

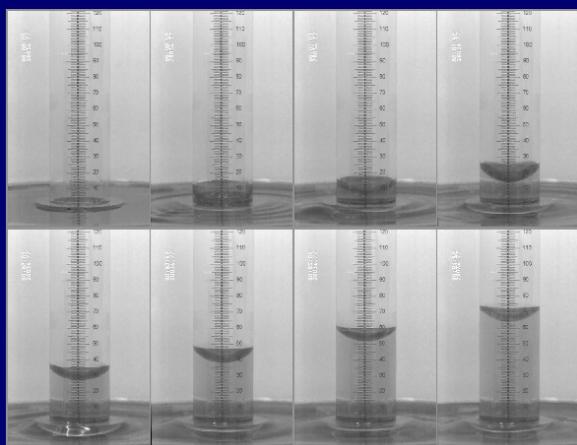


Michael Stange (Autor)

Dynamik von Kapillarströmungen in zylindrischen Rohren

Michael Stange

Dynamik von Kapillarströmungen in zylindrischen Rohren



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2854>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung	3
2.1 Kapillare Grenzflächen und Randwinkel.....	4
2.2 Strömungen mit kapillarem Antrieb	5
2.2.1 Charakteristische Kenngrößen.....	6
2.2.2 Kapillarströmungen in zylindrischen Rohren.....	8
2.2.3 Verwandte Geometrien und Systeme	19
2.3 Spezielle Phänomene	21
2.3.1 Entwicklung der Meniskuskrümmung	22
2.3.2 Dynamischer Randwinkel	24
2.3.3 Einlaufdruckverlust innerhalb der Einlaufstrecke.....	28
2.4 Zusammenfassung zum Stand der Forschung.....	34
3 Experimentelle Untersuchung	36
3.1 Experimente unter kompensierter Gravitation.....	37
3.1.1 Aufbau und Durchführung der Fallturmexperimente	38
3.1.2 Auswertung und Ergebnisse der Fallturmexperimente	41
3.2 Experimente unter Erdgravitation.....	48
3.2.1 Aufbau und Durchführung der Laborexperimente	48
3.2.2 Auswertung und Ergebnisse der Laborexperimente.....	50
3.3 Stoffwerte der verwendeten Flüssigkeiten.....	54
3.4 Fehlerbetrachtung	56
3.4.1 Messfehler der Fallturmexperimente.....	56
3.4.2 Messfehler der Laborexperimente.....	59
3.4.3 Fehlerfortpflanzung	60

4 Mathematisches Modell	62
4.1 Systembeschreibung und Annahmen.....	62
4.2 Erhaltungsgleichungen für Masse und Impuls.....	65
4.2.1 Druckkraft am Meniskus	66
4.2.2 Druckkraft am Rohreingang	68
4.2.3 Reibkraft im Rohr.....	72
4.2.4 Gewichtskraft	72
4.3 Ergänzungen zur Bilanzierung.....	72
4.3.1 Krümmungsdruck der Flüssigkeitsoberfläche im Behälter	72
4.3.2 Korrektur der berechneten Steighöhe	75
4.4 Gleichung für den Kapillaranstieg.....	76
4.5 Dimensionslose Gleichung für den Kapillaranstieg	78
4.6 Ergebnisse der Modellierung	82
4.6.1 Numerische Lösung der Gleichung für den Kapillaranstieg	82
4.6.2 Analytische Näherungslösungen	85
5 Ergebnisse und Diskussion	91
5.1 Vergleich der Experimentergebnisse mit Modellrechnungen	91
5.1.1 Fallturmexperimente.....	92
5.1.2 Laborexperimente	96
5.2 Dimensionslose Darstellung der Ergebnisse	99
5.2.1 Experimente ohne Gravitationseinfluss.....	99
5.2.2 Experimente mit Gravitationseinfluss	107
5.3 Variation der Koeffizienten der Modellgleichung.....	108
5.3.1 Kapillarkraft der Flüssigkeitsoberfläche im Rohr	112
5.3.2 Kapillarkraft der Flüssigkeitsoberfläche im Behälter	115
5.3.3 Viskoser Verlust im Ansaugbereich vor dem Rohreingang	116
5.3.4 Konvektive Verluste.....	117
5.3.5 Trägheit des Flüssigkeitsvolumens im Ansaugbereich	120
5.3.6 Einfluss der Stoffwerte	121
5.4 Vergleich mit Modellen aus der Literatur	124
6 Zusammenfassung	129
Anhang	134
Literaturverzeichnis	143