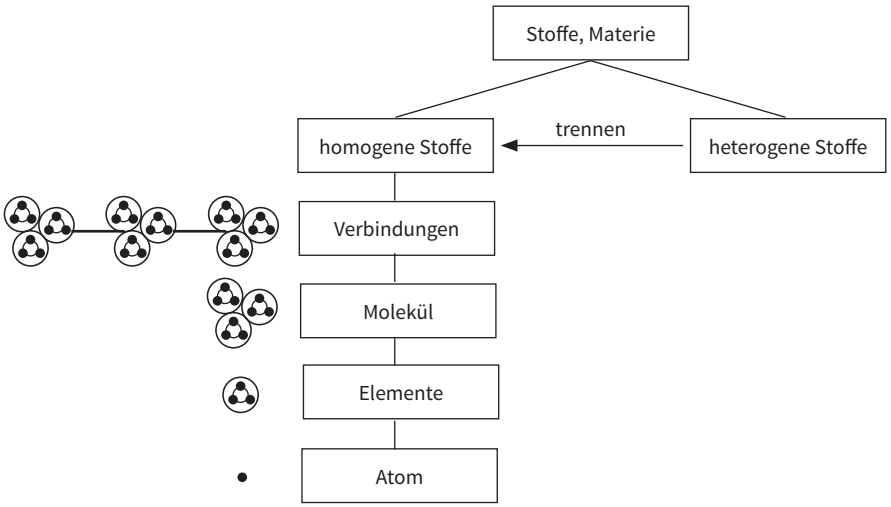
Technische Hilfe
Kunststoffe und ihre Eigenschaften

Als Kunststoff bezeichnet man einen Stoff, der künstlich (synthetisch) hergestellt wird. Stoffe sind Substanzen (Materie), die in den Zuständen fest, flüssig oder gasförmig vorkommen können. Es wird zwischen natürlichen Stoffen (Holz, Erze, Steine, Sand) und synthetischen Stoffen (Kunststoffe, Glas, Textilien) unterschieden. Diese Gemische können homogen (einheitlich) oder heterogen (uneinheitlich) sein. Als Element werden die Grundstoffe bezeichnet, die die Stoffe aufbauen. Die kleinste Einheit hiervon ist das Atom. Eine chemische Verbindung liegt vor, wenn mehrere Atome eines Elements oder mehrere Elemente eine feste Bindung eingehen. Die kleinste Einheit einer chemischen Verbindung ist das Molekül, welches durch Bindekräfte (Valenzen) zusammengehalten wird.

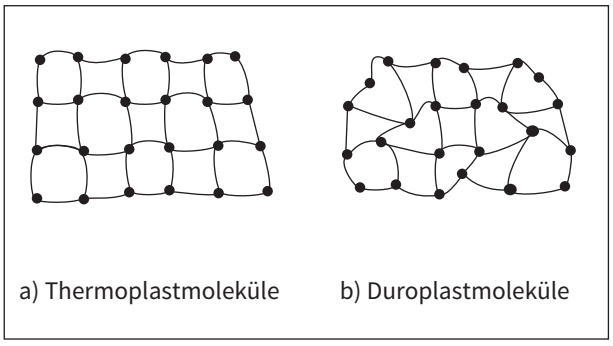


Aus vielen kleinen Molekülen werden über Polyreaktionen (Polymerbildungsreaktion) Großmoleküle oder Polymere (Makromoleküle) aufgebaut. Als Monomere bezeichnet man Moleküle, die zur Kunststoffherstellung eingesetzt werden. Kunststoffe können z.B. aus den Monomeren Ethylen, Vinylchlorid und Styrol aufgebaut werden.

Bindungskräfte der Kunststoffe

Es wird zwischen kettenförmig eindimensional aufgebauten Makromolekülen = THERMOPLASTE und vernetzten, dreidimensional aufgebauten Makromolekülen (Raumnetzmolekül) den DUROPLASTEN und ELASTOMEREN unterschieden. Das mechanische und thermische Verhalten der Stoffe wird weitgehend von den Bindungskräften bestimmt. Viele Grundeigenschaften der Kunststoffe wie z. B. Festigkeit, Dehnung, Härte sind durch diese unterschiedlichen Bindungskräfte erklärbar. Die Bindungsarten unterteilen sich in Hauptvalenzkräfte (chemische Bindungen) und Nebenvalenzkräfte (intermolekulare Kräfte).

Makromoleküle



Die Angaben basieren auf gegenwärtigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter bzw. Anwender nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Eigenschaften oder der Eignung für einen konkreten Einsatzzweck kann hieraus nicht abgeleitet werden. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze oder Bestimmungen sind vom Empfänger unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten. Für Druckfehler und Irrtümer keine Gewähr. Technische Änderungen vorbehalten. Weitergabe und Vervielfältigung dieses Dokumentes bzw. seiner Inhalte – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des noltewerks. Stand 0715.

noltewerk GmbH & Co. KG · Mergenthalerstr. 15 · 48268 Greven · t +49 (25 71)16-0 · f +49 (25 71)16-402 · info@noltewerk.de · www.noltewerk.de

Technische Hilfe

Kunststoffe und ihre Eigenschaften

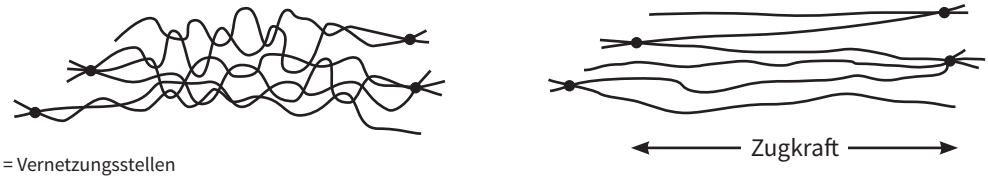
Unterschiede zwischen Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren
Bei Duroplasten und Elastomeren sind die Hauptvalenzkräfte verantwortlich für die Werkstoff-Eigenschaften.

Elastomere

Elastomere haben ein weitmaschiges Raumnetz-Molekülgebilde und lassen sich durch äußere Krafteinwirkung verändern. Nehmen jedoch nach Entlastung den alten Zustand (Ausgangszustand) wieder ein. Durch Druck oder Dehnung können Elastomere ihre Form kurzzeitg verändern. Nach Beendigung von Druck oder Dehnung nimmt das Elastomer schnell wieder seine ursprüngliche Form an. Die Elastomere sind weitmaschig vernetzt und daher flexibel. Sie werden beim Erwärmen nicht weich und sind in den meisten Lösemitteln nicht löslich.

Werkstoff-Beispiele:
› Naturkautschuk (NR)
› Acryl-Nitril-Butadien (NBR)
› Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR)
› Chloropren-Kautschuk (CR)
› Butadien-Kautschuk (BR)
› Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM)

Molekülverband eines Elastomers im ungedehnten und gedehnten Zustand



• = Vernetzungsstellen

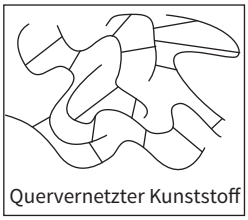
Duroplaste

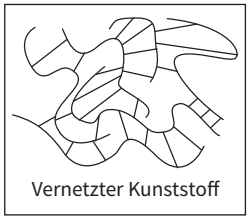
Duroplaste zeichnen sich - aufgrund ihres engmaschigen Raumnetzmoleküls - durch ihre Härte und Sprödigkeit aus. Durch Zugabe von Füll- und Verstärkungsmitteln lassen sich die Eigenschaften verändern. Duroplaste sind in mancher Hinsicht das Gegenteil von Thermoplasten. Sie werden beim Erhitzen nicht weich und schmelzen nicht, sondern zersetzen sich, da ihre Schmelztemperatur über der Zersetzungstemperatur liegt. Weiterhin verformen sie sich nicht, wenn man Zug auf sie ausübt, eher brechen sie. Insgesamt sind sie deutlich härter und spröder als Thermoplasten, will man sie bearbeiten, so muss man dies mechanisch tun. Chemisch betrachtet sind Duroplaste stark quervernetzte Kunststoffe, siehe Grafik.

Duroplaste (Duromere) sind Polymere, die in einem Härtungsprozess aus einer Schmelze oder Lösung der Komponenten durch eine Vernetzungsreaktion hervorgehen. Diese irreversible Reaktion wird meist durch Erhitzen bewirkt, kann aber auch durch Oxidationsmittel, energiereiche Strahlung oder Einsatz von Katalysatoren initiiert und beschleunigt werden. Eine Erwärmung von Duroplasten führt nicht zu einer plastischen Verformbarkeit, sondern lediglich zu deren Zersetzung. Ausgehärtete Duroplaste sind meist hart und spröde sowie im weitergehenden Fertigungsprozess nur noch mechanisch bearbeitbar. Ursache für dieses Verhalten sind die raumvernetzten Makromoleküle.

Werkstoff-Beispiele:
› Polyester (PES)
› Formaldehydharze
› Epoxidharze
› Polyurethane

Unvernetzter Kunststoff


Quervernetzter Kunststoff


Vernetzter Kunststoff

Die Angaben basieren auf gegenwärtigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter bzw. Anwender nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Eigenschaften oder der Eignung für einen konkreten Einsatzzweck kann hieraus nicht abgeleitet werden. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze oder Bestimmungen sind vom Empfänger unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten. Für Druckfehler und Irrtümer keine Gewähr. Technische Änderungen vorbehalten. Weitergabe und Vervielfältigung dieses Dokumentes bzw. seiner Inhalte – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des noltewerks. Stand 0715.

noltewerk GmbH & Co. KG · Mergenthalerstr. 15 · 48268 Greven · t +49 (25 71)16-0 · f +49 (25 71)16-402 · info@noltewerk.de · www.noltewerk.de

Technische Hilfe
Kunststoffe und ihre Eigenschaften

Thermoplaste

Nebenvalenzkräfte sind verantwortlich für diesen Werkstoff. Sie wirken zwischen den Molekülketten und halten sie zusammen. Sie sind wesentlich schwächer als die Hauptvalenzkräfte und bestimmen die mechanischen, thermischen und chemischen Eigenschaften der Thermoplaste.

Thermoplaste sind Kunststoffe, die aus langen linearen Molekülen bestehen. Durch Energiezufuhr werden diese Materialien beliebig oft weich und formbar (plastisch) und schmelzen schließlich. Sie können durch verschiedene Ur– und Umformverfahren in die gewünschte Form gebracht werden. Nachdem das jeweilige Teil abgekühlt ist, behält es seine Form bei. Dieser Prozess ist somit umkehrbar (= reversibel). Ursache für dieses Verhalten sind fadenförmige, lineare Makromoleküle.

Um neue, bisher noch nicht vorhandene Eigenschaften zu erzeugen, können auch zwei oder mehrere (miteinander verträgliche) Thermoplaste vermischt werden (Polyblend).

Den Thermoplasten fehlen (im Gegensatz zu den Duroplasten) die Quervernetzungen, die einzelnen Molekülketten sind also nicht durch chemische Bindungen, sondern nur durch zwischenmolekulare Kräfte miteinander verbunden. Wird genug Energie zugeführt wie z. B. Wärme, so können sich bei einem unvernetzen Thermoplasten die einzelnen Ketten leicht gegeneinander verschieben, wodurch der Kunststoff leichter verformbar wird und schließlich schmilzt. Ein Thermoplast lässt sich durch Ziehen recht schwer verformen und bleibt, wenn man aufhört zu ziehen, im verformten Zustand.

Die meisten Kunststoffe, die wir im täglichen Leben benutzen, sind Thermoplaste. Ihr wesentliches Merkmal ist, dass sie formbar (plastisch) sind, je mehr man sie erwärmt. Allerdings schmelzen sie bei zu großer Hitze. Dieses Verhalten unterscheidet sie wesentlich von den Duroplasten, die beim Erhitzen nicht schmelzen, sondern sich zersetzen.

Werkstoff-Beispiele:
› Polyethylen
› Polyvinylchlorid
› Polyamid

Die Angaben basieren auf gegenwärtigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter bzw. Anwender nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Eigenschaften oder der Eignung für einen konkreten Einsatzzweck kann hieraus nicht abgeleitet werden. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze oder Bestimmungen sind vom Empfänger unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten. Für Druckfehler und Irrtümer keine Gewähr. Technische Änderungen vorbehalten. Weitergabe und Vervielfältigung dieses Dokumentes bzw. seiner Inhalte – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des noltewerks. Stand 0715.

noltewerk GmbH & Co. KG · Mergenthalerstr. 15 · 48268 Greven · t +49 (25 71)16-0 · f +49 (25 71)16-402 · info@noltewerk.de · www.noltewerk.de

Technische Hilfe
Kunststoffe und ihre Eigenschaften

Ordnungszustände im Molekül - amorph und teilkristallin
Die Ordnung in einem Molekül ist von verschiedenen Einflüssen und dem chemischen Aufbau abhängig.

Duroplaste / Elastomere

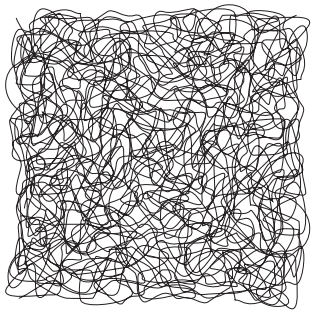
Große, sperrige Seitenketten an den Makromolekülen oder die unregelmäßige Anordnung der Vernetzungsstellen verhindern eine regelmäßige Ordnung der Molekülketten: Molekülverband mit Unordnung.

Werkstoff-Beispiele:
› UP- und EP Harze
› Elastomere auf Kautschukbasis

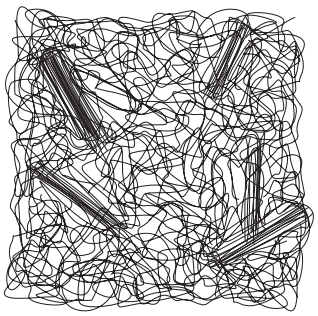
Amorphe Thermoplaste

Amorphe Thermoplaste sind in ungefärbtem Zustand glasklar und der Molekularverband lässt sich mit einem Wollknäul vergleichen.

Werkstoff-Beispiele:
› PVC
› PC
› PMMA



Amorpher Molekülverband



Teilkristalliner Molekülverband

Teilkristalline Thermoplaste

Makromoleküle, bei denen sowohl ein regelmäßiger chemischer als auch geometrischer Aufbau vorliegt, können in bestimmten Bereichen Kristallite bilden. Thermoplaste mit einem solchen Aufbau werden als teilkristalline Polymere bezeichnet. Diese Thermoplaste besitzen eine weißliche Eigenfarbe und an den Kristalliten wird – aufgrund der dichten Molekülanordnung – eine Lichtbrechung hervorgerufen.

Werkstoff-Beispiele:
› PE
› POM
› PTFE

Die Angaben basieren auf gegenwärtigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter bzw. Anwender nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Eigenschaften oder der Eignung für einen konkreten Einsatzzweck kann hieraus nicht abgeleitet werden. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze oder Bestimmungen sind vom Empfänger unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten. Für Druckfehler und Irrtümer keine Gewähr. Technische Änderungen vorbehalten. Weitergabe und Vervielfältigung dieses Dokumentes bzw. seiner Inhalte – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des noltewerks. Stand 0715.

noltewerk GmbH & Co. KG · Mergenthalerstr. 15 · 48268 Greven · t +49 (25 71)16-0 · f +49 (25 71)16-402 · info@noltewerk.de · www.noltewerk.de