

1 Kunststoffe: Werkstoffe unserer Zeit

Wird vom Werkstoff "Kunststoff" gesprochen, so ist nicht ein Material gemeint, sondern hinter diesem Sammelbegriff verbirgt sich eine Fülle von Stoffen, die in ihrem Aussehen oder in ihren Eigenschaften völlig unterschiedlich sein können.

Frage: Aus welchem Material waren nachfolgende Gegenstände früher, und weshalb sind sie heute aus Kunststoffen? Eimer, Kabelummantelungen, Fensterrahmen, Wasserleitungen, Geodreieck.

Wichtige Merkmale der Kunststoffe

- Sie sind beliebig in ihrer Form zu gestalten.

Kunststoffteile können maßgeschneidert hergestellt werden. Selbst komplizierteste Formen lassen sich maschinell in großen Stückzahlen formen.

- Sie sind leicht und oft elastisch.

- Sie sind beständig gegenüber Wasser und Luft und haltbar gegenüber Säuren, Laugen und Salzen.

- Sie haben ein gutes elektrisches Isoliervermögen.

- Sie haben eine geringe Wärmeleitung.

- Sie sind häufig lichtdurchlässig.

- Sie sind oft preiswerter als andere Werkstoffe.

- Sie haben häufig eine geringe Temperaturbeständigkeit (Zersetzungstemperatur ca. 150°C bis 200°C). Ausnahme: fluorhaltige Kunststoffe und Silikone.

- Die mechanischen Eigenschaften wie Festigkeit, Dehnbarkeit und Elastizität sind unterschiedlich und oft temperaturabhängig.

Durch Herstellung der Kunststoffe mit sogenannten Zusatzstoffen werden die mechanischen Eigenschaften verändert und für die entsprechenden Anwendungen verbessert.

Bemerkung:

Es gibt immer noch erhebliche Schwierigkeiten bei der Wiederverwertung von Kunststoffabfällen.

Aufbau von Kunststoffen

Es gibt sehr viele Kunststoffsorten mit jeweils unterschiedlichen Eigenschaften. Ihr Aufbau ist aber im Prinzip gleich.

Kunststoffe sind organische Verbindungen:

Sie bestehen hauptsächlich aus den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff. Elemente wie Sauerstoff, Stickstoff und Halogene (Fluor, Chlor, Brom und Iod) kommen in geringerem Maße vor.

Aus Monomeren werden Polymere

Vorraussetzung für die Herstellung eines Kunststoffes sind viele Moleküle einer Sorte, die als **Grundbaustoffe** dienen. Diese **Ausgangsmoleküle** heißen **Monomere**. Sie sind vergleichbar mit den noch nicht verbundenen Einzelgliedern einer sehr langen Kette.

Werden zahlreiche solcher Monomere kettenartig, durch chemische Bindungen miteinander verknüpft, so entstehen sehr große Moleküle. Man nennt sie **Makromoleküle** oder **Polymere**. Die meisten Makromoleküle sind aus zehn- bis hunderttausend solcher Monomere zusammengesetzt.

Die chemischen und die physikalischen **Eigenschaften** der verschiedenen Polymere und somit der Kunststoffe hängen davon ab, **welche Monomere** man verwendet hat und **wie sie miteinander verbunden (Struktur)** sind.

Der **Kunststoff** besteht aus sehr **vielen** solcher **Polymeren**. Man kann den Kunststoff mit einem Wollknäuel vergleichen, der aus vielen einzelnen Fäden (den Polymeren) besteht, die sich einzeln schwierig aus dem Knäuel herausziehen lassen.



Einteilung der Kunststoffe

- Kunststoffe aus Naturprodukten

Makromoleküle sind in einigen natürlichen Stoffen vorhanden: in Kautschuk, Cellulose, Stärke und Eiweiß. Aus diesen Naturprodukten lassen sich Kunststoffe herstellen.

Zum Beispiel:

- aus Kautschuk, dem Saft des Gummibaumes, gewinnt man Gummi
- aus Milcheiweiß kann Kunsthorn hergestellt werden, Werkstoff für Knöpfe, Käämme.
- Cellulose, aus Holz oder Stroh gewonnen, ist der Rohstoff für Celluloid und bestimmte Kunstfasern.

- Synthetische Kunststoffe

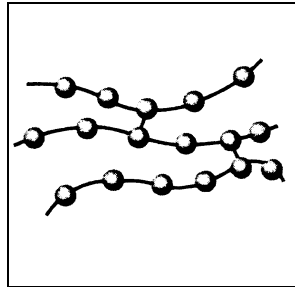
Die meisten Kunststoffe werden synthetisch aus den Rohstoffen **Erdöl** und **Erdgas** hergestellt, da diese Herstellung am billigsten ist.

Die Kunststoffe werden nach ihren physikalischen Eigenschaften in drei Gruppen eingeteilt: **Thermoplaste**, **Duroplaste**, **Elastomere**. Die **Eigenschaften** beruhen auf der **Struktur** der verschiedenen Kunststoffe.

Thermoplaste (thermos=warm; plassein=bilden, formen)

Thermoplaste **verändern** bei **Wärmezufuhr** ihre **Form**. Je höher die Temperatur, desto plastischer wird das Material. Ist die Temperatur zu hoch, wird der Kunststoff zerstört.

Bei thermoplastischen Kunststoffen sind die Makromoleküle fadenförmig angeordnet. Zwischen den einzelnen Fäden bestehen nur schwache Bindungen. Beim Erwärmen bewegen sich die Molekülketten ungehindert und gleiten aneinander vorbei.



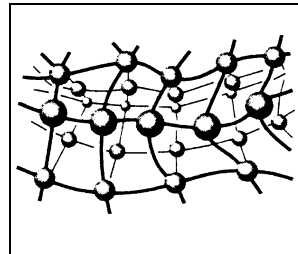
Bei der Herstellung und Bearbeitung dieser Materialien macht man sich diese Eigenschaft zunutze: unter Wärmezufuhr werden diese Kunststoffe beliebig geformt (biegen, kanten, pressen, gießen). Die Werkstücke behalten diese Form beim Erkalten. Mengenmäßig stellen die Thermoplaste den größten Anteil der Kunststoffe dar.

Beispiele: Schüsseln, Eimer, Trinkbecher, Folienverpackungen, Tüten, Plastikgeschirr, Wasserleitungsrohre, Abwasserrohre.

Duroplaste (durus=hart)

Duroplaste sind hart und bei Raumtemperatur meistens spröde. Sie behalten auch bei Wärmeeinwirkung ihre Form und können im erwärmten Zustand nicht umgeformt werden.

In duroplastischen Kunststoffen sind die Makromolekülketten räumlich engmaschig miteinander vernetzt. Man könnte ein Produkt aus einem Duroplast daher als ein einziges großes Molekül betrachten. Die einzelnen Molekülketten können sich nicht aneinander vorbeibewegen.



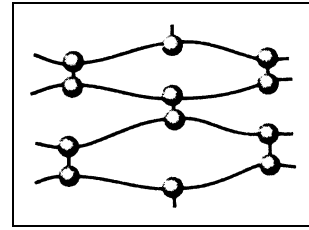
Ein Werkstück das aus einem Duroplast gefertigt wurde kann später nur noch (wie beispielsweise Holz) spanend bearbeitet werden.

Beispiele: Elektrische Schalter, Steckdosen, hitzebeständige Lager für langsam laufende Maschinenteile, Gehäuse für elektrische Küchengeräte.

Elastomere (elstisch = federnd, meres = Teil)

Gegenstände, die aus Elastomeren gefertigt werden, sind gummielastisch. Sie lassen sich kurzzeitig dehnen oder zusammendrücken. Danach nehmen sie schnell wieder ihre alte Form ein. Auch bei erhöhter Temperatur kann man Elastomere nicht dauerhaft verformen. Bei großer Hitze zersetzen sie sich. Bei großer Kälte verlieren sie ihre Elastizität und werden hart und spröde.

In Elastomeren sind die Ketten der Makromoleküle räumlich weitmaschig vernetzt. Durch äußere Einwirkungen wie zum Beispiel durch Druck kann man die Molekülketten kurzzeitig verschieben. Die Vernetzungen zwischen den Ketten sorgen dafür, daß Elastomere nach dem Nachlassen der einwirkenden Kräfte die ursprüngliche Form wieder einnehmen.



Beispiele: Schaumgummi, Schaumstoffe für Dichtungen, Matratzen, Reifen, Einmachgummi.

Thermoplastische Elastomere

Thermoplastische Elastomere besitzen bei Raumtemperatur die Eigenschaften von konventionellen Elastomeren. Sie lassen sich jedoch wie thermoplastische Kunststoffe verarbeiten, da sie sich durch Wärmezufuhr plastisch verformen lassen.

Die Makromoleküle haben in Teilbereichen physikalische Vernetzungspunkte, die sich beim Erwärmen auflösen, ohne daß die Makromoleküle zerstört werden. Daraus ergibt sich eine bessere Verarbeitbarkeit gegenüber konventionellen Elastomeren, des weiteren können die Abfälle wieder eingeschmolzen und neu verarbeitet werden.

Beispiele: Karosseriedichtungen, Laufrollen, Airbagabdeckungen, Schaltkontakte.

Kunststoffe im Bauwesen

25% der produzierten Kunststoffe werden im Bauwesen eingesetzt.

Zusätzlich werden als Anstrichmittel und Klebstoffe zu mehr als 50% Kunststoffe eingesetzt. Darüber hinaus verwendet die Verpackungsindustrie größtenteils Kunststoffe als Werkstoff.

Nachfolgend einige Anwendungsbeispiele von Kunststoffen im Bauwesen:

- Folien zum Abdecken witterungsempfindlicher Baustoffe und zum Aufbau von Unterkünften / Lagerräumen
- Folien bei Rückhaltebecken, Gruben, Mülldeponien
- Schalmaterial bei Holzeinschalungen
- Schalmaterial für Schalformen
- Folien zur Herstellung von glatten Beton-Sichtflächen
- Wärmehärtende Kleber (z.B. Stahlbrückenbau)
- Wasser- und Gasleitungen
- Isolation elektrischer Kabel und Kabelkanäle
- Tanks (Regen, Heizöl)
- Fenster- und Türrahmen
- Fensterbänke
- Rolläden
- Folien unter Dachziegeln
- Isolierstoffe und Dämmstoffe
- Fassadenelemente
- Verglasung (z.B. Lichtkuppeln von Tiefgaragen)
- Dachrinnen, Regenfallrohre
- Waschbecken, Bade- und Duschwannen
- Klosett, Hängeklosett und Spülkasten
- Aufbau Böden: Hartschaumplatten und schwimmender Estrich (Trittschall und Wärmedämmung)
- Bodenbeläge und Sockelleisten
- Handlauf Geländer
- Abtrennung von Innenräumen
- Schichtpreßstofftafeln (Dekorplatten) für Möbel
- Marmor- und Granitimitationen: Tischplatten, Kaminverkleidungen, Springbrunnen

Additive

Kunststoffe sind keine „puren“ oder „reine“ Stoffe. Sie enthalten oft kleine, manchmal sogar große Mengen an Zusätzen. Weich-PVC besteht beispielsweise zu 50% aus Weichmachern.

Diese Additive **beeinflussen** die **Eigenschaften** der Kunststoffe **wesentlich** und machen sie häufig erst als Werkstoff interessant bzw. wirtschaftlich brauchbar.

Das „Zumischen“ der Additive wird je nach Industriebereich anders bezeichnet:

- in der Kunststoffindustrie spricht man von „Compoundieren“ oder „Konfektionieren“
- in der Lackindustrie heißt es „Formulieren“ und
- in der Textilbranche nennt man es „Veredeln“

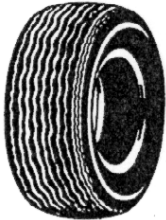
Werden größere Mengen an anderen Polymeren zugegeben, spricht man nicht von Additiven. So werden beispielsweise Thermoplaste mit anderen Thermoplasten vermischt oder mit Kautschuken „schlagfest“ gemacht. Hier handelt es sich um Copolymere oder Polymerlegierungen (Polymerblends), siehe hierzu Kap.7 „Verbundwerkstoffe: Faserverstärkte Kunststoffe“.

Bei den Additiven unterscheidet man zwischen

- Verarbeitungsadditiven: Stabilisatoren, Gleitmittel, Trennmittel, Nukleierungsmittel, Beschleuniger, Initiatoren u.ä.) und
- Gebrauchsadditiven: Antioxidanten, Farbstoffe, Pigmente, Füllstoffe, Antistatika, Flammschutzmittel u.ä.

Nachfolgend werden beispielhaft einige Additive mit Funktion und Anwendungen vorgestellt.

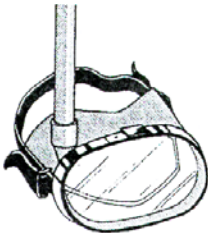
○Füllstoffe



Diese verbessern besonders die mechanischen Eigenschaften (Zugfestigkeit, Abriebfestigkeit) der Kunststoffe. Zudem sind sie billiger als die Kunststoffe und somit wirtschaftlich interessant.

Beispiele: Ruß (im Reifen), Sand, Quarz, Schwerspat, Gesteinsmehl, Papier, Gewebeschnitzel, Holzmehl

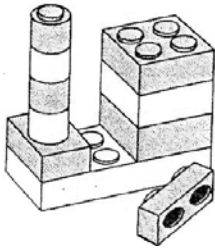
○Weichmacher



Wie der Name schon sagt erhöhen sie die Elastizität von harten Kunststoffen. Die Moleküle des Weichmachers lagern sich zwischen die Makromoleküle des Kunststoffes, wodurch diese beweglicher werden.

Beispiele: Dibutylphthalat, Dioctylphthalat, epoxidiertes Leinöl, epoxidiertes Sojaöl, Trikresylphosphat, Triphenylphosphat.

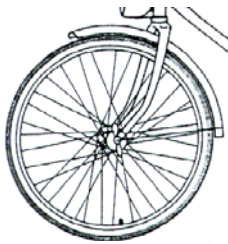
○Farbmittel



Durch diese erhält der Kunststoff das gewünschte Aussehen

Beispiele: anorganische Pigmente (z.B. Titandioxid (72%) oder Farbruß (14%)) und organische Pigmente wie Litholrot oder Kupferphthalocyanin.

○Antioxidantien



Sie schützen die Kunststoffe vor Alterungsprozessen, die hauptsächlich durch den Ozongehalt der Atmosphäre bedingt sind.

Beim Zerfall von Ozon entstehen Radikale, die die Polymerketten aufbrechen. Die Antioxidantien verbinden sich vorher mit diesen Radikalen.

Beispiele: Amine, Phenole

○Flammschutzmittel



Die Brandgefahr von Kunststoffen kann durch Flammschutzmittel verringert werden. Diese werden beim Verbrennen freigesetzt und haben eine Löschwirkung.

Beispiele: phosphorhaltige Additive reagieren beim Verbrennen zu Phosphoroxiden, die flammhemmend sind.

○Antistatika



Da Kunststoffe elektrisch nicht leitend sind, laden sie sich durch Reibung elektrostatisch auf. Die Antistatika verteilen elektrische Ladungen.

Dies verhindert daß Staubpartikel von den Oberflächen angezogen werden oder daß elektrische Funken und Entladungen entstehen (die z.T. lebensgefährlich wirken können).

Beispiele: Polyglykolether, quartäre Ammoniumverbindungen mit Phosphorsäureester.