

HANSER

Georg Menges, Edmund Haberstroh, Walter Michaeli, Ernst
Schmachtenberg

Menges Werkstoffkunde Kunststoffe

ISBN (Buch): 978-3-446-42762-4

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-42762-4>

sowie im Buchhandel.

TABELLE 4.6 Molekülkonfiguration, Erweichungstemperatur (Glastemperatur) T_g und Kristallit-schmelztemperatur T_m (Vollmert)

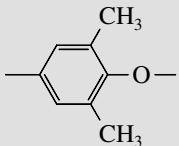
Kettenausschnitt	Polymer	T_g [°C]	T_m [°C]
$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	lineares Poly- ethylen	-125	135
$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$	isotaktisches Polypropylen	-20	170
$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}}-$	isotaktisches Polybuten	-25	135
$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}-\text{CH}_3}{\text{CH}}-$ CH_3	isotaktisches Poly- 3-methylbuten-1	50	310
$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2}{\text{CH}}-$ $\text{CH}-\text{CH}_3$ CH_3	isotaktisches Poly- 4-methylpenten-1	29	240
$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-$	syndio- taktisches Polystyrol	100	270
	Polyphenylen- ether (PPE)	-200	205
$-\text{O}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$	Polyacetaldehyd	-30	165
$-\text{O}-\text{CH}_2-$	Polyformaldehyd (Polyacetal, Polyoxymethylen)	-85	178, 198
$-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$	isotaktisches Polypropylenoxid	-75	75
$-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2\text{Cl}}{\text{C}}-\text{CH}_2-$ CH_2Cl	Poly-[2,2-bis- (chlor-methyl)- trimethylenoxid]	5	181
$-\text{CH}_2-\underset{\text{CO}_2\text{CH}_3}{\text{C}}-$ CH_3	Polymethyl- methacrylat, isotaktisch	50	160

TABELLE 4.6 Molekülkonfiguration, Erweichungstemperatur (Glastemperatur) T_g und Kristallit-schmelztemperatur T_m (Vollmert) (Fortsetzung)

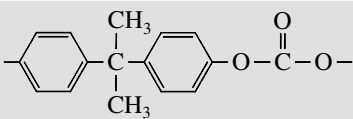
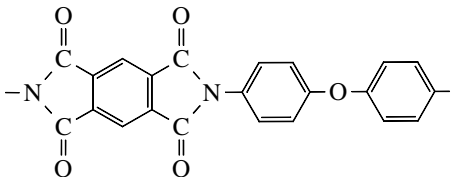
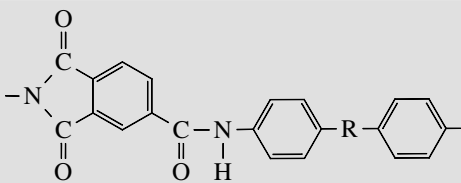
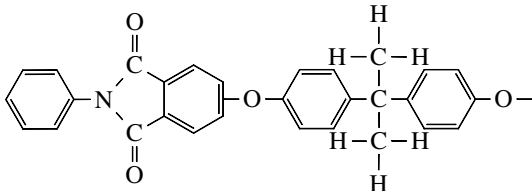
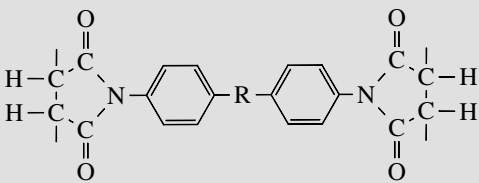
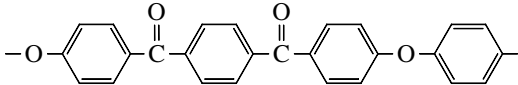
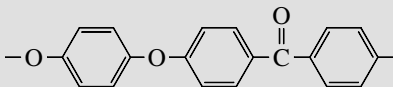
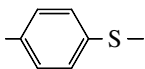
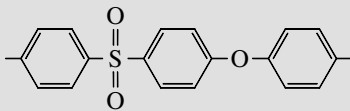
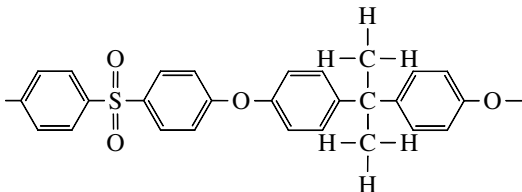
Kettenausschnitt	Polymer	T_g [°C]	T_m [°C]
$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	Polychlor-trifluorethylen	45	220
$-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$	Polytetrafluor-ethylen	-113, +127	330
$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Polyvinyliden-chlorid	-19	190
$\begin{array}{c} \text{F} \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{F} \end{array}$	Polyvinyliden-fluorid	-45	171
$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ Cl	Polyvinylchlorid, amorph kristallin	80 80	- 212
$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ F	Polyvinylfluorid	-20	200
$-\text{CO}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}_2-(\text{CH}_2)_2\text{O}-$	Polyethylen-terephthalat (linear, Polyester)	69	245
$-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4\text{CO}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6\text{NH}-$	Polyamid 66	57	265
$-\text{CO}-(\text{CH}_2)_8\text{CO}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6\text{NH}-$	Polyamid 610	50	228
$-\text{CO}-(\text{CH}_2)_5\text{NH}-$	Polycaprolactam, Polyamid 6	75	233
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 	Polycarbonat	149	267
$-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-$	Poly-(p-xylen) (Parylen R)	-	400
$\left[\begin{array}{c} \text{C} \\ // \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{C} \\ \quad \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{array} \right]_x - \left[\begin{array}{c} \text{C} \\ // \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{C} \\ \quad \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{array} \right]_y$ <p style="text-align: center;">~ 35% ~ 65%</p> <p style="text-align: center;">← PET PHB →</p>	Polyethylen-terephthalat/ p-Hydroxybenzoat-Copolymere LC-PET, Polymeres mit semiflexiblen Ketten	75	280

Tabelle 4.6 Molekülkonfiguration, Erweichungstemperatur (Glastemperatur) T_g und Kristallit-schmelztemperatur T_m (Vollmert) (Fortsetzung)

Kettenausschnitt	Polymer	T_g [°C]	T_m [°C]
	Polyimid PI	bis 400	
	Polyamidimid PAI	~260	
	Polyetherimid PEI	~215	
	Polybismaleinimid PBI	~250	
	Polyoxybenzoat POB	~290	
	Polyetheretherketon PEEK	143	335
	Polyphenylensulfid PPS	85	280
	Polyethersulfon PES	~230	
	Polysulfon PSU	~180	

Temperaturen (mit Zeit-Temperatur-Verschiebung) aus dehnungsgeregelten Zugversuchen (vgl. Bild 6.19 und 6.30) errechneten Modulwerten.

7.4.2.2 Sicherheitskoeffizienten

Es dürfen keine Sicherheitskoeffizienten benutzt werden, da dies zu – manchmal gefährlichen – Überdimensionierungen führen kann (unter Biegung sind die Dehnungen in der Zugzone umso größer, je dicker die Prüflinge sind).

7.4.2.3 Festigkeitsrechnung

kritische
Bruchenergie

Eine Berechnung der Verformung unter stoßartiger Belastung mit FEM ist anzuraten. Da es sich meist bei Stößen um eine Biegebeanspruchung handelt, berechnet man für diejenigen Randfaserelemente, die den höchsten Zugspannungen unterworfen sind, die dort entstehende Dehnenergie. Diese muss unter der kritischen Dehnenergie des Werkstoffs bleiben. Versuche an mehreren praktischen Bauteilen zeigten, dass die Rechnung mit etwa 25 % auf der sicheren Seite liegen (Dissertation *Schleede*).

Wie Bild 7.16 unten rechts zeigt, ist es die Minimal-Bruchenergie W_{\min} , die der Werkstoff zum Reißen mindestens verbraucht, (wie das Bild deutlich zeigt, benötigen alle Brüche mit langsamerer Beanspruchungsgeschwindigkeit mehr Energie). Die Minimalenergie, die somit bei Stoßbeanspruchung nicht überschritten werden darf, beträgt z. B. bei (nach *Boden*):

- PVC-U 1,3 N mm/mm³
- POM >2,6 N mm/mm³
- PMMA 1,5 N mm/mm³
- PA 6 mit 25 % Glasfasern 1,6 N mm/mm³
- PC >2,1 N mm/mm³
- PC mit 20 % Glasfasern 2,2 N mm/mm³

7.4.2.4 Praktische Stoßprüfung

Infolge Fehlens erprobter Dimensionierungsmethoden bzw. des Aufwands bei FEM hat die praktische Prüfung am Bauteil eine außerordentlich große Bedeutung. So prüft man wegen des gleichzeitig großen Gestalteinflusses meist die Schlagzähigkeit nicht an genormten Werkstoffproben, sondern am Bauteil, vor allem bei Spritzgussteilen und geblasenen Hohlkörpern, z. B. durch Fallversuche. Man entnimmt hierzu einige Stichproben aus den in größeren Stückzahlen gefertigten Teilen, die zerstörend geprüft werden. Da es sehr schwer ist, die Verformungszustände solcher Bauteile unter Berücksichtigung der bei der Fertigung eingefrorenen Deformationen und Orientierungen vorauszusagen, ist die Fallprüfung eine der wichtigsten Prüfungen für die Produktionskontrolle.

Eine weiter weit verbreitete Methode ist auch der Fallbolzenversuch, wie ihn Bild 7.17 zeigt.

Eine sehr praktische und einfache Methode ist auch der Durchstoßversuch, bei welchem ein Bolzen in die Zugprüfmaschine eingespannt wird. Der Bolzen wird mit einer geeigneten Geschwindigkeit auf den rund um den erwarteten Einstich gut aufliegenden Prüfling eingedrückt.