

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 Apparatve 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 Foulingschichten	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