

Breaking mad



Überraschung! Irgendwie unvorstellbar, dass aus Erdöl und flüssigen
Chemikalien Gegenstände aus Kunststoff entstehen



Kunststoffe sind ein Traum für Chemiker: Wer nur lange genug kocht und rührt, findet womöglich ein Rezept für Plastik. Denn die Geschichte der Kunststoffe ist auch eine Geschichte der glücklichen Zufälle

Von Jan Ludwig

→ Wenn der Mensch mit dem, was er hat, nicht zufrieden ist, erfindet er Dinge. Wenn er etwas zerschlagen will, den Hammer, wenn er sich schneller fortbewegen will, das Auto. Braucht er einen Stoff, der fest ist wie Stahl, formbar wie Wachs und hitzebeständig wie Keramik, dann kratzt sich der Mensch erst am Kopf – und erfindet dann auch etwas. Und weil dieser Stoff in der Natur so nicht vorkommt, sondern künstlich hergestellt wird, nennt man ihn Kunststoff.

Bakelit hieß die Erfindung, mit der der Belgier Leo Hendrik Baekeland 1907 zum Plastik-Pionier wurde. Auf der Suche nach dem Wunderstoff hatte der Chemiker wochenlang Dutzende von Substanzen wie in einer Hexenküche zusammengesüttet – und als Inhaltsstoffe wieder verworfen. Dann warf er ein Stück Phenol in eine stinkende Formaldehydlösung, erhitzte

es in einem Druckbehälter auf fast 200 Grad Celsius und sah, wie aus der zähen Masse ein Stück Plastik wurde.

Baekeland wurde als Erfinder des ersten komplett synthetischen Kunststoffs gefeiert. Aber genau genommen kann man Plastik nicht erfinden. Man kann es letztlich nur entdecken. Und in der Vergangenheit half dabei oft der Zufall. Mal ließ ein Chemiker eine Probe in der Sonne stehen (so war es bei PVC), mal entdeckte man auf der Suche nach einem Kühlmittel durch eine ungeplante chemische Reaktion das wachsartige Pulver Teflon. Cyanacrylat sollte eigentlich ein Ersatz für Glas werden – ein Wissenschaftler suchte für die US-Armee unzerbrechliche Zielfernrohre –, aber das Material ließ sich einfach nicht verarbeiten: Es klebte zu sehr. Heute verkauft man es als Sekundenkleber.

100.000.000

Mehr als 100 Millionen Tonnen Plastik werden jährlich für Produkte hergestellt, die dann weniger als fünf Minuten genutzt werden. Eine Plastiktüte ist zum Beispiel durchschnittlich 25 Minuten in Gebrauch, benötigt aber – je nach Plastiksorte – 100 bis 500 Jahre, um zu zerfallen

64

So viele Plastiktüten verbraucht im Jahr 2010 jeder Bürger in Deutschland. In Polen waren es fast achtmal so viele (466), in Dänemark weniger als ein Zehntel

Dank Bakeland wusste man schon 1907, wie Kunststoff hergestellt wird – aber nicht so genau, wie er funktioniert. Was fehlte, war eine chemische Betriebsanleitung für weitere Kunststoffe. Erst 15 Jahre später entdeckte der deutsche Chemiker Hermann Staudinger das Grundprinzip der Makromoleküle. Die Herstellung von Kunststoffen muss man sich demnach vorstellen wie chemisches Lego: Aus Stoffen mit kleineren Molekülen, sogenannten Monomeren, werden zum Beispiel durch Hitze, Lösungen oder Druck langkettige Moleküle, die sogenannten Polymere. Nylon ist ein simples Beispiel: Schüttet man zwei Flüssigkeiten zusammen – eine reizend, eine sogar ätzend –, werden daraus Fäden für harmlose Strümpfe. Denn dort, wo die beiden Flüssigkeiten sich treffen, reagieren sie zu Nylon.

Der größte Vorteil von Kunststoffen ist, dass sie so formbar und wandlungsfähig sind. Fügt man zu Stahl ein paar Elemente wie Molybdän oder Chrom hinzu, wird er härter, rostfrei oder haltbarer. Er bleibt aber immer Stahl. Fügt man hingegen zu Kunststoff oft nur winzige Mengen anderer Substanzen hinzu, verändert er komplett seine Form. Oft genügen schon kleinste Änderungen in der Rezeptur, und Kunststoffe ändern ihre Eigenschaften radikal. Ein bisschen mehr Hitze hier, ein anderes Lösungsmittel da – schon wird aus ähnlichen Rohstoffen keine leichte, durchsichtige Plastikflasche, sondern eine kugelsichere Weste.

Polyvinylacetat fungiert als Grundstoff für Kleber, aber auch für Kaugummi. Und Polystyrol in seiner Reinform ist durchsichtig, hart und schlagempfindlich. Schäumt man es aber auf, wird es weiß und weniger fest. Auch hier half übrigens der Zufall: Die Probe aus glasklarem Polystyrol wurde über Nacht im Wärmeschrank gelassen und war am nächsten Tag ein Schaumstrang. Als Styropor schützt es heute unsere Fernseher, unsere Computer und früher sogar Hamburger.

Bald schon nutzte man als Oberbegriff für Kunststoffe das Wort „Plastik“, vom lateinischen Ausdruck für „form-

bar“ – ein Stoff, den man beliebig modellieren kann, je nachdem, welche Eigenschaften man benötigt. Auf der Suche nach besonderen Materialien entwickelte die Kunststoffindustrie nach Bakelands Pioniertat Tausende solcher Produkte.

Die Rohstoffe dafür stammen vor allem aus Erdöl. In Raffinerien wird das Öl in flüssige und gasförmige Bestandteile sowie Rückstände getrennt, in Chemiefabriken wieder anders zusammengebacken. Plastik ist eine künstlich hergestellte Substanz, es besteht aber – anders als Stahl oder Glas – aus organischem Material. Schließlich besteht Erdöl aus nichts anderem als aus hoch komprimierten abgestorbenen Meeresorganismen. Die einfachen Kunststoffe setzen sich daher aus nur drei Elementen zusammen: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Zwar ließen sich die Bausteine für Kunststoffe durchaus auch aus Kohle gewinnen. Doch das ist teurer und aufwendiger. Nur in Zeiten, als Erdöl knapper war – im Zweiten Weltkrieg oder in der DDR –, lohnte es sich, Plastik aus Kohle zu produzieren. Die Karosserie des DDR-Autos Trabant (Trabi) bestand tatsächlich aus Braunkohle-Bestandteilen und Baumwolle. Scherzhaft nannte man den Trabant „Rennpappe“.

Kunststoffe werden in drei große Gruppen unterteilt, je nachdem, welche Eigenschaften sie haben. Die erste Gruppe nennt sich Thermoplaste (von griechisch „thermos“ für warm). Thermoplaste wie zum Beispiel PET-Plastikflaschen können viele Male eingeschmolzen und wieder neu geformt werden.

Elastomere (von griechisch „elastós“ = dehnbar) hingegen sind nicht fest, sondern zäh – wie Kaugummi, dessen Rohstoff auch zu den Elastomeren zählt –, und finden nach einer Dehnung wieder in ihre ursprüngliche Form zurück. Konventionelle Elastomere sind nicht schmelzbar.

**Manches Plastik ist giftig,
wenn es sich zersetzt
oder verbrennt, sodass man
umweltschonenden Ersatz
dafür sucht**

Und schließlich gibt es Duroplaste (lateinisch „durare“, Bestand haben). Sie sollen – der Name sagt es schon – möglichst lang halten, sind aber kaum wiederverwertbar. Nach der Aushärtung lassen sie sich nicht mehr verformen und auch nicht schmelzen. Bakelit gehört zu den Duroplasten. Würde man es sehr stark erhitzen, würde es einfach nur verbrennen – und dabei auch noch ziemlich giftige Dämpfe freisetzen.

Weil manches Plastik so toxisch ist, wenn es sich zersetzt oder verbrennt, und weil Erdöl eben nicht so schnell nachwächst, suchen Forscher nach umweltverträglicherem Ersatz. Beispielsweise Kunststoffbecher gibt es nun auch aus Polymilchsäure (PLA). Hier wurde die normale Milchsäure zu langen Molekülketten verbacken. Während die mechanischen Eigenschaften von reiner PLA denen von PET ähneln, ist dieses Produkt aber biologisch abbaubar. Gut 100 Jahre nach der Erfindung des Bakelits forscht man also wieder nach Stoffen, die zwar künstlich hergestellt werden, aber aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen. Die Entdeckungsreise der Chemiker ist noch lange nicht zuende. ←