

## **Nicht-newtonsche Testflüssigkeiten**

Die PTB bietet zwei nicht-newtonsche Testflüssigkeiten mit guter Langzeitstabilität an. Die Flüssigkeit NNTF1, eine Lösung eines Polystyrol-Polyisopren Copolymers in einem niedrigviskosen Kohlenwasserstoff-Öl, zeigt eine Fließgrenze, die Flüssigkeit NNTF2, eine wässrige Lösung eines Copolymer aus Diallyldimethylammoniumchlorid und Acrylamid, zeigt strukturviskoses Verhalten.

Diese Testflüssigkeiten sind zur Überprüfung von Rotationsviskosimetern geeignet, insbesondere zur experimentellen Kontrolle des Unsicherheitsbudgets.

Die Kalibrierung von Rotationsviskosimetern sollte nach DIN 53019 Teil 2 mit newtonschen Referenzflüssigkeiten erfolgen.

Weitere Informationen und Richtwerte entnehmen Sie bitte den folgenden Seiten.

## Charakterisierung der nicht-newtonschen Testflüssigkeit NNTF1

Die Messungen wurden mit Rotationsviskosimetern durchgeführt, die nach DIN 53019-2 kalibriert sind. Alle Angaben beziehen sich auf den stationären Gleichgewichtszustand.

Im Schergeschwindigkeitsbereich  $1 \text{ s}^{-1} \leq \dot{\gamma} \leq 10 \text{ s}^{-1}$  wird die Fließkurve durch ein Bingham-Fließgesetz

$$\tau = 10,7 \text{ Pa} + 0,053 \text{ Pa}\cdot\text{s} \dot{\gamma}$$

beschrieben. Für die durch Extrapolation auf  $\dot{\gamma} = 0 \text{ s}^{-1}$  ermittelte Fließgrenze beträgt die Messunsicherheit ( $k = 2$ ) 2,3 Pa.

Im Schergeschwindigkeitsbereich  $10 \text{ s}^{-1} \leq \dot{\gamma} \leq 600 \text{ s}^{-1}$  folgt die in der nicht-newtonschen Testflüssigkeit der Viskosität bei 20,0 °C übertragene Schubspannung  $\tau$  einem Fließgesetz vom Ostwald-de-Waele-Typ entsprechend der Zahlenwertgleichung ( $\tau$  in Pa,  $\dot{\gamma}$  in  $\text{s}^{-1}$ ) (siehe Abb. 1):

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n \text{ mit } K = 3,6419 \text{ und } n = 0,4882.$$

Die relativen Messunsicherheiten ( $k = 2$ ) für diese Fließkurve  $\tau(\dot{\gamma})$  sowie für die Beschreibung des Fließgesetzes durch die Umkehrfunktion  $\dot{\gamma}(\tau)$  sind den Tabellen 1a und 1b zu entnehmen.

Der Temperatur-Viskositätskoeffizient nach DIN 53017:1993 bei 20 °C beträgt  $0,01 \text{ K}^{-1}$ .

Bei der Probe handelt es sich um eine Lösung von 6 Masseprozent eines Polystyrol-Polyisopren Copolymers in einem niedrigviskosen Kohlenwasserstoff-Öl. Die Flasche ist bei Temperaturen bis maximal 30 °C und dunkel aufzubewahren. Sie ist nur zur Probenahme zu öffnen und anschließend sogleich zu verschließen. Die Zeit vom Einbringen der Probe bis zum Ende der Messung sollte 20 Minuten nicht überschreiten, da flüchtige Bestandteile aus der Probe verdunsten können.

Der Kalibrierschein gilt bis zu sechs Monate nach dem Kalibrierdatum der Probe, sofern die Flasche bis dahin nicht geöffnet wurde.

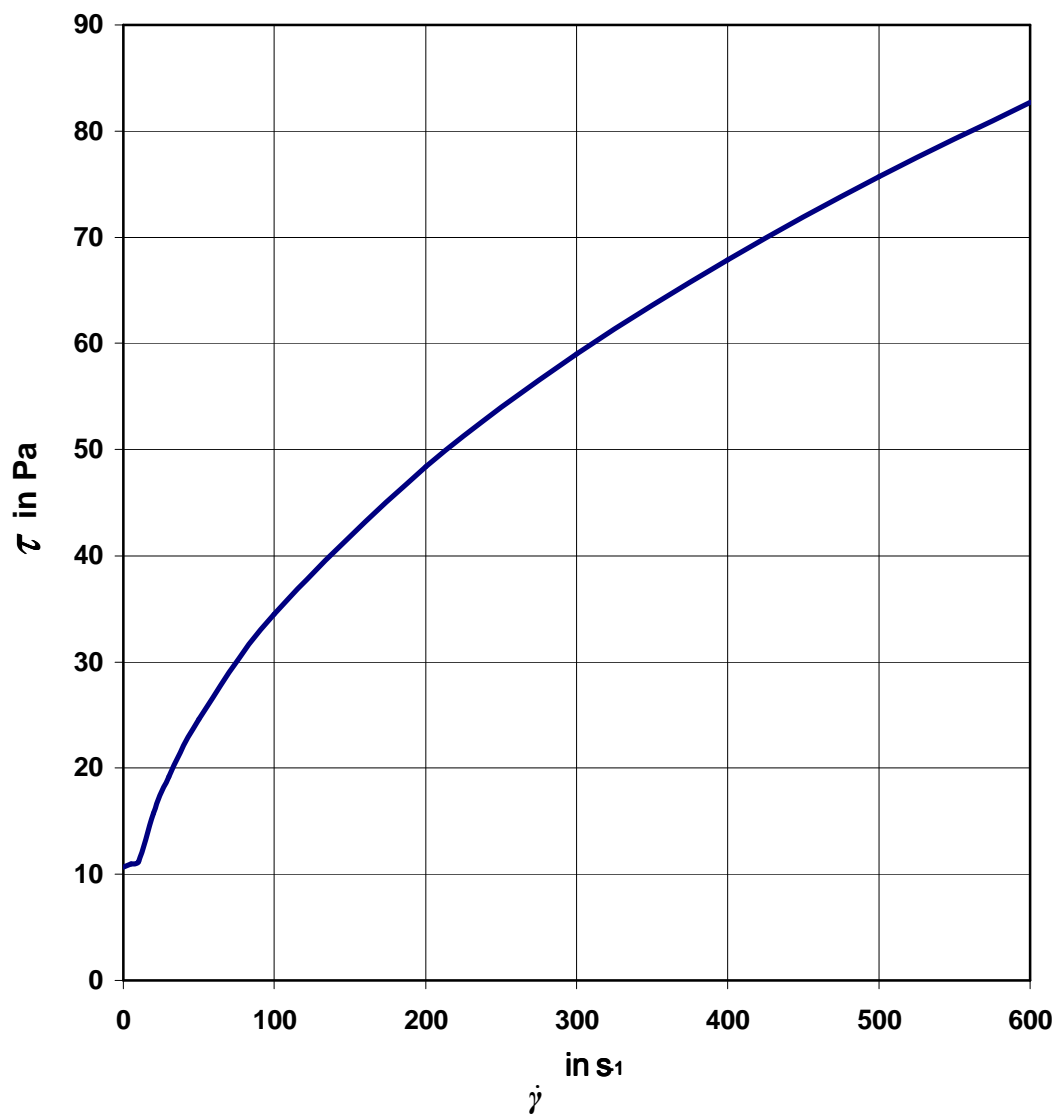


Abb. 1: Typische Fließkurve von NNTF1

Tabelle 1a:  $\tau(\dot{\gamma})$  für NNTF1

Schergeschwindigkeit $\dot{\gamma}$ [1/s]	Schubspannung $\tau(\dot{\gamma})$ [Pa]	rel. Messunsicherheit ( $k = 2$ ) der Fließkurve $\tau(\dot{\gamma})$ [%]
20	15,72	4,5
30	19,16	4,0
50	24,59	3,7
100	34,49	3,5
200	48,38	3,5
300	58,97	3,5
400	67,87	3,5
500	75,68	3,4
600	82,72	3,4

Tabelle 1b:  $\dot{\gamma}(\tau)$  für NNTF1

Schubspannung $\tau$ [Pa]	Schergeschwindigkeit $\dot{\gamma}(\tau)$ [1/s]	rel. Messunsicherheit ( $k = 2$ ) der Fließkurve $\dot{\gamma}(\tau)$ [%]
16	20,73	9,2
20	32,75	8,2
30	75,14	7,3
40	135,45	7,1
50	213,93	7,1
60	310,79	7,1
70	426,19	7,1
80	560,26	7,1
82	589,32	7,0

## Charakterisierung der nicht-newtonschen Testflüssigkeit NNTF2

Die Messungen wurden mit Rotationsviskosimetern durchgeführt, die nach DIN 53019-2 kalibriert sind. Alle Angaben beziehen sich auf den stationären Gleichgewichtszustand.

Im Schergeschwindigkeitsbereich  $0 \text{ s}^{-1} \leq \dot{\gamma} \leq 600 \text{ s}^{-1}$  folgt die in der nicht-newtonschen Testflüssigkeit der Viskosität bei  $20,0 \text{ °C}$  übertragene Schubspannung  $\tau$  einem Fließgesetz vom Ostwald-de-Waele-Typ entsprechend der Zahlenwertgleichung ( $\tau$  in Pa,  $\dot{\gamma}$  in  $\text{s}^{-1}$ ) (siehe Abb. 2):

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n \text{ mit } K = 16,725 \text{ und } n = 0,3392.$$

Die relative Messunsicherheiten ( $k=2$ ) für diese Fließkurve  $\tau(\dot{\gamma})$  sowie für die Beschreibung des Fließgesetzes durch die Umkehrfunktion  $\dot{\gamma}(\tau)$  sind den Tabellen 2a und 2b zu entnehmen.

Der Temperatur-Viskositäts-Koeffizient der Lösung beträgt bei  $20 \text{ °C}$   $0,005 \text{ K}^{-1}$  (nach DIN 53017:1993).

Bei der Probe handelt es sich um eine 8-prozentige wässrige Lösung eines Copolymer aus Diallyldimethylammoniumchlorid und Acrylamid. Die Flasche ist bei Temperaturen bis maximal  $25 \text{ °C}$  und dunkel aufzubewahren. Sie ist nur zur Probenahme zu öffnen und anschließend sogleich zu verschließen. Die Zeit vom Einbringen der Probe in das Gerät bis zum Ende der Messung sollte 15 Minuten nicht überschreiten, da Wasser aus der Probe verdunsten kann. Wenn möglich, sollte mit einer Verdunstungsfalle gearbeitet werden.

Der Kalibrierschein gilt bis zu sechs Monate nach dem Kalibrierdatum der Probe, sofern die Flasche bis dahin nicht geöffnet wurde.

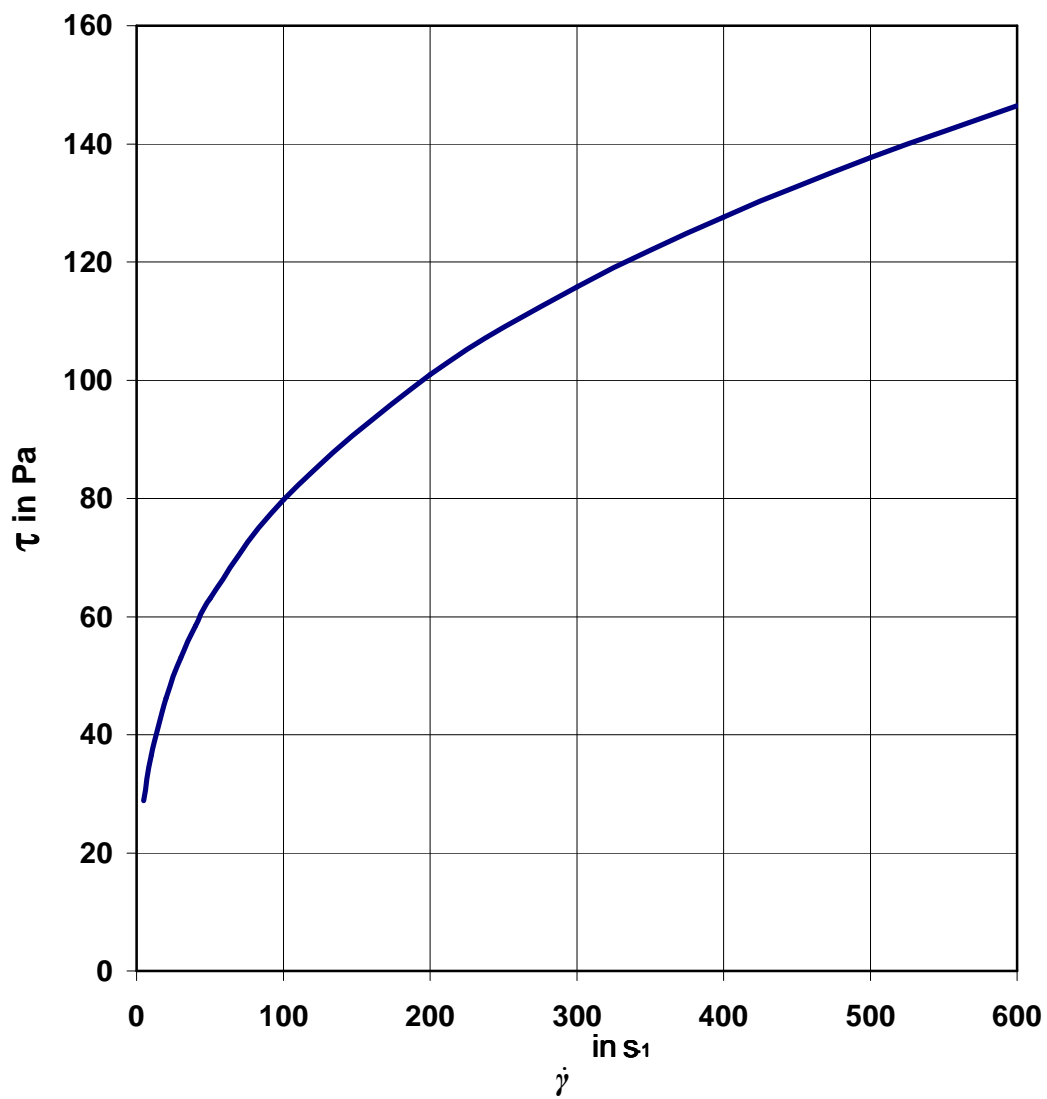


Abb. 2 : Typische Fließkurve von NNTF2

Tabelle 2a:  $\tau(\dot{\gamma})$  für NNTF2

Schergeschwindigkeit $\dot{\gamma}$ [1/s]	Schubspannung $\tau(\dot{\gamma})$ [Pa]	rel. Messunsicherheit ( $k = 2$ ) der Fließkurve $\tau(\dot{\gamma})$ (%)
5	28,87	5,2
10	36,52	4,8
20	46,20	4,3
30	53,02	4,0
40	58,45	3,9
50	63,05	3,8
100	79,76	3,4
200	100,90	3,4
300	115,77	3,4
400	127,64	3,4
500	137,68	3,4
600	146,46	3,4

Tabelle 2b:  $\dot{\gamma}(\tau)$  für NNTF2

Schubspannung $\tau$ [Pa]	Schergeschwindigkeit $\dot{\gamma}(\tau)$ [1/s]	rel. Messunsicherheit ( $k = 2$ ) der Fließkurve $\dot{\gamma}(\tau)$ (%)
30	5,599	15
40	13,075	14
50	25,243	12
60	43,209	11
70	68,067	11
80	100,90	10
90	142,79	10
100	194,81	10
110	258,01	10
120	333,46	10
130	422,20	10
140	525,30	10

Anfragen richten Sie bitte an:

**Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Arbeitsgruppe 3.32 „Flüssigkeitseigenschaften“  
Postfach 33 45  
38023 Braunschweig**

**Telefon: 0531 592-3320 (Dr. Henning Wolf)  
Telefax: 0531 592-693320 oder 0531 592-3305  
E-Mail: [Henning.Wolf@PTB.DE](mailto:Henning.Wolf@PTB.DE)**

Die Auslieferung der Proben erfolgt in der Regel innerhalb von 4 Wochen nach Eingang der Bestellung.

Die Kosten werden nach der Kostenverordnung für Nutzleistungen der PTB erhoben und entsprechend dem Arbeitsaufwand berechnet, der für die Kalibrierung, die Bereitstellung und die Abgabe der Testflüssigkeiten notwendig ist. Es wird keine Mehrwertsteuer erhoben.

Eine Probe (100 ml) kostet etwa 350 €. Es wird eine zusätzliche Versandkostenpauschale erhoben. Diese beträgt für die erste Flüssigkeit 10 € bei Versendung innerhalb Deutschlands, 25 € bei Versendung innerhalb der EU, 40 € sonst, für jede weitere Flüssigkeit erhöht sich die Pauschale um 5 €. Auf Wunsch des Auftraggebers kann die Versendung auch unfrei mit dem vom Auftraggeber gewünschten Paketdienst erfolgen.