

# Maschinenkunde Müllerei



Mehlmüllerei | Futtermittelherstellung  
Schälmüllerei | Spezialmüllerei

## Vorwort

Zur Ernährung von Mensch und Tier werden Getreide und andere Rohstoffe verarbeitet. Die verwendeten Maschinen und Anlagen nehmen Einfluss auf die Qualität der hergestellten Produkte. Die hohen Anforderungen an Qualität und Energieeffizienz können nur dank dem Einsatz hochentwickelter Technologien erfüllt werden. Die präzise Bedienung und sorgfältige Wartung ist Garant für eine reibungslose Produktion.

Die Schweizerische Berufsbildungskommission für Müller/-innen (BBK Müller) bemüht sich seit Jahren, für die Ausbildung heranwachsender Müller/-innen qualitativ hochstehende Fachbücher zur Verfügung zu stellen. Das Maschinenkundebuch für Müller wurde im Jahre 2000 in der 3. überarbeiteten Auflage verlegt, das Maschinenkundebuch Futtermüller ist 1981 erschienen. Die Neubearbeitung ist erfolgt, weil sich die Maschinen laufend weiterentwickeln und insbesondere im Bereich der Automation Quantensprünge gemacht worden sind. Die beiden Berufe Müller/-in Lebensmittel und Tiernahrung sind sowohl auf reglementarischer wie auch auf schulischer Ebene zusammengedrückt. Um der Ausbildung gerecht zu werden, werden mit Mehl-, Schäl- und Spezialmüllerei sowie Futtermittelherstellung die vier Hauptthemen der Getreideverarbeitung behandelt.

Das Buch beleuchtet die Prozesse der Getreideverarbeitung bewusst von Seiten der Maschinen. Die 16 Kapitel sind nach Maschinenfunktionen gegliedert. Auf Zusammenhänge zwischen Maschine, Getreide, Rohstoff und Prozess wird hingewiesen. Für vertieftes Wissen kann auf spezifische Fachbücher zurückgegriffen werden.

Der Verfasser hat dieses Fachbuch systematisch aufgebaut. Seine umfangreichen Kenntnisse hat er sich in jahrelanger Tätigkeit als Fachspezialist und Lehrer erworben. Die Schweizerische Berufsbildungskommission für Müller/-innen dankt Karl Ulmer für den grossen Einsatz.

Schweizerische Berufsbildungskommission  
Müller/-in, Zollikofen

# Inhalt

I. Maschinenelemente im Müllereimaschinenbau .....	1
II. Förderelemente, Aspiration, Laufrohre .....	45
III. Lagerung der Rohstoffe, Zwischen- und Endprodukte .....	119
IV. Konservierung von Rohstoffen und Haltbarmachung von Endprodukten .....	139
V. Aufrag- und Dosierapparate .....	167
VI. Dosierer, Waagen .....	179
VII. Reinigen, Trennen, Sieben .....	221
VIII. Rohproduktvorbereitung durch Netzen und Abstehen .....	331
IX. Schälen, Schleifen, Entkeimen .....	349
X. Zerkleinern, Verformen .....	365
XI. Auflöser, Sterilator .....	429
XII. Thermische Verfahren .....	435
XIII. Mischen / Flüssigkeitsbeigabe .....	491
XIV. Überwachungs- und Sicherheitselemente .....	517
XV. Brand- und Explosionsschutz .....	525
XVI. Laborvermahlung .....	533
XVII. Maschinenverzeichnis .....	537

# Inhaltsverzeichnis

I. Maschinenelemente im Müllereimaschinenbau .....	1
1. Tragende Maschinenelemente .....	1
1.1 Gehäuse, Gestelle, Rahmen .....	1
1.2 Lager .....	1
1.2.1 Gleitlager .....	1
1.2.2 Wälzlager .....	4
2. Bewegliche Maschinenelemente .....	8
2.1 Wellen .....	8
2.1.1 Starre Wellen .....	8
2.1.2 Gelenkwelle .....	10
2.1.3 Biegsame Wellen .....	10
2.2 Achsen .....	10
2.3 Rotoren .....	11
3. Übertriebsselemente .....	11
3.1 Riementriebe .....	11
3.1.1 Flachriemen .....	12
3.1.1.1 Braunlederriemen .....	12
3.1.1.2 Mehrschichtriemen .....	12
3.1.1.3 Flachriemenscheiben .....	14
3.1.1.4 Riemen Spannungen .....	14
3.1.2 Keilriemen und Kraftbänder .....	14
3.1.2.1 Normalkeilriemen .....	14
3.1.2.2 Kraftbänder .....	16
3.1.2.3 Doppelkeilriemen .....	16
3.1.2.4 Zahnkeilriemen .....	17
3.1.2.5 Zahnflachriemen .....	17
3.2 Kettenübertriebe .....	18
3.3 Zahnradübertriebe .....	20
3.3.1 Stirnräder .....	20
3.3.2 Kegelräder .....	21
3.3.3 Schraubenräder .....	21
3.3.4 Schnecke und Schneckenrad .....	21
3.4 Kupplungen .....	22
3.4.1 Feste oder starre Kupplungen .....	22
3.4.2 Elastische und halbelastische Kupplungen .....	23
3.4.3 Bewegliche Kupplungen .....	24
3.4.4 Ausrückbare Kupplungen .....	24
3.4.5 Sicherheitskupplungen .....	26
3.5 Bolzen .....	26
4. Verbindungs- und Befestigungselemente .....	26
4.1 Lösbare Verbindungen .....	26
4.1.1 Schraubenverbindungen .....	26

4.1.2	Stiften	31
4.1.3	Keilverbindungen	31
4.1.4	Fixierelemente	32
4.1.5	Federn	33
4.1.6	Ankerschienen	33
4.1.7	Elastische Maschinenabstützungen	33
4.1.8	Rohrverschraubungen	36
4.2	Unlösbare Verbindungen	36
4.2.1	Nieten	36
4.2.2	Pressverbindungen	37
4.2.3	Kleben	37
4.2.4	Löten	37
4.2.5	Schweißen	38
<b>5.</b>	<b>Abdichtungen</b>	<b>39</b>
5.1	Berührungsdichtungen an ruhenden Flächen	39
5.1.1	Flachdichtungen	39
5.1.2	Profildichtungen	40
5.2	Berührungsdichtungen an gleitenden Flächen	40
5.2.1	Einfache Wellendichtung für Lagergehäuse	40
5.2.2	Packungen	41
5.2.3	Runddichtringe (O-Ringe)	41
5.2.4	Radial-Wellendichtungen	41
5.3	Berührungsfreie Dichtungen für rotierende Bewegungen	41
<b>6.</b>	<b>Wartung und Bedienung von Maschinen</b>	<b>42</b>
6.1	Reinigen von Maschinen	42
6.2	Schmieren von Maschinen	42
6.3	Kontrollen	43
6.4	Reparaturen oder Auswechseln von Teilen	43
6.5	Bedienung von Maschinen	43
6.6	Schutzvorrichtungen	43
<b>II.</b>	<b>Förderelemente, Aspiration, Laufrohre</b>	<b>45</b>
<b>1.</b>	<b>Mechanische Förderelemente</b>	<b>46</b>
1.1	Förderschnecken	46
1.1.1	Trogförderschnecken mit Vollgewinde	46
1.1.2	Förderschnecken mit Spezialgewinden	50
1.1.3	Rohrschnecken	50
1.2	Trogkettenförderer	52
1.3	Schüttelförderrohr	56
1.4	Förderelemente mit elektromagnetischem Vibrator	58
1.5	Transportbänder, Bandförderer	59
1.6	Becherelevatoren	61
1.7	Becherwerke	65
1.8	Laufrohrbau	69

<b>2.</b>	<b>Pneumatische Förderung, Druckluftaufbereitung und Aspiration</b>	<b>71</b>
2.1	Einführung, Begriffe, Definitionen	71
2.2	Pneumatische Förderung	74
2.3	Prinzipielle Dispositionen von Pneumatikanlagen	75
2.3.1	Schiffsentladung: Saugtransport mit Drehkolbengebläse	75
2.3.2	Ventilator-Saugpneumatik	76
2.3.3	Mehrfach-Pneumatiktransport (Mühlenpneumatik)	76
2.3.4	Druckpneumatik mit Drehkolbengebläse oder Schraubenverdichter	77
2.3.5	Zubehörteile zu einer Druckpneumatik	78
2.3.6	Tankwagenförderung	79
2.3.7	Kombinierte Saug- / Druckförderung	79
2.3.8	Sendegefäß-Förderung	80
2.4	Hinweise für die Pneumatik-Ausführung	80
2.4.1	Linienführung, Luftgeschwindigkeit, Förderdruck	80
2.4.2	Geschwindigkeitsprofil in einem Rohr	81
2.4.3	Druckverlauf in Förderrohren	81
2.4.4	Rohrabstufungen	81
2.4.5	Fördergutklassierung	82
2.5	Aspiration	82
2.5.1	Anlagendimensionierung	82
2.5.2	Hinweise für die Ausführung von Aspirationsanlagen	87
2.5.3	Aspirationsrohre	88
2.6	Elemente für die pneumatische Förderung, Druckluftaufbereitung und Aspiration	89
2.6.1	Luftstromerzeuger (Winderzeuger)	89
2.6.1.1	Strömungsmaschinen	89
2.6.1.2	Verdrängermaschinen	93
2.6.2	Feststoffaufgabe	100
2.6.2.1	Zellenradschleusen	100
2.6.2.2	Klappenschleusen	102
2.6.2.3	Sendegefäß mit Fluidisierboden	102
2.6.2.4	Saugdüsen	103
2.6.3	Verteilelemente	104
2.6.3.1	Rohrweichen	104
2.6.3.2	Drehrohrverteiler	105
2.6.4	Produktabscheidung	106
2.6.4.1	Zyklonabscheider	106
2.6.4.2	Spezialabscheider	107
2.6.5	Filter (Totalabscheider)	107
2.6.5.1	Filter älterer Bauart	107
2.6.5.2	Moderne Filter	108
2.7	Druckluftaufbereitung	113
2.7.1	Wasserdampfgehalt in der Luft	113
2.7.2	Atmosphärischer Taupunkt – Drucktaupunkt	113
2.7.3	Trocknungsmethoden	114
2.7.4	Druckluftleitungen, Verteilung, Dimensionierung	115

<b>III. Lagerung der Rohstoffe, Zwischen- und Endprodukte</b> .....	<b>119</b>
<b>1. Lagereinflüsse durch das Produkt</b> .....	<b>119</b>
1.1 Einflüsse der Produkteigenschaften.....	119
1.2 Produkte-Fließverhalten.....	120
1.2.1 Leicht- und freifliessende Schüttgüter.....	120
1.2.2 Schwerfließende Schüttgüter.....	120
1.2.3 Schütt- oder Böschungswinkel.....	121
<b>2. Lagereinflüsse der Behälter und Silozellen</b> .....	<b>122</b>
2.1 Lagermöglichkeiten, Silobauarten.....	122
2.1.1 Lagerhallen.....	122
2.1.2 Horizontalsilos.....	123
2.1.3 Grossraumzellen.....	123
2.1.4 Hochsilos.....	124
2.1.4.1 Stahlblechsilos.....	124
2.1.4.2 Stahlbetonsilos.....	124
2.1.4.3 Klimaeinflüsse bei Stahl- und Betonzellen im Herbst und Winter.....	125
<b>3. Lagereinflüsse bei Behältern und Silozellen</b> .....	<b>126</b>
3.1 Produktmischungen beim Befüllen von Zellen.....	126
3.2 Verdichtung in Zellen.....	126
3.3 Störungen beim Entleeren von Behältern und Zellen.....	126
3.3.1 Brückenbildung.....	126
3.3.2 Schacht- und Pfeilerbildung.....	127
3.3.3 Schlotartiges Auslaufverhalten.....	127
3.3.4 Der Massenfluss.....	128
<b>4. Zellen- und Auslaufformen</b> .....	<b>128</b>
4.1 Auslaufformen für leicht- und freifliessende Produkte.....	128
4.1.1 Entlastungskreuze und Entlastungsdächer.....	129
4.1.2 Der Doppeltrichter.....	129
4.1.3 Mehrfachausläufe.....	130
4.2 Auslaufformen für schwerfließende Produkte.....	130
<b>5. Probenehmer</b> .....	<b>131</b>
<b>6. Annahmeeinrichtungen für Gebinde und Loseanlieferung</b> .....	<b>134</b>
6.1 Automatische Sackentleerungsmaschine.....	134
6.2 BIG-BAG Entleerstation.....	135
6.3 Annahmesysteme für Loseannahme.....	135
<b>IV. Konservierung von Rohstoffen und Haltbarmachung von Endprodukten</b> .....	<b>139</b>
<b>1. Belüften</b> .....	<b>140</b>
<b>2. Kühlkonservierung</b> .....	<b>144</b>
2.1 Zweck der Getreidekühlung.....	144
2.2 Lagerfähigkeit unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit.....	144
2.2.1 Brotgetreide.....	144
2.2.2 Saatgetreide und Braugerste.....	144

2.2.3 Futtergetreide.....	144
2.3 Grundsätze der Lagerfähigkeit im Zusammenhang mit der Kühlung.....	145
2.4 Kühlanlagen.....	146
<b>3. Körnertrocknung, Würfel- und Flockenkühlung</b> .....	<b>148</b>
3.1 Trocknungsverfahren.....	148
3.1.1 Verdunstungstrocknung.....	148
3.1.2 Verdampfungstrocknung.....	148
3.2 Wasserwanderung.....	148
3.3 Wasserentzug.....	149
3.4 Trocknungstemperatur.....	149
3.5 Trocknungsmöglichkeiten.....	149
3.6 Trocknungssysteme.....	151
3.6.1 Satzrockner / -kühler.....	151
3.6.2 Durchlauftrockner / -kühler (kontinuierliche Trocknung / Kühlung).....	152
3.6.2.1 Bandrockner / -kühler.....	152
3.6.2.2 Wirbelbettrockner / -kühler.....	154
3.6.2.3 Schachttrockner / -kühler.....	156
3.6.2.4 Radiatortrockner.....	160
3.6.2.5 Vakuumtrockner.....	161
3.6.2.6 Getreide-Heizaggregat.....	163
3.6.2.7 Beheizungsarten.....	163
3.6.2.8 Trocknungsregelungen.....	165
<b>V. Austrag- und Dosierapparate</b> .....	<b>167</b>
<b>1. Mechanische Austragapparate</b> .....	<b>168</b>
1.1 Austragschnecken.....	168
1.2 Flügelaustragapparat.....	169
1.3 Doppelwalzenaustragung.....	170
<b>2. Oszillierender Austragapparat (Schieber)</b> .....	<b>172</b>
<b>3. Vibrationsaustragung</b> .....	<b>173</b>
3.1 Vibrospeiserinne.....	173
3.2 Der Vibroboden.....	173
<b>4. Pneumatische Austragungen und Mehl-Loseverlad</b> .....	<b>175</b>
<b>VI. Dosierer, Waagen</b> .....	<b>179</b>
<b>1. Volumetrische Dosierungen</b> .....	<b>179</b>
1.1 Dosierschieber.....	179
1.2 Getreidemessapparat.....	180
1.3 Vibrospeiseapparat.....	181
1.4 Schneckendosierung.....	181
<b>2. Gravimetrische Dosierung</b> .....	<b>182</b>
2.1 Automatischer Mengenregler (Flowbalancer).....	182
2.1.1 Mengenregler mit Gewichtserfassung.....	184

2.1.2	Silomengenregler .....	185
2.2	Durchflussregler / Durchflussmesser .....	186
2.2.1	Transflowtron für freifliessende Produkte .....	186
2.2.2	Transflowmeter (Durchflussmesser) .....	187
2.2.3	Dosierer für schwerfliessende Produkte .....	188
2.2.4	Einsatzmöglichkeiten Transflowtron/Transflowmeter .....	188
2.2.5	Mikrodosiergeräte .....	188
2.2.6	Mikrodosieranlage .....	190
<b>3.</b>	<b>Schüttwaagen .....</b>	<b>192</b>
3.1	Gewicht und Masse .....	192
3.2	Definitionen .....	193
3.3	Annahewaage für freifliessende Produkte .....	197
3.4	Elektronische Rohrwaage „Tubex“ .....	198
3.5	Absackwaagen und -anlagen .....	200
3.5.1	Ventilpacker .....	201
3.5.2	Absacksysteme für offene Säcke .....	202
3.5.2.1	System mit Nettoabsackwaage .....	202
3.5.2.2	Nettoabsackung ohne Wiegebehälter .....	203
3.5.2.3	Abfüllen der Säcke mit dem Differential-Verwiegesystem .....	203
3.5.3	Automatischer Sackanhänger .....	205
3.5.4	Sackübernahme und Spreizgerät .....	205
3.5.5	Sackverschlussysteme für offene Säcke .....	206
3.5.6	Peripheriegeräte .....	209
3.5.7	Palettieren von Säcken .....	210
3.5.8	Schneckenpacker .....	212
3.5.9	Kleinpackmaschinen .....	212
3.5.9.1	Einfache Kleinpackmaschinen SERAM .....	213
3.5.9.2	Kleinpackanlage ICA .....	213
3.5.9.3	Kleinpackanlagen BOSCH .....	215
<b>VII.</b>	<b>Reinigen, Trennen, Sieben .....</b>	<b>221</b>
<b>1.</b>	<b>Magnetapparate .....</b>	<b>222</b>
1.1	Magnetapparate für Handabreinigung .....	223
1.1.1	Balken- oder Plattenmagnete .....	223
1.1.2	Fingermagnete und Magnetreste .....	223
1.1.2	Rohrmagnete .....	224
1.2	Magnetapparate mit kontinuierlicher Eisenaustragung (Selbstreinigende Magnetapparate) .....	224
1.2.1	Kaskadenmagnete .....	225
1.2.2	Trommelmagnet .....	225
1.2.3	Bandmagnete .....	226
<b>2.</b>	<b>Siebmaschinen allgemein .....</b>	<b>226</b>
2.1	Siebwirkungsgrad .....	226
2.2	Siebssysteme .....	227
2.3	Siebe und Siebbespannungen .....	229
2.4	Siebmaschinen für die Vor- und Hauptreinigung .....	229

<b>3.</b>	<b>Trommelsiebe .....</b>	<b>230</b>
3.1	Das Trommelsieb als Vorreinigungssieb .....	230
3.2	Der Sortierzylinder .....	231
3.3	Trommelsiebe (Zentrifugalsiebe) mit Schlägerrotoren .....	232
3.4	Schlägerrotorsichter (Turbosichter) zur Mehlkontrolle .....	233
3.4.1	Mit Anschluss an den Rohrbau .....	233
3.4.2	Durchblässichter für den Einbau in eine Druckpneumatik .....	234
3.5	Das Vibrationsieb .....	235
3.5.1	Turbosichter mit mechanischer Siebmantelvibration .....	236
3.5.2	Vibrationsrichter mit losem Siebmantel .....	236
3.5.3	Vibrationsrichter mit mechanischer Vibration des ganzen Siebkastens .....	237
<b>4.</b>	<b>Vorreinigungs- und Reinigungsseparatoren .....</b>	<b>238</b>
4.1	Vergleich Flachsiebe / Stellsiebe .....	238
4.2	Separatorantriebe .....	239
4.2.1	Der Schüttelmechanismus .....	239
4.2.2	Der Exzenterantrieb .....	240
4.2.3	Kreisende Siebbewegungen .....	240
4.2.4	Vibrationsantriebe .....	241
4.3	Gelochte Stahlbleche .....	242
4.4	Universalaspirateur (Hochleistungsmaschine) SCHMIDT – SEEGER .....	244
4.5	Separatoren für Körnerfrüchte .....	246
4.5.1	Separatoren mit kreisender Bewegung .....	246
4.5.2	Separatoren mit Vibrationsantrieb .....	247
4.5.3	Separator verstärkter Ausführung .....	248
4.6	Allgemeines zu den Reinigungsseparatoren .....	249
4.7	Siebmaschinen für spezielle Anwendungen .....	249
4.7.1	Rundsieb .....	249
4.7.2	Wurfsiebe (Stellsiebe) .....	250
<b>5.</b>	<b>Plansichter .....</b>	<b>251</b>
5.1	Siebe .....	251
5.1.1	Drahtgewebe .....	251
5.1.1.1	Nummerierung der Siebgewebe vom Typ Stahldraht und „GG“ .....	252
5.1.1.2	Benützung des Fadenzählers .....	253
5.1.2	Seidengewebe .....	253
5.1.3	Nylongewebe (Polyamid) .....	253
5.1.4	Polyestergewebe .....	254
5.1.5	Siebflächen .....	255
5.1.6	Webarten .....	256
5.2	Bespannen von Siebrahmen .....	257
5.2.1	Konfektionierte Gewebe .....	257
5.2.2	Siebgewebe ab Rollen .....	258
5.2.2.1	Bespannen und fixieren mit der Heftpistole .....	259
5.2.2.2	Fixieren mit Klebstoff auf dem Bespannapparat .....	260
5.2.3	Die verschiedenen Klebstoffe .....	261
5.2.4	Genauigkeit der Maschenöffnungen: .....	261
5.3	Siebreiniger für Plansichter .....	262

5.4	Plansiebmaschinen	264
5.4.1	Einführung	264
5.4.2	Der Sichtprozess	265
5.4.3	Verschiedene Plansichtertypen	267
5.4.4	Die Kleinplansichter	269
5.4.5	Der Schubladenplansichter	271
5.4.6	Der Quadratplansichter	277
5.4.7	Der modular aufgebaute Quadratplansichter „SIRIUS“	281
5.4.8	Der Kreuzjochplansichter	283
<b>6.</b>	<b>Aspirationsmaschinen</b>	<b>285</b>
6.1	Aspirationskanäle	285
6.1.1	Aspirationskanäle mit Vibromotorspeisung	286
6.1.2	Aspirationskanäle ohne Speiseeinrichtung	287
6.1.3	Aspirationskanal mit oszillierender Speiseeinrichtung	287
6.2	Tarare	288
6.2.1	Aspirationskanal mit angebautem Expansionsraum	288
6.2.2	Der Umlufttarar	289
6.2.3	Umluftseparator	291
6.3	Schwertteileausleser	291
<b>7.</b>	<b>Trockensteinausleser</b>	<b>292</b>
<b>8.</b>	<b>Leichtkornausleser</b>	<b>298</b>
8.1	Leichtkornausleser älterer Bauart	298
8.2	Der Hochleistungs-Leichtkornausleser „Gravomat“	299
<b>9.</b>	<b>Kombinierte Luft-/Siebtrennung in Schwer- und Leichtgut</b>	<b>301</b>
<b>10.</b>	<b>Kombinierte Reinigungsmaschinen</b>	<b>303</b>
10.1	Der Kombinator	303
10.2	Der Kombireiniger	305
<b>11.</b>	<b>Triere</b>	<b>306</b>
11.1	Manteltrieure	307
11.2	Nachlesetriure	310
11.3	Der Carter Scheibentriur	310
11.4	Der Spiraltriur	312
<b>12.</b>	<b>Paddy Tischausleser</b>	<b>313</b>
12.1	Herkömmlicher Paddy Tischausleser	313
12.2	Paddy-Tischausleser „TWITOR“	315
<b>13.</b>	<b>Scheuermaschinen</b>	<b>317</b>
13.1	Horizontale Scheuermaschine	318
13.2	Intensiv – Horizontalscheuermaschine	319
<b>14.</b>	<b>Entgranner</b>	<b>321</b>
<b>15.</b>	<b>Farbsortierung</b>	<b>322</b>
<b>16.</b>	<b>Spezielle Trennmaschinen in der Mehlmühle</b>	<b>323</b>
16.1	Die Kleieschleuder	323
16.2	Die Griessputzmaschine	325

<b>VIII.</b>	<b>Rohproduktvorbereitung durch Netzen und Abstehen</b>	<b>331</b>
<b>1.</b>	<b>Netzen</b>	<b>331</b>
1.1	Allgemeines	331
1.2	Aufbereitung des Netzwassers	332
1.3	Wasserdosierung	332
<b>2.</b>	<b>Manuelle Netzsysteme</b>	<b>332</b>
2.1	Bechernetzapparat	332
2.2	Wasserdosierung mit Messzylinder	333
<b>3.</b>	<b>Automatische Wasserdosiersysteme</b>	<b>335</b>
3.1	Allgemeines	335
3.2	Automatische Feuchtigkeitsregulierung MYFA mit kapazitiver Messung	338
3.3	Automatische Feuchtigkeitsregulierung MYFB mit Mikrowellenmessung	340
3.4	Feuchtigkeitsregulierung im „Feed forward“-Prinzip mit Mikrowellen-Messgerät MYFC	342
<b>4.</b>	<b>Wasserverteilung</b>	<b>344</b>
4.1	Allgemeines	344
4.2	Intensivnetzaggregat	344
4.3	Wirbelnetzer „Tri-Rotor“	345
4.4	Intensivnetzaggregat mit 2 Rotoren „Turbolizer“	346
<b>5.</b>	<b>Abstehen</b>	<b>347</b>
5.1	Abstezeit	347
5.2	Abstehkästen	347
<b>IX.</b>	<b>Schälen, Schleifen, Entkeimen</b>	<b>349</b>
<b>1.</b>	<b>Prall- oder Fliehkraftschälung</b>	<b>350</b>
1.1	Prallschäler „Stratopact“	350
<b>2.</b>	<b>Gummiwalzenschäler</b>	<b>351</b>
<b>3.</b>	<b>Schälen, Schleifen</b>	<b>352</b>
3.1	Schälmaschine VERTICONE	353
3.2	Schälmaschine TopWhite	354
<b>4.</b>	<b>Steinschäler</b>	<b>355</b>
4.1	Unterläuferschälgang	355
4.2	Steinschäler mit vertikal angeordneten Steinen	356
<b>5.</b>	<b>Polieren</b>	<b>357</b>
5.1	Trockenpolierung	357
<b>6.</b>	<b>Entkeimen</b>	<b>359</b>
6.1	Schäl- und Entkeimungsmaschine mit Keimgewinnung	360
6.2	Schäl- und Entkeimungsmaschine ohne Keimgewinnung	361

<b>X. Zerkleinern, Verformen</b> .....	<b>365</b>	4.5.8.3 Vierwalzenstuhl NEWTRONIC.....	415
<b>1. Brechen</b> .....	<b>365</b>	4.5.8.4 Der Walzenstuhl ANTARES BÜHLER.....	417
1.1 Kuchenbrecher.....	366	4.5.8.5 Der Achtwalzenstuhl.....	419
1.1.1 Schlagbrecher.....	366	4.6 Steinmühlen.....	421
1.1.2 Zacken- oder Einwalzenbrecher.....	366	4.6.1 Horizontaler Mahlgang.....	421
1.1.3 Walzenbrecher.....	366	4.6.2 Die Sodermühle.....	423
<b>2. Schneiden</b> .....	<b>367</b>	4.6.3 Schrotmühle.....	424
2.1 Trommelgrützeschneider.....	367	4.7 Feinstvermahlung.....	424
2.2 „Comitrol“-Zerkleinerungsmaschine 1700.....	368	4.7.1 Feinprallmühle UPZ.....	425
<b>3. Flockieren</b> .....	<b>369</b>	4.7.2 Stiftmühle „Contraplex“.....	426
<b>4. Vermahlen</b> .....	<b>372</b>	4.7.3 Das Attritionsverfahren.....	426
4.1 Allgemeine Betrachtungen.....	372	<b>XI. Auflöser, Sterilator</b> .....	<b>429</b>
4.2 Einsatz der verschiedenen Vermahlungsmaschinen.....	373	<b>1. Trommelauflöser</b> .....	<b>429</b>
4.3 Zahnscher- oder Zahnscheibenmühle „GRANOMAT“.....	374	<b>2. Prallauflöser</b> .....	<b>430</b>
4.4 Schlagmühlen (Hammermühlen).....	376	2.1 Prallauflöser für weniger intensives Prallen.....	430
4.4.1 Einflussgrößen.....	376	2.2 Der intensivere Prallauflöser.....	431
4.4.2 Schlagmühlenspeisungen.....	376	<b>3. Sterilator (Prallmaschine)</b> .....	<b>431</b>
4.4.3 Schlagmühleneinläufe.....	378	3.1 Ausführungen für Getreide.....	431
4.4.4 Schlägerumfangsgeschwindigkeit.....	378	3.2 Ausführungen für Mehl.....	432
4.4.5 Anzahl der Schläger.....	379	<b>XII. Thermische Verfahren</b> .....	<b>435</b>
4.4.6 Siebe.....	380	<b>1. Wärmebehandlung im Fließbett</b> .....	<b>435</b>
4.4.7 Produktfeinheit in Relation zur Umfangsgeschw. und Sieblochung.....	381	<b>2. Dämpfen</b> .....	<b>436</b>
4.4.8 Gestaltung der Mahlkammer.....	382	2.1 Dampfaufbereitung.....	436
4.4.9 Luftdurchsatz und Kühlung.....	392	2.1.1 Dampf.....	436
4.4.10 Das Mahlgut.....	383	2.1.2 Dampferzeugung.....	438
4.4.11 Leistungsberechnungen.....	384	2.1.3 Dampfinstallationen und Wasserschlag.....	438
4.4.12 Schlagmühlen verschiedener Konstruktionen.....	385	2.2 Dampfmatrinen.....	440
4.5 Der Walzenstuhl.....	389	2.2.1 Druckreduzierung.....	440
4.5.1 Geschichtlicher Überblick.....	389	2.2.1.1 Direkt arbeitende Druckreduzierventile.....	440
4.5.2 Einlauf und Speisevorrichtungen.....	390	2.2.1.2 Automatisch arbeitende Druckreduzierventile.....	441
4.5.3 Mahlwalzen.....	392	2.2.2 Absperr- und Regelventile.....	442
4.5.3.1 Walzenaufbau, Material und Herstellung.....	392	2.2.3 Rückschlagventile.....	444
4.5.3.2 Der Riffel.....	394	2.2.4 Schmutzfänger.....	445
4.5.3.3 Riffeldrall.....	396	2.2.5 Wasserabscheidung.....	446
4.5.3.4 Riffelstellungen.....	398	2.2.6 Kondensatableiter.....	447
4.5.4 Walzendifferential / Walzenvoreilung.....	399	2.2.7 Sicherheitsventil.....	448
4.5.4.1 Der Zahnradübertrieb.....	399	2.3 Dämpf- und Konditionierapparate.....	449
4.5.4.2 Zahnriemenübertriebe.....	400	2.3.1 Dämpfen vor dem Darren und Flockieren.....	449
4.5.4.3 Walzenvoreilungen bei verschiedenen Anwendungen.....	401	2.3.2 Dämpfen vor dem Pelletieren.....	450
4.5.5 Die Walzenbombierung.....	402	2.3.3 Dämpfen vor dem Expandieren und Extrudieren.....	452
4.5.6 Walzenabstreifer.....	403	<b>3. Darren</b> .....	<b>453</b>
4.5.7 Die Wasserkühlung.....	404		
4.5.8 Walzenstühle.....	407		
4.5.8.1 Schrotwalzwerke für einfache Mahlaufgaben.....	407		
4.5.8.2 Vierwalzenstuhl AIRTRONIC.....	408		



4. Pelletieren.....	455	3.1.3.3 Flüssigkeitsförderpumpen .....	505
4.1 Entwicklung zu den heutigen Würfelpressen .....	455	3.1.3.4 Flüssigkeitsfilter .....	506
4.2 Technologie des Verpressens .....	457	3.1.3.5 Ringkolbenzähler .....	507
4.2.1 Einflussgrößen .....	457	3.1.3.6 Weitere Durchflussmesser .....	509
4.2.2 Der Pressvorgang .....	458	3.2 Aufsprühen von Flüssigkeiten .....	509
4.2.3 Die Pressform (Matrize) .....	459	<b>4. Homogenisiermaschinen .....</b>	<b>509</b>
4.2.4 Die Pressrollen .....	461	4.1 Horizontale Homogenisiermaschinen .....	510
4.2.5 Pelletieren mit Vorverdichtungsstufe .....	462	4.2 Vertikale Homogenisiermaschinen .....	511
4.3 Würfelpressen .....	463	<b>5. Aufsprühsysteme .....</b>	<b>512</b>
4.3.1 Flachmatrizenpresse KAHL .....	463	5.1 Druckloses Mikroaufsprühsystem ROTOSPRAY KAHL .....	512
4.3.2 Ringmatrizenpresse BÜHLER .....	465	5.2 Aufsprühtrammel BÜHLER .....	513
<b>5. Expandieren .....</b>	<b>471</b>	<b>XIV. Überwachungs- und Sicherheitselemente .....</b>	<b>517</b>
<b>6. Extrudieren .....</b>	<b>473</b>	<b>1. Produktionskontrollen .....</b>	<b>517</b>
6.1 Einwellenextruder .....	474	1.1 Lagerüberwachung .....	517
6.2 Zweiwellenextruder .....	476	1.2 Ausbeuterechner Bühler .....	518
<b>7. Puffen .....</b>	<b>482</b>	1.3 Sonden .....	518
<b>8. Kochen .....</b>	<b>483</b>	1.3.1 Grenzstanderfassung .....	519
<b>9. Rösten .....</b>	<b>484</b>	1.3.2 Füllstandsmessung .....	520
9.1 Rösten im Wirbelbett BÜHLER .....	484	1.4 Metalldetektoren .....	521
9.2 Rösten im Fliessbett AEROGlide .....	485	<b>2. Maschinen und Einrichtungen .....</b>	<b>522</b>
<b>10. Thermische Mehlbehandlung .....</b>	<b>486</b>	<b>3. Überwachung der Gebäude .....</b>	<b>523</b>
10.1 Hygienisierung von Futtermischungen .....	486	<b>XV. Brand- und Explosionsschutz .....</b>	<b>525</b>
10.2 Modifizierung von Getreidemehlen .....	488	<b>1. Brand- und Explosionsursachen .....</b>	<b>525</b>
<b>XIII. Mischen / Flüssigkeitsbeigabe .....</b>	<b>491</b>	<b>2. Verhindern von Bränden und Explosionen .....</b>	<b>527</b>
<b>1. Mischtheorie .....</b>	<b>491</b>	2.1 Verhindern von Staubexplosionen .....	527
1.1 Mischgüte und Stabilität einer Mischung .....	491	2.2 Verhinderung von Bränden und Explosionen durch organisatorische Massnahmen ..	528
1.2 Homogenität .....	492	<b>3. Begrenzung der Auswirkungen von Staubexplosionen (Explosionsschutz) ....</b>	<b>529</b>
1.3 Homogenitätsgrad .....	492	<b>4. Brände und Brandbekämpfung .....</b>	<b>532</b>
1.4 Komponentenbeschaffenheit .....	492	4.1 Brände und ihr Verhalten .....	532
1.5 Verteilbarkeit der Wirkstoffe .....	493	4.2 Notfallplanung und Brandbekämpfung .....	532
1.6 Einfluss der Mischzeit .....	493	<b>XVI. Laborvermahlung .....</b>	<b>533</b>
<b>2. Mischmaschinen .....</b>	<b>494</b>	<b>XVII. Maschinenverzeichnis .....</b>	<b>537</b>
2.1 Anforderungen .....	494		
2.2 Vertikalmischer .....	494		
2.2.1 Einfachste Konstruktionen .....	494		
2.2.2 Kegelmischer .....	495		
2.3 Horizontalmischer .....	496		
<b>3. Flüssigkeitsbeigabe .....</b>	<b>499</b>		
3.1 Flüssigkeitszugabe ins Mehl .....	500		
3.1.1 Einführung .....	500		
3.1.2 Zugabe von Wasser .....	501		
3.1.3 Zugabe von anderen Flüssigkeiten .....	502		
3.1.3.1 Lagerung und Bewirtschaftung .....	502		
3.1.3.2 Allgemeine Bemerkungen zu den Armaturen .....	505		