

# Organische Baustoffe

## Geschichte

Kunststoffe waren ursprünglich künstlich hergestellte Werkstoffe, die als Ersatzstoffe für Naturprodukte wie z. B. Horn, Elfenbein, Pflanzenharze oder Naturgummi eingesetzt wurden.

Früher wurden Kunststoffe als Ersatz für andere Werkstoffe, in Kriegszeiten für Mangelstoffe, verwendet, deren Eigenschaften sie nicht voll besaßen.

Die ersten Kunststoffe, die im industriellen Rahmen hergestellt wurden, waren Naturprodukte, die chemisch verändert wurden.

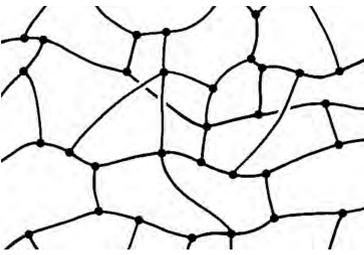
So der vulkanisierte Kautschuk (Goodyear 1839), und Zellglas 1910. Erzeugnisse aus chemisch umgewandelter Zellulose wurden schon früher hergestellt: Nitrozellulose 1845, Celluloid 1871, Kunstseide 1880.

1872 gelang es dem deutschen Chemiker A. von Baeyer, Phenol und Formaldehyd zu einem harzähnlichen Kunststoff zu vereinigen. 1908 stellte der Holländer Baekeland das nach ihm benannte vollsynthetische Phenolharz Bakelit erstmalig her.

Nach dem ersten Weltkrieg kamen Polyacryl und Polystyrol hinzu. Ab 1930 gelangten Polyvinylchlorid und Polyvinylacetat und in der ersten Hälfte der 40er Jahre Hochdruckpolyethylen, Polyamide, Polyurethane, Silicone und Epoxidharze auf den Markt.

Plexiglas das erste Acrylglas (chemische Bezeichnung Polymethylmethacrylat = PMMA) wurde 1933 erfunden. Seitdem sind viele Kunststoffe hinzugekommen wie z. B. Makrolon, das erste Polycarbonat der Welt 1953.

## Duroplaste



Bei Duroplasten sind die Monomere netzartig miteinander verknüpft. Im Gegensatz zu den Thermoplasten liegen hier nicht nur physikalische Wechselwirkungen der einzelnen Polymerstränge vor, sondern es bestehen reale Atombindungen zwischen den verschiedenen Strängen des Makromoleküls. Es bildet sich somit eine Netzstruktur. Da die Atombindungen nicht so leicht durch Hitze zu spalten sind wie die Wechselwirkungen bei Thermoplasten, sind Duroplasten auch bei höheren Temperaturen in ihrer Struktur unverändert und formstabil. Bei sehr hohen Temperaturen zerfällt das Netz, das heißt die Atombindungen werden gespalten und der Kunststoff zerfällt in kleine Moleküle, welche dann mit dem Luftsauerstoff reagieren. Der Kunststoff verkohlt also bei hohen Temperaturen und seine ursprüngliche Struktur ist nicht wiederherstellbar.

Duroplaste sind hart und besitzen eine sehr engmaschige und verzweigte Molekülstruktur. Sie erweichen beim Erwärmen nicht und können nach der Aushärtung nicht mehr verformt werden.



## Definition, Einteilung

Kunststoffe sind - abgesehen von Siloxanen - chemische Verbindungen des Kohlenstoffs und werden heute fast ausschließlich synthetisch durch Abwandlung von Naturprodukten hergestellt. Chemisch gesehen sind sie organische Stoffe, die aus den Elementen Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Chlor und Schwefel bestehen.

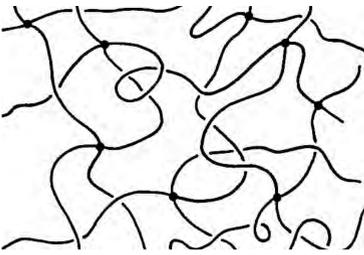
Die meisten Kunststoffe sind entweder plastisch erweichbar oder bei ihrer Herstellung bzw. als Zwischenprodukt plastisch fließbar gewesen. Sie werden deshalb auch Plaste oder Plastik bezeichnet. (eng. plastics, franz. Matière plastique)

Ausgangsstoffe für die Kunststoffherzeugung sind Erdöl, Erdgas und Kohle als Träger von Kohlenstoff C, Wasserstoff H und Sauerstoff O, sowie Stoffe, die Stickstoff N, Chlor Cl, Schwefel S und Fluor F enthalten wie Kalk, Kochsalz, Wasser, Azetylen, Methan, Kalziumkarbid u.a.. Die Rohstoffe für die abgewandelten Naturprodukte sind Zellulose, Eiweiß, Naturkautschuk und Naturharze.

Vorteile der Kunststoffe sind u. a. ihre geringe Dichte, ihre Haltbarkeit und ihre guten Eigenschaften als elektrische Isolatoren und Wärmeisolatoren. Bestimmte Kunststoffe werden nicht oder kaum von Säuren, Alkalien (Laugen) und Lösungsmitteln angegriffen. Sie sind fast immer ungiftig und können kostengünstig hergestellt werden.

Die Eigenschaften der Kunststoffe hängen von der Verknüpfung ihrer Makromoleküle untereinander ab. Aufgrund dieser physikalischen Eigenschaften werden sie in Duroplaste, Elastomere und Thermoplaste eingeteilt.

## Elastomere



Elastomere sind Kunststoffe, die sich bei mechanischer Belastung wie Gummi verhalten. Sie lassen sich bei Raumtemperatur durch Druck oder Zug verformen und kehren aufgrund ihrer hohen Elastizität in ihre vorherige Struktur zurück. Die Polymerstränge eines Elastomers sind wie Duroplasten mit realen Atombindungen verknüpft. Jedoch ist die Netzstruktur der Elastomere weitmaschiger. Erwärmt man Elastomere im gespannten Zustand, so stellt man fest, dass sich der Kunststoff zusammen zieht. Der Grund dafür liegt in der stärkeren Schwingung der Netzfäden bei hohen Temperaturen. Die Netzknoten rücken dabei näher aneinander.

Bei sehr starkem Erhitzen verhalten sich Elastomere ähnlich wie Duroplasten. Elastomere sind nicht schmelzbar oder schweißbar, kaum löslich, aber quellbar.



## Herstellung von Kunststoffen

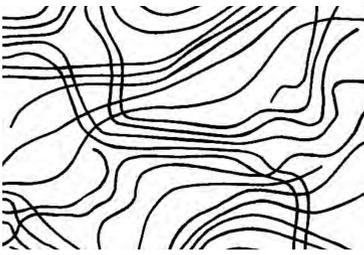
Kunststoffe sind Polymere, die durch Verknüpfung von Monomeren entstehen. Die Monomere bestimmen aufgrund ihres Aufbaus und chemischen Eigenschaften die Eigenschaften des Makromoleküls. Die Synthese findet statt durch:

**Polykondensation:**  
Die Grundlage für Polykondensate sind Monomere mit mindestens zwei funktionellen Gruppen. Für die Polykondensation eignen sich besonders Hydroxyl-, Carboxyl- und Aminogruppen. Zunächst erfolgt eine Verknüpfung zu Dimeren, die sich dann zum Polymer verknüpfen. Bei jedem Reaktionsschritt spaltet sich ein kleines Molekül ab (z.B.: Wasser).

**Polymerisation:**  
Grundlage für Polymerisate sind ungesättigte Monomere. Die Reaktion erfolgt durch Initiatoren wie Radikale oder Ionen ausgelöste Kettenreaktion. Bei der radikalischen Polymerisation reagiert ein Radikal mit einem Monomer, wobei ein neues Radikal entsteht, welches wiederum mit einem Monomer reagieren kann, so dass sich ein Polymer bildet.

**Polyaddition:**  
Polyaddukte entstehen durch Additionsreaktion der Endgruppen der Monomere. Das setzt voraus, dass die Endgruppe eine Doppelbindung besitzt, welche mit einem bifunktionellen Monomer reagieren kann. Bei dieser Reaktion werden jedoch keine Moleküle abgespalten.

## Thermoplaste



Thermoplaste sind lange fadenförmige und unverzweigte sowie vernetzte Polymere. Sie lassen sich durch Erwärmen leicht formbar machen. Die unterschiedlich langen Polymer-Stränge werden von physikalischen Wechselwirkungen wie die Van-der-Waal-Kräfte und Wasserstoffbrückenbindungen zusammen gehalten. Geraten die Moleküle beim Erhitzen in Schwingung, so können die oben beschriebenen Wechselwirkung aufgehoben werden und der Kunststoff wird formbar. Diese besondere Eigenschaften der Thermoplaste werden in der technischen Verarbeitung von Kunststoffen ausgenutzt.

Thermoplaste besitzen je nach Festigkeitsgrad eine lineare oder verzweigte Molekülstruktur. Sie sind weich und bei Normaltemperaturen biegsam. Sie lassen sich im erwärmten Zustand verformen. Bei höheren Temperaturen (120 -180°C) werden sie zu einer flüssigen bzw. pastösen Masse. Thermoplastische Polymere sind in der Regel in spezifischen organischen Lösungsmitteln ohne chemischen Abbau löslich und daher mit Lösungsmittel-Klebern verklebbar.

Thermoplaste werden im Bauwesen hauptsächlich als Halbzeuge und Fertigprodukte verwendet.



## Herstellung von Kunststoffen

Bitumen ist ein natürlich vorkommendes und auch aus Erdöl zu gewinnendes Material, nahezu nicht flüchtig, klebrig und abdichtend, mit temperaturabhängigem elastoviskosem Verhalten. Es kommt in einigen Sedimentgesteinen und in Naturasphalt vor. Bitumen besteht hauptsächlich aus hochmolekularen Kohlenwasserstoffen und enthält daneben chemisch gebundenen Schwefel, Sauerstoff, Stickstoff und einige Spuren von Metallen. Es ist in Wasser praktisch unlöslich. Physikalisch gesehen gehört Bitumen zu den thermoplastischen Stoffen. Bei steigenden Temperaturen fängt es an, sich langsam zu zersetzen.

**Bauwesen:**  
Bitumen schützt Gebäudeteile gegen Wasser und Feuchte. Zur Verwendung kommen dabei Anstriche oder verschiedene Werkstoffe wie Bitumendachbahnen. Bei der Kelleraußenabdichtung kommt unter anderem die Bitumendickbeschichtung zum Einsatz. Eine so genannte bitumenhaltige Haftschrift wird ebenfalls gern im Hochbau eingesetzt. Sie verbindet zum Beispiel einen Brückenbelag mit der Stahlplatte und schützt den Stahl zugleich gegen Korrosion. Ist Bitumen dauerhaft der Witterung ausgesetzt, wird es aufgrund von Oxidationsvorgängen spröde und rissig. Oberflächenschutzsysteme oder die Beimischung von Kunststoffen können die Wirkungsdauer der Abdichtung wesentlich verlängern. Bitumenabdichtungen sollten im Normalfall mit einem Gefälle von mindestens 2% ausgeführt werden, damit das Wasser abfließen kann. Wasser beschleunigt den biologischen und chemischen Abbau des Bitumens. Physikalisch schadet das stehengebliebene Wasser durch Nass-Trockenzonen im Sommer und Eisbildung im Winter.

## Duroplaste im Bauwesen



Formaldehydharze  
Phenolformaldehydharz (Phenoplaste) PF  
Harnstoffformaldehydharze (Aminoplaste) UF  
Melaminharze (Aminoplaste) MF  
Resorcinformaldehydharze RF

Vernetzte Polyester  
Ungesättigte Polyester EP  
Alkydharze  
Epoxidharze EP  
Glasfaserverstärkte Kunststoffe  
Vernetzte Polyurethane PUR (Wärmedämmstoff, Kleber, DD-Lacke, Schaumstoff)

Silicone SI (auch Silikone oder Siloxane)



## Organische Dämmstoffe

Organische Dämmstoffe bestehen aus Kohlenstoffverbindungen und werden unterschieden in organisch synthetische Dämmstoffe aus fossilen Rohstoffen (vor allem Erdöl) und organisch natürliche Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen.

Geschäumte Kunststoffe haben einen Marktanteil von knapp 40% unter den Dämmstoffen. Sie werden meist in Plattenform geliefert, sind leicht zu bearbeiten und beständig bzw. resistent gegen Ungeziefer, Verwitterung und Alterung. Allerdings sind sie ökologisch nicht immer die beste Wahl. Expandiertes Polystyrol Hartschaum (EPS): Wärmeleitfähigkeit λ(R): 0,035-0,040 W/(m·K) weit verbreitet  
Extrudierter Polystyrol Hartschaum (XPS) Wärmeleitfähigkeit λ(R): 0,030-0,040 W/(m·K) geschlossenzellig, Perimeterdämmung, druckfester als EPS  
Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR): Wärmeleitfähigkeit λ(R): 0,020-0,030 W/(m·K) sehr gute Wärmedämmung, teuer

Ökologisch gut verträgliche Naturdämmstoffe haben einen noch sehr geringen, aber steigenden, Marktanteil von etwa 5%. Sie bestehen meist aus Fasern, die als Matten, Platten und Filze gepresst oder als Schüttungen in Form von Flocken geliefert werden. Sie sind meist CO<sub>2</sub>-neutral, leicht zu recyceln und schaffen ein gutes Raumklima. Allerdings sind wegen oft schlechterer u-Werte größere Dämmstoffdicken erforderlich. Gewonnen werden diese Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holzwolle oder aus tierischen und pflanzlichen Fasern wie Schafwolle, Kokos, Hanf, Flachs, Kork, Schilf, See- und Wiesengras und Holzweichfaser(platten) oder aus Recyclingmaterial wie Zellulose (Altpapier).

## Elastomere Im Bauwesen



Dien-Elastomer  
Styrol-Butadienkautschuk SBR  
Nitrilkautschuk NBR  
Chloroprenkautschuk CR  
Polysulfid-Kautschuk SR (Thioplaste)

Silikonkautschuk SI



## Anorganische Dämmstoffe

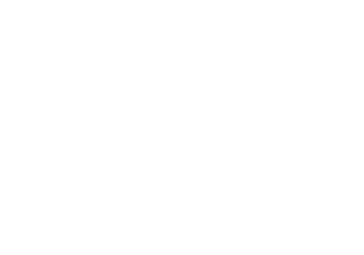
Anorganische Dämmstoffe bestehen im allgemeinen aus mineralischen Stoffen, die künstlichen oder natürlichen Ursprungs sein können.

Künstlich hergestellt werden z.B. Schaumglas, Mineralwolle, Gipschaum u.a., sowie Mineralwolle, die mit etwa 55% den größten Marktanteil unter den Dämmstoffen hat. Die Ausgangsmaterialien sind Glasgrundstoffe (Glaswolle) bzw. verschiedene Gesteine (Steinwolle) die zu Fasern geschmolzen werden. Diese werden in Form von leicht zu verarbeitenden Matten, Rollen oder Filzen geliefert und haben ein breites Anwendungsspektrum von der Dachdämmung, Kerndämmung, Zwischenständerdämmung, bis zu Wärmedämm-Verbundsystemen. Mineralwolle hat eine Wärmeleitfähigkeit λ(R) von 0,035-0,045 W/(m·K), ist nicht brennbar, flexibel, resistent gegen Schimmel, Fäulnis und Ungeziefer sowie beständig gegen UV-Strahlung. Allerdings kann das Material bei Hautkontakt zu Reizungen führen. Eine genauere Beschreibung zu Glaswolle und Schaumglas befindet sich auf dem Plakat „Glas · Keramik · Ziegel“

Wenig Verwendung finden bisher mikroporöse Dämmstoffe wie Aerogel. Diese bieten sehr gute Dämmeigenschaften mit einer Wärmeleitfähigkeit von etwa 0,020 W/(m·K), sind aber (noch) sehr teuer bzw. in der genaueren Erforschung.

Natürlich vorkommende anorganische Dämmstoffe bieten oft wenig Vorteile und kommen daher seltener zum Einsatz. Als natürlich werden z. B. Blähglas, Blähton, Kalziumsilikat, Perlite oder Blähglimmer (Vermiculit) bezeichnet.

## Thermoplaste Im Bauwesen



Polyolefine  
Polyethylen PE (Rohre, Fußbodenbeläge, Folien)  
Polypropylen PP (Rohre, Teppichbodenbeschichtungen, Folien Textildfasern)  
Polyisobuthylen PIB (Abdichtungsbahnen, Kabelisolationen)

Polyvinyle  
Polyvinylchlorid  
weich (Fußbodenbeläge, Abdichtungsbahnen, Folien, Ausbauprofile wie Treppenanten und Handläufe, Fugenbänder, Dichtungen, Kabelisolationen, Kunstleder)  
hart (Fensterprofile, Rolladenlamellen, Rohre, Dachrinnen, Fassaden- u. Deckenplatten, Bauprofile, Bänke, Kunststoffmöbel)

Polystyrol (Installationsmaterial, Dämmstoffe)

Acrylharze  
Polymethylmethacrylester PMMA (Acrylglas, Plexiglas, Stegdoppelplatten, Wellplatten, Badewannen, Acrylfasern, Acryllacke)

Polyvinylacetat PVAC (Holzleime)

Polyamide PA (Kunstseiden wie Nylon, Perlon, Teppichböden, für textile Raumausstattung, Seile, Rohre)

Polycarbonat PC (lichtdurchlässige Überdachungen, transparente Wärmedämmung)

