

Maschinen, Apparate und Anlagen der Gärungs- und Getränkeindustrie

Teil 2: Mälzerei

Dr. sc. techn. Hans-J. Manger

2. überarbeitete Auflage 2017



Im Verlag der VLB Berlin

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über dnb.ddb.de abrufbar.

Kontakt:

Dr. Hans-J. Manger

Pflaumenallee 14

15234 Frankfurt (Oder)

hans.manger@t-online.de

2. überarbeitete Auflage 2017

ISBN 978-3-921690-84-0

© VLB Berlin, Seestraße 13, D-13353 Berlin, www.vlb-berlin.org

Alle Rechte, insbesondere die Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten.
Kein Teil des Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert werden.

All rights reserved (including those of translation into other languages).
No part of this book may be reproduced in any form.

Herstellung: VLB Berlin, PR- und Verlagsabteilung

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Formelzeichen	6
Vorwort	8
1. Struktur der Malzindustrie	9
2. Anlagen für die Rohstoffannahme und -behandlung	14
2.1 Getreideannahme und Probeentnahme	14
2.2 Getreidetransport	14
2.3 Getreidereinigung	15
2.4 Getreidesortierung	15
2.5 Wägung	16
2.6 Entstaubung	16
2.7 Lagerung	16
2.8 Trocknung	17
2.9 Kühllagerung	17
2.10 Entwesung	17
3. Weichanlagen	18
3.1 Verfahrenstechnische Aufgaben des Weichens	18
3.2 Die Reinigung des Rohstoffes	18
3.3 Weichwasser	19
3.4 Weichverfahren	22
3.5 WeichgefäÙe und Weichanlage	23
3.6 Ausweichen	38
3.7 Reinigung der Weichanlage	38
4. Anlagen für die Keimung	40
4.1 Allgemeine Hinweise und verarbeitungstechnische Aufgabenstellung	40
4.2 Keimanlagen	40
4.3 Anlagen für die Keimluftbereitstellung	67
4.4 Reinigungsanlagen für die Keimanlage	79
4.5 Grünmalz-Austrag und -Transport	80
4.6 Möglichkeiten zur Senkung des Energieaufwandes bei der Keimung	83
4.7 Zur Vergleichbarkeit von technologischen Angaben und spezifischen Verbrauchswerten	84

5. Anlagen zum Darren	86
5.1 Ziele und Aufgaben des Darrprozesses	86
5.2 Verfahrenstechnische Grundlagen des Darrprozesses	87
5.3 Beispiel der Temperaturführung beim Schwelken und Darren	89
5.4 Darranlagen	92
5.5 Elemente der Darre	105
5.6 Energiebedarf beim Darren und Möglichkeiten zur Reduzierung	121
6. Anlagen für die Darrmalzbehandlung und den Versand	130
6.1 Anlagen für die Malzkühlung	130
6.2 Anlagen für die Malzkeimentfernung	130
6.3 Anlagen für das Polieren des Malzes	132
6.4 Malzlagerung	133
6.5 Versand und Malztransport	133
7. Kontinuierliche Mälzungssysteme	135
8. Anlagen für die Röstmalz- und Röstmalzbierherstellung	137
8.1 Allgemeine Hinweise	137
8.2 Röstmalzproduktion	137
8.3 Röstmalzbierherstellung	138
9. Das h, x–Diagramm in der Mälzerei	140
9.1 Allgemeine Hinweise	140
9.2 Thermodynamische Gesetzmäßigkeiten	140
9.3 Das h, x-Diagramm für feuchte Luft	143
9.4 Wichtige Zustandsänderungen	146
10. Druckverluste in Lüftungskanälen	155
10.1 Allgemeine Hinweise	155
10.2 Druckverlustberechnungen für Gase und Dämpfe	155
10.3 Die Berechnung der Druckverluste eines Rohrkanals	156
10.4 Berechnung der Druckverluste von Einbauten	158
10.5 Die Druckverlustberechnung von Kanalsystemen	163
11. Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung in der Mälzerei	165
11.1 Wasserversorgung	165
11.2 Abwasserbehandlung	167
12. Die Energiebereitstellung in der Mälzerei	170
12.1 Allgemeine Bemerkungen	170
12.2 Elektroenergie	170
12.3 Wärmeenergie	170
13. MSR-Technik in der Mälzerei und automatische Steuerungen	173

14. Anlagenplanung	174
14.1 Allgemeine Bemerkungen	174
14.2 Schwerpunkte bei der Planung von Mälzerei-Anlagen	174
14.3 Der Flächen- und Raumbedarf für Anlagen zur Malzherstellung	177
14.4 Spezifische Kennwerte	178
14.5 Gesetze und Verordnungen	180
15. Arbeitsschutz und technische Sicherheit	182
15.1 Die Stellung der gewerblichen Berufsgenossenschaften	182
15.2 Wichtige Informationsquellen zum Unfallschutz und der technischen Sicherheit	183
15.3 Weitere gesetzliche Grundlagen zum Unfallschutz und zur technischen Sicherheit	183
15.4 Brand- und Ex-Schutz	183
Index	185
Quellenverzeichnis	195
Weiterführende Literatur	199

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Formelzeichen

a	Beschleunigung
A	Fläche
AST	Aufgabenstellung
BImSchG	BundesImmissionsSchutzGesetz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BSB ₅	Biologischer Sauerstoffbedarf für 5 Tage
c	spezifische Wärme
COP	Coeffizient of Performance (Leistungszahl einer Wärmepumpe)
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
d	Durchmesser
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
F	Kraft
FM	Fertigmalz
g	Fallbeschleunigung, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
G.a.GM	Gerste als Grünmalz
GM	Grünmalz
H	Förderhöhe
h	Enthalpie
l	Länge
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWÜ	Kreuzstrom-Wärmeübertrager
m	Masse
\dot{m}	Massenstrom
M	Moment
MID	Magnetisch-Induktives Durchflussmessgerät
n	Drehzahl
p	Druck
$p_{\dot{u}}$	Überdruck
P	Leistung
r	Radius
RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (ehemals Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen)
s	Weg
SPS	speicherprogrammierte Steuerung
t	Zeit
t-FM	Tonne Fertigmalz
TKF	Trogkettenförderer
TS	Trockensubstanz
U	Umdrehungen
UVV	Unfall-Verhütungs-Vorschrift
v	Geschwindigkeit
V	Volumen
\dot{V}	Volumenstrom

WHG	Wasser-Haushalts-Gesetz
WÜ	Wärmeübertrager
x	Feuchte in g H ₂ O/kg trockener Luft
z	Anzahl
α	Winkel
$\hat{\alpha}$	Winkel im Bogenmaß
ϑ	Temperatur
$\Delta\vartheta$	Temperaturdifferenz
μ	Gutbeladung in kg Gut/kg Luft
μ_0	Haft-Reibungskoeffizient
ρ	Dichte
ω	Winkelgeschwindigkeit
φ	relative Luftfeuchte

Vorwort

Ziel dieser Schrift „Maschinen, Apparate und Anlagen der Gärungs- und Getränkeindustrie“, Teil 2, „Maschinen, Apparate und Anlagen für die Mälzerei“ ist es:

- einen Überblick über die verfügbare und die genutzte Anlagentechnik zu geben,
- eine Einführung in die Funktion, Berechnung und die Einsatzbedingungen der Maschinen und Apparate zu vermitteln,
- das Wissen für die Erarbeitung von Aufgabenstellungen der Anlagenplanung, die Formulierung von Ausschreibungen und die Bewertung von Angeboten zu vermitteln,
- die Voraussetzungen für die schöpferische Anwendung und Weiterentwicklung der Anlagen zu schaffen, auf deren Grundlage sich der Brauerei- und Mälzerei-Technologe mit Projektanten und Konstrukteuren des Maschinen- und Anlagenbaues verständigen oder selbst konstruktiv tätig werden kann und
- Hinweise zu weiterführenden Informationsquellen zu geben.

Dabei versteht es sich von selbst, dass diese Schrift nicht die Grundkenntnisse zu den Fachgebieten Maschinenelemente, Werkstoffkunde, Technische Mechanik, Anlagenplanung, Elektro- und MSR-Technik, mechanische und thermische Verfahrenstechnik und Mälzerei-Technologie vermitteln kann, sondern voraussetzt.

Einige Hinweise auf mathematische und verfahrenstechnische Zusammenhänge sollen Nachdenklichkeit bewirken und Interesse an Detailverbesserungen wecken.

Die mälzereispezifische Literatur zu den nachfolgenden Themenkomplexen ist nicht allzu zahlreich. Beispiele sind *Narziss* [1], [2] und *Kunze* [3]. Technologische Fragen der Malzbereitung werden insbesondere von *Narziss* [1] ausführlich behandelt. Sie sind nicht Gegenstand dieser Ausführungen.

Neuere Informationen und Angaben sind im Prinzip nur in den Fachzeitschriften zu finden. Dabei ist jedoch die Tendenz des Anlagenbaus erkennbar, interessante Details nicht mehr zu publizieren und das fachspezifische Wissen nur noch selbst zu vermarkten. Eine Ursache dafür ist sicherlich darin zu suchen, dass Mälzereianlagen auch international nur von wenigen spezialisierten Unternehmen geplant und gefertigt werden. Im Übrigen wird auch auf die weiterführende Literatur verwiesen.

Auch soll auf einige ältere Darstellungen (unter weiterführender Literatur) verwiesen werden. Diese zu lesen, ist nicht nur für historisch Interessierte informativ, weil sie unter anderem die Probleme unserer Altvorderen aufzeigen, sondern auch technische und technologische Lösungen vermitteln, die inzwischen offensichtlich „vergessen“ wurden.

Frankfurt (Oder), im März 2017

Hans-J. Manger