

# INHALT

<b>1 Einleitung</b>	<b>011</b>
<b>2 Definitionen</b>	<b>013</b>
<b>3 Untersuchungsmethoden</b>	<b>017</b>
<b>4 Zielsetzung</b>	<b>019</b>
<b>5 Anwendungen</b>	<b>021</b>
<b>6 Schonförderung von Heißwürze im Sudhaus</b>	<b>023</b>
6.1 Maischbehälter (Mischen-Rühren-Maischen)	023
6.1.1 Mischen	023
6.1.2 Rühren	023
6.1.3 Maischen	024
6.1.4 Ausführung von Maischgefäßen	025
6.1.5 Rührerformen und Rührertypen beim Maischen	026
6.1.6 Rührerleistung	029
6.1.7 Turbulenz und mechanische Beanspruchung	029
6.1.8 Betrachtung zur mechanischen Belastung der Maische	029
6.2 Läutereinrichtungen	031
6.3 Die Würzepfanne	034
6.3.1 Allgemeines	034
6.3.2 Strömungsvorgänge bei der thermischen Würzebehandlung	035
6.3.3 Kochsysteme	035
6.3.3.1 Sudpfanne mit Außenkocher	036
6.3.3.1.1 Allgemeines	036
6.3.3.1.2 Strömungsvorgänge in der Würzepfanne mit Außenkocher – Umlaufhäufigkeit	036
6.3.3.1.3 Praktischer Betrieb einer Würzepfanne mit Außenkocher	038
6.3.3.2 Sudpfanne mit Innenkocher	038
6.3.3.2.1 Allgemeines	038
6.3.3.2.2 Technik und Technologie der Würzekochung mit Innenkocher	038
6.3.3.2.3 Thermofluidmechanische Vorgänge im Verdampferrohr	039
6.3.3.2.4 Strömungsvorgänge beim Würzekochen mit Innenkocher	042
6.3.3.2.4.1 Beschreibung der Innenkocherschwingungen	042
6.3.3.2.4.2 Beschreibung der Entstehung der Schaumbildung	044
6.3.3.2.4.3 Fazit zu den Strömungsvorgängen im Innenkocher (Robertverdampfer, Naturumlaufverdampfer)	044
	045

6.3.3.2.5 Praktischer Betrieb eines Innenkochers	045
6.3.3.2.5.1 Shark® by Ziemann	046
6.3.3.2.5.2 Ecotherm	048
6.3.3.2.5.3 JETSTAR® (submerged jet)	049
6.3.3.2.5.4 Stromboli	050
6.3.3.2.6 Niederdruckkochung (NDK)	051
6.3.3.2.7 Sonstige Kochsysteme	052
6.4 Der Whirlpool	054
6.4.1 Die Entfernung des Heißtubs	054
6.4.2 Die Aufgabe des Whirlpools	054
6.4.3 Die prinzipielle Wirkungsweise des Whirlpools	054
6.4.4 Unerwünschte Sekundärströmungen im Whirlpool	057
6.4.5 Die Elemente eines Whirlpools	060
6.4.6 Der Whirlpooleinlauf	060
6.4.7 Der Verfahrensablauf im Bild	062
6.4.8 Der Trenneffekt des Whirlpools	062
6.4.9 Die Konsistenz des Trubhaufens oder Trubkegel	063
6.4.10 Die äußeren Bedingungen für einen funktionierenden Whirlpool	064
6.4.10.1 Die whirlpoolfähige Würze	064
6.4.10.2 Mögliche Fehler in der Würzebehandlung stromaufwärts vom Whirlpool	064
6.4.10.3 Die Würzebeschaffenheit	065
6.4.11 Die optimale Auslegung des Whirlpools	065
6.4.11.1 Die Störquellen im Whirlpool selbst	065
6.4.11.2 Einlaufgeschwindigkeit $v_e$ , Förderstrom und H/D-Verhältnis	066
6.4.11.3 Die Unterdrückung unerwünschter Sekundärströmungen	067
6.4.11.4 Die Gestaltung des Whirlpoolbodens	069
6.4.12 Die Behandlung des Trubhaufens	071
6.4.13 Die zweckmäßige Anordnung der Ablassöffnungen (Anstiche)	073
6.4.14 Neue Whirlpoolkonzeptionen	073
6.4.15 Empfehlenswerte Maßnahmen	075
6.4.16 Beispiele für fehlerhafte Würzen	076
6.4.16.1 Trublaufende Würzen	076
6.4.16.2 Zu hohe Scherbelastungen der Würze vor dem Whirlpool	076
6.4.17 Die Veränderung der Würze bei der Heißtrubabscheidung mittels Whirlpool	076
6.4.18 Tipps zur Vorgehensweise bei der Kontrolle des Whirlpools	077

<b>7 Gärung, Reifung und Lagerung in Großraumbehältern (ZKT)</b>	<b>079</b>
7.1 Einführung	079
7.2 Bau, Form und Material der ZKTs (ZKG, ZKL) und Hefetanks	081
7.2.1 Zylindrokonische Gär- und Lagertanks	081
7.2.2 Hefetanks	085
7.3 Bewegungsvorgänge während der Gärung in ZKGs	087
7.4 Temperaturverteilung in ZKTs bei der Gärung und Reifung des Bieres	092
7.5 Temperaturregelung in ZKTs bei der Gärung und Reifung des Bieres	097
7.6 Probenahme im ZKG und ZKT	104
7.7 Zusammenfassung – bisheriger Wissensstand	107
<b>8 Der Einsatz radiale Kreiselpumpen in der Brauerei</b>	<b>109</b>
8.1 Allgemeines zu Pumpen in der Gärungs- und Getränkeindustrie	109
8.2 Der Einsatz von Kreiselpumpen in der Brauerei	111
8.3 Bedeutung des Wirkungsgrades	111
8.4 Parameter zur Schonförderung mit Kreiselpumpen	112
8.5 Erreichen eines gewünschten Betriebspunktes	112
8.6 Abhängigkeit der Schubspannungsbelastung vom Betriebspunkt der Kreiselpumpe	113
8.7 Fehlanströmung	115
8.8 Laufradtyp offen oder geschlossen	115
8.9 Gewünschte Umfangsgeschwindigkeit durch größeren Laufraddurchmesser oder höhere Drehzahl	116
8.10 Minimieren von Radseitenräumen im Pumpengehäuse	116
8.11 Einbau der Pumpe in die Anlage	117
<b>9 Die Verrohrung – Rohrleitungssysteme</b>	<b>119</b>
9.1 Allgemeines	119
9.2 Rohreinläufe	119
9.3 Querschnittsänderungen	119
9.4 Richtungsänderungen	119
9.5 Rohrverzweigungen	120
9.6 Dehnungsausgleicher	121
9.7 Absperr- und Regelorgane	122
9.8 Formstücke	123
9.9 Einbau von Mess- und Regeleinrichtungen	125
9.10 Schubspannungen bei der Förderung von Heißwürze	126
<b>10 Schlussbetrachtung</b>	<b>131</b>
<b>11 Literatur</b>	<b>133</b>
<b>12 Stichwortregister</b>	<b>139</b>
<b>13 Anhang</b>	<b>149</b>
13.1 Formelzeichen und Abkürzungen	149