

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung III

Abstract IV

Symbol- und Abkürzungsverzeichnis V

1 Einleitung 1

2 Stand des Wissens 3

2.1 Kristallisationsfouling 5

2.1.1 Keimbildung 5

2.1.2 Kristallwachstum 8

2.1.3 Haftung 10

2.1.4 Abtragung 13

2.1.5 Alterung 16

2.2 Thermischer Foulingwiderstand 17

2.2.1 Induktionsphase 20

2.2.2 Modellvorstellungen der Induktionsphase 22

2.2.3 Schichtwachstumsphase 24

2.3 Massebasierter Foulingwiderstand 25

2.4 Druckverlust 25

3 Experimentelle Verfahrensweisen 27

3.1 Verwendete Versuchsanlagen 27

3.2 Foulingversuche 29

3.3 Messung des Kristallisationsfoulings 32

3.3.1 Thermischer Foulingwiderstand 32

3.3.2 Kristallwachstum 33

3.3.3 Haftung von Einzelkristallen 35

3.4 Oberflächencharakterisierung 38

3.4.1 Oberflächentopographie 38

3.4.2 Freie Oberflächenenergie 39

4 Experimentelle Ergebnisse 42

4.1 Thermischer Foulingwiderstand und Induktionszeit 42

4.1.1 Einfluss des Sättigungsindex 42

4.1.2 Einfluss der Strömungsgeschwindigkeit 44

4.1.3 Einfluss der Oberfläche 46

4.2 Kristallwachstum 48

4.2.1 Ablagerungsmasse 48

4.2.2 Kristallanzahl 54

4.2.3 Abtragung 59

4.3 Haftung von Einzelkristallen 62

4.3.1 Haftkraft 62

4.3.2 Einfluss der Oberflächentopographie 68

4.3.3 Einfluss der freie Oberflächenenergie	70
5 Modellierung und Simulation	73
5.1 Analyse der Induktionsphase	73
5.2 Zusammenwirken der Einzelmechanismen bei der Berechnung von Induktionszeiten	76
5.2.1 Lokales und globales Verhalten	78
5.2.2 Überlagerungseffekte	78
5.2.3 Dominierende Effekte	79
5.3 Synthese der Modellierung	80
5.4 Biot-Zahlen normierter Schwellenwert	82
5.5 Simulation von Induktionszeiten	85
5.5.1 Implementierung	88
5.5.2 Simulationsergebnisse	89
5.5.3 Parameterstudien	96
5.5.4 Fehleranalyse	100
5.5.5 Modifizierter Foulingwiderstand	105
6 Zusammenfassung	107
7 Literaturverzeichnis	109
A Anhang	115