

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort *IX*

Wichtige Formelzeichen *XI*

Teil I Theoretische Grundlagen der Rheologie *1*

**1** Theoretische Grundlagen *3*

Teil II Technische Anwendungen der Rheologie *15*

**2** Allgemeine Grundbegriffe *17*

2.1 Ableitungen *17*

2.2 Materielle Objektivität *18*

2.3 Bilanzen in algebraischer Darstellung *18*

2.4 Die Massenbilanz in Koordinatenform *19*

2.5 Die Impulsbilanz in Koordinatenform *19*

2.6 Symmetrie des Spannungstensors *21*

2.7 Temperatur- und Druckabhängigkeit der Viskosität *21*

2.8 Scheinbare Viskosität *22*

2.9 Repräsentative Viskosität *23*

2.10 Repräsentativer Radius bei Rohrströmungen *23*

2.11 Dehnviskosität *24*

2.12 Volumenviskosität *26*

2.13 Fließmodelle *26*

2.14 Kriechfunktion und Relaxationsfunktion *29*

2.15 Instationäres Fließen *31*

2.16 Jeffreys-Oldroyd-Substanz bei Schichtenströmungen *32*

**3** Rheometrie *35*

3.1 Rohr-Rheometer *36*

3.1.1 Auswertebeziehung *36*

3.1.2 Newtonsche Fluide *38*

3.1.3 Einlaufeffekte *39*

3.1.4 Normalspannungskomponenten *40*

3.1.5 Normalspannungsgradienten *40*

3.1.6 Bestimmung der Fließfunktion *41*

3.1.7	Repräsentative Größen im Rohrrheometer	42
3.1.8	Wandgleitende Medien	43
3.1.9	Ringspalt-System	44
3.2	Couette-Rheometer	48
3.2.1	Deformationsgeschwindigkeit	48
3.2.2	Auswertebeziehung für die Fließfunktion	49
3.2.3	Newtonsche Flüssigkeiten	51
3.2.4	Einzylindersysteme	51
3.2.5	Enge Spaltgeometrie	52
3.2.6	Normalspannungsfunktionen	52
3.2.7	Ostwald-de-Waele-Flüssigkeit	53
3.2.8	Messung kleiner Schergeschwindigkeiten	55
3.2.9	Hämorheometrie	57
3.3	Kegel-Platte-Rheometer	59
3.3.1	Auswertungsbeziehungen für die Fließkurve	60
3.3.2	Normalspannungsfunktionen	61
3.3.3	Fehlerkalkulation	62
3.3.4	Jeffreys-Oldroyd-Flüssigkeit	63
3.4	Kugel-Kugel-Rheometer	64
3.5	Scheiben-Rheometer	67
<b>4</b>	<b>Rohrströmung</b>	<b>71</b>
4.1	Ostwald-de-Waele-Fluide	71
4.2	Rabinowitsch-Fluide	75
4.3	Prandtl-Eyring-Fluide	77
4.4	Bingham-Substanzen im waagrechten Rohr	78
4.5	Bingham-Substanz in senkrechtem Rohr	80
4.6	Newtonsche Fluide im koaxialen Ringrohr	81
4.7	Ostwald-de-Waele-Fluide im koaxialen Ringrohr	83
4.8	Bypass mit Potenzflüssigkeit	85
4.9	Blutströmung	86
4.10	Repräsentative Viskosität für Fließgesetze	88
4.11	Druckverlustrechnung eines Potenzfluids	89
4.12	Pumpleistung für eine Bingham-Substanz	90
4.13	Elementare Berechnung der repräsentativen Viskosität	91
4.14	Pipelinekalkulation	92
4.15	Maxwell-Fluide	93
4.16	Freistrahler	95
4.17	Rohrströmung bei poröser Wand	98
4.18	Drahtisolierung	100
4.19	Kennzahlen für eine Rabinowitsch-Flüssigkeit	103
4.20	Scale-up	104
<b>5</b>	<b>Strömungen in Rührwerken</b>	<b>107</b>
5.1	Zylinderrührwerk	107
5.2	Bingham-Substanz	110

5.3	Prandtl-Eyring-Flüssigkeit	111
5.4	Auslaufvorgang	112
5.5	Elementare Leistungsberechnung	114
5.6	Rührkesselreaktor	116
5.7	Lagerkräfte	118
5.8	Modellübertragung	120
5.9	Scale-up	122
<b>6</b>	<b>Strömungen in unterschiedlichen Geometrien</b>	<b>125</b>
6.1	Strömung zwischen parallelen Ebenen	125
6.2	Radialströmung in einem Scheibenspalt	126
6.3	Ostwald-de-Waele-Fluide auf schiefer Ebene	129
6.4	Bingham-Flüssigkeit auf schiefer Ebene	130
6.5	Strömung durch eine Kreisdüse	131
6.6	Strömung durch eine Breitschlitzdüse	133
6.7	Repräsentative Werte für den Rechteckkanal	135
6.8	Bingham-Substanz in Extrudern	136
6.9	Rabinowitsch-Flüssigkeit in Extrudern	138
6.10	Extruderwerkzeuge	140
6.11	Kalanderströmung	141
6.12	Strömung durch eine hyperboloidische Verengung	144
6.13	Strömung durch einen Hyperbelspalt	148
<b>7</b>	<b>Wärmeübertragungsprobleme an rheologischen Medien</b>	<b>153</b>
7.1	Wärmeübergang von einer beheizten Behälterwand an eine Rabinowitsch-Flüssigkeit	153
7.2	Wärmeübergang von einer beheizten Rohrwand an eine durchströmende Prandtl-Eyring-Flüssigkeit	156
7.3	Wärmeübertragungscharakteristik für Ostwald-de-Waele-Flüssigkeiten in beheizten Rohren	158
7.4	Wärmeübertragungscharakteristik für Bingham-Substanzen in beheizten Rohren	159
	<b>Glossar</b>	<b>161</b>
	<b>Literatur</b>	<b>165</b>
	<b>Antworten auf die Fragen zur Selbstkontrolle</b>	<b>169</b>
	<b>Index</b>	<b>179</b>