



Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|------------|
| Kurzfassung | III |
| Abstract | IV |
| Symbolverzeichnis | V |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Einordnung des Themas..... | 2 |
| 1.2 Aufbau der Arbeit..... | 2 |
| 2 Stand des Wissens | 5 |
| 2.1 Wärmeübertragung auf strukturierten Oberflächen..... | 6 |
| 2.1.1 Erhöhung des Wärmeübergangs durch Dellen..... | 6 |
| 2.1.2 Quantifizierung der Wärmeübertragungseffizienz im turbulenten und transienten Bereich..... | 8 |
| 2.2 Kolloidales Partikelfouling..... | 10 |
| 2.2.1 Partikeltransport..... | 11 |
| 2.2.2 Partikel-Wand-Wechselwirkungen..... | 13 |
| 2.2.3 Partikel-Partikel-Wechselwirkungen..... | 15 |
| 2.2.4 Quantifizierung partikulärer Belagschichten..... | 16 |
| 2.3 Strömungstechnische Untersuchungen mittels Particle Image Velocimetry..... | 19 |
| 2.3.1 Stereoskopische micro Particle Image Velocimetry..... | 20 |
| 2.3.2 Bewertung turbulenter Flüssigkeitsströmungen..... | 23 |
| 3 Konzept der Arbeit | 25 |
| 3.1 Motivation..... | 26 |
| 3.2 Konzepterstellung..... | 27 |
| 4 Experimentelle Untersuchungen | 29 |
| 4.1 Versuchsaufbau..... | 30 |
| 4.1.1 Partikelfoulinganlage..... | 30 |
| 4.1.2 Testplatten..... | 33 |
| 4.1.3 Partikel..... | 35 |
| 4.2 Experimentelle Quantifizierung des Wärmeübergangs..... | 37 |
| 4.2.1 Thermohydraulische Effizienz..... | 37 |
| 4.2.2 Thermischer Foulingwiderstand..... | 38 |
| 4.2.3 Massebezogener Foulingwiderstand..... | 39 |
| 4.2.4 Methodenentwicklung der Phosphorescent Fouling Quantification..... | 43 |
| 4.3 Strömungsuntersuchung mittels 3D- μ PIV..... | 47 |
| 4.3.1 Aufbau des 3D- μ PIVs..... | 47 |
| 4.3.2 Tracer..... | 48 |
| 4.3.3 Kalibrierung des 3D- μ PIVs..... | 49 |
| 4.3.4 Bildaufnahmen mit dem 3D- μ PIV..... | 50 |
| 4.3.5 Bildverarbeitung der 3D- μ PIV-Aufnahmen..... | 51 |



| | | |
|----------|---|------------|
| 4.4 | Statistische Modellierung der experimentellen Untersuchungen | 53 |
| 5 | Experimentelle Ergebnisse zum lokalen Partikelfouling..... | 59 |
| 5.1 | Partikelfreie Strömung | 60 |
| 5.2 | Einfluss der Prozessparameter auf die wirkenden Kräfte | 63 |
| 5.3 | Partikuläre Ablagerung auf unstrukturierten Testplatten | 65 |
| 5.3.1 | Einfluss der Partikelkonzentration auf die Ablagerung | 67 |
| 5.3.2 | Einfluss der Strömungsgeschwindigkeit auf die Belagbildung | 68 |
| 5.4 | Belagbildung auf der ebenen Fläche | 70 |
| 5.4.1 | Turbulenzeinfluss..... | 72 |
| 5.4.2 | Strömungsmechanische Erklärung der Ablagerungsmuster hinter der Delle..... | 75 |
| 5.4.3 | Quantifizierung des Selbstreinigungseffektes bei unterschiedlicher Dellengeometrie..... | 83 |
| 5.5 | Selbstreinigung in der Delle | 87 |
| 5.5.1 | Strömungsmechanik in der Delle | 87 |
| 5.5.2 | Foulingwiderstand in der Delle..... | 90 |
| 5.6 | Teilbereich am vorderen Dellenrand..... | 93 |
| 6 | Entwicklung und Anwendung eines Effizienzkriteriums | 95 |
| 6.1 | Systematik der Modellierung..... | 96 |
| 6.2 | Teilmodell: Thermohydraulische Effizienz..... | 97 |
| 6.3 | Teilmodell: Selbstreinigungseffekt..... | 102 |
| 6.3.1 | Selbstreinigungseffekt auf der ebenen Plattenoberfläche..... | 102 |
| 6.3.2 | Selbstreinigungseffekt in der Delle | 107 |
| 6.3.3 | Selbstreinigungseffekt der gesamten Dellenplatte | 110 |
| 6.4 | Gesamtmodell | 111 |
| 7 | Zusammenfassung und Ausblick..... | 115 |
| 7.1 | Zusammenfassung..... | 116 |
| 7.2 | Ausblick..... | 117 |
| | Literaturverzeichnis | 120 |
| | Anhang..... | 128 |