

**Fakultät für Maschinenbau**

Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung

FB Polymer- und Grenzflächenchemie

Messprotokoll

Bearbeiter	Hase, Katja (HA 34823)
Messgerät	HAAKE MARS III
letzte Kalibrierung	09.07.2014
Temperiergerät	CTC (MARS III)
Kühlmedium	Druckluft
Messgeometrie	Platte-Platte-Geometrie, 20 mm, Stahl
Trägheitsmoment	9,407e-07 kg m ²
Messspalt	1,000 mm
Messtemperatur	200,00 °C ± 0,50 °C 210,00 °C ± 0,50 °C 220,00 °C ± 0,50 °C
Elementdefinitionen	<ul style="list-style-type: none">- Messgeometrie vorwärmen zur exakten Nullpunktsbestimmung- Probe einfüllen, Messspalt schließen- Temperaturgleichgewicht der Probe im Messspalt <p>1) kontinuierliche lineare Rotationsrampe modular im CR-Modus: $\dot{\gamma} = 0,01000 \text{ 1/s} - 0,1000 \text{ 1/s}; t \text{ 600,00 s}$ $\dot{\gamma} = 0,1000 \text{ 1/s} - 10,00 \text{ 1/s}; t \text{ 60,00 s}$ $\dot{\gamma} = 10,00 \text{ 1/s} - 80,00 \text{ 1/s}; t \text{ 6,00 s}$</p> <p>2) Frequenztest Oszillation: CD-Modus; $\gamma_{LVEB} = 0,0004$ -; $f = 100,00 - 0,01592 \text{ Hz}$</p>
Probe	PLA+LGF30 (Granulat)
Dateien	PLA-LGF30_Atest_200°C.rwd PLA-LGF30_ftest_200°C_3.rwd PLA-LGF30_ftest_210°C.rwd PLA-LGF30_ftest_220°C.rwd PLA-LGF30_Rot_200°C.rwd PLA-LGF30_Rot_210°C.rwd PLA-LGF30_Rot_220°C.rwd
Auswertung	Fließ- und Viskositätskurve aus Rotationsversuch Verlauf Verlust- und Speichermodul aus Oszillationsversuch

Auswerteprotokoll / Ergebnisse

- jeweils nur Einfachbestimmungen ausgeführt

1) Rotationsversuche

- in Abbildung 1 sind die Fließ und Viskositätskurven des langglasfaserverstärkten PLA's dargestellt

- Granulat wurde parallel auf der Messplatte platziert, aber aufgrund der Faserorientierung im Messspalt während der Rotation sind keine glatten Viskositätskurven zu messen

- eine genaue Interpretation ist nicht möglich, aufgrund der Interaktion der Fasern

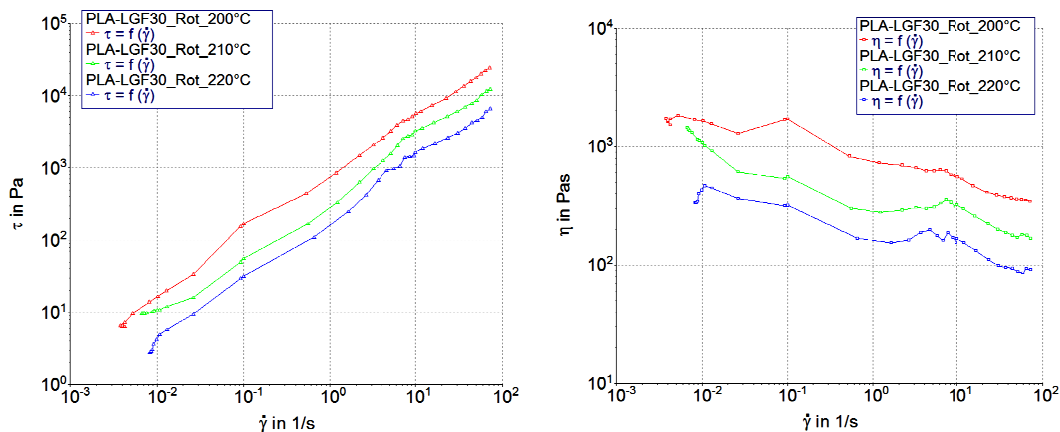


Abb. 1: Fließ- und Viskositätskurve PLA + LGF30 in Abhängigkeit von der Messtemperatur.

2) Oszillationsversuche

- vor jedem Frequenztest wird ein Amplitudentest zur Bestimmung des linear-viskoelastischen Bereiches durchgeführt (Abb. 2)

- bei langglasfaserverstärktem PLA ist dieser sehr klein $\rightarrow \gamma_{LVEB} = 0,0004$

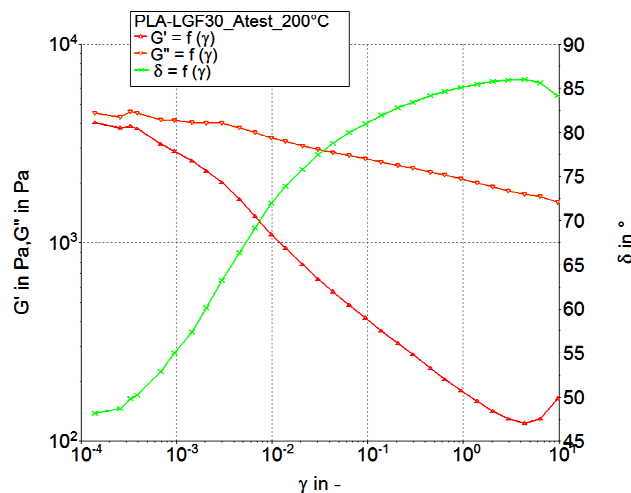


Abb. 2: Amplitudentest des LGF-verstärkten PLA's bei 200 °C.

Fakultät für Maschinenbau

Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung

FB Polymer- und Grenzflächenchemie

- bei einer Messtemperatur von 200 °C ist das Speichermodul G' kleiner als das Verlustmodul G'' , das heißt die Probe verhält sich viskos, ist also fließfähig
- die Ergebnisse der Frequenztests sind in Abbildung 3 dargestellt

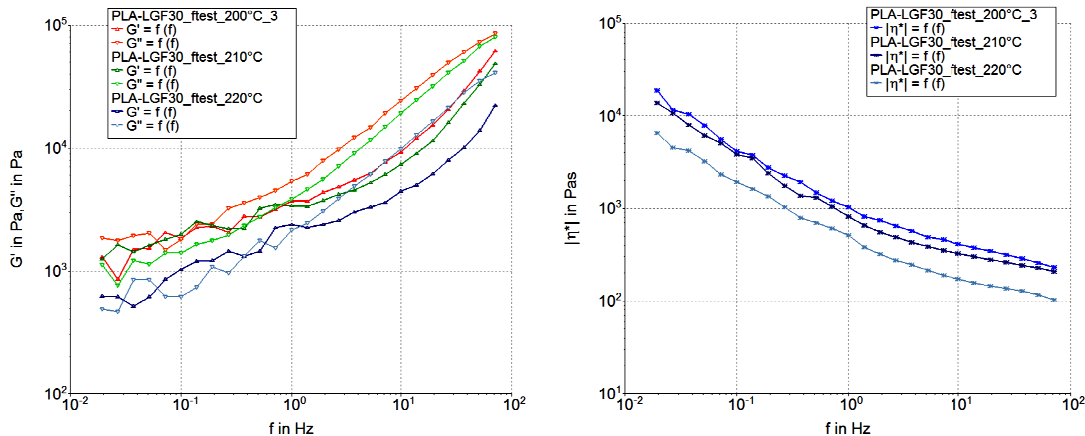


Abb. 3: Ergebnisse der Frequenztests von PLA – LGF30 in Abhängigkeit von der Messtemperatur.

- bei höheren Frequenzen (ab $f = 1$ Hz) ist Material fließfähig ($G' < G''$)
- bei kleinen Frequenzen ist die Faser-Faser- und Faser-Matrix-Interaktion dadurch erkennbar, dass das Material ständig zwischen viskosem und elastischem Verhalten wechselt → mehrere Schnittpunkte $G' = G''$ (Cross-Over-Punkt → COP, s. Tab. 1)
- dieses Verhalten ist bei kleiner Messtemperatur ausgeprägter als bei hoher

Tab. 1: Zusammenstellung der COP in Abhängigkeit von der Messtemperatur.

T [°C]	$G' = G''$ [Pa]	f [Hz]	τ [Pa]	$ \eta^* $ [Pas]
200	2315	1,211	1,248	430,3
	1700	0,5848	0,6466	654,1
	1310	0,3730	0,6098	790,8
	732,1	0,0617	0,4232	2672
	590,3	0,0307	0,3432	4327
210	3452	0,8180	1,681	949,9
	2448	0,4086	1,354	1349
	2210	0,3399	1,307	1464
220	1984	0,1120	1,214	3987
	1773	0,0613	1,176	6507

- Viskosität fällt mit steigender Messtemperatur, wobei ab dem ersten COP (unter $f = 1$ Hz) die Angabe der Viskosität nicht mehr sinnvoll ist (Probe zeigt kein eindeutiges viskoses Verhalten mehr)
- PLA-LGF30 zeigt ein nichtlineares viskoelastisches Fließverhalten