

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung III

Abstract V

Symbolverzeichnis VI

Abbildungsverzeichnis IX

Tabellenverzeichnis XIII

1 **Einleitung** 1

2 **Stand des Wissens** 5

 2.1 Belagbildung an wärmeübertragenden Flächen (Fouling) 6

 2.1.1 *Foulingarten und Phasen der Belagbildung* 6

 2.1.2 *Quantifizierung von Fouling in Wärmeübertragern* 10

 2.1.3 *Foulingkurven* 13

 2.2 Grundlagen des Kristallisationsfoulings 15

 2.2.1 *Keimbildung und Kristallwachstum* 16

 2.2.2 *Einflüsse auf das Kristallisationsfouling* 18

 2.3 Berücksichtigung von ablagerungsbedingten Rauheits- und Beschleunigungseinflüssen auf den Wärmeübergang bei der Foulingquantifizierung 20

 2.4 Lokale Untersuchungen zum Kristallisationsfouling 27

3 **Experimentelle Vorgehensweise** 31

 3.1 Beschreibung der Versuchsanlage 32

 3.2 Verwendetes Stoffsystem 34

 3.3 Durchführung der Foulingversuche 36

 3.4 Integrale Versuchsauswertung 37

 3.5 Lokale Untersuchungsmethoden 39

 3.5.1 *Faseroptische Temperaturmessung* 40

 3.5.2 *Bestimmung des Ablagerungsvolumens* 43

 3.5.3 *Bestimmung der Ablagerungsmasse* 45

 3.5.4 *Bestimmung von Schichtdicke und Rauheitshöhe* 46

 3.6 Ermittlung des mantelseitigen Wärmeübergangskoeffizienten 47

4 **Experimentelle Untersuchungen** 53

 4.1 Ergebnisse der integralen Foulinguntersuchung 54

 4.2 Ergebnisse der lokalen Foulinguntersuchungen 59

 4.2.1 *Lokale Temperaturmessung* 59

 4.2.2 *Axiale Verteilung des Volumens und der Masse der Ablagerung* 64

 4.2.3 *Lokale Foulingschichtdicke und lokale Rauheitshöhe* 68

5 **Modellierung lokaler Foulingwiderstände** 77

 5.1 Bestimmung der lokalen Foulingwiderstände 78

5.2	Lokaler thermischer Foulingwiderstand	81
5.3	Korrigierter lokaler thermischer Foulingwiderstand	88
5.4	Lokaler massebezogener Foulingwiderstand	99
5.5	Vergleich der modellierten Foulingwiderstände.....	105
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	109
	Literaturverzeichnis.....	113
	Anhang	118