlichen Gegensätze Nachhaltigkeit und Leistungsanforderung. Das Biopolyamid ist bereits im kommerziellen Einsatz.

Um alle Anforderungen der hydraulischen Kupplungsleitung zu erfüllen, reicht ein Basispolymer nicht aus. Deshalb ist die Compoundentwicklung und eine genau abgestimmte Rezeptur äußerst wichtig. →

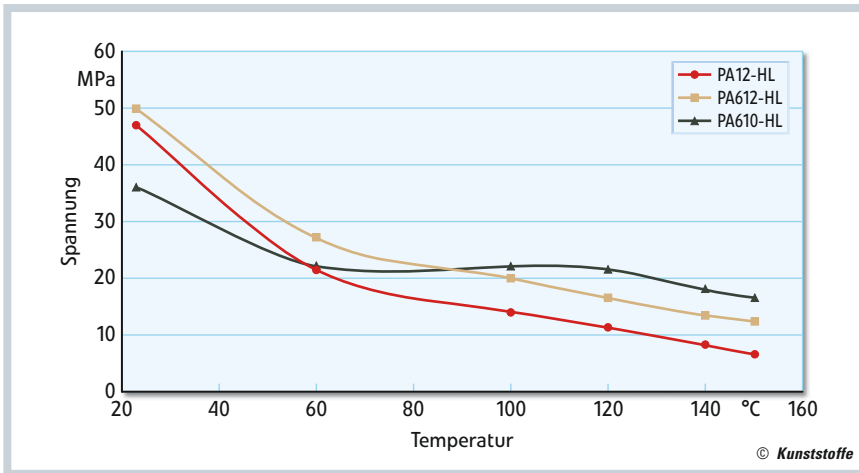


Bild 2. Vergleich der Berstumfangspannung von Rohren aus verschiedenen Polyamid-Compounds für hydraulische Kupplungsleitungen

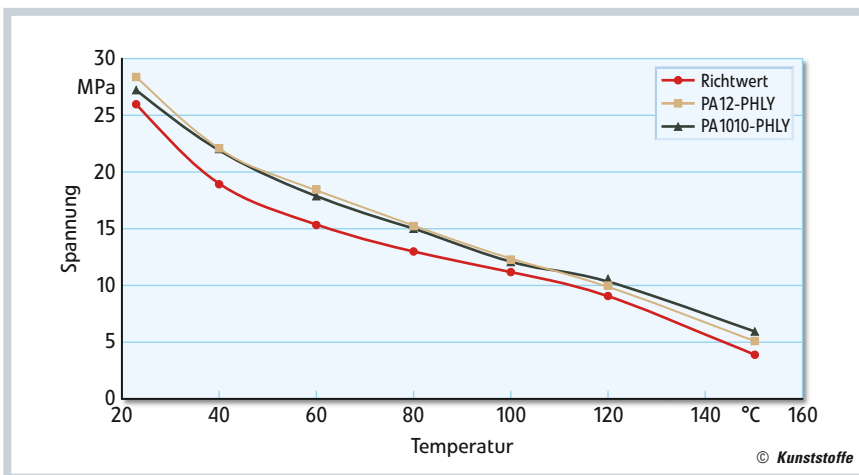


Bild 3. Vergleich der Berstumfangspannung von Rohren aus verschiedenen Polyamid-Compounds für Druckluftbremsleitungen (Rohr mit 1 mm Wanddicke und 8 mm Durchmesser)

Stabil auch unter hohem Druck

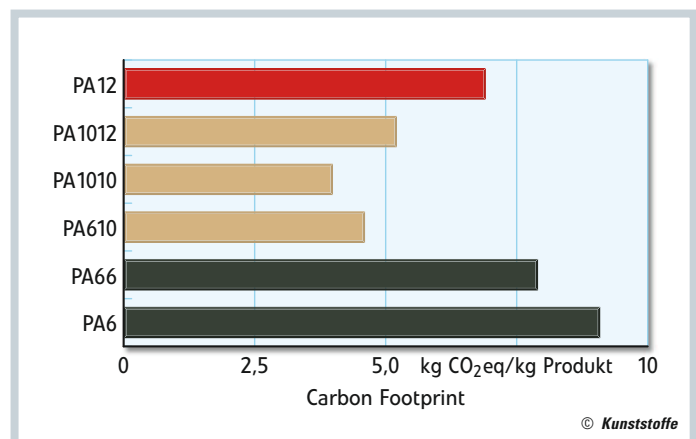
Die Kunst der Compoundierung besteht darin, die Verarbeitung für den Hersteller zu erleichtern und gleichzeitig alle Anforderungen des Lastenhefts zu erfüllen. Zu den großen Herausforderungen gehören Druckluftbremsleitungen wie sie beispielsweise in Nutzfahrzeugen eingesetzt werden.

Für Druckluftbremsleitungen kommen traditionell langkettige Polyamide entsprechend DIN 74324 (Druckluftbremsanlagen: Rohre und Rohrleitungen aus Polyamid) wie PA12 in Frage. Diese Polyamide erfüllen am besten die Anforderungen in dieser Anwendung insbesondere im Hinblick auf das Einbauverfahren. Beim Einbau von mehreren hundert Metern Rohrleitung ist neben der präzisen Montage auch das Biegeverhalten des Polyamids immens wichtig. Um diese Anwendung zu ermöglichen, muss der Zug-E-Modul ei-

ner Druckluftbremsleitung zwischen 450 bis 600 MPa liegen. Hier kommt PA1010 ins Spiel.

Auch hier ist die Berstumfangspannung der Hauptbestandteil des Lastenhefts. Besonders bei hohen Temperaturen (über 80°C) nimmt die Leistung der extrudierten Rohre ab. PA1010-PHLY hingegen liegt über dem Richtwert und po-

Bild 4. Carbon Footprint verschiedener, erdölbasierter Polyamide und Biopolyamide



sitioniert sich oberhalb von PA12 bei Temperaturen von über 100°C (Bild 3).

Eine weitere wichtige Anforderung ist das Abriebverhalten, da die Leitungen teilweise in Bündeln verlegt werden und im Fahrbetrieb aneinander reiben können. In mehreren Testszenarien wurde deshalb das Abriebverhalten des Materials getestet: verschiedene Rohrabschnitte (40 mm Länge, 12 mm Durchmesser) wurden mit einer Geschwindigkeit von 160 mm/s an einer 1 kg schweren Masse gerieben. Das Rohr aus PA1010-PHLY hat auch nach 300000 Zyklen nichts an Schichtdicke verloren. Das Biopolyamid bleibt damit auch unter hohem Druck stabil und ist ebenfalls bereits im kommerziellen Einsatz.

Andere Leitungssysteme

Automobile sind in den verschiedensten Klimazonen unterwegs und müssen auch den widrigsten Witterungsbedingungen standhalten. Dies gilt genau so gut für die polymeren Leitungssysteme, die im Motorraum und im Chassisbereich eingebaut werden. Zum Beispiel müssen Rohrleitungen für mindestens 200 h gegen Zinkchlorid (ZnCl₂) beständig sein (laut SAE J844), das heißt auch gegen den Einsatz von Streusalz im Winter. PA1010 und PA1012 widerstehen nicht nur vollständig der Einwirkung von ZnCl₂, sondern auch der von Ethanol, Batteriesäure oder Öl. Durch diese intrinsischen Beständigkeiten eignen sich diese Biopolyamide ideal für Kraftstoffleitungen, insbesondere für Heißdieselleitungen.

Ein idealer Kompromiss

Ein wesentlicher Vorteil der Biopolyamide ist die Reduzierung des CO₂-Ausstoßes. Im Schnitt verursachen biobasier-

Eigenschaft		PA610	PA1010	PA1012	PA12
Biogehalt	%	63	100	45	0
Dichte	g/cm ³	1,08	1,05	1,04	1,01
Schmelztemperatur	°C	222	198	181	178
Wasseraufnahmen (Sättigung, 23 °C)	%	3,3	1,8	1,6	1,4
Streckspannung	MPa	61	54	40	46
Streckdehnung	%	5	5	5	6
Bruchdehnung	%	>50	>50	>50	>50
Zug-E-Modul	MPa	2100	1700	1400	1350
Kerbschlagzähigkeit (bei 23 °C)	kJ/m ²	7C	11C	17C	16C
Kerbschlagzähigkeit (bei -30 °C)	kJ/m ²	6C	14C	16C	9C

Tabelle 1. Übersicht über die wichtigsten technischen Eigenschaften von ausgewählten Polyamiden: Der Biogehalt beschreibt die Herkunft des Kohlenstoffatoms in der Polymerkette; PA1010 wird beispielsweise zu 100 % aus der Rizinus-Ölpflanze gewonnen

te Polyamide ca. 50 % weniger Emissionen. **Bild 4** zeigt die Menge des freigesetzten CO₂ bei der Herstellung verschiedener Polyamide von der Rohstoffgewinnung bis zur Granulierung.

Derzeit gibt es noch zahlreiche Ideen, wie man mehr Biopolyamide im Automobilbereich einsetzen könnte. Entsprechend laufen momentan viele anwendungsspezifische Entwicklungsprojekte, um einen idealen Kompromiss zwischen technischen und ökologischen Zielen zu erfüllen. Ein Beispiel ist die Nutzung der Mehrschichtrohrtechnologie: Hier können die erwünschten (ökologischen wie technischen) Eigenschaften mit einer Kombination von beispielsweise Standard PA12-Schichten mit Biopolyamid-Schichten erreicht werden.

Noch leichter?

Neue Produkte können auch zu unerwarteten Vorteilen führen. Gegenüber den herkömmlichen Polyamiden, die vorzugsweise im Spritzgießverfahren verarbeitet werden, haben die Biopolyamide eine geringere Dichte:

- PA6 bzw. PA66: 1,13 g/cm³
- PA610: 1,08 g/cm³
- PA1010: 1,05 g/cm³
- PA1012: 1,04 g/cm³

Der Unterschied scheint nicht besonders groß zu sein. Beim Leichtbau zählt jedoch jedes Gramm. Etwa 5 bis 9 % Gewichtsreduktion lassen sich schon erreichen. Die Einsatzmöglichkeiten für Biopolyamide sind noch lange nicht ausgeschöpft. ■

DER AUTOR

DR. BENJAMIN BREHMER, geb. 1981, ist verantwortlich für den Vertrieb und das Marketing der Biopolymere im Geschäftsgebiet High Performance Polymere der Evonik Industries AG, Marl.

SUMMARY

DURABLE AND ECO-FRIENDLY

BIOPOLYAMIDES. They are not disposable products, there are no restrictions on their service life and they do not give rise to any technical weaknesses at all. On the contrary, biopolyamides are long-lived, durable and can be used in demanding applications, e.g. in the automotive industry.

Read the complete article in our magazine

Kunststoffe international and on

www.kunststoffe-international.com