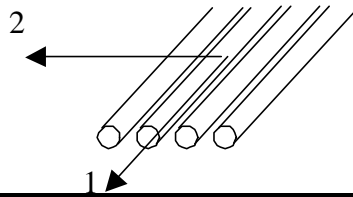


Vorlesung Kunststofftechnik

1 Einführung	2
1.1 Kriterien für den Einsatz von Faserverbundwerkstoffen (FVW)	2
1.2 Faserverstärkung	2
1.3 Herstellung der Verstärkungsfasern	2
1.4 Auswahl der Faser	3
2 Faserausrichtungen	4
2.1 Materialeigenschaften und Kennwerte	4
2.2 Verarbeitung von Prepregs im Autoklaven	4
2.3 3-Punkt-Biegeversuch	5
2.4 Rissausbildung	6
2.5 Beispiel: Berechnung eines zylindrischen Tanks	6
3 Aufbau der Laminat	8
3.1 Regeln zum Aufbau von Laminaten aus DU-Schichten	8
4 Verarbeitungsverfahren	9
4.1 Faserverstärkte Thermoplaste	9
4.2 Faserverstärkte Duroplaste	9
4.2.1 RTM (<i>Resin Transfer Moulding</i>)	9
4.2.2 <i>Vakuuminjektionsverfahren</i>	11
4.2.3 <i>Prepregverfahren im Autoklaven</i>	12
4.3 Vergleich der Herstellungsverfahren	13
4.4 Einsatzpotentiale für FVK gegenüber Stahl/ Alu	13
4.5 Kohlestofffaserverstärkte Thermoplaste	14
5 Werkstoffe mit orthotropen Eigenschaften (mit Matrizenrechnung)	15
6 Kennwerte der unidirektional verstärkten Einzelschicht	20
6.1 Einfluss von Schlagbeanspruchungen auf die mechanischen Eigenschaften	21
7 Elastomere	22

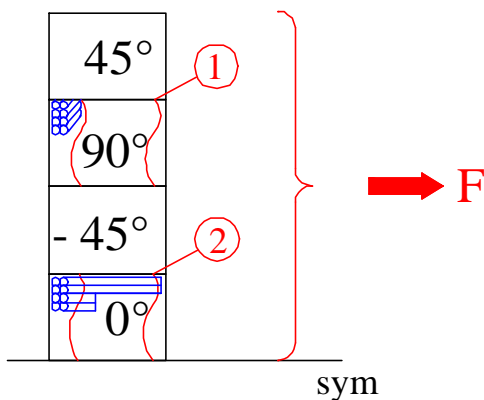
6 Kennwerte der unidirektional verstärkten Einzelschichten



	CFK (steife Struktur) Faservolumengehalt $\phi = 60\%$ Dichte $1,6 \text{ kg/cm}^3$	GFK (elastische Struktur) Faservolumengehalt $\phi = 60\%$ Dichte $1,8 \text{ kg/cm}^3$
$\sigma_{1\text{Bruch}}$ [MPa]	2200	1000
E_{11} [MPa]	160000	40000
$\epsilon_{1\text{Bruch}}$ [%]	1,4	2,5
$\sigma_{2\text{Bruch}}$ [MPa]	60	31
E_{22} [MPa]	8700	8000
$\epsilon_{2\text{Bruch}}$ [%]	0,6	0,75
$\tau_{12\text{Bruch}}$ [MPa]	100	100
G_{12} [MPa]	4800	4000
ν_{12} [%]	> 10	10
$\sigma_{x\text{Bruch}}$ [MPa] quasiisotrop	600	300
E_x [MPa] quasiisotrop	60000	20000
$\epsilon_{x\text{Bruch}}$ [%] quasiisotrop	1	1,5
G_{xy} [MPa] quasiisotrop	30000	10000

Vergleichsstoffe

	Reines Epoxydharz	Kohlenstofffaser	Aluminium	Stahl
σ_{Bruch} [MPa]	30	3000	250	370 – 800
E [MPa]	3000	200000	70000	210000
ϵ_{Bruch} [%]	10	2		
Dichte ρ [kg/cm^3]			2,7	7,8



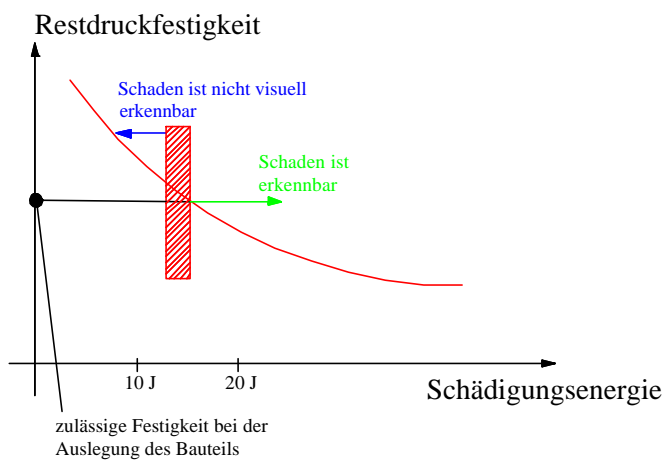
- 1.) Schädigung: Ab ca. 0,6 % Dehnung treten Querrisse in der 90° Lage auf
- 2.) Schädigung: Bruch des Laminats ab einer Dehnung von ca. 1,4 %
45° und - 45° Lagen halten Aufgrund der max. Dehnung bis zu 10% der Belastung stand.

6.1 Einfluss von Schlagbeanspruchungen auf die mechanischen Eigenschaften

Art der Schädigung:

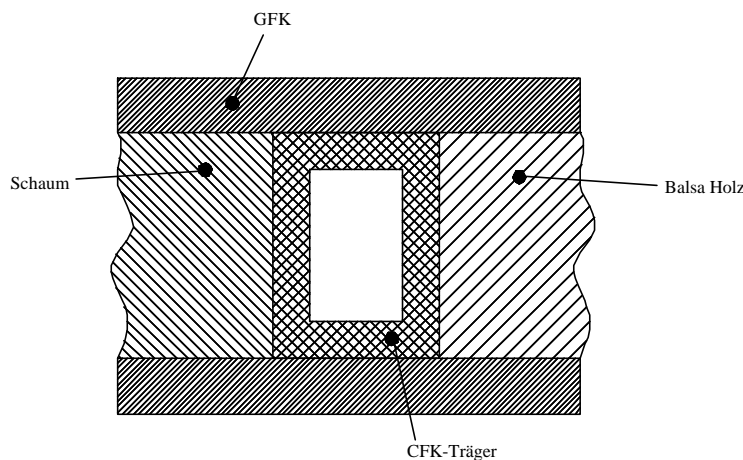
1. Delamination (im inneren, außen kaum erkennbar)
2. Faserbruch bei höheren Schädigungsenergien

- ➔ Bestimmung der verminderten mechanischen Eigenschaften im Druckversuch
- ➔ Bestimmung der Schädigungsenergie, die zu Schäden führt, die visuell entdeckt werden können ➔ Reparatur und



Einsatz von nicht zerstörenden Prüfverfahren zur Detektion von Schäden im Werkstoff

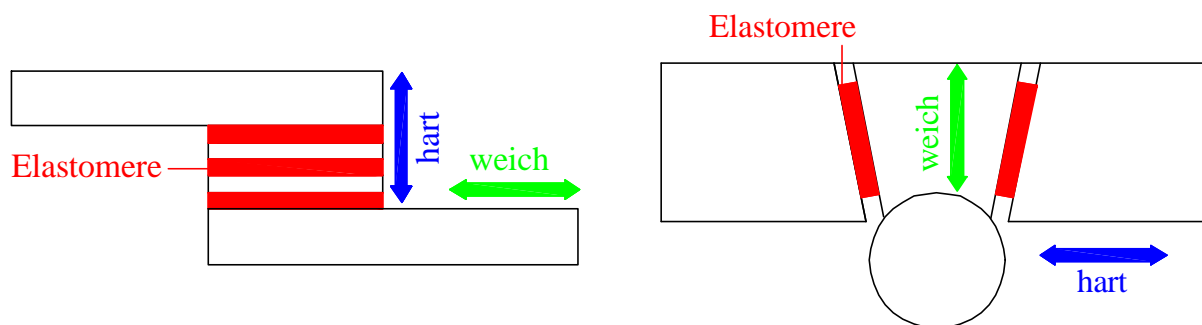
- ➔ Ultraschall
- ➔ Thermographie
- ➔ Shearographie



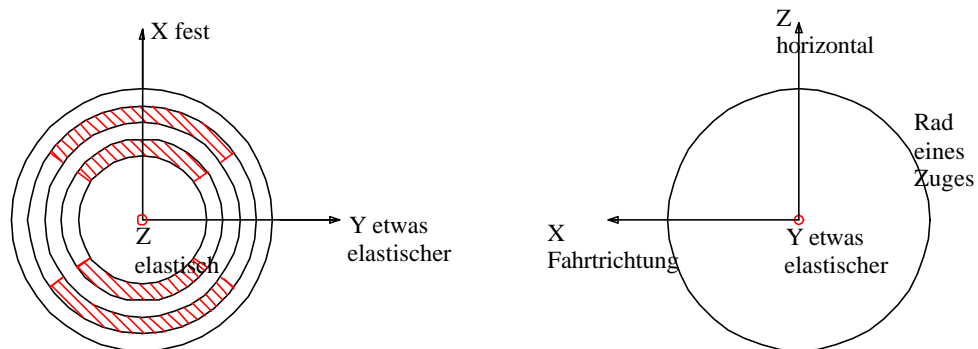
7 Elastomere

Eigenschaften:

4. hohe Elastizität
5. Festigkeit von Naturkautschuk deutlich höher als von synthetischen Kautschuk
6. Elastomere sind weitestgehend inkompressibel, d.h. Querdehnzahl $\nu = 0,5$



Torsionsweiches Lager



Elastomere haben nichtlinear viskoelastisches Materialverhalten, d.h.:

Statischer Fall: $E = E(t, \sigma, T)$

Dynamischer Fall: $\tan \delta = \tan \delta(\omega, \sigma, T)$

