

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Anforderungen an die Bierfiltration</b> .....	<b>3</b>
2.1 Abzutrennende Bierinhaltsstoffe .....	3
2.2 $\beta$ -Glucan und Filtrierbarkeit .....	3
2.3 Mikrobiologische Sicherheit .....	4
2.4 Chemisch-physikalische Stabilität .....	5
2.5 Sensorische Stabilität .....	6
2.6 Kohlendioxidgehalt des Bieres.....	6
<b>3 Ausgangssituation, Ziele und Lösungsweg</b> .....	<b>7</b>
3.1 Ausgangssituation .....	8
3.2 Ziele .....	9
3.3 Lösungsweg.....	10
<b>4 Materialien, Gerätschaften und Untersuchungsmethoden</b> .....	<b>13</b>
4.1 Untersuchte Biertypen.....	13
4.2 Membranen.....	13
4.3 Modulbauformen.....	14
4.4 Prüfstand .....	19
4.4.1 Mechanischer Aufbau .....	19
4.4.2 Aufbau der Automation.....	22
4.5 Rasterelektronenmikroskopie .....	27
4.6 Partikelgrößenanalyse .....	28
4.7 Chemisch-technische und sensorische Analyse.....	28
<b>5 Grundlagen der Membrantrennprozesse</b> .....	<b>29</b>
5.1 Allgemeines .....	29
5.2 Strömungstechnische Grundlagen.....	32
5.3 Modelle der Stofftrennung und Strömungsvorgänge vor und in Membranen.....	37
5.3.1 Membranmodelle.....	37
5.3.2 Stoffaustausch vor Membranen .....	43
<b>6 Untersuchungen der Deckschicht</b> .....	<b>49</b>
6.1 Partikelgrößenanalyse .....	52
6.2 Chemisch-technische Analyse der Deckschicht .....	52
6.3 Untersuchungen im Rasterelektronenmikroskop .....	53
6.4 Wägung der Deckschicht.....	57
<b>7 Einflüsse auf den Flux und die Filtratqualität bei der Crossflow-Mikrofiltration von Bier</b> .....	<b>59</b>
7.1 Die unterschiedliche Filtrierbarkeit der Biere und der Vergleichsversuch.....	59
7.2 Filtratqualität und Flux in Abhängigkeit von der Konzentration .....	61
7.3 Filtratqualität und Flux in Abhängigkeit vom Membranmaterial und von der Porengröße .....	63
7.4 Flux in Abhängigkeit vom Wasserwert .....	67
7.5 Flux in Abhängigkeit vom transmembranen Druck.....	69
7.6 Flux in Abhängigkeit von der Überströmgeschwindigkeit .....	71
7.7 Flux in Abhängigkeit von der Temperatur.....	73
7.8 Flux in Abhängigkeit von der Reynoldszahl .....	74
7.9 Flux in Abhängigkeit von der Wandschubspannung .....	75

<b>8 Leistungssteigernde Maßnahmen .....</b>	<b>78</b>
8.1 Literaturübersicht.....	78
8.1.1 Strömungstechnische Maßnahmen.....	78
8.1.2 Vibrationen .....	79
8.1.3 Elektrische Felder.....	80
8.1.4 Vorbehandlung der Membran oder der zu filternden Suspension .....	80
8.1.5 Dosage von Hilfsstoffen .....	81
8.2 Eigene Untersuchungen.....	82
8.2.1 Vorbehandlung des zu filtrierenden Bieres .....	82
8.2.2 Fließrichtungsumkehr der Überströmung.....	87
8.2.3 Membranspülung.....	89
<b>9 Diskussion der Ergebnisse.....</b>	<b>107</b>
9.1 Untersuchungen der Deckschicht .....	107
9.2 Einflüsse auf den Flux und die Filtratqualität .....	108
9.3 Vergleich der verschiedenen standzeitverlängernden Maßnahmen und mögliche Kombinationen .....	112
9.4 Die Wirtschaftlichkeit der CMF von Bier.....	116
<b>10 Zusammenfassung .....</b>	<b>125</b>
<b>11 Formelzeichen, Indizes, Abkürzungen und Definitionen .....</b>	<b>127</b>
11.1 Formelzeichen.....	127
11.2 Indizes tiefgestellt .....	129
11.3 Abkürzungen und Definitionen.....	130
<b>12 Anhang.....</b>	<b>131</b>
<b>13 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>136</b>