Inhaltsverzeichnis

Vorwort III
Kurzfassung V
Abstract VI
Inhaltsverzeichnis VII
Formelzeichen IX

1. Einleitung 1

2. Ziele der Arbeit 3

3. Stand der Forschung 4
3.1. Schraubenspindelpumpen 4
3.1.1. Schraubenspindelpumpen zum Fördern mehrphasiger Gemische 4
3.1.2. Schraubenspindelpumpen in der Erdöl- und Erdgasfördertechnik 9
3.2. Mehrphasenströmungen in horizontalen Rohren 11
3.2.1. Strömungsformen 11
3.2.2. Einfluss der Stoffeigenschaften auf die Phasenverteilung 13

4. Funktionsweise der Schraubenspindelpumpe 15
4.1. Aufbau und Förderprinzip 15
4.2. Fördervolumenstrom 18
4.3. Kammerbildung und Spaltströmungen 20
4.4. Leistung und Wirkungsgrade 23

5. Experimenteller Aufbau 26
5.1. Eingesetzte Flüssigkeiten und Gase 26
5.2. Versuchsanlage 26
5.3. Mehrphasenpumpen 29
5.4. Anlagenteil zur Phasentrennung 32
5.5. Heiz-/Kühlkreislauf 34
5.6. Messtechnik 36
5.6.1. Druck-, Temperatur-, Füllstands- und Volumenstrommessung 38
5.6.2. Coriolis-Durchflussmesser 40
5.6.3. Strömungsmesstechnik 42

5.7. Messen, Steuern und Regeln der Anlage 44
5.8. Sicherheitstechnik 47

6. Experimentelle Ergebnisse 48
6.1. Förderverhalten von Mehrphasenpumpen mit kurzen Spindeln 48
6.1.1. Fördern zweiphasiger Gemische aus Öl und Luft 49
6.1.2. Fördern zweiphasiger Gemische aus Wasser und Öl 55
6.1.3. Fördern dreiphasiger Gemische aus Wasser, Öl und Luft 61
6.2. Förderverhalten von Mehrphasenpumpen mit Spindeln konstanter Steigung 70
6.2.1. Fördern zweiphasiger Gemische aus Wasser und Luft 70
6.2.2. Fördern zweiphasiger Gemische aus Öl und Luft 74
6.2.3. Fördern zweiphasiger Gemische aus Wasser und Öl 77
6.2.4. Fördern dreiphasiger Gemische aus Wasser, Öl und Luft 79
6.3. Förderverhalten von Mehrphasenpumpen mit Spindeln degressiver Steigung 89
6.3.1. Fördern zweiphasiger Gemische aus Wasser und Luft 90
6.3.2. Fördern zweiphasiger Gemische aus Öl und Luft 93
6.3.3. Fördern dreiphasiger Gemische aus Wasser, Öl und Luft 97
6.3.4. Vergleich des Förderverhaltens von Mehrphasenpumpen mit Spindeln unterschiedlicher Steigung und gleicher Länge 101
6.4. Einfluss der Viskosität auf das Förderverhalten 105
6.4.1. Abhängigkeit der Viskosität des Öls von der Temperatur 105
6.4.2. Förderverhalten für unterschiedliche Viskositäten der flüssigen Phase 105

7. Vergleich experimenteller mit berechneten Ergebnissen 112

8. Zusammenfassung 116
Anhang 117
Literaturverzeichnis 119