

# Sag niemals Plastik zu dem Stoff der Zukunft

Die Erfolgsgeschichte des Kunststoffs begann vor 150 Jahren mit der Herstellung von Cellophan® aus dem Naturprodukt Baumwolle. Heute sind Polymere aus kaum einem Bereich des Lebens wegzudenken, die Medizin wäre ohne sie nicht auf ihrem aktuellen Stand. Die Herstellung immer neuer Kunststoffe, nicht zuletzt aus nachwachsenden Rohstoffen, ihre Veredelung zu Produkten, aber auch ihre Entsorgung und Rückführung in die Kreisläufe von Produktion und Natur stellen weiterhin lohnende Herausforderungen dar.

Autor: Ing. Peter Kempfner / x-technik

Wie kaum eine andere technologische Neuerung hat in den zurückliegenden 150 Jahren die Erfindung des Kunststoffs die Welt verändert. Inzwischen ist diese vielfältige und beinahe universell verwendbare Materialgruppe kaum mehr aus unserer Welt wegzudenken. Einen Teil dieses Erfolgs verdanken die Kunststoffe der Tatsache, dass sie mit einem deutlich geringeren Rohmaterialverbrauch auskommen als andere Werkstoffe. So wird etwa im Vergleich zur Gewinnung von Metall aus Erz für die Herstellung von Kunststoffen wesentlich weniger Ausgangsmaterial benötigt.

## Ressourcenschonender Kunststoff

Für Kunststoffe war lange Zeit und ist in manchen Gegenden noch heute die umgangssprachliche Bezeichnung Plastik üblich. Das Wort kommt aus dem Englischen und bedeutet so viel wie „plastisch(es Material)“. Das ist deshalb so, weil sich Kunststoffe ohne den bei Metallen üblichen sehr hohen Aufwand für die Verflüssigung recht beliebig dreidimensional formen lassen. Auch ist es leichter, aus manchen Kunststoffen Fasern beinahe beliebiger Länge zu gewinnen, als aus Metall Draht zu ziehen. Dazu kommen Vorteile im Transport durch das geringere Gewicht und das Vorliegen als schütt- bzw. rieselfähiges Granulat. Sechzig Jahre mussten ab der ersten Vorstellung von Mustern einer durch Polymerisation entstandener Materie auf einer Messe in Lon-

don 1860 durch Alexander Parkes vergehen, ehe in den 1920er- und 1930er-Jahren die wesentlichen, auch noch heute verwendeten Kunststoffe erstmals großtechnisch erzeugt werden konnten. Zu ihrer rapiden Weiterentwicklung führten verstärkte Anstrengungen der damals noch jungen Chemieindustrie, für viele durch Wirtschaftskrise, Rohstoffknappheit und Kriegsvorbereitungen schlecht verfügbare Materialien Ersatzstoffe zu finden.

## Schöne neue Plastik-Welt

Breite Anwendung fanden viele Kunststoffe jedoch erst nach 1945, als es gelang, Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) großtechnisch herzustellen und als das aus Erdöl gewonnene Benzinvorprodukt Naphta als Grundstoff in großen Mengen zu geringen Kosten verfügbar wurde. Das trug nicht zuletzt auch zur raschen Vermehrung des Wohlstandes großer Bevölkerungsgruppen in den Wirtschaftswunder-Jahrzehnten bei. Erst durch ihre Herstellung aus Kunststoff wurden viele heute selbstverständliche Geräte und Gebrauchsgegenstände im Haushalt für den Durchschnittsbürger erschwinglich, die mit handwerklichen Herstellungsmethoden aus klassischen Materialien erzeugt oft ein unerreichbarer Luxus ge- →

**rechts** Wertschöpfungskette: Die Herstellung immer neuer Kunststoffe, aber auch ihre Entsorgung und Rückführung in die Kreisläufe von Produktion und Natur stellen eine lohnende Herausforderung dar.





blieben waren. Aus dieser Zeit haftet dem Wort Plastik in den Ohren vieler auch ein leicht negativer Beigeschmack an. Das hat mehrere Gründe. Einer davon ist die Tatsache, dass die verwendeten Materialien und Verarbeitungsmethoden noch wenig entwickelt waren. So hielten sie den – angesichts des Preis-/Leistungsverhältnisses unfairen – Vergleich nicht stand mit den herkömmlichen Stoffen, die sie ersetzen sollten. Nicht in Bezug auf ihre Widerstandskraft gegenüber mechanische Belastungen, ebenso wenig hinsichtlich ihrer optischen und haptischen Eigenschaften.

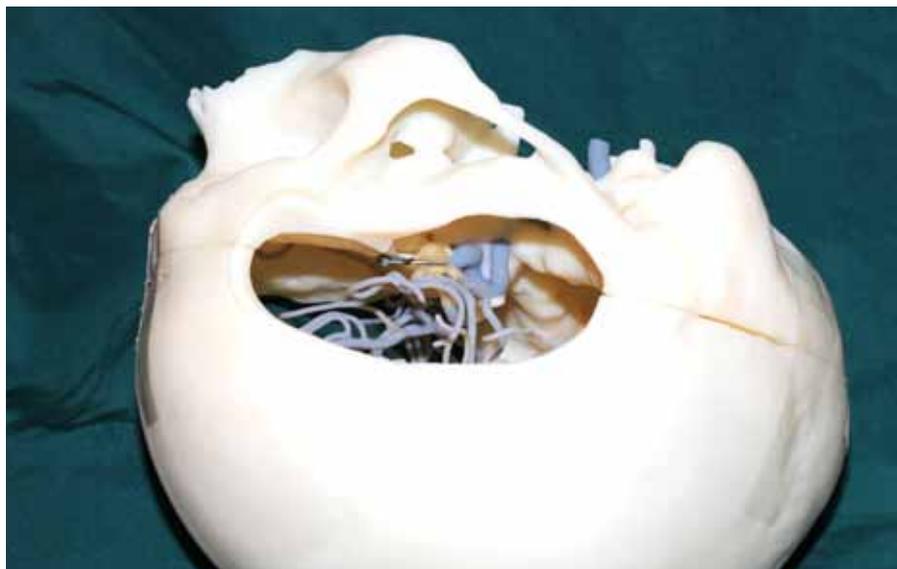
### Beinahe unbegrenzte Möglichkeiten

Die Anmutung von aus Kunststoff hergestellten Produkten hat sich in den seitdem vergangenen Jahrzehnten ebenso nachhaltig verändert wie deren Wahrnehmung. Gründe dafür sind einerseits die technologische Weiterentwicklung, die zur Entwicklung beinahe zahlloser Kunststoffe mit zweckoptimierten Materialeigenschaften geführt hat, und andererseits deren Verselbstständigung als Primärmaterial für Produkte, die aus anderen Werkstoffen nicht oder nur schwer herzustellen wären.

Durch geringfügige Veränderungen der Zusammensetzung können bei Kunststoffen Materialeigenschaften wie Härte, Flexibilität, Lichtdurchlässigkeit oder Farbe in weiten Grenzen vorbestimmt werden. Dennoch sind die Eigenschaften einzelner Kunststoffe in vielen Fällen für den jeweiligen Anwendungszweck nicht ideal. Zur Optimierung greifen die Materialhersteller zu Methoden wie der Co-Polymerisation, bei der verschiedene Monomere in dieselbe Polymerkette eingebaut werden, dem Blending genannten physikalischen Mischen unterschiedlicher Polymere und der Zugabe niedermolekularer Verbindungen mit speziellen Eigenschaften als Additive. Durch Blending oder Additivbeimengung erhaltene Materialien werden als „Compound“ bezeichnet.

### Zusätzliche Dimension Materialkombination

Auf der Suche nach neuen Materialien mit Eigenschaften, die noch kein Werkstoff davor hatte, beschäftigt sich die Kunststofftechnologie mit der Kombination unterschiedlicher Materialien zu Verbund-



Einer der Härte- und Festigkeitstests für Produkte aus Kunststoff sind Anwendungen aus der Medizintechnik. Diese ist kein homogenes Feld, sondern ein breiter Anwendungsbereich, der sich über mehrere Gebiete erstreckt. (Kunststoff-Übungsobjekt erstellt im 3D-Druck zur besseren Aus- und Weiterbildungsmöglichkeit)

werkstoffen, den Composites. Da kein einzelner Kunststoff eine ausreichende Festigkeit bei Zugbelastung für solche Anwendungen aufweisen würde, entstanden in den letzten Jahrzehnten glas- oder kohlefaserverstärkte Kunststoffe für Automobil-, Schiffs- und Flugzeugbau, deren Entwicklung noch lange weitergehen wird. Auch das schichtweise Verbinden unterschiedlicher Kunst- und Naturstoffe durch Lamination ist eine noch längst nicht völlig ausgeschöpfte Methode, anwendungsgerecht neue Werkstoffe zu schaffen.

Diese machen auch die Entwicklung völlig neuer Methoden zur Herstellung von Bauteilen und Produkten aus ihnen erforderlich. Während etwa das Spritzgießen unter Verwendung der unterschiedlichsten Polymere, auch in Kombination untereinander und mit Fremdkörpern aus anderen Materialien, über die letzten Jahrzehnte kontinuierlich weiterentwickelt und in die industrielle Praxis übergeführt wurde, hat die Produktherstellung aus Compound-Material einen großen Teil dieses Weges noch vor sich. Schon gibt es von namhaften Anbietern Software, die spezifische Kriterien dieser Werkstoffgruppe wie die Ausrichtung der Fasern und damit die unterschiedliche Belastbarkeit in Abhängigkeit von den Angriffspunkten bereits bei der Teilekonstruktion berücksichtigt. Dennoch bietet die Überleitung von Labor und Handwerk zu industrieller Verarbeitung noch ein reiches Betätigungsfeld, bis diese mit einer

ähnlichen Selbstverständlichkeit erfolgen wird wie das bei der Verarbeitung einzelner Kunststoffe bereits heute der Fall ist.

### Testbett Medizintechnik

Einer der Härte- und Festigkeitstests für Produkte aus Kunststoff sind Anwendungen aus der Medizintechnik. Diese ist kein homogenes Feld, sondern ein breiter Anwendungsbereich, der sich über mehrere Gebiete erstreckt: Ihr Einsatz beginnt im Umfeld von Behandelnden und zu behandelnden mit Werkzeugen, Geräten und Vorrichtungen für Diagnose und Behandlung, deren Gehäuse gegen Desinfektionsmittel resistent sein und teilweise sogar die regelmäßige Sterilisation im Autoklaven überstehen müssen. Speziell als Komponenten für Tomografen sollten sie auch eine hohe Durchlässigkeit für elektromagnetische Wellen und Resistenz gegen Strahlung aufweisen. Mit dem Patienten in Berührung kommen Aufbewahrungs- und Verabreichungssysteme für Medikamente und Blutkonserven ebenso wie Auffangsysteme für Körperflüssigkeiten. Ebenso wie prothetische oder orthopädische Hilfsmittel – etwa Schuheinlagen, Schienen als Ersatz für die früher üblichen Gipsverbände, Kontaktlinsen oder abnehmbare Zahnregulierungen – müssen sie über eine starke mechanische Belastbarkeit und chemische Beständigkeit verfügen. Besondere Herausforderungen müssen die Entwickler von Kunststoffprodukten zum Verbleib direkt im Körper

des Patienten meistern. Gerade diese bieten immer wieder Anlass zur Entwicklung neuen Materialien und Verarbeitungstechniken, sei es für Composite-Zahnfüllungen, Schmerzmittelpumpen oder Zentralvenenkatheter. In solchen Anwendungen ist neben der Möglichkeit der individuellen, körperangepassten Gestaltung und Bearbeitung die geprüfte Biokompatibilität ebenso wichtig wie der langjährige Erhalt der Integrität trotz hoher mechanischer Belastbarkeit und eines biochemisch schwierigen Umfeldes.

### Kreislauf aus Material und Energie

Es gibt aber auch Kunststoff-Anwendungen in der Medizin, bei denen ein biologischer Abbau im Körper erwünscht ist, beispielsweise bei Wundnahtfäden, die sich rückstandsfrei auflösen. Das Fehlen einer biologischen Abbaubarkeit der meisten Polyolefine ist ein weiterer Grund dafür, dass das Wort Plastik nicht den guten Klang hat, den sich die Kunststoffe durch ihre vielfach überlegenen Materialeigenschaften eigentlich verdient hätten. Diese – im Speziellen ihre große Stabilität, daraus resultierend ihre Beständigkeit weit über die Nutzungsdauer der aus ihnen hergestellten Produkte hinaus – erweisen sich als Herausforderung bei der Entsorgung. Bei einer jährlichen Produktion von 45 Millionen Tonnen Kunststoffenerzeugnissen allein in der EU verbietet sich eine Deponierung von selbst. Viele Kunststoffe begünstigen eine stoffliche Verwertung, weil sie sich beinahe unbegrenzt oft wieder in neue Form bringen lassen. Deshalb beschäftigt sich eine ganze Branche mit den verfahrenstechnischen und maschinenbaulichen Herausforderungen

von Sammlung, Trennung und Wiederaufbereitung der Kunststoffe. Während diese Thematik in Europa weitgehend gelöst ist, fehlt es andernorts an geschlossenen Sammelsystemen als Voraussetzung für eine weitgehende Rückführung des Materials in den Produktionskreislauf. Eine steigende Bedeutung hat die thermische Verwertung nicht mehr benötigter Kunststoffenerzeugnisse. Wegen ihres meist hohen Brennwertes wird mehr als ein Drittel der Kunststoffabfälle in Europa in Heizkraftwerken als Sekundärbrennstoff beigegeben. So kann das Material einen beträchtlichen Teil seiner Herstellungsaufwände zurückliefern. Auch hier ist Verfahrenstechnik-Expertise gefragt, denn nur mit den richtigen Verbrennungsmethoden ist eine weitgehend rückstandsfreie Umwandlung von Kunststoff in Energie zu erzielen.

### Nachhaltigkeit gefragt

Heute gehen ca. vier Prozent der Erdölproduktion weltweit in die Kunststoffproduktion, deren größter Teil als Treib- und Brennstoff verwendet wird. Das ist vergleichsweise nicht viel, dennoch stellt der knapper werdende Rohstoff ExpertInnen aus Chemie und Verfahrenstechnik die Aufgabe, den Bodenschatz durch andere, nachwachsende, Ausgangsstoffe zu substituieren und schon allein dadurch die CO<sub>2</sub>-Bilanz der erzeugten Produkte zu verbessern. Die benötigten Vorlagen liefert die Geschichte: Schon das erste thermoplastische Material, das Celluloid der Brüder Hyatt aus New York, basierte auf Cellulose aus Baumwolle. Sie kann ebenso gut aus dem Holz be- →

# Jobangebote mit Zukunft.

[jobs.engelglobal.com](http://jobs.engelglobal.com)



ENGEL ist Weltmarkt- und Technologieführer bei Spritzgießmaschinen. Um diese Spitzenposition weiter zu festigen suchen wir kompetente Kunststofftechnikerinnen und Kunststofftechniker, die uns auf diesem Weg engagiert begleiten.

**ENGEL**  
be the first.

liebiger Bäume gewonnen werden und findet zunehmend Verbreitung in der Lebensmittelverpackung. Auch die Produktion von Kunststoffen aus pflanzlicher Stärke, gewonnen aus Kartoffeln, Mais oder Getreide, ist dem Versuchslabor bereits entwachsen. Täglich kommen neue Produkte aus solchen Materialien auf den Markt. Noch sind es überwiegend Verpackungsaufgaben, die damit erledigt werden, aber das Interesse von Verarbeitern struktureller Kunststoffteile wie der Automobilindustrie ist unübersehbar stark. Obwohl die aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnenen Werkstoffe herkömmlichen Kunststoffen sehr ähnlich sind und sich häufig mit denselben Technologien und Maschinen verarbeiten lassen, haben sie den Vorteil, dass sie kompostierbar sind und können nach einiger Zeit verrotten. In der Betrachtung des gesamten Materialkreislaufes sind sie ein erheblicher Gewinn, denn sie können genau wie ihre Erdöl-basierten Äquivalente recycelt werden, was den größten Nut-

zen bringt, durch Verbrennung in Energie oder in der Kompostieranlage zu Biomasse umgewandelt werden. Letzteres idealerweise, nachdem ihnen zunächst in Biogas-Anlagen Brennstoff entzogen wurde.

**Wiederholung der Zukunft**

Noch sind biogene Kunststoffe in erster Linie als Ersatz früher verwendeter Polyolefine im Einsatz. Das erzeugt großen Druck auf die Kunststofftechnologien, deren Eigenschaften mit Polymeren nachzubilden, die bei weitaus geringeren Temperaturen schmelzen. Zu erwarten ist, und dieser Trend zeichnet sich in großen Ländern mit wachsenden Volkswirtschaften und schwindenden Erdölreserven bereits ab, dass neue Verarbeitungsverfahren und Anwendungen die spezifischen Eigenschaften der laufend neu entstehenden naturbasierten Materialien nutzen. So profitieren Anwender von Transport- und Aufbewahrungsbehältern aus Biokunststoff für Lebensmittel davon, dass durch

die größere Sauerstoffdurchlässigkeit des Materials Backwaren, Obst und Gemüse länger frisch bleiben und weniger zum Schimmeln neigen. Noch sind die Mengen der aus biogenen Vorprodukten hergestellten Kunststoffe und der aus diesen erzeugten Produkte vergleichsweise sehr klein. Das liegt an den noch wenig erforschten, dokumentierten und optimierten Materialeigenschaften. Allerdings hat diese aussichtsreiche Materialgruppe erst begonnen, achtzig Jahre Entwicklungsvorsprung der erdölbasierten Kunststoffe aufzuholen. So bietet gerade dieser Materialwechsel hin zu größerer Nachhaltigkeit über den gesamten Produktlebenszyklus von Kunststoffherzeugnissen von der Rohstoffgewinnung über Entwicklung und Herstellung von Vormaterial und Endprodukt bis zur Wiederaufbereitung eine breite Palette spannender Aufgaben, die eine Aus- oder Weiterbildung in den weiten Bereichen der Kunststofftechnologie zur zukunftssicheren Investition machen.

# Branchensegmente der Wertschöpfungskette

Die Herstellung neuer Kunststoffe, nicht zuletzt aus nachwachsenden Rohstoffen aber auch aus Rezyklaten, ihre Veredelung zu Produkten, aber auch ihre Entsorgung und Rückführung in den Kreislauf der Produktion stellt die Übersicht der Wertschöpfungskette dar. Der Maschinenbau, der Formen- und Werkzeugbau sind ein wichtiges Glied in der gesamten Kette.

