

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Inhaltsverzeichnis	IV
Kurzfassung	VI
Abstract	VII
Symbolverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Einordnung des Themas	2
1.2 Zielsetzung der Arbeit	3
2 Stand des Wissens.....	5
2.1 Fouling auf wärmeübertragenden Oberflächen.....	6
2.1.1 Mechanismen und Phasen des Foulings	6
2.1.2 Foulingwiderstand und Foulingkurven.....	7
2.2 Milch- und Proteinfouling.....	11
2.2.1 Stoffsystemabhängige Foulingmechanismen	11
2.2.2 Chemische Vorgänge in Foulingschichten	13
2.2.3 Reinigungsrelevante Ablagerungseigenschaften	15
2.3 Alterung von Foulingschichten	19
2.3.1 Graduelle Veränderungen der materiellen Eigenschaften	20
2.3.2 Zeitabhängige Auswirkungen durch Alterung.....	22
2.3.3 Modellierung alternder Foulingschichten.....	24
3 Konzeptionierung dieser Arbeit.....	31
3.1 Klassifizierung von Alterung	32
3.2 Graduelle Alterungseffekte proteinhaltiger Ablagerungen.....	33
3.3 Quantifizierung von Alterung	34
3.3.1 Einfluss lokaler Temperaturen.....	34
3.3.2 Primäre und sekundäre Effekte.....	35
4 Apparative und experimentelle Herangehensweise	37
4.1 Oberflächen und Prozessfluide	38
4.1.1 Wärmeübertragende Oberflächen.....	38
4.1.2 Molkenproteinlösungen	39
4.2 Herstellungsverfahren von Foulingschichten	40
4.2.1 Reale Foulingschichten in laminarer Strömung	41
4.2.2 Reale Foulingschichten in einer Batchapparatur	46
4.2.3 Reale Foulingschichten in einem Plattenwärmeübertrager	48
4.2.4 Homogene Modellfoulingschichten.....	50
4.3 Methoden zur Untersuchung der morphologischen Alterung	53
4.4 Methoden zur Untersuchung der thermischen Alterung	55
4.5 Methoden zur Untersuchung der mechanischen Alterung	57
4.5.1 Scherversuche mittels Scherfestigkeitsmessgerät.....	57
4.5.2 Zugversuche mittels Fluid Dynamic Gauging	61
4.5.3 Indentationsversuche mittels Texturanalysegerät.....	65

4.6	<i>Alkalische Abreinigungsversuche</i>	69
5	Teilaspekte der Alterung	71
5.1	<i>Morphologische Alterung</i>	72
5.1.1	Externer Einfluss von Wand- und Oberflächentemperatur.....	72
5.1.2	Primäre Effekte.....	75
5.2	<i>Thermische Alterung</i>	77
5.2.1	Zeitlicher Verlauf der thermischen Alterung.....	78
5.2.2	Historie thermischer Effekte.....	80
5.2.3	Sichtbare graduelle thermische Wärmeleitfähigkeit.....	83
5.2.4	Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit.....	87
5.2.5	Kinetik der thermischen Alterung	89
5.3	<i>Mechanische Alterung</i>	91
5.3.1	Mechanismen der Verfestigung.....	91
5.3.2	Festigkeit realer Foulingsschichten.....	96
5.3.3	Kinetik der Verfestigung	101
6	Holistische Potentiale dieser Arbeit.....	105
6.1	<i>Übertragbarkeit von Alterungseffekten</i>	106
6.2	<i>Skalierbarkeit von Alterungseffekten</i>	108
6.2.1	Betriebsweise mit konstanter Wandtemperatur	108
6.2.2	Apparatespezifisches Alterungsverhalten.....	110
6.3	<i>Reinigungsspezifische Relevanz</i>	112
7	Zusammenfassung.....	117
Literaturverzeichnis.....		121
Lebenslauf.....		130
Veröffentlichungen im Rahmen dieser Dissertation		131