

# 0 Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung und Zielsetzung.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Membrantechnik .....</b>	<b>12</b>
3.1	Grundlagen der Membranverfahren .....	12
3.2	Technische Membranen.....	15
3.2.1	Polymermembranen.....	16
3.2.2	Anorganische Membranen.....	17
3.3	Technische Membranmodule .....	19
3.3.1	Rohrmodul .....	20
3.3.2	Kapillarmodul.....	21
3.3.3	Hohlfasermodule .....	23
3.3.4	Plattenmodul .....	25
3.3.5	Kassettenmodul .....	27
3.3.6	Wickelmodul .....	28
3.4	Umkehrosmose.....	29
3.5	Nanofiltration .....	35
3.6	Leistungsmindernde Faktoren .....	38
3.6.1	Druckverluste.....	38
3.6.2	Konzentrationspolarisation.....	39
3.6.3	Deckschichtbildung .....	42
<b>4</b>	<b>Fouling und Gegenmaßnahmen .....</b>	<b>43</b>
4.1	Fouling.....	43
4.1.1	Scaling .....	45
4.1.2	Biofouling.....	47
4.1.3	Organisches Fouling .....	50
4.1.4	Kolloidales Fouling .....	52
4.2	Maßnahmen zur Reduzierung von Fouling .....	53
4.2.1	Entwicklung neuer Membranen.....	53
4.2.2	Feedvorbehandlung.....	54
4.2.3	Verfahrenstechnische Parameter.....	59
4.2.4	Reinigung und Desinfektion .....	60
<b>5</b>	<b>Verfahrensentwicklung.....</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>Stand der Technik .....</b>	<b>66</b>
6.1	Auslegungsstrategie von Membranexperten .....	66

6.2	Umgesetzte Programmsysteme .....	68
6.3	Vorhandene Simulationsprogramme .....	69
<b>7</b>	<b>Beratungssystem MEMPERT .....</b>	<b>71</b>
7.1	Bearbeitungsphasen .....	73
7.2	Feedanalyse .....	74
7.3	Verfahrensauswahl .....	76
7.4	Modulauswahl .....	77
7.4.1	Moduldatenbank .....	79
7.4.2	Wissensbasis .....	81
7.4.2.1	Modultyp .....	82
7.4.2.2	Membranmaterial .....	84
7.4.2.3	Fouling, Scaling und Reinigung .....	85
7.4.2.4	Bewertung .....	88
7.5	Simulation .....	89
7.6	Trennbeispiele .....	91
7.6.1	Aufkonzentrierung von Essigsäure .....	91
7.6.2	Recycling von Waschwasser aus der Dosenproduktion .....	97
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung – Ausblick .....</b>	<b>104</b>
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>106</b>
9.1	Chemische Stabilität der Membranmaterialien .....	106
9.2	Regeln zur wissensbasierten Membran- und Modulauswahl .....	113
9.3	Theorie der Elektrolyte .....	116
9.3.1	Löslichkeitsprodukt .....	116
9.3.2	Säure-Base-Reaktion .....	117
9.4	Löslichkeitsprodukte einiger schwerlöslicher Salze .....	118
9.5	pK <sub>S</sub> -Werte einiger Säure-Base-Paare .....	121
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>122</b>
<b>11</b>	<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>133</b>
11.1	Abbildungsverzeichnis .....	133
11.2	Tabellenverzeichnis .....	134
<b>12</b>	<b>Symbolverzeichnis .....</b>	<b>135</b>