

Anhang

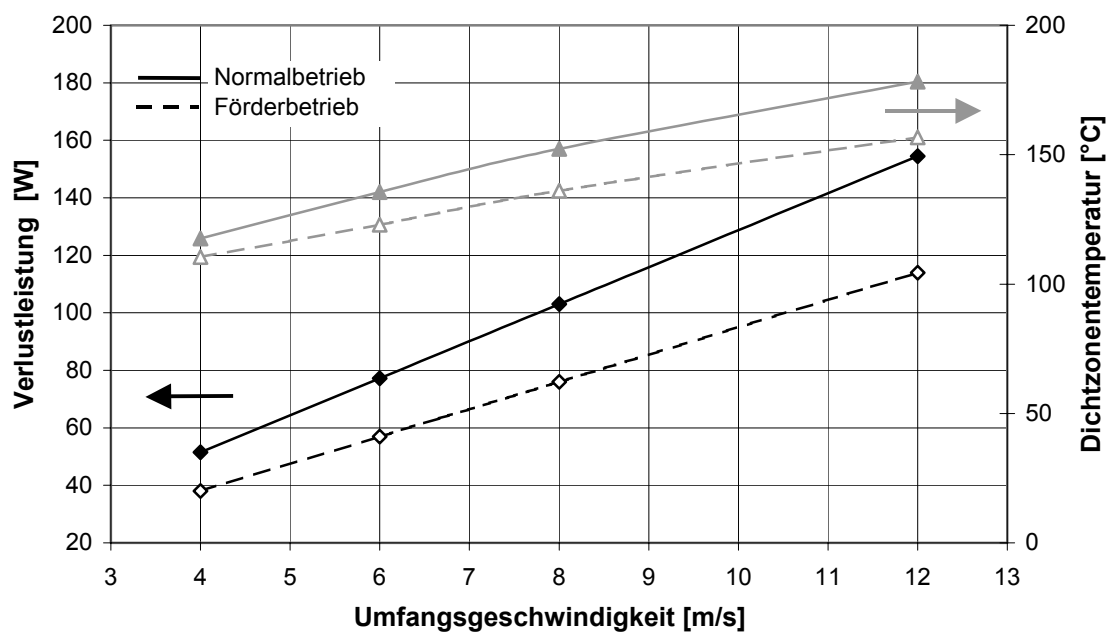


Bild A 1: RWDR-Verlustleistung und Dichtzonentemperatur in Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit (S. 34)

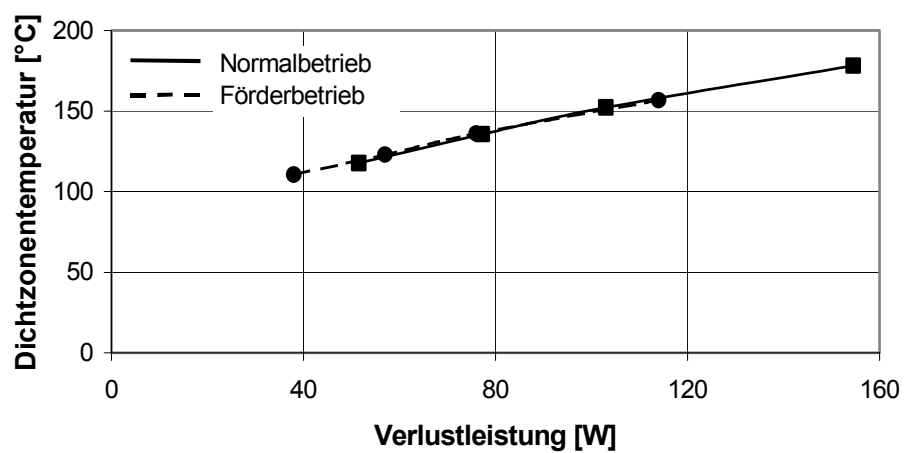


Bild A 2: RWDR-Verlustleistung im Normal- und Förderbetrieb (S. 34)

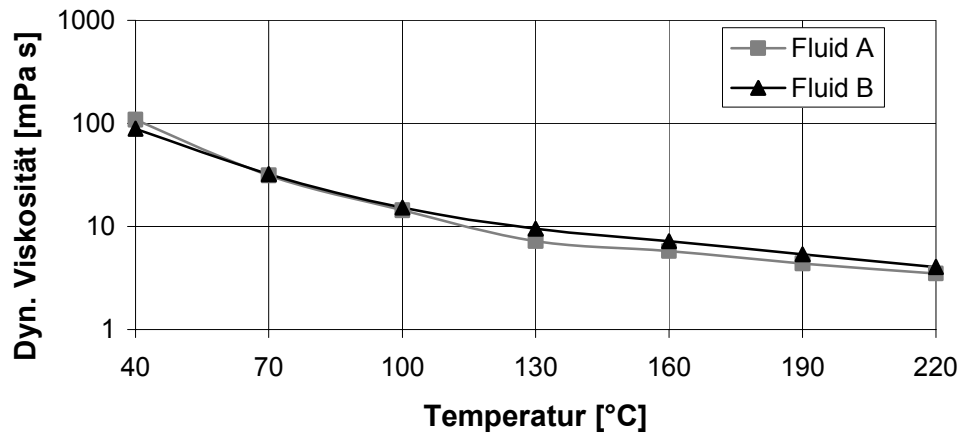


Bild A 3: Viskosität/Temperatur-Abhängigkeit der Testfluide (S. 42)

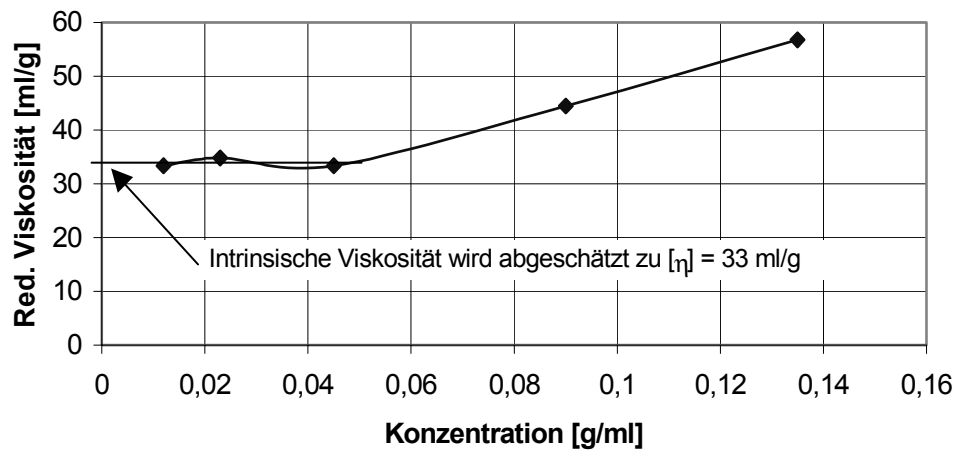


Bild A 4: Abschätzung der intrinsischen Viskosität (S. 53)

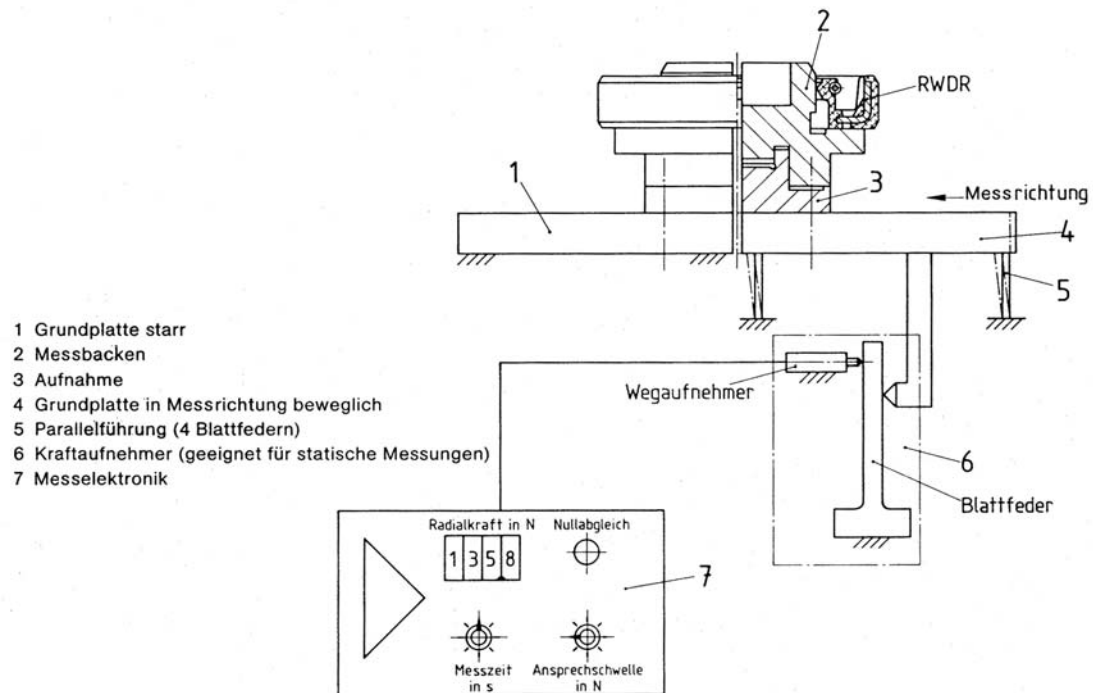


Bild A 5: Radialkraftmessgerät nach [DIN3761T1] (S. 7 u. 87)

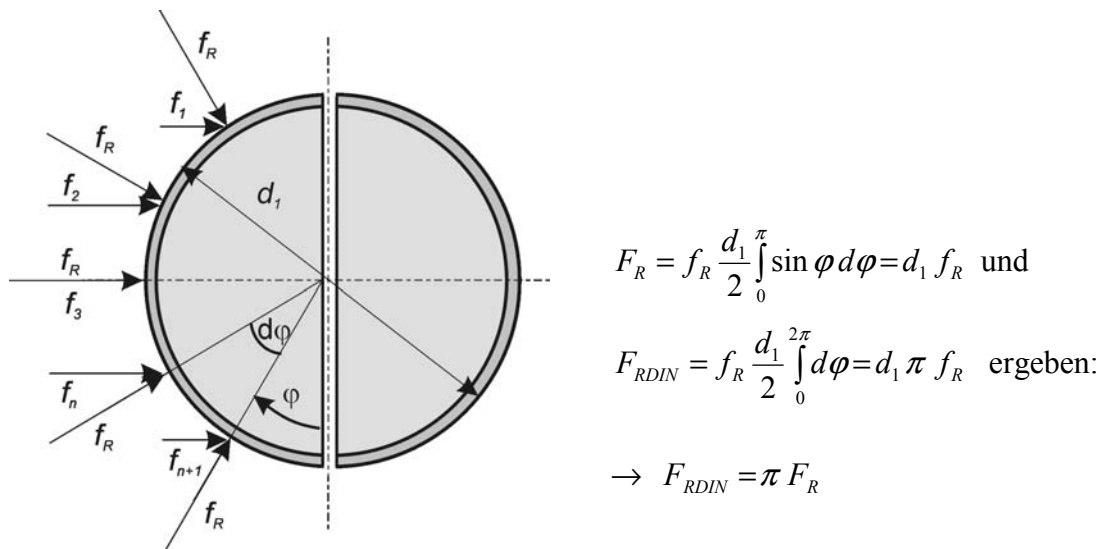


Bild A 6: Linienkräfte am Messdorn (S. 87) Integration am Messbackenumfang zur Ermittlung der Radialkraft F_{RDIN}

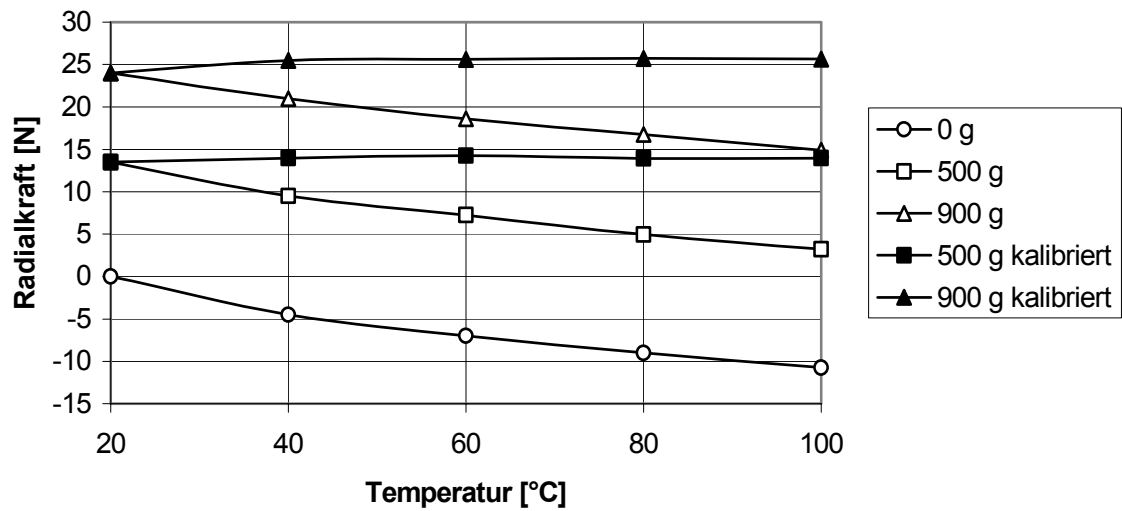


Bild A 7: Kalibrierungskurven des Radialkraftmessgerätes bei verschiedenen statischen Belastungen (0 g, 500 g, 900 g) und Temperaturen (S. 88)

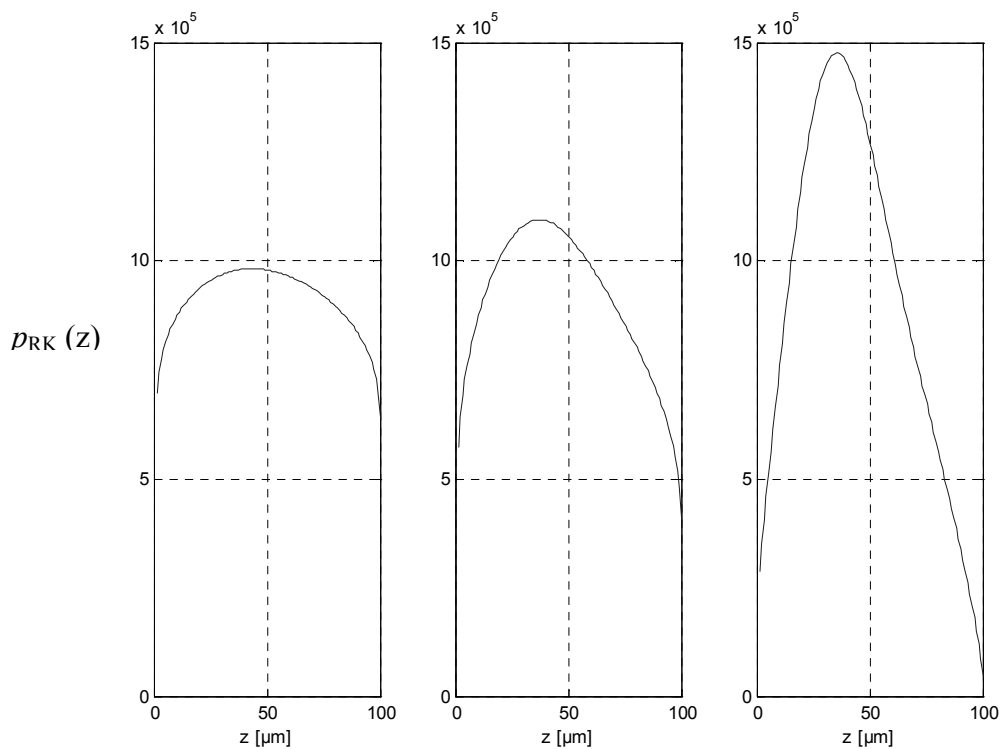


Bild A 8: Modellierte Pressungsverteilungen für eine Dichtzonenbreite von $100 \mu\text{m}$
 $p_{RK_100_min} = 10^6 \text{ Pa}$, $p_{RK_100_max} = 1,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ (S. 94)

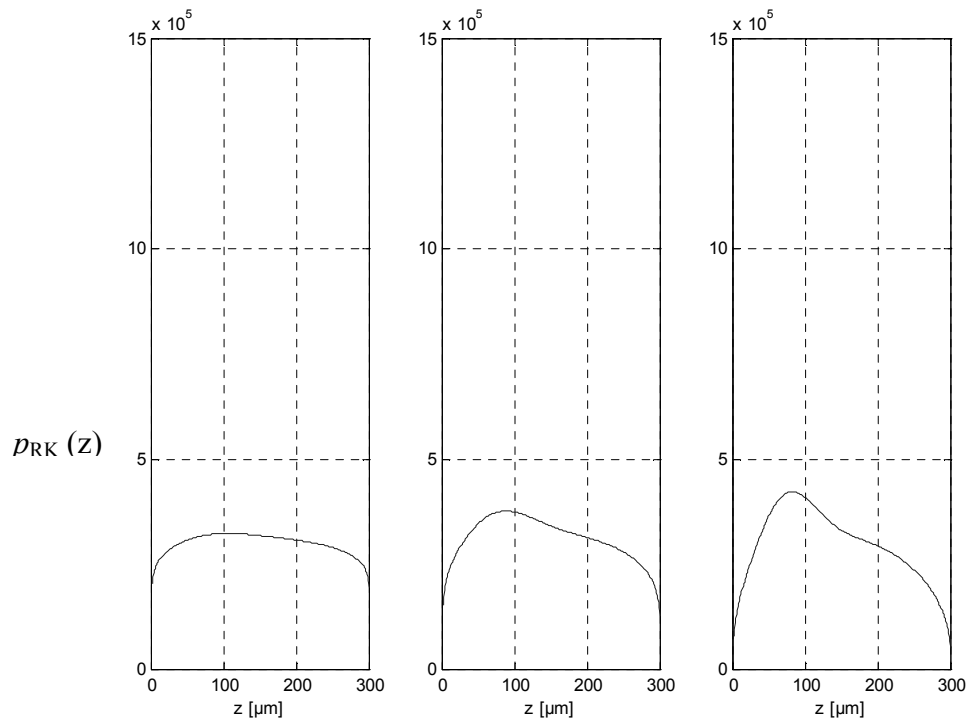


Bild A 9: Modellierte Pressungsverteilungen für eine Dichtzonenbreite von $300 \mu\text{m}$
 $p_{RK_300_min} = 0,3 \cdot 10^6 \text{ Pa}$, $p_{RK_300_max} = 0,4 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ (S. 94)

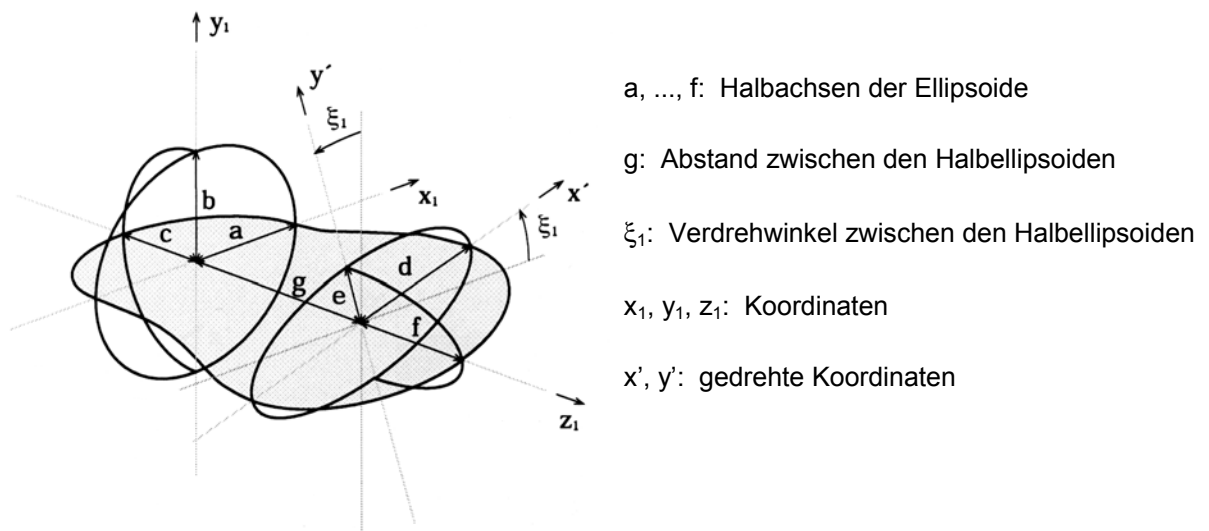


Bild A 10: Modellierung eines deformierbaren Körpers (2 Halbellipsoide mit einer Freiformfläche verbunden) in einer Strömung mit Scherratengradient (S. 126)

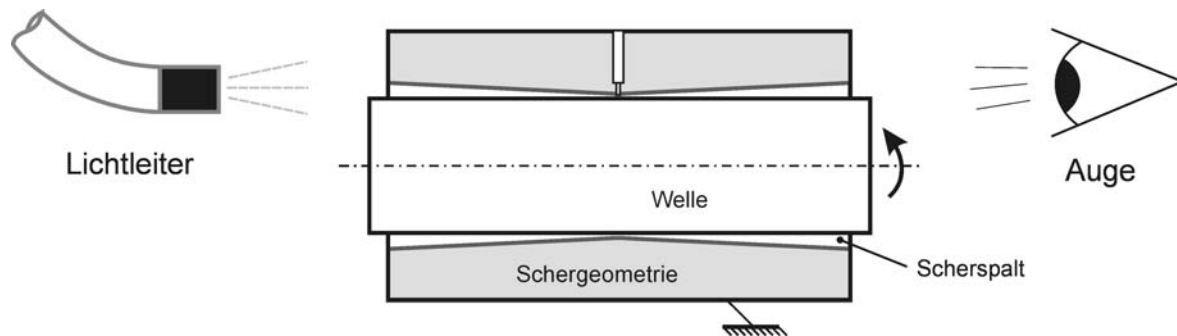


Bild A 11: Optische Scherspalteneinstellung an vier Umfangspositionen (Spaltmaß 0,05 mm) zur Kalibrierung des Versuchsaufbaus (S. 133)

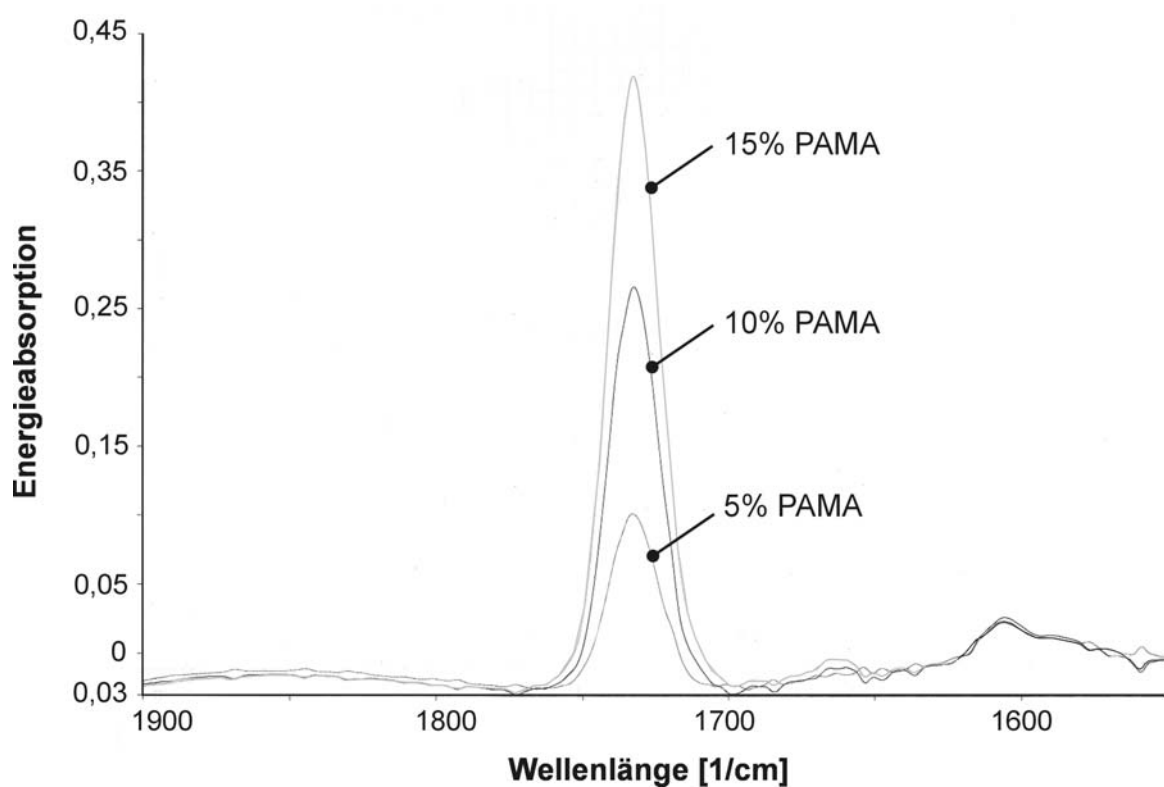


Bild A 12: IR-Messergebnis für 5;10 und 15% PAMA-Anteil (S. 134)

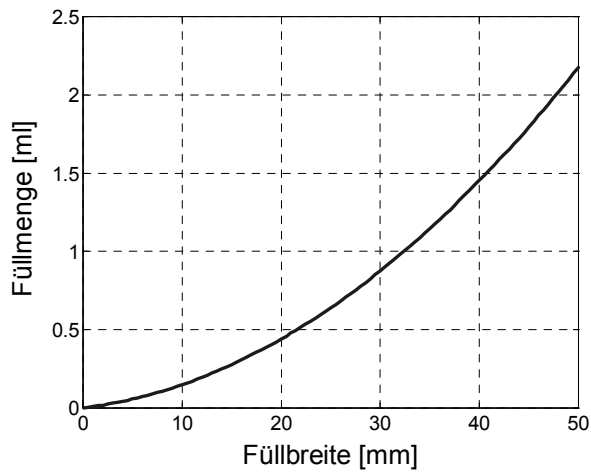


Bild A 13: Füllmenge im Scherspalt über die Füllbreite (S. 134)

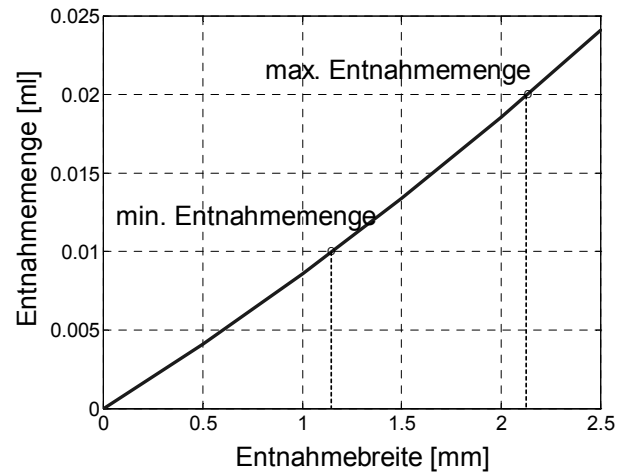


Bild A 14: Probenentnahmemenge von 0,01 und 0,02 ml und zugehörige ideale Entnahmebreite (S. 134)

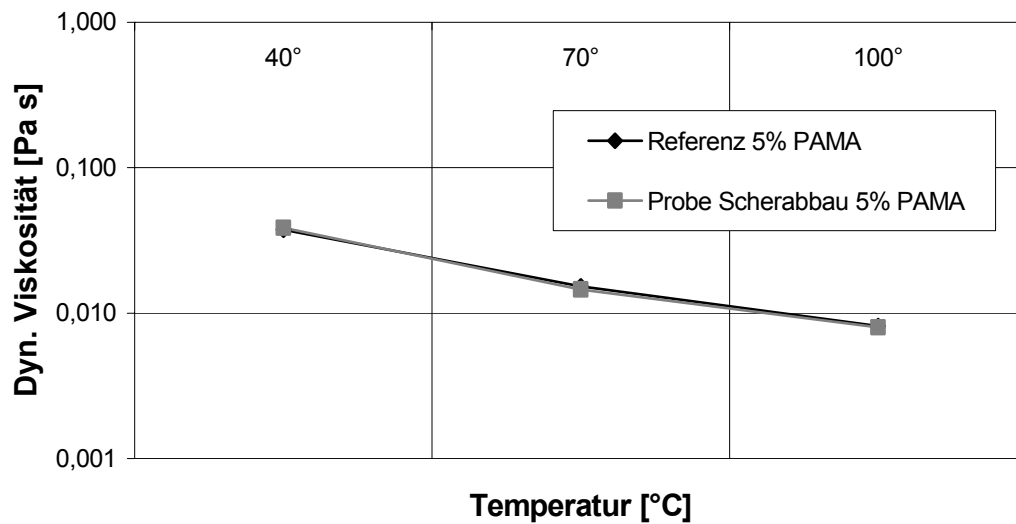


Bild A 15: Probenuntersuchung zum mechanischen Scherabbau (S. 134)

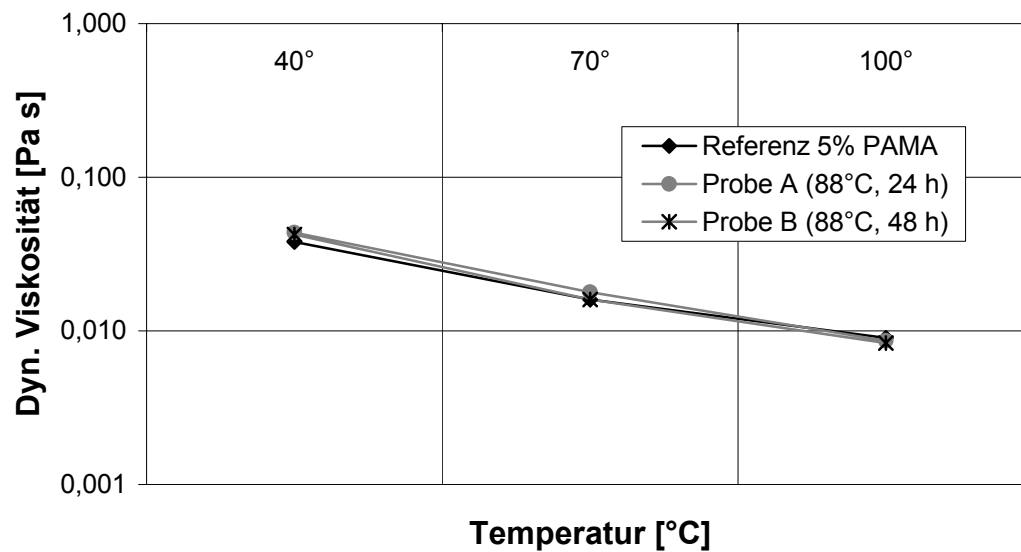


Bild A 16: Wärmeeinfluss auf Probenkonzentration (S. 134)

Tabelle A 1: Fluidvolumen in der Schervorrichtung (Abschnitt 7.6.2, ab S. 134)

| | |
|---|--|
| $V_{\text{Scherspaltfüllung}} = V_{\text{Geometrie,innen}} - V_{\text{Welle}} = 2,174 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 2,174 \text{ ml}$ | |
| $V_{\text{Geometrie,innen}} = 2 \cdot V_{\text{Kegelstumpf}} = 2 \cdot \frac{1}{3} \pi \frac{l_1}{2} \left[\left(\frac{d_1}{2} \right)^2 + \frac{d_1 d_2}{4} + \left(\frac{d_2}{2} \right)^2 \right] = 1,0034 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ | |
| $V_{\text{Welle}} = V_{\text{Zylinder}} = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 l_1 = 9,817 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ | |
| Wellendurchmesser: $d = 50 \text{ mm}$ Länge der Schergeometrie: $l_1 = 50 \text{ mm}$ kleiner und großer Kegelstumpfdurchmesser: $d_1 = 50,1 \text{ mm}$, $d_2 = 51 \text{ mm}$ | |

Tabelle A 2: Wärmestrahlung der Schergeometrie (Abschnitt 7.6.2, ab S. 134)

| | |
|--|---|
| Wärmestrahlung | $\dot{Q}_{\text{Strahlung}} = \alpha_{\text{Strahlung}} A_{\text{außen}} (T_{\text{Oberfläche}}^4 - T_{\text{Luft}}^4) = 0,2 \text{ W}$ |
| Strahlungskoeffizient | $\alpha_{\text{Strahlung}} = \frac{T_{\text{Oberfläche}}^4 - T_{\text{Luft}}^4}{T_{\text{Oberfläche}} - T_{\text{Luft}}} C_{\text{Alu}} = 0,45 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ |
| Strahlungskonstante Aluminium | $C_{\text{Alu}} = 0,4 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ [GCK81] |
| Abstrahlenden Außenfläche | $A_{\text{außen}} = 4 l_1 l_2 + 2 (l_2^2 - \pi \frac{d_2^2}{4}) = 24.700 \text{ mm}^2$ |
| Oberflächentemperatur der abstrahlenden Oberflächen: $T_{\text{Oberfläche}} = 313 \text{ K}$ Lufttemperatur: $T_{\text{Luft}} \approx 293 \text{ K}$ Breite der Schergeometrie: $l_2 = 80 \text{ mm}$ | |

Tabelle A 3: Wärmeleitung in der Schergeometrie (Abschnitt 7.6.2, ab S. 134)

| | |
|--|--|
| Temperaturgradient | $\Delta T = \frac{\dot{Q} s}{\lambda_{\text{Alu}} A_m} = \frac{15 \text{ W } 15 \text{ mm}}{210 \frac{\text{W}}{\text{m K}} 16.350 \text{ mm}^2} = 0,07 \text{ K}$ |
| Erzeugte Reibungswärme (abgeschätzt) | $P = 2 \pi n M = 15 \text{ W}$ |
| Reibmoment | $M = \frac{d}{2} \tau \pi d l_2 = 0,09 \text{ Nm}$ |
| Schubspannung im Fluid | $\tau = \eta \dot{\gamma} = \eta \pi \frac{d n}{h_m} = 457 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ |
| Schergeometrie-Innenfläche | $A_{\text{innen}} = \pi d_m l_1 = \pi \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right) l_1 \approx 8.000 \text{ mm}^2$ |
| Mittlere Fläche für die Wärmeleitung | $A_m = \frac{A_{\text{außen}} + A_{\text{innen}}}{2} \approx 16.350 \text{ mm}^2$ |
| Wärmeleitungskoeffizient Aluminium | $\lambda_{\text{Alu}} = 210 \text{ W/(m K)}$ [GCK81] |
| Mittlere Wanddicke: $s = 15 \text{ mm}$ Wellendrehzahl: $n = 1600 \text{ 1/min}$ Mittlere Spalthöhe: $h_m = 0,275 \text{ mm}$ Viskosität 5% PAMA (40°C): $\eta = 0,03 \text{ Pa s}$ | |