

## Kunststoffe:

zusammengestellt von Klaus Zanetti

Kunststoffe sind aus unserer modernen Gesellschaft nicht mehr wegzudenken. Es gibt sie in verschiedenster Form, als Verpackungsmaterialien aller Art, als Kinderspielzeug, als Hülle vieler Elektrogeräte, in Kleidungsstücken in Form von Kunstfasern, als aufgeschäumte Kunststoffe zur Wärmeisolierung und so weiter.

Dieser Artikel soll die Kunststoffe etwas näher beleuchten und sich folgenden Fragen widmen:

- Seit wann gibt es Kunststoffe?
- Wie und aus was werden sie hergestellt?
- Wie werden die verschiedenen Kunststoffe unterteilt?
- Wie funktioniert die Herstellung von Gegenständen aus Kunststoff?
- Was sind ihre Vor- und ihre Nachteile?
- Wie werden sie recycelt?
- Sind Kunststoffe auch gefährlich?
- Wie sieht die Zukunft der Kunststoffe aus?

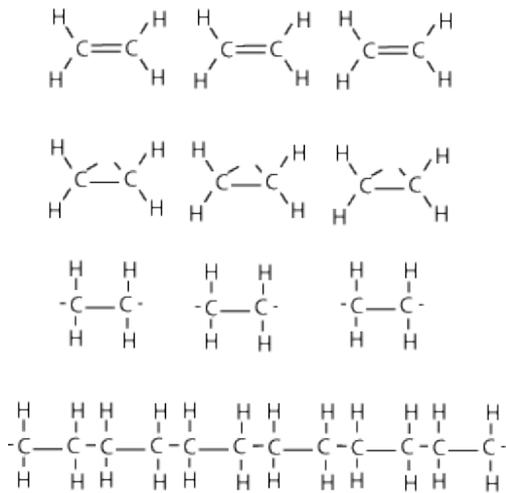
Die ersten Kunststoffe wurden erfunden, weil man einen preisgünstigen Ersatz für den Naturgummi suchte. Naturgummi wird aus dem Baumharz des Gummibaumes hergestellt. Dieser wächst allerdings nur in den Tropen zu einer wirtschaftlich sinnvoll nutzbaren Größe heran. Deshalb wurde der Naturgummi (auch Kautschuk genannt) bis ins 19. Jahrhundert von Lastenseglern v.a. aus Südamerika importiert. Parallel zu einem billigen Ersatz für Naturgummi suchte man auch nach einer billigen Alternative für Billardkugeln. Sie wurden zu dieser Zeit aus dem noch teureren Material Elfenbein (Elefantenstoßzähnen) hergestellt.<sup>1</sup> Auch die Kunstfasern wurden erfunden, um ein sehr teures Naturprodukt zu ersetzen. Seide ist sehr teuer, weil sie aufwendig aus den zum Kokon aufgewickelten Spinnfäden des Seidenspinners gewonnen wird. Die Naturseide wurde aufwendig aus Asien importiert. Aus diesem Grund war die Kunstseide eine der ersten Kunstfasern auf dem Markt. Ihre

Produktion und Erforschung wurde sehr vom Militär vorangetrieben, weil man aus Kunstfaser sehr gute, kleine, leichte und vor allem billige Fallschirme machen kann. All diese ersten Kunststoffe erfand man in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Nun aber genug von der Geschichte. Was ist Kunststoff überhaupt? Kunststoffe sind all jene Stoffe, die der Mensch aus anderen Stoffen herstellt, indem er diese durch chemische Reaktionen zu Riesenmolekülen zusammensetzt. Bei der Kunststoffherstellung werden also immer aus vielen kleinen Molekülen wenige riesig lange. Kunststoffmoleküle können aus Millionen von einzelnen Atomen bestehen. Dabei wiederholt sich ihr Aussehen immer wieder, wie dies auch bei einer Kette der Fall ist, bei der einzelne Kettenglieder und Schmuckteile immer wieder in gleicher Art und Weise verbunden wurden. Die meisten heute verwendeten Kunststoffe werden aus sogenannten Kohlenwasserstoff-Molekülen hergestellt. Diese werden vorwiegend aus Erdöl gewonnen.

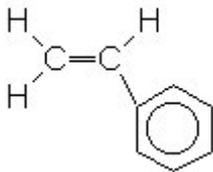
Es gibt v.a. zwei verschiedene Arten, wie man die einzelnen Moleküle dazu bringen kann, sich zu langen Kunststoffmolekülen zu verbinden. Moleküle, bei denen zwei Kohlenstoffatome mit einer Doppelbindung verbunden sind kann man dazu bringen, eine der beiden Bindungen zu lösen und sich mit dieser freien Bindungsstelle an ein Nachbarmolekül zu binden. Diese Art der Kunststoffherstellung nennt man Polymerisation. Das einfachste Molekül, mit dem man das machen kann, ist das Ethen. Diese Polymerisationsreaktion startet erst durch Zugabe einer „Startersubstanz“. Wenn die Reaktion einmal begonnen hat, dann läuft sie automatisch weiter. Der hier entstandene Kunststoff ist das sogenannte Polyethen (Abkürzung PE).

<sup>1</sup> Vgl.: <http://www.technikatlas.de/~tb4/geschichte.htm>



1. Zeile: Die Ethenmoleküle liegen nebeneinander.
2. Zeile: Die eine Bindung der Doppelbindung bricht auf.
3. Zeile: Die freien Bindungsstellen klappen nach außen.
4. Zeile: Die freien Bindungsstellen verbinden sich mit den Nachbarmolekülen.

Die Polymerisation funktioniert auch mit anderen Ausgangsmaterialien. Wichtig ist dabei, dass diese die Doppelbindung zwischen zwei Kohlenstoffatomen haben. Eine sehr oft verwendete Substanz ist auch das Styrol.



Es ist dem Ethen sehr ähnlich, hat jedoch zusätzlich einen Ring aus sechs C Atomen angehängt. Diese sechs C-Atome werden in Formel Darstellungen der Einfachheit halber meist nur als Sechseck mit einem Kreis in der Mitte dargestellt. Der aus diesem Stoff durch Polymerisation entstehende Stoff ist das Polystyrol.

Die zweite Möglichkeit, wie durch chemische Reaktionen aus vielen kleinen Molekülen ein großes Kunststoffmolekül<sup>2</sup> entstehen kann, ist die Polykondensation. Wie der Wortteil „Kondensation“ schon vermuten lässt, hat diese Reaktion etwas mit Wasser zu tun. Es wird für sie jedoch kein Wasser benötigt. Dieses entsteht während der Reaktion als Abfallprodukt. Für eine solche Reaktion benötigt man Moleküle,

<sup>2</sup> Solche großen Moleküle nennt man mit Fremdwort auch Makromoleküle

welche auf der einen Seite eine sogenannte –O-H Gruppe und auf der anderen Seite ein einzelnes –H Atom haben. Beide Gruppen lösen sich von den Molekülen und bilden zusammen ein Wassermolekül (H<sub>2</sub>O). Dadurch entstehen freie Bindungsstellen mit denen sich die einzelnen Moleküle wie bei der Polymerisation auch zusammenfügen. Polyester ist der bekannteste Kunststoff, welcher durch Polykondensation entsteht.

Durch die verschiedenen Arten, wie Kunststoff hergestellt werden kann und durch die verschiedenen Ausgangsmaterialien gibt es heute eine Unmenge an verschiedenen Kunststoffen. Sie werden anhand ihrer Eigenschaften in verschiedene Arten unterteilt.



Duroplaste sind Kunststoffe, die schon bei ihrer Entstehungsreaktion in der richtigen Form sein müssen. Sie lassen sich nämlich nicht mehr verformen. Elastomere sind Kunststoffe, welche sich verformen lassen, dann aber wieder in ihre Ursprungsform zurückgehen, wie zum Beispiel das Gummiseil oder der Gummiball. Für die technische Verarbeitung besonders interessant sind die sogenannten Thermoplaste. Sie sind bei Raumtemperatur nicht verformbar oder gehen wie die Elastomere in ihren Ausgangszustand zurück. Durch Erhitzen lassen sich die Thermoplaste jedoch dauerhaft verformen. Dadurch kann die Herstellung und die Verarbeitung des Kunststoffes zeitlich und räumlich getrennt ablaufen. Kunststoffhersteller verkaufen diesen Kunststoff meist als sogenanntes Granulat in Säcken oder Eisenbahnwagenladungen an die kunststoffverarbeitende Industrie. Diese können das Granulat einschmelzen, nach Belieben noch Farbstoffe beimengen und dann in sogenannten Spritzgussmaschinen die gewünschten Teile

formen. Bei der Herstellung von Kunstfasern wird der Kunststoff schon bei seiner Herstellung so aus dem Reaktionsbecken gezogen, dass er schon bei seiner Entstehung in Fadenform vorliegt. Besonders praktisch für die weitere unendlich langer einzelner Faden erzeugt werden kann. Eine weitere sehr beliebte Art, wie Kunststoff verwendet wird, ist die aufgeschäumte Form. Am bekanntesten ist hierbei das Polystyrol, welches durch Zugabe eines sogenannten Treibmittels zu Styropor wird und dabei auf mehr als das 50fache seines Volumens anwächst.

Kunststoffe haben viele Vorteile. Sie bestehen aus relativ billigen Ausgangsstoffen, die so gut sind billig in die verschiedensten Formen zu bringen. Ein großer Vorteil von Kunststoffen ist auch, dass schon das Kunststoffgranulat eingefärbt werden kann. Es müssen dadurch die Kunststoffteile nach ihrer Erzeugung nicht mehr eingefärbt oder lackiert werden. Die Farbe kann, da sie im Kunststoff selbst ist auch nicht abblättern. Was jedoch passieren kann ist, dass die Farbe von Kunststoffen ausbleicht, wenn sie lange der Sonne ausgesetzt sind. Ein großer Vorteil von Kunststoffen ist ihre Witterungsbeständigkeit. Kunststoff überdauert Jahrhunderte ohne zu verrotten, ohne zu verrosten oder sonst irgendwie von der Natur zersetzt zu werden. Dieser Vorteil verkehrt sich jedoch in sein Gegenteil, wenn Kunststoff in der Umwelt liegenbleibt oder auf Mülldeponien gelagert werden soll. Es werden viele Kunststoffe hergestellt, welche sich nicht zum Recycling eignen. Wo diese in den riesigen Mengen, in denen wir sie derzeit produzieren, einst entsorgt werden sollen, ist heute noch ungewiss. Ein großes Problem werden diesbezüglich Fenster mit Kunststoffrahmen sein. Sie werden seit einigen Jahren zu Hauf in Häusern verbaut, da sie pflegeleicht sind. Sie müssen nie abgeschliffen oder neu gestrichen werden, außerdem sind sie meist billiger als Holz oder Aluminiumfenster. Diese Fenster, welche in ca. 40-60 Jahren spätestens wieder ausgetauscht werden müssen, können aber nicht recycelt werden. Sie werden riesige Müllberge produzieren, die über Jahrhunderte nicht verrotten. Dabei sind die Fenster nur ein

Beispiel für viele andere Produkte aus nicht wiederverwertbaren Kunststoffen.

Um wenigstens jene Kunststoffe, welche wiederverwertet werden können, auch wiederzuverwerten, wurde ein System zum Kunststoffrecycling (der Gelbe Sack) entwickelt. Die Kunststoffabfälle kommen so zwar nicht sortenrein in die Wertstoffhöfe, aber immerhin verschwinden sie nicht zusammen mit dem Hausmüll in den Mülldeponien. Auf vielen Kunststoffen ist ein Symbol aufgedruckt, welches schnell erkennen lässt, um welche Art von Kunststoff es sich handelt. Bsp.:

Recyclingnummer	Kürzel	Name des Werkstoffs	Verwendung und Recy
	PET	Polylethylenterephthalat	Polylesterfasern, Folien, Softdrink-Flaschen, Lebensmittel
	PE-HD	High-Density Polyethylen	Plastikflaschen, Plastikschalen, Abfaller, Plastikrohr
	PVC	Polylethylchlorid	Fensterahmen, Rohre und Flaschen (für Chemikalien, ...)
	PE-LD	Low-Density Polyethylen	Plastikschalen, Eimer, Seifenspenderflaschen, Plastiktüte
	PP	Polylethylen	Stößelstangen, Innensammelbehälter, Industriefasern
	PS	Polystyrol	Spielzeug, Blumentöpfe, Videokassetten, Aschenbecher
	PLA	Polylactide	Verpackungen, Milchflaschen, Medizintechnik

Mit Hilfe dieser Codes lassen sich in mühevoller Arbeit halbwegs sortenreine Kunststoffe rückgewinnen. Vieles vom gesammelten Kunststoff kann aber nicht mehr zum ursprünglichen Produkt werden, da es durch andere Kunststoffe verunreinigt ist. Die Wiederverwendung von Kunststoff kann daher nur bedingt als Recycling bezeichnet werden. Es entsteht meist noch einmal etwas nützlich, zum Beispiel weiche Matten unter Spielplatzschaukeln, aber der ursprüngliche Recyclinggedanke, praktisch unbegrenzt immer wieder dasselbe aus dem zurückkommenden Material zu erzeugen, ist bei Kunststoff meist nicht möglich.

Die Kunststoffe haben aber nicht nur ihre Probleme im Recycling. Sie haben auch durchaus gefährliche Eigenschaften. So wurden in den Siebziger und Achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts sogenannte Weichmacher den Kunststoffen beigemischt, welche heute im Tierversuch bewiesen krebserregend oder zumindest fördernd sind. Eine ganze Generation ist mit Kinderspielzeug, Gummistiefeln und Kunstfaserkleidung aufgewachsen, die mit solchen Weichmachern versetzt war. Besonders problematisch wird hierbei das Kleinkinderspielzeug gesehen, weil Kinder in einem bestimmten Alter dazu neigen alles in den

<sup>3</sup> Aus: <http://de.wikipedia.org/wiki/Recycling-Code>

Mund zu nehmen und darauf herum zu kauen. Gerade Spielzeug für diese Altersgruppe sollte aber besonders weich sein und enthielt deshalb auch besonders große Mengen an Weichmachern. Man wird erst in ca. 30 Jahren sehen, ob sich die krebserregende Wirkung im Tierversuch auch auf die damals kleinen Kinder auswirkt. Dann werden sie nämlich im Rentenalter sein, wo die entsprechenden Krebserkrankungen gehäuft zum Ausbruch kommen werden, wie man vermutet. Auch heute sind solche Weichmacher noch ein Risiko. Sie sind zwar in der EU mittlerweile verboten, in Billigspielzeug aus v.a. China, welches oft auf Wochenmärkten oder über das Internet besonders billig verkauft wird, sind die krebserregenden Stoffe aber immer noch zu finden.

Eine weitere Gefahr besteht bei manchen Kunststoffen wenn sie verbrennen. Während das Polyethylen ähnlich wie Holz, Kohle oder Öl nur zu CO<sub>2</sub> Gas verbrennt, gibt es andere Kunststoffe, welche beim Verbrennen giftige Gase freisetzen. Polyvinylchlorid, besser bekannt unter seiner Abkürzung PVC hat in seinem chemischen Aufbau Chloratome. Wenn es verbrennt, werden diese Chloratome in Form von Chlorwasserstoff freigesetzt. Dies ist nichts anderes als gasförmige Salzsäure. Da PVC ein Kunststoff ist, welcher beim Hausbau häufig eingesetzt wird, z.B. in Fensterrahmen oder in Kabelschächten und Wasserrohren, ist dieses ätzend giftige Gas eine große Gefahr für noch im Haus befindliche Personen und die Feuerwehr, wenn es zu einem Wohnungsbrand kommt.

Gefahren bestehen jedoch nicht nur für den Menschen im Zusammenhang mit Plastik. Eine große Gefahr hat die Umwelt zu tragen. Man hat herausgefunden, dass in den Ozeanen riesige Mengen an kleinen Plastikstückchen herumschwimmen. Das Plastik gelangt an den Küsten, über Flüsse, aber auch absichtlich oder unabsichtlich von Schiffen ins Meer. Dies sind nach aktuellen Messungen bereits abertausende Tonnen. Das Plastik wird vom Meer in kleine ca. fingernagelgroße Stückchen zerrissen. Diese verrotten dann aber nicht mehr weiter und treiben im Meer. In den Mägen von Seevögeln, Fischen, Robben, Walen u.s.w. werden immer

häufiger diese Plastikteilchen gefunden. Viele Tiere können sie offenbar nicht mehr ausscheiden und sterben an den Folgen des Plastiks in ihren Mägen.

Es wird immer deutlicher, dass die praktisch unendliche Lebensdauer von Kunststoffen zwar in einigen speziellen Fällen ein Segen, meist jedoch eher ein Fluch ist. Es wird deshalb in letzter Zeit vermehrt daran geforscht Kunststoffe zu erzeugen, welche biologisch abbaubar sind. Dafür sucht man nach Ausgangsstoffen, welche sich für die Bildung von Riesenmolekülen eignen, aber nicht aus Erdöl, sondern aus pflanzlichen Stoffen bestehen. Solche Kunststoffe sind zum Teil schon entdeckt und auch schon auf dem Markt. Sie halten aber in den meisten Fällen preislich noch nicht mit den bekannten Kunststoffen mit. Die sogenannten Bio-Kunststoffe werden z.B. aus Maisstärke hergestellt. Man stellt aus ihnen Wegwerfteller und Becher her. Diese Teller landen ohnedies meist über den Hausmüll auf der Deponie und nicht beim Recycling. Dadurch ist es bei diesen Tellern besonders sinnvoll sie aus verrottendem Kunststoff herzustellen. Es gibt auch schon erste Versuche von Supermärkten Einwegtragetaschen aus diesem Material zu verkaufen. Da diese aber noch einige Cent teurer sind als die herkömmlichen Plastiktaschen ist der Erfolg bisher noch mäßig. Wem die Umwelt am Herzen liegt und wer sich durch die paar Cent Mehrkosten nicht abschrecken lässt, der sollte im Supermarkt nach solchen Tragetaschen fragen. Nur durch steigende Nachfrage und ein bewusstes und mündiges Kaufverhalten werden diese Taschen gefragter und auch billiger.

---

Weiterführende Informationen in Form von Internetlinks und Videos zum Thema Kunststoffe findest du unter:

[www.zanettis-lernpool.com](http://www.zanettis-lernpool.com)

unter der Rubrik Chemie

---

Kunststoffe von Klaus Zanetti, MA steht unter einer Creative Commons Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Unported Lizenz

