
2.1 Einteilung

Kunststoffe bestehen im Wesentlichen aus *organischen Stoffen*. Bei der Herstellung werden die Moleküle geeigneter niedermolekularer Verbindungen (*Monomere*) durch eine chemische Synthese miteinander zu *Makromolekülen* verknüpft (Moleküle mit sehr großer Anzahl von Atomen). Es entstehen *hochpolymere* Werkstoffe, Abb. 2.1.

Unter *Polymer-Werkstoffen* versteht man nicht nur Kunststoffe, sondern auch Werkstoffe aus Naturstoffen.

Kunststoffe werden nach DIN 7724 eingeteilt in (Tab. 2.1):

- *Thermoplaste*: Unvernetzte Kunststoffe, die sich *energie-elastisch* verhalten und bei *Erwärmen erweichen* oder *schmelzen*. Deshalb können sie gut verarbeitet werden (z. B. Spritzgießen, Extrudieren, Schweißen).
- *Thermoplastische Elastomere*: Weitmaschig vernetzte, mehrphasige Kunststoffe, die bei einer bestimmten Temperatur erweichen oder schmelzen.
- *Elastomere*: Weitmaschig vernetzte Kunststoffe, die sich *gummielastisch* verhalten und bis zur Zersetzungstemperatur nicht schmelzbar sind.
- *Duroplaste*: Hochgradig vernetzt. Nicht schmelzbar und hart.

2.2 Herstellung

Kunststoffe werden aus *Vorprodukten* hergestellt. Dies sind meist Pulver oder Granulat (*Formmassen*). Bei bestimmten Temperaturen werden sie mit entsprechenden Fertigungsverfahren (z. B. Pressen, Stranggießen oder Spritzgießen) zum *Formstoff* bleibend verformt. Oft werden dem Formstoff aus Gründen der technischen Anforderung oder aus wirtschaftlichen Gründen *Füllstoffe*

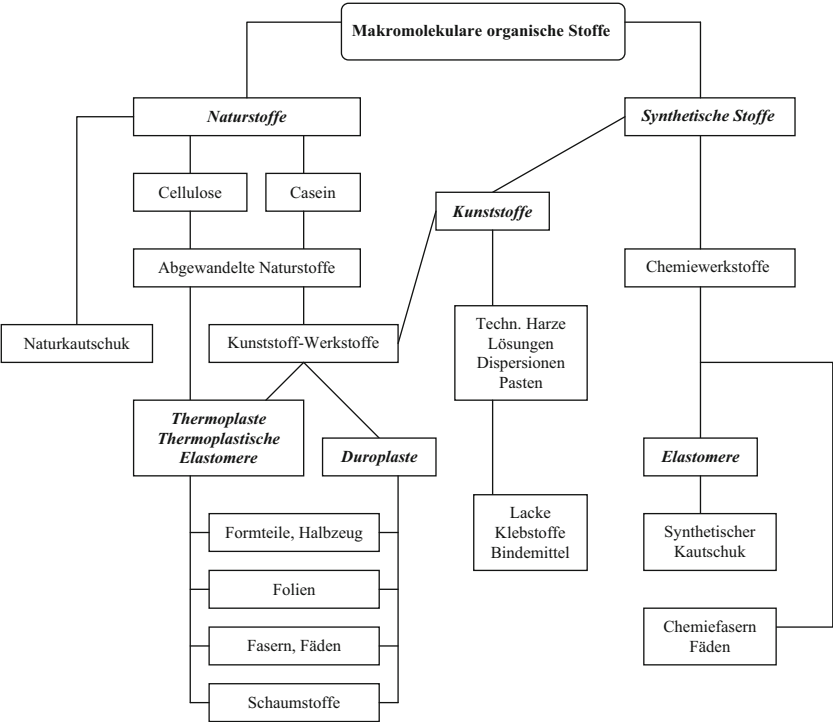


Abb. 2.1 Makromolekulare Werkstoffe

Tab. 2.1 Einteilung der Kunststoffe

Thermoplaste	Thermoplastische Elastomere	Elastomere	Duroplaste
Unvernetzt	Schwach vernetzt		Stark vernetzt
Linear bis verzweigt	Physikalisch vernetzt		Chemisch vernetzt
	Chemisch vernetzt		
Schmelzbar löslich	Schmelzbar löslich	Nicht schmelzbar	Nicht schmelzbar
		Nicht löslich	Nicht löslich
		Quellbar	Nicht quellbar
Plastisch formbar i. a. hoher E-Modul	Gummielastisch kleiner E-Modul		Nicht plastisch formbar hoher E-Modul

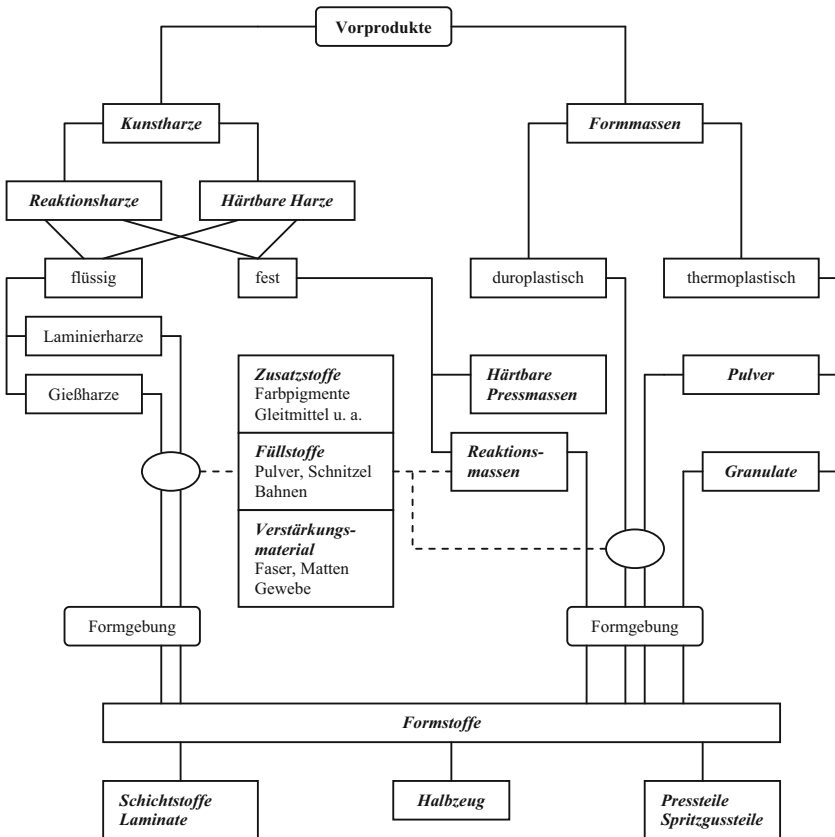


Abb. 2.2 Herstellung der Kunststoff-Werkstoffe

(z. B. Holz, Papier- oder Textilschnitzel bzw. Glasfasern) zugegeben. Durch Zugabe von *Kunsthharzen* wird der makromolekulare Endzustand der Kunststoffe erreicht (Abb. 2.2).

2.3 Normung

Kunststoffe werden durch festgelegte Buchstaben und Kurzzeichen charakterisiert. Für die Basis-Werkstoffe ist DIN EN ISO 1043 zuständig, für Kunststoff-Formteile DIN EN ISO 11469, siehe Tab. 2.2.

Tab. 2.2 Bezeichnungen für Kunststoffe

Bezeichnung		Art ^a
ABS	Acrylnitril – Butadien – Styrol	TP
AMMA	Acrylnitril – Methylmethacrylat	TP
ASA	Acrylnitril – Styrol – Acrylester	TP
CA	Celluloseacetat	TP
CAB	Celluloseacetobutyrat	TP
CAP	Celluloseacetopropionat	TP
CF	Kresol – Formaldehyd	TH
CMC	Carboxylmethylcellulose	TP
CN	Cellulosenitrat	TP
CP	Cellulosepropionat	TP
CPE	Chloriertes PE	TP
CS	Casein	TH
CSF	Casein – Formaldehyd	TH
EC	Ethylcellulose	TP
EP	Epoxid	TH
EP-GF	Glasfaserverstärkte Epoxidharze	TH
EPDM	Ethylen – Propylen – Dien – Gummi	G
EPM	Ethylen – Propylen – Gummi	G
EVA	Ethylen – Vinylacetat	TP
HDPE	PE hoher Dichte	TP
LCP	Flüssiges kristallines Polymer	TP
LDPE	PE geringer Dichte	TP
LLDPE	PE mit linear geringer Dichte	TP
MDPE	PE mittlerer Dichte	TP
MF	Melamin – Formaldehyd	TH
PA	Polyamid (Nylon)	TP
PAI	Polyamidimid	TP/TH
PAN	Polyacrylnitril	TH
PAR	Polyarylat	TP
PB	Polybuten	TP
PBI	Polybenzimidazol	TH
PBT	Polybutylenterephthalat	TP
PC	Polycarbonat	TP
PCTFE	Poly chlortrifluorethylen	TP
PCT	Polycyclohexyldimethylterephthalat	TP
PE	Ployethylen	TP

Tab. 2.2 (Fortsetzung)

Bezeichnung		Art ^a
PEEK	Polyetheretherketon	TP
PEI	Polyetherimid	TP
PEK	Polyetherketon	TP
PES	Polyethersulfon	TP
PET	Polyethylenterephthalat (Polyester)	TP
PF	Phenol – Formaldehyd	TH
PI	Polyimid	TH
PIB	Polyisobutylene	TP
PMMA	Polymethylmetacrylat	TP
POM	Polyoxymethylen, Polyacetal	TP
PP	Polypropylen	TP
PPO	Polyphenylenoxid	TP ^b
PPS	Polyphenylensulfid	TP
PS	Polystyrol	TP
PSU	Polysulfon	TP
PTFE	Polytetrafluorethylen (Teflon)	DP
PUR	Polyurethan	TP/DP
PVAC	Polyvinylacetat	TP
PVAL	Polyvinylalkohol	TP
PVB	Polyvinylbutyral	TP
PVC	Polyvinylchlorid	TP
PVCA	Polyvinylchloridacetat	TP
PVCC	chloriertes Polyvinylchlorid	TP
PVC-P	Weichmacherhaltiges PVC	TP
PVC-U	Weichmacherfreies PVC	TP
PVDC	Polyvinylidenchlorid	TP
PVDF	Polyvinylidenfluorid	TP
PVF	Polyvinylfluorid	TP
PVP	Polyvinylpyrrolidon	DP
PVFO	Polyvinylformal	TP
SAN	Styrol -Acrylnitril	TP
SB	Styrol – Butadien	TP
SI	Silicon	DP
SMA	Styrol – Maleinsäureanhydrid	TP
UHMWPE	Ultrahoch molekulares PE	TP
UF	Harnstoff – Formaldehyd	DP

Tab. 2.2 (Fortsetzung)

Bezeichnung		Art ^a
UP	Ungesättigter Polyester	DP
UP-GF	Glasfaserverstärkte Polyester	DP

^aDP Duroplast; TP Thermoplast; G Gummi

^bvorausgesetzt PS enthaltend

2.4 Eigenschaften ausgewählter Kunststoffe

Nachfolgende Tab. 2.3 listet die Eigenschaften verschiedener Kunststoffe auf.

2.5 Duroplaste

Duroplaste besitzen eine *hohe Festigkeit*, eine *hohe Oberflächenhärte* und eine *hohe Formstabilität*. Sie verspröden nicht bei großer Kälte und verformen sich nicht bei Hitze (bis 150 °C), siehe Tab. 2.4.

Polyester (ungesättigt) Produkte aus *Polyester* sind meist mit Glasfasern versehen, welche die Festigkeit bestimmen. Sie werden in folgenden Produkten verwendet:

- Dachrinnen
- Ebene und gewellte Platten: Dächer, Schutzdächer, Brüstungen, Balkentrennwände
- Außenschicht von „Sandwichplatten“
- Straßengully und Abflussrohre
- Kiele von Segelschiffen

Phenol-Formaldehyd-Kunststoffe (Phenoplaste, PF) Hell- bis dunkelbrauner Harz (Bakelit) mit Füllstoffen (z. B. Holzmehl für Steckdosen). Es ist gut zu schäumen, hat eine recht hohe Festigkeit und ist wasserfest. Kleber basierend auf diesem Harz werden bei Triplex-, Holzspan- und Flachfaserplatten verwendet. Auch in Wellplatten lieferbar, undurchsichtig und hohe Festigkeit.

Tab. 2.3 Eigenschaften einzelner Kunststoffe (alle Angaben sind Richtwerte)

Eigenschaften	VLDPE	LLDPE	LDPE	HDPE	PP	Hart PVC	Hoch- schlag- festes PVC	PVCC	Weich PVC
Dichte [kg/m ³]	900 bis 915	915 bis 935	918 bis 930	945 bis 965	900 bis 915	1.390	1.380	1.540	1.200
<i>Mechanische Eigenschaften (bei 20 °C)</i>									
Biegefestigkeit [N/mm ²]	< 10	< 15	8 bis 15	20 bis 30	40 bis 45	80 bis 110	50	90 bis 120	
Bruchdehnung [%]	600 bis 800	400 bis 800	200 bis 600	250– > 500	> 450	20 bis 50	60 bis 70	ca. 70	> 350
Druckfestigkeit [N/mm ²]			10 bis 15	22 bis 32		80	110	70 bis 80	
E-Modul [N/mm ²]	50 bis 100	90 bis 600	150 bis 1.100	700 bis 1750	1.250 bis 2.200	3.000	2.500	800	50 bis 100
Zugfestigkeit [N/mm ²]	10 bis 13	8 bis 18	9 bis 28	25 bis 34	30 bis 40	50 bis 60	23 bis 40	55 bis 65	16 bis 25
Reibungskoeff- fizient zu Stahl (trocken)	> 1,3	> 1,3	0,17 bis 1,5	0,25 bis 0,30	0,5	0,55	0,5		
<i>Thermische Eigenschaften</i>									
Aufweichung- spunkt [°C]	60 bis 70	85 bis 130	82 bis 100	120 bis 130	90	80	55 bis 75	105	50 bis 60

Tab. 2.3 (Fortsetzung)

Eigenschaften	VLDPE	LLDPE	LDPE	HDPE	PP	Hart PVC	Hoch- schlag- festes PVC	PVCC	Weich PVC
Schmelzpunkt [°C]	120 bis 130	120 bis 130	105 bis 120	125 bis 135	160 bis 165	amorph	amorph	amorph	amorph
Linearer Ausdehn- ungskoeffizient, parallel [°C ⁻¹]			200 bis 250 × 10 ⁻⁶	200 × 10 ⁻⁶	150 × 10 ⁻⁶	80 × 10 ⁻⁶	100 × 10 ⁻⁶	60 bis 80 × 10 ⁻⁶	100 × 10 ⁻⁶
Zulässige Temperatur [°C]									
- max. (unbelastet)	70	70	70	90	130	70	70	100	50
- min. (unbelastet)	- 95/ - 130	- 95/ - 130	- 20/ - 90	- 90/ - 140	- 20	- 10	- 30	- 10	0
Elektrische Eigenschaften									
Dielektrizität- skonstante ϵ_r	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	3,3	3,7 bis 3,8	3,5	> 6,5
Dielektrischer Verlustfaktor $\tan \delta$	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005	0,02 bis 0,04	0,02 bis 0,04	0,01	0,01
Durchschlag- spannung [kV/mm]	80	80	80	80	75	40	50	20	24 bis 30
Oberflächen- widerstand [Ω]	0,1 × 10 ¹⁵	0,1 × 10 ¹⁵	0,1 × 10 ¹⁵	0,1 × 10 ¹⁵	> 10 × 10 ¹²	10 × 10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	0,1 × 10 ¹²

Tab. 2.3 (Fortsetzung)

Eigenschaften	VLDPE	LLDPE	LDPE	HDPE	PP	Hart PVC	Hoch- schlag- festes PVC	PVCC	Weich PVC
Spezifischer Widerstand [$\Omega \cdot \text{m}$]	$0,1 \times 10^{21}$	$0,1 \times 10^{21}$	$0,1 \times 10^{21}$	$0,1 \times 10^{21}$	50×10^{21}	$0,5 \times 10^{18}$	10^{18}	8×10^{15}	50×10^{12}
<i>Wasseraufnahme (bei 20 °C)</i>									
- bei relativer Feuchtigkeit 50 %	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	0,2	0,2		0,2
- bei Untertauchen					1,0	3,5	3,0		
Eigenschaften	PS	ABS	PMMA gegos- sen	PMMA extru- diert	SMA	PC	POM	PET	PA6
Dichte [kg/m^3]	1.050 bis 1.150	1.040 bis 1.070	1.180	1.180	1.170	1.200	1.410	1.380	1.130
<i>mechanische Eigenschaften (bei 20 °C)</i>									
Biegefestigkeit [N/mm^2]	80	55 bis 80	140	110	45	75	110	40	30

Tab. 2.3 (Fortsetzung)

Eigenschaften	PS	ABS	PMMA gegossen	PMMA extru- diert	SMA	PC	POM	PET	PA6
Bruchdehnung [%]	15	15 bis 30	3,5	5 bis 6	3	> 110	20 bis 30	70	200
Druckfestigkeit [N/mm ²]			120	120		80	90		90
E-Modul [N/mm ²]	2.600 bis 3.200	1.800 bis 2.500	3.250	3.250	3.500	2.200	2.800 bis 3.200	2.800	1.400
Zugfestigkeit [N/mm ²]	40 bis 65	30 bis 45	75	74	50	65	25 bis 70	30 bis 45	40 bis 50
Reibungskoeffizient zu Stahl (trocken)	0,5	0,24 bis 0,45	0,54	0,54		0,55	0,25	0,5	0,3
<i>thermische Eigenschaften</i>									
Aufweichungspunkt [°C]	100	90	115	110	160	170	155	185	180
Schmelzpunkt [°C]	amorph	amorph	amorph	amorph	amorph	amorph	164 bis 175	255	220
linearer Ausdeh- nungskoeffizient, parallel [°C ⁻¹]	70×10^{-6}	$60 \text{ bis } 110 \times 10^{-6}$	80×10^{-6}	80×10^{-6}	80×10^{-6}	60×10^{-6}	130×10^{-6}	70×10^{-6}	80×10^{-6}
zulässige Temperatur [°C]									
- max. (unbelastet)	70 bis 80	85 bis 100	70	70	125	130	90 bis 140	100	140



<http://www.springer.com/978-3-658-06398-6>

Kunststoffe für Ingenieure

Ein Überblick

Schröder, B.

2014, IX, 31 S. 8 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-06398-6