

Der Stoff, aus dem die Zukunft ist

Kunststoffe sind durch Polymerisation organischer Molekülketten künstlich erzeugte Materialien. Obwohl erst vor ziemlich genau 150 Jahren der erste solche Stoff hergestellt wurde, handelt es sich dabei um eine Erfolgsgeschichte. Heute sind die mittlerweile unzähligen Arten synthetischer Materialien aus kaum einem Bereich des Lebens wegzudenken. Und das Ende dieser Entwicklung ist noch lange nicht erreicht: Sowohl bei den Stoffen selbst als auch bei deren Verarbeitung ist nach Meinung vieler Materialwissenschaftler gerade erst der Anfang gemacht.

Autor: Ing. Peter Kempfner/x-technik

Bereits früher hatte es aus Naturprodukten umgewandelte Stoffe mit weitgehend veränderten Eigenschaften gegeben, etwa Käse, der durch Einwirkung von Bakterien und Wärmebehandlung aus Milch gewonnen wird oder Gum-

mi, der durch Vulkanisation aus einem Baumharz namens Kautschuk entsteht. Als Alexander Parkes 1860 auf einer Messe in London Muster einer durch Polymerisation entstandener Materie ausstellte, wusste er nicht, dass er damit den Beginn des Kunststoffzeitalters eingeläutet hatte.

Erster Kunststoff als Naturstoffersatz

Als Kunststoff oder Plastik bezeichnet man ein Material, das ganz oder teilweise künstlich hergestellt wurde und eine polymere Molekülstruktur aufweist. Bei dieser handelt es sich um eine Verkettung immer der gleichen organischen Einzelmoleküle oder von aus diesen bestehenden Gruppen (Monomere). Solche Polymere kommen auch in der Natur vor, etwa in Form der Cellulose als linearem Polymer der Glucose, die paarweise als Cellobiose das Monomer bildet, oder die Stärke, ebenfalls ein Makromolekül der Glucose.

Die erste Anwendung von Kunststoff verdanken wir einem amerikanischen Billardspieler. Kleine Unebenheiten der bis dahin aus Elfenbein hergestellten Billardkugeln verärgerten diesen um 1870 so, dass er eine Belohnung von 10.000 Dollar für die Herstellung eines besseren Materials bot. Dazu hatten die Brüder Hyatt aus New York aus Baumwolle das erste thermoplastische Material geschaffen, das Celluloid. Noch heute ist es Ausgangsmaterial für Tischtennisbälle und Brillenrahmen. Es ist eng mit der Folie Cellophan® und der Textilfaser Viskose verwandt. Als erster in größeren Mengen industriell hergestellter duroplastischer (also nicht durch Wärmezufuhr verformbarer) polymerischer Werkstoff entstand 1907 das spröde Bakelit, das in der damals neuen Elektrotechnik als Gehäuse und für Isolationen zur Anwendung gelangte. Zu den noch heute verwendeten „alten“ Kunststoffen gehört das bereits 1839 beschriebene, aber erst ab 1929 hergestellte Polystyrol, das 1901 erstmals erzeugte Silikon, das 1912 patentierte Polyvinylchlorid (PVC) und das 1928



Die erste Anwendung von Kunststoff verdanken wir einem amerikanischen Billardspieler.



Überall dort, wo Strom erzeugt bzw. angewendet wird, sind Kunststoffe mit dabei. Technische Lamine und Verbundwerkstoffe werden von zahlreichen Industrieunternehmen der unterschiedlichsten Branchen als Konstruktionsmaterialien eingesetzt. (Bildquelle: Isovolta)

erstmals hergestellte Polymethylmethacrylat (Plexiglas). Die Bezeichnung Kunststoffe schuf übrigens 1910 der Münchner Chemiker Ernst Richard Scales, der auch eine gleichnamige Fachzeitschrift veröffentlichte.

Not macht erfinderisch

Kunststoffe haben gegenüber den aus der Natur gewonnenen Werkstoffen viele Vorteile: Sie können mit geringerer Energieeinwirkung als Metalle geschmolzen oder verformt werden, sind in der Regel einfacher als diese spanabhebend zu bearbeiten und zudem noch wesentlich leichter. Auch lassen sich aus vielen Kunststoffen Fasern beinahe beliebiger Länge gewinnen. Da sie keine nennenswerten Inhomogenitäten aufweisen, braucht es keine großen Anstrengungen zur Sicherung einer gleichbleibenden Qualität. Auch wird zur Herstellung von Kunststoffen um Größenordnungen weniger Ausgangsmaterial benötigt als beispielsweise bei der Gewinnung von Metall aus Erz. Breite Anwendung konnten Kunststoffe erst finden, nachdem die großtechnische Herstellung der Polymerketten gelöst war. Grundlagenarbeit leistete auf diesem Gebiet in den 1920er Jahren Hermann Staudinger, dessen Theorien über den Aufbau von Kunststoffen bis heute die Grundlage für das Verständnis dieser Werkstoffklasse bilden. 1953 erhielt er dafür den Nobelpreis. Wirtschaftskrise, Rohstoffknappheit und Kriegsvorbereitungen führten in den 1930ern zu verstärkten Anstrengungen der noch jungen Chemieindustrie, Ersatzstoffe für

viele schlecht verfügbare Materialien zu finden. So entstanden in kurzer Zeit die meisten Plaste, die uns noch heute täglich begleiten. Die ersten Epoxidharze entstanden in dieser Zeit ebenso wie Polyethylenterephthalat, das PET, aus dem die gleichnamige Flasche besteht. Auch Polyurethan und die in der Bekleidung verwendeten Fasern Nylon, Trevira und Polyacrylnitril wurden in dieser Epoche geschaffen. Viele solche Entwicklungen fanden bis Kriegsende nicht mehr den Weg zur Reife. Auch gingen den meisten Staaten die bis dahin verwendeten Rohstoffe aus. Einen deutlichen Knick nach oben machte die Verwendung von Kunststoffen erst nach 1945, als es gelang, Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) großtechnisch herzustellen und als Erdöl als Grundstoff in großen Mengen zu geringen Kosten verfügbar wurde. Seitdem dient als Ausgangsmaterial für die meisten Kunststoffe das Benzinprodukt Naphta. Noch machen Kunststoffe nur wenige Prozent aller aus Erdöl gewonnenen Produkte aus, doch dieser Anteil wird steigen, weil Kunststoffe noch breitere Anwendung finden werden und weil die Menschheit hoffentlich noch rechtzeitig erkennen wird, dass Erdöl zu wertvoll ist, um es einfach zu verbrennen.

Überraschende Eigenschaften

Durch geringfügige Veränderungen der Zusammensetzung können bei Kunststoffen Materialeigenschaften wie Härte, Flexibilität, Lichtdurchlässigkeit oder Farbe in weiten Grenzen vorbestimmt werden. Das bedeutet nicht, dass man

beim erstmaligen Synthetisieren eines neuen Stoffes im Labor vor Überraschungen sicher ist: So schufen Labortechniker bei DuPont eher zufällig ein Material, an dem nichts haftet. Bei dem unter der Markenbezeichnung Teflon® bekannten Polytetrafluoräthylen hat nicht einmal der von Harry Coover ebenfalls unabsichtlich entdeckte Sekundenkleber Methylcyanacrylat eine Chance (Anm. des Verfassers: Wenn nichts am Teflon® hält, warum hält das Teflon® an der Pfanne?). Wie bei allen anderen Werkstoffen auch kommt es beim Kunststoff darauf an, was man daraus macht. Die passende Anwendung macht auch aus einem Fehlschlag noch einen Erfolg. So wies etwa bei 3M ein Klebstoff deutlich zu wenig Haftkraft auf, verlor diese aber auch nach mehrmaligem Zerreißen der Kleberschicht nicht. Flugs wurde beschlossen, Notizzettel damit selbsthaftend zu machen. Heute sind diese unter ihrer Produktbezeichnung Post-it allgemein bekannt.

Kunststoffverarbeitung als breites Betätigungsfeld

Allein in der EU werden aktuell jährlich etwa 45 Millionen Tonnen Kunststoff verarbeitet, das entspricht ca. 30 % des Stahlverbrauchs. Allerdings ist Stahl wesentlich schwerer als die meisten Kunststoffe und Chemiefasern, Kunstharzlacke und Klebstoffe scheinen in der Statistik nicht auf, obwohl auch sie synthetische Polymere aus monomeren organischen Molekülen bestehen. Mit beinahe 40 % geht ein großer Teil in die Verpackung. Allerdings sinkt dieser ➔



Anteil so rapide, wie andere Anwendungen, etwa im Automobil- oder Möbelbau, zunehmen. Selbst im Flugzeugbau, jahrzehntelang eine Domäne der Leichtmetalle, setzen sich angesichts des Drucks auf den Treibstoffverbrauch strukturelle Teile aus Kunststoffen mehr und mehr durch. Insgesamt ist die Kunststoffindustrie eine Wachstumsbranche, deren Bedarf an qualifizierten Fachkräften weiter im Steigen begriffen ist.

Fortgesetzte Suche nach neuem Material

Das beginnt in der Grundlagenforschung bei der Schaffung neuer Kunststoffe, denn angesichts der Versatilität organischer Kohlestoffverbindungen ist auch auf diesem Gebiet sicher noch lange nicht das letzte Wort gesprochen. Auch stellt sich den ExpertInnen aus Chemie und Verfahrenstechnik die Aufgabe, das knapper werdende Erdöl durch andere Ausgangsstoffe zu substituieren, unerwünscht dauerhafte durch biologisch abbaubare Materialien zu ersetzen und beispielsweise durch Kombination natürlicher und synthetischer Polymere Neues entstehen zu lassen. Auch an einer anderen Front geht die Suche weiter nach neuen Materialien mit Eigenschaften, die noch kein Werkstoff davor hatte. Die Werkstofftechnologie beschäftigt sich sehr viel mit der Kombination unterschiedlicher Materialien zu Verbundwerkstoffen. So entstehen beispielsweise glas- oder kohlefaserverstärkte Kunststoffe für den Automobilbau. Auch werden per Lamination unterschiedliche Kunst- und Naturstoffe schichtweise verbunden. Simple Beispiele dafür sind

der aus Kunststoffolie, einer Aluminiumschicht und Papier bestehende Getränkekarton oder die Skiliftkarte, die auch gleich eine gedruckte Elektronik und eine hitzeempfindliche Deckschicht für die Beschriftung per Thermodruck enthält.

Disziplinübergreifende Verarbeitung

Folien werden gereckt, Fasern werden durch Düsen gepresst oder gezogen, feste Körper entstehen großteils aus formlosen Stoffen wie Schmelzen oder Pulver in sogenannten Urformverfahren. Dabei kann häufig eine Nachbearbeitung unterbleiben. Zu diesen Verfahren gehört das Spritzgießen, bei dem der Kunststoff geschmolzen und in ein Formwerkzeug gespritzt und dabei verdichtet wird. So können auch komplexe Formteile voll automatisiert sehr schnell in hohen Stückzahlen produziert werden. Ähnlich, aber unter umgekehrten Vorzeichen, erfolgt die Erzeugung von Elastomerteilen in Vulkanisierpressen. Umwandlung und Verdichtung geschehen dabei durch Reaktion des Materials selbst. Bei der Extrusion von Profilen, Rohren, Platten, Textilfasern und Farbkonzentrat wird der aufgeschmolzene, homogenisierte und verdichtete Kunststoff mittels einer Schnecke durch eine Düse gepresst. Das Kalandrieren ist ein Walzverfahren, beim Rotationsformen lagert sich geschmolzenes Kunststoff-Granulat beim Abkühlen an den Innenflächen der rotierenden Form ab. Zudem gibt es unterschiedliche Verfahren zur Herstellung von Schaumstoffen und Schaumstoffteilen. Eine Besonderheit stellt

das Blasformverfahren zur Herstellung dünnwandiger Hohlkörper wie Getränkeflaschen oder Treibstofftanks dar. Zu den Urformverfahren kommen noch die Umform- und Fügeverfahren, bei denen das Schweißen und Kleben wesentliche Rollen spielen. Erkennbar wird allein durch diese Aufzählung die Vielfalt der spannenden Herausforderungen, die sich in der Kunststoffverarbeitung bieten. Da sind Aufgaben aus der Verfahrenstechnik, denn stets ist ein Materialfluss unter kontrollierten Temperatur- und Druckbedingungen zu steuern. Da stehen Fertigkeiten des Maschinenbaues im Vordergrund, und mit ihnen kommen Herausforderungen der Steuerungs-, Mess-, Regelungs- und Automatisierungstechnik. Auch der Werkzeug- und Formenbau erfordert qualifiziertes Know-how.

Wachsende Sekundärbranche

Am anderen Ende der Wertschöpfungskette stehen die Branchen, die sich mit der Verwertung nicht mehr benötigter Produkte auseinandersetzen. Viele Kunststoffe begünstigen eine stoffliche Verwertung, da sie sich beinahe unbegrenzt oft wieder in neue Form bringen lassen. Mit Sammlung, Trennung und Wiederaufbereitung von Kunststoffen beschäftigt sich eine ganze Branche mit verfahrenstechnischen und maschinenbaulichen Herausforderungen. Steigende Bedeutung hat die thermische Verwertung nicht mehr benötigter Kunststoffe. Wegen ihres meist hohen Brennwertes wird mehr als ein Drittel der Kunststoffabfälle in Europa in Heizkraftwerken als Sekun-

Kunststoffe sind aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken – die Einsatzgebiete sind beinahe unerschöpflich und werden in Zukunft noch mehr zunehmen.



därbrennstoff 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.

Zukunftsstoff Kunststoff

Es sind andere Gründe als vor 80 Jahren, aber auch heute ist der sparsame

Umgang mit natürlichen Ressourcen ein Gebot der Stunde. Er ist die Grundlage, auf der die Verwendung von Kunststoffen noch weiter zunehmen wird. Einfach, weil es nicht opportun ist, den Planeten weiter auszubeuten, auf dem wir leben. Kunststoffe geben uns die Möglichkeit, das gewünschte Resultat, den gleichen Komfort, vielleicht sogar mehr Funktionalität auch mit wesentlich weniger Rohstoffverbrauch zu erzielen. Diese Rohstoffe werden mehr als bisher nachwachsende Ressourcen sein.

Kunststoffe sind leichter als die meisten Alternativen, sie können in gestaltloser Form gelagert und transportiert werden und sparen so Transportaufwand und Energieverbrauch. Kunststoffprodukte werden mit mehr Bedacht als in der Vergangenheit bereits konstruktiv auf eine einfache hundertprozentige Verwertung optimiert sein.

Schon heute haben manche Kunststoffe Eigenschaften, die sie den durch sie verdrängten Materialien überlegen machen. Immer neue Kunststoffe mit zielgerichtet angepassten Eigenschaften werden anderes Material aus immer mehr Anwendungen verdrängen.

Von der Rohstoffgewinnung über Entwicklung und Herstellung von Vormaterial und Endprodukt bis zur Wiederaufbereitung reicht der Produktlebenszyklus von Kunststoffherzeugnissen. Und der ist voll von spannenden Aufgaben, die eine Aus- oder Weiterbildung in den weiten Bereichen der Kunststofftechnologie zur zukunftssicheren Investition machen. ■



Die Greiner Gruppe zählt mit ihrem weltweiten Netzwerk zu den führenden Unternehmen in der Schaum- und Kunststoffindustrie. Im Kremstal ist Greiner einer der wichtigsten Arbeitgeber.

Die Basis des Erfolgs der Greiner Gruppe sind motivierte Mitarbeiter. Was sie zusätzlich zu ihrem Gehalt bekommen, kann nicht in Geld aufgewogen werden: eine Top-Ausbildung, einen sicheren Arbeitsplatz, vielfältige Entwicklungs- und Karrieremöglichkeiten und nicht zuletzt: ein Umfeld, in dem Arbeiten wirklich Spaß macht!

www.greiner.at/karriere
www.greiner-gng.com



**BEI UNS STEHT
DER MENSCH
IM MITTELPUNKT.**