



Agrarwirtschaft

FACHSTUFE **LANDWIRT**

digitales Bonusmaterial inklusive

12., aktualisierte Auflage

Agrarwirtschaft

FACHSTUFE

Landwirt

**Lehr- und Arbeitsbuch für berufsbildende Schulen
in zwei Bänden:**

Agrarwirtschaft

Fachtheorie für

GRUNDSTUFE Landwirt

Boden | Pflanze | Tier | Technik

Chemie | Physik | Biologie | Züchtung

Ökologie | Landschaftspflege | Artenschutz

Betriebswirtschaft | Buchführung

Datenverarbeitung | Kommunikation

Landwirtschaftliches Fachrechnen

Agrarwirtschaft

Fachtheorie für

FACHSTUFE Landwirt

Pflanzliche Produktion:

Planen, Führen, Verwerten und Vermarkten von Kulturen

Tierische Produktion:

Haltung, Fütterung, Zucht und Vermarkten von Nutztieren

Energieproduktion:

Erzeugen und Vermarkten regenerativer Energie

FACHSTUFE LANDWIRT

12., aktualisierte Auflage

Fachtheorie für Pflanzliche Produktion

Planen, Führen, Verwerten und Vermarkten von Kulturen

Tierische Produktion

Haltung, Fütterung, Zucht und Vermarkten von Nutztieren

Energieproduktion

Erzeugen und Vermarkten regenerativer Energie

Schriftleitung:

StD i.R. HORST LOCHNER

OStR JOHANNES BREKER, Wilhelm-Normann-Berufskolleg Herford

StRin ANDREA UHLICH, Oberstufenzentrum II des Landkreises Spree-Neiße in Cottbus

Mitarbeiter:

TR CHRISTIAN BECKMANN,

Landmaschinen- und Schulungszentrum Landshut

OStR JOHANNES BREKER, Wilhelm-Normann-Berufskolleg Herford

OLRin ANDREA DÜFELSIEK, Fachschule für Agrarwirtschaft Herford

CORA-ANGELINA LANGE, prakt. Tierärztin

OStR TINO GMACH, Diplom-Forstwirt (Univ.), Staatliches Berufliches Schulzentrum

Schwandorf, Außenstelle Neuburg vorm Wald

OStR SIEGFRIED LAUNER, Staatliches Berufliches Schulzentrum Herzogenaurach-Höchstadt

StD i.R. HORST LOCHNER

BEATRICE POHL, Dipl.-Agrarpäd., Staatliches Berufliches Schulzentrum Würzen

LD JOHANN PORTNER, Dipl.-Ing. agr., Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Wolnzach

JENS-TOBIAS SCHOLZ, Dipl.-Ing. agrar., Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen,

Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse

FL WOLFGANG SCHOLZ, B. Sc. Biologie, Staatliches Berufliches Schulzentrum Ansbach – Triesdorf

StRin ANDREA UHLICH, Oberstufenzentrum II des Landkreises Spree-Neiße in Cottbus

StR JOHANNES WÜRDINGER, Staatliche Berufsschule I Passau

Vorwort

Der Beruf Landwirt wird in der heutigen Zeit von vielen Seiten kritisch hinterfragt. Die Anforderungen von Seiten der umweltbewussten Öffentlichkeit, der Politik, den Verbrauchern und der Ernährungswirtschaft gehen nicht selten weit auseinander. Der Landwirt muss sich entscheiden zwischen den Möglichkeiten, die ihm die Wissenschaft und die Agrarindustrie eröffnet, den eigenen finanziellen und emotionalen Bedürfnissen und den Wünschen und Bedenken der Bevölkerung, mit der er einvernehmlich zusammenleben möchte. Dabei entstehen immer neue Situationen und Herausforderungen, die eine ständige Aktualisierung des Wissens und Könnens erfordern.

Die beste Zukunftsvorsorge besteht in einer gründlichen Aus- und Weiterbildung. Selbständige Landwirte, Leiter von agrarwirtschaftlichen Betrieben und mitarbeitende Fachkräfte werden ohne Fach-, Methoden- und Sozialkompetenz ihre Aufgaben in Zukunft nicht bewältigen können. Eine besondere Bedeutung kommt dabei der digitalen Kompetenz, der sinnvollen Nutzung des Internets, zu.

Das vorliegende zweibändige Lehrbuch »Agrarwirtschaft – Grundstufe Landwirt« und »Agrarwirtschaft – Fachstufe Landwirt« will deshalb vorrangig die fachlichen Grundlagen auf dem Niveau der Berufsabschlussprüfung vermitteln. Gleichzeitig sollen aber auch die persönlichen und sozialen Kräfte der angehenden Landwirte sensibilisiert und mobilisiert werden. Beide Lehrbücher begleiten bundesweit die Berufsausbildung zum Landwirt.

Sie behandeln die in der Bundesausbildungsordnung und den auf Länderebene erlassenen Prüfungsordnungen zu Grunde gelegten Lehrinhalte in der entsprechenden Breite und Tiefe. Beide Lehrbücher sind aber auch für die Ausbildung in weiteren landwirtschaftlichen Berufen wie etwa dem Tierwirt oder der Fachkraft Agrarservice geeignet und sinnvoll einzusetzen.

Die »Grundstufe Landwirt« enthält das Fachwissen des ersten Ausbildungsjahres in der gebotenen wissenschaftlichen Ausführlichkeit. Dabei werden alle Bereiche der Pflanzen- und Tierproduktion, der Technik, der Ökologie und das Fachrechnen angesprochen. Darauf aufbauend vermittelt die »Fach-

stufe Landwirt« die für das zweite und dritte Ausbildungsjahr benötigten Kenntnisse für die einzelnen Produktions- und Arbeitsvorgänge im pflanzlichen und tierischen Bereich sowie der Energiegewinnung. Bei der Konzeption des Lehrwerks war die Verknüpfung von fachwissenschaftliche Erkenntnisse mit beruflicher Praxiserfahrung ein wichtiges Ziel.

Die Bücher ermöglichen sowohl den Auszubildenden in der Regelausbildung als auch externen Teilnehmern an der Berufsabschlussprüfung alle Möglichkeiten des eigenständigen Lernens und vielfältige unterrichtliche Einsatzmöglichkeiten in der Berufsschule oder in Lehrgängen. Die Kapitel sind lernfeldmäßig strukturiert. Informative Abbildungen, Tabellen, Merksätze sowie Materialien auf der Lern-Webseite des Verlags veranschaulichen die Sachverhalte; sie verbessern sowohl die Transparenz als auch die Merkfähigkeit der Lerninhalte und helfen, Vorgänge zu analysieren und auszuwerten.

Das verwendete Zahlenmaterial fördert das Verständnis der fachlichen Inhalte, zeigt Zusammenhänge und Tendenzen auf und ermöglicht es, Bewertungen vorzunehmen und diese vergleichend zu diskutieren. Dabei leisten der umfangreiche Anhang sowie die Übungen und Online-Materialien eine wertvolle Hilfe und erleichtert das eigenständige Arbeiten. Die zahlreichen Aufgabenstellungen sollen das erlernte Wissen festigen und dem Nutzer eine Erfolgskontrolle ermöglichen.

Allen Autorinnen und Autoren, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie Beraterinnen und Beratern gebührt Dank und Anerkennung für die Unterstützung. Den Firmen und Institutionen danken wir für die Überlassung von Bild-, Text- und Zahlenmaterial.

Wir sind sicher, dass auch diese Auflage »Agrarwirtschaft – Grundstufe Landwirt« und »Agrarwirtschaft – Fachstufe Landwirt« die anspruchsvolle und vielseitige Berufsausbildung im Bereich Landwirtschaft wirkungsvoll unterstützen kann, die Freude am Beruf fördert und zu einer erfolgreichen beruflichen Zukunft beiträgt.

Schriftleitung und Verlag

Inhalt

Pflanzliche Produktion

1 Grundlagen der Getreideproduktion 16

- 1.1 Grundlagen 17**
 - 1.1.1 Bedeutung des Getreidebaus 17
 - 1.1.2 Botanik 18
 - 1.1.2.1 Aufbau der Getreidepflanze 18
 - 1.1.2.2 Unterscheidungsmerkmale der Getreidearten 19
 - 1.1.2.3 Entwicklung der Getreidepflanze 21
 - 1.1.2.4 Getreideertrag 24
 - 1.1.3 Produktionstechnik 26
 - 1.1.3.1 Bestandesführung 26
 - 1.1.3.2 Schädigung der Getreidepflanze 28
 - 1.1.3.3 Ernte 34
 - 1.1.3.4 Schädigung des Erntegutes 35
 - 1.1.4 Pflanzenzüchtung und Saatgut 37
 - 1.1.4.1 Leistungsfähige Sorten 37
 - 1.1.4.2 Züchtungsverfahren 37
 - 1.1.4.3 Saatgutwesen 39
 - 1.1.4.4 Saatgutrecht 40
 - 1.1.4.5 Saatgutvermehrung 40
- 1.2 Agrartechnik 42**
 - 1.2.1 Getreidesaat 42
 - 1.2.1.1 Aufbau und Arbeitsweise von Drillmaschinen 42
 - 1.2.1.2 Einstellen der Maschine zur Saat 45
 - 1.2.1.3 Einstellen der Fahrspur 46
 - 1.2.1.4 Saatstriegel 47
 - 1.2.1.5 Wartung der Drillmaschine 48
 - 1.2.2 Getreideernte 48
 - 1.2.2.1 Mährescher 49
 - 1.2.2.2 Pflege des Mähreschers 51
 - 1.2.2.3 Alternative Abscheidesysteme 52
 - 1.2.2.4 Dreschen von Sonderfrüchten 52
 - 1.2.3 Getreidelagerung 53
 - 1.2.4 Getreidetrocknung 55
 - 1.2.4.1 Lagerbelüftungstrocknung 55
 - 1.2.4.2 Warmlufttrocknung 57
 - 1.2.5 Getreideaufbereitung 61
 - 1.2.5.1 Absätzliche Futteraufbereitung 62
 - 1.2.5.2 Kontinuierliche Futteraufbereitung 62
 - 1.2.5.3 Bauarten und Bauteile von Futteraufbereitungsanlagen 63

2 Anbau von Getreide 65

- 2.1 Anbau von Weizen (*Triticum aestivum*) 66**
 - 2.1.1 Bedeutung 66
 - 2.1.2 Produktionstechnik 66
 - 2.1.2.1 Standortansprüche 66
 - 2.1.2.2 Fruchtfolge, organische Düngung 67
 - 2.1.2.3 Sortenwahl 67
 - 2.1.2.4 Aussaat 68
 - 2.1.2.5 N-Düngung 70
 - 2.1.2.6 Bestandesführung 70
 - 2.1.2.7 Rentabilität 72
- 2.2 Anbau von Gerste (*Hordeum vulgare*) 73**
 - 2.2.1 Bedeutung 73
 - 2.2.2 Produktionstechnik 73
 - 2.2.2.1 Standortansprüche 73
 - 2.2.2.2 Fruchtfolge 73
 - 2.2.2.3 Erzeugungsrichtungen, Sortenwahl 74
 - 2.2.2.4 Aussaat und Bestandesführung 75
 - 2.2.2.5 Rentabilität 76
- 2.3 Anbau von Roggen (*Secale cereale*) 77**
 - 2.3.1 Bedeutung 77
 - 2.3.2 Produktionstechnik 77
 - 2.3.3 Bestandesführung 77
 - 2.3.4 Rentabilität 78
- 2.4 Anbau von Triticale (\times *Triticosecale*) 79**
 - 2.4.1 Bedeutung 79
 - 2.4.2 Produktionstechnik 79
 - 2.4.3 Rentabilität 80
- 2.5 Anbau von Hafer (*Avena sativa*) 81**
 - 2.5.1 Bedeutung 81
 - 2.5.2 Produktionstechnik 81
 - 2.5.2.1 Standortansprüche, Fruchtfolge 81
 - 2.5.2.2 Aussaat 81
 - 2.5.2.3 Bestandesführung 82
 - 2.5.3 Rentabilität 82

3 Anbau anderer Mähdruschfrüchte 85

- 3.1 Raps zur Körnernutzung (*Brassica napus*) 86**
 - 3.1.1 Bedeutung und Qualität 86
 - 3.1.2 Produktionstechnik 87
 - 3.1.2.1 Standortansprüche 87
 - 3.1.2.2 Fruchtfolge 88
 - 3.1.2.3 Aussaat 88
 - 3.1.2.4 Bestandesführung 90
 - 3.1.3 Rentabilität 93
- 3.2 Sonnenblumen (*Helianthus annuus*) 95**
 - 3.2.1 Botanische Merkmale, Bedeutung 95
 - 3.2.2 Produktionstechnik 95
 - 3.2.2.1 Standortansprüche, Fruchtfolge 95
 - 3.2.2.2 Aussaat 95
 - 3.2.2.3 Bestandesführung 96
 - 3.2.3 Rentabilität 96
- 3.3 Öllein (*Linum usitatissimum*) 97**
- 3.4 Körnerleguminosen 98**
 - 3.4.1 Ackerbohnen (*Vicia faber*) 98
 - 3.4.1.1 Produktionstechnik 98
 - 3.4.1.2 Rentabilität 100
 - 3.4.2 Erbsen (*Pisum ssp.*) 100
 - 3.4.2.1 Produktionstechnik 100
 - 3.4.2.2 Rentabilität 101
 - 3.4.3 Ernte der Körnerleguminosen 102
 - 3.4.4 Lupinen (*Lupinus L.*) 103
 - 3.4.5 Sojabohnen (*Glycine max L.*) 104

4 Anbau von Mais (*Zea mays*) 107

- 4.1 Grundlagen 108**
 - 4.1.1 Bedeutung 108
 - 4.1.2 Botanische Besonderheiten 108
 - 4.1.3 Nutzungsmöglichkeiten und -formen 109
- 4.2 Produktionstechnik 110**
 - 4.2.1 Standortansprüche 110
 - 4.2.2 Sorten und Saatgut 111
 - 4.2.3 Anbau 112
 - 4.2.3.1 Vorbereitungen zur Saat 112
 - 4.2.3.2 Aussaat 113
 - 4.2.3.3 Erosionsschutz 114
 - 4.2.4 Technik der Maisaussaat 114
 - 4.2.4.1 Mechanische Säorgane 115

- 4.2.4.2 Pneumatische Sägeräte 116
- 4.2.4.3 Einstellungen zur Saat 116
- 4.2.5 Düngung 118
- 4.2.6 Bestandespflege 119
- 4.2.7 Ernte, Verwertung 121
 - 4.2.7.1 Silomais 121
 - 4.2.7.2 Corn-Cob-Mix (CCM) 122
 - 4.2.7.3 Körnermais 123
 - 4.2.7.4 Lieschkolbenschrot (LKS) 124
 - 4.2.7.5 Mais zur Energiegewinnung 124
- 4.3 Rentabilität 125**

5 Anbau von Hackfrüchten 129

- 5.1 Grundlagen 130**
 - 5.1.1 Bedeutung 130
 - 5.1.2 Botanik 131
- 5.2 Zuckerrüben (*Beta vulgaris var. altissima*) 132**
 - 5.2.1 Bedeutung 132
 - 5.2.2 Produktionstechnik 132
 - 5.2.2.1 Standortansprüche 132
 - 5.2.2.2 Fruchtfolge 132
 - 5.2.2.3 Leistungsmerkmale 133
 - 5.2.2.4 Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung 134
 - 5.2.2.5 Aussaat 134
 - 5.2.2.6 Technik der Rübensaat 136
 - 5.2.3 Bestandesführung 138
 - 5.2.3.1 Bestandespflege 138
 - 5.2.3.2 Düngung 139
 - 5.2.4 Ernte 142
 - 5.2.4.1 Allgemeines 142
 - 5.2.4.2 Technik der Zuckerrübenenernte 143
 - 5.2.5 Produkte der Rüben 146
 - 5.2.6 Rentabilität 147
- 5.3 Kartoffeln (*Solanum tuberosum*) 149**
 - 5.3.1 Allgemeines 149
 - 5.3.1.1 Bedeutung 149
 - 5.3.1.2 Verwertungsgerechte Erzeugung 149
 - 5.3.1.3 Botanik 150
 - 5.3.1.4 Sorten 151
 - 5.3.2 Produktionstechnik 151
 - 5.3.2.1 Standortansprüche, Fruchtfolge 151
 - 5.3.2.2 Nährstoffbedarf und Düngung 151
 - 5.3.2.3 Anbau 152
 - 5.3.2.4 Technik des Kartoffellegens 153
 - 5.3.3 Bestandespflege 155
 - 5.3.4 Ernte 155

- 5.3.4.1 Erntebedingungen 155
- 5.3.4.2 Technik der Kartoffelernte 158
- 5.3.4.3 Einlagerungs-, Lagerungs- und Aufbereitungstechnik 161
- 5.3.5 Rentabilität 163

6 Anbau von Futterpflanzen, Pflanzen zur Begrünung und Energiepflanzen 165

- 6.1 Feldfutterbau 166**
 - 6.1.1 Luzerne (*Medicago* spp.) 166
 - 6.1.2 Kleeartige Futterpflanzen (*Trifolium* spp.) 168
 - 6.1.3 Klee-Gras-Gemische 170
 - 6.1.4 Rentabilität 172
- 6.2 Zwischenfruchtanbau 174**
- 6.3 Begrünung stillgelegter Flächen 176**
- 6.4 Pflanzen zur Energienutzung 177**
 - 6.4.1 Chinaschilf (*Miscanthus sinensis*) 177
 - 6.4.2 Hirse-Arten 179

7 Sonderkulturen 181

- 7.1 Feldgemüsebau 182**
 - 7.1.1 Allgemeines 182
 - 7.1.2 Salate (*Lactuca sativa*) 183
 - 7.1.3 Kopfkohl (*Brassica oleracea* convar. *capitata*) 184
 - 7.1.4 Möhren, Karotten (*Daucus carota*) 186
 - 7.1.5 Spargel (*Asparagus officinalis*) 187
 - 7.1.6 Zwiebeln (*Allium cepa*) 188
 - 7.1.7 Blumenkohl (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) 189
 - 7.1.8 Brokkoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) 191
 - 7.1.9 Radies (*Raphanus sativus* var. *sativus*) 192
 - 7.1.10 Einlegegurken (*Cucumis sativus*) 193
 - 7.1.11 Zichorie (*Cichorium intybus*) 194
- 7.2 Hopfen (*Humulus lupulus*) 196**
 - 7.2.1 Bedeutung 196
 - 7.2.2 Botanische Besonderheiten und Standortansprüche 198
 - 7.2.3 Produktionstechnik 198

- 7.2.3.1 Neuanlage 198
- 7.2.3.2 Bestandespflege 199
- 7.2.3.3 Ernte, Trocknung und Konditionierung 202
- 7.2.3.4 Zertifizierung und Qualitätsuntersuchung 203
- 7.2.3.5 Rentabilität 203
- 7.3 Heil- und Gewürzpflanzen 206**

8 Grünland 207

- 8.1 Allgemeines 208**
 - 8.1.1 Bedeutung 208
 - 8.1.2 Pflanzengesellschaften des Grünlandes 209
- 8.2 Pflanzen des Grünlandes 210**
 - 8.2.1 Gräser 210
 - 8.2.2 Leguminosen 215
 - 8.2.3 Kräuter 216
- 8.3 Nutzung des Grünlandes 217**
 - 8.3.1 Wiesenutzung 218
 - 8.3.1.1 Extensive Wiesen 218
 - 8.3.1.2 Mittelintensive Wiesen 218
 - 8.3.1.3 Intensive Wiesenutzung 219
 - 8.3.2 Mähweide 219
 - 8.3.3 Weiden 222
 - 8.3.3.1 Leistungsdaten der Weide 222
 - 8.3.3.2 Nutzungsformen der Weide 223
- 8.4 Produktionstechnik 224**
 - 8.4.1 Grundlagen der Düngung des Grünlandes 224
 - 8.4.1.1 Organische Düngung 224
 - 8.4.1.2 Mineralische Düngung 225
 - 8.4.2 Pflege des Grünlandes 226
 - 8.4.2.1 Mechanische Pflegemaßnahmen 226
 - 8.4.2.2 Bekämpfung unerwünschter Pflanzen auf dem Grünland 227
 - 8.4.2.3 Tierische Schädlinge 228
 - 8.4.3 Verbesserung von Grünlandnarben 228
 - 8.4.3.1 Gründe für die Entartung von Grasnarben 228
 - 8.4.3.2 Verfahren zur Narbenverbesserung 229
 - 8.4.4 Rentabilität 231

9 Futterernte und Futterkonservierung 233

- 9.1 Allgemeines 234
- 9.2 Gärfutterbereitung 235
 - 9.2.1 Gärprozess 235
 - 9.2.2 Gärfutterbeurteilung 236
 - 9.2.3 Produktionstechnik 237
 - 9.2.4 Umwelt- und Unfallschutz 241
- 9.3 Heuwerbung 242
 - 9.3.1 Produktionsverfahren 242
 - 9.3.2 Heubeurteilung 243
- 9.4 Agrartechnik 245
 - 9.4.1 Mähtechnik 245
 - 9.4.1.1 Mähwerke 245
 - 9.4.1.2 Geräte zur Futteraufbereitung 248
 - 9.4.2 Maschinen zur Futterwerbung 249
 - 9.4.3 Bergetechnik 251
 - 9.4.3.1 Ladewagen 251
 - 9.4.3.2 Sammelpressen 252
 - 9.4.3.3 Feldhäcksler 256
 - 9.4.4 Transport und Einlagerung von Grundfutter 259

10 Waldwirtschaft 261

- 10.1 Die Funktionen des Waldes 262
 - 10.1.1 Allgemeines 262
 - 10.1.2 Bedeutung des Waldes 263
 - 10.1.2.1 Nutzfunktion 263
 - 10.1.2.2 Schutzfunktion 263
 - 10.1.2.3 Erholungsfunktion 264
 - 10.1.3 Waldgesetze 264
- 10.2 Sachgemäße Waldbewirtschaftung 265
 - 10.2.1 Wichtige Baumarten 265
 - 10.2.2 Bestandesbegründung 266
 - 10.2.2.1 Naturverjüngung 266
 - 10.2.2.2 Künstliche Verjüngung 269
 - 10.2.2.3 Pflanzung 270
 - 10.2.2.4 Saat 272
 - 10.2.3 Bestandespflege 272
 - 10.2.3.1 Kultur- und Jungwuchspflege 272
 - 10.2.3.2 Dickungspflege 273
 - 10.2.3.3 Durchforstung 274
 - 10.2.4 Fachgerechte Holzernte 276
 - 10.2.4.1 Vermeiden von Holzverlusten 276
 - 10.2.4.2 Unfallverhütung 277

- 10.2.4.3 Waldtechnik 278
- 10.2.5 Holzverkauf 282
 - 10.2.5.1 Ausformung 282
 - 10.2.5.2 Vermessen 282
 - 10.2.5.3 Sortierung nach Handelsklassen (Rohholzsortierung) 284
 - 10.2.5.4 Preisermittlung 287
- 10.2.6 Rentabilität und Waldbewirtschaftung 289
- 10.3 Gefahren für den Wald 291
 - 10.3.1 Klima- und Wettereinflüsse 291
 - 10.3.2 Ungleichgewicht im Ökosystem Wald 291
 - 10.3.3 Luftschadstoffe 292
 - 10.3.4 Waldbrand 293

Tierische Produktion

11 Rinderhaltung 296

- 11.1 Bedeutung der Rinderhaltung 297
 - 11.1.1 Wirtschaftlicher Stellenwert 297
 - 11.1.2 Rinderbestände und Formen der Haltung 298
- 11.2 Rinderzucht 301
 - 11.2.1 Rinderrassen 301
 - 11.2.2 Leistungsprüfungen 307
 - 11.2.2.1 Milchleistung und Fleischleistung 307
 - 11.2.2.2 Funktionale Merkmale 310
 - 11.2.3 Rinderbeurteilung 311
 - 11.2.4 Zuchtwertschätzung 317
 - 11.2.5 Zuchtprogramme 325
 - 11.2.6 Künstliche Besamung (KB) 326
 - 11.2.7 Embryotransfer (ET) 328
 - 11.2.8 Abstammungs- und Leistungsnachweis (Versteigerungskatalog) 329
 - 11.2.9 Zuchtdurchführung in der Praxis 332
 - 11.2.9.1 Zulassung zur Zucht 332
 - 11.2.9.2 Trächtigkeit und Trockenstellen 334
 - 11.2.9.3 Geburt 336
 - 11.2.10 Fruchtbarkeitsstörungen 340
- 11.3 Rinderhaltung 348
 - 11.3.1 Milchviehhaltung 348
 - 11.3.2 Kälberhaltung 353
 - 11.3.3 Fresser- und Jungrinderhaltung 356
 - 11.3.4 Mastrinderhaltung 359

- 11.3.5 Mutterkuhhaltung 363
- 11.3.6 Stallklima und Lüftung 367
- 11.3.7 Entmistungsverfahren 371
- 11.4 Rinderfütterung 375**
- 11.4.1 Fütterungsverfahren 375
- 11.4.2 Kälberfütterung 380
 - 11.4.2.1 Biestmilchperiode 380
 - 11.4.2.2 Fütterungsmethoden 382
 - 11.4.2.3 Aufzucht von Zukaufkälbern 388
- 11.4.3 Jungrinderfütterung 389
 - 11.4.3.1 Fütterungshinweise zu den verschiedenen Aufzuchtphasen 390
- 11.4.4 Milchkuhfütterung 393
 - 11.4.4.1 Allgemeine Fütterungsgrundsätze 393
 - 11.4.4.2 Leistungsbezogene Milchviehfütterung 396
 - 11.4.4.3 Futtevorlage 400
 - 11.4.4.4 Erkennen von Fütterungsfehlern 401
 - 11.4.4.5 Fütterung trockenstehender Kühe (Vorbereitungsfütterung) 403
 - 11.4.4.6 Winterfütterung 404
 - 11.4.4.7 Übergangsfütterung 406
 - 11.4.4.8 Sommerfütterung 406
 - 11.4.4.9 Fütterung mit Mischrationen 409
 - 11.4.4.10 Kraftfuttermittel 413
 - 11.4.4.11 Futterplanung 415
- 11.4.5 Mastrinderfütterung 419
 - 11.4.5.1 Fütterung der Mastkälber 419
 - 11.4.5.2 Fütterung der Fresser 422
 - 11.4.5.3 Fütterung der Mastbullen 423
 - 11.4.5.4 Fütterung der Mastfärsen 433
 - 11.4.5.5 Fütterung der Mastochsen 435
 - 11.4.5.6 Fütterung der Mastkühe 435
- 11.5 Pflege der Tiere 438**
- 11.5.1 Viehputzen 438
- 11.5.2 Klauenpflege 438
- 11.5.3 Enthornen der Kälber 441
- 11.5.4 Bekämpfung von Ungeziefer und Schädnergarn 443
- 11.5.5 Nottötung und Notschlachtung 443
- 11.6 Milchgewinnung 445**
- 11.6.1 Bestandteile und Eigenschaften der Milch 445
- 11.6.2 Euter 446
- 11.6.3 Milchbildung und Laktationskurve 447
- 11.6.4 Milchgewinnung 448
- 11.6.5 Melkverfahren 451
- 11.6.6 Kühlung und Lagerung von Milch 452
- 11.6.7 Milchqualität 454
- 11.6.8 Milchauszahlungspreis 457
- 11.7 Wichtige Rinderkrankheiten 461**
- 11.7.1 Äußere Erkrankungen 461
- 11.7.2 Innere Erkrankungen 461
 - 11.7.2.1 Erkrankung des Verdauungsapparates 461
 - 11.7.2.2 Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten 463
 - 11.7.2.3 Infektionskrankheiten 464
- 11.7.3 Parasitäre Erkrankungen 469
 - 11.7.3.1 Endoparasiten 469
 - 11.7.3.2 Ektoparasiten 471
- 11.7.4 Seuchenbekämpfung 472
- 11.8 Organisation der Rinderzucht und -haltung 473**
- 11.8.1 Gesetzliche Regelungen 473
- 11.8.2 Staatliche Einrichtungen 474
- 11.8.3 Selbsthilfeeinrichtungen der Landwirte 475
- 11.8.4 Organisation der Rinderzucht in Deutschland 476
- 11.9 Vermarkten von Schlachtrindern 477**
- 11.9.1 Kaufrecht 477
- 11.9.2 Vermarktungswege, Transport und Schlachten 477
- 11.9.3 Handelsklassen-Einteilung 480
- 11.10 Betriebswirtschaftliche Betrachtung 485**
- 11.10.1 Produktionsverfahren Milchviehhaltung 486
- 11.10.2 Produktionsverfahren Bullenmast 487

12 Schweinehaltung 489

- 12.1 Bedeutung und Formen der Schweinehaltung 490**
- 12.2 Schweinezucht 493**
- 12.2.1 Aufgaben 493
- 12.2.2 Schweinerassen 493
- 12.2.3 Leistungsprüfungen 497
 - 12.2.3.1 Prüfung auf Stress-Resistenz 498
 - 12.2.3.2 Prüfung auf Fleischqualität 499
 - 12.2.3.3 Prüfung auf Anomalien 500
- 12.2.4 Schweinebeurteilung 500
- 12.2.5 Zuchtwertschätzung und Zuchtprogramme 502
- 12.2.6 Zuchtmethoden 503
 - 12.2.6.1 Reinzucht 503
 - 12.2.6.2 Kreuzung 504
 - 12.2.6.3 Hybridzucht 504
- 12.2.7 Praktischer Zuchtbetrieb 505
 - 12.2.7.1 Auswahl der Zuchttiere 506
 - 12.2.7.2 Brunst (Rausche) und Paarung 507

- 12.3 Schweinehaltung 510**
- 12.3.1 Rechtliche Grundlagen der Schweinehaltung 510
- 12.3.2 Haltungsverfahren 513
- 12.3.3 Haltungssysteme 513
 - 12.3.3.1 Deckbereich 513
 - 12.3.3.2 Wartebereich 514
 - 12.3.3.3 Abferkelbereich 514
 - 12.3.3.4 Ferkelaufzucht 515
 - 12.3.3.5 Schweinemast 515
 - 12.3.3.6 Masteberhaltung 517
- 12.3.4 Emissionsschutz 517
- 12.3.5 Immissionsschutz 517
- 12.3.6 Lüftungssysteme 518
- 12.3.7 Entmistungsverfahren 520
 - 12.3.7.1 Güllesysteme 521
 - 12.3.7.2 Unterflurschieberentmistung 523
 - 12.3.7.3 Strohhaltungen 523
 - 12.3.7.4 Neuere Entmistungsverfahren 524
- 12.3.8 Beleuchtung 524
- 12.4 Fütterung der Schweine 526**
- 12.4.1 Futteraufnahme und Verdauung 526
- 12.4.2 Futterbewertung 527
- 12.4.3 Wirkstoffe 529
 - 12.4.3.1 Mineralstoffe 529
 - 12.4.3.2 Vitamine 530
- 12.4.4 Zusatzstoffe 531
 - 12.4.4.1 Hilfsstoffe 531
 - 12.4.4.2 Wachstums- und Leistungsförderer 531
- 12.4.5 Futtermittel für Schweine 531
 - 12.4.5.1 Futtermittelrecht 532
 - 12.4.5.2 Futtermittel pflanzlicher Herkunft 532
 - 12.4.5.3 Futtermittel tierischer Herkunft 537
 - 12.4.5.4 Industrielle Mischfutter 537
 - 12.4.5.5 Zusammenstellen von betriebseigenen Futtermischungen 538
- 12.4.6 Fütterungssysteme 538
 - 12.4.6.1 Trockenfütterung 539
 - 12.4.6.2 Nass-/Breifütterung 539
 - 12.4.6.3 Flüssigfütterung 540
 - 12.4.6.4 Dosierung 540
- 12.4.7 Fütterung der Zuchtsau 543
 - 12.4.7.1 Allgemeines 543
 - 12.4.7.2 Bedarf an Nährstoffen, Mineralstoffen und Vitaminen 543
 - 12.4.7.3 Fütterungsmethoden 543
 - 12.4.7.4 Berechnung der Futterration 544
- 12.4.8 Ferkelfütterung 547
 - 12.4.8.1 Grundlagen 547
 - 12.4.8.2 Nährstoffbedarf und Futtermittel 549
 - 12.4.8.3 Fütterungsmanagement 549
- 12.4.9 Fütterung von Zuchtläufer und Eber 550
 - 12.4.9.1 Bedarfsempfehlung 550
 - 12.4.9.2 Fütterung weiblicher Zuchtläufer 550
 - 12.4.9.3 Fütterung männlicher Zuchtläufer und Eber 551
 - 12.4.10 Fütterung der Mastschweine 552
 - 12.4.10.1 Grundsätzliches 552
 - 12.4.10.2 Arten der Mastschweinefütterung 553
 - 12.4.10.3 Fütterung von Mastebnern 558
- 12.5 Ferkelerzeugung und Herdenführung 561**
- 12.5.1 Ferkelerzeugung 561
 - 12.5.1.1 Trächtigkeit 561
 - 12.5.1.2 Ferkelgeburt 561
 - 12.5.1.3 Ferkelaufzucht 563
- 12.5.2 Herdenführung 566
 - 12.5.2.1 Formen der Datenerfassung 566
 - 12.5.2.2 Datenerfassung 566
 - 12.5.2.3 Kennzeichnung der Schweine 568
- 12.6 Schweinekrankheiten 570**
- 12.6.1 Krankheiten bei Ferkeln 571
- 12.6.2 Krankheiten bei Muttersauen 573
- 12.6.3 Krankheiten bei Mastschweinen 574
- 12.6.4 Anzeigepflichtige Seuchen 575
- 12.6.5 Parasitäre Erkrankungen 576
 - 12.6.5.1 Endoparasiten 576
 - 12.6.5.2 Ektoparasiten 577
- 12.7 Vermarkten von Schweinen 579**
- 12.7.1 Marktsituation 579
- 12.7.2 Transport, Schlachtung, Fleischbehandlung 579
- 12.7.3 Schlachtkörperqualität 580
- 12.7.4 Fleischqualität 584
- 12.7.5 Vermarktungsstrategie 585
- 12.8 Rentabilität 588**
- 12.8.1 Produktionsverfahren Zuchtsau 588
- 12.8.2 Produktionsverfahren Ferkelerzeugung 588
- 12.8.3 Produktionsverfahren Mastschweine 590

13 Weitere Nutztiere 593

- 13.1 Schafhaltung 594**
- 13.1.1 Bedeutung 594
- 13.1.2 Rassen 594
- 13.1.3 Zucht 596
- 13.1.4 Haltung 598
- 13.1.5 Fütterung 599
- 13.1.6 Lämmermast 600
- 13.1.7 Fortpflanzung 600
- 13.1.8 Rentabilität in der Schafhaltung 601

- 13.1.9 Schafkrankheiten 603
- 13.1.9.1 Krankheiten 603
- 13.1.9.2 Parasiten 605
- 13.2 Pferdehaltung 607**
- 13.2.1 Bedeutung 607
- 13.2.2 Rassen 607
- 13.2.3 Haltung 607
- 13.2.4 Fütterung 609
- 13.2.5 Pferdezucht 610
- 13.2.6 Pensionspferdehaltung 611
- 13.2.7 Rentabilität in der Pferdehaltung 612
- 13.2.8 Pferdekrankheiten 613
- 13.2.8.1 Krankheiten 613
- 13.2.8.2 Parasitäre Erkrankungen 615
- 13.3 Geflügelhaltung 617**
- 13.3.1 Bedeutung 617
- 13.3.2 Rassen 617
- 13.3.3 Haltung 617
- 13.3.4 Fütterung 619
- 13.3.5 Rentabilität und Vermarktung in der Geflügelhaltung 620
- 13.3.6 Geflügelkrankheiten 621
- 13.3.6.1 Erkrankungen 621
- 13.3.6.2 Parasitäre Erkrankungen 623

- 14.1.3.2 Vergütung nach dem Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) 631
- 14.2 Biomasseheizung 634**
- 14.2.1 Grundlagen 634
- 14.2.2 Brennstoff Holz 634
- 14.2.2.1 Scheitholz 634
- 14.2.2.2 Holzhackschnitzel 635
- 14.2.2.3 Holzpellets 635
- 14.2.3 Sonstige Brennstoffe 636
- 14.3 Fotovoltaik 638**
- 14.3.1 Bedeutung der Fotovoltaik 638
- 14.3.2 Aufbau einer Solarstromanlage 638
- 14.3.2.1 Die Solarzelle 639
- 14.3.2.2 Das Solarmodul 640
- 14.3.2.3 Der Wechselrichter 640
- 14.3.3 Ertrag einer Solarstromanlage 641
- 14.3.4 Wartung und Pflege 641
- 14.3.5 Rentabilität 642
- 14.4 Windkraft 643**
- 14.4.1 Bedeutung der Windkraft in Deutschland 643
- 14.4.2 Funktionsprinzip und Bestandteile einer Windkraftanlage 643
- 14.4.3 Einflüsse auf den Stromertrag 645
- 14.4.4 Rentabilität 646

Energieproduktion

14 Energieproduktion 625

- 14.1 Biogas 626**
- 14.1.1 Grundlagen 626
- 14.1.1.1 Biogasbildung 627
- 14.1.1.2 Zusammensetzung von Biogas 627
- 14.1.1.3 Bedeutung der zu vergärenden Biomasse 628
- 14.1.2 Arbeitsweise einer Biogasanlage 629
- 14.1.3 Wirtschaftlichkeit 631
- 14.1.3.1 Nutzung der Energie 631

Anhang

15 Anhang 647

- 15.1 Tabellen 648**
- 15.2 Grundlagen für landwirtschaftliches Rechnen 683**
- 15.3 Fachbegriffe 686**
- 15.4 Stichwortverzeichnis 693**

Digitales Bonusmaterial

Das Mediennutzungsverhalten von Lernenden und Lehrenden befindet sich im Wandel. Daraus ergeben sich zahlreiche neue Möglichkeiten, die auch in diesem Buch aufgegriffen werden. Digitale Medien unterstützen beim Distanzunterricht, können aber auch den Präsenzunterricht abwechslungsreicher machen und die Medienkompetenz fördern.

Auf der Website zum Buch www.landwirtschaft-bonus.de finden Sie kostenlos ein paar **Zusatzinhalte**, zum Beispiel in Form von Videos, sowie die Lösungen zu den Aufgaben. Achten Sie im Folgenden einfach auf das Ulmenblatt-Logo mit den **Webcodes** sowie die **QR-Codes** – damit können Sie die digitalen Inhalte gezielt ansteuern. **Alle Abbildungen** finden Sie **zum Download** ebenfalls auf der oben genannten Website.

Die Webcodes sind vor allem für Lehrende relevant. Wenn Sie im Unterricht an Ihrem PC das Web zum Buch geöffnet haben, können Sie die Webcodes einfach in das Suchfeld eintippen und gelangen direkt zum entsprechenden Inhalt. Dank der QR-Codes können Sie aber auch alles unkompliziert mit dem Smartphone aufrufen – sie eignen sich somit vor allem für Auszubildende, die in der Schule oder selbstständig zu Hause lernen.

Bonusmaterial:

www.landwirtschaft-bonus.de



Webcode fsl7403

Zugang zum E-Book

Sie haben außerdem die Möglichkeit, kostenlos die E-Book-Version dieses Buches zu nutzen. Den **Zugang zum E-Book** finden Sie ebenfalls **auf der Website** zum Buch. Voraussetzung für die Nutzung des E-Books ist das Anlegen eines Benutzerkontos. Bitte geben Sie bei Aufforderung folgenden Code ein: **WWGL-YXSK-HCOL**.

► Zu verschiedenen Themen gibt es in diesem Buch Beispielberechnungen. Gerade in Zeiten starker Preisschwankungen kann es jedoch sein, dass die darin veranschlagten Preise nicht zu den eigenen Produktionsbedingungen oder der gerade aktuellen Marktsituation passen.

Anmerkung zur Schreibweise der weiblichen, männlichen und unbestimmten Form: Ausschließlich aufgrund der deutlich besseren Lesbarkeit wird in diesem Werk auf die jeweilige Mehrfachnennung oder Anpassung der Schreibweise bestimmter Bezeichnungen verzichtet. So stehen die Namen der Vertreter verschiedener Fachbereiche (wie Landwirte, Tierwirte, etc.) selbstverständlich für alle, die diese Berufe ausüben oder vertreten.

Abkürzungen Bildquellen

AGBZ	Agrarbildungszentrum Landshut-Schönbrunn
Fa. agro Products	Fa. agro Products Aps/DK
Fa. CNH	Fa. CNH (Case/New Holland)
DLG	DLG-Gesellschaft/FFM
EGO	Erzeugergemeinschaft Osnabrück
FAL	Forschungsanstalt für Landwirtschaft/Institut für Pflanzenbau und -züchtung
Günzler/TGD	Günzler/Tiergesundheitsdienst Bayern e.V.
Hellwig/TGD	Hellwig, Dr. E.-G./Tiergesundheitsdienst Bayern e.V.
Fa. Kart. Huber	Fa. Kartographie Huber GmbH
LfL/AB Hopfen	LfL/Pflanzenbau und -züchtung/AB Hopfen
LWZ Ebenrain	Landwirtschaftliches Zentrum Ebenrain/Sissach
Maus/LwA	Maus, Dr. F./LwA Donaueschingen
Pude/Uni Bonn	Pude, Priv.-Doz. Dr. R./Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
TUM/Landtechnik	Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Landtechnik

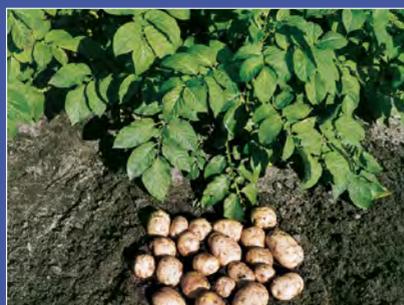
Pflanzliche Produktion

1 Grundlagen der Getreideproduktion	16
2 Anbau von Getreide	65
3 Anbau anderer Mähdruschfrüchte	85
4 Anbau von Mais	107
5 Anbau von Hackfrüchten	129
6 Anbau von Futterpflanzen, Pflanzen zur Begrünung und Energiepflanzen	165
7 Sonderkulturen	181
8 Grünland	207
9 Futterernte und Futterkonservierung	233
10 Waldwirtschaft	261

Die Verkaufserlöse der deutschen Landwirtschaft aus der pflanzlichen Produktion hatten im Jahr 2021 einen Wert von etwa 27,4 Milliarden € und machten damit etwa 45 % der gesamten Einkommen aus. In Ackerbaugebieten bilden nicht selten die pflanzlichen Erzeugnisse sogar den einzigen Einkommensbereich.

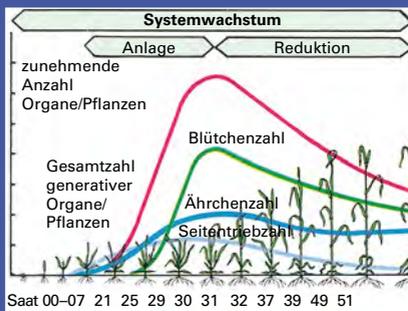
Pflanzliche Erzeugnisse sind als Lebensmittel in der menschlichen Ernährung unverzichtbar. Als Futtermittel bilden sie die Grundlage in der Tierhaltung. Für zahlreiche Produkte des täglichen Lebens dienen sie als Rohstoff. Die Energieproduktion aus Pflanzen ist inzwischen ein fester Bestandteil der Landwirtschaft. Daneben sind Pflanzen im Kreislauf der Natur unersetzlich. Ohne Grünpflanzen ist tierisches und menschliches Leben unmöglich.

Deshalb gehören umfassende Kenntnisse in der Pflanzenproduktion zum Grundlagenwissen eines Landwirts und sind auch wesentlicher Ausbildungsinhalt für den Beruf Fachkraft Agrarservice.



1

Grundlagen der Getreideproduktion



1.1 Grundlagen

17

1.2 Agrartechnik

42

In Zeiten des Klimawandels gewinnen die züchterischen und pflanzenbaulichen Grundlagen des Getreidebaus zunehmend an Bedeutung. Um höchstmögliche Qualität und Quantität zu erlangen, müssen sämtliche umweltbedingten oder vom Landwirt beeinflussten Produktionsfaktoren sinnvoll miteinander in Einklang gebracht werden. Dabei soll der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln möglichst stark reduziert werden und die Düngung umweltverträglich erfolgen. Diese Zielsetzungen erfordern vom Landwirt ein hohes Maß an fachlichem Wissen und Können.

In diesem Kapitel sind die für alle Getreidearten und Mähdruschfrüchte maßgeblichen züchterischen, botanischen, pflanzenbaulichen und agrartechnischen Grundlagen des Anbaus sowie die Lagerung, Aufbereitung und Verarbeitung von Getreide dargelegt.

1 Grundlagen der Getreideproduktion

1.1 Grundlagen

1.1.1 Bedeutung des Getreidebaus

Geschichtliches – Heute sind Weizen, Roggen, Gerste, Hafer und Mais die Hauptgetreidearten. Seit der Steinzeit, vor ca. 10 000 Jahren, werden *Gerste* und *Weizen* als Kulturpflanzen angebaut. Die ältesten Brote wurden in Ägypten gefunden. Sie wurden schon aus Weizen gebacken. Gerste wurde anfänglich nur als Brei gegessen und verhältnismäßig bald in vergorenem Zustand zur Herstellung von alkoholischen Getränken verwendet.

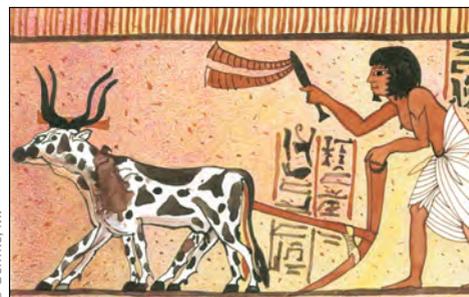
Gegen Ende der Bronzezeit (ca. 2400 v. Chr.) wurde in Deutschland der *Hafer* heimisch, der bei den Römern noch als Unkraut galt. Im 7. Jahrhundert v. Chr. ist erstmals im Gebiet des heutigen Schlesiens der *Roggen* festzustellen, der ursprünglich ebenfalls ein Unkraut im Weizen war. Langsam verbreitete er sich westwärts. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass die Getreidearten aus Mittel- und Vorderasien über den Mittelmeerraum nach Deutschland gekommen sind.

Der *Mais* stammt eigentlich aus Mexiko. Dort fand man Überreste, deren Alter auf etwa 7000 Jahre geschätzt werden. Die spanischen Eroberer brachten die Pflanze nach Europa, wo sie über Italien in der Türkei zum nationalen Getreide wurde.

Seine große Verbreitung im übrigen Europa verdankt der Mais den amerikanischen Bemühungen nach dem 2. Weltkrieg. Armut und Hunger in der Alten Welt so rasch wie möglich zu beseitigen. Über die Welternährungsorganisation (FAO) informierten und unterstützten die USA die Maiszüchter Europas.

Entwicklung der Anbauflächen – In Deutschland umfasst der Getreidebau mehr als die Hälfte des Ackerlandes. Der ständige Anstieg des Getreideanteils an der Ackerfläche ist auf die Rationalisierung der Betriebe durch Betriebsvereinfachung, die günstige Mechanisierbarkeit von Anbau, Pflege und Ernte des Getreides sowie den Rückgang des Hackfruchtanbaus, besonders der Kartoffel, aus arbeits- und marktwirtschaftlichen Gründen zurückzuführen.

Lange Zeit war Roggen die wichtigste Brotgetreidefrucht in Deutschland und nahm die größte Anbaufläche ein. Heute folgt Roggen erst nach dem Weizen und der Gerste auf dem dritten Platz. Die Anbauflächen von Mais, Futter- und Industriegetreide nahmen zu, weil deren Erträge auch die Grundlage der tierischen Veredelungsproduktion darstellen.



© Gemke, M.

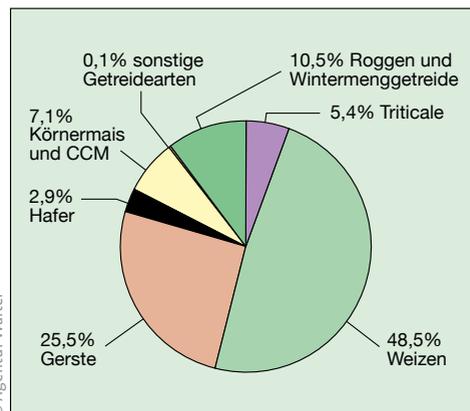
Abb. 1.1 Schon zur Zeit der Pharaonen war Ackerbau eine wichtige Angelegenheit (Fellache beim Pflügen, 2000 Jahre v. Chr., Ägypten).



© Herrmann, H.

Abb. 1.2 Getreide spielte bereits bei den Völkern des Altertums eine große Rolle.

Abb. 1.3 Getreide-Anbauflächen 2021 in Deutschland (Statistisches Bundesamt 2022).



© Agentur Walter

Webcode
fsl7074



Statistik:
Ackerland
nach Haupt-
fruchtgrup-
pen und
Fruchtarten

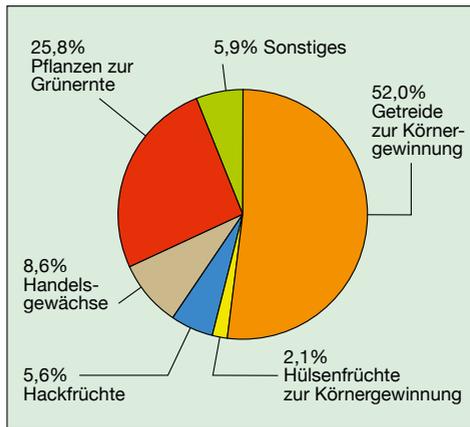
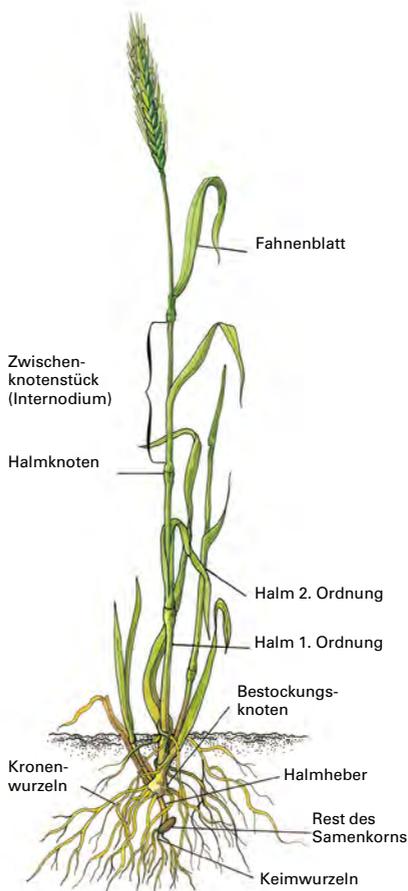


Abb. 1.4 Ackerflächennutzung in Deutschland (Statistisches Bundesamt 2022).

Abb. 1.5 Aufbau einer Getreidepflanze (Schema).



Obwohl aus arbeitswirtschaftlichen Gründen (Mechanisierbarkeit) der Getreidebau insgesamt stetig zunimmt, muss darauf hingewiesen werden, dass Getreide (ohne Mais) gegenüber den Hackfrüchten nur etwa die Hälfte des Ertrages an Energieeinheiten je Flächeneinheit bringt.

Fruchtfolgewert – Obwohl Getreidepflanzen relativ flach wurzeln und der Strohanteil an der Gesamternte ständig geringer wird – zugunsten einer größeren Standfestigkeit –, können die Getreidearten als *Humusmehrer* bezeichnet werden, wenn das Stroh auf dem Acker bleibt.

Getreide räumt das Feld frühzeitig, sodass anschließend Zwischenfruchtbau möglich ist, der die Bodenfruchtbarkeit verbessert. Unter den Getreidearten ist der Hafer die beste Vorfrucht.

Getreidemarkt – Der Welthandel mit Getreide hat in den letzten Jahren stark zugenommen. *Exportländer* sind vor allem die großen Flächenstaaten mit günstigem Klima (USA, Kanada, Australien, Frankreich, Argentinien). *Importländer* sind die unterentwickelten Staaten, aber auch die bevölkerungsreichen Industrienationen. Der Wettbewerb um den Absatz ist gewaltig.

In der EU besteht zum Schutze gegen unregelmäßige Einfuhren eine **Marktordnung** für Getreide. Die beiden wesentlichen Ziele dieser Getreidemarktordnung sind die Stabilisierung und Stützung der Erzeugereinkommen.

Sie regelt für den **Binnenmarkt**:

- ▶ Festlegung des **Interventionspreises**; die Weltmarktpreise unterliegen in Abhängigkeit von Angebot und Nachfrage starken Schwankungen. Das innergemeinschaftliche Preissystem orientiert sich an einem garantierten Mindestpreis (= Interventionspreis), der jährlich neu festgesetzt wird.
- ▶ Für die Interventionen werden Mindestanforderungen an Qualität und Menge bei den einzelnen Getreidearten gestellt.
- ▶ Für alle Einfuhren in die Gemeinschaft und Ausfuhren aus der Gemeinschaft müssen Lizenzen vorgelegt werden. Sie gelten für die gesamte EU, werden aber von nationaler Stelle erteilt.
- ▶ Durch Erstattungen (Exporthilfen) soll es ermöglicht werden, in der Gemeinschaft erzeugtes Getreide auf dem Weltmarkt zu konkurrenzfähigen Preisen abzusetzen.
- ▶ Durch die Festsetzung von Ausfuhrabgaben, die Ablehnung von Anträgen auf Exportlizenzen oder die Aussetzung von Exportlizenzen kann den Getreidepreis in der EU beeinflusst werden.

1.1.2 Botanik

1.1.2.1 Aufbau der Getreidepflanze

Alle Getreidearten gehören zu der wichtigen Pflanzenfamilie der **Gräser** (Gramineae). Weizen, Gerste und Roggen werden bei uns als Winter- und Sommerformen angebaut.

Wurzel – Die Getreidearten besitzen keine Haupt- oder Pfahlwurzel, deswegen bezeichnet man sie als *Büschelwurzler*. Die Hauptwurzelmasse befindet sich zwischen 15 und 25 cm Bodentiefe. Bei lang andauernder Trockenheit dringen die Getreidewurzeln auch

wesentlich tiefer (mehr als 2 m) in den Boden ein. Wintergerste, Winterweizen, Hafer und Sommerweizen besitzen die größte Wurzelmasse. Bei Sommergerste ist sie am geringsten. Je größer die Wurzelmasse, desto größer ist das Nährstoff-Aneignungsvermögen. Rund um die Pflanze verlaufen die *Kronenwurzeln* wie Strahlen schräg nach unten. Sie verleihen der Getreidepflanze die nötige Standfestigkeit.

Halm – Die Konstruktion des Getreidehalmes ist ein Wunderwerk der Natur. Sie ermöglicht eine hohe Biege- und Tragfestigkeit. Trotzdem gilt die Sorge der Züchter und Landwirte der Standfestigkeit unserer Getreidesorten.

Der Halm besitzt etwa 5–7 *Halmknoten*. Ihre Abstände werden von unten nach oben größer. Die Zwischenstücke heißen *Internodien*.

Blätter – Neben dem Halm stellen die Blätter die Hauptassimilationsfläche dar. Die einkeimblättrigen Pflanzen, und dazu gehört das Getreide, besitzen Blätter mit parallel verlaufenden Leitungsbahnen (Blattnerven). Blattstiele fehlen.

Die *Blattscheide* entspringt an einem Halmknoten und umschließt als schützende Röhre den untersten und damit noch weichsten Teil der Internodien.

Die Blattscheide endet erst am nächsten Halmknoten. Dort umschließen außer beim Hafer die sog. *Blattöhrchen* den Halm. An der Ansatzstelle des Blattes an der Blattscheide findet man unmittelbar am Halm die *Blatthäutchen (Ligula)*. Die Art der Ausbildung von Blattöhrchen und Blatthäutchen ist ein Erkennungsmerkmal der Getreidearten, bevor die Ähre sichtbar ist.

Blüte – Weizen, Roggen und Gerste haben zusammengesetzte Ähren, der Hafer eine Rispe mit Ährchen als Blütenstand. Die Ährchen umschließen mit ihren 2 *Hüllspelzen* 1, 2 oder auch mehrere Blütchen. Jedes Blütchen besitzt eine Deckspelze, die mehr oder weniger lang begrannt ist. Sie umschließt, mit Ausnahme der Blühdauer, die *Bauchspelze* fast völlig.

Die *Staubbeutel* enthalten die winzigen Pollenkörner. Der *Fruchtknoten* besitzt 2 federförmige Narben.

Weizen, Gerste und Hafer sind Selbstbefruchter, Roggen und Mais sind *Fremdbefruchter*.

Korn – Das Getreidekorn ist eine *Frucht* (kein Samen) und von der Fruchtschale umgeben. Die Körner von Gerste und Hafer sind zudem bespelzt.

Am unteren Ende des Kornrückens sitzt der *Keimling*. Obwohl er bei den Hauptgetreidearten nur 2–5 % und beim Mais 11–14 % des gesamten Korngewichts ausmacht, ist in ihm die *Wurzel- und Sprossanlage* für eine neue Getreidepflanze vollständig vorhanden. Das Schildchen verbindet ihn mit dem Mehlkörper, dessen Aufgabe es ist, den Keimling zu ernähren, bis die Wurzeln gebildet sind.

1.1.2.2 Unterscheidungsmerkmale der Getreidearten

Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale der Getreidearten sind in der Tabelle 1.1 zusammengestellt.

Im *blütenlosen* Zustand sind die einzelnen Arten vor allem an *Blattöhrchen* und *Blatthäutchen* zu unterscheiden.



© Herrmann, H.

Abb. 1.6 Die Keimprobe gibt über die Keimfähigkeit des Saatgutes Aufschluss.



© Herrmann, H.

Abb. 1.7 Getreideähren bestehen aus mehreren einzelnen Blütchen (Beispiel Roggen).

Abb. 1.8 Schematischer Schnitt durch ein Getreidekorn.

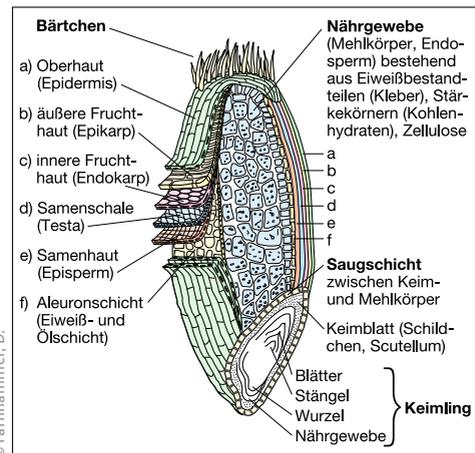
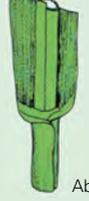
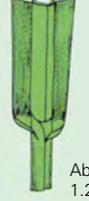
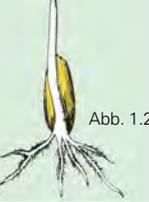
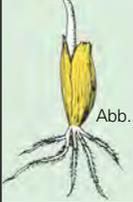


Tabelle 1.1: Unterscheidungsmerkmale der Getreidearten einschließlich Mais (alle Abb. von: © Gemke, M.)

Getreideart	Weizen	Gerste	Roggen	Hafer	Mais
botanischer Name	<i>Triticum aestivum</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Secale cereale</i>	<i>Avena sativa</i>	<i>Zea mays</i>
Blütenstand	 Ähre Abb. 1.9	 Ähre Abb. 1.10	 Ähre Abb. 1.11	 Rispe Abb. 1.12	 Kolben Abb. 1.13
Ährchenform	 Weizenährchen mit 5 Blüten-Kornanlange Abb. 1.14	 Ährchen einer zweizeiligen Gerste Abb. 1.15	 Spindelglied der Ähre Abb. 1.16	 Außenkorn Abb. 1.17	 männlicher Blütenstand: gipfelständige Rispe Abb. 1.18  weiblicher Blütenstand: blattachselständiger Kolben mit Lieschenblättern und Narbenfäden Abb. 1.19
Blattöhrchen	 Abb. 1.19	 Abb. 1.20	 Abb. 1.21	 Abb. 1.22	
Blatthütchen	 lang Abb. 1.23	 kurz Abb. 1.24	 kurz Abb. 1.25	 lang, fransig Abb. 1.26	
Form der Keimpflanze	 Abb. 1.27	 Abb. 1.28	 Abb. 1.29	 Abb. 1.30	 Abb. 1.31
Tausendkorn-gewicht (TKG) in g	Winter- Sommer- weizen 41 – 52 38 – 49	Winter- Sommer- gerste mehrzeilig 37 – 47 – zweizeilig 42 – 53 38 – 48	Winterroggen 31 – 39	29 – 37	150 – 400

1.1.2.3 Entwicklung der Getreidepflanze

Die Maßnahmen zur Bestandsführung sind jeweils ganz bestimmten Entwicklungsabschnitten der Pflanze zugeordnet. Deshalb ist es nötig, für diese Wachstumsphasen eindeutige Bezeichnungen festzulegen. Bei Getreide gilt dafür der Code der Biologischen Bundesanstalt (BBCH-Code), der die Entwicklungsstadien mit zweistelligen Ziffern bezeichnet. In abgewandelter Form kann er auch für andere Pflanzen verwendet werden.

Keimung – Voraussetzungen sind die Beendigung der Samenruhe und die Wasseraufnahme, wodurch der Samen aufquillt (ab 30 % H₂O). Pflanzenhormone veranlassen bei entsprechenden Temperaturen das Zellwachstum und die Zellteilung im Keimling. Gleichzeitig beginnt die **Zelldifferenzierung** für die Organe der neuen Pflanze. Schließlich treten die erste, die Primärwurzel und der Primärspross aus dem Keimling hervor.

Bei optimalen Temperaturen (16–25 °C) dauert die Keimung ca. 8–12 Tage, beim Temperaturminimum (2–4 °C) kann sie mehr als 30 Tage dauern. Im Quellungszustand ist das Samenkorn sehr *frostgefährdet*. Für die beginnenden Lebensvorgänge im Samenkorn wird viel Sauerstoff benötigt, weswegen ein durchlässiges, krümeliges Saatbett unerlässlich ist.

Auflaufen – Das erste unterirdische Internodium streckt sich und hebt den Keimsspross, der vom ersten Laubblatt und der Keimscheide (*Koleoptile*) umhüllt ist. Man nennt dieses Internodium deswegen auch *Halmheber*. Die Koleoptile durchstößt schließlich die Bodenoberfläche. Dieser Vorgang heißt Auflaufen. Bis zu diesem Stadium können Saaten geeegt werden.

Lückiges Auflaufen kann verursacht werden durch

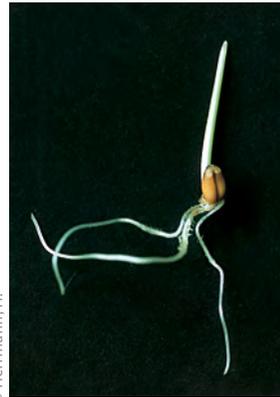
- ▶ verkrustete Bodenoberflächen (O₂-Mangel),
- ▶ mangelhaften Bodenschluss (H₂O-Mangel),
- ▶ unzureichende Keimfähigkeit bzw. Triebkraft,
- ▶ Fröste unter –5 °C im Quellstadium.

Während des Auflaufens verlängert sich gleichzeitig die Primärwurzel und nacheinander entstehen 2, selten bis zu 4 sekundäre Keimwurzeln. Mit den Wurzelhaaren der Primärwurzel kann die Keimpflanze schon Wasser und mineralische Nährstoffe aufnehmen, sie bleibt aber bis zum 4-Blatt-Stadium von der Versorgung aus dem Restsamenkorn abhängig. Ab jenem Stadium entwickeln sich dann die sprossbürtigen Wurzeln.

Bestockung – Darunter versteht man die Fähigkeit der Getreidepflanze, mehrere **Seitensprosse** (Halme) aus dem ersten Halm hervorzubringen. Dabei entwickeln sich aus dem Bestockungsknoten des ersten Halmes zunächst 2 Seitenhalme. Man bezeichnet sie als *Sprosse 1. Ordnung*. Aus deren Knoten können sich nun wieder 2 Seitenhalme bilden (Sprosse 2. Ordnung) und so weiter.

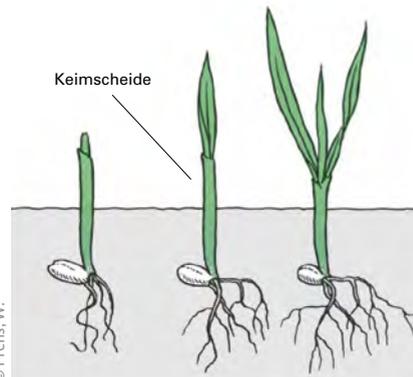
Natürlich sind der erste Halm und die Halme der 1. Ordnung am kräftigsten. Während der weiteren Entwicklung unterliegen daher die Halme höherer Ordnungen der Konkurrenz mit den anderen Halmen um die Wachstumsfaktoren, sodass etwa nur die Hälfte der gebildeten Triebe übrig bleibt (Reduktion).

Die Bestockung bringt den Bestand auf seine größte Dichte und ist damit ein *Ertragsfaktor*. Bei Wintergetreide können so auch



© Herrmann, H.

Abb. 1.32 Gekeimtes Weizenkorn.



© Preiß, W.

Abb. 1.33 Auflaufen von Getreide bis zum Drei-Blatt-Stadium.

Abb. 1.34 Bereits gegen Ende der Bestockung bilden sich im Inneren der Pflanze die Ährenanlagen.



© Herrmann, H.

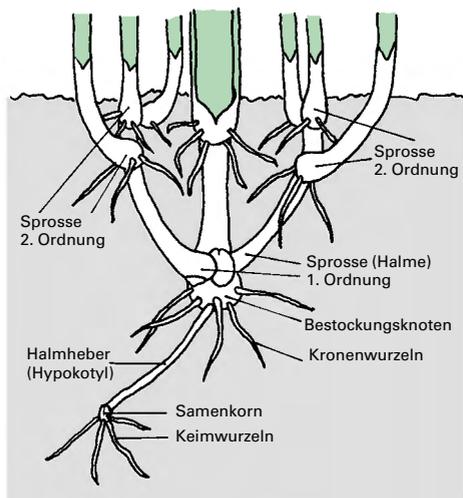


Abb. 1.35 Bestockung des Getreides.

© Schönberger, M.

Auswinterungsverluste ausgeglichen werden. Allerdings bringen die Bestockungstribe höherer Ordnungen weniger Leistung, so dass nach der Bestockung nicht mehr als 3 Triebe je Einzelpflanze vorhanden sein sollten.

Von außen unsichtbar beginnt bereits gegen Ende der Bestockung die **Ährenbildung**. Dabei wird die Zahl der *Kornanlagen*, ein weiterer Ertragsfaktor, festgelegt. Leidet die Pflanze zu diesem Zeitpunkt unter Wasser- und Nährstoffmangel, bedeutet dies kleinere Ähren mit niedrigerer Kornzahl.

- !**

 1. Die Bestandsdichte wird hauptsächlich durch Aussaatstärke und Bestockung bestimmt.
 2. Hohe Bestandsdichte erhöht Lagerneigung und Krankheitsrisiko.
 3. Bestockungstribe höherer Ordnung bringen geringeren Ertrag. Je stärker also die Bestockung ist, desto weniger Ährchen/Ähren können gebildet werden, weil zunächst immer die Bestockungstribe mit Assimilaten versorgt werden. Höhere Erträge sind aber eher über eine größere Kornzahl/Ähre als über mehr Ähren tragende Halme zu erreichen.

Schossen – Darunter versteht man die Streckung der Getreidehalme, ausgelöst durch zunehmende Tageslänge und höhere Temperaturen. Je länger diese Periode dauert, desto mehr Blüten können in den Ährchenanlagen ausgebildet werden. Nährstoffmangel infolge der Konkurrenz mit den anderen Pflanzenorganen, die in dieser Phase stark wachsen, führt zur Verkümmern eines Teiles der Ährchenanlagen (Reduktion). Deswegen ist die N-Schossergabe für den Ertrag so wichtig.

Abb. 1.36 Entwicklungsstadien bei Getreide nach dem BBCH-Code (Schema, ohne Mais). (Die Abkürzung BBCH steht für **B**iologische Bundesanstalt, **B**undessortenamt, **C**hemische Industrie; der Code drückt die Wachstumsphasen bei Kulturpflanzen als 2-stellige Zahlen aus.)

00-09	10-13	21	25	29	30	31	32	37	39	49	51-59	61-69	71-92
Keimung/ Austrieb	Blattent- wicklung	Bestockung			Schossen					Ähren-/Ris- penschieben	Blüte	Fruchtbildung und Reife	
00 = trocken- es Korn 09 = Auf- laufen	11 = Ein- Blatt- Sta- dium 12 = Zwei- Blatt- Sta- dium	21 = Bestockungs- beginn 25 = Hauptbestockung 29 = Bestockungsende	30 = Schossbeginn 31 = 1-Knoten-Stadium 32 = 2-Knoten-Stadium 37 = Erscheinen des Fahnenblattes (F) 39 = Blatthäutchen-Stadium; F voll entwickelt 47 = Öffnen der Blattscheide 49 = Ende des Schossens					51 = Beginn 52 = Mitte 59 = Ende des Ähren- schie- bens	61 = Beginn 69 = Ende der Blüte	71 = Bildung des Korns 75 = Milchreife 85 = Teigreife 87 = Gelbreife 91 = Vollreife 92 = Totreife			
vegetative Phase					generative Phase								

© Schönberger, M.

Ährenschieben – Die Ähre entwickelt sich während des Schossens weiter. Wenn die Ährenbildung abgeschlossen ist, endet auch das Schossen und die Ähre bzw. Rispe schiebt sich heraus. Kühles Wetter verzögert den Vorgang, warmes beschleunigt ihn.

Blüte und Kornfüllung – Kurz nach dem Ährenschieben, bei der Gerste schon gleichzeitig damit, beginnt die **Blüte**. Zuerst werden die Spelzen der Blüten gespreizt, damit die Staubgefäße hervortreten können. Diese platzen auf und die winzigen Pollenkörner werden von den gefiederten Narben aufgefangen. Nur jeweils ein Pollenkorn befruchtet eine Fruchtanlage, indem ein feiner Samenfaden in den Fruchtknoten hineinwächst und so die Eizelle befruchtet.

Aus dem Fruchtknoten bildet sich dann das neue Korn. Nach der Befruchtung werden die Staubgefäße abgestoßen.

Der ganze Vorgang dauert beim Einzelblütchen zwischen einer halben und einer knappen Stunde. Die Blühdauer eines Bestandes erstreckt sich aber auf ca. 10–14 Tage, weil ja nicht alle Blütchen gleichzeitig blühen.

Bei Weizen, Gerste und Hafer genügt der Blütenstaub derselben Blüte (*Selbstbefruchtung*). Deshalb ist hier im Gegensatz zum Roggen kein Stäuben der blühenden Felder zu erkennen. Beim Roggen dagegen ist der fliegende Blütenstaub erkennbar (*Fremdbefruchtung*). Dies bringt die Gefahr »schartiger« Ähren mit sich, wenn Roggen vor der Blüte lagert oder in der Blütezeit Regenwetter oder gar Frost eintritt.

Mais und die meisten Futtergräser sind ebenfalls Fremdbefruchter.

Nach Bestäubung und Befruchtung folgt die **Kornfüllungsphase**. Zunächst bilden sich im Mehlkörper des Kornes in etwa 14 Tagen mehr als 100 000 Zellen, die sich anschließend strecken und die Stärke einlagern.

Reife – Wenn das Korn sein größtes Volumen erreicht hat, setzt die Reife ein. Obwohl für den Landwirt nur die Mähdruschreife von Bedeutung ist, unterscheidet man im Wachstumsverlauf der Getreidepflanze mehrere Reifestadien.



© Herrmann, H.

Abb. 1.37 Schossen des Getreides.



© Herrmann, H.

Abb. 1.38 Links: Blühender Weizen.

Abb. 1.39 Rechts: Blühender Roggen.

Abb. 1.40 Typisches Krümmen der Weizenähren in der Vollreife.



© Herrmann, H.

Tabelle 1.2: Erkennungsmerkmale der Reifestadien bei Getreide

Reifestadium	Erkennungsmerkmale	Wassergehalt des Kornes
Milch- bis Teigreife (75–85)	Korn milchig weich, Halm und Blätter oben noch grün, Knoten noch prall, Korn biegt sich bei Nagelprobe	ca. 50–35 %
Gelbreife (87)	Halme und Blätter gelb, Knoten schrumpfen und trocknen, Korn zäh, lässt sich über den Nagel brechen	ca. 30 %
Vollreife (89)	Halm völlig ausgetrocknet, Korn hart, lässt sich nicht mehr über den Nagel brechen	20–25 %
Totreife (Mähdruschreife) (92)	Korn fällt leicht aus, Stroh spröde, das Korn lässt sich nicht mehr brechen, Bestand »knistert«	14–16 %

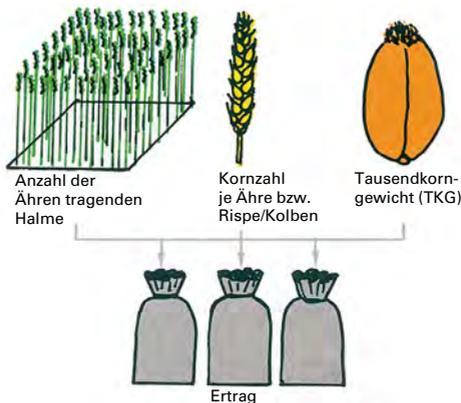


Abb. 1.41 Ertragsfaktoren bei Getreide (Schema).

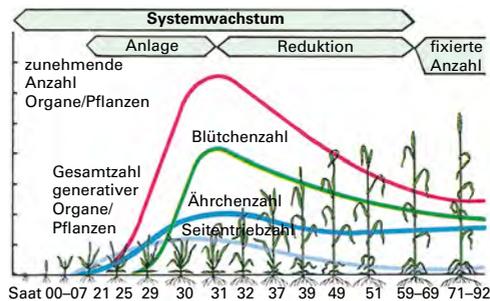


Abb. 1.42 Entwicklung der ertragsbildenden Organe bei Winterweizen (Schema).

Reift der Bestand durch Trockenheit oder Krankheit zu schnell ab, bilden sich Schmach- und Schrumpfkörner (*Notreife*). Ein Vergleich des Hektoliter- bzw. Tausendkorngewichts (TKG) zeigt dies deutlich an.

1.1.2.4 Getreideertrag

Die **Getreideerträge in Deutschland** stiegen in den vergangenen Jahren stetig. Wissenschaftler behaupten, dass unsere Weizensorten aufgrund der Erbanlagen ein Ertragspotenzial von bis zu 200 dt/ha Ertrag hätten. Immerhin werden nicht nur im norddeutschen Tiefland Erträge um 100 dt/ha erreicht. Der Durchschnitt in Deutschland lag im Jahr 2021 nur bei 70,0 dt Getreide/ha.

Der Grund dafür liegt in der Tatsache, dass die Erträge nicht nur von den Erbanlagen (genetisches Potenzial) und der Produktionstechnik abhängen, sondern zumindest zur Hälfte von den natürlichen Standortbedingungen beeinflusst werden, die der Landwirt kaum verändern kann.

Ertragsfaktoren – Den Getreideertrag bestimmen vor allem:

- ▶ die Anzahl der Ähren tragenden Halme/m² (Bestandesdichte),
- ▶ die Kornzahl der Ähre bzw. Rispe oder des Kolbens,
- ▶ das Tausendkorngewicht (TKG).

Die Natur ist stets bemüht, die *Arterhaltung* zu sichern. Deshalb bildet auch die Getreidepflanze zunächst weit mehr Organe, die der Vermehrung dienen, als sie auch bei günstigsten Bedingungen bis zur Fruchtreife entwickeln kann. Mit Beginn des Schossens werden diese Ertragsanlagen (z. B. Triebe, Ährchen und Blüten) infolge der sich verschärfenden Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren wieder *reduziert*.

Bestandesdichte – Darunter versteht man die Zahl der Ähren tragenden Halme/m². Sie wird hauptsächlich durch *Aussaatstärke* und *Bestockung* reguliert.

Bei der Festlegung der Aussaatstärke ist zunächst zu prüfen, welche Kornzahl/m² unter Berücksichtigung der Sorteneigenschaften, Standortbedingungen und Keimfähigkeit auszusäen ist.

Die **Saatstärke** wird dann nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Saatstärke in kg/ha} = \frac{\text{Zahl der Pflanzen [je m}^2] \times \text{TKG [in g]}}{\text{Keimfähigkeit [in \%]}}$$

Beispiel: Zahl der Pflanzen (vor der Bestockung) je m² = 400
Tausendkorngewicht = 47 g
Keimfähigkeit = 95 %

$$\text{Saatstärke [in kg/ha]: } \frac{400 \times 47}{95} = 198 \triangleq 198 \text{ kg/ha}$$

Die **Bestockung** bringt den Bestand auf seine größte Dichte. Nach der Reduktionsphase während des Schossens, bei der etwa die Hälfte der gebildeten Seitentriebe wieder reduziert werden, sollte die Bestandesdichte z. B. bei Winterweizen 500–600 Ähren tragende Halme/m² betragen. Sie lässt sich leicht auf dem Feld ermitteln, wenn man die durchschnittliche Zahl der Halme/m Reihenlänge durch den Reihenabstand dividiert.

Abb. 1.43 Die Bestockung bringt den Bestand auf seine größte Dichte.



Beispiel: Durchschnittliche Zahl der Ähren tragenden Halme/m²

$$\text{Reihenabstand} = 12 \text{ cm; Halme/m Reihenlänge: } \frac{60 \text{ Halme}}{1 \text{ m}}$$

Zahl der Ähren tragenden Halme/m²:

$$\frac{60 \text{ Halme}}{1 \text{ m} \times 0,12 \text{ m}} = 500 \text{ Halme/m}^2$$

Zu große Bestandesdichten beeinträchtigen die Standfähigkeit, erhöhen den Infektionsdruck für Halm- und Blattkrankheiten und führen zu einer geringeren Blütenzahl. In zu dichten Beständen wird Unkraut mit *Kontaktherbiziden* behandelt (auch Kalkstickstoff). Dies hemmt gleichzeitig die Bestockung und reduziert geschwächte Triebe. Das Bekämpfen der Pilzkrankheiten fördert die Bestandesdichte.

Zu geringe Bestandesdichten mindern den Ertrag und fördern die Verunkrautung. Sind anfangs zu wenige Keimpflanzen vorhanden, kann man mit einer N-Düngung sowie mit Walzen oder Striegeln die Bestockung anreizen.

Zu schwach bestockte Bestände werden bis zum Stadium 29 mit einer erhöhten 2. N-Gabe (eventuell auch als Gülle) gedüngt.

Anzahl der Körner/Ähre – Sie wird zunächst von der Zahl der Ährchen/Fruchtstand bestimmt. Diese werden unter Kurztagsbedingungen, also z. T. schon im 4- bis 6-Blatt-Stadium, angelegt. Wasser- und Nährstoffmangel sowie Pilzkrankheiten (z. B. Mehltau), aber auch eine starke Bestockung, die zusätzlich Assimilate erfordert, vermindern die Zahl der Ährchenanlagen erheblich. Bei Weizen werden je nach Bestäubung 3–4, bei Roggen 2 und bei Gerste 1 Korn/Ährchen gebildet.

Anhaltende Trockenheit oder Nässe während der Blüte vermindern nicht nur bei Fremdbefruchtern (Roggen, Mais), sondern auch bei den Selbstbefruchtern die Kornzahl. Deswegen gilt es, durch eine ausreichende Nährstoffversorgung, vor allem aber durch eine N-Gabe bis zum Stadium 31/32, die weitgehend verborgen ablaufenden Prozesse der Ährchenanlage (ab 4-Blatt-Stadium) zu fördern und deren Reduktion, die sich bis kurz nach der Befruchtung hinziehen kann, einzuschränken.

Bei Weizen können so 23, bei Gerste 32 Ährchendrillinge erreicht werden. Durch Bekämpfen der Fuß- und Blattkrankheiten sind die Pflanzen gesund zu erhalten.

Korngewicht – Neben dem sortenbedingten Fassungsvermögen des Korns sind vor allem die *Dauer* und *Intensität* der Kornfüllungsphase entscheidend. Sie beginnt nach Bestäubung und Befruchtung und wird anfangs durch kühles, feuchtes Wetter, das eine starke Zellteilung begünstigt, gefördert. Für die anschließende Zellstreckung und Stärkeeinlagerung ist es wichtig, dass ausreichend Assimilate zur Verfügung stehen.

Dies ist umso mehr gewährleistet, je gesünder das **Fahnenblatt** ist und je günstiger es zum Licht steht (Lichtabsorption). Eine optimale Kaliversorgung fördert zusammen mit einer ausreichenden Wasser- und Stickstoffversorgung die Kornfüllung.

! Je besser die Kornanlagen infolge einer sorgfältigen Bestandesführung ausgebildet sind, desto größer sind die Nährstoff- und Wasseransprüche.

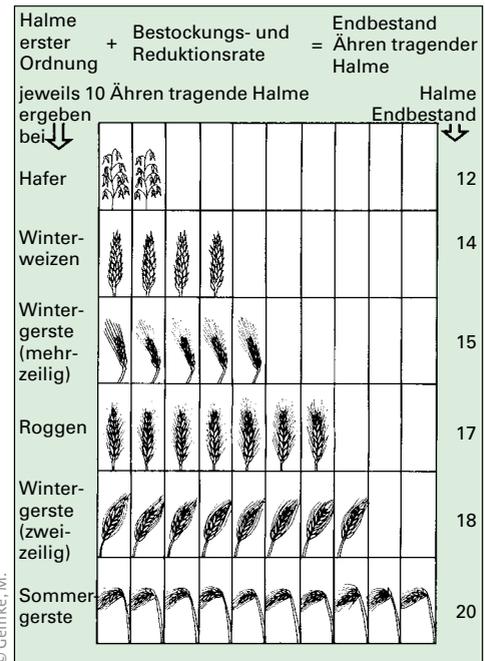


Abb. 1.44 Ergänzung der Bestandesdichte durch die Bestockung (im Mittel), bezogen auf 10 Halme.

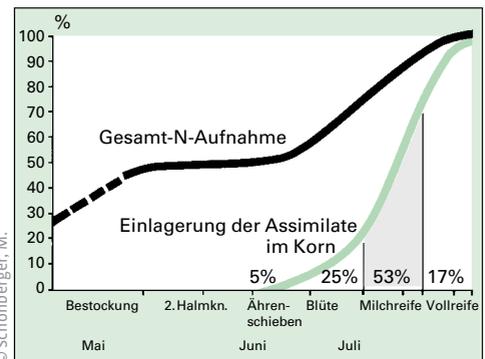


Abb. 1.45 Einlagerung von Assimilaten in das Weizenkorn vom Ährenschieben bis zur Reife (Schema).

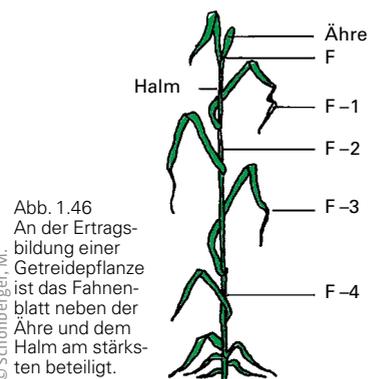


Abb. 1.46 An der Ertragsbildung einer Getreidepflanze ist das Fahnenblatt neben der Ähre und dem Halm am stärksten beteiligt.

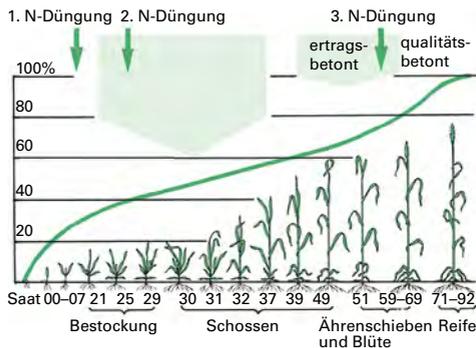


Abb. 1.47 Aufteilung der Stickstoffdüngung bei Getreide (Schema).

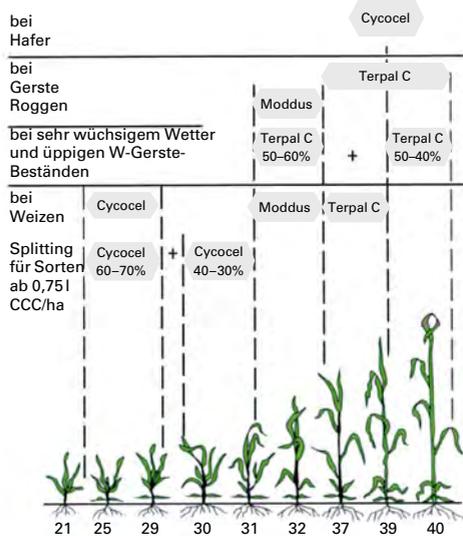
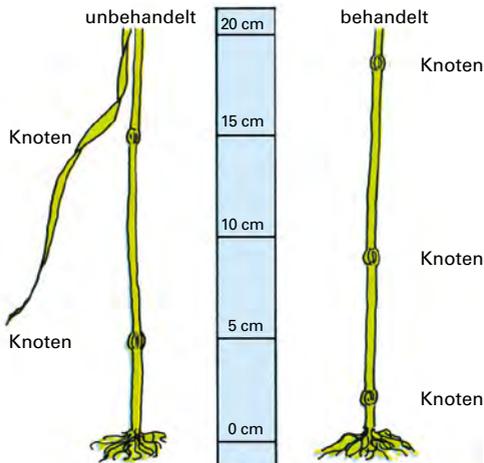


Abb. 1.48 Anwendungszeiten von Wachstumsregulern zur Halmverkürzung in Getreide (Schema).

Abb. 1.49 Wachstumsregler bewirken eine Verkürzung der unteren Internodien und stärken dadurch die Standfestigkeit von Getreide.



1.1.3 Produktionstechnik

1.1.3.1 Bestandesführung

Unter dem Begriff »Bestandesführung« werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die von der Saat bis zur Ernte die sortentypisch festgelegten Ertragsmerkmale optimal fördern. Dabei ist es unmöglich, alle Ertragsfaktoren in gleicher Weise zu verbessern. Manchmal steht der Förderung des einen Faktors die Einschränkung des anderen gegenüber. So verhindern große Bestandesdichten in der Regel große Ähren. Geringe Bestandesdichten fördern eher die Kornzahl und das TKG.

Zwei wesentliche Möglichkeiten der Bestandesführung sind neben der Pflanzengesundheit und Beseitigung der Konkurrenzpflanzen die N-Düngung und die Anwendung von Wachstumsregulatoren. **N-Düngung** – Obwohl mit einer N_{min} -Untersuchung der Bodenvorrat an Stickstoff im Frühjahr ermittelt werden kann, lässt sich wegen der witterungsbedingten Umwandlungsprozesse seine Wirkung nur durch ständiges Beobachten des Pflanzenbestandes feststellen. Auf jeden Fall ist der Stickstoff wegen der Auswaschungsgefahr auf mehrere Gaben zu verteilen, von denen die letzte gegen Ende des Schossens bis zum Ährenschieben größtenteils zur Eiweißbildung im Korn verwendet wird (qualitätsbetonte N-Düngung).

Die Düngung ist eine der wichtigsten Maßnahmen zur Bestandesführung. Besonders mit der N-Düngung lässt sich die Bestandesdichte erhöhen. Damit verschlechtert sich aber meist das Bestandesklima, was sich auf die Pflanzengesundheit negativ auswirkt, zugleich die Zahl der Pflanzen/Fläche und den Wasserbedarf erhöht.

Anwendung von Wachstumsregulatoren – Eine ertragsbetonte N-Düngung bei Getreide ist ohne den Einsatz von Wachstumsregulatoren, z. B. Calma, CCC720 oder Moddus, nicht möglich. Sie erhöhen die Standfestigkeit durch Verkürzen der unteren Internodien und Verstärkung der Halmwand bzw. durch Einkürzen der oberen Halmglieder und Einlagerung von Gerüstsubstanzen. Die Stauchung der Blattetagen erhöht allerdings den Krankheitsdruck im Bestand.

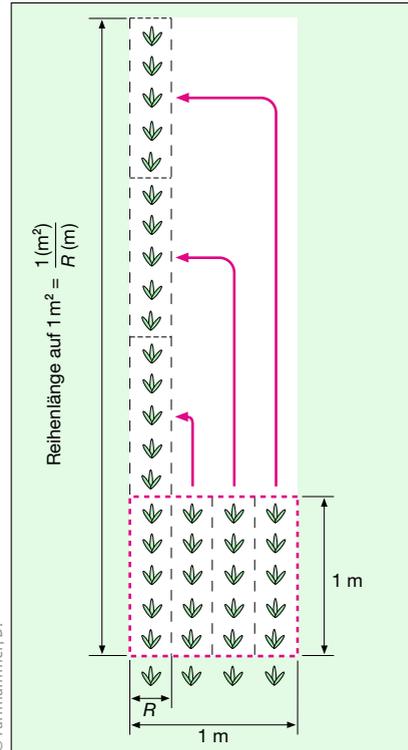
Wachstumsregulatoren zur Verkürzung der unteren Internodien und zur Verstärkung der Halmwand werden daher ab der Bestockung eingesetzt, die Einkürzung der oberen Halmglieder erfolgt während des Schossens bzw. Ähren- und Rispschiebens. Seit einigen Jahren gewinnt das flexibel einsetzbare Mittel Moddus Start an Bedeutung, da es von fast allen Getreidearten gut vertragen wird und problemlos mit vielen Fungiziden, Insektiziden und Herbiziden gemischt werden kann.

! Voraussetzung für den Einsatz der Wachstumsregulatoren sind gute Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit. Eine Kombination mit Bodenherbiziden (Gebrauchsanweisung beachten!) oder Fungiziden bzw. Harnstoff ist möglich. Die Aufwandmenge hängt von Standort, Getreideart und Sorte ab.



Aufgaben:

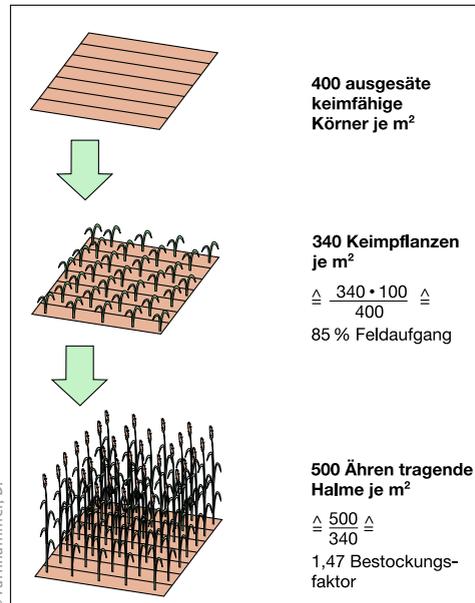
1. Welche Faktoren bestimmen den Getreideertrag?
2. Weshalb gehören der Einsatz von Wachstumsregulatoren und die N-Spätdüngung bei Getreide zusammen?
3. Welche Bedeutung hat die Bestockung?
4. Auf 1 m Reihenlänge werden im Mittel 63 Ähren tragende Halme gezählt. Die Reihenweite beträgt 13 cm. Wie groß ist die Ährendichte je m^2 ?
5. In Stichproben wurde ein mittlerer Kornbesatz je Ähre von 28 ausgezählt. Die zu erwartende Einzelkornmasse betrage 52 g je 1000 Körner. Die ermittelte Bestandesdichte betrug 570 Ähren tragende Halme je m^2 .
Mit welchem Ertrag in dt/ha ist zu rechnen?
6. Die Drillweite in einem Getreidebestand beträgt 12 cm. Wie viele Ähren tragende Halme sollen im Mittel auf einem laufenden Meter in der Reihe stehen, wenn die Bestandesdichte 350/ m^2 (450/ m^2 ; 700/ m^2) betragen soll?
7. Unterstellt wird ein Weizenertrag von 80 dt/ha.
 - a) Welches mittlere Ährgewicht ist erforderlich bei einer Bestandesdichte von 400 Ähren tragenden Halmen/ m^2 ?
 - b) Welche Bestandesdichte ist erforderlich, wenn ein mittleres Ährgewicht von 1,7 g zugrunde gelegt wird?
8. Auf einem Getreideschlag wurden 350 keimfähige Körner/ m^2 ausgesät. Nach dem Auflaufen zählte man 280 Keimpflanzen/ m^2 . Später ermittelte man 500 Ähren tragende Halme/ m^2 .
 - a) Wie hoch ist der Feldaufgang in %?
 - b) Wie groß ist der Bestockungsfaktor?
9. Sie haben die Aufgabe, die Saatgutmenge in kg je Hektar für die Aussaat zu ermitteln. Erfahrungswerte zeigen, dass bei den Bodenverhältnissen dieses Feldes mit einem Feldaufgang von 85 % gerechnet werden kann. Anzustreben ist ein aufgelaufener Weizenbestand von 350 Weizenkeimpflanzen je Quadratmeter. Das Saatgut hat ein TKG von 51 g und eine Keimfähigkeit von 94 %.
10. 600 Halme/ m^2 Ährendichte sei erwünscht. Die Einzelkornmasse beträgt 0,048 g, die Keimfähigkeit 98 %, der zu erwartende Feldaufgang 85 % und der Bestockungsfaktor 1,8. Wie viele Kilogramm Saatgut benötigt man für 15 ha?
11. Berechnen Sie die erforderliche Saatmasse für 7,8 ha Wintergerste. Gewünschte Keimpflanzendichte 350/ m^2 , TKG 51 g, Keimfähigkeit 97 %, erwarteter Feldaufgang 80 %.
12. In einer kreisrunden Zählfläche mit einem Durchmesser von $d = 50$ cm werden im Mittel 69 Keimpflanzen gezählt. Wie viele Keimpflanzen stehen auf einem Quadratmeter?



© Farnhammer, D.

Abb. 1.50 Die Pflanzendichte/ m^2 ist die Zahl der Pflanzen auf einem Reihenabschnitt, dessen Länge so viele Meter beträgt, wie der Reihenabstand R (in m) in 1 m^2 enthalten ist.

Abb. 1.51 Die Bestandesdichte ist von der Zahl der ausgesäten keimfähigen Körner, dem Feldaufgang und der Bestockung abhängig.



© Farnhammer, D.

Webcode
fsl7075



Lösungen
zu den
Aufgaben

1.1.3.2 Schädigung der Getreidepflanze

Krankheiten und Schädlinge – Die Tabellen 1.3 und 1.4 zeigen wichtige, wirtschaftlich bedeutsame Krankheiten und Schädlinge im Getreide.

Tabelle 1.3: Bedeutsame Krankheiten des Getreides

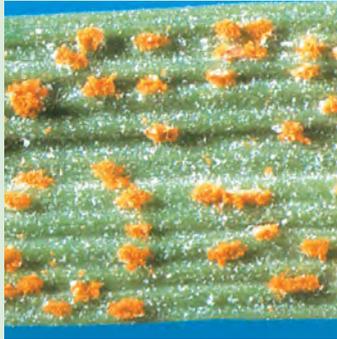
Name der Krankheit, Erreger	befallene Getreidearten ¹⁾	Schadbild	Bekämpfung
Auswinterungskrankheiten			
 <p>Schneeschnitzel <i>Fusarium nivale</i>, <i>Gerlachia nivalis</i> samen- und bodenbürtiger Pilz</p> <p>© Fa. BASF Abb. 1.52</p>	W-Roggen, W-Weizen, W-Gerste	fleckenweise abgestorbene und mit einem weißen Pilzrasen überzogene Pflanzen, die dem Boden dicht anliegen	Saatgutbeizung, Fruchtwechsel
 <p>Typhula-Fäule <i>Typhula incarnata</i> luft- und bodenbürtiger Pilz</p> <p>© Fa. BASF Abb. 1.53</p>	W-Gerste, Roggen, W-Weizen	nesterweise vergilbte oder abgestorbene Pflanzen; typisch sind kleesamengroße (bis 3 mm) helle, später dunkelbraune Dauerformen des Pilzes am Halmgrund	bei W-Gerste Saatstärke verringern und später säen; Jugendentwicklung der Pflanzen fördern
Fußkrankheiten			
 <p>Halmbruch-Krankheit <i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>, <i>Cercospora herpotrichoides</i> luft- und bodenbürtiger Pilz</p> <p>© Fa. BASF Abb. 1.54</p>	W-Weizen, W-Gerste, Roggen, S-Getreide	Halme liegen einzeln oder nesterweise wirt durcheinander, längliche, medaillonartige Flecken mit heller Mitte und gelblich bis rotbraunem Rand, Halmgrund durch watteartiges Pilzmyzel vermorscht	hoher Befallsdruck bei 10 °C und rel. Luftfeuchtigkeit über 80 %, weite Fruchtfolge, Fungizide
 <p>Stängelfäule <i>Fusarium</i> ssp. Pilz</p> <p>© Fa. BASF Abb. 1.55</p>	Roggen, W-Gerste, W-Weizen	braune Flecken, die später schwarz werden, auf den unteren Blattscheiden, bei stärkerem Befall sterben die Pflanzen ab	Beizung, Fruchtwechsel

¹⁾ In der Reihenfolge der Befallshäufigkeit.

Fortsetzung Tabelle 1.3

Name der Krankheit, Erreger	befallene Getreidearten ¹⁾	Schadbild	Bekämpfung
Halm- und Blattkrankheiten			
 <p>Streifen-Krankheit <i>Helminthosporium graminea</i>, <i>Drechslera graminea</i> Pilz © Fa. BASF Abb. 1.56</p>	Gerste	zunächst helle, dann braune Längsstreifen auf den Blättern, die später aufschlitzen, Blüten-Infektion → Übertragung mit dem Saatgut, Pilz keimt zwischen Korn und Spelze und wächst in den Keimling hinein	Saatgut-beizung
 <p>Netzflecken-Krankheit <i>Helminthosporium teres</i>, <i>Drechslera teres</i> Pilz © Fa. BASF Abb. 1.57</p>	W-Gerste, S-Gerste, Hafer, Roggen, Weizen	untere Blätter zeigen ab Mitte Juni zuerst kleine braune Flecken, die sich vergrößern und ein Netz-muster bilden	Saatgut-beizung, Frucht-wechsel, Fungizide bei Befall
 <p>Blattflecken-Krankheit <i>Rhynchosporium secalis</i> Pilz © Fa. Bayer Abb. 1.58</p>	Gerste, Roggen	erst wässrige, dann weißlich-graue Flecken, die gelb bis braun umrandet sind	Fungizide
 <p>Blattdürre <i>Ascochyta hordei</i> Pilz © Fa. BASF Abb. 1.59</p>	Weizen, Gerste, Hafer	kreisförmige, erbsen-große Flecken auf den unteren Blättern, helle, kreisförmige und scharf umrandete Flecken auf den Spelzen	Fungizide
 <p>Gelbrost <i>Puccinia glumarum</i>, <i>Puccinia striiformis</i> Pilz © Fa. BASF Abb. 1.60</p>	Weizen, Gerste, Roggen, Triticale	auf Blättern (besonders oberseits) ovale, gelborange Pusteln, streifenförmig zwischen den Blattadern, später auch auf Ähren und Blattscheiden; Vergilben und Vertrocknen der Blätter	Beseitigung von aufgelaufenem Ausfallgetreide, Wahl resistenter Sorten; syste-mische Fungizide bis Beginn der Blüte

Fortsetzung Tabelle 1.3

Name der Krankheit, Erreger	befallene Getreidearten ¹⁾	Schadbild	Bekämpfung
 <p data-bbox="520 308 776 647">Gelb- und Braunrost Gelbrost von Weizen, Gerste, Roggen: <i>Puccinia striiformis</i> Braunrost von Weizen, Roggen: <i>P. recondita</i> Braunrost (Zwergrost) der Gerste: <i>P. hordei</i> Haferkronenrost: <i>P. coronata</i> Pilze Abb. 1.61</p>	Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Triticale	Pusteln auf den Blättern in den entsprechenden Farben (Sporenlager des Pilzes), auch an Ähren, Spelzen und Körnern	Sortenwahl, Fungizide
 <p data-bbox="520 681 776 953">Schwarzrost <i>Puccinia graminis</i> Pilz Abb. 1.62</p>	alle Getreidearten	meist erst ab Ende Juni rostfarbene, strichförmige Pusteln auf Blättern, Blattscheiden, Halmen und Spelzen; kurz vor der Ernte schwarzbraune Pusteln vorzugsweise an Blattscheiden und Halmen	Sortenwahl, Fungizide
 <p data-bbox="520 993 776 1356">Mehltau <i>Erysiphe graminis</i> Pilz Abb. 1.63</p>	Gerste, Weizen, Roggen, Hafer	Befall beginnt an den untersten Blättern, zuerst kleine, watteartige weiße Flecken; diese weiten sich zu pelzigen, graubraunen Belägen aus; ab Juni kleine schwarze Punkte (Fruchtkörper des Pilzes) auf den Belägen; empfindliche Schäden bei Befall des Fahnenblattes und der Ähre; Infektionsdruck bei feuchtwarmer Witterung besonders groß	Sortenwahl, Saatstärke vermindern, Beizung, Fungizide
Ährenkrankheiten			
 <p data-bbox="520 1477 776 1709">Mehltau <i>Erysiphe graminis</i> Pilz Abb. 1.64</p>	Weizen	wie Mehltau auf Blättern	befallene Fahnenblätter behandeln (Sprungbrett für weitere Infektionen)

¹⁾ In der Reihenfolge der Befallshäufigkeit.

Fortsetzung Tabelle 1.3

Name der Krankheit, Erreger	befallene Getreidearten ¹⁾	Schadbild	Bekämpfung
 <p>Braunspelzigkeit <i>Septoria nodorum</i>, <i>Leptosphaeria nodorum</i> Pilz © Alsing, Dr. W. Abb. 1.65</p>	Weizen	zuerst kleine, dann immer mehr zusammenfließende braune Flecken, auch Befall von Koleoptilen, Blättern, Halmen und Ährenspindeln	Fungizide
 <p>Schwärzepilze <i>Cladosporium pullulans</i>, <i>Alternaria</i> ssp., <i>Pullularia pullulans</i> © Herrmann, H. Abb. 1.66</p>	alle Getreidearten	schwarzgrauer Belag an den Ähren, gelegentlich auch an den Blättern und Halmen, in der Regel nur an Pflanzen, die schon durch andere Ursachen geschwächt sind	Fungizide mit Zusatzwirkstoff
 <p>Hartbrand Gerstenhartbrand <i>Ustilago hordei</i> Weizensteinbrand <i>Tilletia tritici</i>, <i>T. caries</i> Zwergsteinbrand <i>Tilletia controversa</i> Pilze © Fa. BASF Abb. 1.67</p>	Gerste, Weizen, Weizen (Roggen)	gespreizte graugrüne Ähren enthalten statt Körnern dunkle Brandbutten, Übertragung der Sporen beim Drusch	Saatgutbeizung
 <p>Flugbrand <i>Ustilago nuda</i> <i>U. tritici</i> <i>U. avenae</i> Pilze © Fa. BASF Abb. 1.68</p>	Gerste, Weizen, Hafer	Blüten-Infektion: Sporen gelangen über die offene Blüte in den Fruchtknoten, Sporen sitzen im Saatkorn → Keimlings-Infektion: Sporen sitzen zwischen den Spelzen	Saatgutwechsel, Befall ist Aberkennungsgrund bei Saatguterzeugung! Saatgutbeizung
Virus-Krankheiten			
 <p>Gelbmosaik-Viren Gersten-Gelbmosaik-Virus (<i>barley yellow mosaic virus</i>, <i>BaYMV</i>) Mildes Gersten-Mosaik-Virus (<i>barley mild mosaic virus</i>, <i>BaMMV</i>) © Fa. BASF Abb. 1.69</p>	Gerste	ab Februar/März strichel- oder punktförmige, gelbliche bis bleiche Aufhellungen, Blätter vergilben von der Spitze her und sterben ab, alle befallenen Pflanzen bleiben verkürzt	weite Fruchtfolge

Tabelle 1.4: Bedeutsame Getreideschädlinge

Schädling, Bedeutung	Schadbild	Befall	Bekämpfung
 <p>Fritfliege <i>Oscinella frit</i></p> <p>befällt alle Getreidearten, Mais und Gräser besonders bei später Frühjahr- und früher Herbstsaat</p> <p>© Fa. BASF Abb. 1.70</p>	<p>Herztriebe vergilben, Hüllblätter bleiben zunächst noch grün, später Absterben des Triebes; bis 5 mm lange, glasig-weiße, fußlose Larve ohne Kopfkapsel</p>	<p>3 Generationen jährlich, Eiablage der Fliege im Frühjahr und Herbst an die Blattscheiden, Massenaufreten nach trockenwarmer Witterung</p>	<p>Vernichten von aufgelaufenem Ausfallgetreide, Saatgut-Inkrustierung mit Insektiziden</p>
  <p>Brachfliege <i>Delia coarctata</i></p> <p>tritt jahr- und gebietsweise vor allem bei W-Weizen auf leichten Böden auf</p> <p>© Fa. BASF Abb. 1.71</p>	<p>Vergilben der Herztriebe bei W-Weizen und Roggen, auch bei Hafer; im Februar bis April an der Triebbasis ca. 8 mm lange weißliche Larven mit schwarzen Mundhaken und 6 Fortsätzen am Hinterleib, ohne Kopfkapsel und Beine</p>	<p>Eiablage der Fliege im Juli/August in lockere Böden, Einbohren der Junglarven in ihre Wirtspflanzen im zeitigen Frühjahr</p>	<p>Saatgut-Inkrustierung in Befallsgebieten; Bekämpfung der Quecke</p>
 <p>Getreide-Zystenälchen, Getreide-Zystennematoden <i>Heterodera avenae</i></p> <p>befallen werden Hafer, S-Weizen, S-Gerste, der überwiegende Teil der Anbaufläche ist verseucht</p> <p>© Fa. Bayer Abb. 1.72</p>	<p>anfangs nesterweise, später großflächig schlechte Bestockung, Wuchshemmung, Kümmerähren und -rispen, Befallsflächen stark unkrautet; geschädigte Pflanzen mit dichtem, kurzem Wurzelwerk, ab Mitte Juni erst weiße, später dunkelbraune, zitronenförmige, 1 mm lange Zysten</p>	<p>von März bis Mai Schlupf der fadenförmigen Larven</p>	<p>Anbau resistenter oder teilresistenter Sorten, Sommergetreide nur alle 5–6 Jahre auf die gleiche Fläche bringen, Flugafer bekämpfen</p>
 <p>Sattelmücke <i>Haplodiplosis marginata</i>, <i>H. equestris</i></p> <p>regionaler Befall besonders von S-Gerste und Weizen, auch Roggen</p> <p>© Ruppold, Dr./BayWa Abb. 1.73</p>	<p>Wuchshemmung, Steckenbleiben der Ähren; am Halm in sattelförmigen Vertiefungen anfangs glasig weiße, später ziegelrote, bis 5 mm lange Larven, befallene Halme brechen um</p>	<p>ab Mitte Mai Schlupf der roten Mücke und Eiablage auf den obersten Blattetagen</p>	<p>Kontakt-Insektizide gezielt gegen Eier und schlüpfende Larven, Schadschwelle 5 Eier/Halm</p>

Fortsetzung Tabelle 1.4

Schädling, Bedeutung	Schadbild	Befall	Bekämpfung, Schadschwelle
<p>Große Getreideblattlaus <i>Macrosiphum avenae</i>, <i>Sitobion avenae</i></p>  <p>© Fa. BASF Abb. 1.74</p>	<p>grün bis rötlich mit schwarzen Hinterleibröhrchen und fast körperlangen Fühlern, Befall an Fahnenblättern, später an Blütenständen</p>		
<p>Haferblattlaus <i>Rhopalosiphum padi</i></p>  <p>© Fa. BASF Abb. 1.75</p>	<p>rundliche Körperform, grün mit rötlichem Querband um die kurzen, rostroten Hinterleibröhrchen, Befall auf Blattspreiten, -scheiden und Ähren</p>	<p>ab Mitte Mai bis Ende Juni Zuflug geflügelter Wanderläuse von Winterwirten (Gräser, Rosen, Traubekirsche), mehrere Generationen und Massenvermehrung auf Getreide bei 15–25 °C und trockener Witterung</p>	<p>gezielte Bekämpfung mit nützlingsschonenden Insektiziden, Schadschwellen: Ende Ährenschieben 20 %, Ende Blüte 25 %, frühe Milchreife 80 % befallene Halme</p>
<p>Bleiche Getreideläus <i>Metopolophium dirhodum</i></p>  <p>© Fa. BASF Abb. 1.76</p>	<p>bleichgrün mit grünem Längsstreifen auf der Rückenmitte, saugt vorwiegend an der Blattunterseite Weizen, Gerste, Roggen, Triticale, Hafer</p>		
<p>Gelbe und Orangefarbene Weizengallmücke <i>Contarinia tritici</i> und <i>Sitodiplosis mosellana</i></p>  <p>© Herrmann, H. Abb. 1.77</p>	<p>zur Zeit der Kornausbildung mehrere gelbe bzw. orangefarbene Larven (2,5 mm lang, ohne Kopfkapsel und Beine) an Kornanlagen saugend, Missbildungen des Korns, Spelzen an Basis verbräunt</p>	<p>im Mai Wanderung der Larven zur Bodenoberfläche, Verpuppung und Schlupf der Mücken, Eiablage an windstillen Abenden ab 15 °C</p>	<p>zugelassene Kontaktinsektizide, Schadschwelle: Beginn des Ährenschiebens 1 Gelbe Gallmücke/Ähre, Ende des Ährenschiebens 1 Orangefarbene Mücke/2 Halme</p>

Außerdem sind wirtschaftlich noch von Bedeutung: *Blaues* und *Rothalsiges Getreidehähnchen*, *Getreide-* und *Ährenwickler* sowie *Blasenfüße* (Thripse).

Bei *Feldmausbefall* hilft nur eine großflächige Bekämpfungsaktion. Vielfach stellen Landwirte krückenartige Pfähle (Julen) auf die Flächen, um den Mäuse fangenden Greifvögeln eine Möglichkeit zum Aufbocken zu geben.

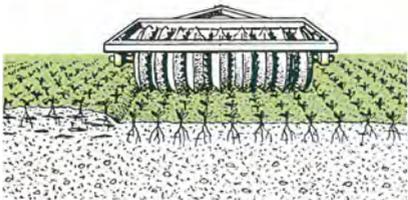
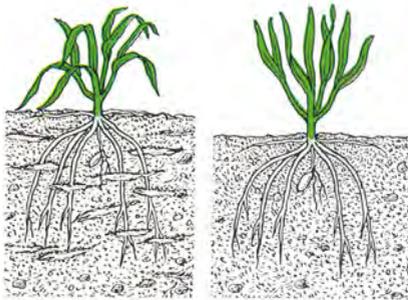


Abb. 1.78 Aufgefrorene Böden müssen im Frühjahr gewalzt werden, um Auswinterungsschäden zu verringern.



Abb. 1.79 Ein »raues Saatbett« schützt die Getreidepflanze im Winter.

Auswinterungsschäden an Wintergetreide – Sie können sowohl durch *Witterungseinflüsse* als auch durch *Pilze* verursacht werden.

► **Erfrieren:** Die Frosthärte der Getreidearten ist durch züchterische Beeinflussung bei Wintergerste auf -15°C , bei Winterweizen auf -20°C und bei Winterroggen bis auf -25°C verbessert worden. Dennoch können Wintersaaten erfrieren, wenn das Getreide infolge zu später Saat während der Keimung vom Frost überrascht wird.

Bei starken Kahlfrösten, besonders in Verbindung mit hoher Luftfeuchtigkeit und Wind, kann das Getreide auch nach dem Keimen noch erfrieren. Das *Saatbett* sollte deswegen nicht zu fein sein, weil die Pflanzen durch die Kluten geschützt werden. Auf feuchten Standorten führen starke *Wechselfröste* zum Aufrieren der Saaten. Dabei reißen die feinen Wurzeln ab und die Pflanzen verfärben sich. Hier helfen das Wiederherstellen des Bodenschlusses mit einer Formwalze und eine möglichst früh ausgebrachte Stickstoffgabe.

► **Ausfaulen:** Dies tritt unter einer Schneedecke über ungefrorenem Boden auf. Solange der Schnee locker ist und den Luftaustausch nicht behindert, gehen die Lebensvorgänge der Pflanze weiter. Sobald aber die Schneedecke verharscht, tritt Sauerstoffmangel auf, der vor allem die Blätter schwächt und Fäulnisbakterien begünstigt.

► **Aussauern:** Stehen Wurzeln und Halmgrund während der Schneeschmelze längere Zeit im *Stauwasser*, weil der Boden noch gefroren ist, sinkt der pH-Wert im Wurzelbereich stark ab. Dadurch werden *Fäulnispilze* begünstigt (Wurzel). Abhilfe schafft meist nur ein oberirdisches Ableiten des Stauwassers.

Webcode
fsl7076



Lösungen
zu den
Aufgaben



Aufgaben:

1. Welche Getreidekrankheiten und -schädlinge traten in den Beständen Ihres Ausbildungsbetriebes auf?
2. Weshalb sollte das Fahnenblatt möglichst lange gesund bleiben?
3. Welche Ursachen kann das »Auswintern« von Getreide haben?

Abb. 1.80 Moderne Mähdrescher haben hohe Durchsatz- und Flächenleistungen



1.1.33 Ernte

Ernte und Körnerkonservierung entscheiden wesentlich über die Qualität des Getreides. Hier kommen Fehler teuer zu stehen, weil sie Kosten, Mühe und Sorgfalt bei Anbau, Düngung und Pflege zunichte machen.

Mähdrusch – Heute wird Getreide fast ausschließlich mit dem **Mähdrusch** geerntet. Dabei sollte das Erntegut voll- bzw. totreif sein und einen für die spätere Lagerung günstigen *Wassergehalt* (ca. 14–20 %) im Korn aufweisen. Vorzeitige Ernte erhöht den Anteil an Schrumpfkörnern und Beschädigungen, zu später Drusch vermehrt die Ausfall- und Auswuchsverluste.



Höherer Wassergehalt bedingt größere Trocknungskosten.

Mit der Auswahl **standfester Sorten** mit hoher Ausfall- und Auswuchssicherheit wird versucht, die vorhandene Arbeitsleistung des Mähdeschers in der vom Klima begrenzten Einsatzzeit (Mähdescherstunden) voll auszunutzen.

Neben Getreide werden auch Raps, Grassamen, Ackerbohnen, Erbsen, CCM, Körnermais, Rüben- und Kleesamen mit dem Mähdescher geerntet.

Kornbergung – Heute werden die Körner nur noch lose transportiert. Die Kornübergabe vom Mähdescher zum Transportwagen geschieht nur bei kleinen Flächen am Feldrand. In der Regel wird jedoch am haltenden Mähdescher abgetankt. Bei Maschinen mit hoher Leistung ist die Übergabe des Dreschgutes auf einen nebenherfahrenden Wagen üblich, um Zeit zu sparen.

Beim Abladen am Körnerlager unterscheidet man eine Schnellentleerung in einen Körnersumpf und eine Zuteilentleerung über Körnergebläse oder mechanische Fördereinrichtungen.

Strohernte – Die Strohmenge beträgt bei Getreide ca. 40–80 dt/ha. Die *Strohbergung* zur Gewinnung der Einstreu, zur industriellen Verwertung bzw. zum Verbrennen kann als Langgut (Ladewagen), als Häcksel (Feldhäcksler, Kurzschnitt-Ladewagen) oder Ballen (Hochdruck-Ballenpresse, Rund- und Großballen-Presse) erfolgen, nachdem das ausgedroschene Stroh am Boden in einem Schwad abgelegt worden ist.

In viehlosen Betrieben oder Viehhaltungen mit stroharmer bzw. strohloser Aufstallung bleibt das Stroh auf dem Feld. Deshalb muss es kurz gehäckselt und gleichmäßig verteilt in die Stoppeln geblasen werden. Ebenso ist die Spreu zu verteilen. Die *Strohdiingung* verbessert die Bodenstruktur, vermindert die Erosion und führt die im Stroh enthaltenen Nährstoffe wieder dem Boden zu und trägt zur Bildung von Humusstoffen bei.

Damit diese Vorteile wirksam werden, ist es nötig, das Stroh gleichmäßig kurz zu zerkleinern, breitflächig zu verteilen und mit dem Boden zu vermischen. Für diese Arbeit eignen sich Scheibenpflug, Schälgrubber und Gerätekombinationen aus Grubber und zapfwellengetriebenen Nachlaufgeräten.

Während der *Strohrotte* nehmen die daran beteiligten Kleinlebewesen Stickstoff auf, der erst nach ihrem Absterben wieder frei wird. Damit wird verfügbarer Stickstoff (aus der Spätdüngung oder aus Güllegaben) vor dem Auswaschen bewahrt.

1.1.3.4 Schädigung des Erntegutes

Trocknung – Oft muss wegen der *Witterung* und um *Auswuchs* zu verhindern (Auswuchs-Warndienst in den Medien, über Telefon oder Internet beachten!) Getreide bei Kornfeuchten von 20 % und mehr gedroschen werden. Hefe- und Schimmelpilze sowie Bakterien finden dann gute Lebensbedingungen und verderben das Erntegut. Deswegen muss Getreide, das nicht sofort verkauft



© Auer, St.

Abb. 1.81 Geräumige Fahrerkabinen und ein hoher Bedienungskomfort sind Voraussetzungen für ein ermüdungsfreies Arbeiten.



© Auer, St.

Abb. 1.82 Für eine verlustarme Ernte sind große Abscheideflächen notwendig.



© Auer, St.

Abb. 1.83 Stroh wird im Schwad abgelegt (oben) oder muss für das spätere Einarbeiten zerkleinert und gleichmäßig verteilt werden (unten).



© Auer, St.

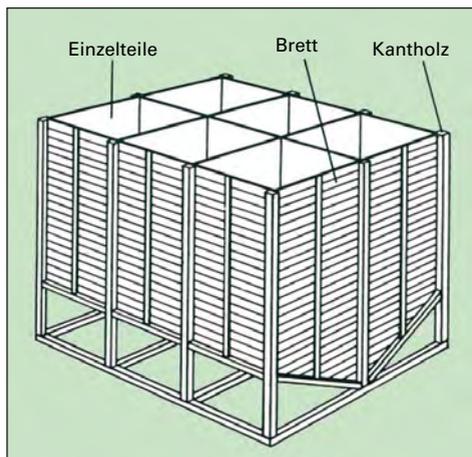


Abb. 1.84 Viereck-Silobatterie mit Trichterauslauf.

© TUM/Landtechnik

wird, vorsichtig auf ca. 14 % Feuchte getrocknet werden. Das gilt auch für andere Mähdruschfrüchte, wie z. B. Körnermais, Körnerleguminosen und Raps. Letzterer ist erst bei 8–10 % Wassergehalt lagerfähig.

Für die Konservierung von Mähdruschfrüchten, die später verfüttert werden, stehen auch andere, meist kostengünstigere Verfahren zur Verfügung (siehe »Futterkonservierung«).



Trocknungsvorgänge mit zu hohen Temperaturen schädigen die Keim- und Backfähigkeit des Kornes und mindern die Qualität und den Wert des Erntegutes beträchtlich.

Lagerschäden – Nicht nur Feuchtigkeit und Wärme schaden dem Getreide im Lager, sondern auch tierische Schädlinge.

► **Kornkäfer** (*Sitophilus granarius*): Er ist der schlimmste Lagerschädling des eingelagerten Getreides. Er frisst in das Getreidekorn ein Loch und legt ein Ei hinein, aus dem sich im Innern des Kornes die Larve entwickelt. Wenn der Kornkäfer in größeren Mengen auftritt, kann er einen ganzen Lagerbestand wertlos machen.

► **Mehlmotte** (*Ephestia kuehniella*),

► **Mehlkäfer** (*Tenebrio molitor*),

► **Getreideplattkäfer** (*Oryzaephilus surinamensis*).

Das befallene Getreide erwärmt sich, wird feucht und schimmelt leicht. Die Bekämpfung erfolgt durch Spritzen oder Nebeln chemischer Mittel vor dem Einlagern der neuen Ernte.

Gegen **Ratten** und **Mäuse** helfen Katzen, Fallen, Giftmittel oder Giftgas. Die Schlupflöcher werden mit Glaswolle verstopft.

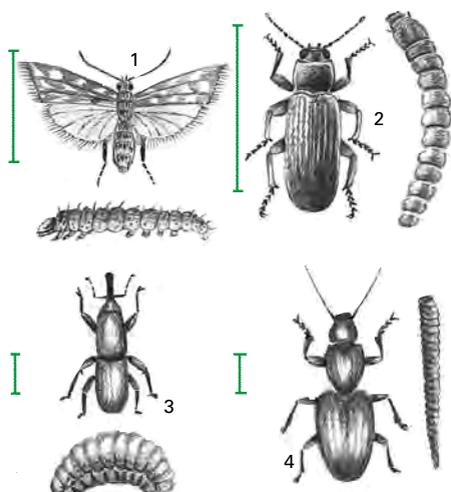


Abb. 1.85 Getreideschädlinge (die Markierung gibt die natürliche Größe an):
1 Mehlmotte (*Ephestia kuehniella*),
2 Mehlkäfer (*Tenebrio molitor*),
3 Kornkäfer (*Sitophilus granarius*),
4 Getreideplattkäfer (*Oryzaephilus surinamensis*).

© Schönberger, M.



Vorbeugen ist besser als bekämpfen.

Deswegen muss man schon vor der Ernte die Speicher gründlich reinigen und sorgfältig auf die Anwesenheit von Schädlingen überprüfen. Schon beim Verdacht eines Befalls sollten die anerkannten Spritz- oder Nebelmittel angewandt werden.



Aufgaben:

1. Notieren Sie unter Verwendung des nebenstehenden QR-Codes fünf vorbeugende Maßnahmen zum Schutz für Schäden durch den Kornkäfer.
2. Welche Vorteile bringt die Strohdüngung?
3. Welche Verfahren der Körnerkonservierung kennen Sie?
4. Erkundigen Sie sich nach den Preisabzügen für angeliefertes Getreide mit einem höheren Feuchtigkeitsgehalt als 14 %. Vergleichen Sie diese mit den Trocknungskosten.

Webcode
fsl7077



Video: der
Getreide-
plattkäfer

Webcode
fsl7078



Video: der
Kornkäfer

Webcode
fsl7079



Lösungen
zu den
Aufgaben

1.1.4 Pflanzenzüchtung und Saatgut

1.1.4.1 Leistungsfähige Sorten

Eine Verbesserung der Produktionstechnik lohnt sich nur, wenn die Kulturpflanzen durch züchterische Bearbeitung zu hohen Leistungen veranlagt sind. Ziel der Pflanzenzüchtung ist es, die bereits vorhandenen Sorten hinsichtlich Ertragsfähigkeit, Qualität (Geschmack, Nährstoffgehalt, Verarbeitungseignung), Widerstandsfähigkeit und Toleranz gegen Krankheiten durch bessere, neue Züchtungen zu ersetzen.

Die Arbeit des Pflanzenzüchters ist eine *schöpferische Tätigkeit*. Sie erfordert großes Wissen, viel Erfahrung und verursacht hohe Kosten.

1.1.4.2 Züchtungsverfahren

Selektion – Die älteste Methode, zu leistungsfähigeren Kulturpflanzen zu kommen, ist die immer wiederholte Auswahl (Selektion) jener Pflanzen, deren Eigenschaften am ehesten dem Zuchtziel entsprechen.

Dieses Verfahren führte über Jahrtausende zur Entstehung der sog. **Landsorten**, die den jeweiligen Standortbedingungen angepasst waren. Selektion von Einzelpflanzen oder großen Pflanzengruppen (Individual- oder positive Massenauslese) wird auch heute noch als Teilschritt in der Pflanzenzüchtung angewandt.

Kreuzung – Die Selektion führte bei *Selbstbefruchtern* wie z. B. beim Weizen bald dazu, dass der genetische Unterschied zwischen den einzelnen Pflanzen immer geringer wird, d. h. ein Fortschritt nur noch dann zu erzielen ist, wenn die Erbanlagen (Genpotenzial) verändert werden.

Dies kann durch Kreuzung mit anderen Sorten geschehen, von denen jede zwar wertvolle, aber auch nachteilige Eigenschaften besitzt. Das Ergebnis ist eine Anzahl von Pflanzen (Population), unter denen sich solche befinden können, die *alle* gewünschten Eigenschaften besitzen.

Kreuzungen werden auch bei solchen Pflanzen vorgenommen, die üblicherweise wegen ihrer *Mischerbigkeit* nur vegetativ vermehrt werden (Kartoffel, Pappel). Hier muss man allerdings erst **Klone** bilden. Das bedeutet, die zur Zucht benützten Pflanzen einer Sorte müssen von *einer* Mutterpflanze abstammen, damit die Kreuzungspartner reinerbig werden.

Lassen sich keine Sorten mit den gewünschten Eigenschaften finden, wobei die ursprüngliche Heimat der jeweiligen Kulturpflanze ihr **Genzentrum** darstellt, müssen andere Wege gefunden werden. Eine Möglichkeit stellt die Kreuzung verschiedener Arten dar, z. B. zwischen Weizen und Roggen (Triticale).

Hybridzücht – Dies ist die Kreuzung von möglichst reinerbigen Pflanzen verschiedener Sorten. Dabei ergeben sich einzelne Nachkommen, die besonders leistungsfähig sind, man nennt dies **Heterosiseffekt**. Voraussetzung für Hybridzücht ist gezielte Bestäubung. Daher wurde dieses aufwendige Zuchtverfahren bei uns zunächst bei getrenntgeschlechtigen Pflanzen angewendet,



© Herrmann, H.

Abb. 1.86 In einem Zuchtgarten müssen die Blüten vor Fremdbestäubung durch Umhüllung geschützt werden.

Abb. 1.87 Auch im Labor müssen Kreuzungspflanzen vor Fremdbestäubung geschützt werden, um für Versuche dienen zu können.



© Herrmann, H.



© Herrmann, H.



© Herrmann, H.



© Herrmann, H.

Abb. 1.88 Haploide Pflanzen erhält man aus Antheren- (= Staubgefäße-)Kulturen. Entfernen der Antheren (oben), Keimbettung der Antheren im Kulturgefäß (Mitte), Bildung der neuen Pflanze auf einer Nährlösung (unten).

Abb. 1.89 Meristemkultur, hier bei Arnika.



© Herrmann, H.

z. B. Mais, Futter- und Zuckerrüben. Heute werden auch bei Roggen, Gerste, Weizen und Raps Hybride gezüchtet. Die Erfolge in der Roggen-Hybridzucht führten bereits zu einer weitgehenden Verdrängung der Populationsorten.

Die reinerbigen Kreuzungspartner erhält man durch **Inzucht** und anschließende Selektion jener Pflanzen, die die gewünschten Eigenschaften am besten zeigen. So erhält man sog. **Inzuchtlinien**. Hierzu ist viel Arbeit und Zeit nötig.

Die aus der Kreuzung der Inzuchtlinien entstandenen Hybriden übertreffen die Leistungen der Ausgangsformen, spalten in der F₂-Generation jedoch wieder auf, d. h., die Leistungen streuen stärker und gehen wieder zurück.

Eine Festigung der Heterosiswirkung kann durch Kreuzen von Hybriden erzielt werden (**Doppelhybriden**). **Top-Cross-Hybriden** entstehen aus der Kreuzung einer Hybride mit einer Sorte. Die Kreuzung einer Hybride mit einer Inzuchtlinie wird als **Drei-Wege-Hybride** bezeichnet.

Biotechnologie – Unter diesem Begriff werden alle Verfahren zusammengefasst, deren Endprodukte das Ergebnis biologischer Verfahren sind. Dazu zählen im Grunde alle Verfahren der Pflanzenzucht, man versteht jedoch im Besonderen darunter

► **Haploidenzucht:** Die Staubgefäße einer diploiden Pflanze werden vor ihrer Reifeteilung auf künstlichen Nährboden gebracht. Aus ihnen entwickelt sich eine haploide Pflanze. Weil diese meist wenig leistungsfähig ist, behandelt man sie mit dem Gift der Herbstzeitlose, Colchizin, und erreicht so die Verdoppelung des Chromosomensatzes, sodass die Pflanze wieder diploid, aber reinerbig ist.

► **Zellfusion:** Mithilfe eines Enzymgemisches lässt man die Protoplasten zweier Zellen verschmelzen. Auf diese Weise können Pflanzen kombiniert werden, die auf natürlichem Wege nicht kreuzbar sind.

► **Meristemkultur:** Unter besonderen Bedingungen kann aus jeder Zelle wieder eine ganze Pflanze erwachsen. Für Resistenzzüchtungen (z. B. bei Kartoffeln oder Bäumen) werden deswegen aus den jungen, teilungsfähigen Geweben (Meristeme) Zellen oder Zellverbände entnommen und im Reagenzglas zu neuen Pflänzchen herangezogen. Später topft man sie ein und stellt sie ins Gewächshaus.

Auf diese Weise lässt sich schnell eine große Menge Pflanzen mit gleichen Erbanlagen gewinnen. Bei Kartoffeln und Ulmen wurde damit ein wesentlicher Fortschritt im Kampf gegen Virus-Krankheiten erzielt.

► **Gentechnologie:** Hierbei handelt es sich um das gezielte Übertragen einiger Gene. Dazu wird aus einem Chromosom ein DNA-Abschnitt mit der gewünschten Erbinformation isoliert und in ein Bakterium eingebaut. Dies vermehrt das DNA-Stück. Die so gewonnenen DNA-Stücke werden nun abermals isoliert und in die Pflanzenzelle eingeschleust. Aus ihr entsteht eine Pflanze, die neben ihren ursprünglichen Eigenschaften auch noch das mit dem Gen übertragene Merkmal besitzt.

Erste nutzbare Erfolge der Gentechnologie sind z. B. mit der Erzeugung Rizomania-resistenter Zuckerrüben oder Zünsler-

resistenter Maissorten erzielt worden. Eine Anwendung gentechnisch veränderter Sorten in der Landwirtschaft stößt in Deutschland jedoch auf große Skepsis weiter Bevölkerungsschichten.

1.1.4.3 Saatgutwesen

Bedeutung – Saatgut ist ein wertvolles Betriebsmittel. Herstellung und Vertrieb sind gesetzlich geregelt. Das Saatgutwesen befasst sich daher mit der Zulassung von Sorten, der Vermehrung, Anerkennung und Kontrolle von Saat- und Pflanzgut.

Entstehung einer neuen Sorte – Im Zuchtgarten des Züchters werden zunächst typische, das Zuchtziel verkörpernde Pflanzen selektiert und gekreuzt. Nach Vermehrung in der 3. oder 4. Generation werden die aussichtsreichsten Zuchtstämme *Leistungsprüfungen* unterworfen. Nach erneuter Selektion und Vermehrung der jeweils besten Stämme stellt der Züchter nach der 8. oder 9. Generation Antrag auf **Sortenschutz** beim Bundes-Sortenamt.

Sortenschutz-Gesetz – Hat ein Züchter eine *neue Sorte* geschaffen, so kann er sie zur Erteilung des Sortenschutzes beim Bundes-Sortenamt in Hannover anmelden. Das Gesetz gibt dem Züchter die Garantie, dass mit seinen Sorten kein Missbrauch getrieben wird. Gleichzeitig räumt es ihm für eine bestimmte Zeit das alleinige Recht zur Saatgutvermehrung ein.

Zur **Erteilung des Sortenschutzes** muss die gezüchtete Sorte folgende Kriterien erfüllen:

- ▶ Die Sorte muss *unterscheidbar* sein. Sie muss sich dabei in wenigstens einem maßgebenden Merkmal von jeder anderen bekannten Sorte deutlich unterscheiden.
- ▶ Die Sorte muss *neu* sein. Sie gilt als neu, wenn Pflanzen oder Pflanzenteile der Sorte mit Zustimmung des Berechtigten vor dem Antragstag nicht oder nur innerhalb bestimmter, gesetzlich definierter Zeiträume zu gewerblichen Zwecken an andere abgegeben worden sind.
- ▶ Die Sorte muss *homogen* sein. Das ist erfüllt, wenn die Sorte, von wenigen Abweichungen abgesehen, in ihren wesentlichen Merkmalen gleich ist.
- ▶ Die Sorte muss *beständig* sein. Dies bedeutet, dass die Sorte nach jedem Vermehren die für die Unterscheidung maßgebenden Merkmale beibehält.
- ▶ Die Sorte muss mit einer *eintragsfähigen Sortenbezeichnung* benannt sein.

In einer sog. *Registerprüfung* werden die genannten Kriterien kontrolliert.

Saatgut-Verkehrsgesetz – Es regelt die Erzeugung, Anerkennung und den Vertrieb von Saatgut. Das Gesetz schreibt auch vor, dass Saatgut nur dann vertrieben werden darf, wenn die betreffende Sorte in der Sortenliste des Bundes-Sortenamtes eingetragen ist. Dies setzt voraus, dass die Sorte von *landeskulturellem Wert* ist und die Anforderungen des Sortenschutzes erfüllt.

Eine Sorte besitzt **landeskulturellen Wert**, wenn sie nach der Gesamtheit ihrer wertbestimmenden Eigenschaften gegenüber den in der Sortenliste eingetragenen vergleichbaren Sorten eine

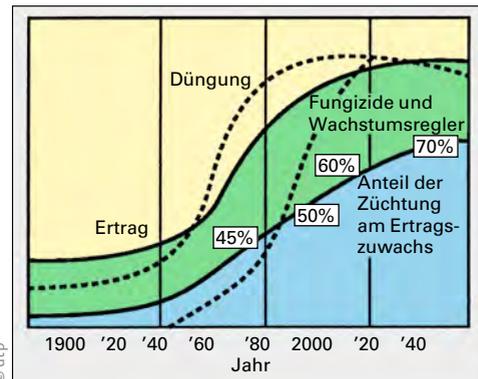
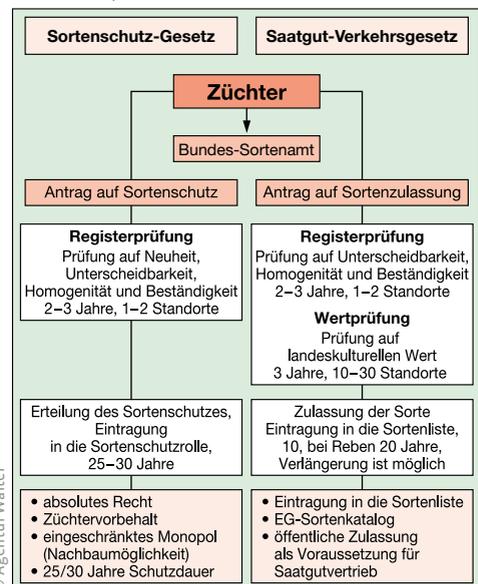


Abb. 1.90 Anteil des Züchtungsfortschrittes am Ertragszuwachs bei Getreide (Schema).



Abb. 1.91 Laborversuch auf Gelbrost-Resistenz bei Gerste.

Abb. 1.92 Systematik des Sortenrechts (Schema).



Webcode fsl7080



Link: Saatgut-Verkehrsgesetz

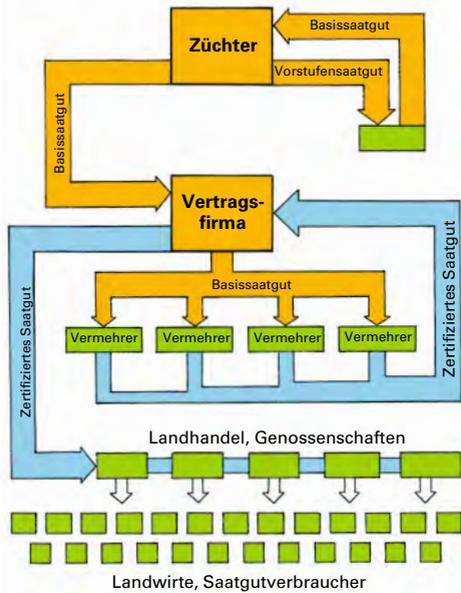


Abb. 1.93 Organisation der Saatgutvermehrung (Schema).

© Schönberger, M.

deutliche Verbesserung für den Pflanzenbau oder für die Verwertung des Erntegutes oder für aus dem Erntegut gewonnener Erzeugnisse erwarten lässt.

In dieser *Wertprüfung* werden Anbau, Resistenz, Ertrag und Qualität geprüft. Nach Bestehen der Registerprüfung und der Wertprüfung wird die neue Sorte in die **Beschreibende Sortenliste** des Bundes-Sortenamtes aufgenommen, in der alle in Deutschland zugelassenen Sorten mit ihren Eigenschaften aufgelistet sind. Seit Februar 2000 gilt EU-weit die Regelung, dass die nationalen Sortenämter alle Neuzulassungen an die EU-Kommission melden. Die Sorten werden in einen gemeinsamen **EU-Sortenkatalog** aufgenommen und sind dann innerhalb der gesamten EU frei verkehrsfähig.

Die so in Deutschland zugelassenen neuen Sorten können in die **Landessortenversuche** aufgenommen werden. Diese werden von den jeweils zuständigen Stellen der einzelnen Bundesländer für ihre speziellen Regionen durchgeführt. Je nach Fruchtart und klimatischen Regionen macht jedes Bundesland mehrere Versuche. Nach einer mindestens zweijährigen Prüfdauer liegen den Ländern ausreichend Daten vor, um die Sorten in ihre regionale Beratung und Sortenempfehlung für die Landwirte aufzunehmen.

1.1.4.4 Saatgutrecht

Saatgut ist ein wertvolles *Betriebsmittel*. Seine Herstellung und sein Vertrieb sind gesetzlich geregelt.

Sortenschutz-Gesetz – Es sichert dem Züchter den Schutz seiner Sorte zu. Nur er hat das Recht, Vermehrungssaatgut einer geschützten Sorte zu erzeugen und zu verkaufen. Voraussetzung ist, dass er seine Sorte zur Prüfung beim *Bundes-Sortenamt* in Hannover anmeldet.

Saatgut-Verkehrsgesetz – Dieses Gesetz schützt den Saatgutverbraucher. Es unterscheidet folgende *Saatgutkategorien*:

- ▶ **Vorstufensaatgut** entstammt der dem Basissaatgut vorausgehenden Generation.
- ▶ **Basissaatgut** des Züchters (Vorstufe für Zertifiziertes Saatgut), es muss gleichfalls vor dem Verkauf anerkannt werden.
- ▶ **Zertifiziertes Saatgut** ist in der Sortenliste eingetragen, amtlich überprüft (Feldbesichtigung) und vor dem Verkauf anerkannt (Zertifikat und Plombe).

1.1.4.5 Saatgutvermehrung

Organisation – Züchter sind nicht in der Lage, auf ihren Betrieben den Saatgutbedarf für die ganze Landwirtschaft sicherzustellen. Daher haben sie mit *Firmen* Verträge über die Vermehrung ihrer Sorten abgeschlossen. Diese Vertragsfirmen schließen ihrerseits Verträge über die *Vermehrung* mit ihnen geeignet erscheinenden landwirtschaftlichen Betrieben (Vermehrern).

Der Züchter stellt Basis- oder Vorstufensaatgut für die Vermehrungsbetriebe bereit. Die Vermehrung erfolgt nach den amtlichen Richtlinien der Anerkennungsstellen.

© Herrmann, H.

Abb. 1.94 Reinigungsanlage für Saatgut.



Webcode
fsl7081



Link: Vermehrung
von Saatgut

Der vermehrende Anbauer übernimmt die Pflicht, die Vermehrungsfläche frei von fremden Kulturpflanzen und Unkräutern zu halten. Er muss den Bestand laufend beobachten und ihn gesund erhalten, eventuell auch von unerwünschten Pflanzen bereinigen. Nach der Ernte erfolgt die Aufbereitung und Sortierung des Saatgutes. Erst nach der Anerkennung darf das Saatgut in den Verkehr gebracht werden. Der Züchter zahlt dem Vermehrer eine Vergütung für die angefallenen Kosten.

Saatgutenerkennung – Die Anerkennung des Saatguts wird von den Bundesländern durchgeführt. Sie besteht aus:

- ▶ Anmeldung der Vermehrungsflächen;
- ▶ Feldbesichtigung, mindestens einmal vor der Ernte;
- ▶ Saatgutuntersuchung (Reinheit, Feuchtigkeitsgehalt, Keimfähigkeit; bei Mais Triebkraftprobe; bei Kartoffeln Prüfung auf Virus-Krankheiten).

Bei Erreichen der Anforderungen wird die *Saatgutenerkennung* erteilt. Etikett und Plombe sichern dies zu.

Saatgut-Verkehrskontrolle – Das Saatgut-Verkehrsgesetz regelt den Vertrieb von Saat- und Pflanzgut. *Saatgut-Erzeugerbetriebe* haben genaue Aufzeichnungen über Eingang und Verkauf von Saatgut zu machen. Neben Betriebsprüfungen in unregelmäßigen Abständen werden laufend Proben aus anerkanntem Saatgut entnommen und auf die Einhaltung der Normen überprüft.

Saatgutverbraucher sollten die Etiketten des Saatgutes bis zur Ernte aufbewahren. Sie stellen einen Garantieschein dar.

Aufgaben:

1. Weshalb ist der Nachbau von Saatgut, das aus Hybridsorten gewonnen wurde, nicht zu empfehlen?
2. Was versteht man unter Heterosiseffekt?
3. Beschreiben Sie die Entstehung einer neuen Sorte.
4. Welche Bedeutung hat das Gesetz über den Schutz von Pflanzensorten?
5. Welche Saatgutkategorien unterscheidet das Saatgut-Verkehrsgesetz?
6. Welche Ziele verfolgt das Saatgut-Verkehrsgesetz?
7. Welche Eigenschaften muss Zertifiziertes Saatgut besitzen?



Abb. 1.95 Erklärung der Saatgutkategorien und ihre Kennzeichnung.

1.2 Agrartechnik

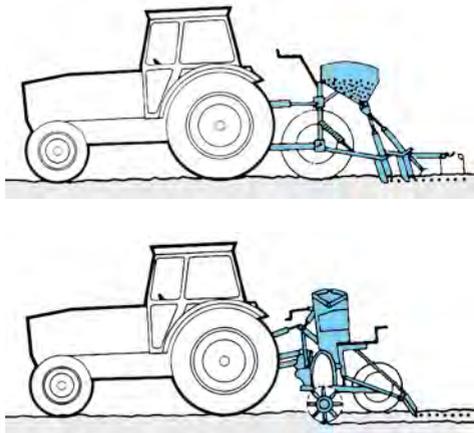


Abb. 1.96 Bauarten von Drillmaschinen. Dreipunkt-Heckanbaumaschine (oben), Kombination zur Frässaat (unten).

© Schönberger, M.

1.2.1 Getreidesaat

Eine sorgfältige und sachgerechte Aussaat ist eine entscheidende Voraussetzung für einen guten *Feldaufgang* sowie für eine *optimale Pflanzenentwicklung*. Sie bildet somit eine wesentliche *Ertragsgrundlage*.

1.2.1.1 Aufbau und Arbeitsweise von Drillmaschinen

Drillmaschinen müssen deshalb die eingestellte Saatmenge *exakt ausbringen*, eine *gleichmäßige Querverteilung* des Saatgutes sowie eine einheitliche Saattiefe gewährleisten und dem Saatgut zur besseren Wasserversorgung einen *guten Bodenschluss* verschaffen.

Je nach Verbindung mit dem Traktor unterscheidet man folgende **Bauarten**:

► **Anbau-Drillmaschinen:** Sie werden am Dreipunktgestänge angebaut. Laufräder führen das Gerät bei der Arbeit und dienen als Antrieb der Sämaschine. Bei großem Saatgut-Vorratsbehälter ist auf die Hubkraft der Hydraulik, die max. zulässige Vorderachs-entlastung und die Hinterachslast des Traktors zu achten.

► **Aufsattel- oder Anhäng-Drillmaschinen:** Diese Bauart wird bei Maschinen mit großer Arbeitsbreite verwendet. Sie laufen auf einem eigenen Fahrwerk.

► **Kombinationen:** Saatbettvorbereitung und Säen erfolgen in einem Arbeitsgang.

Nach der **Bauweise des Saatgutbehälters** unterscheidet man:

- Kasten-Drillmaschinen,
- Tank-Drillmaschinen.

Es gibt Maschinen mit

- mechanischer und
- pneumatischer Saatgutzuteilung.

Aufbau und Arbeitsweise – Die Bauteile

- Saatgut-Vorratsbehälter,
- Säorgan,
- Saatgutleitungen,
- Säschare

müssen übersichtlich angeordnet sein, damit eine einfache, zuverlässige und sichere Steuerung sowie die Bedienung während der Säarbeit möglich ist. Je nach Bauart und Konstruktion arbeiten sie entweder nach dem *mechanischen* oder *pneumatischen Prinzip*.

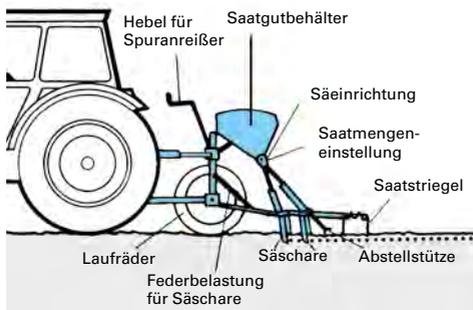
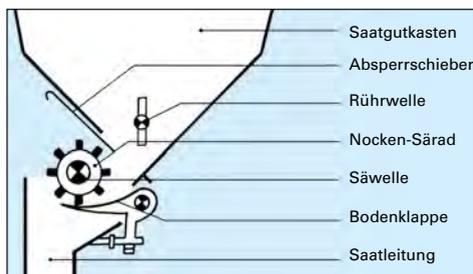


Abb. 1.97 Bauteile einer Drillmaschine (Schema).

© Schönberger, M.

Abb. 1.98 Saatgut-Vorratsbehälter im Querschnitt (Schema).



© Schönberger, M.

Saatgut-Vorratsbehälter – Das *Fassungsvermögen* des **Saatgut-Vorratsbehälters** von Kasten-Drillmaschinen sollte mindestens 150 l ($\approx 100 \text{ kg} \rightarrow$ für 3 m: 300 kg) Arbeitsbreite betragen. Dadurch ist die Aussaat auf großen Flächen ohne Nachfüllen möglich. Die Rührwelle im Saatgutkasten hält das Saatgut in Bewegung und verhindert so eine Brückenbildung.

Bei feinkörnigem Saatgut (z. B. Raps) ist die Welle auszuschalten. Die *Inhaltsmenge* kann mithilfe eines Zeigers, einer Kamera oder eines Schaufensichters ständig kontrolliert werden. Die *Auslauföffnungen* sind an der Rückseite des Saatgutbehälters angebracht und können mit Absperrschiebern je nach Bedarf der Korngröße angepasst werden.

Drillmaschinen mit pneumatischer Saatgutverteilung besitzen einen *zentralen Saatguttank*, dessen Fassungsvermögen der Säbreite entsprechend groß ist, und eine oder mehrere zentral angeordnete Saatgut-Dosiereinrichtungen. Der *Tankschwerpunkt* muss im Hinblick auf die Gewichtsverteilung, die sowohl bei Straßenfahrten als auch beim Säen (Bodendruck) von besonderer Bedeutung ist, nahe am Traktor liegen. Be- und Entlasten der Achsen beachten.

Säorgane – Das Säorgan (Nocken-, Zellen- oder Schubrad) dosiert das Saatgut. Bei mechanischen Sämaschinen erfolgt dies je Säschar. Pneumatische Sämaschinen dosieren das Saatgut zentral oder mit mehreren Säorganen dem Luftstrom zu, der für die Verteilung auf die einzelnen Säscharen zuständig ist. Der Antrieb kann über einen Elektromotor in der vom Schlepper, vom Radar oder vom GPS vorgegebenen Geschwindigkeit erfolgen. Die Saatmenge wird elektronisch verstellt. Erfolgt der Antrieb über ein Laufrad, wird die Saatmenge mit einem Schaltgetriebe oder einem stufenlosen Getriebe verändert.

Nockenrad-Prinzip – Auf der Säwelle sitzt für jedes Säschar ein *Nockenrad*. Es fördert das Saatgut über die gefederte Bodenklappe zur Saatgutleitung. Je nach Korngröße wird die Bodenklappe eingestellt. Diese Nockenräder können mit einem Särad für *Feinsämereien* wie Raps oder Klee kombiniert werden. Für das Ausbringen von Feinsämereien wird der Arretierungsbolzen gelöst, das Normal-Särad bleibt stehen, es bewegt sich nur noch das Fein-Särad.

Schubrad-Prinzip – Die Schubrad-Oberfläche enthält Querrillen, die sich mit Saatgut füllen. Beim Drehen wird das Saatgut dadurch zwischen Bodenklappe und Särad zur Saatleitung gefördert. Die Bodenklappe lässt sich je nach Korngröße verstellen.

Durch seitliches Verschieben der *Säwelle* wird die wirksame Breite der Säräder verändert und die *Aussaatmenge* variiert. Zusätzlich kann auch noch ein Getriebe der Säwelle vorgeschaltet werden.

Pneumatisches Prinzip – Am Saatgutbehälter sitzt zentral ein Auslauf oder sogar mehrere. Die Dosierung erfolgt mittels (Schub-) Zellenrad, der Antrieb wie bei den mechanischen Sämaschinen. Das Saatgut wird in den Luftstrom dosiert. Das Wellrohr verursacht eine turbulente Luftströmung, welche das Saatgut gleichmäßig im Luftstrom und somit gleichmäßig zu den Säscharen verteilt. Diese Drillmaschine ist gleichermaßen für grobes oder feines Saatgut bei stufenloser Einstellung der *Saatmenge* geeignet.



Abb. 1.99 Einfache Füllstandsüberwachung im Saatgutbehälter.



Abb. 1.100 Bei der Aussaat kleiner Mengen ist die Rührwelle abzuschalten.

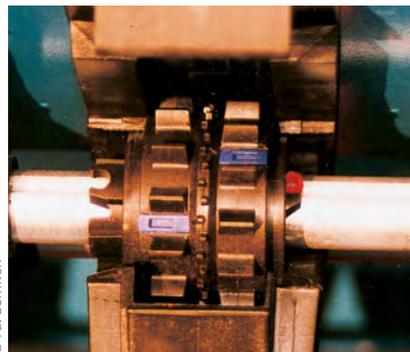


Abb. 1.101 Nockenrad mit mittig angeordnetem Fein-Särad.



Abb. 1.102 Särad einer Schubrad-Sämaschine.

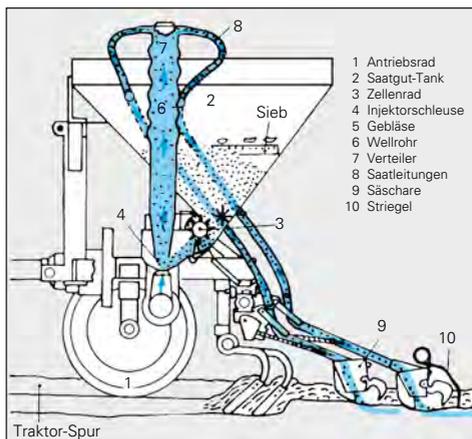


Abb. 1.103 Bauteile einer pneumatischen Tank-Drillmaschine (Schema).

© Schönberger, M.

Saatgutleitungen – Sie haben die Aufgabe, das Saatgut von den Säorganen zum Säschar zu leiten.

Kasten-Drillmaschinen sind in der Regel mit Teleskopproben aus Kunststoff oder Metall ausgerüstet. Sie lassen sich in senkrechter Richtung verschieben und passen sich so den Bewegungen der Säschar an.

Bei **Tank-Drillmaschinen** werden Spiralschläuche als Saatleitungen verwendet, in denen das Saatgut im Luftstrom zum Säschar transportiert wird.

Säschar – Sie ziehen Rillen für die Saatgutablage. Die einheitliche **Saattiefe** als Voraussetzung für einen gleichmäßigen Feldaufgang wird mit der Federdruckbelastung der Säschar erreicht, die zentral oder einzeln eingestellt werden kann.

Tiefenbegrenzer an Säscharen können auf leichten, sehr lockeren Böden nötig sein. Während der Säsarbeit sind die Säscharen bezüglich Verstopfungen regelmäßig zu überprüfen.

Für die unterschiedlichen Bodenstrukturen und Oberflächenbeschaffenheiten stehen verschiedene Säscharen zur Verfügung:

Schleppschare erzeugen eine Drillreihe und legen das Saatgut in einer Breite von etwa 2 cm ab. Bei unterschiedlichen Bodenstrukturen kann die Saattiefe stärker variieren.

Bandsäschar legen das Saatgut auf einer Bandbreite von 4 – 6 cm ab.

Um Mulchsaat störungsfrei durchführen zu können, ist der Einsatz von **Scheibenscharen** nötig. Bei ihnen wird eine Bandbreite von 3 – 5 cm erreicht. Sie arbeiten weitgehend verstopfungsfrei.

Scheibenscharen werden als **Einscheibenschare** oder **Doppelscheibenschare** ausgestattet, mit und ohne Tiefenführungsrollen. Diese Rollen bestimmen die Saattiefe und geben gleichzeitig dem Saatgut in der Saattrille einen Bodenschluss.

Eine Vielzahl von technischen Lösungsansätzen und Ausführungen von **Scharsystemen** passen jeweils zu bestimmten Einsatzprofilen und Standorten.

Die **Saatgutablage** kann bei aufgebauten Sämaschinen mit Saatrohren in den Erdstrom oder unter den Erdstrom des Bodenbearbeitungsgerätes erfolgen.



Abb. 1.104 Einstellen der Saatgutmenge an einer pneumatischen Sämaschine durch Verschieben der Hülse auf dem Särad.

© Auer, St.



Abb. 1.105 Schleppschare; Anbau eines Schares für tiefere Saat z. B. für Bohnen.

© Auer, St.



Abb. 1.106 Doppelscheibenschar mit Tiefenführungsrollen zur exakten Tiefenführung.

© Auer, St.

1.2.1.2 Einstellen der Maschine zur Saat

Um die **Aussaatmenge** genau zu ermitteln, ist eine **Abdrehprobe** durchzuführen. Vorher sind die Grundeinstellungen für das entsprechende Saatgut nach der Betriebsanleitung an der Drillmaschine vorzunehmen. Einzustellen sind:

- ▶ Rührwelle aus- oder einschalten,
- ▶ Stellung der Absperrschieber,
- ▶ Bodenklappenstellung der Korngröße anpassen,
- ▶ Drehzahl der Säwelle oder wirksame Säradbreite.

Nach den Grundeinstellungen ist die Abdrehprobe durchzuführen. Sie bezieht sich auf eine Teilfläche eines Hektars.

Um genauere Abdrehwerte zu erhalten, ist die Abdrehprobe für eine Fläche von $\frac{1}{40}$ oder $\frac{1}{50}$ ha notwendig. Dazu sind die Rad- oder Kurbelumdrehungen unter Berücksichtigung der Arbeitsbreite der Drillmaschine und der Bereifungsgröße aus der Betriebsanleitung zu entnehmen.

Beispiel: *Abdrehprobe nach Sätabelle* für die Saat von W-Weizen:

- ▶ Rührwelle – ein
- ▶ Absperrschieber – $\frac{3}{4}$ offen
- ▶ Bodenklappe – Stellung 1
- ▶ Getriebestellung – 44
- ▶ Abdrehfläche – $\frac{1}{40}$ ha
- ▶ Radumdrehungen für $\frac{1}{40}$ ha – 39
- ▶ Aussaatmenge – 184 kg/ha
- ▶ Abdrehmenge für $\frac{1}{40}$ ha – 4,6 kg

Nach dem Abdrehen wird die Abdrehmenge gewogen und mit der erforderlichen Aussaatmenge bzw. Abdrehmenge verglichen. Ist kein annäherndes Ergebnis erreicht, muss mit *korrigierter Getriebeeinstellung* nochmals abgedreht werden. Eine neue Getriebeeinstellung ist zu ermitteln:

Beispiel: Bei der Abdrehprobe für $\frac{1}{40}$ ha in der Getriebeeinstellung 44 wurde eine Abdrehmenge von 4,8 kg Weizen gewogen. Diese Menge entspricht einer Aussaatmenge von 192 kg/ha. Gefordert wird eine Menge von 180 kg/ha.

$$\text{neue Getriebeeinstellung} = \frac{\text{neue Saatstärke} \times \text{alte Getriebeeinstellung}}{\text{alte Saatstärke}}$$

$$x = \frac{180 \text{ kg/ha} \times 44}{192 \text{ kg/ha}}$$

$$x = 41$$

Bei der *Abdrehprobe ohne Sätabelle* erfolgt die Getriebeeinstellung mit einem Mittelwert aus der Betriebsanleitung. Er ist vom Hersteller z. B. auf 30 festgelegt. Mit diesem Wert wird die 1. Abdrehprobe vorgenommen.

Beispiel: Bei der Abdrehprobe für $\frac{1}{40}$ ha in der Getriebeeinstellung 30 wurde eine Abdrehmenge von 3,3 kg gewogen. Diese Menge entspricht einer Aussaatmenge von 132 kg/ha. Gefordert wird eine Menge von 180 kg/ha.



© Beckmann, Ch.

Abb. 1.107 Einscheibenschar mit Noppen-Kunststoffscheibe zur Reinigung und zur Tiefenführung der Stahlscheibe.



© Auer, St.

Abb. 1.108 Doppelscheibenschar arbeiten weitgehend verstopfungsfrei.



© Auer, St.

Abb. 1.109 Doppelscheibenschar mit Tiefenführungsrolle.

Abb. 1.110 Stufenlose Einstellung der Saattiefe durch Veränderung des Anpressdrucks.



© Auer, St.

Webcode
fsl7083



Video:
Abdrehen
der Säma-
schine

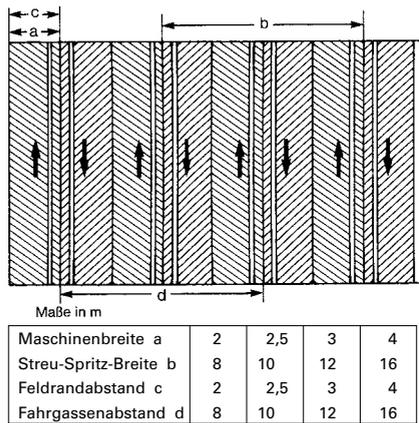


Abb. 1.111 Anlegen von Fahrgassen: Es wird nur eine Fahrgasse in der Drillbreite angelegt. Eine Bedienung der Fahrgassenschaltung ist nicht notwendig. Der Beginn mit Dünge- und Spritzgeräten am Feldrand ist mit voller Arbeitsbreite nicht möglich. Wird die erste Fahrgasse jedoch erst in der 2. und 3. Drillfahrt angebracht, können die Geräte in voller Arbeitsbreite beginnen (Maße in m).

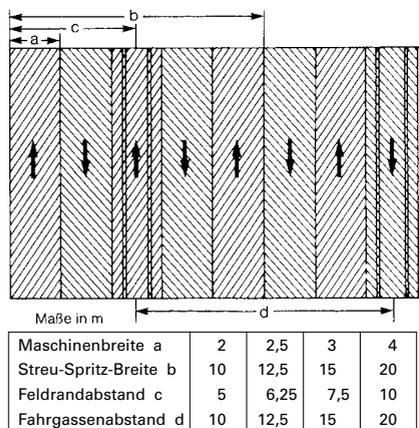


Abb. 1.112 Anlegen von Fahrgassen: Beide Fahrgassen sind in der Drillbreite; Einsatz von Dünge- und Spritzgeräten am Feldrand ist mit voller Arbeitsbreite möglich (Maße in m).

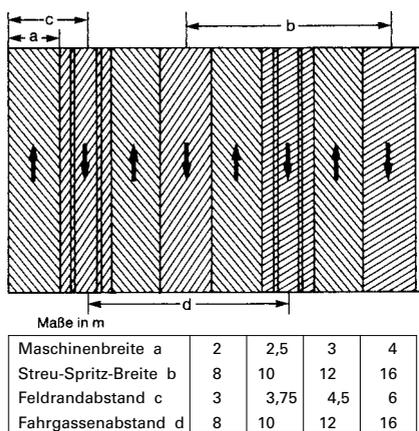


Abb. 1.113 Anlegen von Fahrgassen: Beide Fahrgassen sind in der Drillbreite; der Beginn mit Dünge- und Spritzgeräten am Feldrand ist mit voller Arbeitsbreite nicht möglich (Maße in m); deshalb mit 1/2 Säbreite beginnen.

Getriebeeinstellung 30 entspricht der Aussaatmenge von 132 kg/ha.
Getriebeeinstellung x entspricht der Aussaatmenge von 180 kg/ha

$$\text{neue Getriebeeinstellung: } x = \frac{180 \times 30}{132}$$

$$x = 41$$

Für das Ermitteln der Aussaatmenge gibt es bei manchen Drillmaschinen *Rechenschablonen*, mit denen der aufgezeigte Rechenvorgang einfach durchgeführt und das Ergebnis der Getriebeeinstellung schnell zu ermitteln ist. Weichen die Werte der ermittelten von der gewünschten Aussaatmenge ab, so ist mit der korrigierten Einstellung erneut eine Abdrehtprobe vorzunehmen. Bei *gebeiztem Saatgut* mit größeren Aussaatmengen ist sicherheitshalber nochmals abzudrehen, um eine exakt eingestellte Aussaatmenge zu erreichen.

1.2.1.3 Einstellen der Fahrspur

Zum exakten Anschlussfahren beim Einsatz des Düngerstreuers, eines Striegels oder der Pflanzenschutzspritze sind **Fahrgassen** in der Kultur anzulegen. Die Breite eines Spurschachtes richtet sich nach der Breite der Bereifung des Pflgetraktors.

Bei Verwendung von schmalen Pflegereifen ist es ausreichend, je Spurschacht 1 Säschar zu schließen. Bei breiter Bereifung werden 2–3 Säschar für einen Spurschacht geschlossen. So sind effektive Spurschachtbreiten von 20–60 cm, je nach gegebenem Reihenabstand der Drillmaschine, zu erreichen. Welche Saatrohre zur Anlage der Spurschächte geschlossen werden müssen, ist von der Spurweite des Pflgetraktors abhängig.

Der **Fahrgassenabstand** und die Position der Fahrgasse wird bestimmt durch

- ▶ die Arbeitsbreite der Drillmaschine,
- ▶ die Arbeitsbreite des Folgegerätes (z.B. des Düngerstreuers, des Striegels oder der Pflanzenschutzspritze).

Der Abstand von Fahrgasse zu Fahrgasse ist ein Vielfaches der Arbeitsbreite einer Drillmaschine und muss sich mit der Arbeitsbreite des Folgegerätes decken.

Ist die Arbeitsbreite des Folgegerätes das 3-, 5-, oder 7-Fache der Drillmaschinenbreite, so ist die Position der Fahrgasse symmetrisch. Ist dagegen die Arbeitsbreite eines Folgegerätes das 2-, 4-, oder 6-Fache der Drillmaschinenbreite, so wird die Fahrgasse asymmetrisch angelegt. Dann ist ein Beginn mit dem Dünge- oder Spritzgerät am Feldrand in voller Arbeitsbreite nicht möglich. Vielfach wird dann die 1. Fahrgasse auch in der 1. Drillmaschinenfahrt am Feldrand angelegt. Alternativ die erste Fahrt mit halber Sämaschinenbreite sähen. Dadurch wird die erste Fahrgasse auch wieder symmetrisch gesetzt.

Anlegen der Fahrgassen – Dies ist möglich durch

- ▶ Schließen der entsprechenden Absperrschieber am Säkasten,
- ▶ Abschalten der entsprechenden Säräder auf der Säwelle,
- ▶ Absperrern der entsprechenden Saatleitungen mittels Magnetschalter (pneumatische Sämaschine).

Die **Fahrgassenschaltung** kann von Hand oder automatisch erfolgen. Bei der *mechanischen Fahrgassenautomatik* wird die

Schaltung durch ein Gestänge beim Ausheben der Maschine oder durch Betätigung des Spuranreißers gesteuert. Der Schaltrhythmus ist durch Austausch von Schaltelementen der gewünschten Fahrgassenanordnung anzupassen. Die Schaltposition wird dem Fahrer angezeigt.

Bei der *elektronischen Fahrgassenautomatik* erzeugt ein Sensor an der Hubeinrichtung der Drillmaschine einen Schaltimpuls. Der gewünschte Schaltrhythmus kann durch Vorwahl am Monitor bestimmt und korrigiert werden. Die aktuelle Schaltposition wird über Kontrollleuchten oder am Display angezeigt.

Spuranreißer – Er markiert die Fahrspur für eine genaue Anschlussfahrt. Für das Einstellen des Spuranreißers benötigt man

- ▶ die Säbreite der Drillmaschine, also den Abstand der beiden äußeren Schare,
- ▶ den Reihenabstand von Säschar zu Säschar,
- ▶ die Spurweite der Traktorvorderräder.

Das zum Einstellen notwendige Maß wird ermittelt:

$$\text{Spuranreißermaß} = \frac{\text{Säbreite} - \text{Spurweite der Traktorvorderräder}}{2} + 1 \text{ Reihenabstand}$$

Beispiel: Der Abstand zwischen linkem und rechtem äußerem Säschar beträgt 288 cm, der Reihenabstand der Säschar 12 cm (288 cm : 24 Säscharabstände), die Spurweite an den Traktorvorderrädern ist 165 cm.

$$\frac{288 \text{ cm} - 165 \text{ cm}}{2} + 12 \text{ cm} = 73,5 \text{ cm}$$

Das ermittelte Maß ist der Abstand vom äußeren Säschar bis zur Mitte des Spuranreißers.

Wird bei schlechten Sichtverhältnissen auf die Vorderräder die Markierungsspur über die Traktormitte angepeilt, ist der Spuranreißerabstand zu ermitteln:

$\frac{1}{2}$ Reihenabstand + $\frac{1}{2}$ Arbeitsbreite

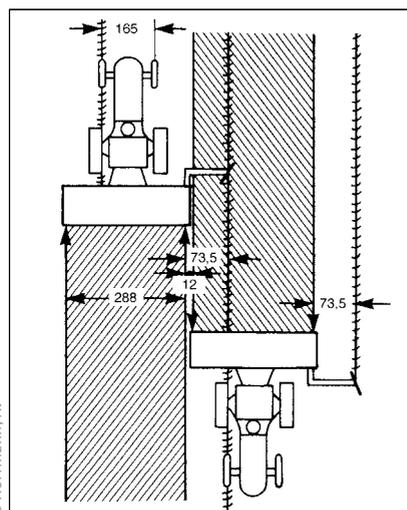
$$\frac{12 \text{ cm}}{2} + \frac{300 \text{ cm}}{2} = 156 \text{ cm}$$

Um eine gut zu erkennende, aber nicht zu tiefe Markierungsspur zu erhalten, sind die Spuranreißerscheiben durch Schrägstellen den Bodenverhältnissen anzupassen. Beim Einsatz auf schweren Böden sind gezackte Scheibenseche von Vorteil.

1.2.1.4 Saatstriegel

Der **Saatstriegel** übernimmt das Zudecken der Saatkörner in der Saatrille. Die *Tiefeneinstellung* erfolgt durch *Federdruck*. Je nach Saattiefe und Bodenzustand ist er so zu wählen, dass die Saatrille mit lockerer Erde gefüllt wird.

Eine zu tiefe Einstellung zerstört den Saathorizont und verschlechtert die Keimbedingungen für das Saatgut. Die Voreinstellung des Striegels muss bei angebaute Drillmaschine auf einer Betonfläche vorgenommen werden. Die erste Krümmung des Striegels soll sich dabei etwa 2 cm über dem Boden befinden.



© Hoffmann, H.

Abb. 1.114 Schema einer Spuranreißereinstellung (Maße in cm).



© Auer, St.

Abb. 1.115 Die Ansteuerung der elektronischen Fahrgassenschaltung übernimmt ein Sensor.



© Fa. Lemken

Abb. 1.116 Mit der Fahrgassenschaltung kann eine Vorauflauf-Markierung betätigt werden, die die Fahrgassen markiert.

Abb. 1.117 Das genaue Einstellen des Saatstriegels ist wichtig für ein ebenes Saatbett.



© Beckmann, Ch.



Abb. 1.118 Nachjustieren der Bodenklappen.

© Auer, St.



Abb. 1.119 Den Ölstand im Getriebe regelmäßig über das »Auge« kontrollieren.

© Auer, St.

Webcode
fsl7084



Lösungen
zu den
Aufgaben

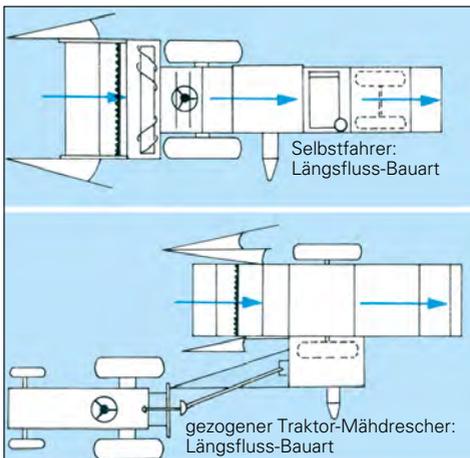


Abb. 1.120 Mähdrescher-Bauarten.

© TUW/Landtechnik

Abb. 1.121 Beim Einsatz von schweren Maschinen schonen breite Reifen oder alternativ Raupenfahrwerke den Boden.



© Fa. Claas

1.2.15 Wartung der Drillmaschine

Die einwandfreie Funktion und eine lange Lebensdauer der Maschine setzen eine sorgfältige Pflege voraus. Eine Reihe von wichtigen Pflegemaßnahmen ist deshalb regelmäßig durchzuführen:

- ▶ Alle Schmiernippel mit Mehrzweckfett abschmieren,
- ▶ Antriebsketten mit Öl bzw. Kettenfett behandeln,
- ▶ Kontrolle des Ölstands im Ölbadgetriebe, eventuell Ölwechsel.
- ▶ Achtung! Alle Bauteile, die mit Saatgut in Berührung kommen, von Fett und Schmierstoffen frei halten (Saatleitungsrohre, Särräder und Bodenklappen).
- ▶ Kunststoffteile werden mit Wasser gereinigt,
- ▶ Bodenklappen auf ihre Stellung und Gängigkeit überprüfen und eventuell nachstellen,
- ▶ Reifendruck regelmäßig kontrollieren,
- ▶ Nach Beendigung der Särarbeit Saatkasten entleeren und gründlich reinigen.

Aufgaben:



1. Eine Drillmaschine mit einer Arbeitsbreite von 3 Metern soll abgedreht werden. Die Testfläche beträgt $\frac{1}{40}$ ha.
 - a) Wie lang ist die Fahrstrecke für die Testfläche?
 - b) Wie viele Radumdrehungen sind für die errechnete Fahrstrecke nötig, wenn der Außendurchmesser des Antriebsrades 38 Zentimeter beträgt?
 - c) Wie viele Kilogramm Testmenge entsprechen einer Saatstärke von 160 kg/ha?
2. Bei der Abdrehsprobe für $\frac{1}{40}$ ha wurden 3,95 kg Weizen gewogen. Dabei war das Getriebe auf Nr. 46 eingestellt. Welche Getriebeeinstellung ist erforderlich, wenn 172 kg/ha Weizen gesät werden sollen?
3. Die Arbeitsbreite der Sämaschine beträgt 3 Meter. Wie ist die Fahrgasse anzulegen, wenn der Düngerstreuer eine Arbeitsbreite von a) 12 Meter, b) 15 Meter, c) 18 Meter hat?
4. Die Sämaschine hat eine Säbreite von 288 cm und ist mit 25 Säscharen ausgerüstet; die Traktorspurweite beträgt a) 136 cm, b) 150 cm, c) es wird über Traktormitte gefahren. Welche Maße ergeben sich für die Spuranreißereinstellung für a, b und c?

1.2.2 Getreideernte

Die Ernte und die Konservierung des Getreides werden wesentlich von den Witterungsverhältnissen sowie von der Schlagkraft der Erntemaschinen und der Arbeitssorgfalt bei den Erntearbeiten bestimmt. Sie beeinflussen sowohl die Ernteverluste als auch nachhaltig die Qualität des Ernteproduktes.

Die Arbeitsorganisation und die Leistungsfähigkeit der Erntemaschinen sind deshalb maßgebliche Kriterien für einen betriebs-spezifischen Ernteverlauf.

1.2.2.1 Mähdrescher

Bei den Mähdreschern geht der Trend zu Großmaschinen und zur überbetrieblichen Ernte. Der Kauf dieser teuren Technik lohnt sich nur bei entsprechend großer Anbaufläche oder im überbetrieblichen Einsatz.

Bauarten – Die wesentlichen **Bauteile** wie Dreschtrommel, Schüttler und Reinigungseinrichtung sind bei allen Mähdreschern sehr ähnlich. Ein großer Unterschied besteht zwischen gezogenen (angehängt oder angebaut) und selbst fahrenden Mähdreschern. Gezogene Mähdrescher werden nur noch in sehr geringen Stückzahlen hergestellt. Selbst fahrende Mähdrescher sind mit eigenem Motor, Fahrwerk und Hydrauliksystem ausgestattet. Der hydrostatische Fahrtrieb oder das 3- bis 4-stufige Getriebe in Kombination mit einem Variator ermöglichen eine stufenlose Anpassung der Fahrgeschwindigkeit an die Ernteverhältnisse. Elektronische Bauteile erleichtern die Überwachung der Maschine. Eine Vollsichtkabine mit Klimaanlage schützt den Fahrer vor Staub und Hitze. Breite Reifen oder Raupenfahrwerke können schädliche Bodenverdichtungen vermeiden. Bei Arbeitsbreiten über 3 m wird für die Straßenfahrt das Schneidwerk vom Mähdrescher abgekoppelt und auf einem speziellen Schneidwerkswagen transportiert.

Eine weitere Unterscheidung der Mähdrescher ist nach dem Erntefluss-System möglich.

Baugruppen – Vollständiger Ausdrusch sowie das Vermeiden von Körnerverlusten und -beschädigungen erfordern sowohl eine schonende Behandlung des Erntegutes als auch eine einwandfreie *Funktion der Baugruppen*:

- ▶ **Schneidwerk:** → Mähen und Aufnehmen, transportieren
- ▶ **Dreschwerk:** → Lösen der Körner aus den Ähren, Separieren,
- ▶ **Schüttler:** → Trennen von Korn und Stroh, Restkornabscheidung,
- ▶ **Siebkasten:** → Reinigen der Körner von Beimengungen,
- ▶ **Korntank:** → Sammeln der Körner.

Schneidwerk: Die *Halmteiler* schieben sich wie Keile in den Bestand und trennen das zu mähende Getreide an der Mähkante. Die *Ährenheber* heben das Lagergetreide an. Die über dem Messerbalken angeordnete *Haspel* unterstützt den Fluss des Erntegutes zur *Einzugsschnecke*. Diese kann abhängig von der Fahrgeschwindigkeit in ihrer Drehzahl verstellt werden. Ein *Messerbalken*, der mit Scherenschnitttechnik arbeitet, schneidet die Halme ab. Die *Einzugsschnecke* fasst das geschnittene Gut auf die Breite der Dreschtrommel zusammen. Der *Kettenschrägförderer* transportiert das Gut zum *Dreschwerk*.

Über *Hydraulikzylinder* erfolgen die Schneidwerks-Höhenverstellung und die horizontal-/vertikal-Verstellung der Haspel. Bei Schnittbreiten über 3 m ist das Schneidwerk für den Straßentransport abzubauen oder (hydraulisch) zusammen zu klappen (Sonderbauformen).

Flexible Schneidwerke werden für spezielle Früchte eingesetzt, z.B. für die Sojabohne. Bewegliche Messerbalken für bodennahe Führung und Anpassung an Bodenunebenheiten und starrer Messerbalken für normale Getreideeinsätze.

Dreschwerk: Zwischen den auf der *Dreschtrommel* befestigten *Schlagleisten* und den *Korbleisten* entsteht eine Schlag- und

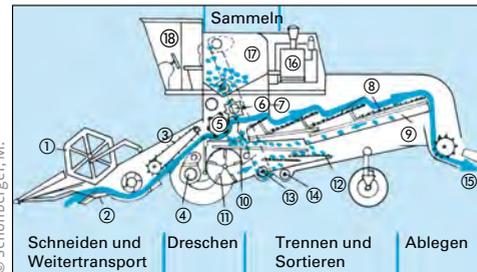


Abb. 1.122 Mähdrescher (Arbeitsweise und Bauteile):

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Haspel, | 10 Vorbereitungsboden, |
| 2 Schneidwerk und Ährenheber, | 11 Druckwindgebläse, |
| 3 Schrägförderer, | 12 Ober- und Untersieb, |
| 4 Fahrwerksantrieb, | 13 Körnerlevator, |
| 5 Dreschtrommel und Dreschkorb, | 14 Überkehrllevator, |
| 6 Strohleittrommel, | 15 Strohverteiler oder -häcksler, |
| 7 Spritztuch, | 16 Antriebsmotor, |
| 8 Hordenschüttler, | 17 Korntank, |
| 9 Rücklaufboden, | 18 Fahrerstand mit Kabine. |

Webcode fsl7085



Video: Funktionsweise Mähdrescher (1)

Webcode fsl7086



Video: Funktionsweise Mähdrescher (2)

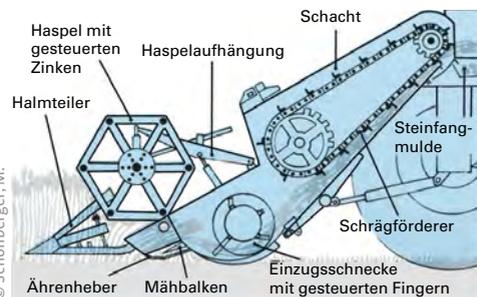


Abb. 1.123 Das Schneidwerk (Schema).



Abb. 1.124 Heutige Getreideschneidwerke nehmen auch Lagergetreide gut auf.

Abb. 1.125 Zusammenführen des Erntegutes durch leistungsfähige Einzugsschnecken.



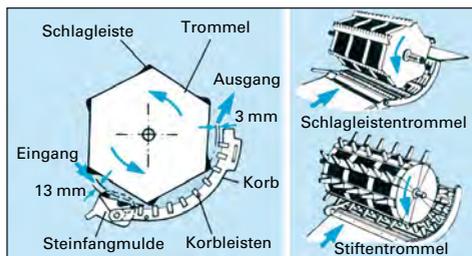


Abb. 1.126 Das Dreschwerk (Schema).

© Schönberger, M.



Abb. 1.127 Die Einstellungen am Schneidwerk und der Haspel sind über den Joystick elektrohydraulisch möglich.

© Fa. New Holland



Abb. 1.128 Die automatische Boden Anpassung des Schneidwerkes ist für eine verlustarme Ernte besonders bei Lagergetreide notwendig.

© Auer, St.

Abb. 1.129 Dreschwerk mit 2 Trommeln und zusätzlicher Abscheidefläche.



© Fa. Claas

Reibwirkung. Dadurch werden die Körner aus den Ähren, Schoten, Hülsen oder Rispen gelöst. Die Drehzahl der Trommel und der Abstand zwischen Schlag- und Korbleisten kann an die unterschiedlichen Früchte und Erntebedingungen angepasst werden. Ist der Korbabstand zu klein oder die Dreschtrommel-Drehzahl zu hoch, entstehen viele Bruchkörner. Bei ungenügendem Ausdrusch muss die Drehzahl erhöht oder der Korbabstand verringert werden. Stimmt bei trockenen Verhältnissen die Einstellung, fallen bereits 60–80 % der Körner durch die Zwischenräume des Korbes auf den *Vorbereitungsboden*. Der Rest wird mit dem Stroh auf die *Schüttler* gefördert.

Die vor der Trommel angeordnete *Steinfangmulde* muss regelmäßig entleert werden, damit sie ihre Wirkung nicht verliert. Die Wendetrommel leitet das Erntegut von der Dreschtrommel zu den Schüttlern weiter.

Schüttler: Ausgedroschene, aber noch im Stroh verbliebene Körner werden vom Schüttler abgeschieden.

Die heute am meisten verwendeten *Hordenschüttler* mit je 4 bis 6 Fallstufen sind nebeneinander auf 2 Kurbelwellen gelagert. Das Stroh wird durch die Hubbewegung der Horden hochgeworfen und nach rückwärts weiter transportiert. Die *Fallstufen* bewirken einen gewissen Wendeeffekt, sodass der Strohteppich gelockert wird. So fallen die Körner infolge der Schwerkraft durch das Stroh und den gelockten Schüttlerbelag auf den *Rücklaufboden*. Einbauten wie *Taumelzinken* oder *Querschüttler* lockern das Stroh zusätzlich und unterstützen die Abscheidung der Körner.

Reinigung: Die durch Korb und Schüttler abgeschiedenen Körner fallen auf den *Vorbereitungsboden*. Seine Schwingbewegungen

Tabelle 1.5: Ernteverluste und deren Ursachen

Beobachtung	Ursachen
ausgeschlagene Körner und abgeschnittene Ähren unter der Maschine	Schneidwerkverluste Mähbalken zu hoch eingestellt, Haspel läuft zu schnell, Haspel schlägt in Ährenhöhe, Haspel zu tief eingestellt, Halmteiler falsch eingestellt
unausgedroschene Ähren im Stroh	Dreschverluste Trommeldrehzahl zu niedrig, Korb zu weit eingestellt, Trommel überlastet, Dreschtrommel zu schnell, Trommel- und Korbleisten verbogen oder abgenutzt
Restkornabscheidung Körner im Stroh	Reinigungsverluste Schüttler überlastet, Gitterstäbe am Dreschkorb mit Erde verklebt, Schüttler verstopft
Körnerverlust Siebe	Wind falsch eingestellt, Siebe falsch eingestellt
viele Bruchkörner	Dreschkorb zu eng eingestellt, Entgranner nur bei Bedarf

transportieren das Gemisch aus Körnern, Spreu, Unkrautsamen und Kurzstroh zum *Obersieb*. Durch den schwingenden Transport entsteht eine Vorsortierung der Körner. Die schweren Teile, also die Körner, wandern nach unten, die leichteren nach oben. An diesem schwingenden Lamellensieb ist die Öffnungsweite einstellbar. Die schweren Teile, also die Körner, fallen durch, die leichteren Teile nimmt ein von einem Gebläse erzeugter *Druckluftstrom* mit und bläst sie nach hinten aus der Maschine. Unausgedroschene Ähren wandern über das Obersieb, rutschen zur *Überkehrschnecke* und werden der *Dreschtrommel* erneut zugeführt.

Eine *Förderschnecke* transportiert die durch das Untersieb gefallenen Körner zum *Elevator*, der sie in den *Korntank* befördert. Dieser wird ebenfalls mithilfe einer *Förderschnecke* mit hoher Förderleistung entleert.

Körnerverluste – Sie sind beim *Mähdrusch* unvermeidlich, sollten aber 1 % nicht überschreiten. Die Tabelle 1.5 gibt einen Überblick über die häufigsten Ursachen für Kornverluste.

1.2.2 Pflege des Mähdreschers

Regelmäßiges und sorgfältiges **Warten des Mähdreschers** trägt dazu bei, dass möglichst keine Stillstandszeiten beim Ernteeinsatz entstehen.

- ▶ Täglich den Antriebsmotor warten, besonders den Luftfilter und den Kühler.
- ▶ Alle Schmierstellen laut Schmierplan fetten bzw. ölen.
- ▶ Keilriemen auf Beschädigung überprüfen und auf richtige Spannung achten.
- ▶ Antriebsketten rechtzeitig nachspannen.
- ▶ Überlastkupplungen auf korrekte Einstellung überprüfen.

Nach Beendigung der Erntesaison sind folgende Arbeiten zum »Einwintern« des Mähdreschers notwendig:

- ▶ Mähdrescher innen und außen reinigen.
- ▶ Motoröl ablassen und neues Öl, am besten Korrosionsschutzöl, einfüllen.
- ▶ Luftfilter und Auspuff verschließen, damit keine Feuchtigkeit eindringen kann.
- ▶ Kühlwasser auf Frostsicherheit überprüfen.
- ▶ Batterie ausbauen und in einem kühlen, trockenen Raum aufbewahren, alle 6–8 Wochen nachladen.
- ▶ Alle Lager fetten.

Unfallverhütung:

- ▶ Verstopfungen des Schneidwerks *nie* bei laufender Maschine beseitigen.
- ▶ Bei Wartungs- oder Reparaturarbeiten im Mähdrescher *immer* Zündschlüssel abziehen.
- ▶ Kinder und Unbefugte sind vom Gefahrenbereich der Maschine fernzuhalten.
- ▶ Beim Druschbetrieb keine Beobachter des Druschvorganges am Kabinenaufstieg dulden.



Abb. 1.130 Bei Mäharbeiten mit Hangausgleich bleiben die Schüttler und Siebe bis zu 20 Grad Querhang waagrecht.

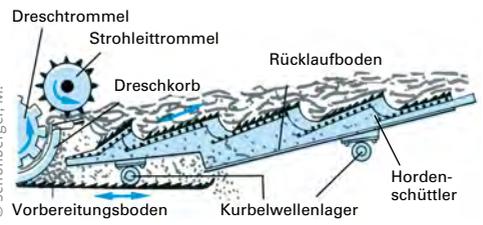
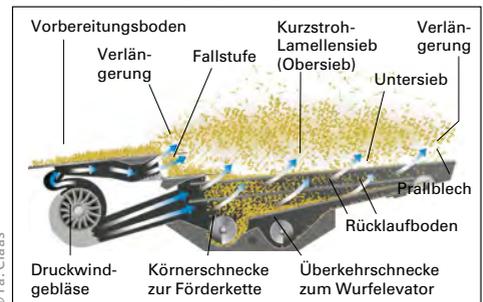


Abb. 1.131 Der Hordenschüttler (Schema).



Abb. 1.132 Zusätzliche Abscheidvorrichtungen erhöhen die Durchsatzleistung des Mähdreschers.

Abb. 1.133 Die Reinigungsanlage (Schema).



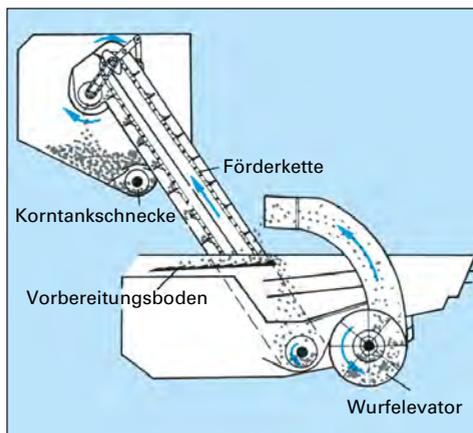


Abb. 1.135 Ähren­teile werden in einem Wurf­elevator ausgedroschen und gelangen dann auf den Vorbereitungsboden.

© Schönberger, M.



© Fa. CNH

Abb. 1.134 Mäh­drescher mit Axial-Dreschsystem (Funktionsschema).



Abb. 1.136 Tangential-Dreschsystem mit Abscheidetrommel und rotierendem Strohabscheider.

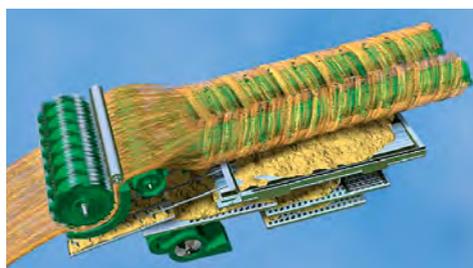
© Fa. CNH



Abb. 1.137 Das Hybrid-Drusch-System mit Abscheiderotoren ermöglicht einen hohen Durchsatz.

© Fa. Claas

Abb. 1.138 Tangential-Dreschsystem mit 2 axialen Strohabscheiderotoren.



© Fa. John Deere

1.2.2.3 Alternative Abscheidensysteme

Bei der Mäh­drescherentwicklung ist der Trend zu leistungsstärkeren Maschinen unverkennbar. Gesetzliche Vorschriften lassen aber eine weitere Vergrößerung der leistungsbestimmenden Organe nicht zu.

Um eine weitere **Leistungssteigerung** zu ermöglichen, werden technische Lösungen angeboten, die zwar das übliche Schlagleisten-Dreschwerk beibehalten, aber zusätzlich Trennvorrichtungen enthalten oder die leistungsbegrenzenden Hordenschüttler völlig ersetzt haben. Das Abtrennen der Restkörner vom Stroh erfolgt in den Rotoren durch die Zentrifugalkraft:

- ▶ **Zentrifugal-Abscheider:** Dreschorgan quer, Trennung und Abscheidung besorgen rotierende Zentrifugal-Abscheider mit Korb, verkürzte Hordenschüttler.
- ▶ **Abscheidetrommeln und -körbe:** Anstelle des Hordenschüttlers trennen 8 Abscheidetrommeln und -körbe die Körner vom Stroh.
- ▶ **Zentrifugal-Abscheider** und **Doppelfluss-Abscheiderrotor:** statt Hordenschüttler hier Wendetrommel, Zentrifugal-Abscheider und Doppelfluss-Abscheiderrotor mit Korb bzw. Körben.
- ▶ **Hybrid-Drusch** und **Abscheideorgane:** Dreschwerk tangential mit Beschleuniger und Strohzuführtrommel, 2 Abscheiderotoren anstelle von Hordenschüttlern für hohe Durchsätze.

Im **Axialfluss-Mäh­drescher** sind längs zur Fahrtrichtung maximal 2 Rotoren eingebaut für Drusch, Trennen und Abscheiden.

1.2.2.4 Dreschen von Sonderfrüchten

Das **Dreschen von Sonderfrüchten** wie Raps, Sonnenblumen, Bohnen, Erbsen oder Grassamen erfordert ein **Umrüsten** des Mäh­dreschers. Die einzelnen Baugruppen sind spezifisch auf die Fruchtart einzustellen.

Für den **Rapsdrusch** kann das *Schneidwerk umgebaut* werden. Es ist ein verlängerter Schneidwerkstisch nötig sowie zum Durchtrennen der Rapsbestände an den Seiten *Seitenschneidwerke*. Die abgeschnittenen Rapspflanzen sollen möglichst gleichmäßig und von der Haspel leicht unterstützt der Einzugschnecke zuge-

führt werden. Auf Verlustminderung im Schneidbereich ist hier besonders zu achten. Mit variablen Schneidwerken kann man ohne Umbaumaßnahmen Raps und Getreide dreschen.

Zum **Sonnenblumendrusch** ist ein *spezielles Schneidwerk* mit angebauten *Schiffchen* zu verwenden. Die Schneidwerkshöhe ist hier besonders hoch einzustellen. Damit wird möglichst wenig Stängelmasse in die Maschine gebracht und dadurch die Anfeuchtung der Körner durch die grünen, feuchten Stängel vermieden. Abfallende Sonnenblumenkörbe werden von den Schiffchen aufgefangen und von da aus der Einzugsschnecke zugeführt.

Beim Drusch von **Ackerbohnen** ist es vorteilhaft, an den Schneidwerksrändern wie beim Rapsdrusch mit dem Seitenschneidwerk zu arbeiten.

Der Mährusch von **Erbsen** ist bei den rankenden, stehenden Sorten mit dem Getreideschneidwerk möglich. Ebenso wird auch **Grassamen** im Mährusch geerntet. Zum Schwadddrusch bei Erbsen und Grassamen kann der Schneidstisch des Mähruschers mit einer Pick-up ausgestattet werden.

Beim Sojabohnendrusch werden flexible Schneidwerke eingesetzt. Die Einstellungen des Mähruschers an Schneidwerk, Dreschwerk und der Reinigung für die verschiedenen Sonderfrüchte ist nach den Angaben in der Dreschtabelle vorzunehmen. Beim Drusch sind diese Einstellungen entsprechend den lokalen Verhältnissen und Druschergebnissen zu korrigieren.

Beim Drusch anfallendes nicht verwertbares Material wie Stroh und Spreu wird durch den Häcksler aufbereitet und verteilt. Die Häckselqualität ist abhängig von der Anzahl der Messer, der Schärfe der Messer und der Einstellung der Gegenmesser. Die Verteilung erfolgt über Streubleche oder Radialverteiler.



© Fa. Claas

Abb. 1.139 Schneidwerk zum Sonnenblumendrusch.



© Fa. Claas

Abb. 1.140 Mit einer speziellen Pick-up ist auch ein verlustarmer Erbsen- und Grassamendrusch möglich.



© Fa. CNH

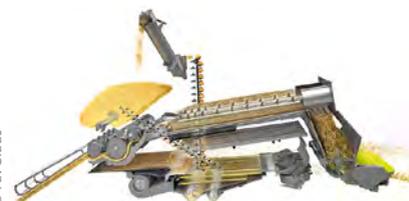
Abb. 1.141 Hydraulisch angetriebenes Seitenschneidwerk für den Rapsdrusch.



© Fa. Claas

Abb. 1.142 Mit flexiblen Schneidwerken ist eine gute Boden Anpassung beim Sojabohnendrusch möglich.

Abb. 1.143 Das von den Schüttlern bzw. Rotoren abgegebene Material wird von dem Häcksler erfasst, zerkleinert und verteilt.



© Fa. Claas

Aufgaben:

1. Benennen Sie die Bauteile eines Mähruschers, mit denen das Korn auf dem Weg durch die Maschine in Berührung kommt.
2. Benennen Sie die Bauteile eines Mähruschers, mit denen das Stroh auf dem Weg durch die Maschine in Berührung kommt.
3. Welche Einstellungen sind zu verändern, wenn Ähren nicht vollständig ausgedroschen sind?
4. Welche Einstellungen sind anzupassen, wenn man Körnerverluste über den Siebkasten feststellt?

1.2.3 Getreidelagerung

Mit einem funktionssicheren und effektiven Getreidelager kann man Getreide kostengünstig behandeln und lagern, um es optimal vermarkten und verwerten zu können.

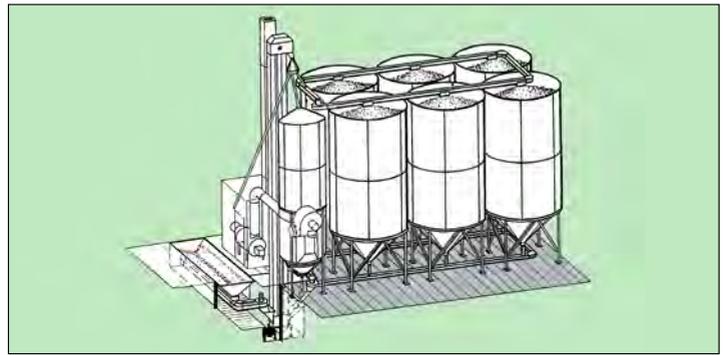
Ab dem Zeitpunkt der Ernte gilt Getreide als Lebens- oder Futtermittel. Nicht zuletzt deshalb schreiben EU-Recht und EU-Verordnungen einen bestimmten Hygiene- und Qualitätsstandard für Transport, Lagerung und Verarbeitung von Getreide für den Erzeuger-, Lager- und Verarbeitungsbetrieb vor.

Webcode
fsl7087

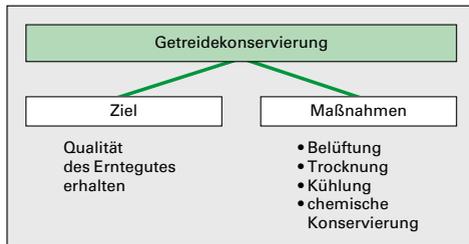


Lösungen
zu den
Aufgaben

Abb. 1.144 Einlagerung von Getreide in Hochsilos.

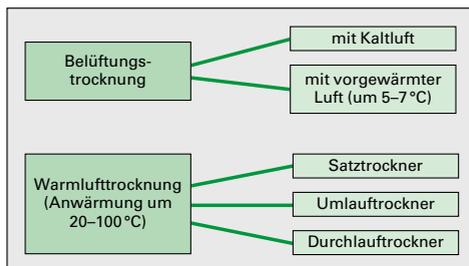


© Fa. Uhl & Massopust



© Agentur Walter

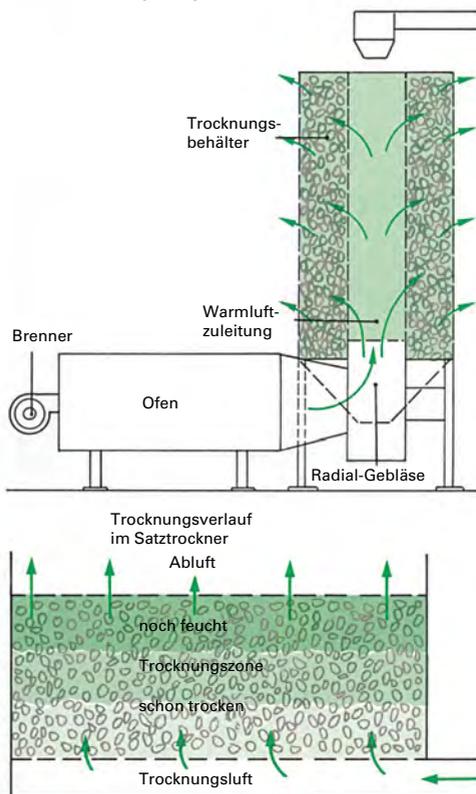
Abb. 1.145 Ziele und Maßnahmen der Getreidekonservierung.



© Schönberger, M.

Abb. 1.146 Möglichkeiten der Getreidetrocknung.

Abb. 1.147 Trocknungsverlauf einer Belüftungstrocknung (Langsamtrockner, Schema).



© Schönberger, M.

Lagerkapazität und -technik sind auf die spezifischen Betriebsbedingungen so auszurichten, dass auch in ungünstigen Jahren das mit erheblichem Aufwand produzierte Getreide hinsichtlich Menge und Qualität aufbereitet werden kann.

Für **Verkaufgetreide** ist zusätzlich ein Vorreiniger (Vorabscheidung nach Gewicht) nötig. Eine Durchlaufwaage zur Ertragskontrolle und zum Verwiegen (Eichung!) ergänzt die Anlage. Zur **Saatguterzeugung** ist neben der Reinigung zusätzlich eine Saatgut-Aufbereitungsanlage erforderlich, die nach Gewicht (Luftstrom), Korngröße (Siebe) und Kornform (Trier) sortiert.

Generell sollte Getreide vor dem Einlagern und Trocknen gereinigt werden. Der *Vorreiniger* arbeitet mit Saugluft und entfernt aus dem Getreide die leichten, teilweise feuchten Bestandteile. Zusätzlich kann in die Getreideförderanlage eine *Durchlaufwaage* eingeschaltet werden, die beim Ein- und Auslagern Gewichtskontrollen vornimmt.

Lagerung des Getreides – Sie erfolgt im *Flachlager* oder im *Hochbehälter* aus Holz, Beton oder Stahl. Die Lagerbehälter sind meist mit Lüftungskanälen oder -rohren ausgestattet. Das ermöglicht ein schnelles *Abkühlen* oder *Belüften* des Getreides.

Das Befüllen eines Flachlagers erfolgt direkt mit dem Transportfahrzeug durch Abkippen der Ladung oder mit dem Frontlader. Bei größeren Schütthöhen ist ein Befüllen mit einem Förderband möglich.

Getreideförderung – Um Standzeiten der Transportfahrzeuge beim Abladen zu vermeiden, sind *Schüttgossen* oder *Annahmetröge* mit mindestens 15 m³ Volumen zu empfehlen. Die nachfolgende Förderanlage ist mit ihrer Leistung auf die Druckkapazität und Getreideart abzustimmen.

Mähdrescherleistungen von 30 t/h erfordern Förderleistungen von 40 t/h, dagegen sind für Umlagerungen, Reinigung, Trocknung und Verarbeitung 10 – 20 t/h ausreichend.

Als **Fördergeräte** kommen z.B. *Becherelevatoren*, *Kettenelevatoren* oder *Förderschnecken*, *Bandförderer*, *Trogkettenförderer*, *Schwingförderer* oder *Fallrohre* zum Einsatz. Sie sichern hohe Durchsätze bei niedrigem Energieverbrauch.

Je nach Förderhöhe und -entfernung, Schonung des Fördergutes, Sicherung der Sortenreinheit sowie Weitläufigkeit der Anlage sind sie miteinander kombinierbar. Doch sind mehrere in ein Fördersystem integrierte Geräte in der Leistung aufeinander abzustimmen.

Bei günstigen Kosten sind 40 t/h Durchsatz realistisch. Für mittlere und große Anlagen sind elektrotechnische Steuerungs- und Regeleinrichtungen in Verbindung mit Sicherheitsaspekten sinnvoll.

Als Fördergeräte kommen noch vielfach *Druckgebläse* zum Einsatz. Sie lassen sich besonders flexibel an vorhandene Bausubstanz anpassen, haben jedoch geringe Förderleistungen und einen höheren Energiebedarf als mechanische Förderer. Saug-Druckgebläse können das Fördergut selbst annehmen, erreichen aber nur 30–60 % der Förderleistung von Fördergebläsen.

1.2.4 Getreidetrocknung

Die technischen Verfahren zur **Trocknung von Körnerfrüchten** sind vielfältig. Im Wesentlichen kann man sie einteilen in eine *Belüftungstrocknung im Lagerbehälter* mit kalter oder vorgewärmter Luft und eine *Warmlufttrocknung in besonderen Trocknungsbehältern* (Satztrockner, Umlufttrockner, Durchlufttrockner).

1.2.4.1 Lagerbelüftungstrocknung

Bei der **Lagerbelüftungstrocknung** erfolgt die Trocknung des Getreides im Lagerraum. Es können Flachlager oder Hochlager sein. Das Getreide kann bei diesem System eingelagert und getrocknet werden, ohne dass es weiter bewegt werden muss.

Die **Lagerhöhen** können betragen

bei einer Kornfeuchte	bis 20 % max. 3 m, bis 18 % max. 4 m, bis 16 % max. 5 m.
-----------------------	--

Die **Trocknungsluft** wird vom Gebläse über einen Hauptkanal den Belüftungskanälen zugeführt. Die Luftverteilung im Lagerbehälter muss gleichmäßig erfolgen. Die *Belüftungskanäle* liegen auf dem Behälterboden oder sind bei befahrbaren Siloanlagen als Unterflurkanäle ausgebildet. Der maximale Abstand der Belüftungskanäle zueinander darf 1 m betragen.

Die *Kanalquerschnitte* sind nach der Luftleistung des Gebläses auszurichten. Zu hohe Luftgeschwindigkeiten verschlechtern den Wirkungsgrad. Die Summe der Querschnitte der Belüftungskanäle soll dem Querschnitt des Hauptkanals entsprechen.

Die Luftleistung des **Belüftungsgebläses** ist nach dem Volumen des zu belüftenden Getreides auszurichten. Die Luftrate soll betragen

75–100 m³/h je m³ Getreide bei Kornfeuchten bis 20 %,

Für die **Belüftung des Getreides** wird verwendet:

- ▶ Frischluft von außen oder,
- ▶ Umluft aus dem Lagergebäude.

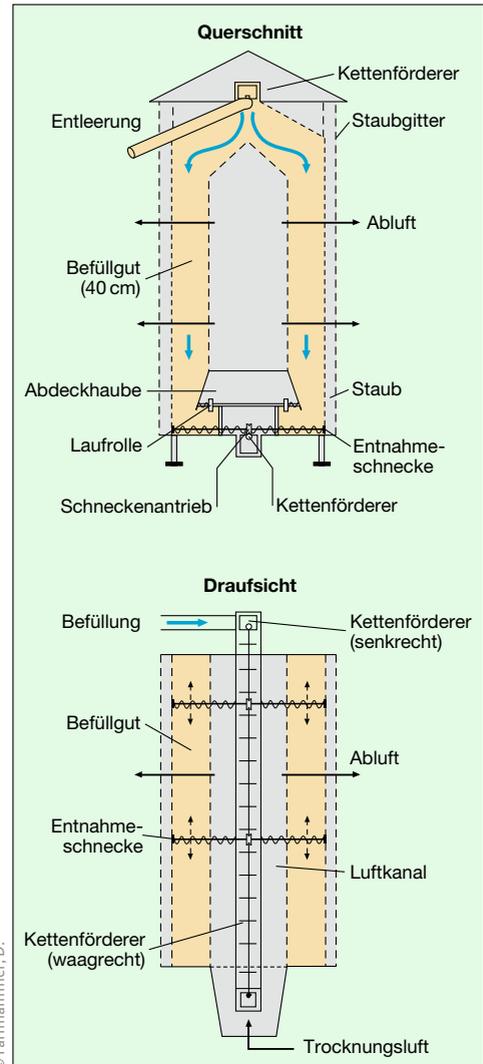


Abb. 1.148 Doppelschacht-Umlufttrockner als Hochbehälter (Schema).

Abb. 1.149 Getreide-Rundsilo mit einer sog. Fegeschnecke.



© Auer, St.



Abb. 1.150 Aufbau und Luftführung einer Belüftungstrocknung. Die Trocknungsluft strömt vom Gebläse über die Dreiecksschächte und Belüftungsbleche von unten nach oben durch den Getreidestapel.
 → Luftführung
 → Körnerentleerung

© Fa. Dameco-Skjold

Dabei ist es wichtig, dass die Trocknungsluft das *Feuchtegleichgewicht* nicht überschreitet. Dieses gibt an, bei welcher relativen Luftfeuchtigkeit die zu lagernden Körner noch Feuchtigkeit an die Luft abgeben können.

Die *relative Luftfeuchtigkeit* der Trocknungsluft muss also stets unter dem Feuchtegleichgewicht liegen. Je größer diese Differenz, desto größer ist die Trocknungswirkung.

So kann Luft mit einer relativen Feuchte von

- ▶ 75 % Körner auf 16 % Feuchte,
- ▶ 70 % Körner auf 15 % Feuchte,
- ▶ 65 % Körner auf 14 % Feuchte heruntertrocknen.

Nie bei Luftfeuchten von über 75 % belüften.

Bei der **Trocknung von Raps** gilt:

- Luft mit einer relativen Feuchte von
- 75 % kann Körner auf 11 % Feuchte,
 - 70 % kann Körner auf 9,5 % Feuchte,
 - 65 % kann Körner auf 8 % Feuchte heruntertrocknen.

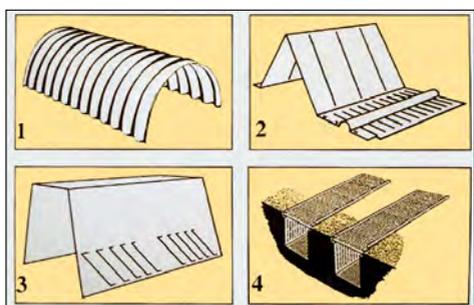


Abb. 1.151 Systeme der Luftverteilung:
 1 Halbbrunder Belüftungskanal,
 2 Dachreiter-Belüftungsboden mit Düsenblech,
 3 trapezförmiger Belüftungskanal,
 4 befahrbare Unterflurkanäle.

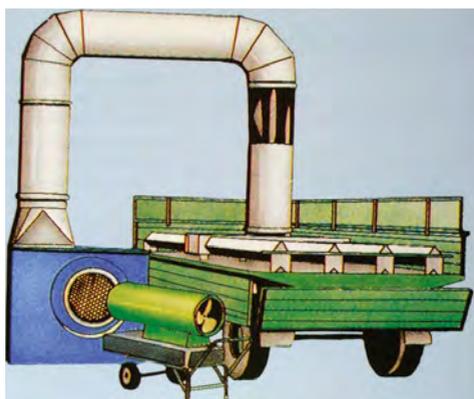
© Agentur Wälter

Steigt die Luftfeuchte über die Gleichgewichtsfeuchte an, werden die Körner von der Trocknungsluft wieder angefeuchtet. Also muss rechtzeitig das Gebläse ausgeschaltet oder auf Umluft geschaltet werden. Da der Feuchtigkeitsgehalt der Luft temperaturabhängig ist, muss zu feuchte Luft für die Trocknung *angewärmt* werden. Dies kann erfolgen durch

- ▶ **Belüften** des warmen Getreides mit Luft niedrigerer Temperatur als der des Getreides. Bis die Getreidetemperatur auf den Wert der Außentemperatur abgefallen ist, wird die Trocknungsluft dabei angewärmt.
- ▶ **Luftanwärmung** über ein Heizaggregat.

! Eine Luftanwärmung von 1°C senkt die Luftfeuchte um 5% ab.

Abb. 1.152 Wagentrocknungsanlage mit Gebläse und Warmluftrezykler (Schema).



© Fa. Dameco-Skjold

Auch bei der Lagerbelüftungstrocknung ist auf eine schonende Behandlung der Körner zu achten. Deshalb

- ▶ Gebläseleistungen dem Trocknungsvolumen anpassen.
- ▶ gleichmäßige Luftverteilung im Behälter sicherstellen.
- ▶ Getreide nach dem Einlagern schwitzen lassen, dabei wandert die Feuchtigkeit aus der Mitte des Kornes nach außen.
- ▶ nach dem Schwitzprozess möglichst schnell mit kühler Luft kühlen.
- ▶ Temperatur und relative Feuchte der Trocknungsluft sowie Temperatur des Getreides und relative Feuchte der Abluft laufend messen.
- ▶ Automatische Steuerungsanlagen mit Temperatur- und Feuchtefassung nutzen die effektiven Trocknungszeiten besser aus.

1.2.4.2 Warmlufttrocknung

Im Gegensatz zur Lagerbelüftungstrocknung wird bei der **Warmlufttrocknung** das Getreide in kurzer Zeit getrocknet. Die Trocknungsluft muss dazu stark angewärmt werden. Als Trocknungsanlagen sind Satz-, Durchlauf- und Umlauf Trockner im Einsatz.

Satztrockner – Bei einem **Satztrockner** wird eine Getreidemenge in den Trocknungsbehälter eingefüllt und anschließend solange getrocknet, bis die geforderte Endfeuchte erreicht ist.

Der von oben zu befüllende Trockner ist mit quer verlaufenden Zu- und Abluftkanälen ausgestattet. Die versetzt angeordneten Dreikantkanäle für den Lufteintritt und den Luftaustritt liegen dicht übereinander, sodass die Trocknungsluft über eine kurze Strecke durch das Getreide fließt und die Körner trocknet.

Nach dem Trocknungsprozess ist eine *Kühlphase* mit normaler Außenluft notwendig. Durch schließen der Zu- bzw. Abluftkanäle sind auch kleinere Mengen zu trocknen. Die Trockner haben Leistungen von 1,5 – 5 t/h, je nach Trocknergröße und Feuchteentzug.

Umlauf Trockner – Sie arbeiten wie Satztrockner absätzig. Sie sind als Doppelschacht- oder Zentralrohr Trockner aufgebaut. Die Warmluft strömt von innen her durch das Trocknungsgut.

Ein eingebautes Fördergerät sorgt während des Trocknungsprozesses dafür, dass das Gut unten entnommen und oben dem Trockner wieder zugeführt wird. Dadurch sind die Körner immer in Bewegung und werden gleichmäßig getrocknet. Für Mais ist dieses Prinzip gut geeignet.

Der Feuchteentzug wird über die Verweildauer und den Körnerumlauf geregelt. Nach dem Trocknungsvorgang wird noch gekühlt. Die Trockner haben Leistungen von 3 – 50 t/h, je nach Trocknergröße und Feuchteentzug.

Durchlauf Trockner – Sie arbeiten *kontinuierlich*. Das Befüllen des Trockners erfolgt von oben über einen Vorbehälter, der die Trocknungszone nach Bedarf kontinuierlich mit Trocknungsgut versorgt. Das Getreide fließt gleichmäßig von oben nach unten durch die Trocknungs- und Kühlzone, abhängig von der Anfangsfeuchte und der gewünschten Endfeuchte.

Die *Durchlaufzeit* wird mit einer Austragsvorrichtung über die Endfeuchte gesteuert. Bei großer Feuchtedifferenz wird die Austragsgeschwindigkeit verringert oder umgekehrt vergrößert. Die Körner trocknen gleichmäßig, weil sie im Trockner immer in Bewegung sind. Diese Trockner haben Leistungen von 3 – 40 t/h, je nach Trocknergröße und Feuchteentzug.

Schubwendetrockner oder Bandtrockner – Dies sind **Flachtrockner**, die auch Blattpflanzen wie Gräser trocknen können. Das Trocknungsgut wird von unten nach oben mit Trocknungsluft durchströmt. Der Trockner kann als Satztrockner für kleine Mengen eingesetzt werden. Dann bleibt das Gut auf dem Trocknerboden ohne Bewegung liegen.

Als Durchlauf Trockner eingesetzt, wird das Trocknungsgut mit einer Schaufeltrommel bewegt und gewendet, bis es am anderen Ende des Trockners mit entsprechender Endfeuchte ankommt.

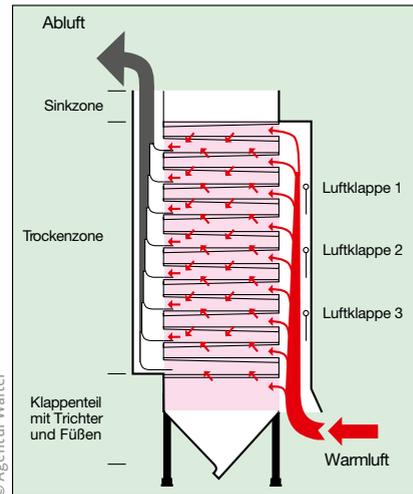


Abb. 1.153 Satztrockner als Kaskadentrockner (Schema).

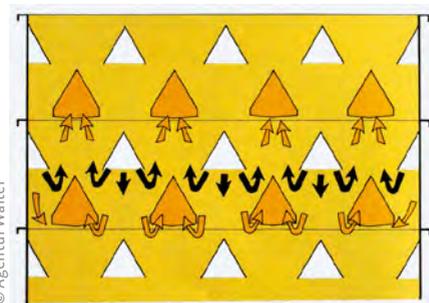
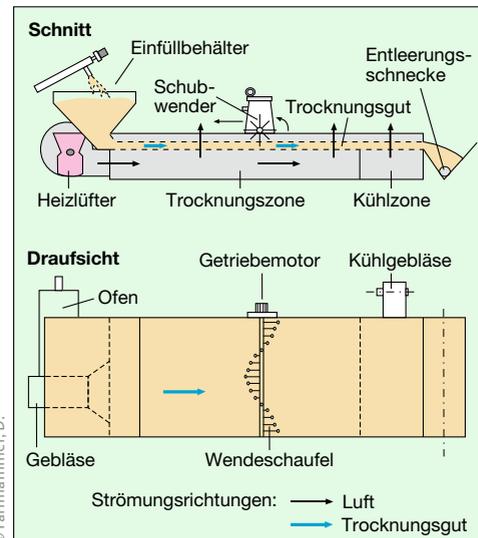


Abb. 1.154 Luftführung im Kaskadentrockner: schwarz – warme Zuluft, gelb – feuchte Abluft.

Abb. 1.155 Durchlauf Trockner als Schubwendetrockner (Flachbehälter, Schema).



© Farnhammer, D.

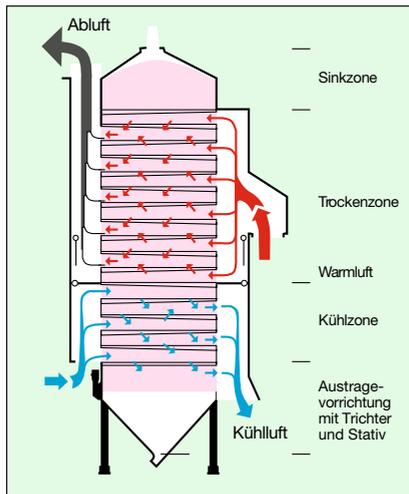


Abb. 1.156 Durchlauftrockner (Schema).

Einsatz – Durchlauf-, Umlauf- und Schubwendetrockner sind häufig fahrbar, damit ein mobiler Einsatz möglich ist. Bei der Körnermaistrocknung wird oft im Freien getrocknet, da hier große Wassermengen verdunstet werden müssen, was sich nachteilig auf die Gebäude auswirken würde.

Das **Trocknergebläse** hat Luftmengen von $700 - 1200 \text{ m}^3/\text{m}^3$ Trockner volumen zu fördern. Die Trocknungsluft wird im Wärmeaustauscher angewärmt. Warmluft erzeuge werden mit Gas- oder Heizöl betrieben. Zunehmend kommen auch Heizungen mit nachwachsenden Rohstoffen auf den Markt. Die Wärmeleistung des Erzeugers wird bestimmt von der Durchsatzleistung (t/h) und dem notwendigen Wasserentzug.

Der erforderliche **Wasserentzug** je dt Trocknungsgut hängt von der gegebenen Anfangsfeuchte (U_1) und der geforderten Endfeuchte (U_2) ab. Die Wasserentzugsmenge wird berechnet:

$$\text{Wasserentzug in kg/dt} = \frac{100 \times (U_1 - U_2)}{100 - U_2}$$

Beispiel: Getreide wird mit 17 % Feuchte geerntet und soll auf 15 % Endfeuchte getrocknet werden. Wie viel Wasser ist je dt zu entziehen?

$$\text{Wasserentzug in kg/dt} = \frac{100 \times (17 - 15)}{100 - 15} = 2,35$$

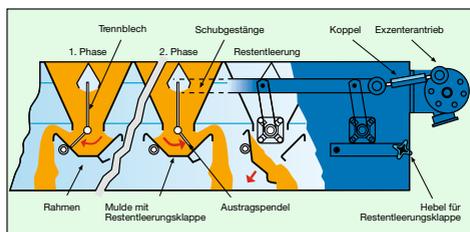


Abb. 1.157 Austragsvorrichtung eines Durchlauftrockners.

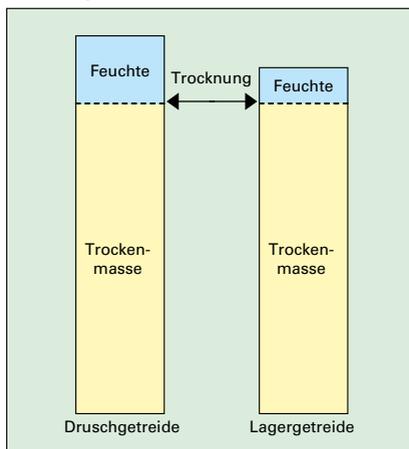
Die Trocknungsluft darf maximal angewärmt werden bei:

Saatgetreide, Braugerste	auf 50 °C
Konsumgetreide	auf 60 °C
Futtergetreide	auf 120 °C



Je höher die Anfangsfeuchte des Getreides ist, desto niedriger muss die Lufttemperatur beim Trocknen sein.

Abb. 1.158 Die Trockenmasse bleibt bei der Trocknung unverändert



Trocknungsverluste – Beim Trocknen tritt ein *Masseverlust* des Ernteguts durch Wasserentzug ein. Die *Trockenmasse* bleibt jedoch erhalten. Bei der Berechnung des Masseverlustes ist es deswegen zweckmäßig, nicht den Prozentsatz Wasser (Kornfeuchte), sondern den Prozentsatz Trockenmasse zugrunde zu legen.

14 % Kornfeuchte = $100 \% - 14 \% \text{ Trockenmasse} = 0,86 \text{ T}$

0,86 soll T-Faktor genannt werden, Zeichen: q_T

Für die Berechnung gilt

$$\begin{aligned} \text{Trockenmasse vor der Bereinigung} &= \text{Trockenmasse nach der Bereinigung} \\ \text{Erntemasse 1} \times \text{T-Faktor 1} &= \text{Erntemasse 2} \times \text{T-Faktor 2} \\ m_1 \times q_{T1} &= m_2 \times q_{T2} \end{aligned}$$

Beispiel: Von einem Gerstenschlag werden 68 dt/ha geerntet. Der Wassergehalt beträgt 18 %. Wie hoch ist der auf eine Kornfeuchte von 14 % bereinigte Ertrag?

$$m_1 = 68 \text{ dt/ha}; q_{T1} = 0,82; q_{T2} = 0,86$$

aus $m_1 \times q_{T1} = m_2 \times q_{T2}$ folgt

$$m_2 = \frac{m_1 \times q_{T1}}{q_{T2}} = \frac{68 \text{ dt/ha} \times 0,82}{0,86} = 64,83 \text{ dt/ha}$$

Der auf 14 % Kornfeuchte bereinigte Ertrag beträgt ca. 65 dt/ha.

Umrechnungsfaktor – Bei der Lohntrocknung und im Getreide- bzw. Rapshandel wird nicht durch den T-Faktor q_{T2} dividiert, sondern mit dessen Kehrwert multipliziert. Dieser Kehrwert wird im Handel **Umrechnungsfaktor** genannt und zum Ausgleich für zusätzlichen Schwund beim Trocknungsvorgang durch Sieb- und Windabgänge, von Abrieb und Staub sowie durch Veratmung aufgerundet (siehe dazu auch »Vermarktung«).

$$\text{Umrechnungsfaktor} = \frac{1}{q_{T2}}$$

Der **Gesamt-Gewichtsverlust** beim Trocknen in % ergibt sich nach der Formel

$$\text{Gewichtsverlust in \%} = \frac{(\text{Anfangsfeuchte} - \text{Endfeuchte})}{\times \text{Umrechnungsfaktor}}$$

Beispiel: Der Abrechnung für eine Partie Weizen ist u. a. zu entnehmen:

angelieferte Rohware (18 % Feuchte) 51 470 kg

netto, saubere Ware 48 910 kg

Abrechnungsgewicht, trocken (15 % Feuchte) 46 709 kg

Welchen Umrechnungsfaktor benutzte der Erfasser für das Ermitteln des Abrechnungsgewichtes, trocken?

Gewichtsverlust in kg $48\,910 \text{ kg} - 46\,709 \text{ kg} = 2\,201 \text{ kg}$

$$\text{in \%} \frac{2\,201 \text{ kg} \times 100 \%}{48\,910 \text{ kg}} = 4,5 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Umrechnungsfaktor} &= \frac{\text{Gewichtsverlust in \%}}{\text{Anfangsfeuchte} - \text{Endfeuchte}} \\ &= \frac{4,5 \%}{18 \% - 15 \%} = 1,5 \end{aligned}$$

Der mathematisch bestimmte Umrechnungsfaktor bei einem Endfeuchtegehalt von 15 % wäre $\frac{1}{0,85} \approx 1,18$. Ein Umrechnungs-

faktor von 1,2 wäre daher angemessen gewesen, ein solcher von 1,5 ist zu hoch.

Getreidekühlung – Wenn die Trocknerleistung begrenzt ist, kann man das feuchte Getreide durch Kühlung verlustarm lagern.

Niedrige Temperaturen hemmen die chemischen und biologischen Abbauvorgänge im Getreide. Zum Kühlen von Getreide wird das Gut in Behälter mit Belüftungssystemen gelagert. Mit kalter Außenluft oder technisch abgekühlter Luft wird dem Getreide Wärme entzogen und die Temperatur im Stapel auf 8–10 °C gesenkt. Dann ist Getreide bis zu einer Feuchte von maximal 18 % lagerfähig. Steigt die Temperatur im Lager über 12 °C an, so ist ein Nachkühlen erforderlich.



© Auer, St.

Abb. 1.159 Fahrbarer Umlufttrockner.



© Auer, St.

Abb. 1.160 Fahrbarer Schubwendetrockner.

Abb. 1.161 Kühlaggregat zur Erzeugung von Kaltluft.



© Auer, St.

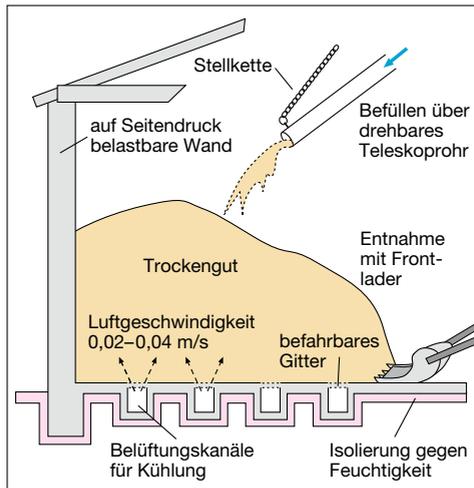


Abb. 1.162 Anforderungen für die erdlastige Lagerung trockener Körnerfrüchte.

Webcode
fsl7088



Lösungen
zu den
Aufgaben

© Farnhammer, D.

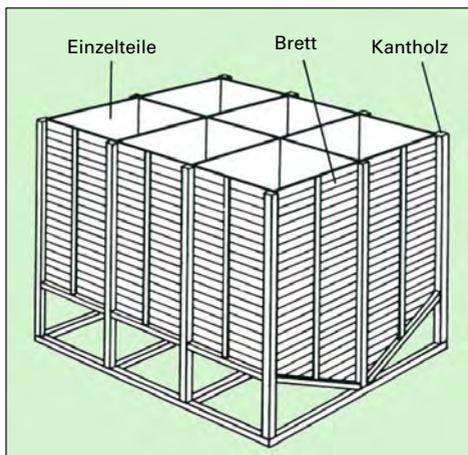


Aufgaben:

Die folgenden Aufgaben werden gelöst, ohne einen geringen zusätzlichen Verlust durch Abrieb usw. zu berücksichtigen.

- Wie lautet der T-Faktor bei folgenden Feuchtegehalten:
a) 17%; b) 31%; c) 13%; d) 9%; e) 7,5%?
- Wie viele Kilogramm Trockensubstanz und wie viele Liter Wasser (1 t Wasser \triangleq 1000 l) enthalten folgende Erntepartien:
a) 30 t Raps mit 10 % Wasser;
b) 800 dt Getreide mit 20 % Kornfeuchte;
c) 90 t Körnermais mit 30 % Kornfeuchte;
d) 240 dt Hafer mit 15 % Kornfeuchte;
e) 185 t Körnermais mit 34,5 % Wasser;
f) 420 dt Raps mit 7,8 % Wasser.
- 120 dt Weizen sollen von 18 % Feuchtigkeit auf 15 % getrocknet werden. Wie viel Trockengutmasse bleibt übrig und wie viele Liter Wasser sind verdampft?
- 80 t Mais mit 37 % Kornfeuchte werden auf 14 % getrocknet. Wie viel Trockengutmasse bleibt übrig und wie viele Liter Wasser sind verdampft?
- Bereinigen Sie die folgenden Ernteerträge von Getreide auf 86 % Trockensubstanz:
a) 76 dt/ha Weizen mit 19 % Kornfeuchte;
b) 58 dt/ha Weizen mit 13 % Kornfeuchte;
c) 97,4 dt/ha Körnermais mit 32 % Kornfeuchte.
- Bestimmen Sie bei den folgenden Partien den Masseverlust durch die Trocknung:
(1) bezogen auf das Feuchtgut;
(2) bezogen auf das Trockengut.
a) 200 dt Gerste von 17 % auf 15 % Kornfeuchte;
b) 40 t Raps von 21 % auf 7,5 % Kornfeuchte;
c) 125 t Mais von 33 % auf 14 % Kornfeuchte;
d) 490 dt Weizen von 20 % auf 16 % Kornfeuchte.
- Die folgenden Getreidepartien mit Unterfeuchte sollen zu 16 % Basisfeuchte vom Handel angenommen werden.
(1) Auf wie viele Dezitonnen bzw. Tonnen müsste eigentlich das Verkaufsgewicht bereinigt werden?

Abb. 1.163 Viereck-Silobatterie mit Trichterauslauf.



© TUM/Landtechnik

(2) Wie viele Liter Wasser wären zum Auffeuchten jeweils erforderlich? (Umrechnungsfaktor bezogen auf das Trockengut.)

- a) 515 dt Weizen mit 14 % Kornfeuchte;
- b) 72,8 t Gerste mit 13,5 % Kornfeuchte;
- c) 128 dt Hafer mit 14,5 % Kornfeuchte.

8. Wie viel Feuchtgutmasse wurde jeweils auf 15 % Feuchtegehalt getrocknet?

Folgende Trockengutmassen waren nach der Trocknung vorhanden:

	a)	b)	c)	d)
Trockengut	170 dt	89 dt	29,8 t	138,3 dt
Feuchtegehalt vor Trocknung	19%	17,5%	43%	21%

9. Der Feuchtegehalt einer Partie Raps beträgt 19%. Nach der Trocknung auf 8% bleiben 185 Dezitonnen übrig.

- a) Wie viele dt Feuchtgut wurden getrocknet?
- b) Die Lohn-trocknung kostet an Grundgebühr 1,10 €/dt Trockengut und außerdem 0,27 €/dt je 1% Wasserentzug. Berechnen Sie die Trocknungskosten.

10. Bestimmen Sie den mathematisch exakten Umrechnungsfaktor für den Abzug von 1% Überfeuchte der verkauften Ware.

	a)	b)	c)	d)	e)	f)
vertraglicher Basisfeuchtegehalt	15,0%	15,5%	16,0%	8,0%	8,5%	9,0%
Warenart	Getreide			Raps		

11. (1) Berechnen Sie, welcher Gewichtsabzug (in %) vorgenommen wird.

(2) Wie viele Kilogramm wurden von 100 dt Feuchtgut zu viel abgezogen?

	a)	b)	c)
vertraglicher Basisfeuchtegehalt	15,5%	16,0%	8,5%
Feuchtegehalt der Lieferung	11,3%	19,7%	20,0%
Umrechnungsfaktor der Firma	1,6	1,9	1,4

1.2.5 Getreideaufbereitung

In vielen tierhaltenden Betrieben werden die unterschiedlichen Futterrationen für Rinder und Schweine mit einer eigenen Futteraufbereitungsanlage hergestellt. Sie ist in die Förder- und Lagertechnik so integriert, dass das Befüllen und Entleeren über vorhandene Geräte möglich ist.

Werden geringere Schrotmengen benötigt, so ist auch der Einsatz einer fahrbaren Mahl- und Mischanlage möglich.

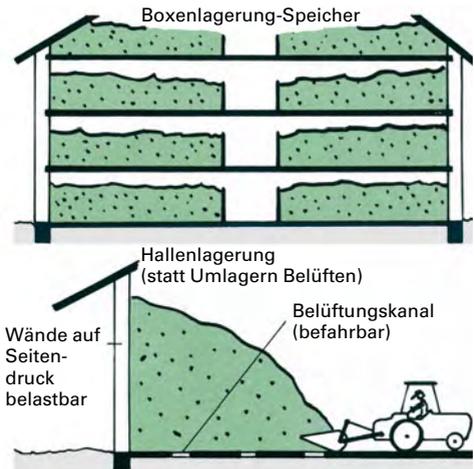


Abb. 1.164 Lagerungsmöglichkeiten von Getreide (Schema).

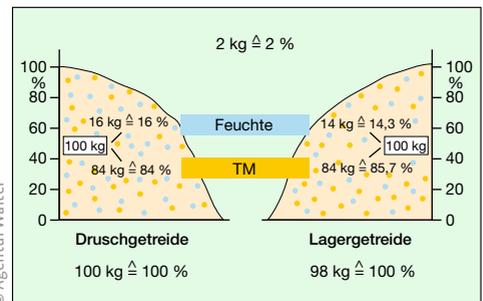
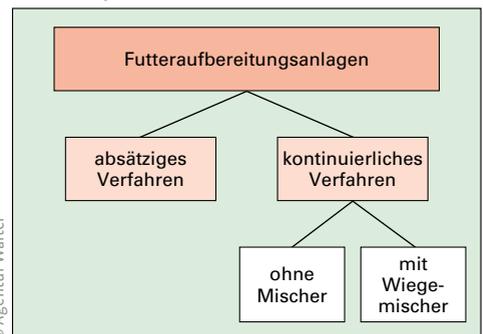


Abb. 1.165 Bei der Trocknung ändert sich die Trockenmasse (TM) nicht, aber ihr %-Anteil an der Gesamtmenge (TS).

Abb. 1.166 Futteraufbereitungsanlagen arbeiten mit absätzigen oder kontinuierlichen Verfahren.



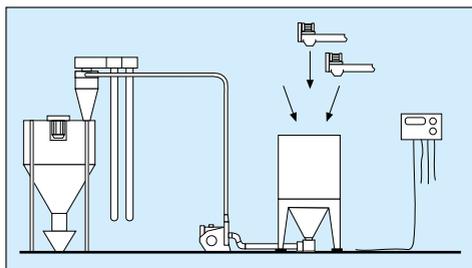


Abb. 1.167 Absätzig arbeitende Mahl- und Mischanlage in aufgelöster Bauweise.

© Agentur Walter

1.2.5.1 Absätzig arbeitende Futteraufbereitung

Bei einer **absätzigen Futteraufbereitung** mit Mahl- und Mischanlagen laufen die erforderlichen Arbeitsgänge zur Herstellung einer Futtermischung getrennt und nacheinander ab:

- ▶ **Einfüllen der einzelnen Komponenten (Getreide)** in den Vorbehälter: Je nach Anforderung und Gegebenheit wird eine Volumen- oder Gewichtsdosierung zur Mengenbestimmung angewandt.
- ▶ **Schroten bzw. Quetschen des Getreides:** Der Vorgang sollte automatisch ablaufen, da er bei größeren Mengen erheblich Zeit beansprucht.
- ▶ **Förderung des Schrotetes** zum Mischer: Für kurze Förderweiten reichen Rohrschnecken aus. Dagegen wird bei weiteren Strecken ein Gebläse verwendet.
- ▶ **Befüllen des Mixers** mit Zusatzkomponenten: Die bereits zerkleinerten Futtermittel oder auch Öle werden in den Mischer dosiert.
- ▶ **Mischen aller Komponenten** im Futtermischer: Eine Mischdauer von 5 – 10 Minuten ist ausreichend.
- ▶ **Entleerung der Futtermischung** in den Mischfutterbehälter: Sein Fassungsvermögen soll größer sein als das des Mixers.

Bei den **Mahl- und Mischanlagen** wird unterschieden zwischen

- ▶ **Kompaktanlage:** Hier sind die Mühle, die Schrotförderung und der Mischer zu einem Gerät zusammengebaut. Sie wird meist zur Herstellung kleiner Rationen eingesetzt, da das Volumen des Mixers begrenzt ist.
- ▶ **Aufgelöste Anlage:** Die Schrotmühle und der Mischer sind getrennt angeordnet. Die Leistung der Mühle und das Volumen des Mixers sowie die Anordnung zueinander können dabei besser an die betrieblichen Verhältnissen angepasst werden.

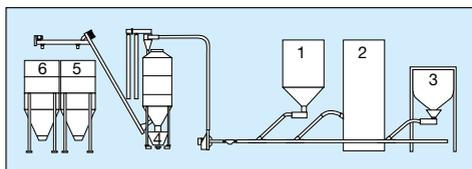


Abb. 1.168 Kontinuierlich arbeitende Mahl- und Mischanlage mit einem Wiegemischer.

- 1: } Lagerbehälter für Futterkomponenten,
- 2: }
- 3: }
- 4: Mühle,
- 5: } Wiegemischer
- 6: }

© Agentur Walter

1.2.5.2 Kontinuierliche Futteraufbereitung

Kontinuierlich arbeitende Mahl- und Mischanlagen (Fließanlagen) entnehmen und schroten gleichzeitig die Komponenten und arbeiten

- ▶ **ohne Mischer:** Die entsprechende Menge Getreide wird je nach Anteil in der Mischung aus dem Lagerbehälter in den Luftstrom dosiert und zur Mühle gefördert. Für jede Komponente ist ein Dosiergerät erforderlich. Die gewünschte Ausstragsmenge ist nach Volumen und/oder Zeit zu verändern. Da alle Bestandteile in einer Futtermischung gleichzeitig durch die Mühle laufen und dabei vermischt werden, erübrigt sich der Futtermischer. Das gemischte Futter gelangt in den Mischfutterbehälter.
- ▶ **mit Wiegemischer:** Die einzelnen Komponenten werden hintereinander von der Mühle aus den Lagerbehältern angesaugt, geschrotet und in den Wiegemischer gefördert. Ist das vorgewählte Gewicht der Komponente 1 im Wiegemischer erreicht, so wird selbsttätig auf die Komponente 2 geschaltet und solange geschrotet, bis im Wiegemischer auch diese Menge erreicht ist. Mit den weiteren Komponenten wird in gleicher Weise verfahren. Nachdem alle Bestandteile einschließlich

Zusatzkomponenten im Futtermischer sind, erfolgt der Mischvorgang.

Kontinuierlich arbeitende Futteraufbereitungsanlagen werden elektronisch über einen Rechner gesteuert und überwacht. Das Zusammenstellen einer Futterration erfolgt am Rechner durch Eingeben der einzelnen Daten für die gewünschten Komponenten.

1.2.5.3 Bauarten und Bauteile von Futteraufbereitungsanlagen

Schrotmühlen – Bei den meisten Futteraufbereitungsanlagen finden **Hammermühlen** Verwendung. Das **Zertrümmern** der Körner erfolgt durch Schlagwerkzeuge und durch den Aufschlag der beschleunigten Körner bzw. Teilchen auf Pralleisten. Ein Sieb umschließt einen großen Teil des Mühleninnenraumes.

Der Zerkleinerungsvorgang dauert so lange, bis die Teilchen den gewählten Feinheitsgrad erreicht haben und durch das Sieb die Mahlkammer verlassen können. Mit dem Lochdurchmesser oder der Maschenweite des Siebes von 3–6 mm kann der Feinheitsgrad verändert werden.

Hammermühlen haben häufig ein *Gebälse*. Es kann das Getreide in die Mahlkammer saugen und anschließend den Schrot zum Mischer fördern.

Die Dosierung des Getreides in die Mühle erfolgt durch

- ▶ **Schieberregulierung:** Dabei bestimmt die Größe der Öffnung die Menge Getreide, die in die Mahlkammer fließt. Die Einstellung der Zuflussmenge und somit die Mühlenauslastung lässt sich am besten über die Stromaufnahme des Motors am Amperemeter ablesen.
- ▶ **Luftregulierung:** Dabei wird die angesaugte Getreidemenge über den Unterdruck der Luft in der Einlaufschleuse bestimmt. Wird die von außen kommende Zuluft gedrosselt, steigt der Unterdruck in der Schleuse und die Mühle saugt eine größere Menge Getreide an.
- ▶ **Elektronische Dosierung:** Sie erfolgt über die Stromaufnahme des E-Motors an der Schrotmühle.

Hammermühlen sind *Fremdkörpern* gegenüber empfindlich. Magnete können Eisenmetalle aus dem Getreidestrom bei der Einschleusung in die Mühle entfernen. Schwere Teile wie Steine werden über eine Abscheidekammer durch die Schwerkraft entfernt. Der **Energiebedarf** einer Hammermühle liegt je nach Fruchtart, Feuchte und Feinheitsgrad des Schrottes zwischen 0,5–2 kWh/dt.

Getreidequetschen – Quetschgut wird von Rindern besser verdaut. Die Getreidequetsche arbeitet mit zwei gleich schnell laufenden Walzen, die an ihrer Oberfläche eine angeraute Struktur haben können. Die Körner werden zwischen den beiden Walzen durchgeschleust und dabei nur zerdrückt (gequetscht).

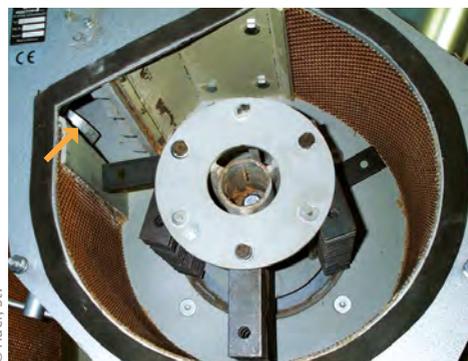
Die Einstellung für grobes oder feines Quetschgut erfolgt durch Verändern des Quetschspaltes zwischen den beiden Walzen. Mit einem Dosierschieber wird die *Durchsatzmenge* reguliert. Die *Fremdkörperabscheidung* erfolgt wie bei Hammermühlen.

Getreidequetschen haben einen **Energiebedarf** von 0,2–0,8 kWh je dt, abhängig von der Fruchtart, Feuchte und dem Feinheitsgrad des Gutes.



© Fa. Himmel

Abb. 1.169 Kompaktanlage mit Hammermühle und Vertikalmischer.



© Auer St.

Abb. 1.170 Hammermühle mit Drahtsieb, Ein-speisungsöffnung und Magnetabscheider (Pfeil).

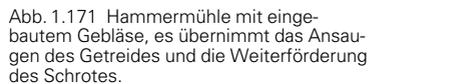


Abb. 1.171 Hammermühle mit eingebautem Gebläse, es übernimmt das Ansaugen des Getreides und die Weiterförderung des Schrottes.



© Auer St.



Abb. 1.172 Eine Einspeisung mit Luftregelung arbeitet verstopfungsfrei.

© Auer, St.

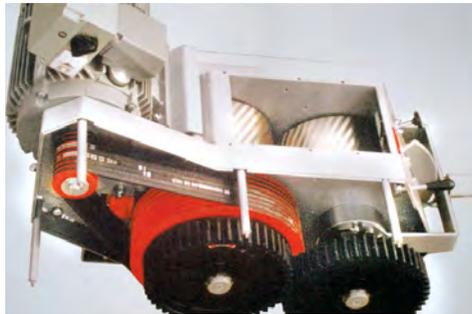
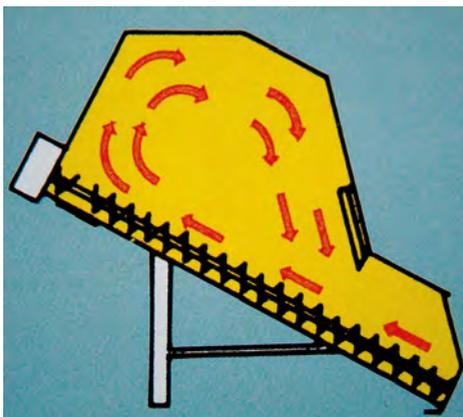


Abb. 1.173 Bei dieser Getreidequetsche laufen die beiden Quetschwalzen synchron. (Abb. ohne vorgeschriebene Schutzvorrichtung).

© Auer, St.

Abb. 1.174 Schrägmischer arbeiten meist als Freimischer.



© Fa. Darneco-Skjold

Futtermischer – Überwiegend wird zum Herstellen von Futtermischungen der **Zwangsmischer** eingesetzt. Die senkrecht (Vertikalmischer) im Mischer angeordnete *Mischschnecke* nimmt den Schrot am unteren Trichterende an, fördert ihn nach oben und wirft ihn am oberen Schneckenende wieder in den Behälter zurück. Der so zwischen Schnecke und Mischbehälter entstehende Kreislauf vermischt damit die verschiedenen Komponenten innerhalb kurzer Zeit ausreichend gut.

Schrägmischer arbeiten nach dem Freimischerprinzip. Die Mischschnecke bewegt das Mischgut ineinander, somit wird ein entmischen nach dem Zwangsrohr verhindert.

Die Mischschnecke kann über den Behälter hinaus nach unten verlängert werden und in einem *Annahmetrichter* enden, über den das Befüllen mit Schrot und Zusatzkomponenten erfolgen kann. Mischer, die von der Mühle aus durch ein Gebläse befüllt werden, benötigen einen *Zyklon- und Staubabscheider*. Dabei kann Luft nach außen entweichen, die mehligsten Futterteile fallen in den Mischer. Das Fassungsvermögen der Mischer reicht von 0,5–5 m³.

Steuerung – Durch den Einbau entsprechender Schalteinrichtungen lässt sich das Herstellen von Mischfutter automatisieren. Es werden folgende Lösungen angewandt:

- ▶ **Handbetrieb:** Das Ein- und Ausschalten von Mühle und Mischer wird entsprechend den Arbeitsgängen von Hand vorgenommen.
- ▶ **Teilautomatischer Betrieb:** Das Einschalten der Mühle erfolgt von Hand. Über die Messung der Stromaufnahme (Ampere-meter) wird der Zulauf von Hand eingeregelt. Die Mühle schaltet durch einen Leermeldesalter ab. Das Zu- und Abschalten des Mischers wird wieder manuell vorgenommen.
- ▶ **Vollautomatischer Betrieb:** Eine Zeitschaltuhr schaltet die Mühle ein. Die Mengenregulierung übernimmt eine Dosiereinrichtung, die über die Stromaufnahme gesteuert wird. Ein Leermeldesalter schaltet die Mühle ab, dann schaltet der Mischer zu, der nach einer vorgegebenen Mischdauer wieder selbsttätig abschaltet.

Die meisten automatisch arbeitenden Mahl- und Mischanlagen verfügen über eine Steuerungs- und Regelanlage.

Zunehmende **Qualitätsansprüche** sowie das starke öffentliche Interesse an der Tierhaltung und Fütterung beeinflussen neben dem Marktgeschehen die betriebswirtschaftlichen Überlegungen. Wenn die geeignete Futterbasis verfügbar ist, gewinnt das Herstellen von hofeigenem Futter an Bedeutung.

Die dafür eingesetzte Technik muss:

- ▶ auf den jeweiligen Betrieb abgestimmt sein,
- ▶ über einen bedarfsgerechten Automatisierungsgrad verfügen,
- ▶ einfach zu bedienen und gut zu reinigen sein,
- ▶ absolut zuverlässig arbeiten und den Sicherheitsbestimmungen entsprechen (z. B. Brandschutz, Explosionsgefahr).

Anordnung und Einbau einer Mahl- und Mischanlage in ein vorhandenes Gebäude erfordern eine intensive Planung und Kenntnisse über die Möglichkeiten der Zueinanderordnung der verschiedenen Geräte und Steuerungseinrichtungen.

Daneben kommen aber auch mobile Mahl- und Mischanlagen zum Einsatz.

Anbau von Getreide

2

2.1 Anbau von Weizen	66
2.2 Anbau von Gerste	73
2.3 Anbau von Roggen	77
2.4 Anbau von Triticale	79
2.5 Anbau von Hafer	81

Der Anbau von Getreide umfasst mehr als nur Aussaat und Ernte der Getreidearten. Es gilt vielmehr, auf der Basis der vom jeweiligen Standort abhängigen betrieblichen Gegebenheit die art- und sortenspezifischen Anforderungen zu erfassen, sie zu analysieren und die agrartechnischen und pflanzenbaulichen Maßnahmen darauf abzustimmen.

Dabei sind das regelmäßige Beobachten der Bestände sowie das sach- und fachgerechte Verknüpfen dieser Ergebnisse mit dem fachlichen Wissen und Können unter Einbeziehen moderner Datenverarbeitungstechnik unabdingbare Voraussetzungen für das »Führen der Bestände«.



2 Anbau von Getreide

2.1 Anbau von Weizen (*Triticum aestivum*)



Abb. 2.1 Schossender Weizenbestand.

© Herrmann, H.



Abb. 2.2 Beispiel für eine Getreidefruchtfolge.

© Agentur Walter

Abb. 2.3 Verträglichkeit von Pflanzen in der Fruchtfolge (Auswahl).

		Nachfrucht				
		Roggen	Weizen	Wintergerste	Sommergerste	Hafer
Vorfrucht	Roggen					
	Weizen		☐			
	Wintergerste		☐			
	Sommergerste				☐	
	Hafer		☑			☐
	Mais					☐
	Zuckerrübe					
	Raps		☑	☑	☑	
	Kartoffel		☑	☑	☑	

☑ sehr gut ☐ möglich ☐ ungünstig

© Agentur Walter

2.1.1 Bedeutung

In Deutschland wird wie auch weltweit hauptsächlich der **Gemeine Weizen** (Kultur-, Saat- oder Weichweizen; *Triticum aestivum*) angebaut. Daneben gibt es den **Hartweizen** (*Triticum durum*), der vor allem zur Teigwarenherstellung benützt wird. In Deutschland wird er wegen seiner Kurztagsneigung hauptsächlich in Süddeutschland und in der Pfalz angebaut.

In letzter Zeit nahm auch der vertragsmäßige Anbau von **Dinkel** (Spelt, Spelz oder Vesen; *Triticum spelta*) zu. Er findet insbesondere in Naturkostläden und mehr und mehr auch in konventionellen Bäckereien Verwendung.

Die **Weizenfläche** macht nahezu 50 % der Getreideanbaufläche in Deutschland aus und erreichte im Jahr 2021 2,9 Mio. ha. Mehr als 98 % davon sind *Winterweizen*. Wegen der wesentlich geringeren Erträge ist *Sommerweizen* nur noch Lückenbüsser, wenn Winterweizen aus zeitlichen Gründen nicht mehr gesät werden konnte. Die Produktion wird zum größten Teil verfüttert.

Die **Durchschnittserträge** lagen im Jahr 2021 bei 73 dt/ha. Dabei sind sie im Norden wegen der günstigeren klimatischen Bedingungen höher als im Süden.

2.1.2 Produktionstechnik

2.1.2.1 Standortansprüche

Boden – Weizen bevorzugt tiefgründige, nährstoffreiche Böden mit hohem Nährstoff- und Wassernachlieferungsvermögen und neutraler Bodenreaktion. Deshalb sind leichte Böden mit häufigen Trockenheitsperioden im Frühsommer nur bei guter Niederschlagsverteilung und bei ausreichender Versorgung mit organischer Substanz und exakter Düngung geeignet.

Witterung – Weizen ist gegen lang andauernde Schneedecken und Winternässe empfindlich und hat unter den Getreidearten den höchsten Wärmebedarf. Er liebt einen trockenen Herbst und Vorwinter, verträgt allerdings die Saat in nassen Boden am besten. Für das Bestocken und Ausbilden der Ährenanlagen ist eine zeitige Erwärmung ebenso günstig wie feuchtes und sonnenscheinarmes Wetter im Frühjahr. Der größte Wasserbedarf besteht zur Zeit des Schossens und Ährenschiebens.

2.1.2.2 Fruchtfolge, organische Düngung

Fruchtfolge – Die besten Vorfrüchte für Weizen sind alle Pflanzen, die den Boden im garen Zustand hinterlassen, also Blatt- und Hackfrüchte.

In Norddeutschland wird Winterweizen in der Regel nach Zuckerrüben angebaut. Dabei ist es auf den oft von der Hackfruchternte stark in Mitleidenschaft gezogenen Feldern schwer, den Boden in einen annähernd garen Zustand zu bringen.

In Getreidefruchtfolgen sollte, wegen der Übertragung von Fußkrankheiten, Gerste nicht als Vorfrucht dienen. Ist dies dennoch nötig, empfiehlt es sich, eine Gründüngungspflanze als Zwischenfrucht einzuschleichen.

Organische Düngung – In viehlosen Betrieben stehen gehäckseltes Zuckerrübenblatt oder Stroh zur Verfügung. Auch Gülle wird zu Weizen vor der Saat angewendet. Ihr Düngewert muss bei der Nährstoffbilanz möglichst genau berücksichtigt werden.

2.1.2.3 Sortenwahl

Qualitätsmerkmale – Weizensorten werden nach ihrer Eignung zur Verarbeitung in **Mühle** und **Bäckerei** eingestuft. Dabei geht es Ersteren um eine problemlose Mahlfähigkeit und hohe Mehlausbeute, den anderen um eine ergiebige Backfähigkeit.

Weizen ist mit seinem *hohen Stärke-* und *geringen Rohfasergehalt* ein hochwertiges Kraftfutter für alle Tierarten. Für die **Fütterung** ist ein hoher *Proteingehalt* günstig. Durum-Weizen darf höchstens 5 % Bruchkörner und Besatz aufweisen. Der Schwarzbesatz (verfärbte Körner) muss unter 3 % liegen.

Als **Brauweizen** sind eine gute *Kornausbildung*, hohe *Keimfähigkeit* und *Enzymaktivität* (schonende Trocknung) wichtig. Im Gegensatz zu Back- und Futterweizen sollte jedoch hier der Proteingehalt unter 12 % liegen.

Mehlausbeute – Beim Mahlen wird der Mehlkörper von den Schalen, den Keimlingen und den Aleuronzellen getrennt. Aus technischen Gründen lässt sich der Mehlkörper nicht vollständig nutzen.

Die **Ausbeute** an weißem Mehl hängt wesentlich vom genetisch bedingten Aschegehalt im gesamten Korn der Weizensorte ab. Dabei ist die Mehlausbeute umso höher, je niedriger der Aschegehalt ist. Beim *Standard-Mehltyp 550* beträgt der Aschegehalt 0,55 %, die Mehlausbeute ca. 75 %. Der Rest ist Kleie.

Für eine gute Mahlfähigkeit soll Weizen eine gleichmäßige Kornform und -größe haben. Der Fremdgetreide- und Schmachtkornanteil sollte ebenso wie der Schwarzbesatz möglichst gering sein.

Backfähigkeit – Bäckereien und Brotfabriken wünschen Mehl, das sich *gut verarbeiten lässt*, *ergiebig* ist und möglichst *große Gebäcke* mit *feinen Poren* liefert. Besondere Bedeutung für diese Backqualität haben Menge und Güte der auswaschbaren kolloidalen Eiweißstoffe, die unter dem Begriff »Kleber« zusammengefasst werden.

Für die **Beurteilung der Backqualität** einer Weizensorte werden daher festgestellt:



© Fa. Vereinigte Kunstmühlen

Abb. 2.4 Blick in den Walzenboden einer Mühle.



© Herrmann, H.

Abb. 2.5 Der Klebergehalt von Weizen wird durch die Kleberauswaschung im Labor festgestellt.



© Herrmann, H.

Abb. 2.6 Teigbeschaffenheit bei geringer (links) und guter Kleberqualität (rechts).

Abb. 2.7 Mittlere Weizenmehl-Qualität von Handelsmehlen (MRI).

Backweizen und Handelsmehle	Öko-Weizen	Konventioneller Weizen
Protein ICC % TS	11,8	13,7
Schrotkleber %	24,0	28,9
RMT ml/100 g Mehl	611	668
ml Volumen je % Protein	51,8	48,8

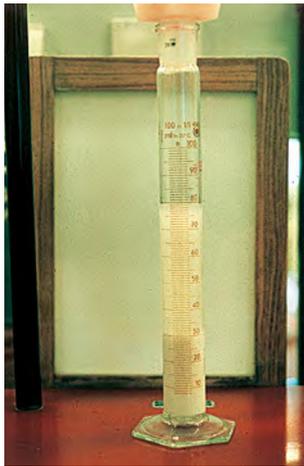


Abb. 2.8 Der Sedimentationstest ist ein wichtiges Qualitätskriterium für Aufmischweizen.

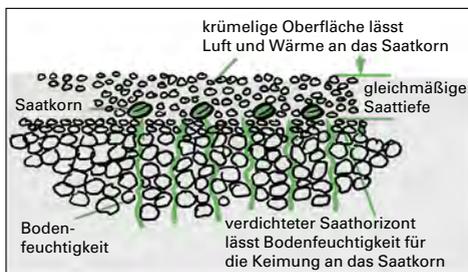
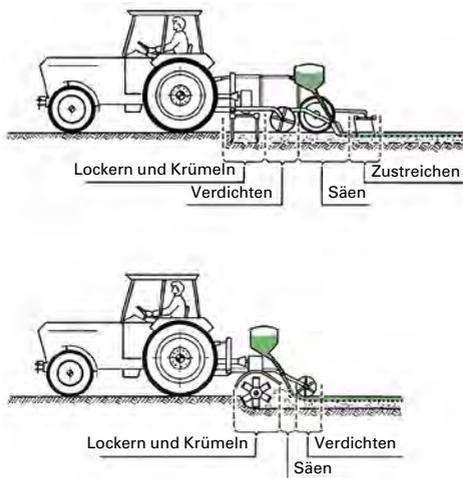


Abb. 2.9 Ideales Saatbett (Schema).

Abb. 2.10 Minimal-Bestelltechnik mit (oben) und ohne vorherige Pflugfurche (unten).



- ▶ Der **Rohproteingehalt** (= N-Gehalt \times 5,7); damit wird die *Klebermenge* erfasst. Mindestwerte für Backweizen 11,5 %, für Aufmischweizen 13,5 %. Die Klebermenge ist allerdings nur zu 25 % genetisch festgelegt, 75 % werden über die Wachstumsfaktoren, vor allem durch die N-Versorgung, bestimmt.
- ▶ Der **Sedimentationswert** gibt Auskunft über die *Klebergüte*. Als Maßstab dient die Quellung einer Mehl-Wasser-Aufschwemmung in einem Messzylinder. Mindestwerte sind für Backweizen 25 ml, für Aufmischweizen 40 ml. Aus Proteingehalt und Sedimentationswert lässt sich das zu erwartende *Gebäckvolumen* berechnen. Die Klebergüte ist zu 75 % genetisch bedingt.
- ▶ Die **Fallzahl** ist ein Maßstab für die *Qualität der Stärke*. Dazu wird die Einsinkzeit eines Rührwerkzeugs in den Mehl- oder Schrotkleister gemessen. Bei Backweizen soll dies 240–270 s dauern. Mehl aus auswuchsgeschädigtem Getreide gibt einen feucht-klebrigen, wenig ergiebigen Teig. Die Fallzahl liegt niedriger (60–70 s).
- ▶ Die **Backfähigkeit** mithilfe des *Rapid-Mix-Tests* (RMT) oder durch den Backversuch. Dabei werden schon bei der Teigbereitung negative Eigenschaften, wie mangelhafte Teigelastizität und schmierige Oberfläche, beurteilt und anschließend das Gebäckvolumen aus 100 g Mehl gemessen. Mehl aus Backweizen liefert dabei ca. 570–630 cm³, Mehl aus Aufmischweizen mehr als 700 cm³ Gebäckvolumen. Außerdem werden Porung, Bräunung, Kruste und Geschmack des Gebäcks beurteilt.

Mit der *beschreibenden Sortenliste des Bundes-Sortenamtes* werden die Weizensorten entsprechend den im Backversuch nachgewiesenen Bäckeeigenschaften in **5 Qualitätsgruppen** eingeteilt. Das Spektrum der Sorten reicht von Eliteweizen (E) mit sehr guten Qualitätseigenschaften bis zum Futterweizen (C) mit geringen Bäckeeigenschaften, aber hohem Ertragsvolumen. Die Klasse C_K steht für Kekeweizen. Sie zeichnen sich durch niedrige Einstufungen bei dem Sedimentationswert, dem Rohproteingehalt und der Wasseraufnahme aus. Die Fallzahl und die Mehlausbeute sollen möglichst hoch sein.

Tabelle 2.1: Qualitätsgruppen von Weizensorten

Qualitätsgruppe	Verwendung, Eigenschaften
E Eliteweizen	höchster Aufmischwert
A Qualitätsweizen	geringerer Aufmischwert
B Backweizen	Grundlage für Backmischungen, meist aufmischbedürftig
C Futterweizen	Einsatz in der Fütterung, keine Backfähigkeit
K Keks-Weizen	Rohstoff für die industrielle Keksherstellung

2.1.2.4 Aussaat

Stoppelbearbeitung – Nach Getreide oder anderen Körnerfrüchten ist es nötig, die Ernterückstände, organische und anorganische Dünger einzuarbeiten und gleichzeitig ein Keimbett für Unkräuter-

ter, Ungräser und Ausfallkörner zu schaffen, die dann nach ihrem Auflaufen mechanisch vernichtet werden können.

Dabei wird auch die Wasserverdunstung durch Unterbrechen der Kapillarität vermindert, die folgende Saalfurche erleichtert und der Herbizidaufwand eingeschränkt. Als Geräte werden dazu Spatenrolle, Scheibenegge, Schwergrubber, Fräse oder Zinkenrotor eingesetzt.

Saalfurche – Sie verbessert die Durchlüftung, Erwärmung und Wasserspeicherfähigkeit und schafft so gute Voraussetzungen für die Saat. Für Winterweizen und Roggen muss sie allerdings so zeitig erfolgen, dass sich der Boden noch genügend absetzen kann (14 Tage vor der Saat). Nach Zuckerrüben wird daher der Einsatz des Grubbers die Saalfurche ersetzen.

Saattbettbereitung – Sie soll einen möglichst flachen Saathorizont schaffen, damit die Saat gleichmäßig aufläuft. Außerdem soll in Saattiefe der Bodenschluss hergestellt werden, damit der kapillare Wasseraufstieg den Wasserbedarf des keimenden Samens decken kann. Schließlich muss die Bodenschicht über dem Saathorizont gelockert und gekrümelt werden, damit Wärme und Sauerstoff eindringen können.

In der Regel wird heute die Saattbettbereitung durch Gerätekopplung in einem Arbeitsgang vorgenommen.

Aussaatenzeiten – Die günstigste Saatzeit für *Winterweizen* liegt für die meisten Standorte in Deutschland in der 2. Oktoberhälfte. Auf nassen, schweren Böden in schlechtem Zustand und in rauem Klima ist die 1. Oktoberhälfte günstiger. In milden Lagen von Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen kann die Saat auch in der 1. Novemberhälfte bzw. sogar noch später erfolgen.

Sommerweizen muss so früh wie möglich gesät werden.

Saatstärke – Sie hängt ab von Standortfaktoren, Anbautechnik und Sorte. Bei gutem Saattbett und früher Saat werden 220–260 Körner/m² gedrillt. Bei späterer Saat und schlechteren Bedingungen können 380–430 Körner/m² gesät werden. Bei Fröhsaaten kann noch vor dem Winter das Sechsstadium erreicht werden; die Pflanze hat vor dem Winter somit drei Triebe je Pflanze. Ausgehend von 600 ährentragenden Halmen/m² kann hier die Saatstärke bis auf 200 Körner/m² reduziert werden. Die Saatstärke bei Sommerweizen liegt je nach Saatzeitpunkt, Sorte und Saattbettbeschaffenheit zwischen 330 und 450 Körnern/m².

Saatechnik – Am günstigsten ist eine Saattiefe von 2–4 cm. Gleichmäßige Saattiefe bewirkt gleichmäßigen Feldaufgang. Verminderte Fahrgeschwindigkeit beim Säen verbessert die gleichmäßige Tiefenablage.

Bestandesführung und umweltfreundliche Produktionsverfahren setzen jederzeitige *Befahrbarkeit* des Bestandes voraus. Darum sind **Fahrgassen** unerlässlich. Vgl. Kapitel 1.2 (Agrartechnik). Voraussetzung ist, dass die Arbeitsbreiten von Düngerstreuer und Feldspritze ein ganzzahliges Vielfaches der Arbeitsbreite der Sämaschine haben.

Beispiel: Sämaschine 3 m, Düngerstreuer 12 m, Feldspritze 12 m.

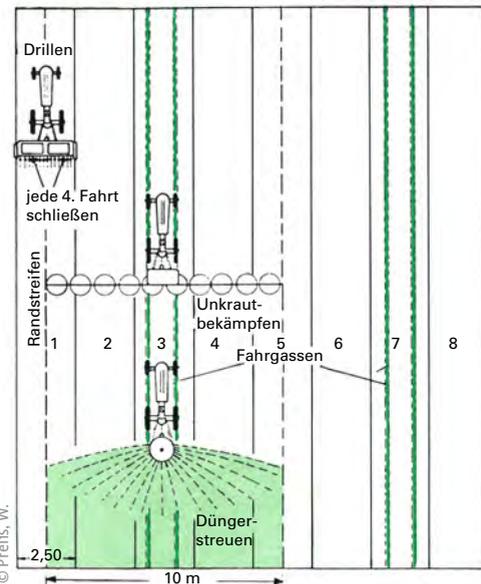
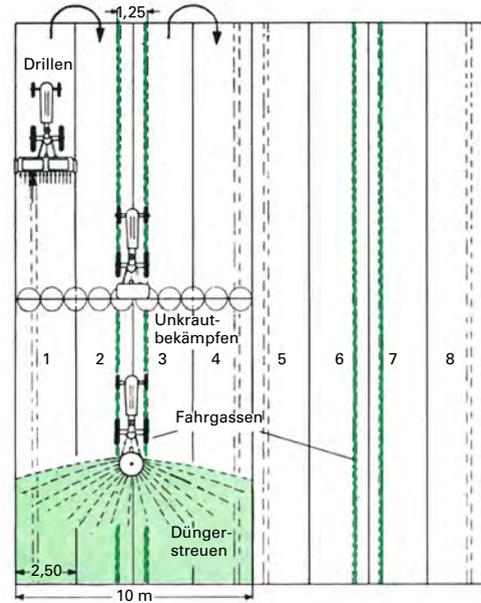


Abb. 2.11 Bei der Anlage von Fahrgassen muss die Arbeitsbreite der Geräte aufeinander abgestimmt werden: z. B. Sämaschine 2,5 m, Düngerstreuer und Unkrautspritze je 10 m. Oben: Im Abstand der halben Spurweite des Traktors wird ständig ein Säschlar geschlossen gehalten. Unten: Nur bei jeder 4. Fahrt werden Fahrgassen durch Schließen der entsprechenden Säschlar gebildet.

Webcode
fsl7089



Link: Saat-
stärken-
rechner