
Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	ix
Symbolverzeichnis	xi
1 Motivation und Ziel der Arbeit	1
1.1 Motivation	1
1.2 Ziel der Arbeit	3
1.3 Struktur der Arbeit	3
2 Theoretische Grundlagen	7
2.1 Klassifizierung von Suspensionen	7
2.2 Beschreibungsmethoden der Faserorientierung	11
2.2.1 Orientierungsvektor und Verteilungsfunktion	12
2.2.2 Orientierungstensoren	13
Eigenraum und Invarianten	16
Skalare Orientierungsmaße	19
2.3 Kontinuumsmechanische Grundlagen	22
2.3.1 Kontinuumshypothese	22
2.3.2 Kinematik	25
2.3.3 Bilanzgleichungen	26
2.3.4 Matrix-Konstitutivgesetz	28
2.3.5 Faser-Konstitutivgesetz	30
2.4 Orientierungs-Evolutionsgleichungen	35
2.4.1 Jeffery-Gleichung	35
2.4.2 Fokker-Planck-Gleichung	36
2.4.3 Folgar-Tucker-Gleichung	37
2.4.4 Férec-Orientierungsgleichung	38
2.4.5 Schließungsapproximationen	39
2.4.6 Diffusionsmodelle	43

3	Stand der Forschung	45
3.1	Rheometrie von Fasersuspensionen	45
3.1.1	Rheometrie ohne Berücksichtigung der Orientierung	47
3.1.2	Messung der Faserorientierung	49
3.1.3	Rheometrie unter Berücksichtigung der Orientierung	51
3.2	Numerische Untersuchungen von Fasersuspensionen	54
3.3	Zwischenfazit	56
4	Algorithmische Umsetzung	59
4.1	Bingham-Konstitutivgesetz	59
4.2	Fasorientierungsgleichung und Faserspannungsanteil	60
4.2.1	Eigenschaften der Differentialgleichung	60
4.2.2	Schließungsmodelle	62
4.3	Lösungsalgorithmus	63
5	Ergebnisse	67
5.1	Kinematische Voruntersuchungen zur Faserorientierung	67
5.1.1	Ebene Schleppströmung	67
5.1.2	Uniaxiale Dehnströmung	73
5.1.3	Äquibiaxiale Dehnströmung	77
5.1.4	Ebene Dehnströmung	79
5.1.5	Ebene Stauchströmung	82
5.1.6	Zwischenfazit	83
5.2	Numerische Untersuchung einer Bingham-Fasersuspension in einer Couette-Strömung	84
5.2.1	Aufbau und Randbedingungen	85
5.2.2	Ergebnisse der numerischen Untersuchung	86
5.2.3	Zwischenfazit	98
5.3	Numerische und dimensionsanalytische Untersuchung von Bingham-Fluiden im Kugelsondenrheometer	99
5.3.1	Dimensionsanalyse	102
5.3.2	Numerische Untersuchung	103
5.3.3	Experimentelle Validierung	114
5.3.4	Funktionaler Zusammenhang zwischen Messgrößen und Stoffparametern	115
5.3.5	Anwendung auf Frischbeton	119
5.3.6	Zwischenfazit	121
5.4	Experimentelle Untersuchung von Fasersuspensionen in Kugelsondenrheometern	123
5.4.1	Ergebnisse mit Silikonöl als Matrixflüssigkeit	128
5.4.2	Ergebnisse mit Frischbeton als Matrixflüssigkeit	134
5.4.3	Zwischenfazit	137

5.5 Numerische Untersuchung von Fasersuspensionen in Kugelsondenrheometern	138
5.5.1 Vorabschätzungen	139
5.5.2 Nachbildung des Experimentes	141
5.5.3 Untersuchungen bei konstanter Drehgeschwindigkeit	149
5.5.4 Zwischenfazit	160
6 Zusammenfassung und Ausblick	163
Literatur	169
Anhang	183
A Kommutativität von $A_4 : D$	183
B Koeffizienten des IBOF-5 Schließungsansatzes	185