

Maschinen, Apparate und Anlagen der Gärungs- und Getränkeindustrie

Teil 1

Maschinen, Apparate und Anlagen für die Rohstoffbehandlung in Mälzerei, Brauerei und Getränkeindustrie

Dr. sc. techn. Hans-J. Manger



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 unter dnb.ddb.de aufrufbar.

Ergänzungen und kritische Hinweise:

Dr. sc. techn. Hans-J. Manger

Pflaumenallee 14

D-15234 Frankfurt (Oder)

E-Mail: hans.manger@t-online.de

Manger, Hans.-J.

Maschinen, Apparate und Anlagen der Gärungs- und Getränkeindustrie

Teil 1: Maschinen, Apparate und Anlagen für die Rohstoffbehandlung in Mälzerei,
Brauerei und Getränkeindustrie

1. Auflage 2000

2. erweiterte Auflage 2012

ISBN-13: 978-3-921690-71-0

© 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.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Musterschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

All rights reserved (including those of translation into other languages).

No part of this book may be reproduced in any form.

Printed in Germany

Herstellung: VLB Berlin, PR- und Verlagsabteilung

Druck: CPI buchbücher.de GmbH, Birkach

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Formelzeichen	6
0. Einleitung	8
1. Maschinen, Apparate und Anlagen für die Rohstoffbehandlung	9
1.1 Die Unterteilung der Roh- und Hilfsstoffe nach Gutvarianten	9
1.2 Verarbeitungstechnische Aufgabenstellung der Rohstoffbehandlung	9
1.3 Tendenzen der Maschinen- und Anlagentechnik	10
2. Die Annahme und Abgabe von Schüttgütern	12
3. Die Förderung von Schüttgütern	16
3.1 Allgemeines zur Förderung	16
3.2 Die Schwerkraftförderung	16
3.3 Angetriebene Stetigförderer	20
3.3.1 Gurtbecherwerk	20
3.3.2 Rohrkettenförderer	24
3.3.3 Gurtbandförderer	27
3.3.4 Schwingförderer	30
3.3.5 Schneckenförderer	31
3.3.6 Trogkettenförderer	37
3.3.7 Rundtrogkettenförderer	41
3.3.8 Förderrohr	41
3.3.9 Zellenradschleuse	42
3.4 Die Verkettung der Fördererlemente	42
3.5 Pneumatische Stetigförderer	45
3.5.1 Allgemeines zu pneumatischen Förderern	45
3.5.2 Grundlagen der pneumatischen Förderung	45
3.5.3 Saugluft-Förderanlagen	48
3.5.4 Druckluft-Förderanlagen	53
3.5.5 Kombinierte Saug-Druckluft-Förderanlagen	55
3.6 Das Reinigen der Förderwege	57
3.6.1 Die innere Reinigung der Förderwege	57
3.6.2 Die äußere Reinigung der Anlagen	57
3.7 Werkstoffe für Förderanlagen	58
4. Das Reinigen und Sortieren der Schüttgüter	59
4.1 Allgemeines	59

4.2 Das Reinigen der Schüttgüter	59
4.2.1 Magnetabscheider	59
4.2.2 Siebmaschinen/Siebsichter	60
4.2.3 Zellenausleser (Trieur)	64
4.2.4 Entgranner	66
4.2.5 Sonstige Reinigungsmaschinen	67
4.3 Das Sortieren der Schüttgüter	71
4.3.1 Allgemeines	71
4.3.2 Trommelsiebmaschinen	71
4.3.3 Zentrifugal-, „Sichter“	72
4.3.4 Korb-, „Sichter“	73
4.3.5 Schwingsiebmaschinen	74
4.3.6 Plansichter	76
5. Die Entstaubung/Aspiration	79
5.1 Allgemeines	79
5.2 Staubgewinnung	79
5.3 Staubtransport	79
5.4 Die Entstaubung der Transportluft	81
5.4.1 Zyklone	81
5.4.2 Druckschlauchfilter	82
5.4.3 Saugschlauchfilter	84
5.4.4 Moderne Staubfilteranlagen - Düsenfilter	86
5.4.5 Sonstige Filter	88
5.4.6 Kontrolle der Filteranlagen	88
5.4.7 Staublagerung	88
6. Das Trocknen der Schüttgüter	91
6.1 Allgemeines zur Trocknung	91
6.2 Grundlagen der Trocknung	92
6.3 Trockner für die Getreidetrocknung	93
6.3.1 Schacht- oder Rieseltrockner	93
6.3.2 Vakuumtrockner	100
7. Das Belüften und Kühlen von Schüttgütern	101
7.1 Ziele der Belüftung und/oder Kühlung	101
7.2 Die Belüftung und/oder Kühlung	103
7.2.1 Bauelemente einer Belüftungs- und Kühlanlage	103
7.2.2 Erforderliche Luftmengen	104
7.2.3 Druckverluste in der Schüttung	105
7.3 Kühlanlagen für Schüttgüter	107

8. Das Speichern der Schüttgüter	110
8.1 Allgemeines zur Speicherung der Schüttgüter	110
8.2 Das Lagern der Schüttgüter	110
8.2.1 Lagerflächen	111
8.2.2 Lagerhallen	111
8.2.3 Speicherlagerung	112
8.2.4 Silolagerung	112
8.2.4.1 Unterscheidung nach der Aufstellungsform	113
8.2.4.2 Unterscheidung nach der Grundrissform	113
8.2.4.3 Unterscheidungen nach dem Werkstoff	114
8.2.4.4 Siloaustrag und Siloaustragvorrichtungen	118
8.2.4.5 Besondere Probleme der Silolagerung	120
8.2.5 Die Reinigung von Silozellen	121
8.3 Die Begasung der Schüttgüter	122
9. Die Probenahme	123
10. Die Dosierung von Schüttgütern	127
10.1 Selbsttätige Schüttwaagen	127
10.2 Kontinuierliche Waagen	129
10.3 Messprinzip bei Waagen	131
11. Die Annahme von fluiden Produkten	133
12. Abgabe von Schüttgütern	135
12.1 Fahrzeug- bzw. Containerbeladung	135
12.2 Abgabe in Kleinpackungen	135
12.3 Abgabe von Staub	136
12.4 Sonstige Verladesysteme	136
13. Grundlagen des Unfallschutzes und der technischen Sicherheit	138
13.1 Die Stellung der gewerblichen Berufsgenossenschaften	138
13.2 Wichtige Informationsquellen zum Unfallschutz und der technischen Sicherheit	139
13.3 Europäisches Recht	139
13.4 Gesetze und Verordnungen	140
13.5 Brand- und Ex-Schutz	141
13.6 Weitere gesetzliche Grundlagen zum Unfallschutz und zur technischen Sicherheit	141
14. Weiterführende Literatur	142
Stichwortverzeichnis	143
Quellennachweis	155

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Formelzeichen

a	Beschleunigung
A	Fläche
AGW	Arbeitsplatzgrenzwert (ersetzt den MAK-Wert, s.a. GefStoffV v. 23.12.2004)
ASI	Arbeits-Sicherheits-Informationen der BG Nahrungsmittel und Gastgewerbe
ASR	Techn. Regeln für Arbeitsstätten
BImSchG	BundesImmissionsSchutzGesetz
BG	Berufsgenossenschaft
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BGV	Unfallverhütungsvorschriften
BGI	BG Informationen
BGG	BG Grundsätze
BGR	BG Regeln
BGN	BG Nahrungsmittel und Gastgewerbe
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
CAD	Computer Aided Design
CE	Communauté Européenne = Europäische Gemeinschaft bzw. Conformité Européenne
d	Durchmesser
DIN	DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
DN	Nennweite
c	spezifische Wärme
d	Durchmesser
F	Kraft
g	Fallbeschleunigung, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
H	Förderhöhe
h	Enthalpie
l	Länge
m	Masse
\dot{m}	Massenstrom
M	Moment
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration (s.a. AGW)
n	Drehzahl
p	Druck
$p_{\bar{u}}$	Überdruck
P	Leistung
r	Radius
RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (ehemals Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen)
RKF	Rohrkettentransporter
s	Weg

SPS	speicherprogrammierte Steuerung
t	Zeit
TKF	Trogkettenförderer
TRBS	Techn. Regeln Betriebssicherheit
TRGS	Techn. Regeln Gefahrstoffe
TS	Trockensubstanz
U	Umdrehungen
UVV	Unfall-Verhütungs-Vorschrift
v	Geschwindigkeit
V	Volumen
\dot{V}	Volumenstrom
WHG	Wasser-Haushalts-Gesetz
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

0. Einleitung

Ziel dieser Schrift „Maschinen, Apparate und Anlagen der Gärungs- und Getränkeindustrie“, Teil 1, „Maschinen, Apparate und Anlagen für die Rohstoffbehandlung in Mälzerei, Brauerei und Getränkeindustrie“ ist es:

- einen Überblick über die verfügbare und die genutzte Anlagentechnik zu geben,
- den Stand der Technik und eine Einschätzung des fortgeschrittenen Standes der Technik zu vermitteln und Tendenzen aufzuzeigen,
- eine Einführung in die Funktion, Berechnung und die Einsatzbedingungen der Maschinen und Apparate zu vermitteln,
- die Voraussetzungen für die schöpferische Anwendung und Weiterentwicklung der Maschinen, Apparate und Anlagen zu schaffen, auf deren Grundlage sich der Brauerei- und Mälzerei-Technologie 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 Gebieten Maschinenelemente, Werkstoffkunde, Technische Mechanik, Anlagenplanung, Elektro- und MSR-Technik, mechanische und thermische Verfahrenstechnik und Brauerei- und Mälzerei-Technologie vermitteln kann, sondern voraussetzt.

Die mälzerei- und brauereispezifische Literatur zu den nachfolgenden Themenkomplexen ist nicht allzu zahlreich und die verfügbare Literatur ist teilweise schon etwas älter. Beispiele sind *Fehrmann/Sonntag* [1] und *Petersen* [2].

Die Standardwerke *Narziss: Die Bierbrauerei*, Teile 1 [3] und Teil 2 [4] liegen in einer Neuauflage vor.

Neuere Informationen und Angaben sind im Prinzip nur in den Fachzeitschriften und in Firmendruckschriften bzw. den Internetinformationen zu finden.

Daneben gibt es aber detaillierte Hinweise auch zu speziellen Themen in der genannten weiterführenden Literatur (Kapitel 14).

Der Schwerpunkt in dieser Schrift liegt natürlich auf den Rohstoffen: den *Schüttgütern* Getreide und Malz. Es werden aber auch Hinweise zu flüssigen Produkten gegeben.

Nicht eingegangen wird auf Filterhilfsmittel, Zucker, Hopfen und Hopfenprodukte, die als Ballots und vorzugsweise als Hopfenpellets oder Hopfenextrakt (Dosen, Fässer) gehandelt und geliefert werden. Sie werden traditionell in gekühlten Räumen gelagert, vorzugsweise in der Nähe der Sudanlage.

Die gewählten Beispiele und Abbildungen resultieren aus ihrer Verfügbarkeit und stellen keine Wertung dar.